

VITO FAVERO (*) - ROSSANA SERANDREI BARBERO (*)

ORIGINE ED EVOLUZIONE DELLA LAGUNA
DI VENEZIA · BACINO MERIDIONALE

Riassunto

I risultati dello studio di 18 sondaggi eseguiti nella parte meridionale della Laguna di Venezia permettono di delineare un modello d'evoluzione di questa parte della laguna. Le fasi evolutive principali sono le seguenti.

A) Dalla fine dell'Atlantico alla fine del Subboreale: formazione di una linea di costa più interna dell'attuale — evoluzione dell'ambiente retrostante da fluvio-palustre a lagunare — espansione verso terraferma del bacino lagunare.

B) Dall'inizio del Subatlantico al XIV sec. D.C.: regressione marina e formazione della linea di costa attuale — allargamento verso mare del bacino lagunare — regressione del margine interno lagunare.

C) Dal XIV sec.: inversione dell'evoluzione lagunare per interventi antropici.

Abstract

Origin and evolution of the Venice Lagoon - Southern Basin.

In the southern part of the Venice Lagoon (Northern Adriatic Sea), 18 boreholes were made from which 375 samples were analyzed. The results allowed us to recognize the following environmental evolution:

A) End of Atlantic to the end of Subboreal: formation of coastline farther inland than actual one; environmental evolution from fluvial marsh to lagoon; landward progression of lagoon basin.

B) Beginning of Subatlantic to the 14th Century A.D.: marine regression and formation of actual coastline; extension of lagoon basin towards the sea; regression of the inner lagoon margins.

C) From the 14th Century A.D.: inversion of lagoon evolution due to man's intervention.

Premessa

Nella parte meridionale della Laguna di Venezia, tra il porto di Malamocco ed il Porto di Chioggia, sono stati eseguiti 18 sondaggi per lo studio dei sedimenti olocenici e della evoluzione paleoambientale, a partire dalle condizioni continentali che ancora persistevano nella zona all'inizio dell'Olocene.

(*) C.N.R., Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, S. Polo, 1364 - Venezia.

I lavori e le osservazioni « in loco » sono stati eseguiti nel 1977 grazie all'impiego, come base logistica, della motonave t.s. U. D'Ancona, gentilmente messa a disposizione dal Prof. B. Battaglia dell'Istituto di Biologia del Mare di Venezia.

Questa ricerca fa parte di un programma di studio sull'evoluzione dell'ambiente lagunare, il cui scopo pratico più importante è di fornire le indispensabili conoscenze di base per comprendere i fenomeni evolutivi in atto.

Tale studio ha avuto un primo importante contributo grazie agli studi sui sedimenti del sondaggio di Motte di Volpego eseguito nel 1963 (AscoLi P., 1966; BONATTI E., 1968) ed è proseguito con i sondaggi profondi VE 1 bis (FAVERO V., ALBEROTANZA L. & SERANDREI BARBERO R., 1973) e VE 2 (SERANDREI BARBERO R., 1975). Lo studio in particolare dei sedimenti olocenici, depositati negli ultimi 10.000 anni, nei quali sono comprese le vicende legate all'insediamento ed all'evoluzione dell'ambiente lagunare, è iniziato con l'esecuzione di numerosi sondaggi e cori rilievi di superficie nella parte settentrionale della laguna (SERANDREI BARBERO R., 1974; ALBEROTANZA L., SERANDREI BARBERO R. & FAVERO V., 1977) e, a sud, tra i fiumi Brenta e Adige (FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R., 1978); i risultati hanno condotto ad un primo tentativo di inquadramento della storia della laguna nel contesto regionale (FAVERO V., 1979).

Dei numerosi altri Autori che si sono occupati di aspetti diversi dei sedimenti lagunari saranno via via citati i lavori di maggior interesse per questa ricerca.

Analisi eseguite e metodologie usate

I sondaggi, eseguiti con un carotiere a mano appositamente costruito, sono stati effettuati nelle zone dove le indagini preliminari suggerivano condizioni di sedimentazione il più possibile indisturbate; sono state evitate le zone troppo vicine ai canali.

Il carotaggio continuo ha permesso di ottenere per ogni sondaggio una sequenza praticamente ininterrotta dei sedimenti attraversati. Dopo un primo esame della litologia e delle strutture sedimentarie sono stati selezionati i campioni per le analisi granulometriche e paleontologiche. Il materiale restante è stato conservato per ulteriori indagini.

Le analisi granulometriche sono state eseguite a setaccio e densimetro. Per la definizione dei sedimenti è stata usata la classificazione di Wentworth. Pertanto nelle descrizioni che seguono il termine « argilla » indica la frazione granulometrica inferiore a 4 micron; il « silt » rappresenta la frazione da 4 a 62 micron; « sabbia » comprende le frazioni superiori a 62 micron.

Sono stati usati, e riportati nei grafici (Fig. 2 e 3), i parametri « C » ed « M » i quali sono indicativi delle condizioni idrodinamiche della sedimentazione e nello stesso tempo danno una informazione, sia pure di massima, della granulometria del sedimento. In particolare « C » corrisponde al diametro dei grani che formano l'1% della parte più grossolana del sedimento;

« M » è il diametro « medio » delle particelle, corrispondente, nelle curve cumulative, al 50% del sedimento. Per alcuni sondaggi le indicazioni fornite da questi due parametri sono state integrate nei grafici con i valori delle percentuali di sabbia presenti in ciascun campione esaminato, per evidenziare le variazioni intervenute nel tempo.

Le analisi paleontologiche sono state eseguite sul residuo al lavato con setaccio da 62 micron, previo trattamento del campione con acqua ossigenata o con soda.

Su alcuni campioni inoltre sono state eseguite analisi calcimetriche con il metodo volumetrico descritto in letteratura.

Infine su sedimenti del sondaggio Torson sono state eseguite, a cura di Florence Heivaert dell'Istituto di Palinologia dell'Università di Louvain La Neuve, alcune analisi palinologiche per verificare la possibilità di datazione dei sedimenti e di correlazione con altre sequenze polliniche; esse hanno fornito utili indicazioni sulle condizioni paleoambientali.

Nella descrizione dell'ambiente lagunare verrà usato il termine « barena » derivato dalla toponomastica locale. Esso corrisponde a « salt marsh » o « pré salé ».

Descrizione dei sondaggi

I sondaggi eseguiti hanno raggiunto profondità variabili da m 3 a m 9,50. Per ognuno di essi vengono date le coordinate geografiche; la longitudine è data dal meridiano di Roma secondo la cartografia I.G.M. La descrizione dei terreni attraversati è fatta dal basso verso l'alto, nell'ordine cioè di deposizione dei sedimenti.

Le misure di profondità sono sempre riferite al livello medio delle alte maree, cioè a circa 20 cm sul livello del mare.

