

Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan"	Vol. 43	pp. 3-29	Trieste 2011
---	---------	----------	--------------

DAVIDE LENAZ^(*) – ENRICO MERLAK^(**)

LITOTIPI BAUXITICI DELL'ISOLA DI KRK (BAŠKA E STARA BAŠKA – CROAZIA)

ABSTRACT

BAUXITIC LAYERS IN THE KRK ISLAND (BAŠKA AND STARA BAŠKA – DALMATIA CROATIA)

Several bauxitic layers have been discovered in the southern part of the Krk Island (Northern Dalmatia – Croatia) in the surroundings of Baška and Stara Baška. These are residual rocks, rather compact and with high density, rich in Al and Fe – oxyde and hydroxide.

The study developed in the field and in the laboratory in order to better understand the relationships between these rocks and the limestone, coprehending the karstic phenomena, occurring in these areas.

RIASSUNTO

Vengono descritti i litotipi bauxitici rinvenuti nel corso di una ricerca condotta nella parte meridionale dell'isola di Krk (Dalmazia settentrionale – Croazia) nelle località di Baška e Stara Baška. Si tratta di rocce residuali, spesso compatte e di elevato peso specifico, ricche di ossidi ed idrossidi di alluminio e ferro.

La ricerca è stata condotta sul campo ed in laboratorio, al fine di comprendere meglio i rapporti che intercorrono con le rocce calcaree incassanti e con il fenomeno carsico presente nell'area.

Premessa

È stata condotta una ricerca sistematica nella parte meridionale dell'isola di Krk (Croazia) tra le località di Baška e Stara Baška con lo scopo di individuare i siti bauxitici, la loro giacitura, le caratteristiche litologiche, le relazioni con le rocce calcaree incassanti ed i possibili rapporti con le manifestazioni carsiche locali.

Su questo terreno impervio il reperimento dei pochi giacimenti abbandonati e di affioramenti e resti bauxitici è talvolta condizionato dall'ambiente, in un territorio molto brullo, con affioramenti calcarei che conferiscono al paesaggio una morfologia spesso uniforme.

^(*) Dipartimento di Geoscienze dell'Università degli Studi di Trieste, via Weiss 8, I-34127 Trieste; lenaz@univ.trieste.it

^(**) Commissione Grotte "E. Boegan", Società Alpina della Giulie, C.A.I., via di Donota 2, I-34121; emerlak@alice.it

Nel corso della ricerca, estesa su circa 20 chilometri quadrati, sono stati visitati alcuni giacimenti già sfruttati in passato per l'estrazione (tre presso Stara Baška e uno presso Baška) e diversi siti minori interessati dalla presenza di queste rocce (fig. 1).

Attraverso campionamenti e raccolta sistematica e sulla base delle osservazioni compiute sui tagli lucidi eseguiti per ogni campione, sono stati selezionati una quindicina di litotipi bauxitici che sono di seguito descritti nel testo.

Scopo principale della presente nota è quello di fornire ai ricercatori ed agli studiosi un quadro generale sulle bauxiti reperite in questo interessantissimo geosito, al fine di promuovere ulteriori ricerche che possano portare ad una migliore e più completa interpretazione di questo fenomeno complesso e tuttora enigmatico.

La documentazione specifica su quest'area è piuttosto scarsa, mentre è disponibile una ricchissima bibliografia sulla tematica specifica della bauxiti e delle terre rosse di Dalmazia, Istria e Balcani in genere, bibliografia che è citata nel presente lavoro e di cui ci si può servire per collocare meglio il problema nel contesto generale.

L'analisi dei fenomeni qui rilevati e documentati non è facile, così come non è facile determinare un quadro genetico ed evolutivo dei giacimenti bauxitici, soprattutto quando, come nell'area in esame, è difficile riassumere i rapporti tra caratteristiche litologiche e tettoniche dei calcari da una parte, e le diverse, *svariate*, caratteristiche litologiche delle bauxiti rinvenute.

Ne consegue che il tutto è oggetto di discussione e rimane in attesa di soluzioni precise.

Caratteristiche generali delle bauxiti dell'area studiata

Le bauxiti dell'isola di Krk, nell'area tra Baška e Stara Baška, sono rocce residuali compatte, eterogenee, spesso molto dure e talvolta resistenti alla percussione. Hanno un peso specifico variabile, a seconda dei litotipi, tra 2,0 e 2,7.

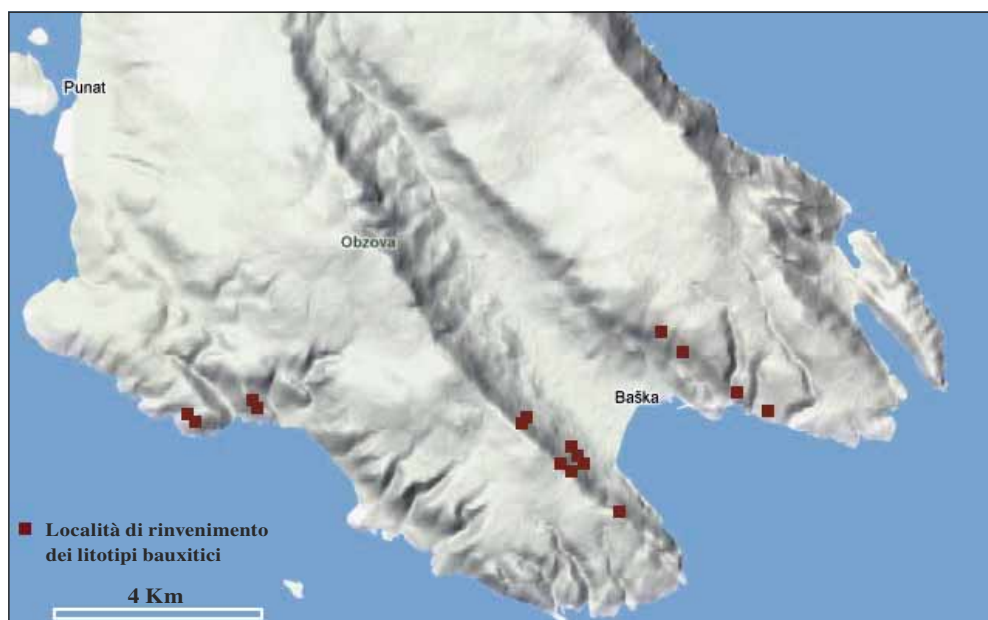


Fig. 1 – Carta fisica dell'area oggetto della ricerca.

In corrispondenza degli affioramenti non presentano tracce evidenti di stratificazione.

Genericamente la composizione media delle *bauxiti mediterranee* è caratterizzata dalla presenza di diverse specie mineralogiche tra le quali prevalgono gli idrossidi di alluminio: boehmite $\gamma\text{-AlO(OH)}$, gibbsite Al(OH)_3 e, in minore misura, diasporo $\alpha\text{-AlO(OH)}$.

In quantità variabile gli idrossidi di alluminio sono presenti nella massa allo stato amorfo come meta-idrossido e orto-idrossido o più genericamente come allumogel $\text{Al}_2\text{O}_3 \times n \text{H}_2\text{O}$.

Nella roccia la quantità complessiva di idrossidi di alluminio può indicativamente variare dal 40% al 70%. Nelle bauxiti esaminate sono presenti l'ematite (Fe_2O_3) e la goethite ($\alpha\text{-FeOOH}$) oltre alla fase amorfa dell'idrossido di ferro genericamente indicata come $\text{Fe(OH)}_3^{(1)}$.

Queste rocce possono contenere, in misura diversa, quarzo e fillosilicati (*la caolinite è il silicato più frequentemente presente nelle bauxiti*).

Possono essere presenti anche anatasio (TiO_2), minerali di manganese, zirconio, tormalina, rutilo e altri minerali pesanti.

Rari sono i carbonati, la cui presenza nella bauxite è accidentale. Infatti nella comune mineralogia delle bauxiti non risulta presente la fase calcitica. Quando questa fase compare nelle analisi è riconducibile a frammenti di rocce calcaree e dolomitiche inserite nelle bauxiti vere e proprie.

Principali caratteristiche degli affioramenti

Sotto l'aspetto geostratigrafico e spaziale le bauxiti di Baška e Stara Baška sono rintracciabili in corrispondenza della parte terminale della successione cretacea, nei calcari paleocenici e nei primi metri dei calcari ad Alveoline e Nummuliti. Nell'area la presenza di concentrazioni bauxitiche è associata a sistemi di faglie e deformazioni tettoniche importanti. I quattro giacimenti visitati e parte degli altri affioramenti bauxitici sono ubicati in prossimità di strutture di dislocazione che mettono talvolta in brusco contatto flysch e calcari (fig. 2).

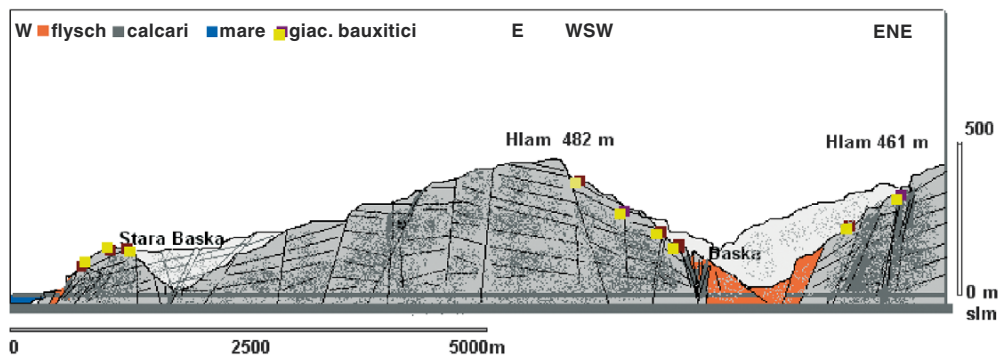


Fig. 2 – Sezione geologica-strutturale indicativa dell'area (tra Stara Baška e Baška).

⁽¹⁾ La presenza costante di ossidi ed idrossidi di ferro nelle bauxiti è la causa principale della colorazione di queste rocce. Il colore rosso indica la presenza prevalente di ematite, il colore giallo la prevalenza di goethite, il tutto attraverso fasi intermedie. La formazione di questi (idr)ossidi avviene attraverso il rilascio, per degradazione, del ferro presente nei minerali originari, in un ambiente ben drenato e con basso pH, ovvero in ambiente che ha subito la decalcificazione completa.

La superficie del territorio è costituita da una successione ininterrotta di affioramenti calcarei estremamente fratturati e corrosi ma privi delle tipiche morfologie e delle strutture carsiche ben conosciute nel *Carso Classico*. Le doline sono scarse, pozzi, inghiottitoi, vasche di corrosione e campi solcati sono quasi o del tutto assenti.

Sulla superficie si rinvengono spessori variabili di suolo, ma solamente in alcuni punti, tra Baška e Stara Baška, e sempre a quote elevate, sono visibili sacche di terra rossa di rilevante spessore. Nelle zone esposte a NE e ENE il suolo è scarsissimo a causa della bora.

I ruscellamenti superficiali sono inesistenti, ad eccezione del fiume Suha Ričina che nasce presso Verbenico, sotto il monte Hlam (446 m), e si sviluppa verso sud est, sul flysch e sui depositi alluvionali, per una decina di chilometri lungo la valle di Baška.

Della circolazione idrica sotterranea non si sa praticamente nulla.

Le principali risorgive, alcune delle quali ancora utilizzate, sono presenti all'altezza del paese di Batomalj, a contatto tra flysch e calcari, ad una altezza di un centinaio di metri. Una sorgente, ora abbandonata, è ubicata a nord di Baška, sopra il paese di Jurandvor.

Esiste una fonte carsica a nord ovest di Draga Baščanka, alimentata probabilmente dalla parte di altipiano che circonda il monte Obzova (568 m).

Nell'altipiano calcareo vero e proprio, esteso complessivamente per una cinquantina di Km², sono individuabili solamente alcune fonti d'acqua con portate minime o irrisionarie, salvo una sorgente, ubicata circa 2 chilometri ad est di Stara Baška ad una quota di circa 200 metri.

I litotipi classificati

Di seguito sono descritti i litotipi bauxitici rinvenuti nell'area tra i giacimenti a WNW di Stara Baška ed il giacimento rinvenuto a NE di Baška. Alcuni di questi litotipi sono stati estratti da quattro giacimenti abbandonati, altri litotipi sono stati estratti da affioramenti sparsi, altri ancora rinvenuti e raccolti sul posto in prossimità di giacimenti ed affioramenti (fig. 3).

