

GIUSEPPE MASTRONUZZI, GIOVANNI PALMENTOLA & PAOLO SANSÒ (*)

LE TRACCE DI ALCUNE VARIAZIONI DEL LIVELLO DEL MARE OLOCENICO TRA TORRE DELL'ORSO E OTRANTO (LECCE) (**)

ABSTRACT: MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & SANSÒ P., *The traces of some Holocene sea-level changes between Torre dell'Orso and Otranto (Lecce, Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 1994).

Along the Adriatic southern coast of Apulia traces of mean sea-level changes are recognizable at different height both above and below its present position. Numerous detailed profiles carried out down to 15 m below m.s.l. allow us to recognize four Holocene sea-level stands.

During the Holocene rise the sea-level stood about 7 m below the present sea level first and then rose up to 3 metres above it. This last event occurred probably during the *Climatic Optimum*.

Afterwards, during two following retreats, the sea-level lowered at +2 m first and then to 4 m below the present sea level. Some archaeological data collected in the Apulian coastal area allow us to refer this last event to 2500 years b.p. Finally, the sea-level rose up to its present position.

KEY WORD: Coastal geomorphology, Sea level changes, Holocene, Apulia.

RIASSUNTO: *Le tracce di alcune variazioni del livello del Mare olocenico fra Torre dell'Orso e Otranto (Lecce)* (IT ISSN 0391-9838, 1994).

Lungo la costa meridionale adriatica della Puglia, tra Torre dell'Orso e Otranto, si conservano tracce di oscillazioni del livello del mare, sia al di sopra che al di sotto della sua posizione attuale. L'esecuzione di numerosi profili di dettaglio, spinti sino all'isobata 15, ha consentito di riconoscere quattro diversi livelli di stazionamento, riferibili all'Olocene. Infatti nel corso dell'innalzamento successivo all'ampia regressione würmiana, il livello del mare stazionò dapprima intorno all'isobata dei 7 m per risalire poi sino all'attuale quota +3 m in corrispondenza dell'*Optimum climatico*. Successivamente, due consecutivi arretramenti portarono il mare prima sull'attuale quota +2 m e poi circa in corrispondenza dell'attuale isobata 4. A quest'ultimo episodio, che dati archeologici relativi alla regione costiera della Puglia suggeriscono essersi verificato circa 2500 anni da oggi, ha fatto seguito l'innalzamento che ha portato il livello del mare sino alla posizione attuale.

TERMINI CHIAVE: Geomorfologia costiera, Oscillazioni del livello del mare, Olocene, Puglia.

(*) Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università degli Studi di Bari.
(**) Lavoro eseguito nell'ambito del progetto M.U.R.S.T. 40% «Dinamica e caratteri geoambientali degli spazi costieri» (Resp. Naz.: Prof. G. Fierro; Resp. U.O.: Prof. G. Palmentola).

Un ringraziamento particolare va al Dott. P.A. Pirazzoli del Laboratorio de Geographie Physique «Pierre Birot» U.R.A. — D 0141 del Centre Nationale de la Recherche Scientifique per la disponibilità dimostrata nella lettura del manoscritto e gli utili consigli forniti per il proseguimento della ricerca.

INTRODUZIONE

Lungo la costa adriatica della Puglia meridionale in provincia di Lecce, il tratto di costa compreso tra Torre dell'Orso e Otranto (fig. 1) è modellato su alternanze di calcareniti friabili, di sabbie organogene e di argille sabbiose. L'unità, riferita al Pliocene medio — Pleistocene inferiore (GIANNELLI & alii, 1966; BONFIGLIO & DONADEO, 1982; BOSSIO & alii, 1989) è troncata da una superficie di erosione intensamente carsificata ed è incisa da una serie di solchi di erosione torrentizia (PALMENTOLA, 1989).

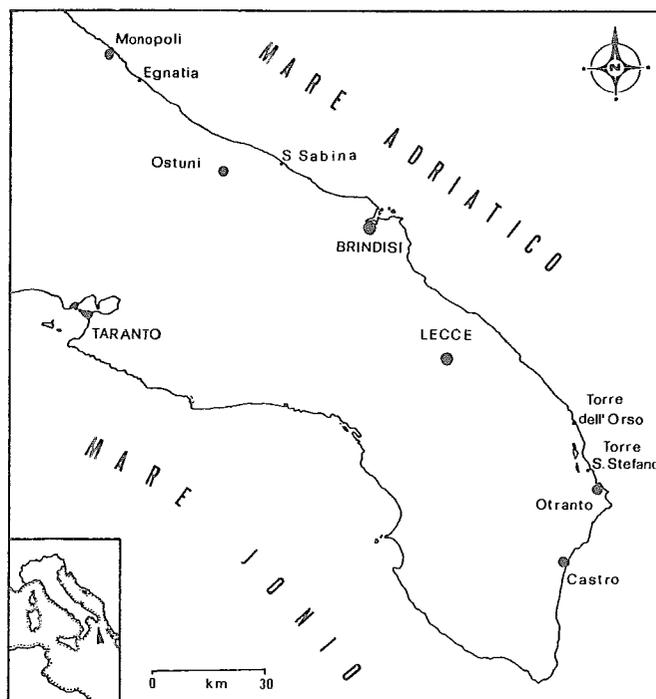


FIG. 1 - Ubicazione dell'area studiata.

