

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A
VOL. LXXXI - ANNO 1974

I N D I C E

MEMORIE

CONATO V., SEGRE A. G. - Ciottoli di rocce sedimentarie nel golfo di Pozzuoli	Pag. 1
CONATO V., SEGRE A. G. - Depositi marini quaternari e nuovi foraminiferi dell'An'artide (Terra Victoria, Valle Wright)	» 6
RAPETTI F., VITTORINI S. - Osservazioni sulle variazioni dell'ala destra del delta dell'Arno	» 25
FIERRO G., PIACENTINO G. B., TUCCI S. - Caratteri morfologici e litogenetici di una «beach-rock» della Liguria Occidentale	» 89
SICHINOLFI G. P., SHIGUEMI FUJIMORI - Petrology and chemistry of diopsidic rocks in granulite terrains from the brazilian basement	» 103
PLESI G. - L'unità di Canetolo nella struttura di Bobbio (Val Trebbia), Montegroppe (Val Gotra) e lungo la trasversale Cinque Terre-Pracchiola	» 121
MAGALDI D. - Caratteri e modalità dell'orientamento delle argille nell'orizzonte B di alcuni suoli	» 152
ORLANDI P. - Note di mineralogia toscana. 2. - Minerali delle geodi dei marmi di Carrara	» 167
GIANNELLI G., PASSERINI P. - A K/Ar dating of the pillow lavas of Castiglioncello del Trinoro (Southern Tuscany)	» 185
LEONI L. - Le rocce silicee non detritiche dell'Appennino Centro-Settrionale	» 187
FANCELLI GALLETTI M. L. - Analisi pollinica di sedimenti sovrastanti la panchina tirreniana di Torre del Fanale in Livorno	» 222
DE GIULI C., HEINTZ E. - <i>Gazella borbonica</i> (Bovidae, Artiodactyla, Mammalia), nouvel élément de la faune villafranchienne de Montopoli, Valdarno inférieur, Pisa, Italia	» 227
DE GIULI C., HEINTZ E. - <i>Croizetoceros ramosus</i> (Cervidae, Artiodactyla, Mammalia) de Montopoli, nouvel élément de la faune villafranchienne d'Italie	» 241
GIANNETTI B. - Nuove ricerche petrografiche e petrogenetiche sulle lave fonolitiche della caldera vulcanica di Roccamonfina	» 253
CAPORUSSO A. M., GIACOMELLI G., LARDICCI L. - On the reaction of tri-isobutylaluminium with pivalonitrile	» 307
FICCARELLI G., TORRE D. - Nuovi reperti del gatto villafranchiano di Olivola .	» 312

RAGGI G., TREVISAN L. - Il bacino idrogeologico di Valdottavo in Val di Serchio	» 323
DE MUNNO A., BERTINI V., MENCONI A., DENTI G. - Su alcuni nitroderivati del 3-fenil-1,2,5-ossadiazolo	» 334
RIFFALDI R., LEVI-MINZI R. - Caratteristiche delle sostanze umiche estratte da rendzina	» 343
FRANZINI M., LEONI L., ORLANDI P. - Mineralogical and geochemical study of K-feldspar megacrysts from the Elba (Italy) granodiorite . . .	» 356
LEONI L., RIVALENTI G. - An evaluation of the temperature and the volatile pressure during the crystallization of granitic rocks	» 379
DE MICHELE V., GIUSEPPETTI G., ORLANDI P. - Anapaite di Castelnuovo dei Sabbioni (Craviglia, Arezzo)	» 387
LEONI L., TROYSI M. - Ricerche sulla microdurezza dei silicati. I - Gli epidoti	» 397
<i>Elenco dei Soci per l'anno 1974</i>	» 405
<i>Norme per la stampa di note e memorie sugli Atti della Società Toscana di Scienze Naturali</i>	» 411

G. FIERRO, G. B. PIACENTINO, S. TUCCI *

CARATTERI MORFOLOGICI E LITOGENETICI
DI UNA « BEACH-ROCK » DELLA LIGURIA OCCIDENTALE **

Riassunto — Si riportano i risultati di uno studio sugli affioramenti di *beach-rock* presso Finale Ligure (Liguria Occidentale).

Ne vengono indicati l'ubicazione, i caratteri geomorfologici, i loro rapporti con la presenza di acqua dolce, di cui si segnala la fuoriuscita nella Baia dei Saraceni.

L'analisi del cemento, intrapresa ai fini del riconoscimento della genesi della *beach-rock*, ha messo in evidenza la dominanza di Mg-calcite ad alto tenore di magnesio confermando, d'altra parte, l'assenza di aragonite.

Si hanno indizi per attribuire all'olocene l'età della formazione.

Summary — The present work gives the results of a study on the outcrops of beach rock near Finale Ligure (Western Liguria).

