

ANALISI DI FACIES DEI DEPOSITI TIRRENIANI (Duna Rossa) AFFIORANTI NELL'AREA DI CASTEL PORZIANO-POMEZIA (Roma) UNA REVISIONE AMBIENTALE

S. Milli⁽¹⁾ - F. Zarlenga⁽²⁾

⁽¹⁾ Dottorato di Ricerca, Dipartimento di Scienze della Terra Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

⁽²⁾ ENEA-CRE, Casaccia - Area Ambiente - Dip.to Analisi ambientale e monitoraggio

RIASSUNTO - *Analisi di facies dei depositi tirreniani (Duna Rossa) affioranti nell'area di Castel Porziano-Pomezia (Roma). Una revisione ambientale.* Il Quaternario, 4(1b), 1991, pp. 233-248 - L'esame stratigrafico-sedimentologico effettuato su due affioramenti (A e B) di depositi tirreniani conosciuti in letteratura come "Duna Rossa" o "Duna Antica", ha rivelato caratteristiche ambientali sostanzialmente differenti rispetto a quelle finora note. In particolare, nell'affioramento A (Cava Tacconi), sono state individuate tre unità stratigrafico-deposizionali (CT₁, CT₂, CT₃) separate tra loro da superfici d'erosione, originatesi per abbassamenti relativi del livello marino. La più bassa di queste unità (CT₁), ha mostrato caratteri di un ambiente marino di spiaggia in progradazione, mentre le altre (CT₂ e CT₃) costituiscono il riempimento di modeste depressioni vallive, con facies essenzialmente di ambiente fluvio-lacustre e/o palustre. Nell'affioramento B, è stata invece individuata un'unica unità, i cui depositi presentano facies che sono state riferite ad un ambiente fluviale a canali intrecciati (*braided*), con una probabile rielaborazione di natura eolica. Da un punto di vista paleogeografico si è potuta così ipotizzare la presenza di una piana costiera, la cui parte interna (verso terra) costituiva una *braided plain*, mentre quella esterna (verso mare) era caratterizzata dalla presenza di una linea di costa, che al tempo della deposizione dell'Unità CT₁ era posta all'altezza dell'affioramento A, in una posizione sostanzialmente parallela alla linea di costa attuale.

ABSTRACT - *Facies analysis of Tyrrhenian deposits (Duna Rossa) outcropping in the Castel Porziano-Pomezia (Rome) area. An environmental revision.* Il Quaternario, 4(1b), 1991, pp. 233-248 - New stratigraphic-sedimentologic studies on the Tyrrhenian deposits known in Latium as "Duna Antica" (Old Dune) or "Duna Rossa" (Red Dune), have shown different environmental characters from those so far known. Particularly in the outcrop A (Cava Tacconi) three stratigraphic-depositional units (CT₁, CT₂ and CT₃) were identified; these are separated by erosion surfaces connected with a relative lowering of sea level. The lowest of these units (CT₁) revealed a progradational beach facies association, while the upper units (CT₂ and CT₃) are the fluvio-lacustrine and marshy facies filling little incised valleys. The outcrop B constitutes a unit with facies related to a braided fluvial environment, in which the sediments were partially elaborated by the winds. From a palaeogeographic point of view it is possible to figure out a coastal plain where the landward part of which represents a braided plain, while seaward, during the sedimentation of CT₁ Unit the coastline was located near the outcrop A, in a position roughly parallel to the present coastline.

Parole-chiave: Sedimentologia, stratigrafia, tirreniano, "Duna Rossa"
Key-words: Sedimentology, stratigraphy, Tyrrhenian, "Duna Rossa"

1. INTRODUZIONE

Nel presente lavoro si prendono in considerazione i depositi affioranti nell'area di Castel Porziano, compresa all'incirca fra il F. Tevere e Pomezia (Fig. 1), noti nella cartografia geologica ufficiale come "Duna Rossa" o "Duna Antica" (F. 149 - 150 - 159 - 170).

Studi di dettaglio sulla "Duna Rossa" così definita da Blanc *et al.* (1953; 1953 a) sono abbastanza numerosi a Sud del Fiume Astura, ove tale formazione venne descritta in una sezione del Canale delle Acque Alte (ex "Canale Mussolini") (Blanc, 1935; 1935a; 1936). L'Autore al di sopra del "Tufo vulcanico litoide" ("lionato") (Gc) descrisse la seguente stratigrafia (Fig. 2):

- spiaggia marina a *Strombus bubonius* (F);
- torba a *Quercus*, *Vitis*, ecc. (E3);
- torba a *Quercus*, *Carpinus*, ecc. (E2);
- torba a *Quercus*, *Carpinus*, *Abies* (E1);
- torba ad *Abies* dominante, con fauna ed industria di tipo musteriano (D);
- sabbie arrossate, a stratificazione "mossa" con fauna (C2);

- sabbia argillosa grigio verdastra, più scura verso la base, la cui superficie forma un suolo ben definito, contenente numerosissime concrezioni e croste calcaree, con fauna ed industrie di tipo musteriano (C1);
- sabbie gialle, con qualche nodulo calcareo e livelli humici alla base (B);
- sabbia arrossata, con noduli ferruginosi ed industria del Paleolitico superiore, di tipo "Grimaldiano". In superficie si raccolgono industrie e ceramica neo ed eneolitiche (A).

Più recenti sono le notizie desumibili dai lavori di Angelucci e Palmerini (1964), Accordi *et al.* (1967), Caloi *et al.* (1989), Gliozzi *et al.* (1985), Sevink *et al.* (1982; 1984). Questi ultimi differenziano nell'ambito della "Duna Rossa" tre complessi, in ordine cronologico: Latina, Minturno e Borgo Ermada, che vengono correlati col Tirreniano, senza escludere per il primo un'età più antica; più di recente parte degli stessi Autori (De Wit *et al.*, 1987), hanno correlato il "Complesso di Latina" con lo stage 15, sulla base di datazioni radiometriche (K/Ar) effettuate sul "Tufo litoide lionato" e sulle pozzolane albane. Tali Autori tuttavia non prendono in conside-

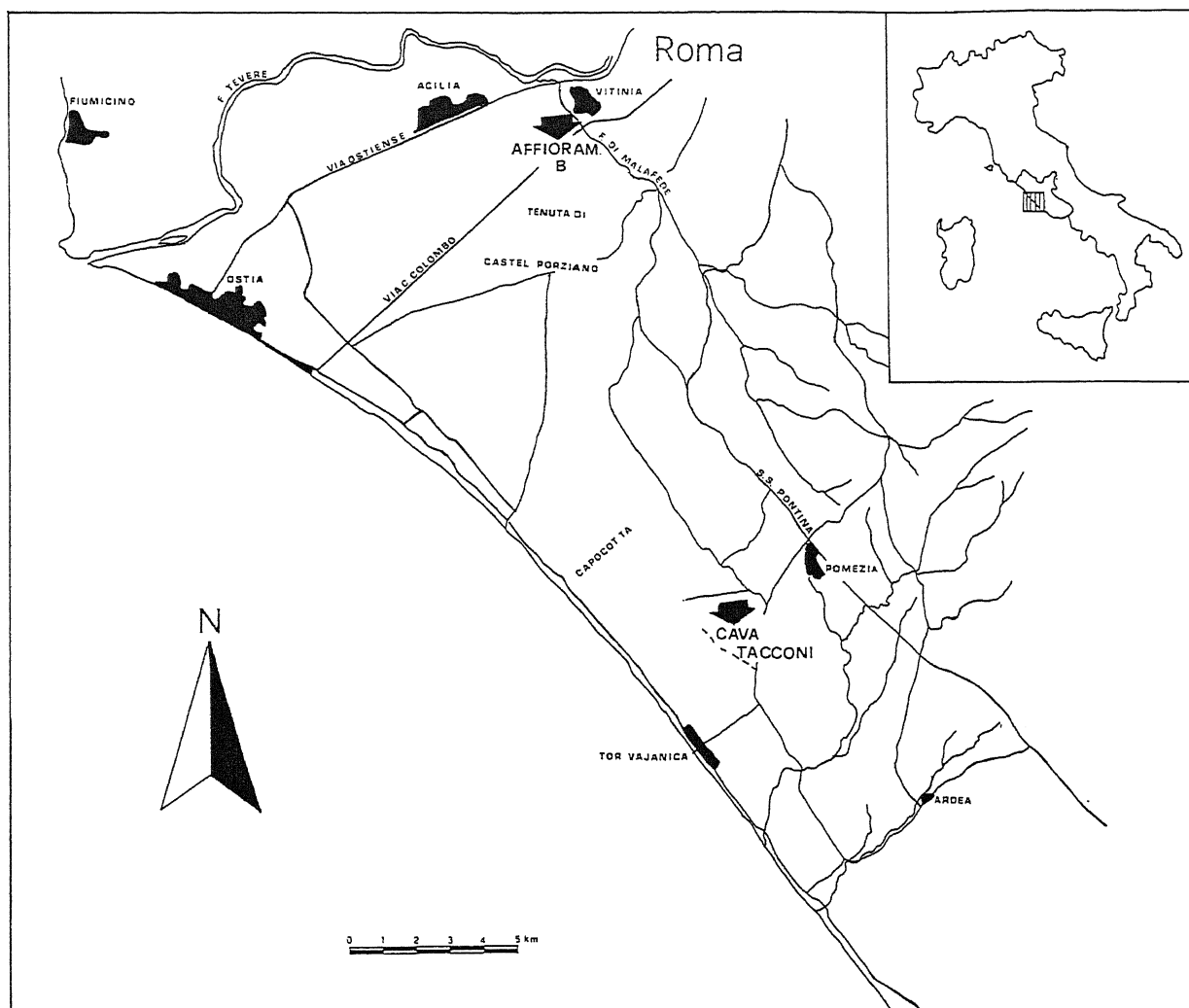


Fig. 1. - Inquadramento geografico e posizione degli affioramenti A e B.
Key map and location of outcrops A and B.

razione il fatto che gli stessi prodotti vulcanici erano stati datati circa 0,350 m.a. (Bernardi *et al.*, 1982) e che queste ed altre datazioni radiometriche, nonché la ricostruzione della stratigrafia avevano indotto Conato *et al.* (1980) a definire la "Formazione di San Cosimato", in seguito correlata per tutta la costa tirrenica (Malatesta & Zarlenga, 1986; 1988) con lo *stage* isotopico 11.

