

VITO FAVERO - ROSSANA SERANDREI BARBERO *

OSCILLAZIONI DEL LIVELLO DEL MARE
ED EVOLUZIONE PALEOAMBIENTALE
DELLA LAGUNA DI VENEZIA
NELL'AREA COMPRESA
TRA TORCELLO ED IL MARGINE LAGUNARE

Riassunto

Precedenti ricerche sull'evoluzione paleoambientale della Laguna di Venezia hanno dimostrato l'importanza delle divagazioni fluviali e delle oscillazioni del livello del mare nel determinare situazioni e tendenze evolutive dell'ambiente lagunare.

Nel corso di campagne svolte nel 1981 con l'appoggio della Mn U. D'Ancona sono stati eseguiti alcuni sondaggi nella zona di Torcello.

Le informazioni acquisite mediante osservazioni «in loco» e con analisi sedimentologiche e paleoecologiche dei sedimenti hanno permesso di riconoscere una serie di paleoambienti alcuni dei quali, riferibili al primo millennio D.C., trovano interessanti conferme in notizie storiche e archeologiche; nello stesso tempo emerge, come fatto non nuovo ma finora forse sottovalutato, l'importanza delle oscillazioni eustatiche del livello del mare nel determinare il paesaggio lagunare e la possibilità per l'uomo di insediarsi.

Abstract

Sea level oscillations and environmental evolution in the area between Torcello and the borders of the Venice Lagoon.

Previous researches on the evolution of the ancient lagoonal environment of Venice show the importance of river digressions and sea level oscillations in determining evolutionary settings and tendencies.

During the 1981 field operation, 21 boreholes were performed in the Lagoon in the area of Torcello using the oceanographic motorship Mn U. D'Ancona. The information gained from the «in loco» observations and from the sedimentological and paleoecological analyses on the collected core samples permit the identification of a series of paleoenvironments, some of which date back to about the first one thousand years A.D. These interesting findings were verified by historical accounts and archeological records. As the same time, it becomes clearer the importance of eustatic oscillations of sea level in reconstructing the Lagoon's setting and the possibility of man to settle it.

Il Livello mare

Le variazioni del livello del mare negli ultimi 10.000 anni hanno avuto importanza fondamentale nel determinare l'evoluzione del paesaggio delle pianure costiere. Nonostante il grande interesse per questo argomento, è tuttora molto controverso stabilire una curva che rappresenti in modo soddisfacente il fenomeno.

* *Indirizzo degli Autori:* C.N.R. Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - S. Polo 1364 - 30125 Venezia.

meno eustatico, la variazione cioè del livello del mare in funzione del tempo. In condizioni favorevoli è tuttavia possibile definire il livello del mare, rispetto ad un punto della terraferma, in un dato periodo di tempo e ricostruire una successione di situazioni diverse da regione a regione, risultanti dalla somma algebrica di due fenomeni: la variazione del livello del mare, che si può ritenere entro certi limiti uguale e isocrona per tutto il mondo, e la variazione del punto di riferimento sulla terraferma, influenzata da fattori locali e regionali. Nell'applicare allo studio di fenomeni evolutivi costieri locali i risultati ottenuti in altre regioni è necessario tenere presente che la determinazione del livello del mare in epoche passate può essere fatta con differente grado di precisione in funzione dell'ampiezza di marea, dell'importanza di particolari situazioni meteorologiche e degli indicatori di livello mare usati. Una torba «costiera», ad esempio, può formarsi sia sopra che sotto il livello del mare; un livello di gusci di organismi «costieri», se spiaggiato, può indicare il livello delle onde di bufera oppure può indicare livelli intertidali o anche livelli più bassi. Variazioni del livello del mare «insignificanti», se comparate ad altre più ampie o se riferite ad alcune regioni, non possono essere considerate tali in altre situazioni geografiche. Così una variazione del livello del mare di 50 cm può essere non significativa se comparata alla variazione di oltre 100 m verificatasi dal tardiglaciale o se si valutano i suoi effetti su una costa alta. In un'area come la laguna di Venezia la medesima variazione di 50 cm può sommergere o far emergere il 50% del bacino lagunare.

Per le ricerche condotte sulla laguna di Venezia sono state prese in considerazione le indicazioni di variazione del livello del mare desunte dalla bibliografia, supponendo che le fasi trasgressive o ingressive siano state abbastanza isocrone in tutti i mari. In particolare sono state considerate le variazioni ricavate dallo studio di reperti archeologici, presenti specialmente nel bacino del Mediterraneo; ma soprattutto sono state considerate le evidenze locali desunte dallo studio paleoambientale dei sedimenti olocenici.

Trasgressione marina e spessore dei sedimenti lagunari

Nell'ambito relativamente ristretto della laguna di Venezia, le variazioni del livello del mare rispetto alla superficie del suolo non si possono generalizzare come valore quantitativo su tutta l'area. L'abbassamento della superficie del suolo dipende infatti da vari fattori: composizione litologica e spessore dei sedimenti recenti sono due delle variabili più importanti in relazione alle quali l'attuale laguna va divisa in quattro settori (figg. 4, 5 e 6 in ALBEROTANZA *et alii*, 1977; fig. 2 in FAVERO e SERANDREI, 1981). Il primo, a ridosso della lirica di costa, è formato da sabbie litorali poco costipabili con intercalazioni argillose. Un secondo settore a monte del precedente comprende un'area nella quale

lo spessore dei sedimenti lagunari è più di sei metri, e questi ricoprono sedimenti argillosi molli di una palude raggiunta dal mare circa 6000 anni fa, durante il periodo Atlantico. E' questa la parte più antica della laguna, dove lo spessore dei sedimenti recenti raggiunge i valori più elevati.

Un terzo settore coincide con la parte mediana della laguna attuale: lo spessore medio dei sedimenti lagunari è inferiore a 5 m, e l'ingressione marina in questa parte della laguna sembra databile a poco più di 4000 anni dal presente. Concordano con questa datazione l'età di 4350 anni dei sedimenti alla transizione tra palustre e lagunare del pozzo VE 1 bis, a m -4,65 (BORTOLAMI *et alii*, 1977; FAVERO *et alii*, 1973), e l'evidenza di ingressioni marine riferite a questo periodo in varie parti del mondo.

Il quarto settore comprende quelle zone della laguna più vicine alla terraferma nelle quali la base dei sedimenti lagunari si trova a circa m 2,50 di profondità o meno. La presenza di resti di costruzioni di età romana in queste zone fa ritenere che esse siano state invase dalle acque lagunari in seguito alla ingressione marina verificatasi alla fine dell'epoca romana (FAVERO e SERANDREI, 1981) o, per alcune zone, in tempi ancora più recenti. Una tale schematizzazione certamente non può esaurire la descrizione di un processo evolutivo assai complesso, tuttavia definisce alcune situazioni paleogeografiche fondamentali, scandite dalle successive tappe dell'ingressione marina, e permette di individuare alcune aree che, per il differente spessore dei sedimenti recenti, i più compressibili, presentano tassi di abbassamento del suolo sensibilmente diversi da un settore all'altro.