FIG. 1 - Location of the study area.

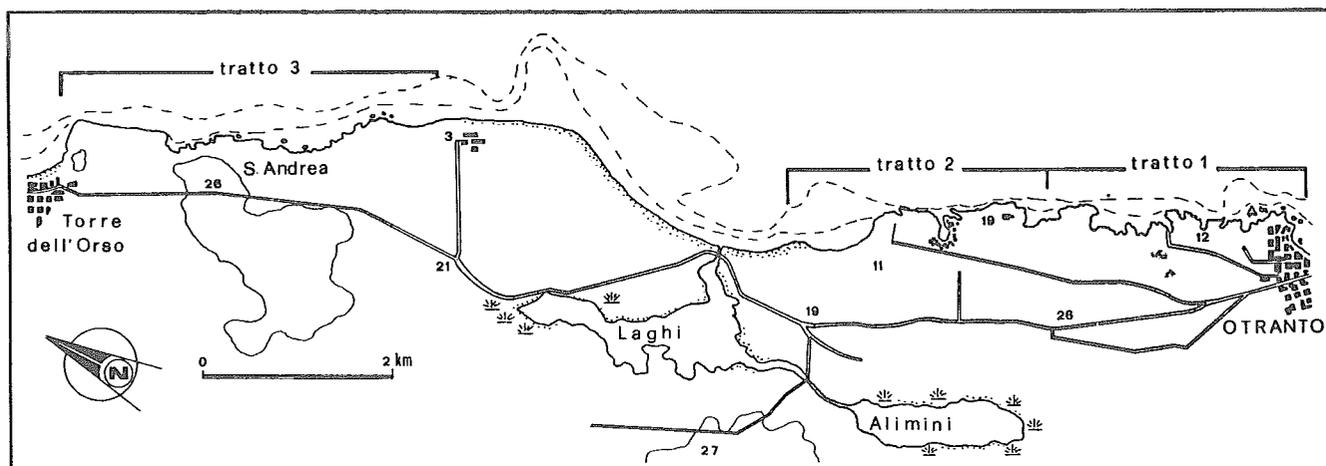


FIG. 2 - I tratti di litorale studiati.

FIG. 2 - The studied coastal tracts.

I solchi, solitamente brevi, con fondo piatto e verso mare con versanti ripidi, danno luogo a un reticolo di tipo rettangolare, poco gerarchizzato. Il modellamento di questi solchi è avvenuto durante la regressione würmiana, quando il livello del mare era circa 120 m più basso rispetto all'attuale.

In seguito al successivo innalzamento del mare, i solchi ne furono progressivamente invasi così che, a luoghi furono colmati da materiale alluvionale, altrove dettero luogo a rias, come il Canale dell'Idro a Otranto e il Canale del Brumese a Torre dell'Orso. Alcune ampie e marcate depressioni, di probabile origine tettonica, prossime e subparallele alla linea di riva, articolano il monotono paesaggio della fascia costiera; in due di esse sono ospitati i Laghi Alimini.

LE FORME COSTIERE

Lungo il tratto studiato si alternano coste rocciose dolcemente digradanti verso mare e falesie (figg. 2 e 3); solo in corrispondenza dei Laghi Alimini è presente una spiaggia, ampia poco meno di tre chilometri e profonda sino ad un centinaio di metri, bordata verso l'interno da più cordoni dunari.

In corrispondenza dei tratti di costa digradanti, la linea di riva presenta valori molto elevati dell'Indice di Frastagliatura ($I_f = 2,068$) e della Frequenza di Frastagliatura ($F_f = 23,7$ deviazioni per chilometro); essa, infatti, è caratterizzata da numerose insenature lunghe ed anguste, impostate lungo fratture (MASTRONUZZI & *alii*, 1993).

I tratti a falesia sono, invece, per lo più regolari; l'Indice di Frastagliatura si attesta su valori di 1,530, mentre la Frequenza di Frastagliatura è di poco superiore a 10 deviazioni per chilometro (¹).