Given are the location of these outcrops, their geomorphological characteristics and their relationship with fresh water, the presence of which has been signalled in the Bay of Saraceni.

The cement was analysed in order to establish the origin of the beach rock.

The results of this analysis show a dominance of Mg-calcite with a high Mg content; aragonite was found to be absent.

Evidence has come up to ascribe a Holocene age to the formation.

La genesi della *beach-rock* e la sua distribuzione sono state esaminate da molti Autori che, negli ultimi anni, sono giunti a conclusioni concordi per quanto riguarda lo studio macroscopico, divergendo invece sulla genesi e natura del cemento che lega i clasti.

Se restringiamo la ricerca al Mediterraneo, dobbiamo ricordare gli studi condotti in Spagna, Grecia ed in Israele (G. G. MISTARDIS [1956, 1963]; K. O. EMERY e D. NEEV [1960]; R. J. RUSSEL [1962]; T. ALEXANDERSONN [1969, 1972a, 1972b]).

* Istituto di Geologia dell'Università di Genova.

** Lavoro svolto con il contributo del C.N.R.

A nostra volta ci siamo proposti di localizzare le *beach-rocks* — intese come sedimenti di spiaggia litificati — nel tratto di litorale tra Capo Noli e Punta Caprazoppa (Liguria occidentale) (fig. 1). Di un affioramento compreso in questo tratto di costa, si era già interessato insieme ad altri uno degli AA. (G. FIERRO e G. C. CORTEMIGLIA [1965]). J. P. BLOCH e J. TRICHET [1966] attribuivano la genesi degli stessi affioramenti alla zona di contatto tra la falda freatica e l'acqua marina.

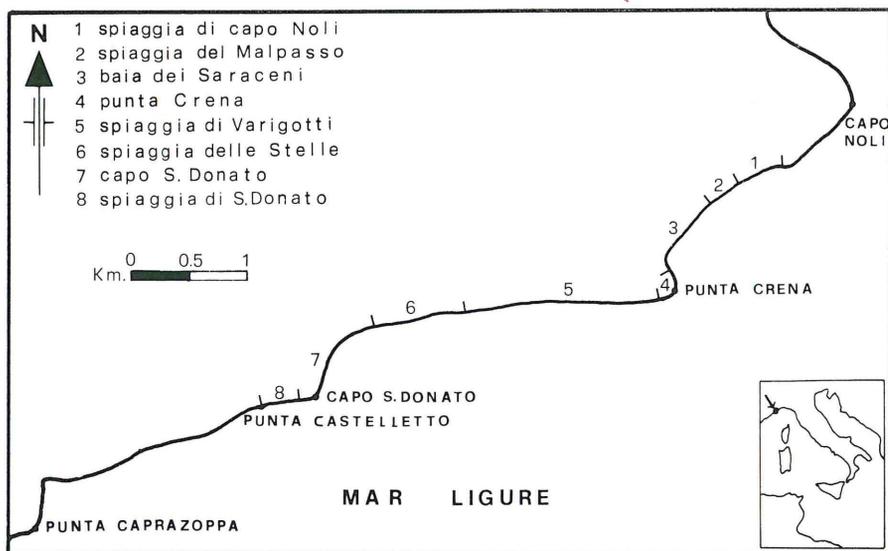


Fig. 1 - Indice grafico e localizzazione dei tratti di litorale nei quali è presente la *beach-rock*.

Poiché lo sviluppo della *beach-rock* dipende da una riserva adeguata di CaCO_3 , un «hinterland» di rocce calcaree è sicuramente favorevole alla sua formazione. Tale situazione si verifica lungo la costa Ligure, nel Finalese, per la presenza di una serie calcareo dolomitica triassica. Si tratta essenzialmente dei massicci di Pietra Ligure, Finale Ligure, Varigotti e Monte Mao. Tra Capo Noli e Punta Castelletto la spiaggia è dominata da un'alta falesia di dolomia triassica che si sovrappone a marmi policromi sull'età della quale esistono due ipotesi (J. P. BLOCH [1961]). Questi terreni poggiano su scisti sericitici e cloritici permiani.

Abbiamo condotto un rilevamento di superficie ed uno subac-

queo, relativi a tutta la zona costiera a partire da Capo Noli fino a Caprazoppa.

L'area esaminata è costituita da una fascia larga circa 200 metri con linea media di riferimento corrispondente alla linea di riva.

Particolare interesse destano, sia per l'entità degli affioramenti che per loro particolari situazioni, le sei zone appresso descritte.