Evoluzione del paesaggio lagunare

Fluttuazioni del livello del mare di uguale ampiezza e di diversa durata producono nel paesaggio lagunare effetti diversi. Un abbassamento rapido può superare il ritmo di abbassamento del suolo e provocare l'emersione di zone precedentemente sommerse. Un abbassamento del livello del mare di uguale entità, ma più lento, può manifestarsi come situazione di equilibrio. Viceversa, un aumento del mare si manifesterà sempre come una fase trasgressiva e con la sommersione più o meno rapida di zone precedentemente emerse. Queste tendenze evolutive possono essere modificate dai processi sedimentari per cui, in presenza di un tasso di sedimentazione pari al ritmo di abbassamento del suolo, si ha, come effetto apparente, l'annullamento reciproco degli effetti di questi due processi. La sedimentazione peraltro presenta ritmi notevolmente diversi da zona a zona all'interno del bacino lagunare, e ad essa si possono alternare processi erosivi localizzati connessi con la rete dei canali, dove la velocità della corrente e la turbolenza possono essere sufficienti a rimuovere i sedimenti del fondo, e processi erosivi più vasti, indotti quasi esclusivamente dalle onde di vento che agiscono con particolare evidenza sui bordi delle zone emerse, sugli apparati intertidali e sui fondali meno profondi.

Del processo evolutivo risultante dalla somma di questi fattori (variazioni di livello mare, abbassamento del suolo, processi sedimentari, onde di vento) è spesso difficile discriminare le singole componenti. Particolari situazioni possono però evidenziarne alcune: le «barene» in particolare rappresentano degli ottimi indicatori di livello del mare e la loro evoluzione è molto significativa; la loro esistenza può essere manifesta anche se sono state distrutte quando rimangono nei sedimenti indicatori di ambiente barenicolo rimaneggiati, che il processo di demolizione e di erosione non ha distrutto o asportato completamente.

Le barene della Laguna di Venezia

Con il termine «barena», nella laguna di Venezia, si vogliono indicare gli apparati morfologici, in gran parte ricoperti da vegetazione alofila, che si elevano sopra il livello medio delle alte maree. Questa definizione, usata nel passato e certamente allora valida, poco corrisponde alla situazione attuale essendo ben poche le «barene» che si trovano attualmente a quote superiori al livello medio delle alte maree. Esse corrispondono alle forme note in letteratura come «prés salés» o «salt marsh» e comprendono le zone dal «lowest marsh» allo «high marsh».

L'origine di questi apparati morfologici è stata discussa in precedenti lavori (FAVERO e SERANDREI 1980 e 1981; ALBEROTANZA *et alii*, 1977). Queste ricerche ed altre più recenti permettono di individuare differenti tipi di «barena» che si distinguono oltre che per il processo genetico anche per il comportamento evolutivo.

Alcune «barene» sono la parte ancora emergente della pianura costiera che, raggiunta e permeata da acque salmastre, può ora ospitare solamente una vegetazione alofila. Il substrato di queste barene può essere molto vario; la loro localizzazione nella laguna di Venezia è sempre limitata al bordo lagunare verso terraferma. Ne sono un esempio la frangia «barenicola», oggi parzialmente distrutta da insediamenti antropici, che si allunga da Campalto alla zona del Dese. Caratteristica di queste «barene» è la presenza di indicatori di ambiente continentale alla superficie stessa della «barena» o a pochi centimetri di profondità.

Un secondo tipo di «barena» è localizzato in aree interne al perimetro lagunare, già invase da acque salate, occupate poi da paludi di acqua dolce e da torbiere e ritornate a far parte della laguna per l'interruzione degli apporti di acqua dolce e per la reingressione di acque salate. Queste «barene» presentano notevole estensione nella laguna meridionale, da Marghera a Chioggia, dove si sono insediate su torbe ed argille palustri facilmente erodibili e molto compressibili. In queste zone il riempimento del bacino e l'emersione dei fondali erano stati provocati da apporti fluviali alternati all'accumulo di abbondante materia organica di origine vegetale. L'allontanamento delle acque dolci e l'ingressione di acque salate hanno interrotto questo processo

di sedimentazione sostituendolo con altri processi tipici dell'ambiente lagunare, spesso insufficienti a compensare l'abbassamento del suolo e la costipazione dei sedimenti torbosi. Questo tipo di barene, residuo di un ambiente dulcicolo, è caratterizzato da processi evolutivi tendenti alla graduale sommersione e all'erosione delle fronti esposte ai venti di bora e scirocco. Nei sedimenti del sottosuolo di queste barene si riconosce la sovrapposizione di indicatori lagunari - indicatori di ambiente dulcicolo - indicatori di barena - indicatori di ambiente lagunare (o di low marsh).

Un terzo tipo di barena è localizzato ai lati dei corsi d'acqua che si immettono nella laguna, dove formano apparati morfologici caratteristici, che sono forme di transizione tra apparati deltizi, stretti e molto allungati, e argini naturali. Indicati nella toponomastica talora col nome di «punte dei lovi» (il prof. W. Dorigo ci suggerisce l'etimologia di «lovo» da «alluvium»), questi apparati sono stati spesso trasformati per usi agricoli, o adattati ad arginature, grazie anche alla loro accessibilità dalla terraferma. Un quarto tipo di «barena» è localizzato ai bordi dei canali lagunari e trova il massimo sviluppo, sia per estensione che per altezza sul livello del mare, alla confluenza di due o più canali. La distribuzione granulometrica dei sedimenti che le formano e il contesto delle associazioni microfaunistiche indicano che questi sedimenti sono stati trasportati dal mare e depositati ai lati dei canali dove la perdita di velocità della corrente favoriva il processo di sedimentazione. Solo una parte di questi sedimenti può provenire dall'azione di scavo prodotta dalla corrente nel canale stesso. Nella laguna di Venezia questo tipo di barena è caratteristico del bacino settentrionale dove, attraverso la bocca di Lido, è possibile l'entrata dal mare di una quantità di sedimenti sufficiente a permettere lo sviluppo di questi apparati. Per il gioco delle correnti litoranee le acque che entrano dalle bocche di Malamocco e di Chioggia non trasportano un carico di sedimenti sufficiente alla formazione di «barene di canale lagunare»; è probabile che in questi bacini anche la diversa dinamica delle acque lagunari, in particolare la maggiore efficacia delle onde di vento, ostacoli questo processo. La morfologia di queste barene (bordo rialzato presso il canale alimentatore del quale segue fedelmente l'andamento, superficie digradante verso il lato lontano dal canale) e la loro distribuzione areale sono caratteristiche imposte dal processo sedimentario. Nei sedimenti del sottosuolo di queste barene si riconosce una caratteristica evoluzione della granulometria dei sedimenti determinata da situazioni paleomorfologiche e paleo-ambientali; anche la successione delle associazioni microfaunistiche dal basso verso l'alto è caratteristica: indicatori lagunari abbondanti - indicatori lagunari rari o assenti - indicatori di barena. Questo tipo di barena generato da processi tipicamente lagunari, ma condizionati dalle situazioni presenti sulla fascia litorale, ha una evoluzione strettamente legata ad essi e presenta una dinamica attiva.