A Nord, in prossimità del Fiume Tevere vengono descritti più o meno estensivamente tali depositi negli studi di Dragone *et al.* (1967), che riconoscono presso C.le Capocotta il seguente profilo:

- sabbia rossa uniformemente sottile, per 14 m;
- intercalazione ricca di ghiaietta silicea, con ciottoli lustrati ed eolizzati per 4 m;
- sabbia gialla ocracea, per 8 m;
- sabbia e ghiaia con grossi ciottoli silicei, per 2 m;
- sabbia cementata (arenaria) per 1 m.

Altri studi sono quelli di Dai Pra (1978), Malatesta (1978) e Conato *et al.* (1980); questi ultimi Autori ricono-

scono due episodi dunari di età differente, sovrapposti a sedimenti sabbioso-ghiaiosi che attribuiscono a due distinti cicli tirreniani correlati con gli *stage* 7 e 5 e. Ete-

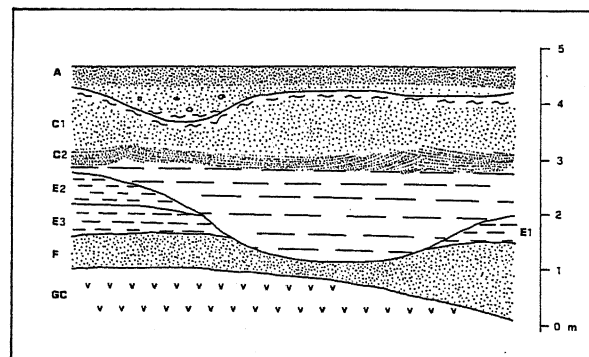


Fig. 2 - Stratigrafia del Canale delle Acque Alte (ex "Canale Mussolini").
Stratigraphy of the "Acque Alte Canal" (ex "Canale Mussolini").

ropici al ciclo più antico sembrano essere i sedimenti continentali che costituiscono la "Formazione di Vitinia".

Sono infine da ricordare gli studi di Dai Pra e Arnoldus (1984) a prevalente carattere geomorfologico-pedologico, e quelli di Malatesta e Zarlenga (1985; 1986; 1986a; 1988) a prevalente carattere geologico.

Per lo studio di dettaglio della stratigrafia di tali depositi sono state prescelte le uniche sezioni osservabili sulla sinistra del Tevere: una nella Cava Tacconi presso Pomezia (affioramento A) e l'altra lungo la Via Cristoforo Colombo, nei pressi dell'ingresso della tenuta presidenziale di Castel Porziano (affioramento B).

2. AFFIORAMENTO A

2.1 Analisi di facies e stratigrafia

La cava Tacconi è ubicata nei pressi di Pratica di Mare (Fig. 3) e la sua stratigrafia è stata oggetto di studi precedenti (Fig. 4), in cui sono stati tracciati i lineamenti geologici dell'area ed un'ipotesi sulla sua evoluzione (Malatesta & Zarlenga, 1985; 1986).

In questa nota sono stati presi in considerazione

solo i depositi tirreniani; quelli conosciuti nella letteratura geologica come "Duna rossa". Questi giacciono in discordanza, con relazione angolare di tipo *onlap*, sia sui sedimenti del Pliocene medio-superiore che su quelli dell'Emiliano. I primi presentano una giacitura N45°E con immersione a NW, i secondi mostrano un assetto strutturale monoclinale con direzione N65°E e immersione a SSE. Il passaggio tra i depositi tirreniani e quelli più antichi avviene mediante una superficie netta ed erosiva. Lo stacco litologico tra i depositi tirreniani prevalentemente sabbiosi e quelli del Pliocene risulta molto evidente in quanto questi ultimi sono costituiti da argille sabbiose grige in cui stata è stata rinvenuta una fauna a foraminiferi e ostracodi che indica nel complesso un ambiente di piattaforma.

I depositi pleistocenici sono rappresentati da una successione, che dove conservata, è spessa 25+30 m e presenta alla base delle sabbie grigie con abbondante malacofauna, che passano verso l'alto ad argille in cui la malacofauna diminuisce gradatamente. L'analisi di quest'ultima (Gliozzi *et al.*, 1986), ha inoltre evidenziato il succedersi di diversi paleoambienti che indicano un approfondimento del bacino di sedimentazione, con

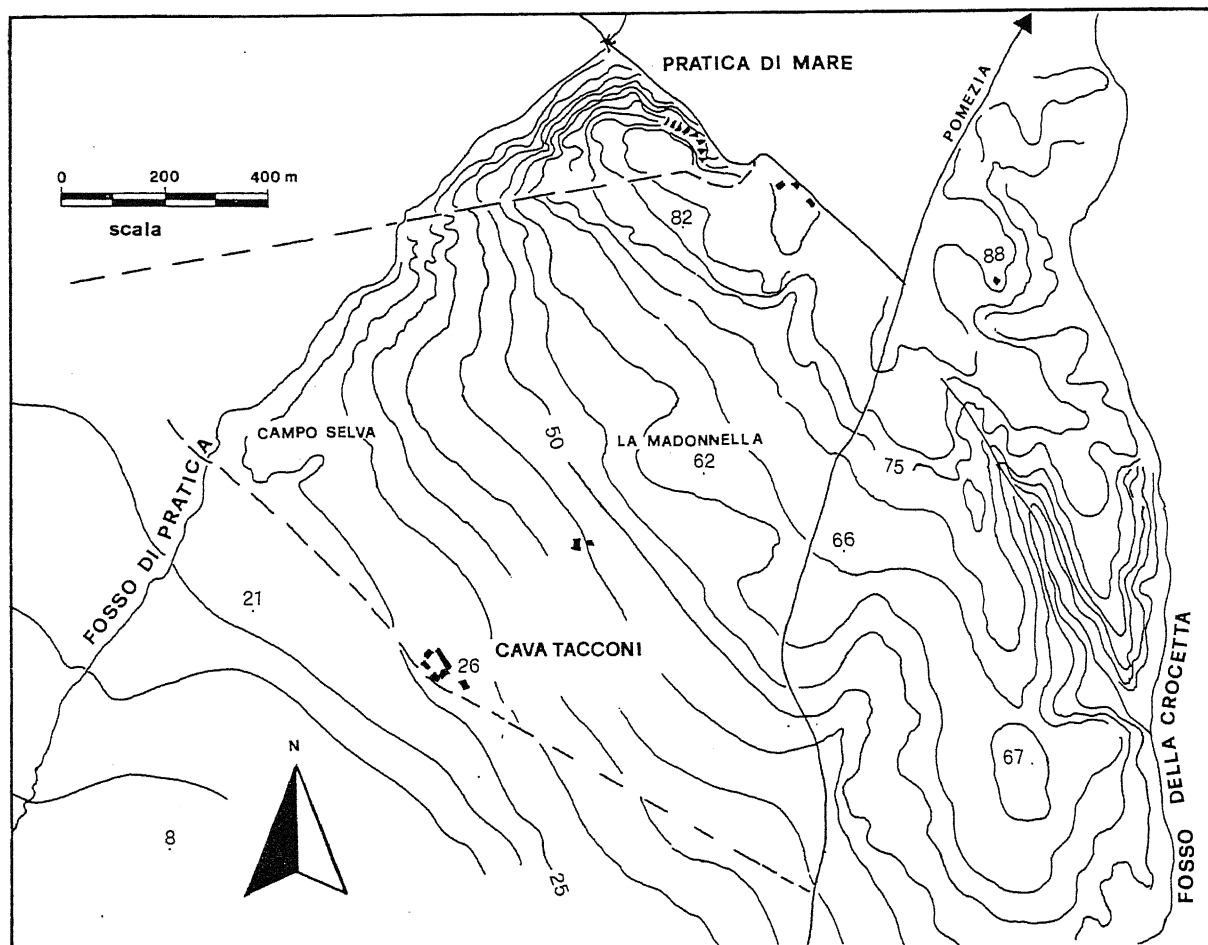


Fig. 3 - Localizzazione geografica dell'affioramento A.
Key map and location of outcrop A.

facies che passano verso l'alto da spiaggia sommersa a piattaforma.

Nei tagli di cava esaminati i sedimenti tirreniani mostrano uno spessore di circa 6 m, sono prevalentemente sabbiosi ed in qualche caso ghiaiosi, hanno una colorazione bruna tendente al rossastro e presentano una elevata percentuale di minerali di origine vulcanica, la cui provenienza è legata alle piroclastiti albane che affiorano nell'area.

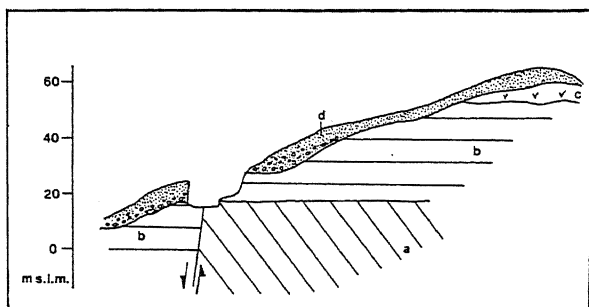


Fig. 4 - Schema dei rapporti stratigrafici nella Cava Tacconi. Legenda: a) Pliocene medio-superiore; b) Emiliano; c) depositi vulcanoclastici; d) Tirreniano.

Stratigraphic relationships at Tacconi Quarry. Legend: a) Middle-Upper Pliocene; b) Emilian; c) volcanoclastic deposits; d) Tyrrhenian.

Internamente questi depositi sono stati suddivisi in tre unità denominate CT₁, CT₂, CT₃, essendo state riconosciute, oltre alla discordanza di base, due superfici di discontinuità stratigrafica che rappresentano superfici di erosione legate ad abbassamenti relativi del livello marino (Fig. 5). Le unità stratigrafico-deposizionali (Bosellini *et al.*, 1989) delimitate da queste superfici, presentano delle associazioni di facies differenti; la più bassa di queste (CT₁) ha caratteristiche di un ambiente marino di spiaggia mentre quelle superiori (CT₂ e CT₃) hanno carattere di ambiente fluvio-lacustre e/o palustre (Fig. 6).