Spiaggia di Capo Noli

La spiaggia di Capo Noli (fig. 2 A), situata all'estremo orientale dell'area in esame, è divisa in due settori da uno sperone roccioso che si protende verso il mare per una ventina di metri ed ha uno sviluppo di circa 300 metri in corrispondenza del piede della falesia di Capo Noli. Su questa spiaggia la *beach-rock* si presenta ben sviluppata, sia in spessore che in estensione. La parte più rilevata risulta emergente anche di 20-30 cm sul livello di alta ma-

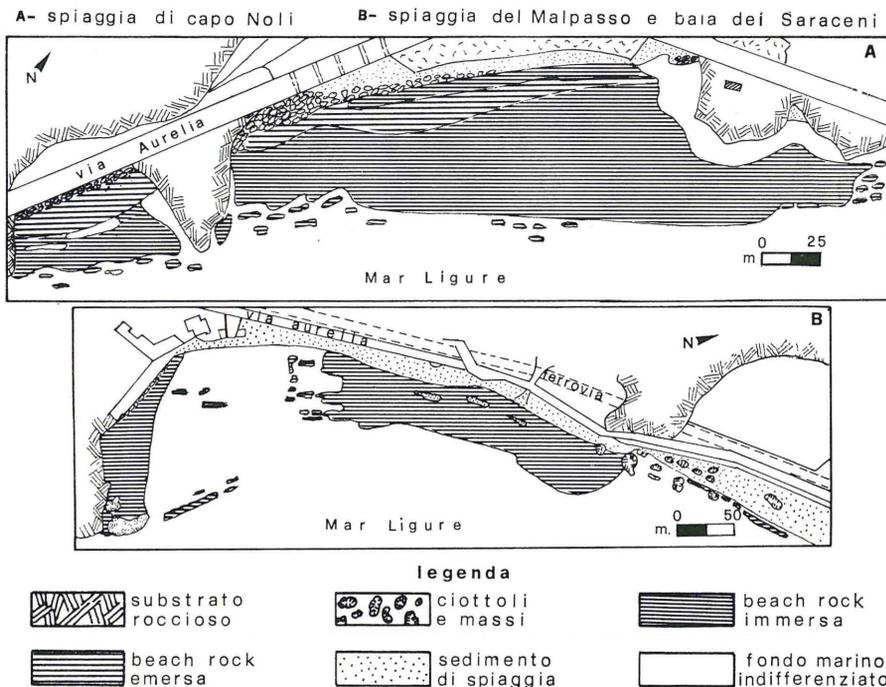


Fig. 2 - Rilevamento litologico della fascia litorale da C. Noli alla Baia dei Saraceni.

rea (fig. 3). In generale questa formazione si presenta massiccia e continua, in strati subparalleli inclinati mediamente di due o tre gradi verso Sud-Est, permettendo di rilevare che al tempo della cementazione l'inclinazione della spiaggia era pressoché la stessa di quella attuale. La parte immersa aggetta dai sedimenti del fondo per non più di 10-15 cm e si presenta con una notevole cementazione sì da assumere un aspetto massiccio e di grande compattezza; essa, seguendo l'andamento della linea di costa, si estende al largo per una ampiezza di 56 metri.

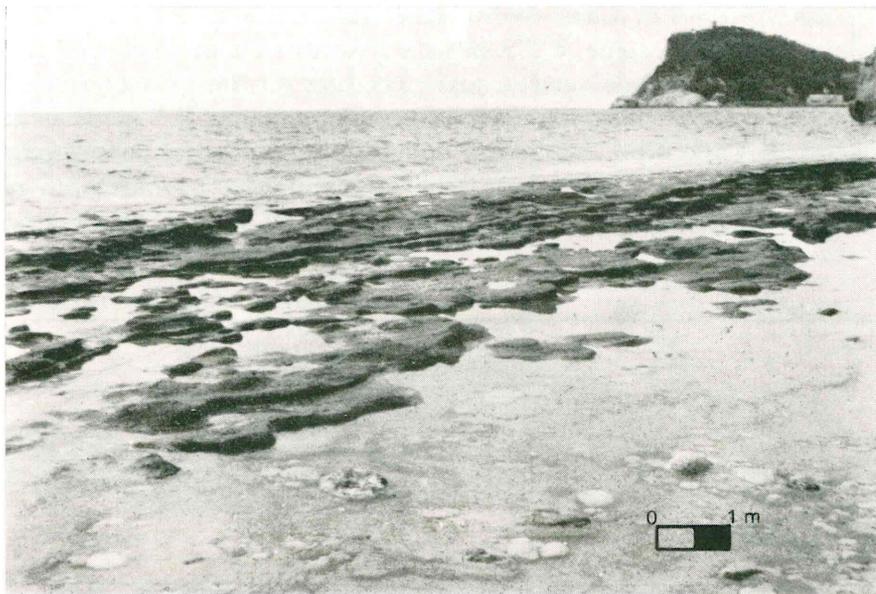


Fig. 3 - La *beach-rock* della spiaggia di Capo Noli.

Alcune considerazioni che intendiamo prospettare saranno valide anche per le formazioni di *beach-rock* delle immediate adiacenze.