Fig. 1 - Ubicazione dei sondaggi Dossa, Dolce, Torcello, Scanello e Shone. I sondaggi non numerati sono stati descritti in :precedenti lavori.

I tipi di barena finora descritti sono tutti presenti attualmente nella laguna di Venezia dove caratterizzano aree diverse, ma dove talora si fondono creando sistemi misti.

Un quinto tipo di barena, generato dall'emersione relativamente rapida di parti sommerse dei fondali lagunari senza però l'intervento di processi sedimentari particolarmente attivi, è stato riconosciuto allo stato «fossile» nel sottosuolo della laguna. La testimonianza dell'avvenuta emersione di questi apparati è data da indicatori vari: decolorazione dei sedimenti, presenza di chiazze bruno-rossastre per ossidazione, presenza di resti vegetali in posizione di crescita, di aggregati siltitici o terrosi, di incrostazioni, di concrezioni varie spesso rosso-brune. La granulometria dei sedimenti dalla superficie di queste paleo-barene verso il basso non presenta variazioni significative e in tutta la sezione sono presenti associazioni microfaunistiche tipiche di fondali sommersi; solo nella parte più alta queste si fanno più rare e più selezionate. Il quadro complessivo giustifica l'ipotesi che l'emersione del fondale, probabilmente delle parti più elevate, sia stata determinata non da processi sedimentari, ma da un abbassamento del livello del mare più rapido del ritmo di deposizione dei sedimenti e di abbassamento del suolo.

I sondaggi eseguiti nelle zone di Scanello, Torcello, Silone e Dolce

Nel corso dei 1981, con l'appoggio della Mn. D'Ancona, sono stati eseguiti 16 sondaggi a nord di Torcello e di S. Ariano; altri cinque sono stati eseguiti in prossimità di Torcello e a sud.

Le zone attraversate dai sondaggi vengono separatamente descritte nei capitoli successivi, che descrivono i sedimenti attraversati e i rapporti che tra essi intercorrono.

Contenuto organogeno

I campioni scelti per l'analisi del contenuto organogeno, in media uno ogni 30-40 cm in ciascuno dei sondaggi, sono stati essiccati, pesati, bolliti con Na_2CO_3 per distruggere la frazione organica, e lavati; è stata esaminata la frazione residua al setaccio di 0,125 mm di apertura netta per maglia.

La frazione organogeno è risultata sempre consistente; i gusci di molluschi ne rappresentano in genere la parte preponderante, e sempre abbondanti vi sono i Foraminiferi; vi figurano inoltre frequenti Ostracodi, frustoli carboniosi, rari radioli di Echinide e Briozoi.

Sono state riconosciute le seguenti specie:

GASTEROPODI

Gibbula adriatica (Philippi, 1844)

Tricolia poilus (L., 1758)

Hydrobiidae

Truncatella subcylindrica (L., 1758)

Rissoa ventricosa Desmarest, 1814
Bittium reticulatum (Da Costa, 1778)
Ocenebrina edwardsi (Payraudeau, 1826)
Chrysallida delpretei (Sullioti, 1889)
Retusa truncatula (Bruguière, 1792)
Ovatella myosotis (Draparnaud, 1801)

BIVALVI

Nucula nucleus (LA, 1758)
Nuculana pella (LA, 1767)
Chlamys sp.
Loripes lacteus (L., 1758)
Lepton nitidum Turton, 1822
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)
Abra ovata (Philippi, 1836)
Venerupis aurea (Gmelin in LA, 1791)
Chamelea gallina (LA, 1758)

FORAMINIFERI

Haplophragmoides canariensis (d'Orbigny, 1839)
Trochammina inflata (Montagu, 1808)
Quinqueloculina poeyana (d'Orbigny, 1839)
Quinqueloculina seminulum (LA, 1767)
Massilina disciformis (Williamson, 1848)
Fissurina lucida (Williamson, 1848)
Bolivina sp.
Reussella spinulosa (Reuss, 1850)
Rotalia perlucida (Heron-Allen & Earland, 1913)
Ammonia beccarii (LA, 1767)
Ammonia beccarii (LA; var. *tepida* (Cushman, 1928))
Elphidium articulatum (d'Orbigny, 1839)
Elphidium advenum (Cushman, 1922)
Elphidium crispum (L., 1758)
Elphidium macellum aculeatum (Silvestri, 1901)
Cribononion granosum (d'Orbigny, 1846 = *Elphidium li-*
doense Cushman, 1936)
Cribononion traslucens (Natland, 1938)
Cribononion lagunensis Albani & Serandrei Barbero, 1982
Nonion pauciloculum Cushman, 1944
Trichohyalus lacunae (Silvestri, 1950 = *Trichohyalus tropi-*
cus (Collins, 1958))

Il *Nonion pauciloculum* Cushman è probabilmente sinonimo di *Protelphidium anglicum* Murray 1965, considerata (MURRAY JAW., 1971) forma tipica d'estuario, dove si rinviene associata a *AA beccarii* e al genere *Elphidium*.

Le specie elencate ricorrono comunemente in tutti i sondaggi, salvo *Haplophragmoides canariensis* (d'Orb.) che compare, raro, nel solo livello sommitale del sondaggio Scanello 2 e *Trichohyalus lacunae* (Silvestri) che compare, sempre nel sondaggio Scanello 2, nel solo livello a m -2,50 dove è comune.

Di questa ultima specie, mai prima d'oggi trovata nei sedimenti lagunari attraversati dai sondaggi, diamo la descrizione e la posizione sistematica.

Ordine FORAMINIFERIDA
Sottordine ROTALIINA
Superfam. CASSIDULINACEA
Fam. ALABAMINIDAE
Genere TRICHOYALUS Loeblich & Tappan 1953
Trichoyalus lacunae (Silvestri, 1950)

(Fig. 2)

Discorbina lacunae SILVESTRI 1950, pag. 80 tav. 3 fig. 22, 23
Discorinopsis tropica COLLINS 1958, pag. 406 tav. 5 fig. 7a-c
Trichoyalus tropicus ALBANI 1968, pag. 117 tav. 10 fig. 13, 14
Trichoyalus tropicus ALBANI 1979, pag. 40 fig. 85-1

Guscio trocospirale; il lato dorsale è arrotondato e mostra tutte le camere, la parete è grossolanamente perforata e le suture depresse e debolmente limbate; il lato ventrale è appiattito e tutte le camere, tranne le ultime due, sono mascherate da concrezione irregolari. Gli individui adulti presentano 9-10 camere. La periferia è leggerissimamente chigliata e l'apertura consiste in una fessura sul lato ventrale della periferia.