(¹) La definizione ed alcuni esempi di utilizzazione di questi parametri sono riportati in MASTRONUZZI & *alii*, 1992.

Lungo questa fascia costiera, fra i +15 e i -15 metri in più punti sono state individuate piattaforme di abrasione che proteggono il piede della falesia; esse sono in continuità morfologica con solchi di battente e sono separate da piccoli gradini (fig. 4).

Fra le piattaforme di abrasione, la più profonda, limitata verso riva da un gradino alto mediamente poco più di un paio di metri, si estende da 6,5 a 11 m sotto il livello del mare, con un'ampiezza variabile da un paio di metri sino a circa quaranta. Al piede del gradino son presenti in più punti (ad es. presso Torre Santo Stefano) le imboccature di cavità a pianta subcircolare e con forma troncoconica, alte sino ad un paio di metri, sviluppate lungo linee di debolezza strutturale. La superficie di abrasione, priva di vistosi segni di dissoluzione, è coperta da poco estese *mattes* di *Posidonia oceanica* (L.) DELLE alternate a più rare colonizzazioni di *Cymodocea nodosa* (UCARIA) ARSHOUG, *Padina pavonica* (L.) THIVY e *Acetabularia acetabulum* (L.) SILVA; su di essa son presenti anche blocchi frantati dalla retrostante falesia.

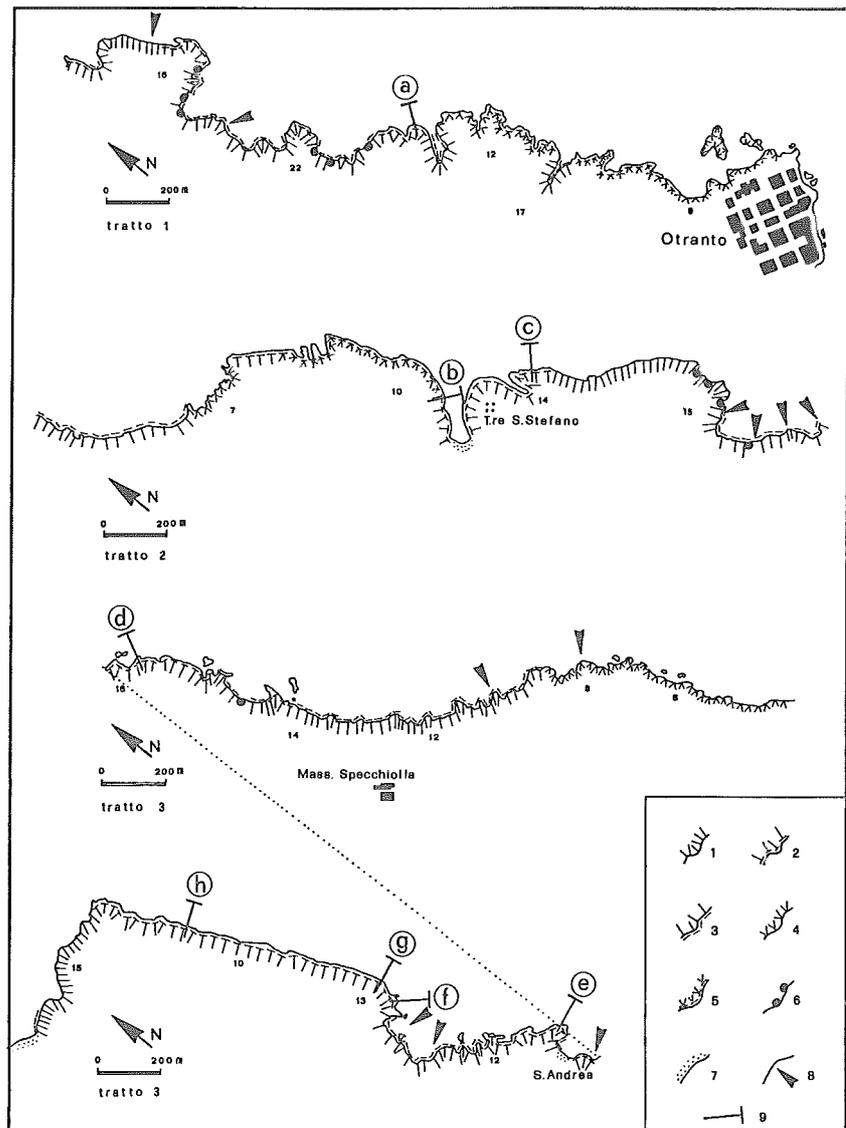
Una seconda piattaforma, ampia fra i 2 e i 6 metri e qua e là coperta da blocchi prodotti dall'arretramento della falesia retrostante, si spinge da 3 a circa 4 m sotto il livello del mare. Essa, in corrispondenza delle insenature, è parzialmente sepolta da sottili e discontinui spessori di sabbie di spiaggia colonizzate da *Padina pavonica*, *Acetabularia acetabulum* e *Cymodocea nodosa*. La sua ripa interna, alta mediamente 3 m, conserva a tratti, in corrispondenza del piede, un solco di battente profondo circa 30 cm.