Da un punto di vista sedimentologico la tessitura presenta, nella parte emersa, variazioni granulometriche a seconda dei livelli; gli strati, dello spessore di 5-10 cm, si presentano con clasti dell'ordine della sabbia grossolana o della ghiaia. Il margine esterno della formazione è, in genere, ad una profondità che varia tra i 4 ed i 5 metri; l'andamento della parte immersa è sempre regolare con una pendenza del 15% circa.

In prossimità di un protendimento roccioso la *beach-rock* subisce una interruzione come se lo stesso protendimento ne limitasse la formazione o ne facilitasse l'erosione. D'altra parte, la comparsa di lembi sui lati dei protendimenti rocciosi indica l'erosione, come causa principale di tale situazione.

Spiagge del Mal Passo e Baia dei Saraceni

Nella spiaggia del Mal Passo (settore orientale della fig. 2 B) i sedimenti attuali ricoprono, per maggior parte, la *beach-rock* lasciando affiorare una sottile striscia. Nella Baia dei Saraceni (settore occidentale della fig. 2 B) la formazione risulta invece ben sviluppata in potenza ed in estensione. In superficie è visibile sulla linea di riva e la si vede chiaramente immersa sotto la sabbia. Al largo si presenta con uno scalino ed in alcuni punti raggiunge i due metri di altezza; è questo il punto in cui risulta più evidente l'erosione della *beach-rock* con arretramento del limite esterno.



Fig. 4 - La *beach-rock* della Baia dei Saraceni, in corrispondenza di una delle polle di acqua dolce.

La situazione di questa baia fa pensare che un tempo la formazione fosse estesa su tutta l'area, mentre successivamente si sarebbe verificata una erosione con copertura di sedimenti di spiaggia. Questa ipotesi è stata avvalorata da una indagine condotta sotto la coltre sabbiosa del fondo; tale ricerca ha consentito di accertare che la *beach-rock* è ricoperta, mediamente, da 20 cm di sedimenti attuali incoerenti. La condizione di erosione è messa inoltre in evidenza da profonde spaccature che attraversano la formazione parallelamente alla linea di riva e da «buche» con fondo ghiaioso e sabbioso (fig. 4). Tali fenomeni erosivi sono più accentuati nel settore orientale. Se ne può trovare una spiegazione nell'effetto protettivo del promontorio di Punta Crena sulle onde provenienti da Sud-Ovest e Sud-Sud-Ovest (libeccio) che in questo tratto di costa risultano essere le più frequenti e di maggiore intensità. Il ritrovamento di acqua dolce che emerge dalle spaccature della *beach-rock* introduce un nuovo importante elemento nello studio di queste formazioni.

Punta Crena

Nella zona ad Est di Punta Crena (fig. 5 A), in una piccola insenatura, si trova un lembo di *beach-rock*, massiccio e levigato, ad una profondità di 5 m circa. I clasti che lo costituiscono hanno una granulometria dell'ordine della sabbia grossolana, mentre il sedimento della piccola spiaggia formatasi al fondo dell'insenatura presenta le caratteristiche della sabbia media. Tale lembo si trova a diretto contatto del fondo roccioso; questa condizione associata ad una accentuata levigatezza e al notevole grado di consolidazione, sta ad indicare una spiccata condizione di erosione.

Sul lato Ovest di Punta Crena la *beach-rock* risulta quasi interamente coperta dall'accumulo di sedimenti di spiaggia sciolti. La giacitura della parte in vista ci induce a ritenere che la formazione abbia un'estensione notevole, con presenza di clasti dell'ordine delle ghiaie.

Spiagga di Varigotti

Ad Est del molo di Varigotti, a 200 m da Punta Crena (fig. 5 B), si trova una formazione di *beach-rock* granulometricamente diversa da tutte quelle finora incontrate. Si notano inclusi che raggiungono le dimensioni di 10 cm, immersi in sabbia fine.