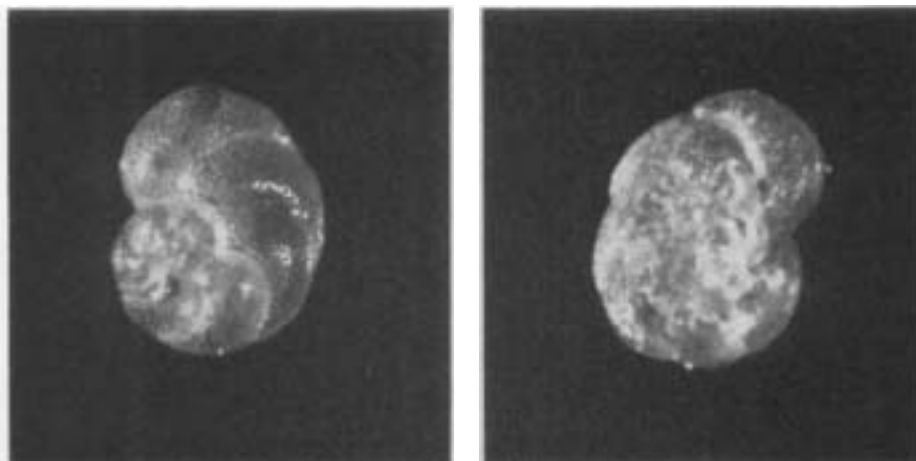


Fig. 2 - *Trichoyalus lacunae* (Silvestri); a) veduta dorsale, b) veduta ombelicale; x 100.

Foto dott. C. Brogiato, Ist. di Geologia dell'Università, Padova.

Ambiente di deposizione

Le specie elencate, per quanto riguarda i Molluschi (Gasteropodi e Bivalvi) sono in genere tipiche d'acque lagunari, salvo *Ovatella myosotis*, intertidale, e *Chamelea gallina* e *Ocinebrina edwardsi* che sono piuttosto tipiche di zona litorale. Nella maggioranza dei

campioni la malacofauna presente è costituita esclusivamente da *Cerastoderma*, *Bittium*, *Gibbula* e Hydrobiidae: ma in certi livelli la loro quantità esplose in un residuo quasi esclusivamente organogeno in cui sono presenti tutte le specie di Molluschi elencate e tutte in quantità rilevante; negli stessi livelli ad essi si associano Foraminiferi indicatori di laguna aperta o di litorale. Per quanto riguarda i Foraminiferi, qualitativamente le associazioni nei tre gruppi di sondaggi sono identiche, variando solo la percentuale delle singole specie. Le Milioline sono sempre estremamente scarse e raggiungono una presenza significativa con *Massilina disciformis* nelle sabbie dei sondaggi Dolce 4, Dossa, Silone dove è associata ad abbondanti Briozoi che richiedono acque ben ossigenate. Tra i Rotaliina sono significative l'alta frequenza e le piccole dimensioni di *Ammonia* e *Elphidium*, associazione tipicamente lagunare, e l'estrema rarità di *Buliminidae* e *Boliviniidae*. Dove l'associazione lagunare ad *Ammonia* e *Elphidium* si contrae e prende il sopravvento la *Trochammina inflata*, è identificabile un ambiente di barena compreso tra +20 e +50 cm circa sopra il livello del mare (SCOTT & MEDIOLI, 1978). Dove insieme alla fauna lagunare compaiono in quantità significative *A. beccarii*, *E. crispum*, *E. macellum*, *E. aculeatum* ben ornamentati e di grosse dimensioni è possibile riconoscere la vicinanza di un litorale (FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R., 1980).

Per quanto riguarda il *Trichoyalus lacunae*, la specie è stata istituita da SILVESTRI (1950) su campioni della laguna di Venezia provenienti dal margine interno, a scarso ricambio e influenzato dalle acque del Sile, in cui la rinvenne assai rara. COLLINS (1958) la trovò in campioni di mare aperto tropicale (Plum Beach New Caledonia e Great Barrier Reef Australia) ed è stata trovata successivamente e segnalata come rara (ALBANI, 1968 e 1979) in acque temperate d'estuario con notevole scambio d'acqua marina. Nel sondaggio Scanello 2 essa è stata rinvenuta in un livello che sicuramente, data l'associazione a Foraminiferi e a Molluschi, si è depositato in un ambiente lagunare in cui non dovevano mancare apporti di mare aperto; e vi compare come comune, se non frequente, mentre è assente nei livelli ancora lagunari sopra e sotto la profondità di m 2.50. Se ne segnala per ora la presenza, lasciandone l'interpretazione ambientale ad una futura più ricca casistica.

La fauna studiata è nell'insieme a bassa eterogeneità e tipica di ambiente lagunare; in essa tuttavia considerazioni di abbondanza numerica, di frequenza relativa, di dimensioni e ornamentazioni, e la saltuaria presenza di specie cori particolare significato ambientale, ci permettono di distinguere, in un ambiente di laguna in senso lato, condizioni più o meno influenzate da apporti fluviali o da una vicina linea di costa, o momenti di sicura emersione.

In particolare nelle sabbie basali dei sondaggi Dolce 4, Dossa e Silone, ricche di Briozoi e di *Massilina disciformis*, è possibile riconoscere una zona lagunare a circolazione molto attiva.

Nelle sabbie intermedie attraversate dai sondaggi Burano e San Lorenzo è riconoscibile un litorale o una laguna fortemente influenzata dal mare.

In tutti i sondaggi, infine, compaiono livelli barenicoli a profondità diverse, perché diversa è stata l'evoluzione da zona a zona; i più importanti si rinvengono a 1 m di profondità nel gruppo Dolce, Dossa e Torcello e a 3,20 m circa nei sondaggi Burano.

SCANELLO

Nella zona ad est del canale di Burano sono stati eseguiti 10 sondaggi (Burano 1-5; S. Lorenzo 1-5) descritti in precedenti lavori (ALBEROTANZA *et alii*, 1977; FAVERO e SERANDREI, 1981). Altri due sondaggi, Scanello 1 e Scanello 2, sono stati eseguiti nel tentativo di definire con maggior precisione le situazioni paleogeografiche favorevoli ad insediamenti antropici.

In questo settore della laguna la base dei sedimenti lagunari si trova ad oltre 6 m di profondità e l'ambiente lagunare vi è rimasto, pur con alterne vicende, per oltre 6000 anni. Una prima fase di sedimentazione è avvenuta in un bacino lagunare non lontano dal mare, come indicano la varietà delle microfaune e la saltuaria comparsa di indicatori litorali. A questa prima fase ne è seguita una seconda nella quale si manifesta, ora in modo evidente, ora in modo incerto, la presenza o la vicinanza di acque dolci; si trovano anche, a profondità comprese tra m 5,50 (Scanello 1) e m 2,20 (Scanello 2), livelli con vegetali piritizzati e microfaune molto povere, come pure livelli nei quali si manifesta la temporanea scarsità o l'assenza di animali limivori e fossori generalmente molto abbondanti nell'ambiente lagunare. Si tratta di episodi di sedimentazione in condizioni di scarso ricambio idrico che si alternano a livelli nei quali le microfaune lagunari si mescolano con indicatori di ambiente litorale o con indicatori di barena. Situazioni tipiche di barena si riconoscono in alcuni livelli mal correlabili tra loro. Da questo quadro si deduce la presenza di una morfologia molto articolata, formata da microambienti variabili nel tempo e nello spazio, con canali, zone emerse e stagni più o meno confinati. In questo contesto ambientale vanno collocati gli insediamenti antropici di età romana i quali probabilmente hanno trovato il motivo di sorgere in questa zona per i possibili collegamenti con il mare e con la rete idrografica di terraferma. Le condizioni ambientali sono successivamente mutate per l'ingressione marina, le cui tracce sono evidenti nei sedimenti tra 2 e 3 m di profondità e che ha provocato l'abbandono e la distruzione degli insediamenti. In una fase evolutiva più recente, dopo il ritorno di condizioni lagunari più tranquille, riprendono a formarsi ambienti di barena, conservati in particolare a 1 m e a 0,50 m circa di profondità.