BACINO DI CHIOGGIA

Delta 2, Lat. 45° 15' 28" N - Long. 0° 18' 16" W

Sedimenti attraversati. Da m-3,50 a m-1,40 sabbia siltosa di colore grigio chiaro, con livelletti torboso-siltosi di colore bruno; da m-1,40 a m-0,25: silt torboso, torba ed argilla scura; più in alto silt e sabbia di riporto; alla base tritume di conchiglie.

T 25, Lat. 45° 15' 14" N - Long. 0° 17' 38" W

Sedimenti attraversati. Da m-5,50 a m-3,66: silt molto argilloso e torboso, torba bruna, silt poco argilloso di colore grigio con laminazioni grigio-verdi; da m-3,66 a m-3,22 sabbia a grana grossa con ghiaia sottile; da m-3,22 a m-2,26: silt a grana grossa con intercalazioni sabbiose; da m-2,26 a m-0,25: argilla ed argilla siltosa di colore grigio-verde chiaro con laminazioni torbose, torba argillosa nera, argilla siltosa nera con resti di vegetali (*Phragmites*); da m-0,25 alla superficie: silt grigio-giallino con livelletti di sabbia finissima.

Delta 1, Lat. 45° 14' 53" N - Long. 0° 13' 52" W

Sedimenti attraversati. Da m-7,00 a m-4,57: sabbia grigia a grana fine in basso, più grossa in alto, con frammenti di Bivalvi; da m-4,57 a m-3,60: straterelli centimetrici alterni di sabbia grigia e silt scuro con gusci di Bivalvi; da m-3,60 a m-0,45: sabbia finissima con intercalazioni di silt nero in basso e sabbia grigia a grana fine in alto; da m-0,45 alla superficie: silt giallastro a grana fine e media con intercalazioni sabbiose.

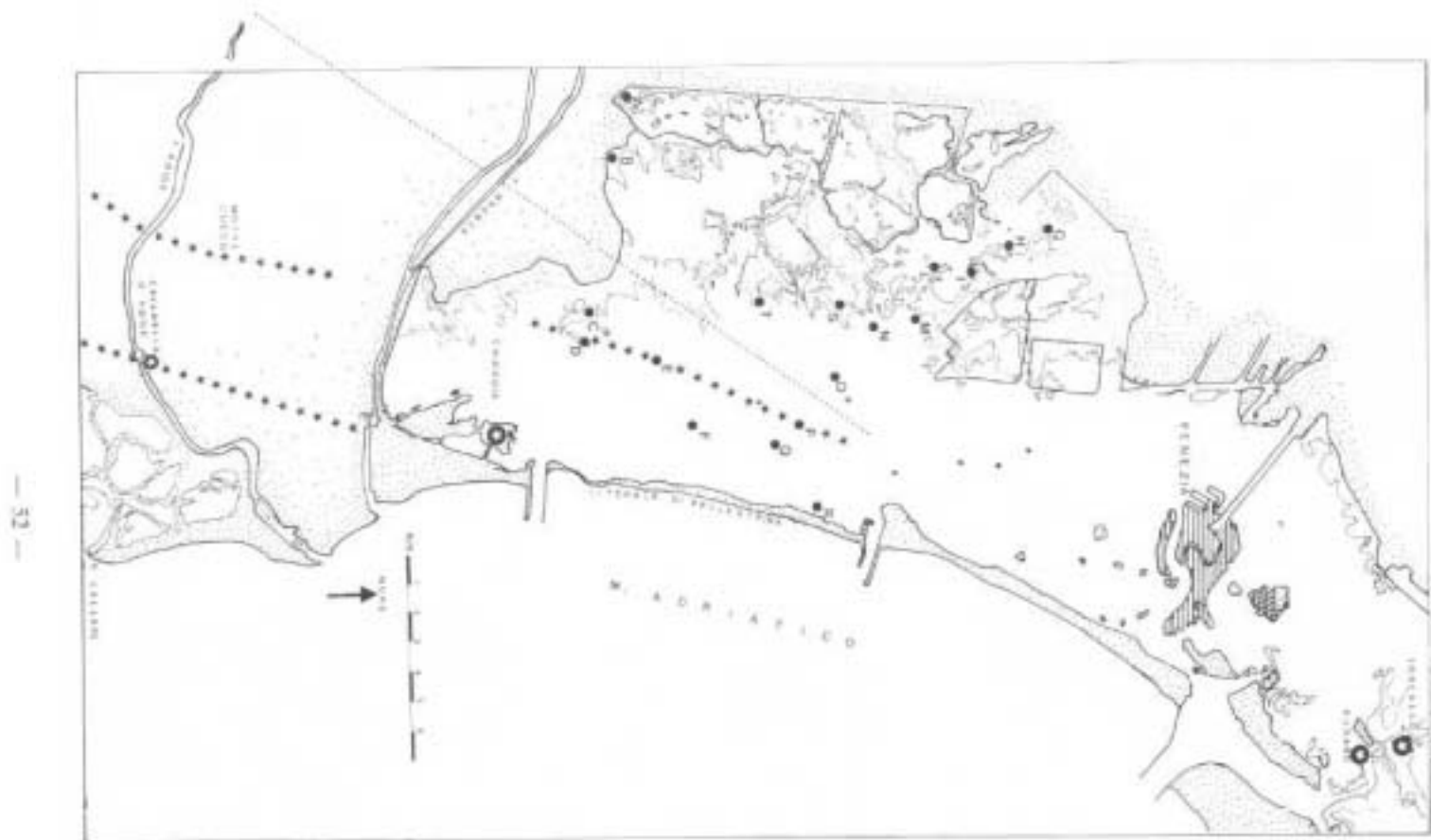


Fig. 1. Posizione dei sondaggi. Nel bacino di Chioggia: A: Delta 2, B: T 25, C: Delta 1, D: Ca' Manzo, E: Peti de Bo, F: Bombae; nel bacino di Malamocco: G: Bondante, H: Poloschiavo, I: Tezze, L: Ravaglio, M: Torson, N: Rivoli, O: Corno Vecchio, P: Valgrande, Q: Beverara, R: S. Pietro; inoltre: S: Sacca delle Orae, T: Fondi dei Sette Morti. La linea punteggiata segna il limite dell'ingressione olocenica; le linee ad asterischi indicano le linee di costa Motte Cucco - Peta de Bo - Valgrande e Cavanella d'Adige - S. Anna - Chioggia.

Ca' Manzo, vedi Tavoleta i.G.M. F.» 65 I S.O. Chioggia
Sulla « barena » e nei pressi sono stati eseguiti vari sondaggi, dei quali tre a carotaggio continuo.
Sedimenti attraversati. Da m-3 a m-0,50 circa: sabbia grigia, a grana fine, più sottile in alto, con qualche intercalazione torbosa a m-1,50 circa; da m-0,50 alla superficie: silt più o meno argilloso con laminazioni di sabbia.

Motta Peta de Bo, Lat. 45° 16' 5" N - Long. 0° 12' 18" W
Sedimenti attraversati. Da m-4,25 a m-1,65: sabbia fossilifera a grana fine di colore grigio in basso, a grana leggermente più fine, di colore grigio scuro e con lenti di silt in alto; da m-1,65 alla superficie: silt con inclusioni torbose ed aggregati siltitici e sabbia mal classata fossilifera. Fino a m-0,80 sono stati trovati frammenti di mattone; in superficie seno presenti in grande quantità conchiglie spiaggiate.