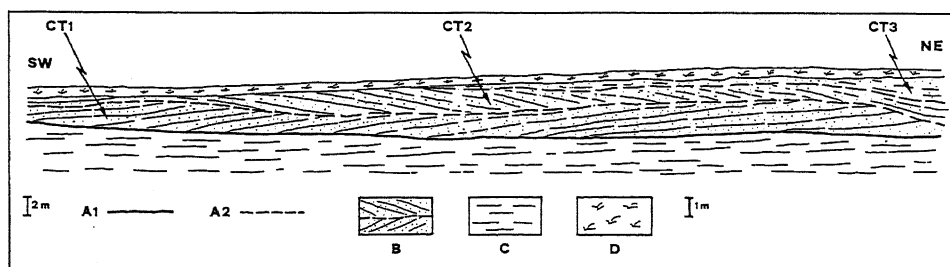


Fig. 5 - Affioramento A. Schema tratto da foto dove sono evidenziate le relazioni stratigrafiche tra i depositi del Pliocene medio-superiore e quelli del Tirreniano. Legenda: A1) superficie di discordanza tra il Pliocene medio-superiore e il Tirreniano; A2) superfici di discordanza interne ai depositi tirreniani; B) geometria interna delle superfici deposizionali presenti nelle Unità CT₁, CT₂, CT₃; C) Pliocene medio-superiore; D) suolo attuale. Poichè la foto inquadra una vista prospettica dell'affioramento, gli spessori risultano doppi sul margine sinistro rispetto a quelli del margine destro.

Outcrop A. Stratigraphic relations between the Middle-Upper Pliocene and Tyrrhenian deposits drawn from a photo. Legend: A1) unconformity between Middle-Upper Pliocene and Tyrrhenian; A2) unconformities in Tyrrhenian deposits; B) depositional surfaces geometry in the CT₁, CT₂, CT₃; Units; C) Middle-Upper Pliocene deposits; D) present soil. The sediments thickness on the left is twice that on the right because of the outcrop perspective view.

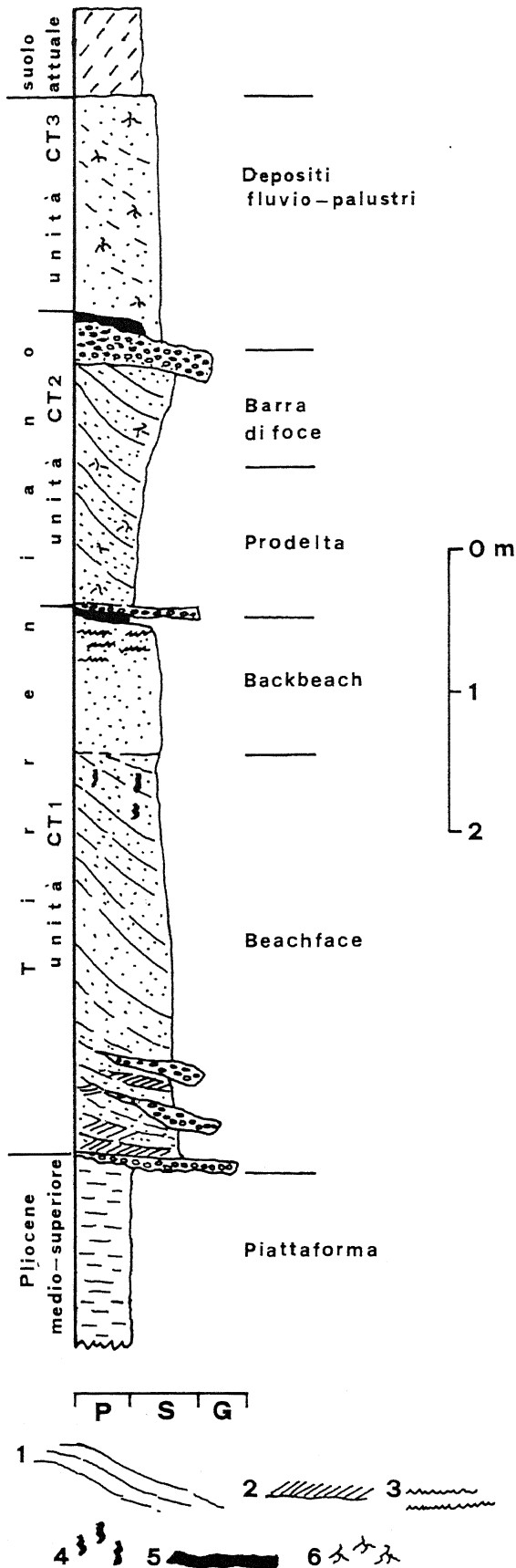
Alcuni campioni raccolti nelle unità prima citate hanno fornito informazioni riguardanti le dimensioni granulometriche, la composizione e per alcuni di essi la quantità di materia organica presente. Per mezzo delle analisi granulometriche sono stati inoltre calcolati gli indici statistici sia attraverso il metodo grafico di Folk & Ward (1957) che quello matematico dei momenti (Krumbein & Pettijohn, 1938), utilizzando un programma per personal computer (Valeri, 1989). La descrizione delle facies segue l'ordine delle tre unità individuate. Per quanto riguarda sia la geometria che lo spessore degli strati è stato fatto riferimento alla classificazione di Campbell (1967).

2.2 Unità CT₁

Questa unità è la più bassa stratigraficamente e poggia tramite una superficie netta ed erosiva sia sui depositi del Pliocene medio-superiore che su quelli dell'Emiliano. Il suo spessore, che si aggira in affioramento sui 2+3 m, è variabile in relazione all'andamento delle superfici che la delimitano inferiormente e superiormente; tuttavia esso tende ad aumentare in direzione SW.

Lungo il fronte di cava, orientato N35°E ed esteso un centinaio di metri, si riconosce una clinostratificazione a grande scala (Fig. 7), costituita da superfici di accrezione frontale (progradazione) che immergono verso mare (SW) con una inclinazione di 4+5°.

I depositi appartenenti a questa unità costituiscono una sequenza di facies, che pur di modesto spessore, ha permesso di interpretare questi sedimenti come depositi in un ambiente di spiaggia microtidale (Hayes, 1979). In questa nota seguendo le indicazioni di Bourgeois & Leithold (1984) e Massari & Parea (1988), è stata utilizzata una terminologia geomorfologica suddividendo così la spiaggia, almeno per quanto riguarda i depositi considerati in *beachface* e *backbeach*.



Il limite inferiore della sequenza è marcato da un *lag* basale discontinuo (Fig. 8), spesso 20+30 cm, costituito da ciottoli calcarei e silicei di diverse dimensioni, immersi in una matrice sabbiosa. Questo *lag*, che è stato rinvenuto alla base in diverse sequenze di spiagge fossili (Dupré, 1984; Clifton, 1981; Mc Cubbin, 1982; Moslow, 1983; Leithold & Bourgeois, 1984; Hunter *et al.*, 1984; Massari & Parea, 1988), costituisce un deposito che veniva selezionato dal moto ondoso nella zona del surf e marca una superficie di erosione, legata alla fase trasgressiva connessa al sollevamento relativo del livello marino (shoreface retreat di Bruun, 1962 e Swift, 1975).

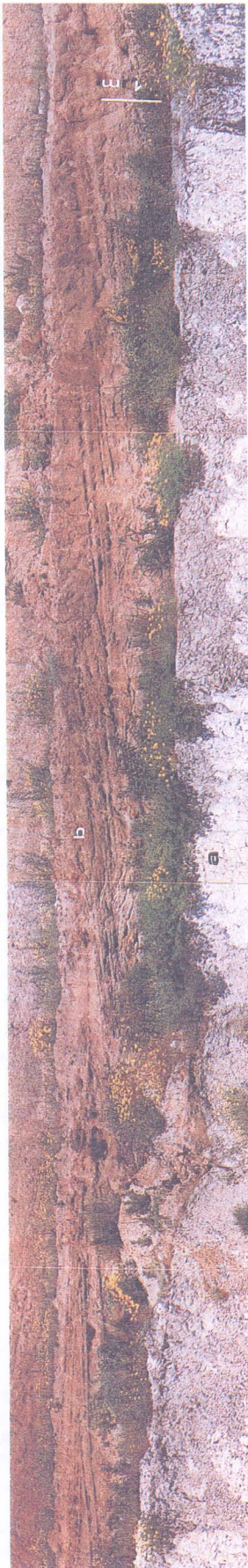
Per quanto riguarda la litologia dei ciottoli, pur riflettendo una loro provenienza appenninica, non è stato possibile distinguere da quali formazioni derivino specificatamente, anche se con molta probabilità, essi risultano ripresi da successioni sedimentarie deposte precedentemente a quella da noi esaminata.

2.2.1 Beachface

Con questo termine è stata indicata tutta la zona della spiaggia inclinata verso mare, compresa tra la berma più alta e la spiaggia sommersa (*shoreface*). In questo caso, tenuto anche conto dell'escursione di marea che non doveva essere dissimile da quella attuale e pertanto di circa 20 cm, la *beachface* comprende sia una parte della spiaggia perennemente sommersa, sia la battigia vera e propria completamente emersa durante le fasi di bassa marea. Sono state distinte due facies che occupano rispettivamente le due posizioni morfologiche corrispondenti alla parte inferiore e superiore della *beachface*. La parte più bassa, che corrisponde alla base del pendio della spiaggia, è costituita da sabbie medio-grossolane moderatamente selezionate, associate a ghiaie che raggiungono dimensioni massime di 2+3 cm di diametro. Gli strati, sottili e medi, hanno superfici di stratificazione ondulate non parallele che possono dar luogo a dei corpi lenticolari prevalentemente ghiaiosi di modesta dimensione. Questi ultimi presentano internamente o delle mal definite gradazioni normali (Fig. 9), senza una orientazione preferenziale dei ciottoli, o una disposizione caotica. Il contenuto in matrice sabbiosa è elevato, mentre composizionalmente i ciottoli risultano di natura selciferi e subordinatamente calcarea, anche per questi valgono le medesime considerazioni fatte in precedenza.