TORCELLO

L'isola di Torcello è stata il più importante insediamento lagunare nell'Alto Medio Evo. Nel 638 vi si trasferì il vescovo di Altino, e questo fatto, avvenuto 186 anni dopo che Altino era

stata distrutta dagli Unni di Astila, ci sembra suggerire che nel VII secolo le condizioni ambientali erano tali da consentire insediamenti stabili.

Due sondaggi eseguiti dietro l'abside della Cattedrale di S. Maria Assunta (Torcello 3 e 4) consentono ora di precisare come si erano venute a creare queste condizioni favorevoli nel contesto paleoambientale delineato dallo studio dei sondaggi S. Antonio, Torcello 1 e Barenella, eseguiti a sud dell'isola e Torcello 2 e Borgognoni eseguiti a nord (ALBEROTANZA *et alii*, 1977).

In tutta la zona l'ingressione di acque marine si riconosce a profondità comprese tra m 4,50 e 5 e, come si è detto, sembra databile a poco più di 4.000 anni dal presente. Durante una prima fase durata circa 2.000 anni si sono depositati nella zona silt argillosi, spesso molto fossiliferi, dai quali si deduce la presenza di un ambiente lagunare tranquillo, con apporti clastici relativamente scarsi, protetto dall'invasione di acque dolci e sufficientemente aperto all'influenza del mare.

Da m 2,40 di profondità si rilevano le prime testimonianze di attività antropiche, contemporaneamente a un aumento della granulometria dei sedimenti. Non si rilevano, come in altre zone, indizi evidenti di emersione dei fondali. Tuttavia il mutamento delle condizioni sembra interpretabile come effetto di un abbassamento del livello del mare, tanto da permettere alle onde di vento di rimaneggiare i sedimenti di fondo.

Da m -2,40 a m -1,20 le microfaune lagunari, ora abbondanti, ora scarse, comprendono anche indicatori litorali che qui però non si prestano ad una interpretazione univoca: esemplari di *Ammonia beccari* e di *Elphidium crispum* sono stati trovati anche in frammenti di intonaco rinvenuti nei sedimenti. Come succederà più tardi nel Medioevo, già allora le sabbie litorali erano trasportate in laguna per lavori edili. Significative sono invece la presenza pressoché costante di *Trochammina inflata*, indicativa della presenza, nei pressi, di ambienti barenicoli, e la presenza di frequenti e abbondanti frammenti di carbone, ulteriore testimonianza di attività antropiche. Inoltre da m 2,20 a m 1,90 sotto il livello mare sono stati trovati livelletti di rami di vegetali costipati nel fango e, sopra e sotto di essi, semi di uva e di cucurbitacee. La corrispondenza con quanto descritto da MARCELLO (1965) e con i risultati degli scavi archeologici di Torcello è ottima e ci porta come età di questi livelli al periodo romano, fino al II secolo D.C. Non è stata individuata la zona emersa sulla quale potevano esistere insediamenti stabili, ma non è da escluderne la presenza, come pure è possibile che gli apparati barenicoli siano stati totalmente o parzialmente erosi, come è avvenuto anche nella zona di Scanello, durante l'ingressione marina manifestatasi dal III al VI secolo.

Resta un po' misteriosa la funzione degli allineamenti di anfore segnalati a sud di Torcello e dei monoxili usati come dispositivi idraulici nel primo secolo dell'era volgare. Pur non volendo entrare in questo argomento che l'archeologia può affrontare con

altri mezzi, basandoci solamente sulla ricostruzione paleoambientale siamo tentati di avanzare l'ipotesi che gli allineamenti di anfore delimitassero dei bacini, forse delle valli da pesca, e che i monoxili servissero per regolare l'afflusso dell'acqua e impedire l'uscita del pesce. Si tratta solo di una ipotesi basata sul fatto che a Torcello non sono state individuate condizioni geografiche che giustificassero, all'epoca romana, insediamenti di rilevante importanza come a Scanello e lungo la Dolce. L'ambiente da Torcello alle barene di Scanello era probabilmente più idoneo per la pesca.

Da m 1,20 a m 0,60 circa, l'aspetto dei sedimenti muta notevolmente. In questo intervallo, che sembra correlabile con lo strato di «fango alluvionale» degli scavi archeologici di Torcello, le microfane indicano ancora un ambiente di deposizione lagunare, nonostante la presenza di indicatori litorali e di scarsa sabbia giallastra derivanti dallo smantellamento di precedenti costruzioni. I sedimenti si presentano però decolorati, a volte ossidati e sono talora presenti resti di vegetali in posizione di crescita.

Si tratta quindi di sedimenti di fondale della laguna emersi per abbassamento del livello dell'acqua. Benché si manifestino notevoli rimaneggiamenti dei sedimenti per attività antropiche, in questo intervallo sembrano riconoscibili tre distinti episodi. Una prima fase di emersione avrebbe creato condizioni idonee ad insediamenti su una superficie che ora si trova 80-90 cm di profondità sotto il mare e che è correlabile al livello di ciottoli dello strato VII degli scavi archeologici. All'esterno dell'abside della Cattedrale vi corrisponde un manufatto in pietra, probabilmente un lastricato che prosegue, più lontano dalla chiesa, con un livello di riporti e di macerie. Probabilmente è questo il piano di calpestio del VII secolo al quale si fa risalire la prima costruzione della Cattedrale.

Da 80 a 60 cm circa di profondità ricompaiono argille siltose con microfane lagunari che fanno pensare ad una fase di sommersione coincidente con l'optimum secondario medioevale (IX-XI secolo) e che avrebbe reso difficili le condizioni abitative almeno su parte dell'isola. Anche queste argille siltose sono però decolorate e indicano una successiva fase di emersione. Una successione ambientale di questo tipo trova conferma nella curva eustatica dell'Olocene riportata da MÖRNER (1976).

A1 di sopra dell'ultimo livello massicci riporti di sabbie litorali, di laterizi e di pietrame documentano l'opera dell'uomo per elevare artificialmente il livello del suolo e assicurare più stabili condizioni per la vita sull'isola.

CANALE SILONE

Sulle barene al lato del canale Silone, a nord di Torcello e in una posizione intermedia tra le barene del Dese e quelle del canal Dolce, sono stati eseguiti 5 sondaggi.