Di tutti i litotipi è stata fatta una sezione lucida per una prima caratterizzazione di massima, alcuni sono stati sottoposti ad esame XRD delle polveri omogeneizzate per la determinazione delle principali fasi minerali. Di alcuni sono state eseguite le sezioni sottili per l'esame microscopico in dettaglio.

Le analisi diffrattometriche sono state effettuate con un diffrattometro Siemens (goniometro STOE D 500) usando la radiazione Cu K α monocromatizzata con un cristallo di grafite.

Descrizione dei campioni

Campione 1 - Fig. 4 – Bauxite compatta colore rosso scuro tendente al marrone. Omogenea nella struttura con presenza di diffusi piccoli pisoliti di colore beige-chiaro e di dimensioni variabili da 0,1 mm a 5 mm.

Peso specifico 2,3. Scarsamente porosa, resistente alla percussione. Esistono nel territorio varietà più chiare.

Raccolta in un giacimento a WNW di Stara Baška.

Posizione: 14° 39' 25" long. E – 44° 57' 55" lat. N

L'esame diffrattometrico rivela la presenza di bohemite ed ematite in un rapporto di circa 3:1 ed altre fasi minori non bene determinabili.

Campione 2 - Fig. 5 – Bauxite compatta colore beige chiaro tendente al marrone chiaro. Struttura vermicolare. Sono presenti concentrazioni isolate di colore rosso. Peso specifico 2,1. Molto porosa, fragile o poco resistente alla percussione.

Raccolta in un giacimento a NW di Stara Baška:

Posizione: 14° 39' 25" long. E – 44° 57' 55" lat. N

Simili litotipi sono stati individuati anche nell'area di Baška a qualche chilometro di distanza. Può essere definito quindi un litotipo comune.

L'esame difrattometrico rivela la presenza di boehmite e goethite in un rapporto di circa 3:1 ed altre fasi minori non determinabili sia per la massa a struttura vermicolare che per la massa terrosa di colore rosso.

Campione 3 - Fig. 6 – Bauxite molto compatta con massa di fondo colore beige chiaro con venature e striature a struttura scistosa di colore rosso-viola.

Peso specifico 2,6. Non porosa, molto resistente alla percussione.

Raccolta in un giacimento a NW di Stara Baška:

Posizione: 14° 40' 30" long. E – 44° 58' 18" lat. N

Simili bauxiti, con tessitura e colore leggermente diversi, sono state individuate anche nell'area di Baška a qualche chilometro di distanza (vedi campione 4 - fig. 7). Può essere definito quindi un litotipo comune.

L'esame difrattometrico rivela la presenza predominante di boehmite per circa il 90% e subordinatamente di goethite. Si tratta dunque di una roccia ad elevato contenuto di alluminio.

In **fig. 8 e fig. 9** sono riportati i particolari delle sezioni sottili del litotipo.

Campione 4 - Fig. 7 – Bauxite molto compatta con massa di fondo colore beige chiaro con venature, chiazze e striature ad andamento scistoso di colore rosso-viola. Differisce dal litotipo di cui al **campione 3** in quanto le concentrazioni minerali rosso-viola sono distribuite nella massa in maniera eterogenea.

Peso specifico 2,6.

Non porosa, molto resistente alla percussione.

Raccolta in un giacimento a NW di Stara Baška:

Posizione: 14° 40' 30" long. E – 44° 58' 22" lat. N



Fig. 3 – Affioramento bauxitico in un giacimento a NW di Stara Baška (foto Laila Merlak). Base della foto 1,5 m.



Fig. 4 – Bauxite compatta, omogenea di un giacimento a WNW di Stara Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 5 cm.

Campione 5 - Fig. 10 – Bauxite compatta caratterizzata da una struttura di tipo scistoso con variazioni di composizione che si manifestano in una tessitura ad andamento quasi plastico. Le colorazioni variano dal beige chiaro al marrone, passando per il rosso, e sono determinate da differenti composizioni che si ripetono nella massa.

Peso specifico 2,4. Poco porosa, molto resistente alla percussione.

Raccolta in un giacimento a NW di Stara Baška:

Posizione: 14° 40' 30" long. E – 44° 58' 20" lat. N

Rara: non sono stati rintracciati altri esemplari.

L'esame diffrattometrico rivela:

- per la parte beige chiaro: boehmite e goethite
- per la parte marrone: boehmite e ematite.

Sono presenti tracce di altre fasi minerali non bene determinabili.

In **fig. 11** è riportato un particolare della sezione sottile del litotipo.

Campione 6 - Fig. 12 – Bauxite compatta caratterizzata da una struttura di tipo “conglomerato”. Gli elementi presenti, diffusi nella massa di fondo colore beige, presentano colorazioni, strutture e dimensioni diverse. Nella stessa roccia la struttura a “conglomerato” sfuma in alcuni punti in una struttura omogenea, friabile, di colore beige chiaro.

Peso specifico 2,0. Porosa, poco resistente alla percussione.

Raccolta in un affioramento a SW di Baška:

Posizione: 14° 45' 18" long. E – 44° 57' 28" lat. N.

L'esame diffrattometrico rivela:

- per la parte omogenea beige chiaro: boehmite e goethite
- per la parte con struttura a “conglomerato”(una media delle polveri omogeneizzate): boehmite e ematite.

Nel diffrattogramma sono presenti tracce di altre fasi minerali non ben determinabili.

Campione 7 - Fig. 13 – Bauxite compatta caratterizzata dalla presenza di strutture simili ad *ovoidi* o *pisoliti*, di colore rosso mattone e grigio, immerse in una pasta di fondo beige chiaro.

Peso specifico 2,1. Poco porosa, resistente alla percussione.

Raccolta in un giacimento a NE di Baška:

Posizione: 14° 45' 40" long. E – 44° 58' 40" lat. N.

Non sono stati rintracciati altri esemplari.

L'esame diffrattometrico rivela:

- per la pasta di fondo beige chiaro: boehmite, goethite, quarzo e diasporo
- per la parte rosso-marrone: boehmite, goethite, quarzo e diasporo
- per le parti grigio-chiaro: boehmite, goethite e diasporo.

Fig. 5 – Bauxite compatta a struttura vermicolare di un giacimento a NW di Stara Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 4 cm.

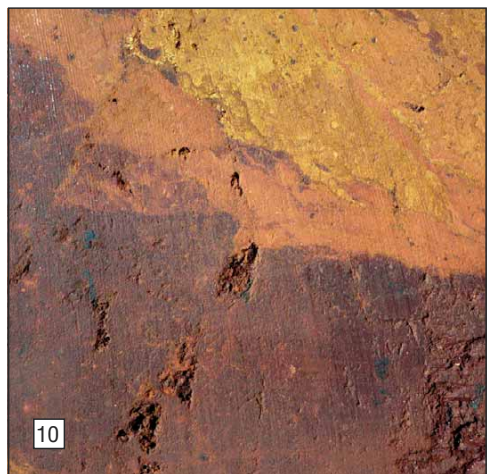
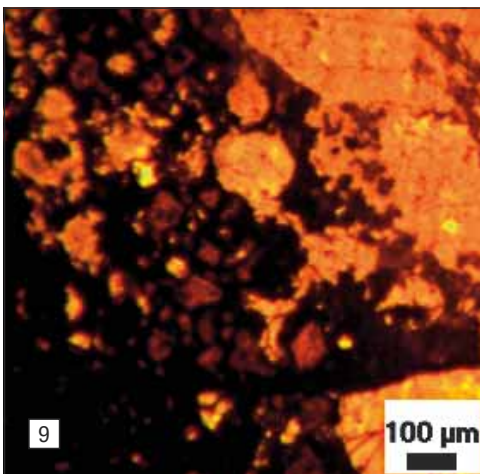
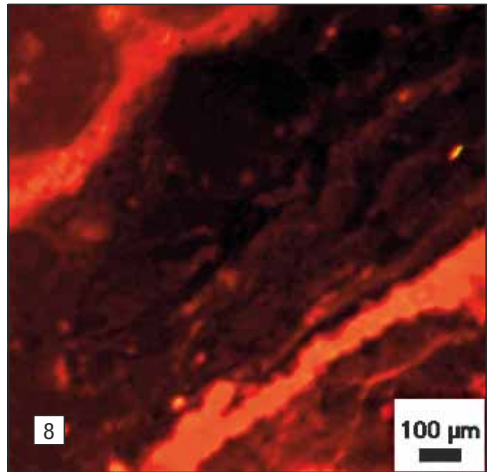
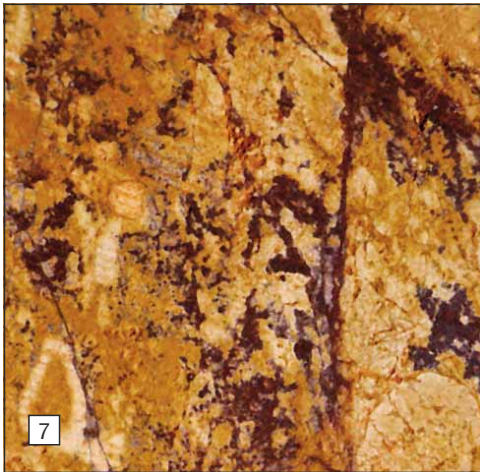
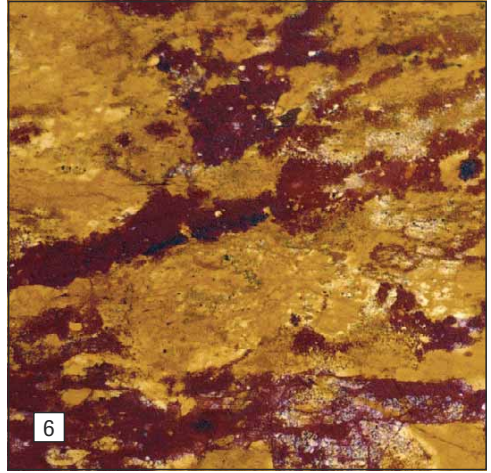
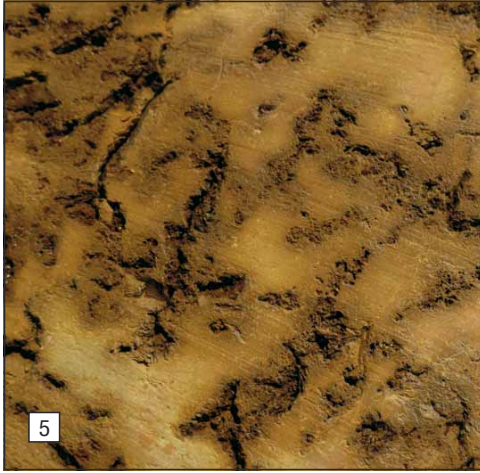
Fig. 6 – Bauxite compatta, a struttura scistosa di un giacimento a NW di Stara Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 3 cm.

Fig. 7 – Bauxite compatta, a struttura scistosa simile al litotipo di fig. 6, di un giacimento presso Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 3,2 cm.

Fig. 8 – Particolare di sezione sottile del litotipo di fig. 6 (foto Rodolfo Riccamboni, Dip. Geoscienze, Trieste).

Fig. 9 – Particolare di sezione sottile del litotipo di fig. 6 (foto Rodolfo Riccamboni, Dip. Geoscienze, Trieste).

Fig. 10 – Bauxite compatta, omogenea di un giacimento a WNW di Stara Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 4,5 cm.



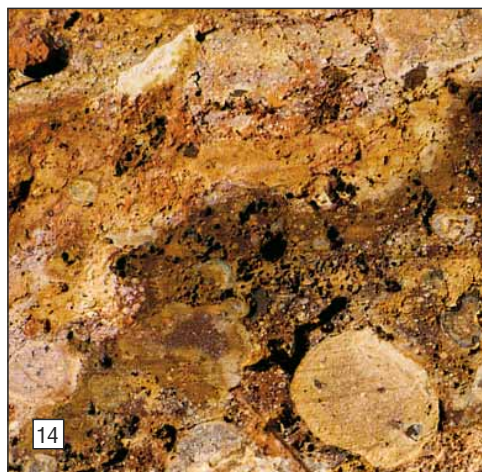
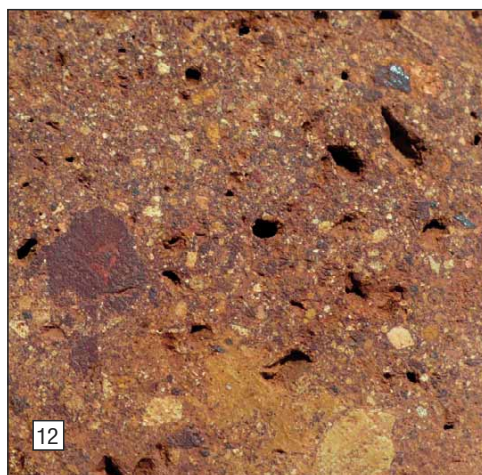
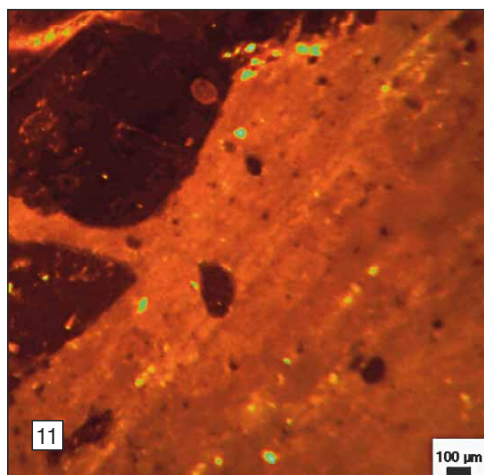


Fig. 11 – Particolare di sezione sottile del litotipo di fig. 10 (foto Rodolfo Riccamboni, Dip. Geoscienze, Trieste).