Altre due piattaforme, separate da un discontinuo gradino alto mediamente mezzo metro, sono osservabili al di sopra dell'attuale livello del mare: una prima fra 1,0 e 2,2 metri di quota, l'altra fra 2,8 e 3 m di quota (fig. 6a); insieme hanno superficie lievemente inclinata verso mare, larga da poco più di 1 m a circa 40 m, costellata di vaschette di corrosione (fig. 6b), in genere allineate lungo fratture.

Nella insenatura di Torre Santo Stefano, al piede del gradino fra queste due piattaforme si osserva un solco di battente

FIG. 3 - Morfologia delle coste rocciose: 1 - falesie attive; 2 - falesie con al piede piattaforma di abrasione emersa; 3 - falesie con al piede piattaforma di abrasione sommersa; 4 - coste digradanti; 5 - coste digradanti con piattaforma emersa; 6 - grotte marine; 7 - insenature sabbiose; 8 - tratti di costa in veloce arretramento; 9 - tracce dei profili riportati in fig. 4.

FIG. 3 - Morphology of rocky coast: 1) active cliff; 2) cliffs with emerged wave-cut platform at the foot; 3) cliffs with submerged wave-cut platform; 4) sloping coast; 5) sloping coast with emerged platform; 6) sea caves; 7) sandy inlet; 8) coastal tracts of coast in speedy retreat; 9) position of the profiles reported in the fig. 4.



non sempre evidente, alto mediamente 0,7 m e profondo non più di 0,4 m, con tracce di attività di organismi litofagi.

La superficie della piattaforma superiore, lungo le zone più esposte, a volte continua regolarmente con il fondo di cavità intagliate al piede della falesia che la borda verso l'interno. Tali cavità, profonde sino a 5-6 metri, hanno forma tronco-conica e profilo longitudinale che va rastremandosi verso l'interno; anche la loro superficie di fondo è segnata da vaschette di corrosione e in parte coperta da blocchi franati dalla volta; sia i blocchi che le vaschette sono coperti da concrezioni calcitiche e depositi di travertino. La stessa piattaforma superiore, nell'insenatura di Torre Santo Stefano (Fig. 4, profilo b), si continua con un solco di battente inciso sulla falesia che la borda verso l'interno. Tale solco si segue, a circa 3 m di quota, per alcune decine di metri lungo tutta la sinistra orografica dell'insenatura (Fig. 6c), mentre in destra, opere

di difesa risalenti alla seconda guerra mondiale lo hanno quasi del tutto obliterato; esso, alto circa 1 m e profondo fino a circa 2 m, è perforato per tutto il suo sviluppo da fori di organismi litofagi.

INQUADRAMENTO CRONOLOGICO

Per inquadrare cronologicamente le forme sopra descritte e per ricostruire la successione degli eventi che le hanno prodotte è necessario richiamare alcune conoscenze di ordine generale e di ordine locale.

Durante il Pleniglaciale, non meno di 21.000 anni fa oggi, il livello del Mare Adriatico si abbassò circa 120 m sotto la sua posizione attuale. In seguito alla deglaciazione lo stesso livello cominciò a sollevarsi fino a raggiungere all'inizio dell'Olocene una posizione intorno ai 40 m sotto