Fig. 6 - Affioramento A. Sezione stratigrafica e interpretazione ambientale. Legenda: 1) clinostratificazione a grande scala; 2) laminazione obliqua; 3) livelli di pedogenesi (subsoil lamellae); 4) tracce fossili a sviluppo verticale; 5) paleosuolo; 6) radici di piante.

Outcrop A. Stratigraphic relations and environmental interpretation. Legend: 1) large scale clinostratification; 2) oblique lamination; 3) subsoil lamellae; 4) subvertical fossil traces; 5) paleosol; 6) roots of plants.



Una stima visiva ha permesso di valutare che la loro forma prevalente, utilizzando la terminologia di Zingg (1939), ricade in quella equidimensionale, anche se con bassa sfericità, mentre per quanto riguarda l'arrotondamento risultano da subangolosi a subarrotondati (Powers, 1953). Nel complesso queste ghiaie si presentano poco selezionate, indicando così la probabile presenza di una vicina zona di apporto fluviale e/o una scarsa selezione operata dal moto ondoso.

Gli strati sabbiosi presentano internamente una predominanza di laminazioni oblique con inclinazioni che raggiungono in alcuni casi anche i 20° di pendenza. Le lamine immergono prevalentemente verso NE (verso terra) e hanno un contatto basale di tipo angolare con la superficie di stratificazione. Questi depositi costituiscono o degli accumuli locali (barre) o sono il risultato di forme di fondo asimmetriche a media scala (*mega-ripples*); la presenza di queste strutture determina inoltre una morfologia ondulata e irregolare.

In sezione perpendicolare alla direzione della paleolinea di riva che in quel punto era orientata circa NW-SE sono state rinvenute inoltre delle modeste superfici di canalizzazioni (scour) che sono state interpretate come dei *rip channels*.

La parte superiore della *beachface*, spessa circa 1+1,5 m, è costituita da sabbie fini ben selezionate, con intercalati, a diversi livelli, dei sottili allineamenti di piccoli ciottoli; in questa zona è ben visibile la geometria clinostratificata del corpo sabbioso (Fig. 7). Internamente agli strati si individuano dei *set* prevalentemente cuneiformi costituiti da lamine piano-parallele; frequenti sono le gradazioni inverse.

Sono state inoltre riscontrate delle bioturbazioni, rappresentate esclusivamente da tane di organismi a prevalente sviluppo verticale.

2.2.2 Backbeach

Questa zona rappresenta la parte di spiaggia emersa e mostra un passaggio con quella sottostante di *beachface* sia netto che transizionale. Essa è rappresentata da una unica facies, caratterizzata da sabbie medio-fine moderatamente selezionate, e presenta spessori nell'ordine del metro; superiormente fa passaggio ad un paleosuolo. Non si riconosce alcuna stratificazione, solo localmente e per spessori dell'ordine dei 30 cm si osservano dei livelli spessi pochi millimetri, estremamente irregolari e ondulati, che sono costituiti da minerali argillosi e ossidi di ferro (*subsoil lamellae*).

Fig 7 - Clinostratificazione a grande scala nei depositi marini dell'Unità CT₁. Legenda: a) Argille del Pliocene superiore; b) sabbie e ghiaie del Tirreniano.

Large scale clinostratification in the CT₁ Unit marine deposits. Legend: a) Upper Pliocene clay; b) Tyrrhenian sand and gravel.

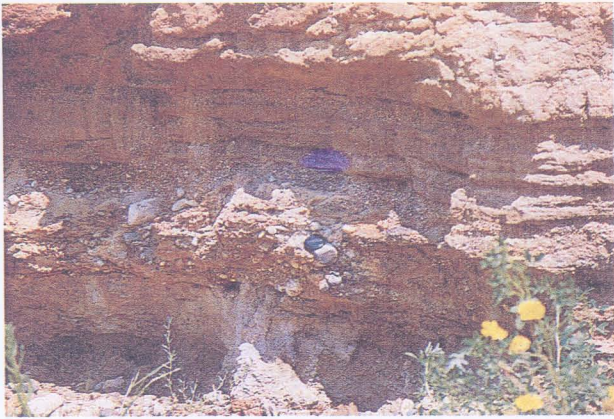


Fig. 8 - Lag trasgressivo alla base dell'Unità CT₁.
Transgressive lag at the CT₁ Unit base.

Il termine *backbeach* è stato qui usato in senso molto ampio, per indicare sostanzialmente un'area di retrospiaggia dove i sedimenti deposti e abbandonati grazie all'azione del moto ondoso e sicuramente rielaborati dal vento, venivano colonizzati dalle piante, notevolmente bioturbati, e in parte pedogenizzati. Questa azione sarebbe confermata sia dalla mancanza di strutture sedimentarie meccaniche, sia dalla presenza delle *subsoil lamellae (dissipation structures)* di Bigarella, 1975; 1979) (Fig. 10) che costituiscono dei livelli di pedogenesi, particolarmente comuni nei suoli sabbiosi (Dijkerman *et al.*, 1967).

Un campione prelevato in questi depositi ha indicato un contenuto di materia organica intorno al 4%, mettendo così in evidenza una probabile fase di pedogenesi. Strutture di questo tipo sono state descritte inoltre in depositi dunari da Hunter *et al.* (1984).

2.2.3 Interpretazione

Nel riassumere i caratteri dell'unità CT₁, possiamo dire che nel complesso l'organizzazione e l'associazione delle facies è ascrivibile ad una spiaggia in progradazione, con una linea di riva non dissimile, per orientazione, da quella attuale che veniva alimentata da uno o più piccoli corsi d'acqua. Le due facies appartenenti alla *beachface* e la loro organizzazione, permettono di ipotizzare che il contesto di spiaggia considerato doveva essere del tipo dissipativo (Wright *et al.*, 1979; Wright & Short, 1984) con una zona di traslazione ed una serie di barre parallele alla linea di riva.

L'azione del moto ondoso sulla parte alta della *beachface* (in parte corrispondente alla battigia vera e propria), determinava condizioni di regime super critico e la formazione di laminazioni piano-parallele e gradazioni inverse (Clifton, 1969; 1976). Durante gli eventi di tempesta, questa zona era particolarmente soggetta a forte erosione che determinava la diminuzione del pendio della spiaggia e l'allontanamento del materiale eroso verso mare. Buona parte degli strati ghiaiosi presenti alla base della *beachface* possono essere stati depositi attraverso

questo meccanismo anche se non è da escludere, in qualche caso, una messa in posto legata a piene di piccoli e locali corsi d'acqua.

Gli strati sabbiosi con laminazione obliqua immergente verso terra dovrebbero invece rappresentare delle barre che migravano verso riva successivamente alle fasi di acme delle tempeste, al fine di ricostituire il pendio deposizionale della spiaggia durante le condizioni di normale moto ondoso (Clifton *et al.*, 1971; Duprè, 1984; Massari & Parea, 1988). Durante le tempeste le correnti di risucchio risultavano inoltre particolarmente attive, tanto da poter erodere il fondo e dar luogo alla formazione di *rip channels* che diventavano così zone preferenziali di transito per il trasporto di sedimenti nella spiaggia sommersa.

La sequenza di facies riscontrata è limitata alla base da una superficie di trasgressione (marcata da un lag di ciottoli) ed al tetto da una superficie d'erosione. Lo spessore di sedimenti che si è andato formando, costituisce il prodotto di una regressione deposizionale che si è sviluppata durante una fase di risalita del livello marino.

2.3 Unità CT₂

L'unità CT₂ è spessa circa 2 m; è limitata alla base



Fig. 9 - Depositi ghiaiosi alla base della *beachface*.
Gravel deposits at the *beachface* base.

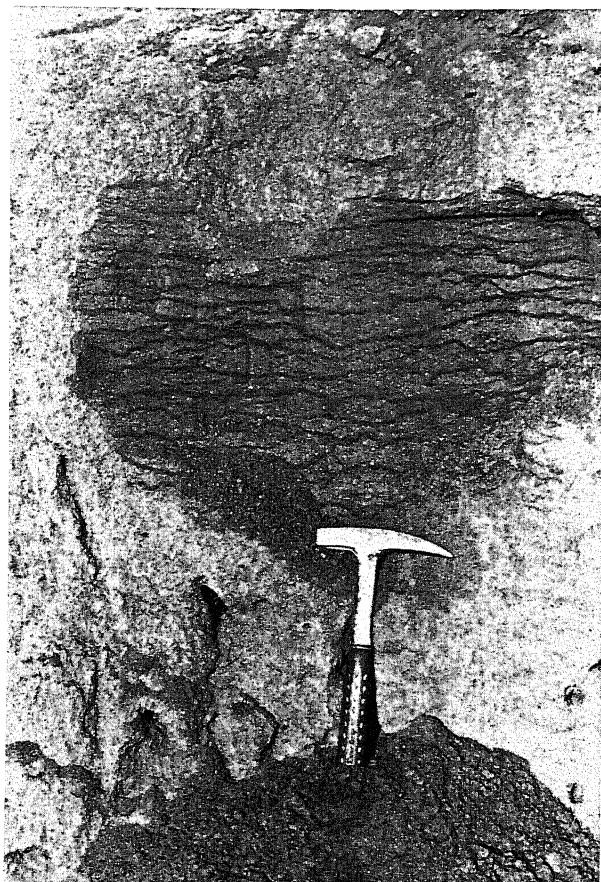


Fig. 10 - Livelli di pedogenesi (subsoil lamellae) nei depositi di backbeach.

Subsoil lamellae in backbeach deposits.

dalla superficie d'erosione che la separa dall'unità CT₁ mentre al tetto, o si rinviene direttamente il suolo attuale, oppure un paleosuolo discontinuo sotto il quale è presente la superficie d'erosione che la separa dall'unità CT₃ (Fig. 5). È evidente che questo spessore non è molto indicativo poiché l'entità dell'erosione prodotta in più fasi, sia prima della deposizione dell'unità CT₃, sia successivamente, non ha lasciato molti indizi sull'associazione di facies che si era costituita originariamente. Ciò nonostante è possibile fare alcune considerazioni basandosi sui dati a disposizione.

Alla scala dell'affioramento quello che si nota è un corpo sedimentario a forma di cuneo, che si apre da SW verso NE, per essere poi troncato dalla superficie d'erosione relativa all'Unità CT₃. Internamente presenta una stratificazione obliqua a grande scala che immerge verso NE.