Motta Bombae, Lat. 45° 16' 46" N - Long. 0° 10' 36" W
Sedimenti attraversati. Da m-5 a m-4: sabbia fine; da m-4 a m-3,05: torba e torba sabbiosa, con intercalazioni di sabbia fine e silt sabbioso; da m-3,05 alla superficie: silt sabbioso e fossilifero in basso, poi silt più argilloso con lenti di sabbia, pezzi di legno e frequenti gusci di *Balanus* e Bivalvi, infine silt nuovamente sabbioso verso la superficie.

Nelle « barene » prospicienti Sacca delle Orae e Fondi dei Sette Morti (Tavoleta Pellestrina) sono stati eseguiti vari sondaggi fino a -3 m di profondità ed è stata trovata una successione di sedimenti abbastanza uniforme: a oltre m 2,50 di profondità sono presenti argille di colore grigio-verde con abbondanti resti vegetali e con Lamellibranchi; da m-2,50 a m-0,50 torba soffice con frequenti resti di *Phragmites*; più vicino alla superficie si trova silt grigio con abbondanti resti vegetali.

BACINO DI MALAMOCCO

Bondante, Lat. 45° 23' 16" N - Long. 0° 15' 40" W
Sedimenti attraversati. Da m-5,80 a m-3,50: silt leggermente sabbioso, grigio-giallino e sottilmente laminato; silt a grana medio-grossa, di colore grigio-verde chiaro, con laminazioni di colore bruno-chiaro, aggregati carbonatici e rari ciottolini calcarei; silt argilloso di colore grigio-verde bluastrò, poi grigio, con aggregati carbonatici e resti vegetali piritizzati; da m-3,50 a m-2,51: silt argilloso di colore grigio scuro, fossilifero, con inclusi di torba; da m-2,15 a m-1,53: argilla siltosa di colore grigio-verde chiaro, con resti di *Phragmites*; da m-1,53 a m-0,55: torba bruno-scura, argillosa, con resti di *Phragmites*; da m-0,55 a m-0,13: silt e argilla laminati con resti di vegetali e chiazze di colore ocreo; da m-0,13 alla superficie silt laminato con resti vegetali.

Poloschiavo, Lat. 45° 22' 34" N - Long. 0° 15' 12" W
Sedimenti attraversati. Da m-4,40 a m-3,12: sabbia finissima siltosa; silt leggermente sabbioso con aggregati carbonatici; argilla siltosa grigio-bluastro; argilla siltosa di colore grigio-verde con resti vegetali; torba argillosa e torba con livelletti di silt; da m-3,12 a m-2,40: silt argilloso con resti vegetali e con macrofossili; da m-2,40 a m-2,10: silt argilloso grigio-bluastro con resti vegetali particolarmente abbondanti in alto; da m-2,10 a m-0,10: torba poco argillosa con frequenti resti di *Phragmites*; in superficie compare silt grigio con abbondanti resti vegetali.

Tezze, Lat. 45° 12' 55" N - Long. 0° 14' 42" W
Sedimenti attraversati. Da m-4,50 a m-3,80: silt argilloso fossilifero e silt sabbioso, con resti vegetali e lenti di sabbia; da m-3,80 a m-2,40: silt argilloso grigio-verdino a tratti fossilifero, oppure bruniccio con frequenti resti vegetali; da m-2,40 a m-0,50 torba e torba argillosa; da m-0,50 alla superficie: silt, più torboso in basso.

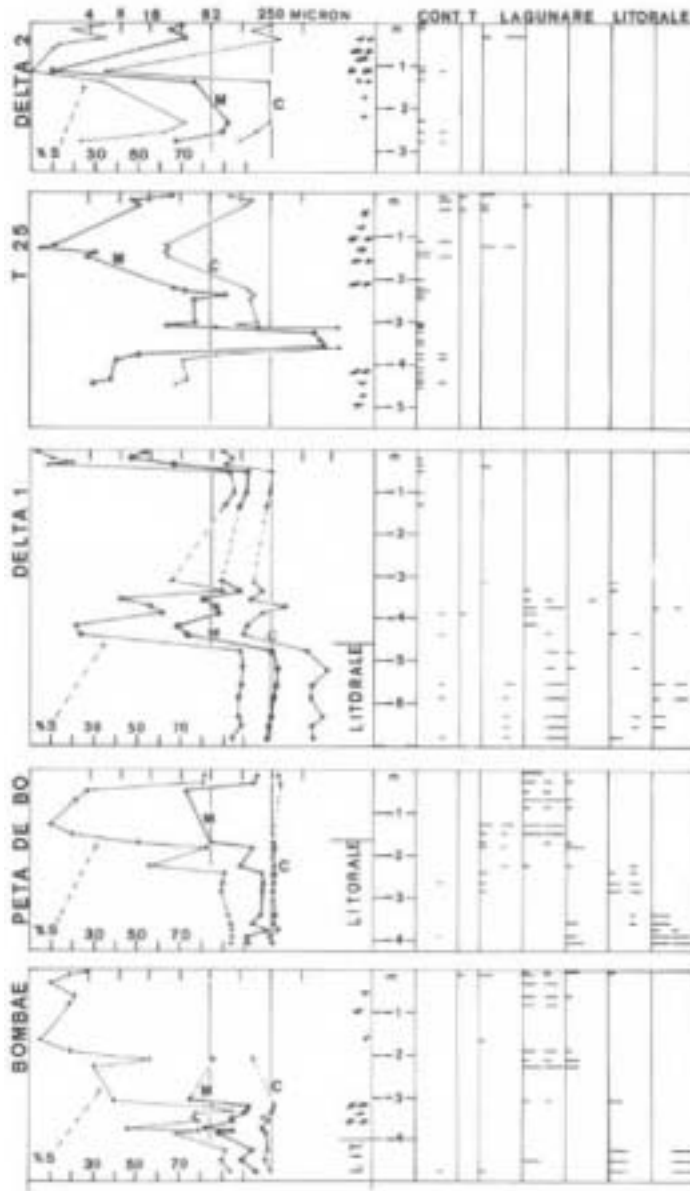


Fig. 2. Bacino di Chioggia. Caratteristiche granulometriche (percentuale di sabbia: % S; diametro mediano M e primo percentile C in scala logaritmica) e ambiente di deposizione (continentale: CENT; « salt marsh »: T; lagunare, litorale) secondo la suddivisione indicata nel testo. Nella colonna CONT: a sinistra, indicatori generici; a destra indicatori d'acqua dolce. Ambiente lagunare e litorale: in ciascuna colonna a sinistra: Foraminiferi; a destra Molluschi. La lunghezza del tratto è indicativa dell'abbondanza delle faune. Nelle colonne centrali sono indicati i principali livelli con torba e resti vegetali e la profondità in metri.