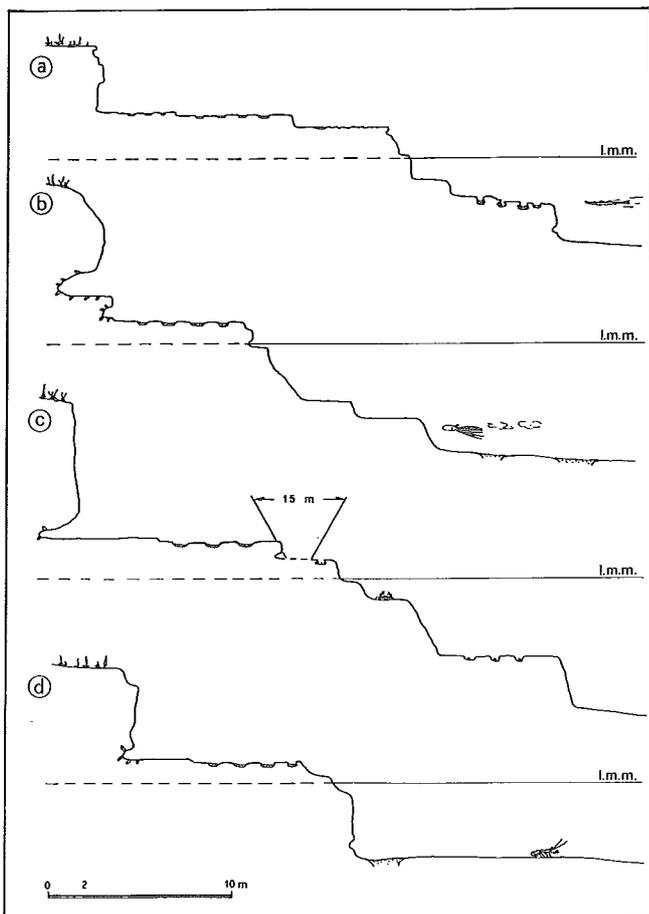


FIG. 4 - Profili significativi rilevati tra Otranto e Torre dell'Orso. La scala verticale è uguale alla scala orizzontale.

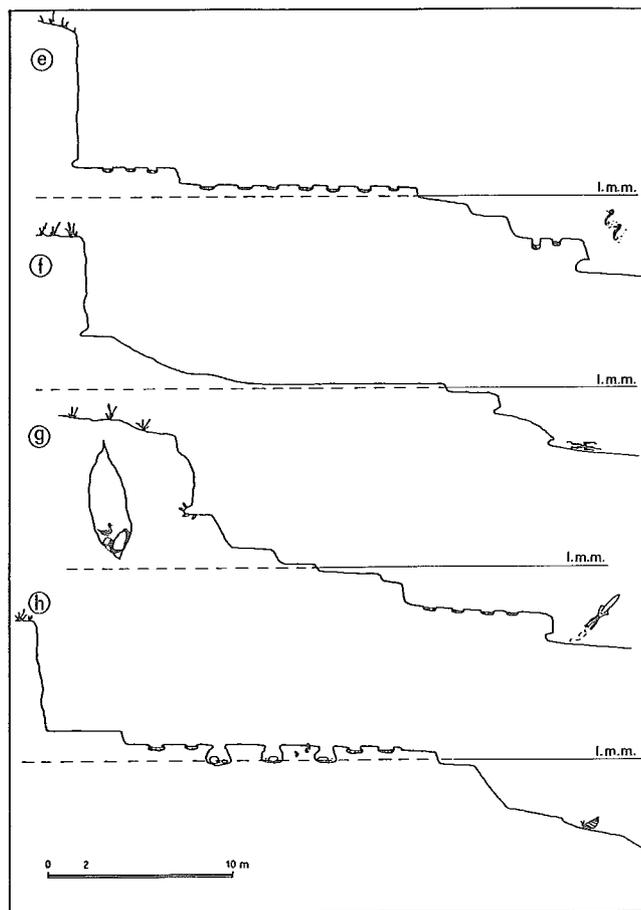


FIG. 4 - Representative profiles recognized along the coast from Otranto to Torre dell'Orso. The vertical scale is like the horizontal scale.