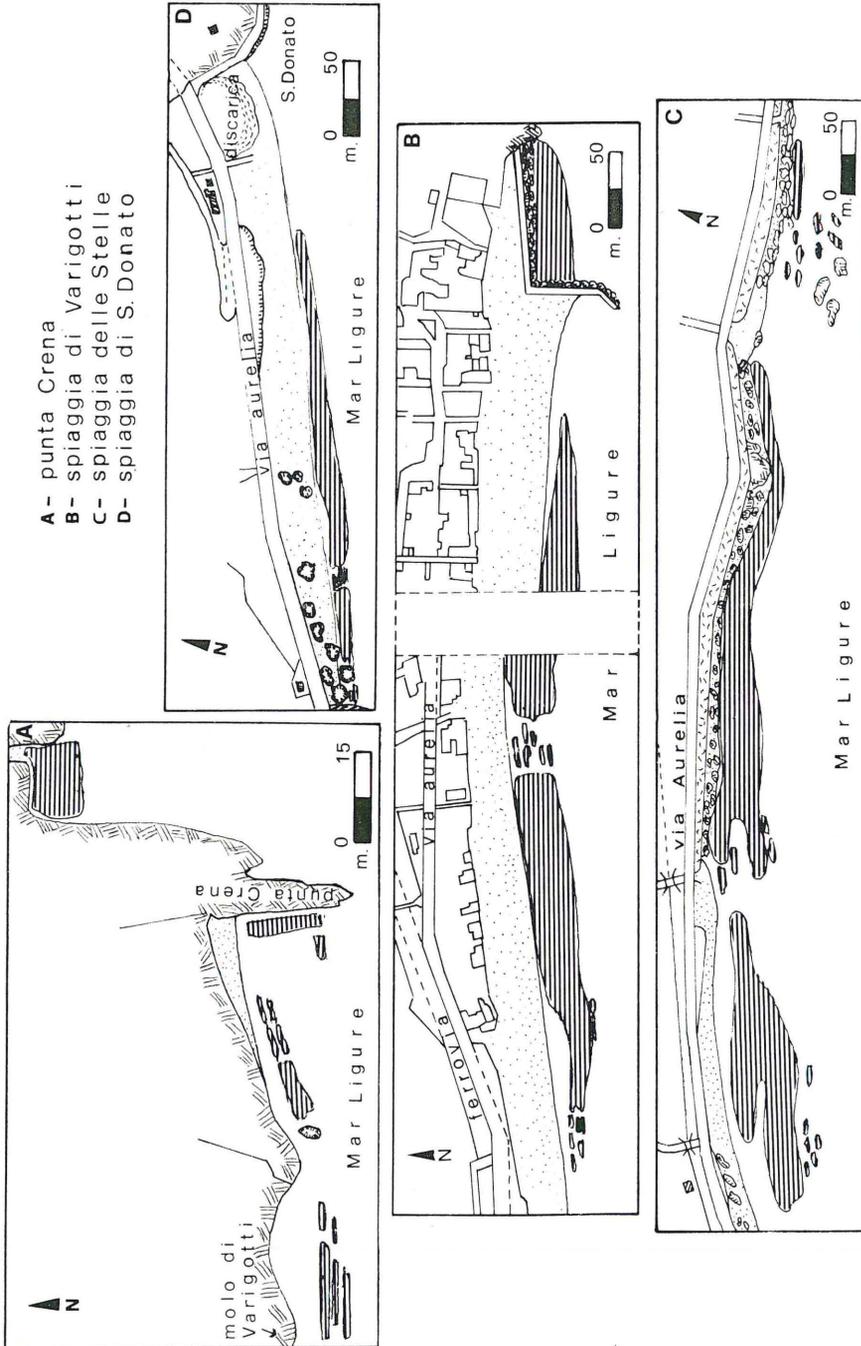


Fig. 5 - Rilevamento litologico della fascia litorale da Punta Crena alla Spiaggia di S. Donato.

Nella zona ad Ovest, la formazione è allungata parallelamente alla linea di riva ed è larga da 10 a 20 metri; simile ad una diga sommersa si eleva dal fondo marino per uno o due metri e presenta una discontinuità in corrispondenza di un corso d'acqua attualmente inattivo.

Spiaggia delle Stelle

La *beach-rock* è visibile in questa zona (fig. 5 C) in superficie, sotto forma di blocchi sparsi e, solo in alcuni punti, è unita alla parte immersa. Ad Est la formazione è ridotta, ma si estende a batimetrie comprese tra i -2 e -5 metri progressivamente, fino a raggiungere i 40 metri di larghezza. Si presenta estremamente compatta, con un aspetto a gradinata e con gli scalini rivolti verso riva.

Spiaggia di S. Donato

La *beach-rock* emerge da un fondo sabbioso, a circa 4 metri dalla linea di riva (fig. 5 D), presentando una superficie tabulare parallela alla costa e larga dai 4 ai 5 metri. La porzione emergente dai sedimenti di fondo è valutabile tra i 20 e i 50 centimetri.

Anche in questo tratto si conservano le caratteristiche litologiche e morfologiche riscontrate negli affioramenti di *beach-rock* precedentemente descritti.

E' da rilevare che su questa spiaggia l'estensione del manto sabbioso subisce notevoli modificazioni, in relazione alla direzione del moto ondoso e, per conseguenza, la superficie di *beach-rock* visibile è stagionalmente variabile.

Dalla Punta Castelletto a Punta Caprazoppa non sono state riscontrate formazioni visibili di *beach-rock*.