Fig. 12 – Conglomerato bauxitico raccolto a SW di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 2,7 cm.

Fig. 13 – Bauxite compatta, con struttura ad ovoidi di un giacimento ad E di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 4,9 cm.

Fig. 14 – Bauxite compatta, con struttura ad ovoidi di dimensioni molto variabili di un giacimento ad E di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 2,9 cm.

Campione 8 - Fig. 14 – Bauxite compatta, a struttura parzialmente cariata, caratterizzata dalla presenza di numerosi *ovoidi* o pisoliti di dimensioni molto variabili immersi in una pasta di fondo beige chiaro.

Peso specifico 2,1. Molto porosa, poco resistente alla percussione, in alcuni punti quasi friabile.

Raccolta in un giacimento abbandonato a NE di Baška:

Posizione: 14° 45' 40" long. E – 44° 58' 40" lat. N.

Non sono stati rintracciati altri esemplari simili.

L'esame diffrattometrico rivela:

- per la pasta di fondo beige chiaro: boehmite, goethite, quarzo e diasporo
- per la parte rosso-marrone: boehmite, goethite, quarzo e diasporo
- per le parti grigio-chiaro: boehmite, goethite e diasporo.

Campione 9 - fig. 15 – Bauxite compatta, a struttura parzialmente carciata, caratterizzata dalla presenza di numerosi *ovoidi* immersi in una pasta di fondo beige-scuro tendente al rosso.

Peso specifico 2,2.

Porosa, resistente alla percussione.

Raccolta in un giacimento a NE di Baška:

Posizione: 14° 45' 40" long. E – 44° 58' 40" lat. N

L'esame diffrattometrico delle polveri omogeneizzate rivela boehmite e goethite. Sono presenti tracce di gibbsite.

Campione 10 - Fig. 16 – Bauxite oolitica, molto compatta e molto resistente alla percussione, priva di porosità.

Peso specifico 2,6.

Raccolta in un giacimento a SSW di Baška:

Posizione: 14° 45' 15" long. E – 44° 57' 18" lat. N

Molto rara (unico esemplare rinvenuto).

Si tratta di una roccia con ooliti di dimensioni variabili tra 0,5 mm e 5 mm. L'esame mineralografico al taglio lucido rivela la presenza di numerosi piccoli nuclei oolitici di accrescimento all'interno delle singole ooliti⁽²⁾.

In **fig. 17** è riportato un particolare delle ooliti presenti nel litotipo.

Campione 11 - fig. 18 – Bauxite carciata. Compatta e resistente alla percussione, molto porosa.

Peso specifico 2,1.

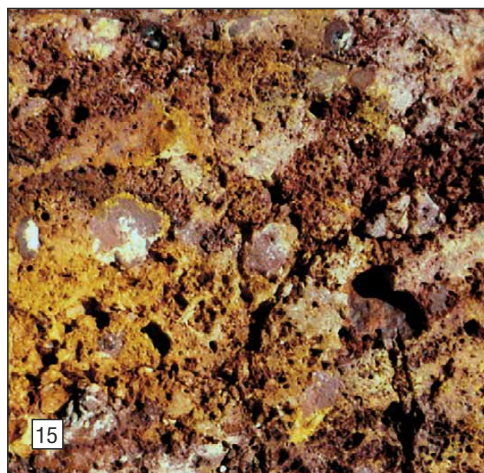
Raccolta in un giacimento a SSW di Baška:

Posizione: 14° 45' 40" long. E – 44° 58' 40" lat. N

Si tratta di una roccia molto carciata con variazioni di composizione che sfumano dal colore marrone al beige chiaro.

⁽²⁾Una bauxite oolitica (con clasti bauxitici e calcarei) è descritta da VENTURINI, SARTORIO, TENTOR e TUNIS, 2008, in: *Depositi bauxitici nel Cenomaniano-Santoniano del M. Sabotino (Gorizia, Italia nord-orientale): nuovi dati stratigrafici e implicazioni paleogeografiche inerenti il settore nord-orientale della piattaforma Friulana*. Boll. Soc. Geol. Ital., 127, 2: 439-452, un estratto del quale è ripetuto in "Paleocarsismo del Monte Sabotino": 2009 - Geositi del Friuli-Venezia Giulia: 308-309. Questi litotipi del Sabotino sono completamente diversi dal litotipo dalmato, come verificato direttamente durante un rilevamento sul posto. Ooliti bauxitiche sono segnalate da SANDRO VENTURINI *et. al.* nell'area del monte San Michele: VENTURINI S., TENTOR M., TUNIS G., 2008 – *Episodi continentali e dulcicoli ed eventi biostratigrafici nella sezione Campaniano-Maastrichtiana di Cotici (M.te San Michele, Gorizia)*. Natura Nascosta, 36: 6-23. Queste ultime ooliti bauxitiche sono simili alle ooliti descritte da ŠINKOVEČ B. *et al.*, 1994 e riguardanti le bauxiti piritizzate di Minjera (centro Istria).

Anna Tentor segnala la presenza di piccole sacche di ooidi bauxitici presso il sentiero Rilke di Trieste: TENTOR A., 2009 – *Le stromatoliti del sentiero Rilke (Duino, Trieste)*. Natura Nascosta, 39: 19-25. In questo caso specifico il litotipo illustrato dalla Tentor è simile alla bauxite pisolitica (oolitica) di Baška (camp. 10, fig. 16).



Campione 12 - Fig. 19 – Bauxite parzialmente cariata. Compatta ma poco resistente alla percussione, molto porosa.

Peso specifico 2,2.

Raccolta in un giacimento a WSW di Baška:
Posizione: 14° 45' 25" long. E – 44° 57' 20" lat. N

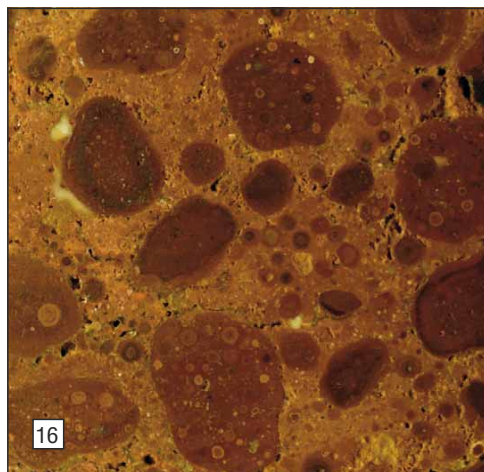
Si tratta di una roccia con variazioni mineralogiche che presentano andamenti scistosi e circonvoluzioni, che sfumano dal colore marrone al beige chiaro e rosa.

Campione 13 - Fig. 20 – Bauxite compatta, resistente alla percussione, abbastanza porosa e relativamente friabile.

Peso specifico 2,3. Raccolta in un giacimento a SSW di Baška:

Posizione: 14° 45' 26" long. E – 44° 57' 18" lat. N

Si tratta di una roccia con variazioni mineralogiche che presentano andamenti scistosi, che sfumano dal colore marrone scuro al beige chiaro. Sono presenti in seno alla massa degli ovoidi con numerosi centri interni di accrescimento.



Campione 14 - Fig. 21 – Bauxite molto compatta, resistente alla percussione, non porosa.

Peso specifico 2,6.

Raccolta in un giacimento a WSW di Baška:
Posizione: 14° 45' 40" long. E – 44° 58' 40" lat. N

Si tratta di una roccia costituita da frammenti allungati di colore marrone scuro immersi in una pasta di fondo beige.

Sono presenti corpuscoli arrotondati di colore rosso violaceo.

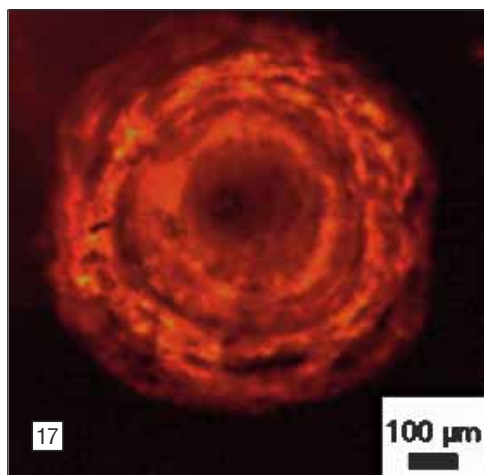


Fig. 15 – Bauxite compatta, cariata, con struttura ad ovoidi di un giacimento ad E di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 3,5 cm.

Fig. 16 – Bauxite oolitica raccolta a SW di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 1,6 cm.

Fig. 17 – Particolare di sezione sottile del litotipo di fig. 16 (foto Rodolfo Riccamboni, Dip. Geoscienze, Trieste).

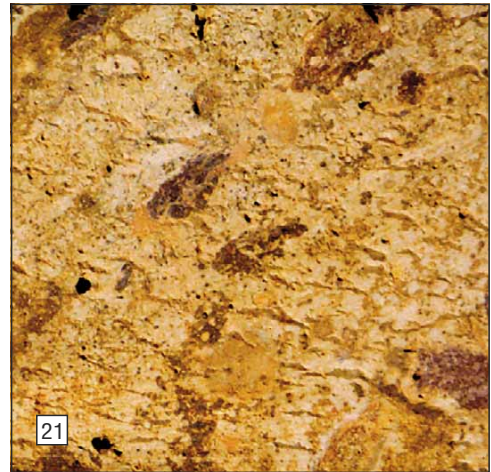
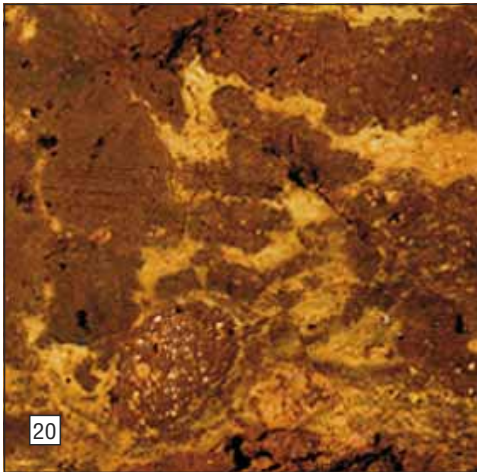
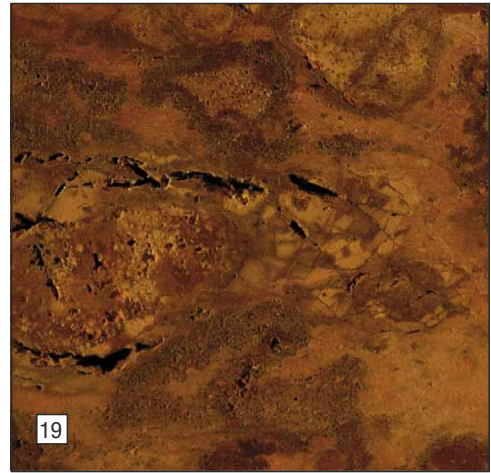
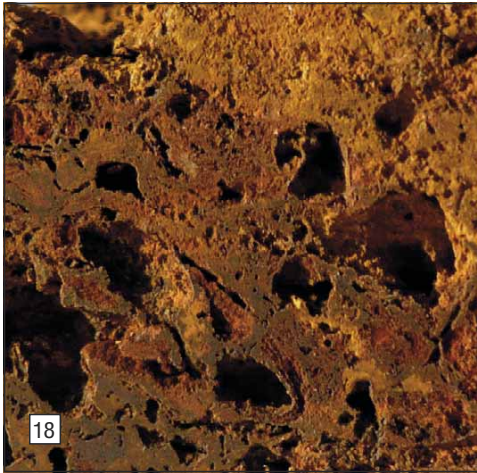


Fig. 18 – Bauxite carciata estratta a SSW di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 2,1 cm.