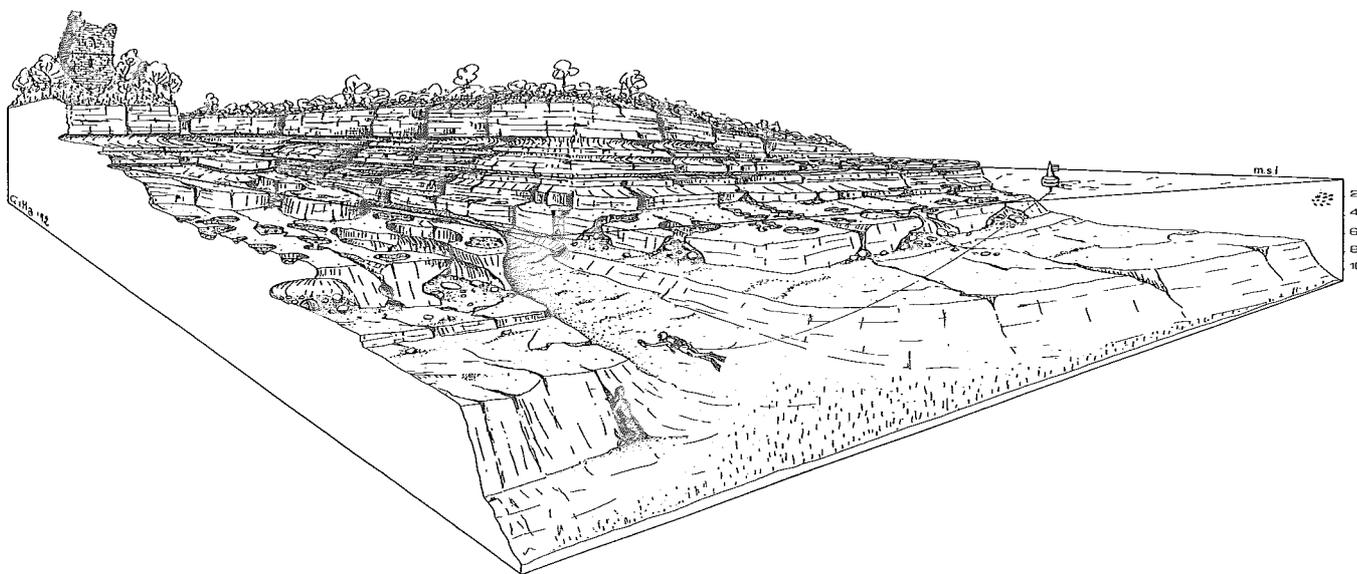


FIG. 5 - Blocco-diagramma schematico della fascia costiera in corrispondenza dell'insenatura di Torre Santo Stefano.

FIG. 5 - Schematic block-diagram of the Torre Santo Stefano coast.

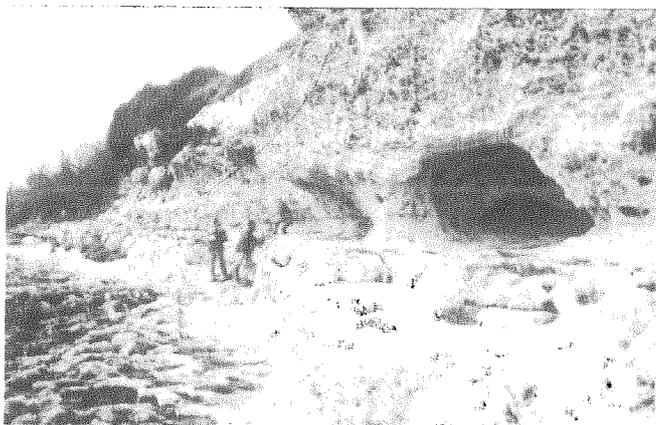


Fig. 6 - a) La piattaforma di abrasione a 3 m di quota presso Torre dell'Orso; b) un aspetto della piattaforma di abrasione di 3 m s.l.m. poco a nord di Torre Santo Stefano; c) le piattaforme di abrasione e un solco di battente in sinistra orografica dell'insenatura di Torre Santo Stefano.

Fig. 6 - a) The wave-cut platform at +3 m in the surroundings of Torre dell'Orso; b) a view of the wave-cut platform recognizable at 3 m a.s.l. in the Torre S. Stefano inlet; c) the wave-cut platform and the notch recognizable on the northern side of the Torre S. Stefano inlet.

il livello del mare attuale (CASSOLI & *alii*, 1978; OLDALE & O'HARA, 1980; BARD & *alii*, 1989; LAMBECK, 1990; ARBOUILLE & STANLEY, 1991; SAITO, 1991).

Quindi, un ulteriore innalzamento, fors'anche intervalato da brevi stazionamenti (FAIRBRIDGE, 1961; CARTER & *alii*, 1986; BELLOTTI & *alii*, 1989; COLANTONI & *alii*, 1990; ANTONIOLI, 1991), portò il mare, in connessione con l'*Optimum Climatico* post-glaciale, sopra il livello del mare attuale (DIONNE, 1988; MYATA & *alii*, 1990; LAMBECK, 1990; BRYANT, 1992).

Successivamente all'*Optimum Climatico*, poi, esso pare essersi limitato a compiere piccole oscillazioni intorno alla posizione già raggiunta (CARTER & *alii*, 1986; MASTRONUZZI & *alii*, 1989; CALDARA & PENNETTA, 1989; COLANTONI & *alii*, 1990; MYATA & *alii*, 1990).

Numerosi dati geologici e morfologici sulla Puglia centrale e meridionale paiono indicare uniforme e concorde comportamento tettonico dell'area delle Murge e del Salento, almeno a partire dall'ultimo interglaciale (CIARANFI & *alii*, 1988; RICCHETTI & *alii*, 1988). A tutt'oggi non esistono ancora dati che possano smentire ne' tanto meno confermare questa ipotesi anche per il solo Olocene. È pertanto possibile che l'area studiata abbia avuto comportamento diverso da quello del lato ionico della penisola salentina, per il quale

è stato calcolato un tasso di sollevamento per gli ultimi 125.000 anni di 0,23-0,18 m/ka nell'area di Taranto e prossimo a 0 più a Sud verso Gallipoli (DAI PRA & HEARTY, 1988).