Ravaglio, Lat. 45° 21' 16" N - Long. 0° 14' 39" W
Sedimenti attraversati. Da m-5,60 silt argilloso di colore grigio verde chiaro con concrezioni carbonatiche e con lenti di sabbia; da m-5,60 a m-5,25: silt argilloso fossilifero; da m-5,25 a m-5,00: silt argilloso e torboso; da m-5,00 a m-2,20: silt argilloso poco fossilifero, di colore grigio o grigio-verde con rari livelletti di sabbia; da m-2,20 a m-0,90: torba argillosa di colore bruno scuro; da m-0,90 alla superficie: silt grigio-verdastro con lenti di torba e, in alto, frequenti resti vegetali.

Torson, Lat. 45° 20' 53" N - Long. 0° 13' 21" W
Sedimenti attraversati. Da m-8 a m-7,10: silt da argilloso a poco sabbioso, in sottili straterelli, di colore da grigio chiaro a nocciola, con aggregati carbonatici; da m-7,10 a m-6,40: argilla siltosa e argilla, di colore grigio scuro bluastro o grigio-verde, con inclusioni torbose più frequenti in alto; da m-6,40 a m-3: silt argilloso o poco argilloso, fossilifero, di colore grigio scuro; sono presenti intercalazioni sabbiose a m-4,80 e a m-3,40; da m-3 a m-1,40: silt molto argilloso, grigio-verde o bruciccio, con livelli di torba; da m-1,40 alla superficie: silt talora fossilifero, di colore grigio in basso e con frequenti chiazze rugginose in alto dove compaiono frammenti di laterizi.

Rivola, Lat. 45° 20' 6" N - Long. 0° 13' 10" W
Sedimenti attraversati. Da m-8 a m-5,70: sabbia finissima siltosa laminata, con intercalazioni di argilla di colore grigio-bluastro; silt argilloso in straterelli di colore da grigio giallino a bruno chiaro; silt molto argilloso di colore grigio verde chiaro in basso e grigio scuro bluastro in alto. Da m-5,70 a m-2,40: silt poco sabbioso fossilifero; sabbia finissima siltosa di colore grigio scuro; silt argilloso con frammenti di gusci. Da m-2,40 alla superficie: silt poco argilloso con livelletti di torba, pezzi di legno e rari macrofossili; in superficie sabbia siltosa e abbondante tritume di gusci.

Corio Vecchio, Lat. 45° 19' 22" N - Long. 0° 11' 53" W
Sedimenti attraversati. Da m-9,50 a m-7,30: argilla molto siltosa e silt argilloso, di colore grigio scuro, con minuti frammenti di gusci usurati, più abbondanti in basso; da m-7,30 a m-3,60: silt argilloso in basso, poco argilloso in alto, di colore grigio o grigio verde scuro, con pochi fossili; sono presenti intercalazioni più sabbiose a m-7,20, da m-6,75 a m-6,30 e da m-5,70 a m-5,40. Da m-3,60 alla superficie: silt argilloso e silt poco argilloso, di colore da grigio verde a grigio scuro, talora bruciccio; sono presenti livelletti e noduli di torba, frammenti di legno e, in alto, di laterizi. In superficie si trovano abbondantissime conchiglie spiaggiate.

Valgrande, Lat. 45° 18' 43" N - Long. 0° 10' 40" W
Sedimenti attraversati. Da m-4,70 a m-2,40: sabbia fine, ben classata, fossilifera, di colore grigio, con rari livelletti di silt; da m-2,40 a m-0,50 circa: sabbia fine, di colore grigio e talora giallino, con frammenti di resti vegetali. Da m-0,50 alla superficie: sabbia mista a silt ed argilla, con frammenti di laterizi. In superficie abbondante tritume di conchiglie spiaggiate.

Beverara, Lat. 45° 18' 20" N - Long. 0° 10' 3" W
Sedimenti attraversati. Da m-5,70 a m-3,40: sabbia grigia a grana media con intercalazioni siltose; da m-3,40 alla superficie: silt leggermente argilloso in basso, con livelletti di torba e frammenti di legno; silt con intercalazioni di silt sabbioso in alto.

S. Pietro, Lat. 45° 19' 6" N - Long. 0° 8' 20" W
Sedimenti attraversati. Da m-4,40 a m-3,10: sabbia grigia a grana fine e media, fossilifera; sono presenti intercalazioni siltose, frammenti di torba e laminazioni leggermente torbose. Da m-3,10 a m-0,70 (fondo lagunare): silt grigio, nel complesso poco argilloso con scarsi fossili; sono presenti laminazioni e una intercalazione di silt sabbioso da m-1,50 a m-1,20.

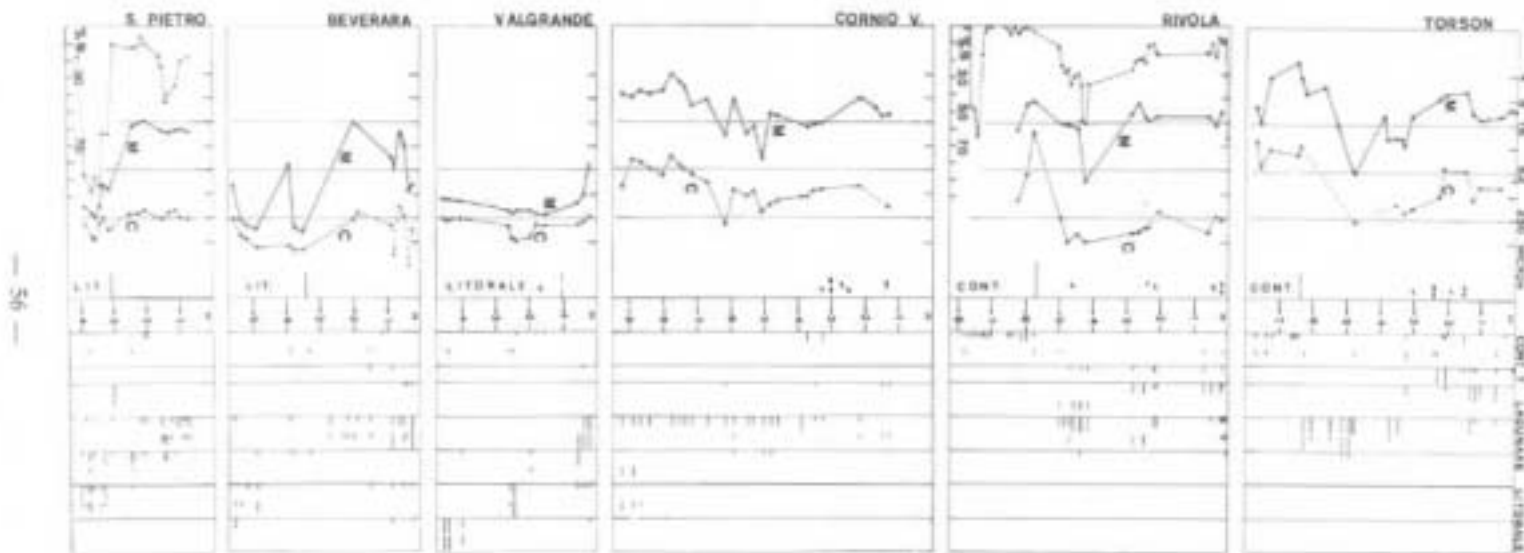


Fig. 3. Caratteristiche di alcuni sondaggi del bacino di Malamocco. Per la simbologia v. fig. 2.