Fig. 19 – Bauxite parzialmente carciata, con sfumature rosate, estratta a SSW di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 2,4 cm.

Fig. 20 – Bauxite a struttura scistosa, estratta a SSW di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 2,2 cm.

Fig. 21 – Bauxite compatta con numerose strutture ovoidi allungate, estratta a WSW di Baška (foto Enrico Merlak). Base della foto 2,7 cm.

Descrizione di altri litotipi associabili alle bauxiti di Baška e Stara Baška

Nel corso della ricerca sono stati rinvenuti particolari litotipi e breccie calcaree che presentano caratteristiche petrografiche e strutturali tali da non essere classificabili come bauxiti.

L'esame di tali campioni consente interessanti valutazioni sui rapporti tra i calcari incassanti, le deformazioni tettoniche e l'intrusione di materiale bauxitico nei sistemi di fratturazione delle rocce incassanti e negli stessi calcari.

Per tale motivo sono litotipi considerabili indirettamente associati al fenomeno delle bauxiti e sono inseriti nell'elenco che segue:

Campione 15 - Fig. 22 – Breccia calcarea interessata da un cemento bauxitico rosso marrone. A E di Baška sopra Bunkuluca.

Posizione: 14° 45' 41" long. E – 44° 56' 59" lat. N

Campione 16 - Fig. 23 – Calcere parzialmente brecciato, interessato da frequenti strutture stilolitiche e piccole cavità riempite da materiale argilloso-bauxitico. Il materiale di riempimento è sempre compatto, poco poroso. A S di Baška a metà strada dalla Punta Škuljica.

Posizione: 14° 45' 41" long. E – 44° 56' 59" lat. N

Campione 17 - Fig. 24 – Calcere a foraminiferi, brecciato, simile al **campione 16**, interessato da fessurazioni intensamente mineralizzate con cristallizzazioni di colore giallo intenso.

A E di Baška, sopra Bunkuluca.

Posizione: 14° 47' 22" long. E – 44° 58' 12" lat. N

Campione 18 - Fig. 25 – Roccia argillosa compatta, molto porosa, poco resistente alla percussione, in alcuni punti friabile. A SW di Baška.

Posizione: 14° 44' 37" long. E – 44° 57' 45" lat. N

La reazione all'acido cloridrico rivela un contenuto in carbonato di calcio. La tessitura è estremamente plastica con lineazioni di tipo sia stilolitico che scistoso in tutte le direzioni. Sono diffuse le differenziazioni minerali con colorazioni dal beige al nero in forma dendritica. La struttura fa supporre un abbondante contenuto di sostanze allo stato colloidale.

Campione 19 - Fig. 26 – Roccia argillosa compatta, nera (all'incisione il colore si rivela marrone scuro), molto porosa, poco resistente alla percussione, friabile; superficialmente ha l'aspetto di una breccia. Reagisce all'acido cloridrico.

Il materiale legante è compatto, di colore grigio chiaro. Si tratta di un affioramento di alcuni metri in corrispondenza di una grossa dislocazione tettonica sul bordo dell'altipiano ad W di Baška.

Posizione: 14° 44' 37" long. E – 44° 57' 45" lat. N

Campione 20 - Fig. 27 – Affioramento di calcare a Rudiste interessato da una intensa microfratturazione dalla quale emergono in superficie estrusioni di materiale rosso scuro-marrone composto essenzialmente da goethite. Nell'intera area si individuano al momento solamente due piccoli, limitati affioramenti di questo tipo e simili tra loro:

– presso la località di Baška

– a est di Baška

Entrambi gli affioramenti sono ubicati in prossimità di un sistema di faglie.

Posizione del campione della foto: 14° 48' 00" long. E – 44° 57' 50" lat. N

Fig. 22 – Breccia calcarea con cemento bauxitico (*foto Enrico Merlak*). Base della foto 3,8 cm.

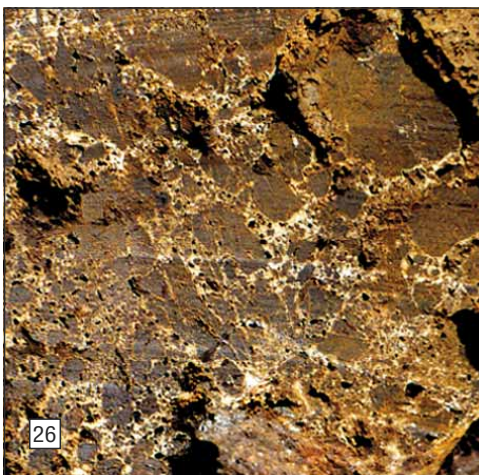
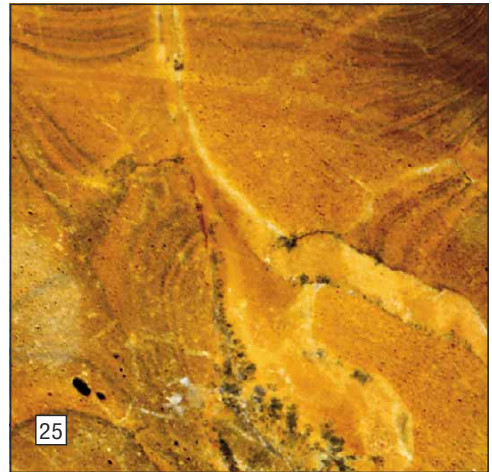
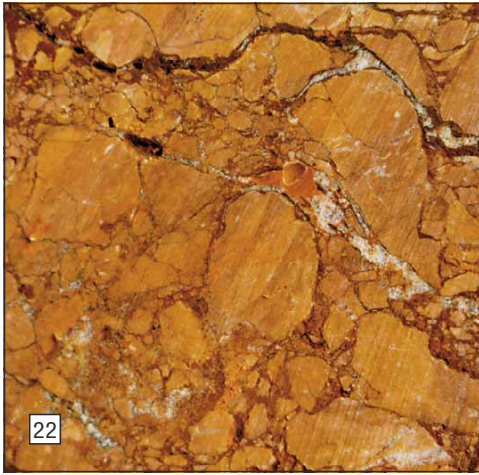
Fig. 23 – Calcere brecciato con strutture stilolitiche e cavità con riempimento bauxitico (*foto Enrico Merlak*). Base della foto 2,2 cm.

Fig. 24 – Calcere a Rudiste con mineralizzazioni di colore giallo intenso, molto raro (*foto Enrico Merlak*). Base della foto 2,7 cm.

Fig. 25 – Roccia argillosa compatta, con strutture scistose. Sono visibili anche strutture stilolitiche e dendriti, esemplare rarissimo (*foto Enrico Merlak*). Base della foto 4,3 cm.

Fig. 26 – Roccia argillosa compatta nera intensamente fratturata (*foto Enrico Merlak*). Base della foto 4,5 cm.

Fig. 27 – Estrusioni di minerale di ferro (goethite) e fillosilicati in microfessure di calcare a Rudiste (*foto Laila Merlak*). Base della foto 3,3 cm. Queste estrusioni sono state osservate solamente in due punti limitatissimi nella parte settentrionale del golfo di Baška, in corrispondenza di una zona di dislocazione tettonica.



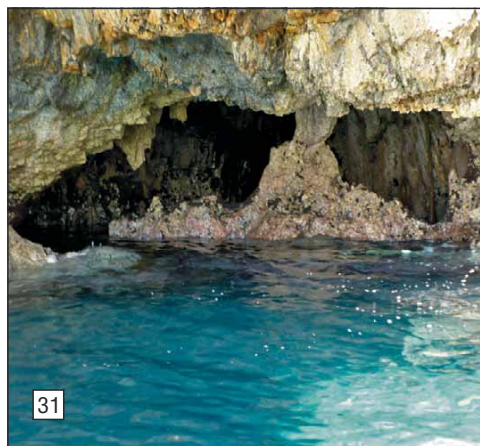
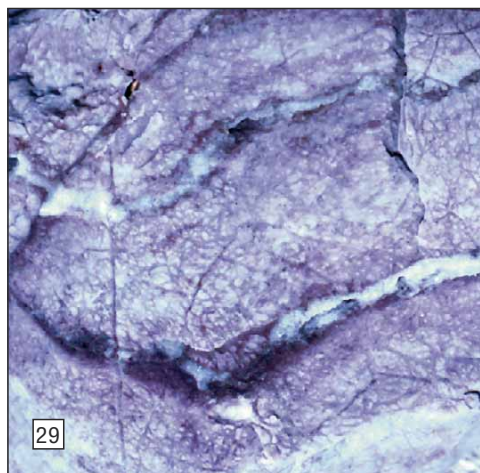
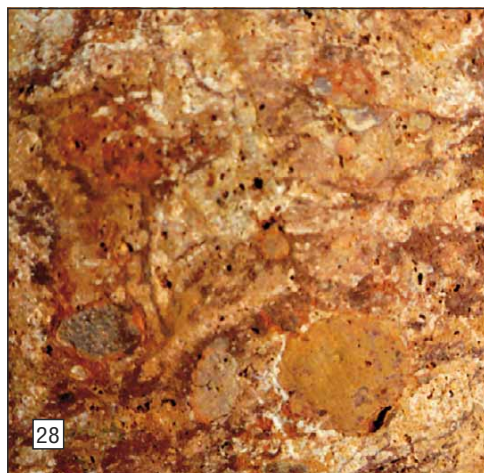


Fig. 28 – Breccia calcarea con cemento bauxitico interessata da numerose strutture ovoidi (foto Enrico Merlak). Base della foto 7,0 cm.

Fig. 29 – Calcarea intensamente mineralizzata con strutture di tipo scistoso di colore violaceo intercalate da lineazioni scistose di cristallizzazioni (foto Laila Merlak). Base della foto 10,0 cm.

Fig. 30 – Salita verso il monte Hlam, alla ricerca di affioramenti (foto Laila Merlak). L'assenza di piste e sentieri rendono il percorso estremamente impegnativo.

Fig. 31 – Relitto di cavità semi-sommersa presso la Punta Škuljica (foto Laila Merlak). È raggiungibile solo in natante con mare calmo.

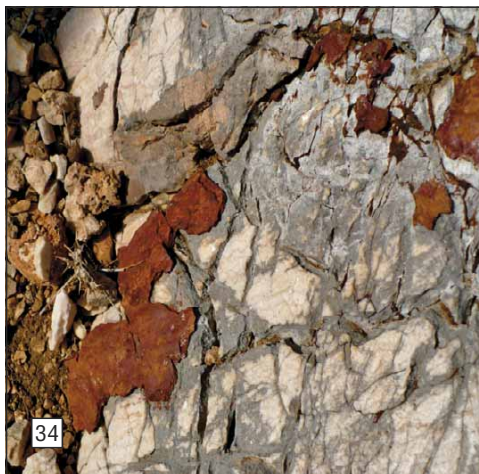
Campione 21 - Fig. 28 – Breccia calcarea interessata da un cemento bauxitico rosso marrone. Si differenzia dal **Campione 15** per la presenza diffusa di strutture di tipo pisolitico di notevoli dimensioni (anche superiori ai 2 cm). A E di Baška, sopra Bunkuluca.

Posizione: 14° 47' 22" long. E – 44° 58' 12" lat. N

Campione 22 - Fig. 29 – Calcarea a Rudiste interessato da diffuse strutture scistose rosso-vio-
lacee intercalate da lineazioni cristallizzate, anche queste ad andamento scistoso.

A S di Baška a metà strada dalla Punta Škuljica.

Posizione: 14° 45' 41" long. E – 44° 56' 59" lat. N



Nelle **figure da 35 a 50** sono riportati i traccati RX - diffrattometrici relativi ad alcuni dei più significativi litotipi sopra descritti. Di alcuni litotipi sono state eseguite più diffrattometrie di parti differenziate tra loro.

Fig. 32 – Tratto di costa nel settore meridionale del Golfo di Baška. I primi strati della formazione del flysch tendono a rovesciarsi nel golfo. La copertura, tratto superiore discordante, è costituita da depositi alluvionali cementati provenienti da un paleofiume di cui rimane oggi la testimonianza del bacino di Draga Bašćanska (foto Laila Merlak).

Fig. 33 – Un ingresso della grotta Škuljica presso l'omonima punta, raggiungibile esclusivamente in natante, con mare calmo (foto Laila Merlak).