Ciò premesso, considerato anche che i solchi di battente conservati all'interno delle profonde *rias* modellate durante la regressione würmiana, non possono che esserne successivi, le forme descritte debbono essere attribuite all'Olocene; tale attribuzione è anche suggerita dal loro ottimo stato di conservazione, nonostante esse siano modellate su terreni decisamente friabili.

La successione degli episodi nel corso dei quali si realizzò il modellamento di tali forme può essere ricostruita come di seguito riportato.

La piattaforma di abrasione oggi a -6/-11 m, la più bassa fra quelle a tutt'oggi riconosciute, dovrebbe essere stata elaborata in occasione dello stazionamento del mare verificatosi circa 7500 anni fa.

Circa 1500 anni dopo, in corrispondenza dell'*Optimum climatico*, a seguito di un sollevamento presumibilmente rapido, il mare portò il suo livello medio all'attuale quota di 3 m circa. I tratti di costa più esposti ed instabili subirono un vistoso arretramento, il quale produsse l'estesa piattaforma a quota 3 circa; lungo i tratti meno esposti il moto

ondoso potè modellare un ampio e profondo solco di batte, tutt'ora conservato (MASTRONUZZI & *alii*, 1993).

A quest'episodio seguì un abbassamento del mare di circa un metro e un periodo di stasi sufficiente per erodere parzialmente la piattaforma superiore e modellarne un'altra, poco estesa, intorno a 2 m s.l.m.

L'inquadramento cronologico dell'ultima piattaforma, quella ubicata circa a cavallo dell'isobata 4, è ipotizzabile grazie ai numerosi dati archeologici presenti sulla costa adriatica della Puglia. Fra questi, particolarmente significativi sono quelli relativi alla *civitates* di *Egnatiae*, e alla *mansiones* di *Speluncas*, oggi Santa Sabina, entrambe ubicate a Nord della zona studiata, sul litorale fra Monopoli e Brindisi. Ad *Egnatiae* resti di sepolture greco-messapiche del VII-V secolo a.C. (VLORA, 1975) e quelli delle strutture portuali di età imperiale (FRESCHI & ALLOA, 1980; DI CEGLIE, 1981; DE JULIIS, 1982) completamente sott'acqua (?) indicano che circa 2500 anni fa il mare doveva avere il suo livello medio almeno in corrispondenza della isobata 3. Nella zona qui studiata quella profondità corrisponde grosso modo al margine interno della piattaforma di abrasione riconoscibile circa a -4 m. A parziale sostegno di tale dato è la situazione di *Speluncas*; qui un canale artificiale con copertura a botte, in parte interrato e utilizzato in epoca romana per il deflusso delle acque (COPPOLA, 1977) ha oggi parte del fondo a circa 1.3 m sotto il livello del mare.