In due di questi sondaggi, il Silone 3 ed il Silone 5, è stato individuato il passaggio dai sedimenti palustri ai silt lagunari a circa

5 m di profondità: una quota relativamente bassa se comparata alla situazione rilevata ad ovest e a sud, e dovuta in buona parte alla morfologia della pianura prima dell'ingressione marina.

Per quanto concerne i sedimenti lagunari il confronto con le zone di Torcello e del Dese porta a segnalare un'altra particolarità: la presenza di sabbie spesso molto fossilifere, nel sondaggio Silone 4, da 4 a 7 m di profondità, e la diffusa presenza di sottili intercalazioni di sabbia e di silt, in particolare nel Silone 2, da 4 a oltre 6 m di profondità, nel Silone 3 da circa 3 a 5 m, e nel Silone 4 da 2,50 a 4 m. Al di sopra di questi livelli, e in tutta la sezione del Silone 5, predominano silt più o meno argillosi con microfaune lagunari e talora con esemplari di *Trochammina inflata*. Indicazioni di emersione, anche se temporanea, si notano nel sondaggio Silone 4 a circa un metro di profondità, dove sono presenti resti di vegetali in posizione di crescita. Da meno di un metro di profondità alla superficie si nota il graduale evolversi verso le formazioni barenicole attuali.

L'aspetto più rimarchevole dei sedimenti lagunari in questa zona è la presenza di sabbie di colore grigio, a grana finissima, che nella zona del Dese erano state trovate praticamente solo nei pressi del canale Busta e che risultano assenti nella zona di Torcello. L'ambiente di deposizione è lagunare, con attivo ricambio idrico; la presenza di microfaune litorali, anche se rare, fa presumere un facile collegamento con il mare, probabilmente ad ovest di Torcello, attraverso il canale Borgognoni. E' da rilevare che a profondità inferiori a due metri le sabbie sono praticamente assenti in tutta la zona.

IL CANALE DELLA DOLCE

Il canale della Dolce o Dossa è delimitato attualmente da una fascia di barene che separano la Palude della Rosa dalla Palude Bambagio. Il collegamento col canale di Burano mediante il canale S. Antonio sembra almeno in parte artificiale. In questa parte della laguna si sono succeduti insediamenti antropici noti dal Medioevo. Per ricostruire le condizioni ambientali che avevano favorito questi insediamenti e che ne avevano poi determinato l'abbandono sono stati eseguiti sulle barene ai lati del canale quattro sondaggi. Altri due (S. Ariano e Canova) eseguiti a sud dell'Ossario di S. Ariano sono stati descritti in un precedente lavoro (ALBEROTANZA *et alii*, 1977); inoltre sette sondaggi dei quali si parlerà diffusamente nel paragrafo seguente sono stati eseguiti in località Dossa Secca.

La profondità massima raggiunta è stata di m 7 sotto il livello del mare. In tre sondaggi sono state raggiunte, sotto i sedimenti lagunari, sabbie fluviali di colore grigio chiaro, di grana fine e finissima: nel Dolce 3 a oltre 4 m di profondità, nel Dolce 1 a oltre 5 m e nel S. Ariano a oltre 4 m circa. Queste sabbie sono prive di microfauna e sembrano depositate in ambiente duclicolo prima dell'ingressione sul posto delle acque marine.

Sabbie simili ma con microfaune spesso abbondanti sono state

attraversate nei sondaggi Dolce 4 (da m 4,75 a oltre m 7) e da due sondaggi nella zona di Dossa Secca: vicino al canale Dolce, da m 2,75 di profondità e poco ad est, ad oltre m 6,50. Anche lungo il canale Silone, più ad ovest, sono presenti sabbie fossilifere, in particolare nel Silone 4 ad oltre m 4,20 di profondità; nella zona del Dese sabbie fossilifere erano state segnalate solamente nei pressi del canale Busta dove passavano, verso il basso, a sabbie sterili (ALBEROTANZA *et alii*, 1977).

La presenza di queste sabbie è di notevole interesse e pone alcuni interrogativi non ancora completamente risolti. Il contatto di queste sabbie con i sedimenti sottostanti è stato raggiunto solo nel sondaggio Silone 3 a m 5,25 dove esse poggiano su argille torbose nerastre, di ambiente palustre; il passaggio verso l'alto al silt argilloso lagunare, sempre graduale, è indicativo di una diminuzione graduale, probabilmente per migrazione laterale, delle condizioni idonee al trasporto ed alla sedimentazione di queste sabbie.

Le sabbie prive di microfauna, presenti in alcuni sondaggi, e quelle fossilifere, presenti in altri, possono sembrare depositate nel corso di due episodi nettamente distinti nel tempo: uno precedente l'ingressione marina, l'altro invece successivo, dopo un certo intervallo di tempo. Alcune circostanze fanno però ritenere che questi due episodi si diversifichino per l'ambiente di deposizione ma siano continui nel tempo: nel sondaggio Busta 1, nella zona del canale Dese, sembra esservi continuità tra le sabbie grigie fluviali prive di microfauna e quelle fossilifere soprastanti; nel sondaggio Silone 3 intercalazioni di sabbie e silt poggiano sulle argille palustri che formano il substrato dei sedimenti lagunari e non sembra che tra queste e le sabbie soprastanti vi siano forti lacune per erosione; infine nella zona di Dossa Secca le sabbie fossilifere sono state raggiunte poco più di 4 m sotto un livello databile circa 2000 anni dal presente, che verrà descritto nel paragrafo successivo.

La sedimentazione di queste sabbie fluviali è quindi iniziata prima dell'ingressione marina in questa zona; inoltre, se la presenza di queste sabbie è collegata agli ambienti salmastri e palustri descritti nella zona di Scanello, posta poco a sud, si può avanzare l'ipotesi che la sedimentazione delle sabbie fluviali sia iniziata dopo che a Scanello si erano depositati i primi sedimenti lagunari. La deposizione delle sabbie fossilifere sarebbe immediatamente successiva, e sarebbe proseguita fino ad un tempo non posteriore alla fine del periodo romano, quando l'ingressione marina ha determinato notevoli mutamenti nella bassa pianura costiera. Le condizioni di sedimentazione successive al periodo romano sono infatti molto diverse: in questa zona in particolare, sia in presenza di acque dolci che di acque salmastre non si ripetono più condizioni idonee alla formazione di orizzonti sabbiosi.

Le sabbie sterili sono indubbiamente apporti fluviali. E' improbabile però che si trattasse di apporti del fiume Sile, il quale

dall'epoca romana in poi sembra avere trasportato solamente sedimenti siltoso-argillosi ed in quantità modesta.

Per quanto concerne le sabbie fossilifere presenti in particolare nelle zone del canale Silone e del canale Dolce, è da rilevare anzitutto l'assenza di ambienti salmastri o palustri presenti invece nella zona di Scanello. Inoltre la ricchezza della fauna presente nelle sabbie non sembra compatibile con un ambiente fluviale, ma piuttosto con la presenza di attivi canali di comunicazione con il mare. Certamente però un apparato fluviale doveva essere presente poco lontano, ma probabilmente ad est. Concordano con questa ipotesi il fatto che le sabbie dei sondaggi Dossa Secca e Dolce 4 presentino una granulometria maggiore ed in esse si rinvenivano con maggiore frequenza indicatori di acque dolci mescolati alle faune lagunari.