Da un punto di vista delle facies, è possibile riscontrare due situazioni differenti che caratterizzano la zona marginale verso SW e quella più interna verso NE. Nella prima si individua una sequenza positiva (*fining upward*) che dal basso verso l'alto presenta:

1) un *lag* basale, costituito da ciottoli fini, al di sopra di

una superficie d'erosione;

- 2) un metro di sabbie medio-fini in cui è evidente la stratificazione obliqua a grande scala immergente verso NE che passano verso l'alto, transizionalmente, a
- 3) peliti sabbiose, omogenee, con un notevole contenuto di materia organica e detriti vegetali; segue il suolo attuale. Più spostati verso NE si riscontra invece una sequenza negativa (*coarsening upward*) che presenta dal basso verso l'alto:
 - a) *lag* basale di ciottoli sulla superficie d'erosione;
 - b) peliti sabbiose con stratificazione obliqua a grande scala immergente verso NE e con un notevole contenuto in materia organica, passanti verso l'alto, transizionalmente, a
 - c) sabbie medio-fini omogenee senza evidenze di strutture sedimentarie. Queste ultime a loro volta hanno al tetto
 - d) uno strato spesso circa 20+30 cm di ghiaie medio-fini e medie a ciottoli arrotondati, disperse in una matrice sabbioso-pelitica; segue il suolo attuale. Lo strato di ghiaia aumenta di spessore verso NE e viene successivamente troncato dalla superficie d'erosione legata all'unità CT₃.

Questa situazione è meglio sintetizzata in Fig. 11 dove si evidenziano le relazioni tra le litofacies prima descritte.

2.3.1 Interpretazione

Le facies riscontrate rappresentano dei depositi continentali che costituiscono il riempimento di modeste incisioni vallive, create in seguito all'abbassamento del livello del mare e successivamente riempite durante e dopo la fase di sollevamento di quest'ultimo.

L'esame delle facies permette così di ipotizzare che queste depressioni vallive erano occupate da modesti corsi d'acqua i quali, localmente, come nel caso in questione, potevano costruire dei piccoli apparati deltizi in aree dove si erano creati specchi d'acqua lacustri e/o palustri. Il riempimento di quest'ultimi avveniva mediante la progradazione di piccoli delta che sviluppavano facies di piana deltizia, rappresentate da paludi erbacee, fronte deltizio (barre di foce) e di prodelta.

L'entità dell'abbassamento relativo del livello marino deve essere stato comunque di poca entità a giudicare dal contrasto di facies esistente tra i depositi sommitali appartenenti all'unità CT₁ e quelli basali dell'unità CT₂. Questi ultimi infatti anche se più spostati verso l'interno (verso terra), dovevano costituire i probabili ambienti sedimentari, equivalenti laterali dell'ambiente marino di spiaggia riconosciuto nell'unità CT₁.

Il paleosuolo presente al tetto dell'unità CT₂ risulta molto evoluto mettendo così in evidenza che tra le unità CT₂ e CT₃ è intercorso un periodo di tempo relativamente lungo (Anselmi *et al.*, 1991).

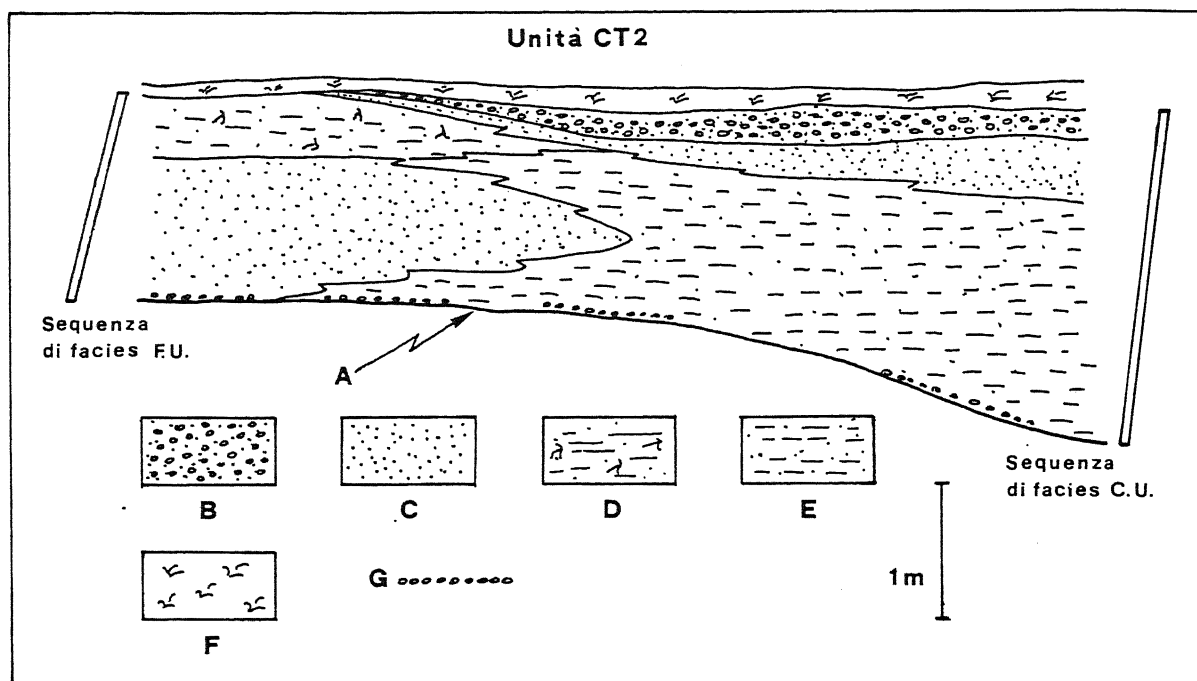


Fig. 11 - Affioramento A. Relazioni stratigrafiche e di facies tra i depositi dell'Unità CT₂. Legenda: A) superficie di discordanza che separa l'unità CT₂ dalla sottostante CT₁; B) ghiaie sabbiose (depositi alluvionali); C) sabbie medio-fini (barra di foce deltizia); D) peliti sabbiose palustri; E) peliti sabbiose palustri e di prodelta; F) suolo attuale; G) lag basale di ciottoli fini.

Outcrop A. Stratigraphic and facies relations in Unit CT₂. Legend: A) unconformity between CT₂ and CT₁ Units; B) sandy gravel (alluvial deposits); C) fine- to medium-grained sand (deltaic mouth bar); D) marshy sandy mud; E) sandy mud (lake and prodelta deposits); F) present soil; G) basal lag of gravel.

2.4. Unità CT₃

Questa unità è, purtroppo, poco rappresentata in affioramento.

Essa è spessa circa 2 m ed è limitata alla base da una superficie di erosione che tronca sia i depositi dell'unità CT₁ che quelli dell'unità CT₂, mentre al tetto è presente il suolo attuale.

E' stata riconosciuta una unica litofacies che è costituita da sabbie fini, mal classate e omogenee.

L'intero pacco di sedimenti presenta un discreto contenuto di materia organica e radici di piante per cui è ipotizzabile che la mancanza di strutture sia legata ad una intensa bioturbazione.

2.4.1 Interpretazione

La formazione di questa unità sarebbe avvenuta con lo stesso meccanismo visto per l'unità CT₂, mentre, la facies che la caratterizza è stata interpretata come un deposito continentale fluvio-lacustre e/o palustre che si formò nel medesimo contesto deposizionale. La sua struttura originaria venne comunque notevolmente rielaborata dagli apparati radicali delle piante che bioturbarono quasi completamente il sedimento originario.

3. AFFIORAMENTO B

3.1 Analisi di facies e stratigrafia

Questo affioramento è localizzato lungo la via Cristoforo Colombo, nei pressi dell'ingresso della tenuta presidenziale di Castel Porziano (Fig. 12).

Il substrato pretirreniano su cui poggia l'insieme dei depositi definiti come "Duna Antica" è rappresentato sia dai terreni di età medio-pleistocenica, affioranti al Colle Trafusina e appartenenti alla "Formazione di Ponte Galeria", sia dai depositi vulcanoclastici albanici, presenti in località Le Grotte, e noti in letteratura come "Tufo litoide lionato" (Auct.) o "Terza colata piroclastica del Tuscolano-Artemisio" di De Rita *et al.*, (1988). L'esame di questi due affioramenti ha permesso di ricostruire i probabili rapporti stratigrafici tra le formazioni considerate (Fig. 13), mettendo così in evidenza sia la presenza di una profonda superficie di erosione che tronca i depositi della "Formazione di Ponte Galeria", sulla quale poggia una potente bancata di tufo lionato, sia l'appoggio discordante che i depositi tirreniani presentano rispetto alle formazioni sottostanti. Questi ultimi hanno uno spessore di 7+8 m e si estendono per un lunghezza di almeno 50 m. A differenza di quanto visto nella cava

Tacconi, essi costituiscono un'unica unità in cui l'associazione di facies riscontrata è stata attribuita ad un ambiente fluviale a canali intrecciati (*braided*), con una probabile influenza legata all'azione eolica (Fig. 14).

Lungo la verticale dell'affioramento sono stati prelevati 8 campioni, sui quali sono state realizzate sia analisi granulometriche che composizionali; le litofacies riconosciute sono costituite da sabbie medie e finissime con un grado di classazione che varia da poco a moderatamente selezionate.

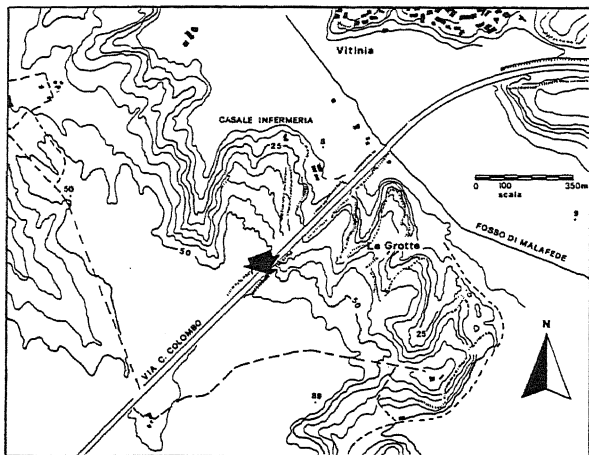


Fig. 12 - Localizzazione geografica dell'affioramento B.
Key map and location of outcrop B.