Determinazione degli ambienti di deposizione

Nei campioni esaminati il residuo organogeno è costituito per lo più da gusci, o loro frammenti, di Foraminiferi, Gasteropodi, Bivalvi, Cirripedi e Ostracodi.

FORAMINIFERI - Sono presenti esemplari di:

Trochammina inflata (MONTAGU)
Ammonia beccarii (LINNÉ')
Ammonia beccarii tepida CUSHMAN
Ammonia perlucida (HERON-ALLEN & EARLAND)
Elphidium crispum (LINNÉ')
Elphidium incertum (WILLIAMSON)
Elphidium advenum CUSHMAN
Elphidium lidoense CUSHMAN
Nonion aff. *pauciloculum* CUSHMAN
Nonion depressulum (WALKER & JACOB)
Nonion sp.

e di Miliolidae, Lagenidae e Globigerinidae. Solo raramente sono presenti i generi *Bulimina*, *Bolivina*, *Uvigerina*, *Cassidulina* e pochi altri.

Gli individui osservati sono quasi sempre di dimensioni molto piccole e a guscio sottile.

Diverse sono le modalità di associazione; l'associazione generica *Ammonia*, *Elphidium*, *Nonion*, è considerata (LADD et al., 1957) tipica di ambiente lagunare. La fauna oligotipica ad *Ammonia*, identifica (CITA M.B. & PREMOLI SILVA I., 1966) un ambiente lagunare in senso lato; la presenza predominante di *A. tepida* ed *A. perlucida*, talora associate a *T. inflata*, un ambiente lagunare più vicino al margine continentale.

La presenza predominante di *Trochammina* indica (SCOTT D.S. & MEDIO LI F.S., 1978) un ambiente di deposizione a quota più alta del livello medio del mare.

La comparsa accanto a forme lagunari di *Lagena* e *Globigernia*, persistendo le dimensioni ridotte e la fragilità dei gusci, indica un ambiente lagunare con maggior scambio con il mare.

La comparsa di una fauna di dimensioni notevolmente più grosse, a guscio fortemente ornamentato, mescolata a grosse Miliolidae, identifica (CITA M.B. & PREMOLI SILVA I., op. cit.) un ambiente litorale o prossimo ad una linea di costa.

GASTEROPODI - Sono state osservate le seguenti specie:

Gibbula adriatica (PHILIPPI) = *Gibbula adansoni*
(PAYRAUDEAU) per van Straaten e Zucchi Stolfa
(ZUCCHI STOLFA M.L., 1976)
Tricolia pulla (LINNÉ')
Hydrobia sp.
Truncatella subcylindrica (LINNÉ')
Bittium reticulatum (DA COSTA)

Chrisallida delpretei (SULLIOTI)

Ocinebrina sp.

Cyclope neritea (LINNÉ')

Retusa truncatula (BRUGUIÈRE)

Di esse *G. adansoni* (VAN STRAATEN L.M.J.U., 1960; ZUCCHI STOLFA M.L., 1977) è tipica dell'ambiente lagunare, dove compare spesso associata ad Hydrobiidae e a *T. subcylindrica*, mentre la associazione *G. adansoni*, *B. reticulatum*, *C. neritea* è tipica (VATTOVA A., 1968) di zone lagunari con difficile ricambio idrico. *B. reticulatum*, analogamente a quanto osservato nelle lagune di Marano e Grado (ZUCCHI STOLFA M.L., op. cit.) presenta una frequenza ed una diffusione particolarmente ampi e indipendenti dal tipo di sedimentazione.

BIVALVI - Sono presenti le specie:

Loripes lacteus (LINNÉ')

Lepton nitidum (TURTON)

Mysella bidentata (MONTAGU)

Cardium glaucum BRUGUIÈRE = *Cardium lamarcki*
REEVE

Solen marginatus (PENNANT)

Abra ovata (PHILIPPI)

Venus gallina (LINNÉ')

Lentidium mediterraneum (O.G. COSTA)

Di essi *C. lamarcki* e *A. ovata* sono tipici (VAN STRAATEN, op. cit.) di laguna. In particolare (PELOSIO G., 1968) l'associazione *L. lacteus*, *C. lamarcki*, *A. uvula* indica un ambiente lagunare di tipo vallivo a salinità inferiore al 20‰.

OSTRACODI - Sono presenti prevalentemente forme dulcicolo e salmastre.

CIRRIPEDI - E' presente il genere *Balanus*.

Più raramente sono stati osservati frammenti di Briozoi e radioli di Echinidi.

Tra i resti vegetali sono talora riconoscibili oogoni di Carofite, alghe tipiche d'acqua dolce o salmastra.

Per le determinazioni paleoambientali sono state considerate sistematicamente, oltre al contenuto paleontologico, le caratteristiche generali del sedimento ed in particolare la granulometria, il residuo sabbioso, il colore, le strutture sedimentarie. Alla interpretazione paleoecologica dei risultati delle analisi, concorre lo studio, attualmente in corso, dei sedimenti recenti del fondo lagunare, per i quali è possibile controllare la relazione tra caratteristiche dei sedimenti, contenuto paleontologico e condizioni ambientali. Vengono di seguito descritte le principali caratteristiche dei sedimenti esaminati, depositati in ambiente continentale, lagunare e litorale.

Nell'ambiente continentale i sedimenti presentano scarso contenuto paleontologico ma conservano le strutture sedimentarie. Frequenti sono i fenomeni di sovraconsolidamento per essiccazione, di parziale soluzione di alcuni minerali, di alterazione di altri; oppure sono presenti aggregati carbonatici di vario genere. La composizione granulometrica e litologici di questi sedimenti è estremamente varia: dalle sabbie con ghiaia alle argille ed alle torbe.

Nell'ambiente lagunare si sono depositati gran parte dei sedimenti esaminati. Si tratta quasi sempre di silts più o meno argillosi, di argilla (nelle parti più interne della laguna) e raramente di sabbia (in prevalenza nelle zone più prossime ai litorali). Le variazioni granulometriche sono in genere legate al livello energetico dell'ambiente che è minore dove il bacino è più profondo, più riparato, più lontano dal mare, mentre risulta più elevato in prossimità delle aperture verso il mare, nella immediata vicinanza dei canali, nelle zone dove l'acqua è meno profonda ed il fondale risente degli effetti delle onde di vento e delle correnti di marea. Il contenuto paleontologico è quasi sempre significativo; le bioturbazioni ed altri fenomeni di rimaneggiamento fanno scomparire ogni altra struttura sedimentaria.