* * *

Dalle osservazioni di campagna risulta che la *beach-rock* del Finalese ha l'aspetto di una arenite granulometricamente variabile, da fine a grossolana, che localmente presenta letti conglomeratici. I clasti risultano essere prevalentemente costituiti da quarziti e quarzo, provenienti dai livelli werfeniani, da scisti cloritico-sericitici permiani e calcari derivanti dalla serie calcareo dolomitica trias-

sica in facies Brianzonese. Questa composizione rispecchia fedelmente quella dei sedimenti di spiaggia della stessa zona.

Come si può osservare dal rilevamento della *beach-rock* riportato in figg. 5 B e 5 C, l'andamento nastriforme subparallelo all'attuale linea di costa è interrotto in più punti. È interessante notare che questi corrispondono in generale allo sbocco di torrenti e rivi alla cui azione, chimica di dissoluzione e fisica di trasporto solido, è da attribuire l'effetto distruttivo.

Il grado di cementazione non è uniforme ma varia lateralmente e verticalmente anche nello spazio di pochi metri. In generale gli spazi intergranulari non sono completamente riempiti di cemento. Il contenuto in carbonati nei sedimenti sciolti di spiaggia varia dal 10 al 20%, mentre nella *beach-rock* i carbonati variano tra il 19 e il 29%; tale incremento è dovuto ai carbonati precipitati negli spazi intergranulari.

Su campioni rappresentativi della formazione esaminata, in relazione ad uno studio che stiamo conducendo sulla natura del cemento della *beach-rock* ligure-toscana, abbiamo eseguito alcune fotografie al microscopio elettronico a scansione (fig. 6). Sugli stessi campioni sono state effettuate alcune analisi per individuare la natura del cemento, dopo averlo isolato meccanicamente. Sono stati condotti saggi colorimetrici per individuare la presenza di aragonite con soluzione di Feigl. I risultati negativi di questa prova sono stati in seguito confermati dall'analisi diffrattometrica ai raggi X (*). Ad identici risultati erano pervenuti, analizzando campioni provenienti dalla stessa formazione, altri Autori (J. P. BLOCK e J. TRICHET [1966]).

Le analisi chimiche effettuate sui campioni mediante assorbimento atomico hanno rivelato la presenza di ioni calcio e ioni magnesio; è stata calcolata la percentuale in dolomite attribuendole tutto il magnesio e la percentuale in calcite. Per la dolomite sono stati calcolati valori varianti tra il 7,3% e 10,5%, per la calcite valori compresi tra 20,2% e 32,1%. Le analisi diffrattometriche hanno confermato la presenza di dolomite in percentuali variabili tra il 5% e 10% e hanno consentito di rilevare la presenza di Ca-Calcite in valori oscillanti intorno al 10-15% e di Mg-Calcite in percentuale del 15-20%.

(*) Le analisi sono state eseguite presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia di Pavia dal Prof. F. Veniale che vivamente ringraziamo.



Fig. 6 - Fotografia al microscopio elettronico (3800 x) della *beach-rock* di Finale Ligure. E' visibile il contatto tra un clastico e il cemento. Nonostante la taglia variabile degli elementi di quest'ultimo, si nota una abbondante frazione micritica probabilmente primaria.

Questi valori sono stati calcolati prendendo in considerazione, nei diffrattogrammi, i rapporti «picchi/aree» ed i valori percentuali trovati vengono dati con l'approssimazione del 5%.

Inoltre risulta che nei campioni di cemento, sottoposti all'analisi diffrattometrica, erano presenti non solo i carbonati di calcio e magnesio, ma anche quarzo in percentuale massima del 40%, mica e clorite in percentuale variabile dal 5 al 15%, a seconda dei campioni esaminati.

In seguito sono stati analizzati campioni di concrezione subaeree originate dalla precipitazione di carbonati disciolti nelle acque percolanti presenti nella fascia costiera immediatamente a monte dell'area occupata dalla *beach-rock*. Le analisi chimiche e diffrattometriche di questi campioni hanno rivelato una composizione essenzialmente carbonatica, con valori varianti per la Ca-Cal-

cite, tra il 90% e 95% e, per la dolomite, tra il 5 e il 10%, risultando del tutto assente la Mg-calcite.

Il divario esistente tra il contenuto in carbonati delle concrezioni subaeree e quelle del cemento della *beach-rock* è dovuto alla difficoltà incontrata nell'isolare il cemento stesso dai clasti ed alla presenza di una frazione siltosa di origine prevalentemente terrigena, inglobata in esso.

Per quanto riguarda il problema della datazione della *beach-rock* del Finalese ci si è rifatti a considerazioni geomorfologiche. In particolare si è data importanza allo stato generale di conservazione della formazione, alla sua posizione rispetto al livello medio marino attuale, anche in relazione a formazioni analoghe di altre regioni conosciute direttamente o attraverso la letteratura.