L'analisi diffrattometrica ha evidenziato la presenza di quarzo, feldspati, minerali pesanti, tra cui prevale il diopside, e minerali argillosi. Quest'ultimi sono in genere rappresentati da smectite, illite e caolinite.

L'unità che stiamo considerando (Fig. 15) è stata suddivisa in due parti, sulla base dei caratteri delle facies riscontrate. La parte basale, di cui non si vede il limite inferiore, è spessa 2,20 m e costituisce un'unica facies; essa è costituita da sabbie medie verso il basso che passano a fini nella parte alta, mettendo così in evidenza una generale tendenza alla diminuzione granulometrica. La stratificazione è praticamente indistinta, con solo qualche relitto che non dà alcuna indicazione significativa. Sono state riscontrate numerose tracce di bioturbazione dovute soprattutto a radici di piante, che hanno quasi completamente omogenizzato il sedimento, distruggendo quella che era l'originaria strutturazione interna. Questo processo si è potuto verificare, molto probabilmente in modo intermittente allorché questa zona veniva abbandonata a causa della migrazione della corrente fluviale, esposta in condizioni subaeree e successivamente colonizzata dalle piante.

Nella parte superiore sono stati riscontrati principalmente due tipi di depositi i quali presentano differenti caratteri:

1) il primo tipo è rappresentato da sabbie medie e fini, moderatamente selezionate, che internamente pre-

sentano superfici di stratificazione curve non parallele. Esse delimitano dei corpi spessi mediamente 30+50 cm, che hanno larghezze variabili da 3 a 10 m. La loro base è una superficie d'erosione sulla quale si riscontra sia una granulometria più grossolana, rappresentata essenzialmente da granuli, sia delle concentrazioni di minerali pesanti. L'insieme di questi corpi sabbiosi determina nel complesso una geometria più o meno tabulare, in cui si riscontra dal basso verso l'alto una progressiva diminuzione granulometrica.

Localmente sono stati riscontrati dei *ripples* rampicanti (*climbing ripples*) la cui forma è assimilabile al tipo B di Jopling & Walker (1968). Essi si rinvengono lateralmente ai depositi prima menzionati e, quando non troncati dalle superfici di erosione, passano verso l'alto a sabbie fini e finissime a laminazione piano-parallela che al tetto presentano indizi di pedogenesi. Questi ultimi sono rappresentati da livelli millimetrici irregolari e ondulati che composizionalmente sono costituiti da minerali argillosi e ossidi di ferro, del tutto simili a quelli riscontrati nella cava Tacconi e interpretati come subsoil lamellae o *dissipation structures* (Bigarella *et al.*, 1975; 1979);

2) il secondo tipo è costituito da sabbie finissime poco selezionate con elevata percentuale di pelite (>35%) che costituiscono dei corpi molto sottili spessi 10+20 cm. Internamente, presentano una associazione di *ripples* rampicanti (tipo B di Jopling & Walker, 1968) e di *ripples* sinusoidali mentre composizionalmente, oltre ai minerali già citati in precedenza, si rinvengono le miche, la cui presenza, soprattutto da un punto di vista idrodinamico, sta ad indicare che alla trazione era accompagnata anche una fase di decantazione.

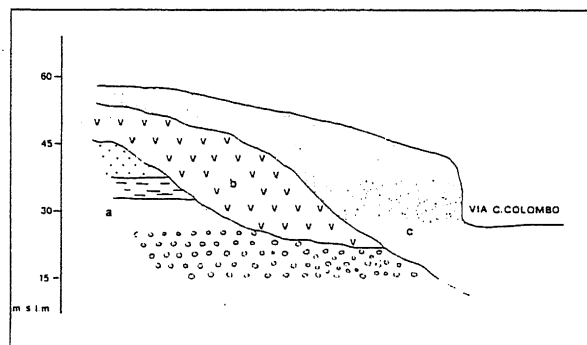


Fig. 13 - Schema dei rapporti stratigrafici nell'area di Castel Porziano. Legenda: a) "Formazione di Ponte Galeria"; b) "Tufo litoide lionato"; c) Tirreniano.

Stratigraphic relations in the area of Castel Porziano. Legend: a) "Ponte Galeria Formation"; b) "Tufo Litoide Lionato"; c) Tyrrhenian.

Lo spessore che hanno questi depositi è abbastanza modesto, tuttavia bisogna tener conto che si tratta di sequenze incomplete, soprattutto a causa dell'erosione che caratterizza gli ambienti fluviali a canali

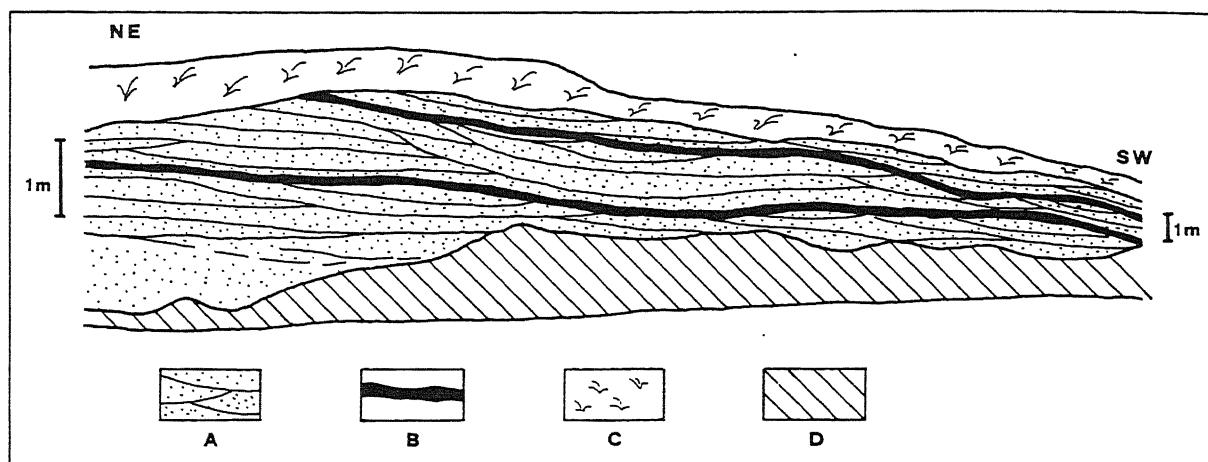


Fig. 14 - Affioramento B. Schema tratto da foto dove sono evidenziati i due elementi principali riscontrati in questi depositi fluviali di tipo braided. Legenda: A) canali e loro relativo riempimento; B) depositi di tracimazione legati ad eventi di piena. C) suolo attuale; D) detrito.

Outcrop B. Scheme drawn from a photo, where braided river deposits are shown. Legend: A) channel fill; B) overbank deposits; C) present soil; D) slope debris.

intrecciati, dove le variazioni delle portate e la migrazione dei canali costituiscono il motivo dominante (Williams & Rust, 1969; Miall, 1977; Collison, 1978; Walker & Cant, 1984).

3.2 Interpretazione

I depositi che costituiscono questa unità, tranne che nella parte basale dove il sedimento è quasi completamente omogenizzato a causa della notevole bioturbazione, sono caratterizzati da alcuni elementi architettonici (Miall, 1985), come canali (CH), forme di fondo sabbiose (SB) che costituiscono il riempimento sabbioso dei canali (barre) e depositi di tracimazione (OF). Quelli del primo tipo rappresentano il riempimento di canali intrecciati poco profondi e molto svasati, con un rapporto larghezza/profondità in genere superiore a 100. I canali incidevano delle sponde costituite da sabbia non consolidata per cui l'erosione laterale era abbastanza sviluppata; questo ha dato luogo inoltre alla geometria tabulare che caratterizza nel complesso questi depositi.

La sezione esaminata doveva, almeno nel tratto considerato, essere all'incirca perpendicolare alla direzione di scorrimento della corrente, come emerge dalle indicazioni fornite dalla geometria delle superfici di canalizzazione.

Associate a questi depositi ci sarebbero inoltre delle facies di argine, caratterizzate dalla presenza di *ripples* rampicanti e da livelli di pedogenesi ad essi associati.

I depositi del secondo tipo, tenuto conto della geometria tabulare che essi presentano, dovrebbero costituire il prodotto di una corrente non canalizzata (*sheet flow*) e quindi come tale rappresentare una facies di tracimazione legata ad eventi di piena fluviale. In questo caso sui sedimenti, durante le fasi declinanti delle piene,

prevalevano le azioni combinate di trazione e decantazione.

L'interpretazione ambientale di questi depositi sembra indicare l'esistenza di una *braidplain*, probabilmente estesa, in cui scorrevano dei corsi d'acqua non perenni, i quali in condizioni di magra lasciavano delle zone completamente emerse e vegetate. Durante le fasi di piena essi davano luogo a depositi di tracimazione, che in parte venivano successivamente erosi in seguito alla migrazione laterale dei canali.

L'insieme dei due tipi di deposito (quelli canalizzati alla base e al tetto quelli di tracimazione), costituiscono delle sequenze positive che individuano dei cicli la cui formazione è legata ad un processo di aggradazione verticale. Quest'ultimo è particolarmente attivo nell'ambiente fluviale a canali intrecciati, proprio a causa della progressiva o repentina migrazione dei canali, che spostandosi lateralmente lasciano inattive delle zone, solo ricoperte dalle acque durante le piene (Williams & Rust, 1969; Miall, 1977; 1981).

Con molta probabilità questi depositi erano localmente rielaborati dal vento, che poteva esplicare la sua azione anche in considerazione della vicinanza di questi corsi d'acqua alla paleolinea di costa che rispetto a quella attuale era più spostata all'interno.