Nell'ambiente litorale si trovano per lo più sabbie che presentano una granulometria un po' più fine quando si sono depositate in zone meno prossime alla linea di costa. In tal caso presentano un contenuto paleontologico più abbondante e vario. Una granulometria leggermente più grossa si trova nella sabbia depositata in prossimità della linea di costa; in essa il contenuto paleontologico è scarso ma ugualmente significativo; talora è assente. Tuttavia le caratteristiche granulometriche e le relazioni stratigrafiche con i corpi sedimentari adiacenti concorrono a definire l'ambiente deposizionale.

In base alle osservazioni dirette degli Autori e ai dati riportati in letteratura, l'ambiente di deposizione si considera definito dai diversi aspetti paleontologici e sedimentologici secondo la seguente corrispondenza:

Ambiente
Continetale

Indicatori generici: assenza di residuo organogeno, presenza di vegetali, semi, sporomorfi; aggregati terrosi o siltitici ossidati, uriche alterate, grani carbonatici con patine rossastre.

Indicatori d'acqua dolce: oogoni, Ostracodi, opercoli o gusci di Gasteropodi dulcicoli

Salmastro, di transizione da lagunare a continentale	FORAMINIFERI: Trochamminidae MOLLUSCHI <i>ed altri indicatori</i> : Hydrobiidae, abbondanti resti vegetali
Lagunare (con difficile ricambio)	FORAMINIFERI: <i>A. tepida</i> , <i>A. perlucida</i> , rarissimi <i>Nonion</i> MOLLUSCHI <i>ed altri indicatori</i> : <i>G. adriatica</i> , <i>T. subcylindrica</i> , <i>B. reticulatum</i> , <i>C. neritea</i> , <i>L. lacteus</i> , <i>C. lamarcki</i> , <i>A. ovata</i>
Lagunare	FORAMINIFERI: <i>Ammonia</i> , <i>Nonion</i> , <i>Elphidium</i> . MOLLUSCHI <i>ed altri indicatori</i> : <i>G. adriatica</i> , <i>T. subcylindrica</i> , <i>B. reticulatum</i> , <i>C. delpretei</i> , <i>C. neritea</i> , <i>R. truncatula</i> , <i>L. lacteus</i> , <i>L. nitidum</i> , <i>C. lamarcki</i> , <i>A. ovata</i>
Lagunare (con maggiore influenza marina)	FORAMINIFERI: <i>Ammonia</i> , <i>Nonion</i> , <i>Elphidium</i> , Miliolidae (di dimensioni piccole), Lagenidae, Globigerinidae. MOLLUSCHI <i>ed altri indicatori</i> : come sopra, più <i>Ocinebrina sp.</i> e <i>V. gallina</i>
Litorale (più prossimo alla linea di costa)	FORAMINIFERI: <i>A. beccarii</i> , <i>E. crispur</i> (meno frequente) MOLLUSCHI <i>ed altri indicatori</i> : tritume di resti organogeni
Litorale (meno prossimo alla linea di costa)	FORAMINIFERI: <i>A. beccarii</i> , <i>Elphidium</i> , <i>Nonion</i> , abbondanti Miliolidae (di grosse dimensioni) con saltuaria <i>Lagena</i> , <i>Bulimina</i> , <i>Bolivina</i> , <i>Cassidulina</i> , <i>Globigerine</i> MOLLUSCHI <i>ed altri indicatori</i> : vari, più <i>V. gallina</i> , <i>L. mediterraneum</i> (abbondante), <i>Dentalium sp.</i> , radioli di Echinide.

Distribuzione degli ambienti di deposizione

SEDIMENTI DI AMBIENTE CONTINENTALE

Condizioni di sedimentazione in ambiente continentale, al di sotto del complesso dei sedimenti lagunari, sono state riconosciute nei sondaggi Delta 2, T 25, Bondante, Poloschiavo, Torson e Rivola.

Nel bacino di Chioggia, al margine della laguna (sondaggio Delta 2) si trovano sedimenti continentali depositati prima in con-

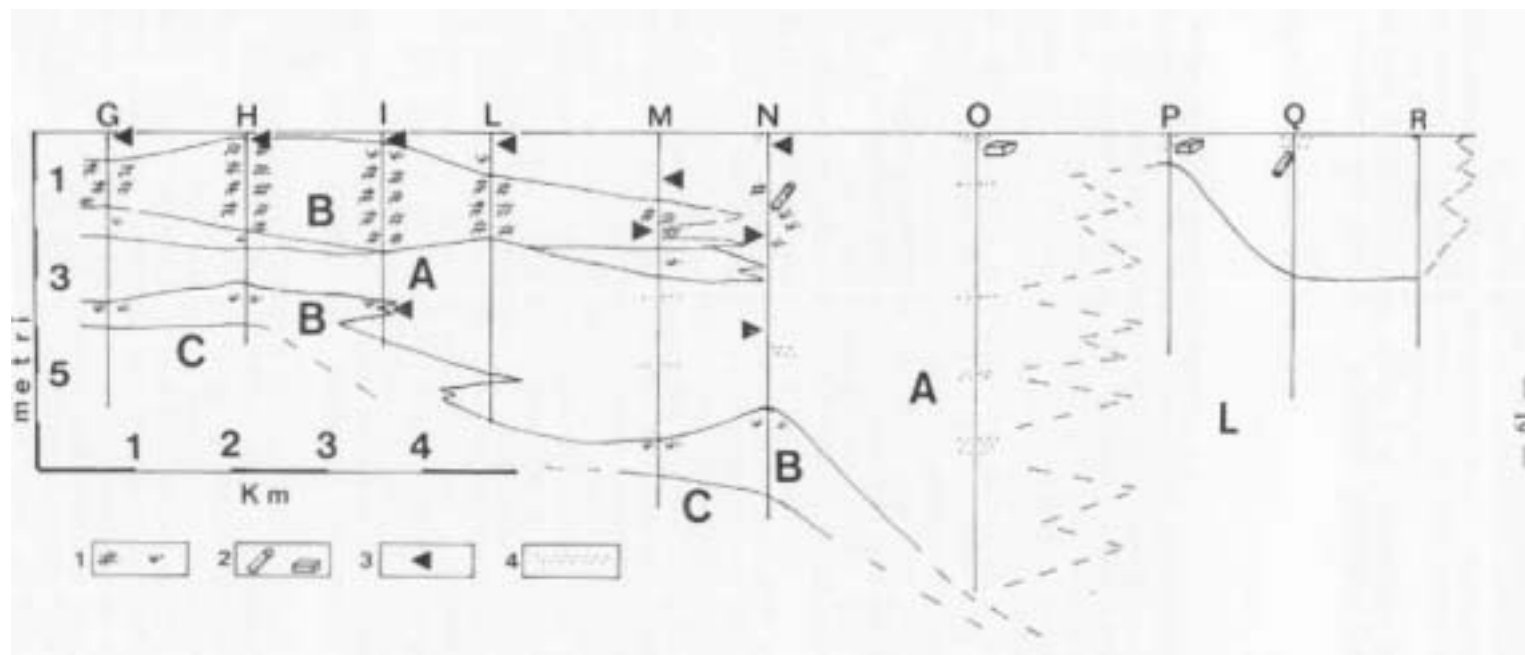


Fig. 4 - Ambienti di deposizione dei sedimenti nei sondaggi G-R (v. fig. 1). C: continentale; B: palustre; A: lagunare; L: litorale. 1: torba-frustoli; 2: frammenti di legno e di laterizi; 3: indicatori di « salt marsh »; 4: intercalazioni sabbiose nei limi lagunari.