Fig. 34 – Masse di ossidi di ferro (goethite) estrusi dalle fessurazioni dei calcari, nella parte terminale della successione carbonatica in corrispondenza di una grossa faglia nella parte meridionale del golfo di Baška a circa 200 metri di quota (foto Laila Merlak).

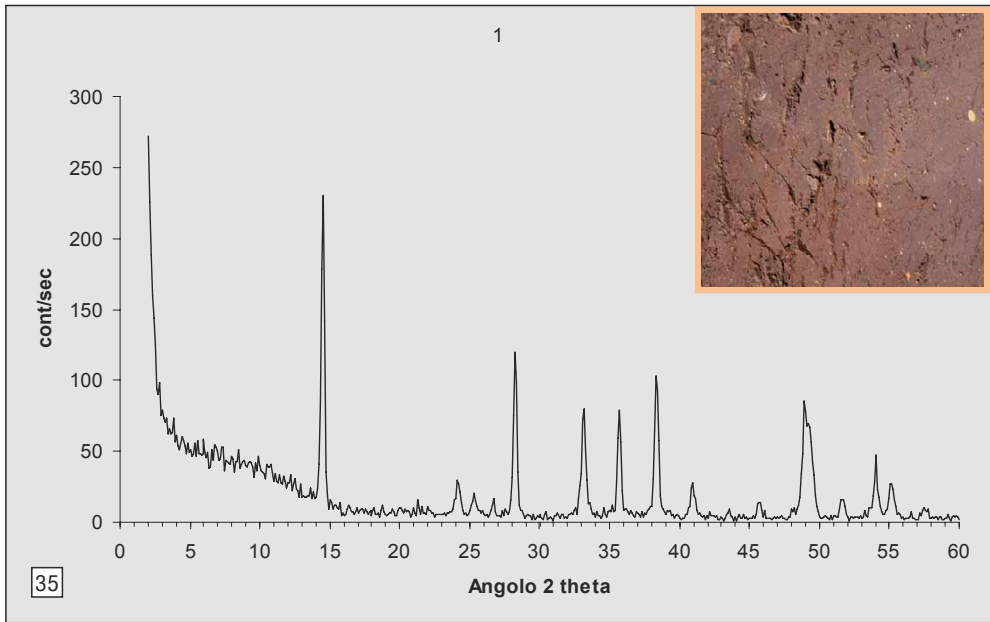


Fig. 35 – Difrattogramma: bauxite camp. 1 fig. 4.

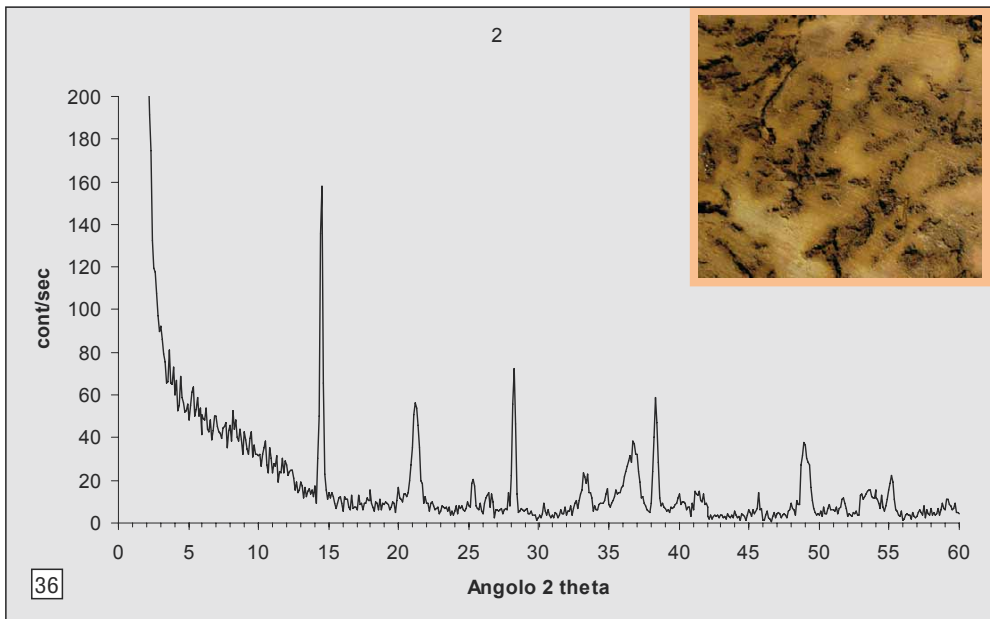


Fig. 36 – Difrattogramma: bauxite camp. 2 fig. 5.

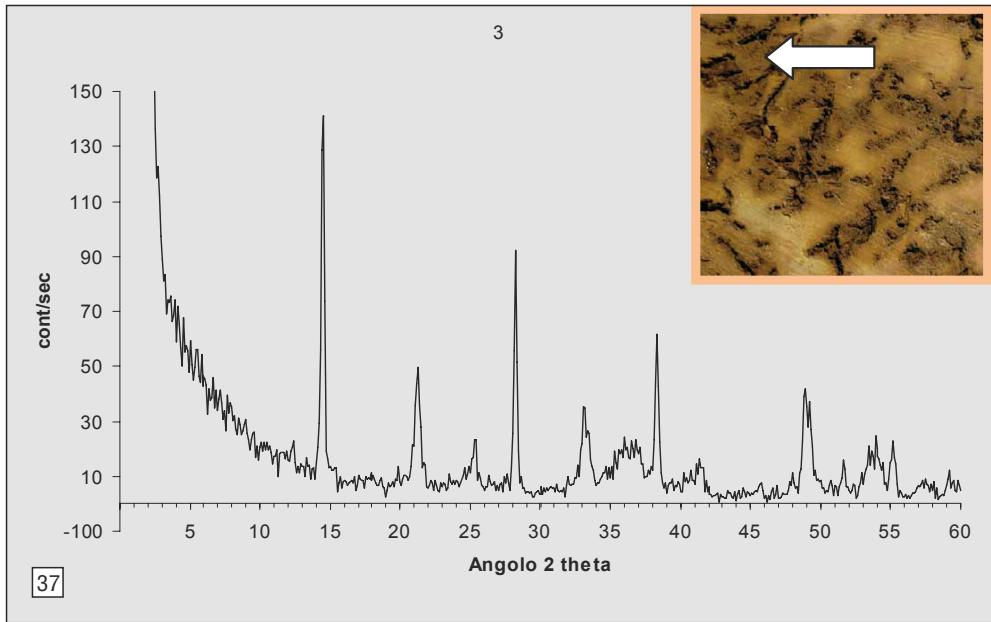


Fig. 37 – Difrattogramma: bauxite camp. 2 fig. 5 (particolare di concentrazione rossa).

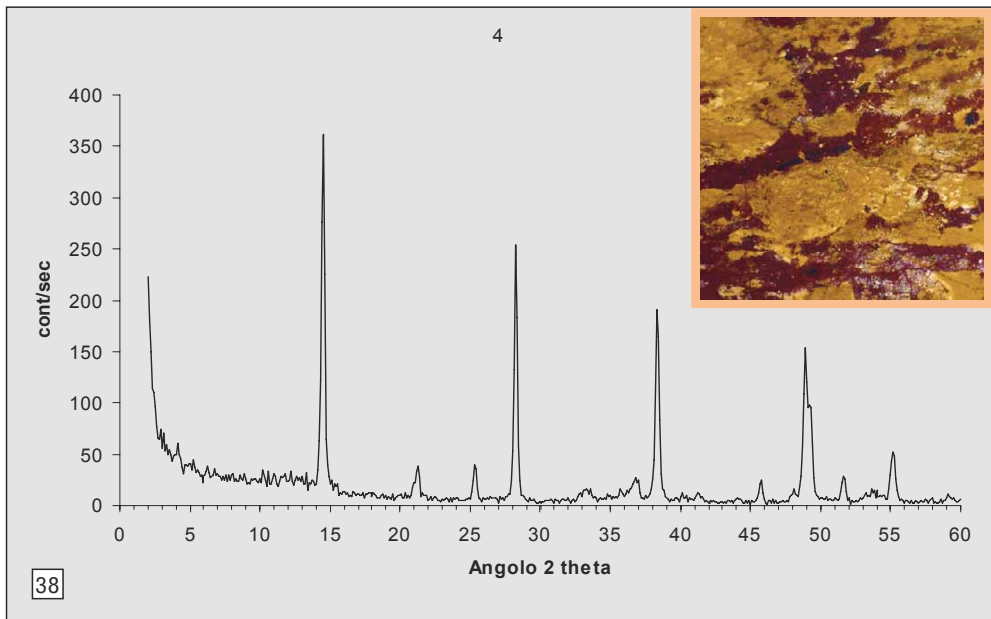


Fig. 38 – Difrattogramma: bauxite camp. 3 fig. 6.

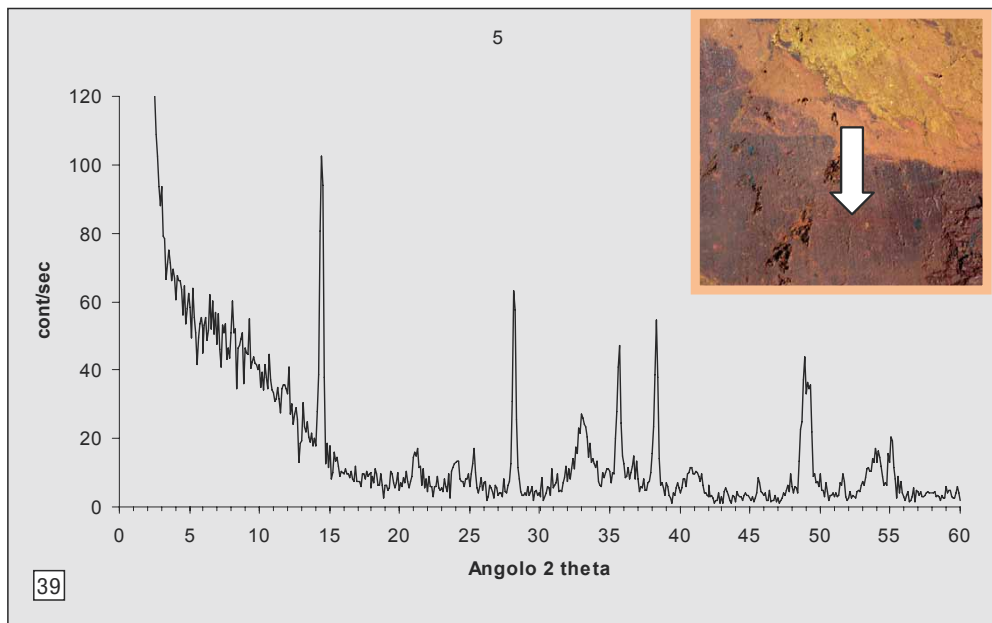


Fig. 39 – Difrattogramma: bauxite camp. 5 fig. 11 parte rosso scura.

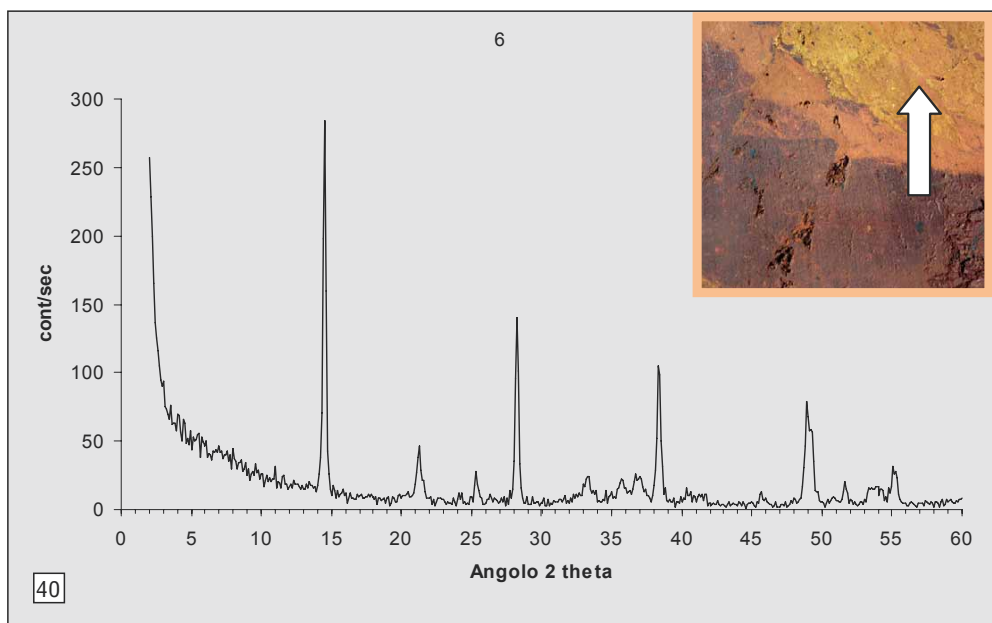


Fig. 40 – Difrattogramma: bauxite camp. 5 fig. 11 parte beige.