4. CONCLUSIONI

L'analisi delle facies effettuata sui due affioramenti della Cava Tacconi (A) e Castel Porziano (B), ha messo in evidenza che i depositi tirreniani, definiti come "Duna Antica", nella zona da noi esaminata, presentano internamente una organizzazione e un contesto ambientale differente rispetto a quello finora considerato. In partico-

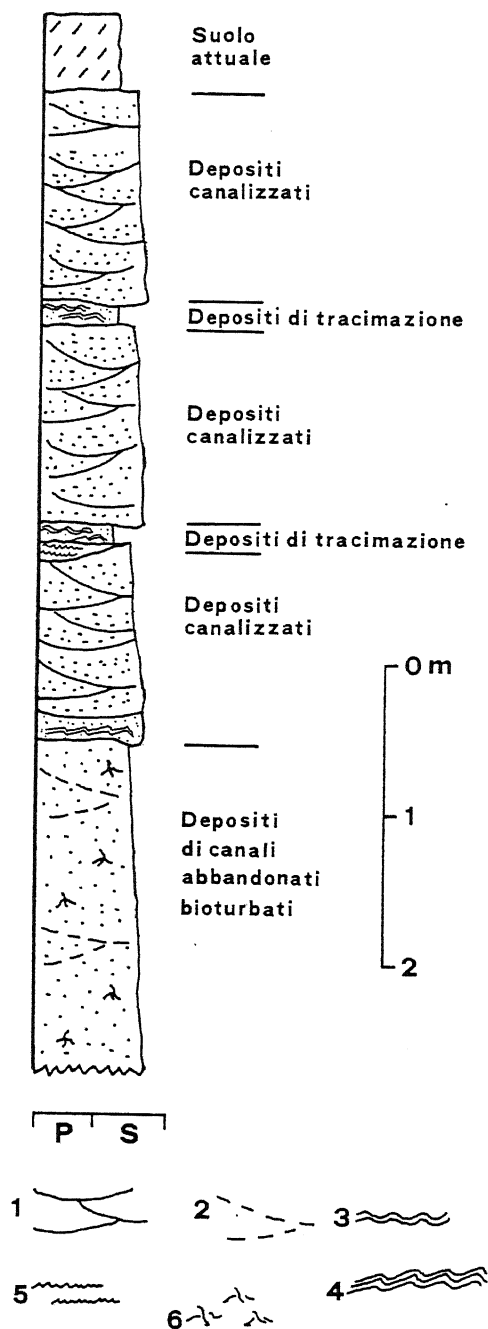


Fig. 15 - Affioramento B. Sezione stratigrafica e interpretazione ambientale. Legenda: 1) stratificazione curva non parallela; 2) stratificazione accennata; 3) ripples sinusoidali; 4) climbing ripples; 5) livelli di pedogenesi (subsoil lamellae); 6) radici di piante.

Outcrop B. Stratigraphic relations and environmental interpretation. Legend: 1) curved not parallel bedding; 2) mention bedding; 3) sinusoidal ripples; 4) climbing ripples; 5) subsoil lamellae; 6) roots of plants.

lare nell'affioramento A, sono state riconosciute tre unità stratigrafico-deposizionali, di cui la più bassa (CT₁) rappresenta un deposito marino di spiaggia progradazionale, mentre le altre due (CT₂ e CT₃) costituiscono dei depositi fluvio-lacustri e/o palustri che riempiono delle

depressioni vallive create in seguito all'abbassamento relativo del livello marino. Questi movimenti sarebbero connessi soprattutto ad oscillazioni eustatiche ad alta frequenza legate alle variazioni climatiche e quindi ai cicli astronomici di Milankovitch (Hays *et al.*, 1976; Imbrie & Imbrie, 1980; Fischer, 1986; Van Tassel, 1987). Le quote cui si rinvengono attualmente i depositi descritti sembrano imputabili a sollevamento post-deposizionale. L'unità che costituisce l'affioramento B è stata interpretata interamente come un deposito fluviale a canali intrecciati che probabilmente risentiva di una certa rielaborazione legata all'azione eolica.

Il quadro paleogeografico che emerge, pur con le dovute limitazioni legate alla esiguità degli affioramenti presenti, sarebbe così rappresentato da una piana costiera in cui la linea di costa, durante la deposizione dell'unità CT₁, era orientata circa parallelamente a quella attuale, in una posizione individuabile all'altezza dell'affioramento A. Essa era caratterizzata dalla presenza di piccoli corsi d'acqua, che costituivano un reticolo fluviale a canali intrecciati (braidplain) dove si risentiva l'azione eolica, soprattutto nelle zone inattive, abbandonate dal flusso principale della corrente fluviale. Come desumibile dall'affioramento B, i canali erano orientati circa NW-SE, scorrendo in quel tratto parallelamente alla linea di costa. Probabilmente, questa piana era limitata verso mare da una serie di cordoni dunari, dei quali però non si sono riscontrate evidenze negli affioramenti considerati, la cui presenza sarebbe però desumibile sulla base delle considerazioni paleogeografiche appena accennate.

Queste stesse considerazioni sono emerse anche dallo studio pedologico effettuato sui paleosuoli riscontrati nei due affioramenti considerati. Infatti nell'area circostante l'affioramento A i paleosuoli rivelano, per le loro caratteristiche, uno sviluppo in un ambiente prossimo alla costa, mentre nell'affioramento B essi presentano dei caratteri più "continentali" (Anselmi *et al.*, 1991).

Dal punto di vista stratigrafico, i depositi relativi all'unità CT₁ (affioramento A) e quelli relativi all'affioramento B, sono quelli che appoggiano direttamente sul substrato (che varia in relazione alla situazione strutturale presente in questa parte dell'area costiera laziale), mettendo così in evidenza che il limite inferiore dei depositi tirreniani rappresenta una superficie di discordanza angolare. La formazione di questa superficie sarebbe legata ad un abbassamento del livello marino (stage 6) a cui sarebbe seguita una fase di sollevamento e successivo stazionamento, durante la quale si sarebbe deposta l'unità CT₁ e i depositi laterali a questa unità che, più spostati verso terra, si correlerebbero con i depositi fluviali riscontrati nell'affioramento B.

Da questo punto di vista, la superficie di discordanza va a coincidere con la superficie di trasgressione che si individua con la fase di risalita del livello del mare, che determina così la giacitura ad *onlap* di questi

depositi sul substrato (Vail *et al.*, 1977).

Sulla base delle considerazioni prima esposte, i depositi dell'affioramento B non sembrano correlabili con i sedimenti fluviali della "Formazione di Vitinia" che affiorano sulla sponda destra del fosso di Malafede a poche centinaia di metri dai precedenti.

La "Formazione di Vitinia" fu interpretata come il corrispondente continentale di un primo Tirreniano correlato con lo *stage* 7 da Conato *et al.* (1980) e da Malatesta e Zarlenga (1986) in quanto essa rappresentava un ciclo sedimentario posteriore alla "Formazione Aurelia", correlata abbastanza attendibilmente con lo *stage* 9. Tuttavia sembrerebbe che i depositi tirreniani della fascia costiera laziale abbiano in realtà un'età di circa 0,125 m.a. e corrispondano allo *stage* 5 e (Hearty, 1986; Hearty e Dai Pra, 1986; Hearty *et al.*, 1986).

L'insieme di questi nuovi dati implica quindi che i depositi di Vitinia non siano correlabili con lo *stage* 5 e ma siano in realtà più antichi del Tirreniano e più recenti della "Formazione Aurelia" e pertanto correlabili con lo *stage* 7. D'altronde nell'area di Torre in Pietra i depositi tirreniani si appoggiano a quote più basse contro la successione di Torre del Pagliacceto, illustrata da Malatesta (1978), la cui parte sommitale è correlabile con la "Formazione di Vitinia". Infine altri Autori (Caloi & Palombo, 1986; 1988; Caloi *et al.*, 1989) sulla base dello studio delle mammalofaune e delle industrie litiche erano giunti alla medesima conclusione che ora appare comprovata anche da evidenze geologiche.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Dr. Piero Bellotti per la lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- Accordi B., Angelucci A. & Sirna G. (1967) - *Note illustrative della C.G.I. alla scala 1:100.000. F. 159-160 (Frosinone e Cassino)*. Serv. Geol. d'Italia.
- Angelucci A. & Palmerini V. (1964) - *Studio sedimentologico delle sabbie rosse di Priverno (Lazio sud-occidentale)*. Geol. Rom., **3**, 305-329.
- Anselmi B., Arnoldus Huyzendveld A., Milli S. & Zarlenga F. (1991) - *Analisi paleoambientale dei depositi tirreniani (Duna Rossa) contenenti industria musteriiana e affioranti nell'area di Castel Porziano-Pomezia (Roma)*. RT/ENEA/91, (in corso di stampa).
- Bernardi A., De Rita D., Funicello R., Innocenti F. & Villa I. (1982) - *Chronology and structural evolution of Alban Hills volcanic complex, Latium, Italy*. Guidebook, Field excursion to Alban Hills, C.N.R., Rome.
- Bigarella J.J. (1975) - *Structures developed by dissipation of dune and beach ridge deposits*. Catena, **2**, 107-152.
- Bigarella J.J. (1979) - *Dissipation of dunes, Lagoa, Brazil*. In: McKee E.D. ed. *A study of global sand seas*. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 1052, 124-134.
- Blanc A.C. (1935) - *Stratigrafia del Canale Mussolini nell'Agro Pontino*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., **44**, 3-7.
- Blanc A.C. (1935 a) - *Delle formazioni quaternarie di Nettuno e loro correlazione con la stratigrafia dell'Agro Pontino*. Boll. Soc. Geol. It., **54**, 109-120.
- Blanc A.C. (1936) - *Sulla stratigrafia quaternaria dell'Agro Pontino e della Bassa Versilia*. Boll. Soc. Geol. It., **55**, 375-396.
- Blanc A.C. & Segre A.G. (1953) - *Excursion au Mont Circé. Le Volcan Latial. Le Mont Circé*. IVème Congr. Int. INQUA, Roma-Pisa.
- Blanc A.C., Segre A.G. & Tongiorgi E. (1953a) - *Le Quaternaire de l'Agro Pontino*. IVème Congr. Int. INQUA, Roma-Pisa.
- Bosellini A., Mutti E. & Ricci Lucchi F. (1989) - *Rocce e successioni sedimentarie*. Scienze della Terra UTET, 395 pp.
- Bourgeois J. & Leithold E.L. (1984) - *Wave-worked conglomerates depositional processes and criteria for recognition*. In E.H. Koster & R.J. Steel (eds.), *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., **10**, 331-343.
- Bruun P. (1962) - *Sea-level rise a cause of shore erosion*. Proc. ASCE J. Waterways and Harbors Division, **88**, 117-130.
- Caloi L., Coccolini G.B., Mussi M., Palombo M.R., Vitagliano S. & Zampetti D. (1989) - *Le Moustérien du Latium (Italie centrale): Archéologie, milieu naturel, chronologie*. L'Antropologie (Paris), **93**, 73-98.
- Caloi L. & Palombo M.R. (1986) - *Le mammalofaune plio-pleistoceniche dell'area laziale: problemi biostratigrafici ed implicazioni paleoclimatiche*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 99-126.
- Campbell C.V. (1967) - *Lamina, laminaset, bed, bedset*. Sediment., **8**, 7-26.
- Clifton H. E. (1969) - *Beach lamination: nature and origin*. Mar. Geol., **7**, 553-559.
- Clifton H.E. (1976) - *Wave-formed sedimentary structures - a conceptual model*. In: R.A. Davis jr. & R.L. Ethington (eds.), *Beach and Nearshore Sedimentation*. Spec. Publ. SEPM, **24**, 126-148.
- Clifton H.E. (1981) - *Progradational sequences in Miocene shoreline deposits, southeastern Caliente Range, California*. J. Sed. Petrol., **51**, 165-184.
- Clifton H.E., Hunter R.E., & Phillips R.L. (1971) - *Depositional structures and processes in the non-barred high-energy nearshore*. J. Sed. Petrol., **41**, 651-670.
- Collison J.D. (1978) - *Alluvial sediments*. In: H.G. Reading (ed.), *Sedimentary Environments and Facies*, 15-60. Blackwell Scient. Publ.
- Conato V., Esu D., Malatesta A. & Zarlenga F. (1980) -