dizioni di buon drenaggio, poi in acque riducenti, con cattivo drenaggio. La presenza di acque salmastre si nota solo nei sedimenti più superficiali, in parte rimaneggiati. Più all'interno del bacino (sondaggio T 25) si trovano condizioni di deposito in acque dolci ora ossidanti, ora riducenti. Un deposito di sabbia grossa mista a ghiaietta indica la presenza nelle immediate vicinanze di un corso fluviale, il Brenta. La presenza di acque salmastre si nota solo a m -1,20 di profondità, ed in superficie, nei primi 25 cm. Nel sondaggio Delta 1 la sabbia presente da -3 m alla superficie sembra essere un deposito prevalentemente fluviale.

Nel bacino di Malamocco i sedimenti continentali sottostanti al complesso lagunare sono stati raggiunti nei sondaggi Bondante (a oltre m -3,50), Poloschiavo (a oltre m -3,12), Ravaglio (a m -6), Torson (a oltre m -6,40) e Rivola (a oltre m -5,70). Tranne che nel sondaggio Ravaglio, dove i sedimenti continentali non sono stati attraversati, in questi sondaggi si assiste sempre al passaggio da condizioni di deposizione in acque dolci ossidanti, con buon drenaggio e con ripetuti episodi di esposizione dei sedimenti a condizioni subaeree, a condizioni di deposizione in acque riducenti con cattivo drenaggio. Le sequenze sedimentarie che corrispondono a queste variazioni ambientali sono state precedentemente descritte per ciascun sondaggio. In concomitanza con questa evoluzione dell'ambiente di deposizione si nota la graduale diminuzione della granulometria dei sedimenti: prevalgono prima sabbia e silt sabbioso, ai quali seguono silt argilloso ed argilla. Tale situazione è rilevabile dai diagrammi C-M dei sondaggi Rivola e Torson. (Fig. 3).

Altri episodi di deposizione in acque dolci per lo più con cattivo drenaggio e con formazione di torba, sono stati trovati, intercalati a sedimenti lagunari, nei sondaggi Bondante (da m -2,15 a m -0,13), Poloschiavo (da m -2,40 a m -0,10), Tezze (da m -3,80 a m -3,50, dove però è manifesta sporadicamente la presenza di acque salmastre, e da m -2,40 a m 0,20), Ravaglio (da m -5,25 a m -5,00 e da m -2,20 a m -0,90 circa), Torson (da m -3 a m -1,40, con saltuaria presenza di acque salmastre). La granulometria dei sedimenti depositati durante questi episodi è sempre molto fine (silt argilloso ed argilla). Nei sondaggi Rivola, Cornio Vecchio e Beverara, da circa m -3 alla superficie si notano limitati e sporadici episodi di sedimentazione in acque dolci o ipoaline, o mescolanze di indicatori di acque dolci e di acque salate.

SEDIMENTI UI AMBIENTI LAGUNARE

I sedimenti depositatisi in ambiente lagunare presentano spessori che variano da pochi centimetri (sondaggio Delta 2) a oltre m 9,50 (sondaggio Cornio Vecchio).

Nel bacino di Chioggia, presso il margine della laguna, si sono depositati in ambiente salmastro solo i sedimenti più superfi-

ciali, per uno spessore di qualche decimetro; la presenza di acque salmastre nei sedimenti meno superficiali si nota solo sporadicamente nel sondaggio T 25; inoltre in ambiente salmastro si sono depositate le sabbie siltose ed i silts da m -4,50 a m -3 nel sondaggio Delta 1. Nella zona più prossima al mare, nei sondaggi Ca' Manzo, Peta de Bo e Bombae i sedimenti lagunari sono rappresentati da silt spesso sabbioso che ricopre le sabbie sottostanti, di ambiente litorale, e che non supera lo spessore di 3 m.

Nel bacino di Malamocco si possono distinguere una zona più interna della laguna, una zona intermedia ed una zona più prossima al litorale.

Nella zona più interna della laguna (sondaggi Bondante, Poloschiavo, Tezze, Ravaglio e Torson) la base dei sedimenti lagunari più antichi si trova a profondità che vanno da m -3,12 (Poloschiavo) a m -6,40 (Torson). Questi sedimenti sono formati da argilla siltosa e silt argilloso, con frequenti resti vegetali. Il contenuto paleontologico è indicativo di un ambiente salmastro influenzato talora dalla presenza di acque dolci: intercalazioni di sedimenti palustri sono state segnalate nei sondaggi Tezze e Ravaglio. A una profondità compresa tra m -2,12 (Bondante) e m -3 (Torson) i sedimenti lagunari sono sostituiti da sedimenti palustri. In superficie ricompaiono sedimenti di ambiente salmastro spessi da 10 a 30 cm circa, caratterizzati dalla frequente presenza di resti vegetali e di *Trochammina inflata*. Talora questi sedimenti si presentano laminati.

Nella parte intermedia della laguna la base dei sedimenti lagunari scende da m -5,70 (Rivola) a oltre m -9,50 (Cornio Vecchio). Qui le condizioni di ambiente lagunare sono più continue. Tuttavia sotto i tre metri di profondità, alle faune tipicamente lagunari si mescolano rari indicatori di ambiente marino soprattutto in concomitanza con la comparsa di intercalazioni sabbiose. A meno di tre metri di profondità invece si nota, come già si è rilevato, la presenza o la vicinanza di acque dolci.

Nella parte della laguna più prossima al litorale lo spessore massimo dei sedimenti lagunari è di m 3,20 (sondaggio Beverara); come nel bacino di Chioggia essi poggiano su sabbie di ambiente litorale.

SEDIMENTI DI AMBIENTE LITORALE E COSTIERO

Le sabbie attraversate nei sondaggi Peta de Bo, Bombae, Valgrande, Beverara e S. Pietro, al di sotto dei sedimenti lagunari, si sono depositate per lo più in ambiente marino litorale. Esse presentano caratteristiche diverse anche nello stesso sondaggio. Nel sondaggio Delta 1, da m -7 a m -4,50 sono state attraversate sabbie contenenti faune mescolate, di ambiente marino litorale, lagunare e d'acqua dolce. Il loro deposito sembra avvenuto presso la costa, in presenza di un attivo apporto clastico fluviale.