Nonostante vi siano localmente dei processi di cementazione attuale, nel complesso la *beach-rock* si presenta costantemente in erosione, sia nella spiaggia emersa che in quella sottomarina. Verso il largo è troncata, e presenta il caratteristico gradino già descritto per la Baia dei Saraceni. A terra si eleva al di sopra del livello medio marino di cinquanta centimetri al massimo.

In corrispondenza delle sorgenti sottomarine si notano delle cavità imbutiformi, «buche» che ricordano i *lapiaz*.

In base alle conoscenze sulle variazioni del livello marino dell'olocene, e per analoghe considerazioni già effettuate a proposito di altre aree del Mediterraneo (G. G. MISTARDIS [1956]) e del Livornese (G. FIERRO ed F. FANUCCI [Studi in corso]), siamo propensi a ritenere che l'età della *beach-rock* sia da riferire all'olocene ed in particolare al lasso di tempo compreso tra il massimo della trasgressione Versiliana e il minimo della successiva regressione.

Il parallelo tra le altre *beach-rocks* del Mediterraneo e quella del Finalese è giustificato dal fatto che tra quest'ultima e le altre formazioni non si riscontrano sostanziali differenze.

Si può fare l'ipotesi che la *beach-rock* si sia originata in condizioni climatiche con temperatura maggiore rispetto al clima attuale e cioè in epoca prossima a quella caratterizzata dall'optimum climatico post-glaciale.

CONCLUSIONI

La formazione di *beach-rock* del Finalese sembra essere dipesa — in base ai dati raccolti — dall'esistenza di un «hinterland» favorevole, costituito da abbondanti affioramenti di formazioni calcaree.

L'assenza assoluta di tracce di organismi, anche da noi osservata, esclude l'intervento di una qualsiasi attività biologica nel processo di cementazione (R. W. KRAUSS e R. A. GALLOWAY [1960]). Il cemento della *beach-rock* risulta calcitico ad alto tenore di magnesio.

L'elemento magnesio, presente nel cemento, potrebbe avere origine diversa: un'origine continentale, avvalorata dal fatto che una certa percentuale è presente nelle concrezioni carbonatiche subaeree in forma di dolomite e un'origine marina in quanto nel cemento della *beach-rock* si riscontra un arricchimento dello ione Mg e la presenza di Mg-Calcite.

Poiché sia le acque percolanti che hanno attraversato le formazioni calcareo-dolomitiche, sia l'acqua di mare contengono ioni Mg, è problematico accertare l'origine dello stesso magnesio.

Come per altri casi del Mediterraneo (T. ALEXANDERSSON [1969, 1972]) non è stata riscontrata la presenza di aragonite e la maggior parte del cemento risulta essere costituito da Mg-Calcite, ad alto tenore di magnesio. Anziché aragonite nel Finalese, ed in generale nel Mediterraneo, sarebbe precipitata Mg-Calcite. Poiché, nelle analisi effettuate sulle concrezioni subaeree, non è stata riscontrata la presenza di Mg-Calcite, si può dedurre che il magnesio è di origine marina.

Ammessa l'origine marina del Mg si potrebbe anche prospettare (J. C. M. TAYLOR e L. V. ILLING [1969]; G. C. BATHURST [1973]; G. M. FRIEDMAN [1973]) la trasformazione di un'aragonite primaria in Mg-calcite; in tal caso resterebbe avvalorata l'antichità della formazione.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDERSSON T. (1969) - Recent littoral and sublittoral high-Mg-calcite lithification in the Mediterranean. *Sedimentology*, **12**, 47-61.
ALEXANDERSSON T. (1972a) - Intergranular growth of marine aragonite and Mg-cal-