In questa parte della laguna la prima evidenza di formazioni di barena si trova a circa 2 m di profondità nel sondaggio Dolce 3 e nella zona di Dossa Secca. A quote meno profonde si assiste in un primo tempo al riaffermarsi di condizioni francamente lagunari e poi, in tempi più recenti, all'invasione di acque dolci con formazione di paludi, di canneti e con deposizione di torbe. In questo contesto si nota il ripetuto formarsi di apparati barenicoli. Nel sondaggio Dolce 1 a nord di S. Ariano, una prima barena si forma, probabilmente ai lati di un canale, a m 1,50 circa di profondità. Dopo un breve periodo di sommersione, a circa 1 m di profondità compaiono sedimenti decolorati e localmente ossidati che dimostrano l'avvenuta emersione del fondale. Su di essi poggiano materiali di riporto: sabbie grigie con frammenti di laterizi e sabbie giallastre con microfaune di ambiente francamente litorale, ricoperte dalla barena attuale.

Nella zona a nord e a sud dell'Ossario di S. Ariano sono riconoscibili su un'ampia estensione sabbie con microfaune tipicamente litorali che si incontrano da poco meno di un metro fino a circa 50 cm di profondità, talora intercalate con livelli di carbone e con frammenti di laterizi: si tratta di materiali di riporto con i quali, dopo l'emersione del fondale e la formazione di insediamenti, si era cercato di difendere la zona dal successivo ritorno di acque salmastre; questa azione di difesa si era protratta fino al XV secolo, quando, dopo un periodo di progressivo decadimento, la zona era stata praticamente abbandonata.

Nel sondaggio Dolce 4 la microfauna lagunare, varia ed abbondante nella parte inferiore del sondaggio, si impoverisce a partire da m 1,30; poco sopra compaiono resti di *Fragmites*, testimonianza della presenza di acque poco salate, e a circa 50 cm di profondità si affermano condizioni di barena. Nei fondali vicini, in particolare presso la località Torre Domorso (Dolce 5), sotto uno strato sottile di limo lagunare recente, con il limite inferiore di tipo erosivo, compaiono a circa 60 cm di profondità sedimenti argillosi con microfaune lagunari; il colore, le chiazze di ossidazione, la presenza di resti di vegetazione in posizione di crescita, testimoniano una fase di emersione del fondale.

Più a nord, nella zona del sondaggio Dolce 3, dalla superficie a circa 2 m di profondità prevalgono argille torbose con abbondanti resti di *Fragmites*; rimarchevole è la presenza quasi costante di *Trochammina inflata*.

DOSSA SECCA

Situata sulla riva orientale del canale Dolce, a nord dell'isola La Cura, questa zona è stata trasformata in una valle da pesca. Durante i lavori sono stati scoperti sicuri indizi di un insediamento di una certa importanza riferibile al periodo romano; i materiali rinvenuti, ma ancor più la precisa determinazione della quota del livello archeologico, confermano questa attribuzione. Nella zona sono stati eseguiti sette sondaggi, il più profondo dei quali ha raggiunto m 6,50 di profondità.

La situazione generale risultante dall'analisi dei sedimenti è stata descritta nel paragrafo precedente. Di particolare interesse risultano i paleoambienti formati nei tempi più recenti, praticamente dal periodo romano in poi.

I sedimenti presenti da m -2,75 a m -2 mostrano una evoluzione dall'ambiente lagunare all'ambiente barenicolo per molti aspetti simile a quella riscontrabile nel substrato delle «barene di canale lagunare» precedentemente descritte. Sulla superficie di queste paleo-barene, a circa 2 m di profondità, si incontra il livello antropizzato, facilmente individuabile per la presenza di ciottolame, laterizi, frammenti di intonaco usati come pavimentazione e consolidamento del terreno circostante. Immediatamente sopra questo livello compaiono silt argillosi con microfaune lagunari; più in alto si manifesta la presenza sempre più importante di acque dolci che favoriscono lo sviluppo del caneto. Da 70 a 80 cm di profondità ricompaiono ambienti barenicoli su un substrato di limi torbosi e sporadicamente si nota una ripresa della presenza antropica. Seguono verso l'alto torba ed argille torbose di ambiente prevalentemente dulcicolo sulle quali si insediano le barene attuali, favorite probabilmente anche dalla notevole riduzione delle immissioni in laguna di acqua dolce.

Nota - Datazioni assolute eseguite col metodo del radiocarbonio presso il Centro di Ricerche Geodinamiche di Thonon Les Bains confermano l'età romana degli insediamenti di Scanello: un frammento di una trave di legno, tratta da un tronco di circa 50 cm di diametro, dà un'età R.C. 2225±61 (275 A.C.), confrontabile con le età R.C. (W. Dorigo, comunicazione personale) di simili manufatti di legno provenienti dagli insediamenti della Dossa. Trattandosi di grossi tronchi di quercia è presumibile che il loro impiego sia stato alquanto più recente, come sembrano indicare anche altre evidenze archeologiche.

Un frammento ligneo di una palificata connessa con insediamenti medioevali a circa 1 m di profondità, a sud di S. Ariano, fornisce un'età R.C. 1295±58 (655 A.D.).

E' confermata inoltre l'età medioevale e moderna dei livelli di torba presenti nella zona del canale Dolce da circa m 1,50 fin quasi alla superficie: un livello intermedio fornisce l'età R.C. 518±54 (1432 A.D.).

Conclusioni

Le ricerche sull'evoluzione dell'ambiente lagunare hanno messo in evidenza un complesso di situazioni articolate e mutevoli ora simili a situazioni attuali dell'ambiente lagunare, ora molto diverse, sempre condizionate dalla dinamica di forze naturali che, comprese o non comprese dall'uomo, hanno svolto e continuano a svolgere un ruolo determinante.

Ha avuto un ruolo fondamentale nell'evoluzione della laguna la idrografia dei corsi d'acqua, come il F. Brenta che, nella laguna meridionale, ora ha contribuito allo spostamento di alcuni chilometri della linea di costa, ora ha trasformato la laguna in palude; o come il F. Sile che con le sue acque ha trasformato, dal Medioevo in poi, la laguna della Dolce e forse di altre zone più ad est, prima dominate dalle acque marine, in paludi e torbiere; o come il F. Piave (o il Sile di Plinio?) del quale forse è stata scoperta una prima presenza, se non la presenza diretta, negli abbondanti apporti di sabbia entro il dominio della laguna, oltre che lungo la costa.

Altro importante ruolo, ora parallelo a quello dei fiumi, ora ad esso antagonista, ha svolto il mare con le sue variazioni di livello, trascurate da chi può accontentarsi del metro come unità di misura, ma inequivocabilmente documentate nei sedimenti di un ambiente lagunare dove pochi decimetri in più o in meno possono trasformare il paesaggio tanto da costringere l'uomo ad allontanarvisi e da apparirgli inospitale al momento dell'invasione di Attila e della distruzione di Altino, o viceversa da offrirgli ospitalità 180 anni dopo.