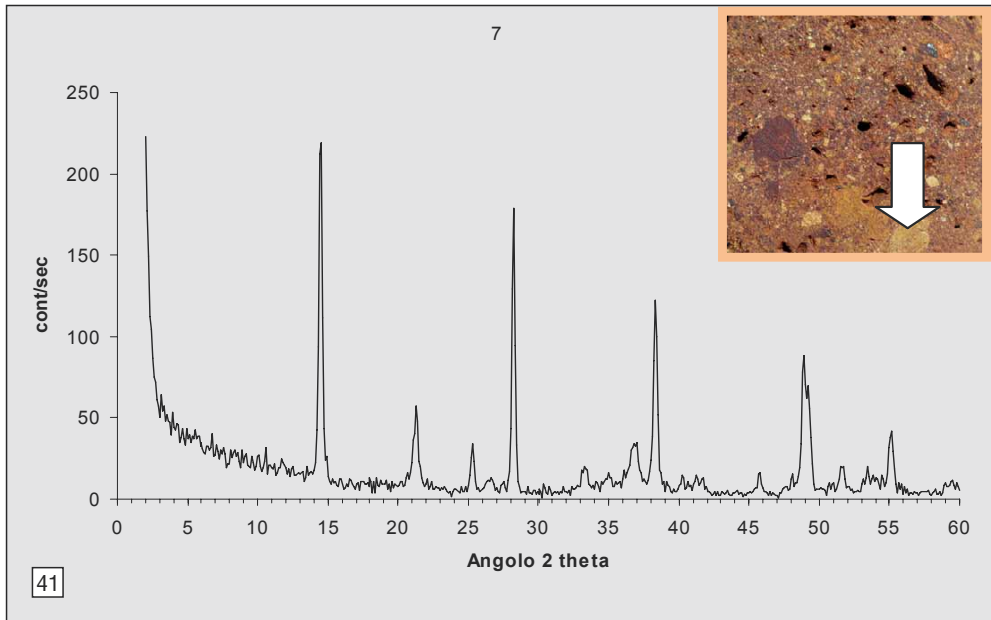


Fig. 41 – Difrattogramma: conglomerato bauxitico camp. 6 fig. 12. Parte gialla.

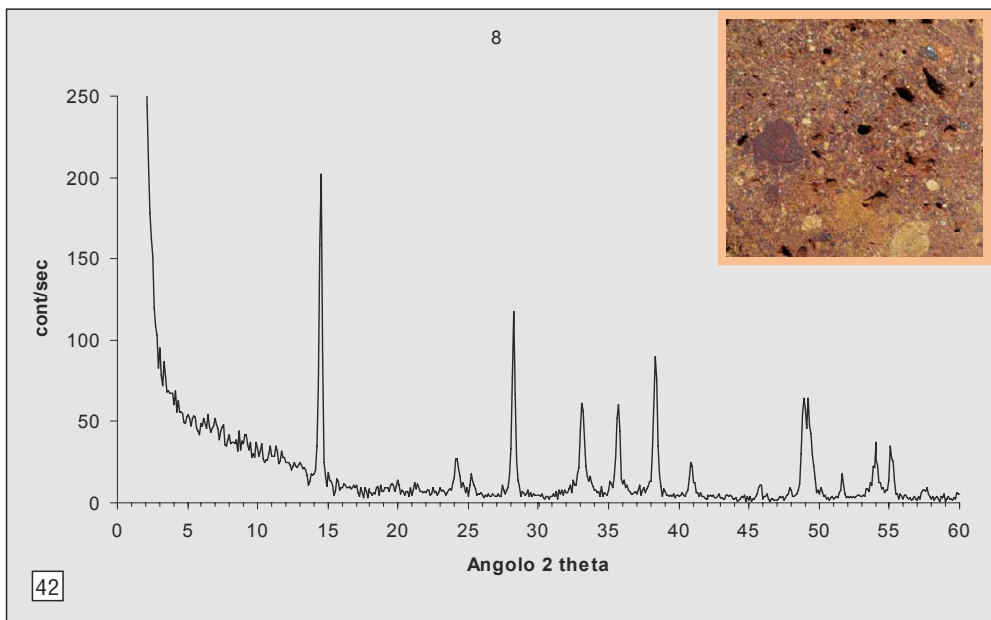


Fig. 42 – Difrattogramma: conglomerato bauxitico camp. 6 fig. 12. Media delle polveri omogeneizzate.

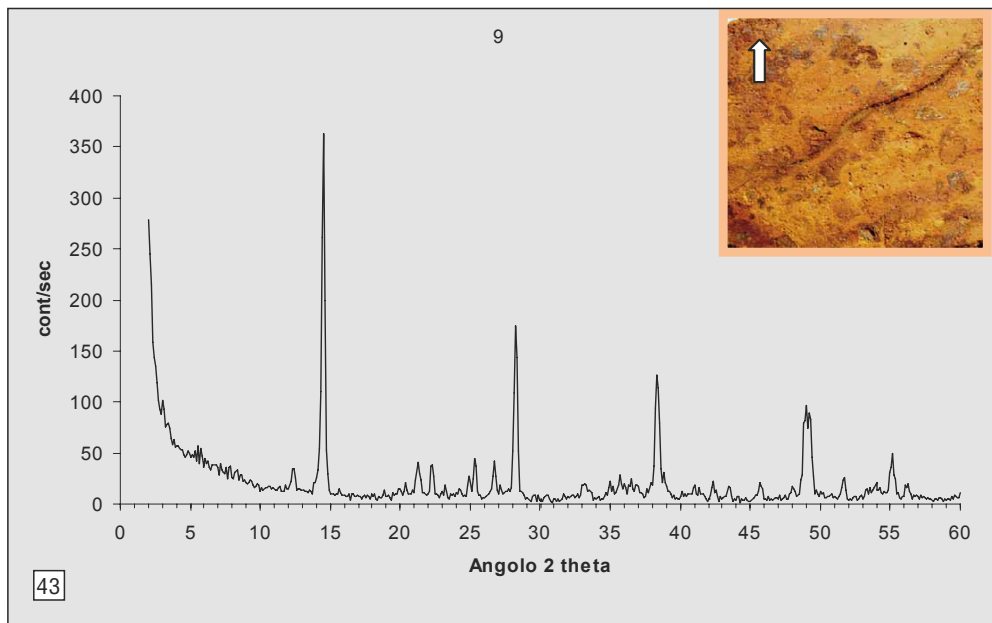


Fig. 43 – Difrattogramma: bauxite camp. 7 fig. 13. Particolare degli ovoidi rossi.

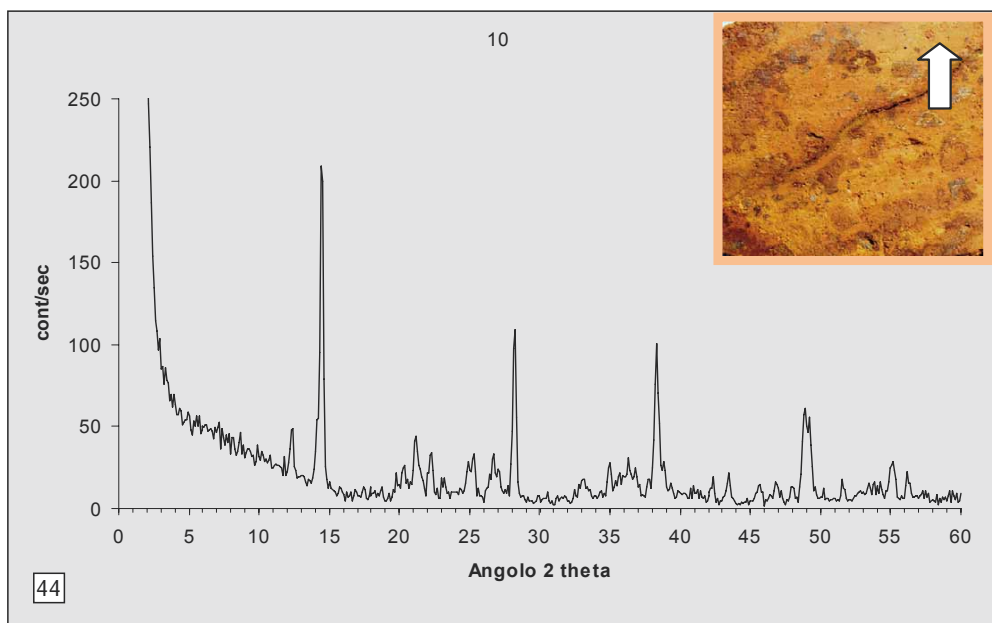


Fig. 44 – Difrattogramma: bauxite camp. 7 fig. 13. Particolare degli ovoidi grigi.

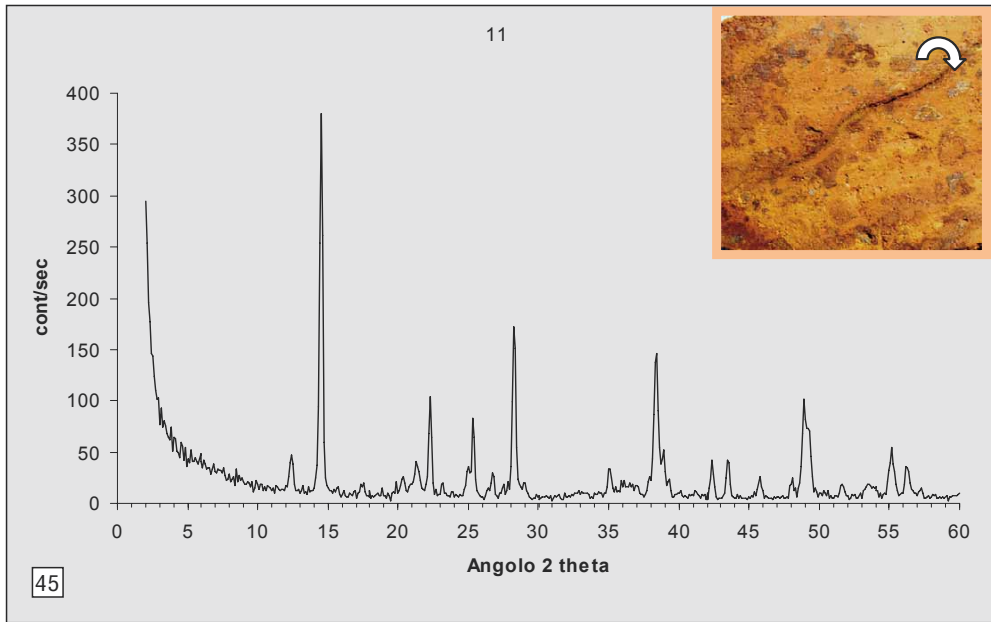


Fig. 45 – Difrattogramma: bauxite camp. 7 fig. 13. Particolare della pasta di fondo beige.

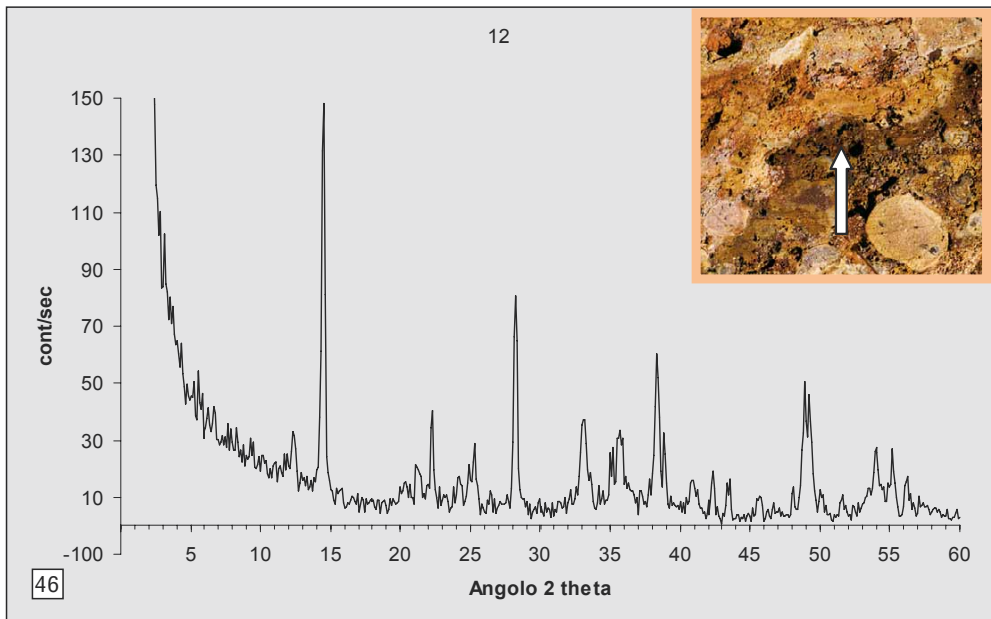


Fig. 46 – Difrattogramma: bauxite camp. 8 fig. 14. Particolare degli ovoidi rosso marrone.