- cite: evidence of precipitation from supersaturated seawater. *J. Sediment. Petrol.*, **42** (2), 441-460.
- ALEXANDERSSON T. (1972b) - Mediterranean beachrock cementation: marine precipitation of Mg-calcite. *The Mediterranean sea: a natural sedimentation laboratory. Daniel J. Stanley edit., Dowden, Hutchinson e Ross, inc., Stroudsburg, Pennsylvania*, 203-223.
- BATHURST R. G. C. (1971) - Carbonate sediments and their diagenesis. *Elsevier Publishing Company, Amsterdam*.
- BATHURST R. G. C. (1973) - Problèmes généraux posés par la diagenèse des sédiments carbonatés. *Bull. Centre Rech. Pau-S.N.P.A.*, **7** (1), 99-110.
- BLANC J. J., MOLINIER R. (1955) - Les formations organogènes construites superficielles en Méditerranée occidentale. *Bull. Inst. Océan. Monaco*, **1067**, 1-26.
- BLOCH J. P. (1961) - Présence d'une série post-triasique à faciès Briançonnais le long de la côte ligure dans le Finales (Alpes maritimes italiennes). *C.R. Somm. Soc. Geol. France*, **3**, 63-64.
- BLOCH J. P., TRICHET J. (1966) - Un exemple de grés de plage (Côte ligure italienne). *Marine Geol.*, **4**, 373-377.
- BUCHS A., OTTEN C. (1964) - Dosage par photométrie de flamme du calcium et du magnésium dans les roches calcaires et dolomitiques. *Bull. Suisse Min. Petrol.*, **44** (1).
- CHAVE K. E. (1962) - Factor influencing the mineralogy of carbonate sediments. *Limnology and Oceanography*, **7**, 218-223.
- CLOUD P. E. jr. (1962) - Behaviour of calcium carbonate in sea water. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **26**, 867-884.
- CORTEMIGLIA G. C., FIERRO G. (1964) - Studio sedimentologico di alcune spiagge del finalese. *Atti Ist. Geol. Univ. Genova*, **2**, 329-339.
- DE GROOT K. (1969) - The chemistry of submarine cement formation at Dohat Hussain in the Persian gulf. *Sedimentology*, **12**, 48-63.
- EMERY K. O., NEEV D. (1960) - Mediterranean beaches of Israel. *Israel Geol. Survey*, **26**, 1-24.
- EMERY K. O., TRACEY J. I. jr., LADD M. S. (1954) - Geology of Bikini and nearby atolls. *U.S. Geol. Surv. Profess. Papers*, **260 A**, 263 pp.
- FAIRBRIDGE R. W. (1963) - The importance of limestone and its Ca/Mg content to Palaeoclimatology. *Problems in Palaeoclimatology, A.E.M. Nairn edit., Interscience, New York*, 431-478.
- FIERRO G., CORTEMIGLIA G. C. (1965) - Observations sur le rôle de défense jouée par la plage submergée de la «Spiaggia delle stelle». *Cah. Ocean*, **10**, 715-726.
- FRIEDMAN G. M. (1964) - Early diagenesis and lithification in carbonate sediments. *J. Sediment. Petrol.*, **34**, 777-813.
- FRIEDMAN G. M. (1973) - Cementation in reefs. *Bull. Centre Rech. Pau-S.N.P.A.*, **7** (1), 171-176.
- GOLDSMITH J. R., GRAF D. L. (1958) - Relation between lattice constants and composition of the Ca-Mg carbonates. *Amer. Min.*, **43**, 84-101.

- GOLDSMITH J. R., GRAF D. L. JOENSUU O. I. (1955) - The occurrence of magnesian calcites in nature. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **7**, 221-230.
- HULSEMANN J. (1967) - The continental margin of the atlantic coast of the United States: carbonate in sediments, Nova Scotia to Hudson Canyon. *Sedimentology*, **8**, 121-145.
- KRAUSS R. W., ALLOWAY R. A. G. (1960) - The role algae in the formation of beach-rock in certain islands of the Caribbean. *Coastal Studies Inst., Technical Report*, **11 E**.
- MILLIMAN J. (1966) - Marine lithification of carbonate sediments. *Science*, **153**, 994-997.
- MISTARDIS G. G. (1956) - Les plages cimentées d'anciennes lignes de rivage. *Quaternaria*, **3**, 145-150.
- MISTARDIS G. (1963) - On the beachrock of southern Greece. *Deltion, Ellenikes Geologikes Etairas, Athens*.
- RIVIÈRE A., VERNHET S. (1957) - Contribution à l'étude physico-chimique de la sédimentation calcaire. *Comptes Rendus Ac. Sc.*, **224**, 2080-2083.
- RUSSEL R. J. (1959) - Caribbean beach rock observations. *Zentr. Geomorphol.*, **3**, 227-236.
- RUSSELL R. J. (1962) - Origin of beach rock. *Zentr. Geomorphol.*, **6**, 1-16.
- SOUBIAS D. (1973) - Reconnaissance macroscopique et microscopique des carbonates naturels par une méthode de coloration simple. *Bull. Centre Rech. Pau-S.N.P.A.*, **7** (1), 285-289.
- STODDART D. R., CANN J. R. (1965) - Nature and origin of beach rock. *J. Sediment. Petrol.*, **25**, 243-247.
- TAYLOR J. C. M., ILLING L. V. (1969) - Holocene intertidal calcium carbonate cementation, Quatar, Persian gulf. *Sedimentology*, **12**, 69-107.
- TRICHET J. (1965) - Essai d'explication de l'origine des grès de plage. Cas des grès de plage coralliens. *Comptes Rendus Ac. Sc.*, **261**, 3176-3178.
- VENTURINI A. (1961) - Contributo alla determinazione complessometrica del calcio e del magnesio nei calcari e nelle dolomie. *Ann. Univ. Ferrara*, **2** (3).

(ms. pres. il 17 aprile 1974; ult. bozze il 18 giugno 1974)