Le variazioni del livello del mare hanno scandito le successive fasi dell'ingressione marina e hanno fatto estendere di volta in volta il dominio lagunare verso terraferma, dove gli apporti fluviali non ne ostacolavano l'espansione; ma hanno anche imposto le forme e i tempi della colonizzazione dell'ambiente lagunare.

La «emersione romana» nella laguna di Venezia ha avuto l'effetto di annullare per alcuni secoli l'abbassamento del suolo e di favorire la formazione di zone barenicole sulle quali si sono sviluppati i primi stanziamenti antropici, i cui resti si trovano ora a due metri sotto il livello del mare.

La trasgressione «tardo romana», alla quale, forse più che alla decadenza dell'impero, è da attribuire la crisi dei porti e delle vie di comunicazione nelle basse pianure costiere, nella laguna di Venezia ha sommato il suo effetto con quello dell'abbassamento del suolo, sommergendo gli insediamenti e provocando sconvolgimenti nella rete idrografica circumlagunare.

L'emersione di fondali lagunari nel VII secolo e la ricolonizzazione della laguna sono stati propiziati da una breve e rapida diminuzione del livello del mare, e sono conferma di questi avvenimenti i livelli antropizzati a poco meno di un metro di profondità sotto l'attuale livello del mare.

Poco dopo l'optimum climatico medioevale determina un nuovo innalzamento del livello del mare, con difficoltà per gli insediamenti del VII secolo e con l'affermarsi di nuovi stanziamenti; quindi, una nuova fase di emersione interessa livelli attualmente a circa 60 cm di profondità. Nel frattempo è iniziata una incessante opera di sopraelevazione delle isole, come a S. Ariano; dove il trasporto di oltre mezzo metro di sabbia dal litorale ha ritardato, ma non impedito, la decadenza dell'isola.

Ringraziamenti

La Mn. U. D'Ancona ha fornito l'appoggio logistico indispensabile per le campagne. Al prof. B. Battaglia che ha messo a disposizione l'unità, al Com. G. Piovan e all'equipaggio che si sono prodigati per la buona riuscita delle operazioni, al Sig. E. Canal, ispettore onorario della Sovrintendenza alle Antichità, che ci ha guidati nella laguna, il nostro sentito ringraziamento.

Bibliografia

- AUTORI VARI (1980), Le origini di Venezia, problemi esperienze proposte. *Marsilio*, Venezia.
- AUTORI VARI (1981), *Histoire et archéologie*, 50, febbraio 1981. Archéologie - Fontaine - les - Dijon.
- ALBANI A.D. (1968), Recent Foraminiferida from Port Hacking New South Wales. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.* 19 (3), 85-119, pl. 7-10.
- ALBANI A.D. (1979), Recent Shallow Water Foraminiferida from New South Wales. *Australian Marine Sciences Association*, 3: 57 pp., Cronulla N.S.W. Australia.
- ALBANI A.D. e SERANDREI BARBERO R. (1982), Foraminiferal Fauna from the Lagoon of Venice, Italy. *Journal of Foraminiferal Research*, 12 (3): 234-241, 4 figg., 1 tav.
- ALBEROTANZA L., SERANDREI BARBERO R. e FAVERO V. (1977), I sedimenti olocenici della Laguna di Venezia (bacino settentrionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 96: 243-269, 11 figg. n.t.
- BONATTI E. (1967), Late - Pleistocene and Postglacial Stratigraphy of a Sediment Core from the Lagoon of Venice (Italy). *Mem. Biogeogr. Adriat.* 7, Suppl.: 9-26, 10 figg. n.t., 4 tabb. n.t.
- BORTOLAMI G.C., FONTES J.Ch., MARKGRAF V., SALIEGE J.F. (1977), Land, sea and climate in the northern Adriatic region during late Pleistocene and holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21: 139-156.
- COLLINS A.C. (1958), Foraminifera *Great Barrier Reef Exp. 1928-29, Rep.* 6 (6) : 335-436, tavv. 1-5.
- FAVERO V. (1979), Aspetti dell'evoluzione recente dell'Alto Adriatico. *CNR, Convegno Sc. Naz. Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini*: 12 pp., 3 figg. n.t.
- FAVERO V., ALBEROTANZA L. e SERANDREI BARBERO R. (1973), Aspetti paleoecologici, sedimentologici e geochimici dei sedimenti attraversati dal pozzo VE 1 bis CNR. *C.N.R. Laboratorio Studio Dinamica Grandi Masse*: 51 pp., 2 tabb. n.t. 7 figg. n.t., 4 tavv. f.t.
- FAVERO V. e SERANDREI BARBERO R. (1978), La sedimentazione olocenica nella piana costiera tra Brenta e Adige, *Mem. Soc. Geol. It.*, 19, 337-343, 2 figg.

- FAVERO V. e SERANDREI BARBERO R. (1980), Origine ed evoluzione della Laguna di Venezia - Bacino meridionale. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.* 5: 49-71, 4 figg.
- FAVERO V. e SERANDREI BARBERO R. (1981), Evoluzione paleoambientale della Laguna di Venezia tra Burano e Canale S. Felice. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.*, 6: 119-134.
- LECIEJEWICZ L., TABACZYNSKA E. e TABACYNSKYS (1970), Commento archeologico ai reperti naturali, antichi e medioevali, scoperti a Torcello (191-62). *Mem. Biogeogr. Adriat.*, 8: 89-106, 21 figg. f.t., Venezia.
- MARCELLO A. (1965), Testimonianza di una antica ortofrutticoltura nell'isola di Torcello. *Mem. Biogeogr. Adriat.* 6: 111-145, 3 tavv.
- MÖRNER N.A. (1976), Eustatic changes during the last 8.000 years in view of radiocarbon calibration and new information from the kattegatt Region and other northwestern European coastal areas. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 19: 63-85.
- MURRAY J.W. (1971), An Atlas of British Recent Foraminiferids, Heinemann Educational Books, London.
- SCOTT D.S. e MEDIOLI F.S. (1978), Vertical zonations of marsh foraminifera as accurate indicators of former sea-levels. *Nature*, 272: 5653, 528-531, 3 figg. n.t.
- SERANDREI BARBERO R. (1974), Contributo alla conoscenza dei sedimenti olocenici della Laguna di Venezia (zona Canale del Dese-canale di Burano). *C.N.R. Lab. S.D.G.M.*, TN 55: 11 pp., 4 tavv. f.t., 2 figg. n.t.
- SERANDREI BARBERO R. (1975), Il sondaggio Venezia 2: stratigrafia e paleoecologia. *Giornale di geol. serie 2*, 40 (1): 163-180, Bologna.
- SILVESTRI A. (1950), Foraminiferi della Laguna Veneta. *Boll. Pesca Piscicoltura e Idrobiologia*, anno XXVI, 5 (1), Roma.