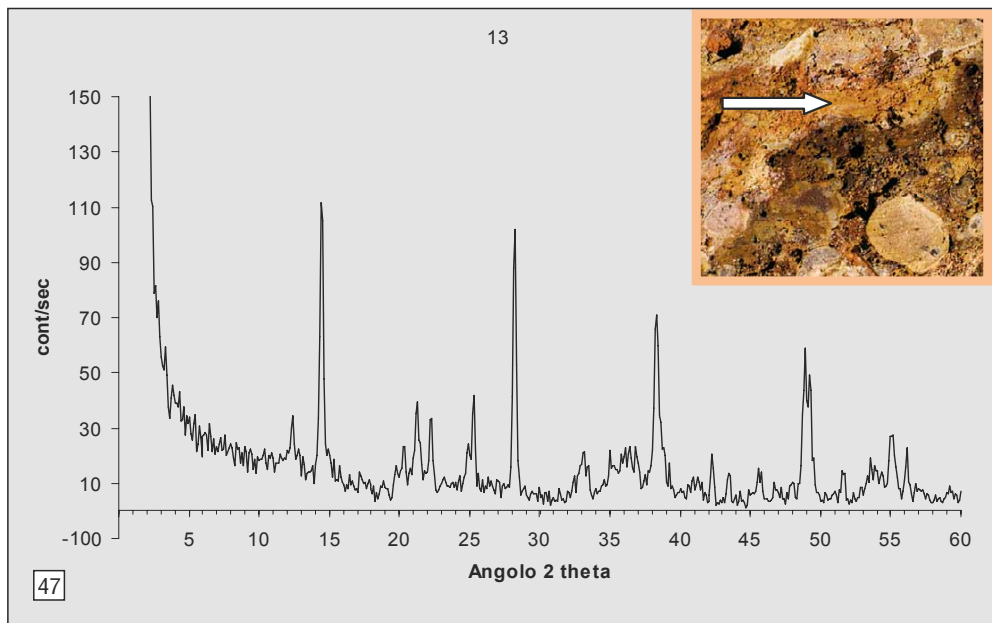


Fig. 47 – Difrattogramma: bauxite camp. 8 fig. 14. Particolare della pasta di fondo beige.

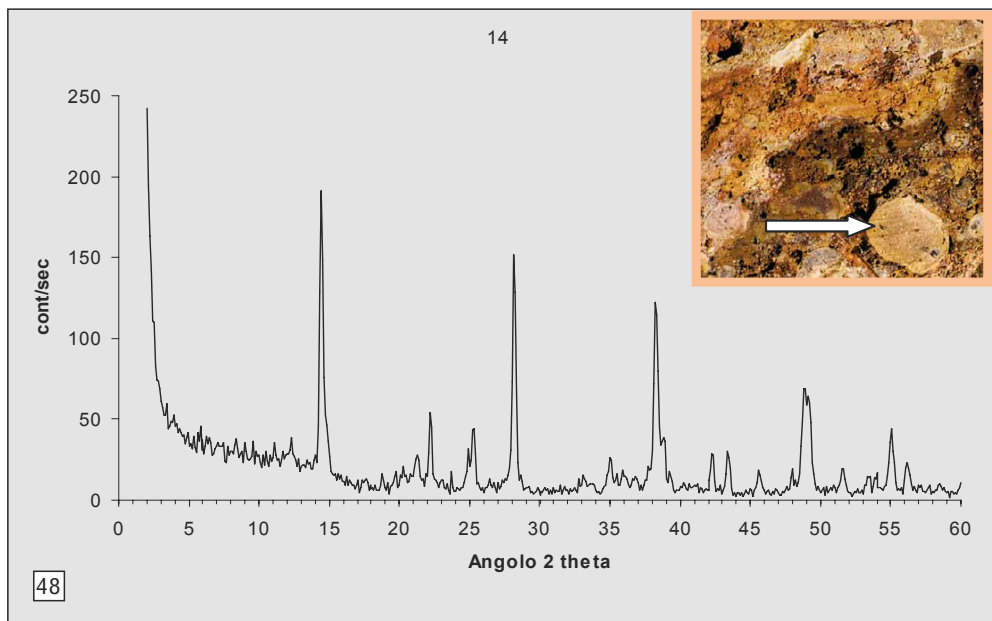


Fig. 48 – Difrattogramma: bauxite camp. 8 fig. 14. Particolare degli ovoidi grigio chiaro-beige.

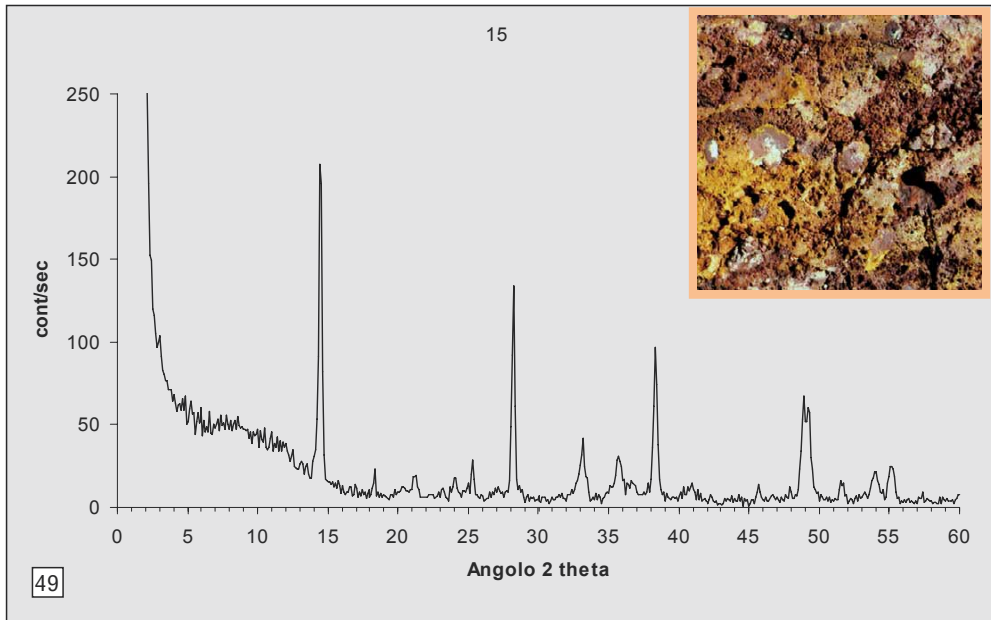


Fig. 49 – Difrattogramma: bauxite camp. 9 fig. 15. Media delle polveri omogeneizzate.

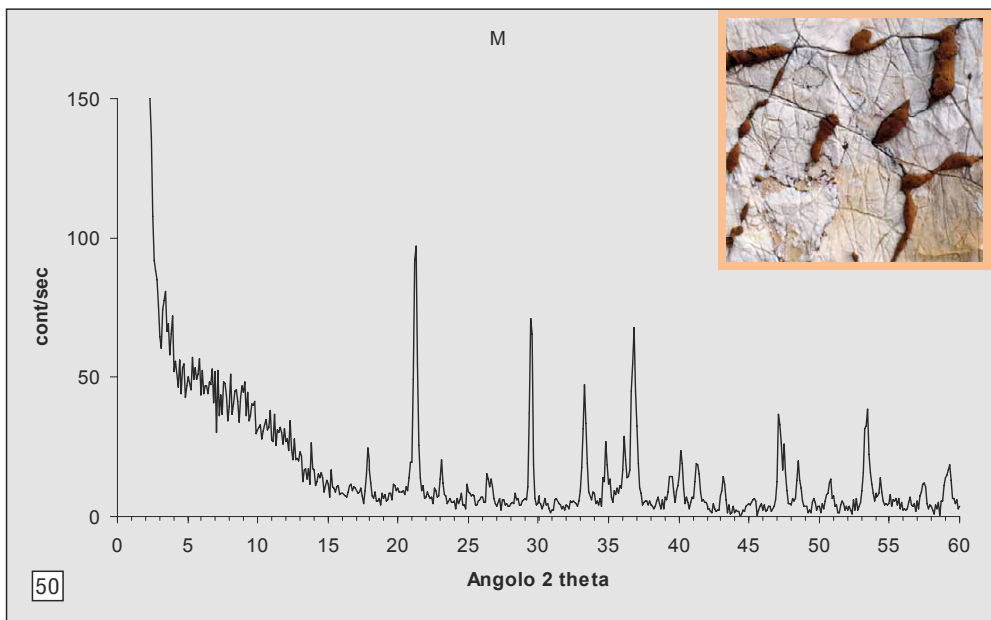


Fig. 50 – Difrattogramma: bauxite camp. 20 fig. 28. Estrusioni di goethite da microfessurazioni in affioramenti di calcari a Rudiste.

Discussione

Dai punti di vista termodinamico e geochimico il problema della formazione delle bauxiti risiede essenzialmente nelle relazioni che intercorrono negli equilibri tra fillosilicati ed idrossidi di alluminio e ferro (GARRELS M. R., CHRIST C. L., 1965 – *Solutions, Minerals and Equilibria*. Harper and Row, pp. 450 : 352-362).

Per quanto riguarda i terreni carsici (*calcari e dolomie*) della Venezia Giulia, Istria e Dalmazia centro-settentrionale ed aree balcaniche della ex Jugoslavia, le prime ricerche moderne del Novecento sull'argomento possono essere ricondotte a Tućan e a Kišpatić, primi a fornire dati analitici sul problema delle bauxiti e delle terre rosse.

Nella letteratura scientifica gli specialisti che hanno operato successivamente e fino ad oggi, si sono concentrati soprattutto sulla “*Terra rossa*”, la cui genesi viene imputata o al rimaneggiamento del suolo residuo di dissoluzione *in situ* dei calcari, oppure all'alterazione di sedimenti allumosilicatici di origini diverse (BARDOSSY, 1982). È stata quindi suggerita per bauxiti e terra rossa un'origine poligenica più complessa, evidenziando similitudini mineralogiche con i materiali delle sequenze torbiditiche del flysch. Al momento un convincente “*modello pedagogico*” per giustificare i giacimenti di rocce bauxitiche compatte nei calcari dei territori citati non esiste, così come non esistono dei precisi criteri diagnostici.

Una delle fonti a cui fare riferimento per i differenti campi di ricerca sulle bauxiti è sicuramente l'ICSOBA.⁽³⁾ Nel caso in esame la documentazione specifica sull'area meridionale di Krk è scarsa, mentre è disponibile una ricca bibliografia sulla tematica generale e specifica della bauxiti e delle terre rosse di Istria, Dalmazia e Balcani, bibliografia che segue al testo.

L'analisi del fenomeno, qui prospettato dagli autori attraverso lo studio e la presentazione di alcuni litotipi rinvenuti, è oggetto di discussione, soprattutto per quanto riguarda il quadro genetico ed evolutivo dei giacimenti e degli affioramenti nel contesto della successione carbonatica. Infatti l'isola di Krk, come tutte le isole della Dalmazia settentrionale, è un esempio di terreno carsico non isolato che è stato interessato da processi carsici, da intensa attività tettonica e da apporti di materiali esterni, già dal tardo terziario.

L'origine di queste bauxiti estremamente eterogenee rimane enigmatica. Comunque l'intento principale del lavoro è stato quello di mettere a disposizione dati e descrizioni che possano indirizzare gli studiosi ad una migliore interpretazione. Resta il fatto che questa particolare area dell'isola di Krk può essere considerata un geosito di rilevanza regionale.

Ringraziamenti

Si ringrazia il personale del Dipartimento di Geoscienze e in particolare:

Lorenzo Furlan per la preparazione delle sezioni sottili

Romana Melis per la disponibilità e messa a punto del microscopio

Rodolfo Riccamboni per le foto delle sezioni sottili

Franco Cucchi e *Francesco Princivale* per l'interessamento alla ricerca.