Un'ultima oscillazione positiva, iniziata circa 2500 anni fa, avrebbe quindi poi portato il mare alla sua posizione attuale.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONIOLI F. (1991) - *Geomorfologia subacquea e costiera del litorale compreso tra Punta Stendardo e Torre S. Agostino (Gaeta)*. Il Quaternario, 4, 257-274.
- ARBOUILLE D. & STANLEY D.J. (1991) - *Late Quaternary evolution of the Burullus lagoon region, north-central Nile delta, Egypt*. Marine Geol., 99, 45-66.
- BARD E., FAIRBANKS R., ARNOLD M., MAURICE P., DUPRAT J., MOYES J. & DUPLESSY J.C. (1989) - *Sea-level estimates during the last deglaciation based on $\delta^{18}\text{O}$ and Accelerator Mass Spectrometry ^{14}C ages measured in Globigerina bulloides*. Quat. Res., 31, 381-391.
- BELLOTTI P., CARBONI M.G., MILLI S., TORTORA P. & VALERI P. (1989) - *La piana deltizia del fiume Tevere: analisi di facies e ipotesi evolutiva dall'ultimo low stand glaciale all'attuale*. Giorn. Geol., ser. 3, 51 (1-2), 71-91.
- BONFIGLIO L. & DONADEO G. (1982) *Cancer sismondai Mayer nel Pliocene di Torre dell'Orso (Lecce)*. Atti Soc. It. Sc. Nat. Museo Civ. St. Nat. Milano, 123, 355-396.
- BOSSIO A., GUELFI F., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1989) - *Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola salentina. VII - Precisazioni sull'età della formazione di Uggiano La Chiesa nella zona di Otranto*. Quad. Ric. Centro Studi Geotec. Ing., 11, 174-194.
- BRYANT E. (1992) - *Last interglacial and Holocene trends in sea level maxima around Australia: implications for modern rates*. Marine Geol., 108, 209-217.
- CALDARA M. & PENNETTA L. (1989) - *La laguna olocenica in località La Salina presso Castellaneta, Taranto: prime considerazioni stratigrafiche ed ambientali*. Mem. Soc. Geol. It., 42, 119-128.
- CARTER R.M., CARTER L. & JOHNSON D.P. (1986) - *Submerged shorelines in the SW Pacific: evidence for an episodic post glacial transgression*. Sedimentology, 33, 629-649.
- CASSOLI P., SEGRE A.G. & SEGRE E. (1978) - *Evolution morphologique et écologique de la côte de Castro (Pouilles) dans le Pléistocene final*. Colloques Internationaux C.N.R.S., 325-332, Paris.
- CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI G. (1988) - *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centro-meridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 419-460.
- COLANTONI P., PRETI M. & VILLANI B. (1990) - *Sistema deposizionale e linea di riva sommersi in Adriatico al largo di Ravenna*. Giorn. Geol., ser. 3, 52 (1-2), 1-18.
- COPPOLA D. (1977) - *Civiltà antiche nel territorio di Torre S. Sabina (Carovigno-Brindisi). Ricostruzione topografica ed avvicendamenti culturali*. Ricerche e Studi, 10, 47-110.
- DAI PRA G. & HEARTY P.J. (1988) - *I livelli marini pleistocenici del Golfo di Taranto. Sintesi geocronostratigrafica e tettonica*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 637-644.
- DE JULIIS. (1982) - *Archeologia subacquea in Puglia. Bilanci e prospettive*. Arch. Sub., Suppl. 4 Boll. d'Arte, 87-88.
- DI CEGLIE S. (1981) - *Gnathia. Forma della città delimitata mediante la prospezione archeologica*. Lab. Centro Aereofot., Fac. Lettere, Univ. di Bari, 5 tavv.
- DIONNE J.C. (1988) - *Holocene relative sea-level fluctuations in the St. Lawrence estuary, Québec, Canada*. Quat. Res., 29, 233-244.
- FAIRBRIDGE R.W. (1961) - *Eustatic change in sea level*. Physics Chemistry Earth, 4, 99-185.
- FRESCHI A. & ALLOA C. (1980) - *Egnazia: uno studio di storia*. Sesto Continente, 1, 5, 60-65 e 134.
- GIANNELLI L., SALVATORINI G. & TAVANI G. (1966) - *Nuove osservazioni sulle formazioni neogeniche di Terra d'Otranto (Puglia)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., Ser. A, 73, 613-619.
- LAMBECK K. (1990) - *Late Pleistocene, Holocene and present sea-levels: constraints on future change*. Palaeogeog. Palaeoclimatol., 89, 205-217.
- MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & RICCHETTI G. (1989) - *Aspetti dell'evoluzione olocenica della costa pugliese*. Mem. Soc. Geol. It., 42, 287-300.
- MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & SANSÒ P. (1992) - *Esempi di caratterizzazione morfometrica di tratti del litorale roccioso della Puglia*. Atti del XXVI Congr. Geogr. It., Genova 4-9 Maggio 1992, in stampa.
- MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & SANSÒ P. (1993) - *Morphological types of rocky coast on Southeastern Apulia, Italy*. Atti Intern. Coastal Congress - ICC, hiel 7-12 September 1992, 784-797.
- MYATA T., MAEDA Y., MATSUMOTO E., MATSUSHIMA Y., RODDA P., SUGIMURA A. & KAYANNE H. (1990) - *Evidence for a Holocene high sea-level stand, Vanua Levu, Fiji*. Quat. Res. 10, 1-29.
- OLDALE R.N. & O'HARA C.J. (1980) - *New radiocarbon dates from the inner continental shelf of southeastern Massachusetts and a local sea level - rise curve for the past 12000 yr*. Geology, 8, 102-106.
- PALMENTOLA G. (1989) - *Lineamenti geologici e morfologici del Salento leccese*. Quad. Ric. Centro Studi Geot. Ing., Lecce, 11, 7-30.
- RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1988) - *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avampese Apulo*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 57-82.
- SAITO Y. (1991) - *Sequence stratigraphy on the shelf and upper slope in response to the latest Pleistocene - Holocene sea - level changes off Sendai, northeast Japan*. Spec. Publs. Int. Ass. Sediment., 12, 133-150.
- VLORA N.R. (1975) - *Considerazioni sulle variazioni della linea di costa tra Monopoli (Bari) ed Egnatia (Brindisi)*. Ist. Geogr. Fac. Magistero Univ. Bari, ser. 2, 2, 1-64.