- New data on the Pleistocene of Rome.* Quaternaria, **22**, 131-176.
- De Wit H.E., Sevink J., Andriessen P.A.M. & Hebeda E.H. (1987) - *Stratigraphy and radiometric datings of a Mid-Pleistocene transgressive complex in the Agro Pontino (Central Italy).* Geol. Rom., **26**, 449-460.
- Dai Pra G. (1978) - *Le linee di costa tirreniane dal Fiume Tevere a Tarquinia.* Geol. Appl. e Idrogeol., **13**, 1-10.
- Dai Pra G. & Arnoldus-Huyzendveld A. (1984) - *Lineamenti stratigrafici morfologici e pedologici della fascia costiera dal Fiume Tevere al Fiume Astura (Lazio, Italia Centrale).* Geol. Rom., **23**, 1-12.
- De Rita D., Funicello R. & Parotto M. (1988) - *Carta geologica del Complesso Vulcanico dei Colli Albani (Vulcano Laziale).* C.N.R. P.F. Geodinamica, Gruppo Naz. per la Vulcanologia.
- Dijkerman J.C., Cline M.G. & Olsen G.W. (1967) - *Properties and genesis of textural subsoil lamellae.* Soil Sci., **104**, 7-16.
- Dragone F., Maino A., Malatesta A. & Segre A.G. (1967) - *Note illustrative della C.G.I. alla scala 1:100.000. Foglio 14 (Cerveteri) Serv. Geol. d'Italia.*
- Dupré W. R. (1984) - *Reconstruction of paleo-wave conditions during Late Pleistocene from marine terrace deposits, Monterey Bay, California.* Mar. Geol., **60**, 435-454.
- Elliott T. (1986) - *Siliciclastic shorelines.* In: H.G. Reading (ed.). *Sedimentary Environments and Facies.* Second edition, 155-188. Blackwell Scient. Publi.
- Fischer A.G. (1986) - *Climatic rhythms recorded in strata.* Ann. Rev. Earth Planet. Sci., **14**, 351-376.
- Folk R.L. & Ward W.C. (1957) - *Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters.* J. Sed. Petrol., **27**, 3-26.
- Gliozzi E., Malatesta A. & Zarlenga F. (1985) - *Il Quaternario della Pianura Pontina.* In: *Progetto Laghi Costieri.* Univ. di Roma - Amm. Prov. di Latina (Relaz. inedita).
- Gliozzi E., Malatesta A., Ventura G. & Zarlenga F. (1986) - *Ambienti e comunità in malacofaune marine del Pleistocene inferiore della bassa campagna romana.* Mem. Soc. Geol. It., **35**, 87-97.
- Hays J.D., Imbrie J. & Shackleton N.J. (1976) - *Variations in the earth's orbit: pacemaker of the ice ages.* Science, **194**, 1121-1132.
- Hayes M.O. (1979) - *Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime.* In: S.P. Leatherman (ed.). *Barrier Island.* Academic Press, New York, N.Y., 1-27.
- Hearty P.J. (1986) - *An inventory of last Interglacial (sensu lato) Age Deposits from the Mediterranean Basin.* Z. Geomorph., **62**, 51-69.
- Hearty P.J. & Dai Pra G. (1986) - *Aminostratigraphy of Quaternary Marine deposits in the Latio Region of Central Italy.* Z. Geomorph., **62**, 131-140.
- Hearty P.J., Miller G.H., Stearns C.E. & Szabo B.J. (1986) - *Aminostratigraphy of Quaternary shorelines in the Mediterranean basin.* Geol. Soc. of Am. Bull., **97**, 850-858.
- Hunter R.E., Clifton H.E., Timothy Hall N., Császár G., Richmond B.M. & Chin J.L. (1984) - *Pliocene and Pleistocene coastal and shelf deposits of the Merced Formation and associated beds, northwestern San Francisco Peninsula, California.* SEPM Field Trip Guidebook No. 3, Midyear Meeting San Jose, California, 1-30.
- Imbrie J. & Imbrie J.Z. (1980) - *Modeling the climatic response to orbital variations.* Science, **207**, 943-952.
- Jopling A.V. & Walker R.G. (1968) - *Morphology and origin of ripple-drift cross lamination, with examples from the Pleistocene of Massachusetts.* J. Sed. Petrol., **38**, 971-984.
- Krumbein W.C. & Pettijohn F.J. (1938) - *Manual of sedimentary petrography.* Appleton Century Crofts, Inc., New York.
- Leithold E.L. & Bourgeois J. (1984) - *Characteristics of coarse-grained sequences deposited in nearshore, wave-dominated environments - examples from the Miocene of south-west Oregon.* Sedimentology, **31**, 749-775.
- Malatesta A. (1978) - *Torre in Pietra-Roma.* Quaternaria, **20**, 203-577.
- Malatesta A. & Zarlenga F. (1985) - *Il Quaternario di Pomezia (Roma) e la sua fauna marina.* Boll. Soc. Geol. It., **104**, 503-514.
- Malatesta A. & Zarlenga F. (1986) - *Evoluzione paleogeografico-strutturale plio-pleistocenica del basso bacino romano a Nord e a Sud del Tevere.* Mem. Soc. Geol. It., **35**, 75-85.
- Malatesta A. & Zarlenga F. (1986a) - *Cicli trasgressivi medio pleistocenici sulle coste liguri e tirreniche.* Geol. Rom., **25**, 1-8.
- Malatesta A. & Zarlenga F. (1988) - *Evidence of middle Pleistocene marine transgression along the Mediterranean coast.* Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **68**, 311-315.
- Massari F. & Parea G.C. (1988) - *Progradational gravel beach sequences in a moderate - to high - energy, microtidal marine environment.* Sedimentol., **35**, 881-913.
- Mc Cubbin D.G. (1982) - *Barrier-island and strand-plain facies.* In: P.A. Scholle & D. Spearing (eds.). *Sandstone Depositional Environments.* Mem. Am. Ass. Petrol. Geol., **31**, 247-279.
- Miall A.D. (1977) - *A review of the Braided-River depositional environment.* Earth Sc. Rev., **13**, 1-62.
- Miall A.D. (1981) - *Analysis of fluvial depositional systems.* AAPG Education Course Note Series,

- 20, 75 pag.
- Miall A.D. (1985) - *Architectural - Element Analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits*. Earth Science Reviews, **22**, 261-308.
- Moslow T.F. (1983) - *Depositional models of shelf and shoreline sandstones*. AAPG, Continuing Education Course, Note Series 27, 102 pp.
- Powers M.C. (1953) - *A new roundness scale for sedimentary particles*. J. Sed. Petrol., **23**, 117-119.
- Servizio Geologico d'Italia (1967) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000: Fogli 149 (Cerveteri), 150 (Roma), 159 (Frosinone), 170 (Terracina)*.
- Sevink J., Kamermans H., Vos P., Westerhoff W. & Stierman A. (1982) - *A sequence of marine terraces near Latina (Agro Pontino, Central Italy)*. Catena, **9**, 361-378.
- Sevink J., Remmelzwaal A. & Spaargaren O.C. (1984) - *The soils of southern Lazio and adjacent Campania*. ENEA, RT/PAS/ 84/10.
- Swift D.J.P. (1975) - *Barrier island genesis; evidence from the central Atlantic shelf, eastern U.S.A.* Sedim. Geol., **14**, 1-43.
- Vail P.R., Mitchum R.M. jr. & Thompson S. III (1977) - *Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 3: Relative Changes of Sea Level from Coastal Onlap*. In: C.E. Payton (ed.), *Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. Mem. Am. Ass. Petrol. Geol., **26**, 63-81.
- Valeri P. (1989) - *Il calcolo semiautomatico dei percentili di una curva di frequenza cumulata. Elaborazione degli indici statistici e disegno automatico delle distribuzioni di frequenza*. Gior. Geol., **51**, 213-223.
- Van Tassel J. (1987) - *Upper Devonian Catskill Delta margin cyclic sedimentation: Brallier Scherr, and Foreknobs Formations of Virginia and West Virginia*. Bull. Geol. Soc. Am., **99**, 414-426.
- Wright L.D., Chappel J., Thom B.G., Bradshaw M.P. & Cowell M.P. (1979) - *Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems, southeastern Australia*. Mar. Geol., **32**, 105-140.
- Wright L.D. & Short A.D. (1984) - *Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis*. Mar. Geol., **56**, 93-118.
- Zingg Th. (1935) - *Beitrage zur Schotteranalyse*. Min. Petrol. Mitt. Schweiz., **15**, 39-140.

Accettato per la stampa l'8.4.1991