Un grazie a *Laila Merlak* per la costanza nella ricerca sul difficile terreno.

⁽³⁾ L'ICSOBA (*International Committee for Study of Bauxite, Alumina & Aluminium*) fu formato nel 1963 a Zagabria (Jugoslavia), con il preciso intento di costruire le basi per lo studio e lo sfruttamento razionale delle bauxiti (*unico minerale utile fonte dell'alluminio*). Nel corso dei successivi 47 anni la struttura è diventata un organismo di rilevanza mondiale ed è un punto di riferimento soprattutto per la bibliografia.

BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

- ABRAMOVIĆ V., 1982 – *Glavni rudarski project otvaranja i eksploatacije ležišta boksita Rovinj. Fond. NGRF, Zagreb.*
- ARSIÈ B., 1973 – *Rezultati istraživanja boksita Grebnika. II Jugosl. Simposjum o istraživanju boksita. Tuzla A-IX.*
- BARDOSSY G., 1982 – *Karst bauxites. Bauxite deposits on carbonate rocks.* Elsevier Sci. Publ. Co. Amsterdam-Oxford-New York and Akadémiai Kiadó, Budapest, pp 441.
- BARDOSSY G, BONI M., DALL'AGLIO M., D'ARGENIO B., PANTO G., 1977 – *Bauxites of peninsular Italy; composition, origin and geotectonics significance.* Monograph Series of Mineral Deposits, 15, p. 61.
- BARDOSSY G., JONAS K., IMRE A., SOLYMAR K. – *Interrelations of bauxite texture, micromorphology, mineral individualism, and heteromorphism.* Economic Geology, 4: 573-581.
- BARDOSSY G, WHITE J. L., 1979 – *Carbonate inhibits the Crystallization of Aluminium Hydroxide in Bauxite.* Science, 26, 203 (4378): 355-356.
- BAUXITSYMPIOSIUM, 1963 – *Symposium sur le Bauxites, Oxydes et Hydroxides d'Aluminium,* 1-3. Bauxitsymposium, Zagreb, 553 pp.
- BENAC Č. & DURN G., 1997 – *Terra rossa in the Kvarner area. Geomorphological conditions of formation.* Acta geographica croatica, 32: 7-1.
- BUCHINSKY G. J., 1963 – *Type of Karst Bauxites deposits and their genesis. Symp. ICOBA.* Zagreb, 1: 93-105.
- ČIRIĆ M. & ALEKSANDROVIĆ D., 1959 – *A view on the genesis of terra rossa.* Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta, Beograd, 7: 1-12
- COMIN CHIARAMONTI P., PIRINI RADDRIZZANI C., STOLFA D. & ZUCCHI STOLFA M. L., 1982 – *Contributo alla conoscenza di alcuni termini carbonatici del Carso triestino (Monte Lanaro – CEDAS).* Gortania, 4: 5-30.
- CRNJAKOVIĆ M., 1994 – *The detrital Versus Authigenic Origin and Provenance of Mineral Particles in Mesozoic Carbonates of Central Croatian Karst Area.* Geol. Croat., 47, 2: 167-179.
- CRNKOVIĆ B., 1967 – *Quarzsedimenten in Istrien. Produkte der Kieselsäurefällung.* Ber. Deutsch. Ges. Wiss. B. Miner.Lagerst., 12, 2: 181-186.
- DANGIĆ A., 1985 – *Kaolinization of bauxite: a study in the Vlasenica bauxite area, Yugoslavia. I. Alteration of matrix.* Clay and Clay Minerals, 33, 6: 517-524.
- DURN G., 2003 – *Terra rossa in the Mediterranean Region: Parent materials, composition and origin.* Geologia Croatica, 56 (1): 83-100.
- DURN G. & ALJINOVIĆ D., 1995 – *Teška mineralna frakcija u terra rossama istarskog polnotoka, Hrvatska.* Abstracts First Croatian Geological Congress, Zagreb, p. 31.
- DURN G., OTTNER F. & SLOVENEC D., 1999 – *Mineralogicals and geochemical indicators of the poly-genetic nature of terra rossa in Istria, Croatia.* Geoderma, 91: 125-150.
- DURN G., SLOVENEC D. & ČOVIČ M., 2001 – *Distribution of iron and manganese in terra rossa and its genetic implications.* Geologia Croatica, 54 (1): 27-36.
- FILIPOVSKI GJ & ČIRIĆ M., 1963 – *Zemljište Jugoslavije.* Yugoslav. Soc. Soil. Sci., 9: 1-500.
- GABRIĆ A. & PROHIC E. 1995 – *Povišeni sadržaj radioaktivnosti u nekim ležištima boksita i ugljena u Istri.* Hrvatski Geološki Kongres, First Croatian Geological Congress, 1: 173-175.

- GABRIĆ A., GALOVIĆ I., SAKAČ K. & HVALA M., 1995 – *Mineral deposits of Istria – Some deposits of Bauxite, Building Stones and Quartz “Sand”*. Hrvatski Geološki Kongres, First Croatian Geological Congress, Excursion Guide Book, 1: 111-137.
- GLADKOVSKY A. K. & USHATINSKI J. N., 1963 – *Genesis and alteration of aluminous minerals and rock in bauxite*. Symp. Bauxites, Zagreb: 238-256.
- GRUBIC A., 1964 – *Les bauxites de la province dinarique*. Bull. Soc. Geol. France, 7(6): 382-388.
- HABERFELLNER E., 1951 – *Zur Genesis der Bauxite in den Alpen und Dinariden*. Berg Hüttenmänn, Monatsh., 96: 62-69.
- KARSULIN M., 1964 – *Das Mineral $2 Al_2(OH)_6 \times H_2O$ “Tučanit”*. Symp. Bauxite Zagreb, 2: 37-46.
- KIŠPATIĆ M., 1912 – *Bauxite der kroatischen Karstes und ihre Entstehung*. Neues Jahrb. Mineral. Geol. Paleont., 34: 513-552).
- LENAZ D., 1999 - $^{87}Sr/^{86}Sr$ – *Isotopic characterisation of dolina soils and flysch rocks from Trieste Area (NE Italy)*. Annales - ser. /hist. nat., 9 (2): 239-242.
- LENAZ D., DE MIN A., LONGO SALVADOR G., PRINCIVALLE F., 1996 – *Caratterizzazione mineralogica della terra rossa di dolina del Carso triestino*. Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze, 77: 59-67.
- MAGDALENIĆ Z., 1972 – *Sedimentologija fliških naslaga srednje Istre*. Acta Geol. YAZU, 7/2 (Prir. Istr. 39): 71-99.
- MAKSIMOVIĆ Z., 1978 – *Genesis of some Mediterranean karstic bauxite deposits*. Travaux ICSOBA, 13: 1-14.
- MAKSIMOVIĆ Z., PANTÒ GY., 1985 – *Neodymian goyazite in the bauxite deposit of Vlasenica, Yugoslavia*. Mineralogy and Petrology, 34, 2: 159-165.
- MAKSIMOVIĆ Z., 1991 – *Contribution to the geochemistry of the rare earth elements in the karst bauxites deposits of Yugoslavia and Greece*. Geoderma 51, 1-4: 93-109.
- MAKSIMOVIĆ Z., 2004 – *Rare earth elements and nickel in the Grebnik diasporic bauxite deposit, Metohija (Kosovo)*. Acta Geologica Hungarica, 47, 2-3: 259-268.
- MAKSIMOVIĆ Z., SČAVNIČAR B., DANGIĆ A., 1983 – *Sedimentological and geochemical aspects of the origins of karstic bauxites from Vlasenica area (Yugoslavia)*: in Abstract IV Int. Sedimentologist Regional Meeting, Split, Yugoslavia: 101-102.
- MARIĆ L., 1965 – *Terra rossa dans le karst de Yougoslavie*. Prirodosl. Istraž., 34, (Acta Geol., 4): 19-54.
- MARIĆ L., 1967 – *Karstifikacija i geokemijska migracija nekih makroelementata i mikroelementata u iz Dinaridima (Jugoslavija)*. Zempl. Biljka, 16: 539-547.
- MARUŠIĆ R., SAKAČ K. & VUJEC S., 1993 – *Four century of bauxite mining*. Rudarsko-Geološko-nafti Zbornik, 5: 15-20.
- MARUŠIĆ R., SAKAČ K. & VUJEC S., 1995 – *The World's oldest bauxite mining*. Travaux ICSOBA, 22: 81-98.
- PETRASCHECK W. E., 2004 – *The genesis of allochthonous karst – type bauxite deposit of Southern Europe*. Mineralium deposita, 24, 2: 77-81.
- PROHIĆ E., HAUSBERGER G., DAVIS J.C., 1997 – *Geochemical patterns in soils of the Karst region, Croatia*. Journal of Geochemical exploration 60: 139-155.
- RANKOVIĆ M., 1973 – *Geology of the bauxite – bearing locality “Bračan” in East Bosnia*. Proc. II Yugosl. Symp. Exploration Exploatac. Bauxite, Tuzla, Yugoslavia, 1973, Inst. RHTI, Tuzla, A XII, p. 17.

- SAKAČ K., VUJEC S., 1988 – *History of Bauxite Mine exploitation in Yugoslavia*. VI Yugosl. simpozij istraž. eksploat. Boksita. Zbornik radova: 279-286.
- SAKAČ K., VUJEC S. & MARUŠIĆ R., 1993 – “*Minjera*” *svjetski značajan mineraloški i rudarski lokalitet Istre*. Buzetski zbornik, 18: 49-77.
- SCHROLL E. & SAUER D., 1968 – *Beiträge zur Geochemie von Titan, Chrom, Nickel, Cobalt, Vanadium und Molibdän in bauxitischen Gesteinen und das Problem der Stofflichen Herkunft des Aluminiums*. ICOBA Zagreb, 5: 83-96.
- ŠINKOVEĆ B., 1973 – *The Congres for the study of Bauxites, Alumina and aluminium* ICSOBA: 822-837.
4th Intern. Congres for the study of Bauxites, Alumina and aluminium ICSOBA: 151-164.
- ŠINKOVEĆ B., 1974 – *Jurassic clayey bauxites of western Istria*. Geol. Viesnik, 27: 217-226.
- ŠINKOVEĆ B., 1974 – *The origin of terra rossa in Istria*. Geol. Viesnik, 27: 227-237.
- ŠINKOVEĆ B., SACAĆ K., 1981 – *The early Paleogene Bauxites of the North Adriatic Island*. Geol. Viesnik, 33: 213-225.
- ŠINKOVEĆ B., SACAĆ K., DURN G., 1994 – *Pyritized bauxites from Minjera, Istria, Croatia*. Natura Croatica, 3: 41-65.
- ŠKORIĆ A., 1979 – *Two layer soil profile on the area of terra rossa in Istria (in Croatian)*. Zemlište I biljka, 28: 111-131.
- ŠKORIĆ A., 1987 – *Pedosphere of Istria (in Croatian)*. Project Council of Pedological Map of Croatia, Spec. ed. Book, 2, 192 pp.
- SPADA P., LENAZ D., LONGO SALVADOR G., DE MIN A., 2002 – *Mappa geochimica preliminare dei suoli di dolina del Carso triestino: analisi geo-statistica e implicazioni genetiche*. Mem. Soc. Geol. It., 57: 569-575.
- ŠUŠNJARA A., ŠČAVNIČAR B., 1977 – *Accesory heavy minerals in the bauxites and underlying carbonate rocks in Croatia*. IV jugosl. simp. istraž. eksploat. boksita: 53-66.
- ŠUŠNJARA A., ŠČAVNIČAR B., 1978 – *Heavy minerals as provenience indices of tertiary bauxites in Dalmatia (Yugoslavia)*. 4th Intern. Congres for the study of Bauxites, Alumina and aluminium ICSOBA: 822-837.
- TORRENT J., 1995 – *Genesis and properties of the soils of the Mediterranean regions*. Dip. Sc. Chim. Agr. Univ. degli Studi di Napoli Federico II, pp 111.
- TROJANOVIĆ D., 1973 – *Jurski boksiti zapadne Istre*. II Jug. Simpozij o istraživanju i eksploataciji boksita, A, 3: 1-6.
- TUČAN F., 1912 – *Terra rossa, deren Natur und Entshung*. Neues Jahrbuch Min. Geol. Paleont., 34: 401-430
- VALETON I., 1972 – *Bauxites: in: Developments in Soil Science I*. Elsevier Publishing Company: p. 226.