Caratteristiche di ambiente marino litorale meno prossimo alla linea di costa sono presenti nelle sabbie dei sondaggi Peta de Bo (a circa -4 m), Valgrande (da m -4,50 a m -3,75) e Beverara (a circa -5,50 m). Un contenuto paleontologico più povero, con faune più selezionate, ma ancora di ambiente litorale, è presente nelle sabbie dei sondaggi Peta de Bo (da m -4 a m -2,30) e Valgrande (da m -3,75 a m -2,20); faune litorali selezionate ma più abbondanti sono presenti nei sondaggi Bombae (da m -4,75 a m -4) e S. Pietro (da m -4,25 a m -3,10). Sono presenti infine sabbie prive o quasi di resti paleontologici nei sondaggi Valgrande (da m -2,20 a m -1,20), Beverara (da m -5,40 a m -3,20), Ca' Manzo (da m -3 a m -0,40) e Bombae (da m -4 a m -3,10). Queste sabbie contengono spesso frustoli e, nel sondaggio Bombae, straterelli di torba.

Nell'insieme si nota che le faune sono più abbondanti e varie nella parte più profonda di ciascun sondaggio; diventano poi più povere e più selezionate; infine sono praticamente assenti. Analoga distribuzione delle microfaune a foraminiferi è presente sulla piattaforma adriatica, procedendo dal largo verso costa (ANNOVI A. et al., 1979).

Si può inoltre rilevare che le faune con caratteristiche di ambiente litorale meno prossimo alla linea di costa sono associate a sabbie a grana più fine, con « M » compreso tra 92 e 160 micron. Microfaune più selezionate, nelle quali si nota la scomparsa delle Miliolidi, si trovano in sabbie con « M » compreso tra 160 e 245 micron; nelle sabbie prive di microfaune « M » varia da 200 a 375 micron, tranne che nel sondaggio Bombae, dove si trovano sabbie a grana più fine, intercalate a livelli di torba che indicano un ambiente di deposizione direttamente influenzato dalla presenza di acque dolci. La gradazione inversa delle sabbie è particolarmente evidente nei sondaggi Beverara e Valgrande; era stata inoltre notata nella sequenza regressiva delle sabbie di Motte Cucco, a sud della laguna (FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R., op. cit.).

I sedimenti che ricoprono queste sabbie, formati da silt e silt sabbioso con intercalazioni di sabbia, appartengono già ad un ambiente di deposizione di tipo lagunare, caratterizzato però da un interscambio con il mare particolarmente attivo.

Conclusioni

La distribuzione dei sedimenti depositati in differenti condizioni ambientali suggerisce un modello di evoluzione dell'ambiente che trova possibilità di confronto nei risultati delle precedenti ricerche eseguite nella parte settentrionale della laguna (ALBERTANZA L. et al., op. cit.) e a sud, tra i fiumi Brenta ed Adige (FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R., op. cit.).

TRASGRESSIONE OLOCENICA E FORMAZIONE DEL PRIMO CORDONE LI TORANE0

Alla fine della glaciazione würmiana, che aveva provocato un forte abbassamento del livello del mare, era iniziata l'ingressione marina che raggiunse l'acme verso la metà del periodo Atlantico, circa 6.000 anni fa. Si ritiene che il livello del mare abbia superato allora il livello attuale di circa due metri.

Durante il graduale aumento del livello del mare, le condizioni ambientali a monte della linea di costa che via via avanzava sul continente, subivano profonde trasformazioni: zone che prima erano lontane dal mare e sottoposte per lo più a condizioni continentali subaeree, venivano in un primo tempo soggette a temporanee inondazioni provocate dall'innalzamento del livello di base dei fiumi; poi si trasformavano in paludi ed in stagni costieri; infine venivano raggiunte e ricoperte dal mare. La presenza di sedimenti corrispondenti a questa successione di situazioni ambientali sembra comune a gran parte dell'Adriatico Settentrionale fino a circa -60 m di profondità (VAN STRAATEN L.M.J.U., 1970; VEGGIANI A., 1971; RIZZINI A., 1974) ed è stata esaminata in un precedente lavoro (FAVERO V., op. cit.).

Nella parte della Laguna di Venezia a sud del Canale di Malamocco, durante l'acme dell'ingressione marina, la linea di costa è giunta a monte della posizione attuale per circa 4 Km in corrispondenza della sezione S. Pietro - Valgrande - Cornio Vecchio e per circa 7 Km all'interno del litorale di Ca' Roman; più a sud, presso il fiume Adige è giunta oltre 15 Km all'interno della posizione attuale (FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R., op. cit.).

A monte di questa provvisoria e antica posizione della linea di costa, analogamente a quanto era successo in tempi precedenti per le zone più a mare, le condizioni ambientali erano notevolmente mutate: ne troviamo conferma nella successione di sedimenti che indicano prima condizioni di deposizione continentali, fluviali o subaeree; poi una sequenza molto caratteristica di episodi di inondazione di acque dolci e di prosciugamento con essiccazione e indurimento dei sedimenti; infine l'affermarsi di paludi e torbiere dove le acque trovavano via via maggiore difficoltà di deflusso fino a divenire stagnanti.

Analisi polliniche eseguite da F. Heyvaert (Università di Louvain La Neuve) su alcuni campioni provenienti dal sondaggio Torson e da altri due sondaggi eseguiti nella parte settentrionale della laguna, completano queste indicazioni. A Torson in particolare, nelle argille verdi torbose di ambiente palustre sono presenti quasi solo spore: nelle acque divenute stagnanti anche se poco profonde, si sviluppano in quantità le felci e mancano in particolare le fanerogame che tuttavia sono presenti nelle zone circostanti dove si sono affermate le essenze del querceto misto.

Questi sedimenti non sono stati datati; tuttavia il fatto che l'acme dell'ingressione marina sia datata attorno alla metà del periodo Atlantico costituisce un sufficiente riferimento crono-

logico e fa ritenere che i sedimenti palustri più prossimi all'antica linea di costa si siano formati da 6.000 a 5.000 anni dal presente.

Subito dopo la fase di massima ingressione inizia una fase di arretramento del mare: si era infatti esaurito il fenomeno di innalzamento del livello marino provocato dalla fusione dei ghiacciai, e dal continente i fiumi continuavano a riversare in mare imponenti apporti detritici, favoriti dal clima umido che ha caratterizzato il periodo Atlantico. E' probabilmente riferibile a questo periodo (circa 5.000 anni or sono) la presenza, nella parte meridionale della laguna, di un percorso del Brenta le cui alluvioni (sabbie grossolane e ghiaie fini) sono state incontrate nel sondaggio T 25. Per effetto delle alluvioni del Brenta nella parte meridionale della laguna e, più a sud, per le alluvioni dell'Adige e del Po, l'antica e provvisoria linea di costa è arretrata fino all'allineamento Valgrande - Peta de Bo - Ca' Manzo e, più a sud, Motta Palazzotto - Motte Cucco - Corte del Campanaro - Podere S. Luigi. In tale posizione la linea di costa si è stabilizzata e ciò ha permesso la deposizione di formazioni sabbiose litorali e costiere spesse più di sette metri, ora in parte sepolte sotto sedimenti più recenti e in parte smantellate.

FORMAZIONE E SVILUPPO DEL BACINO LACUNARE (3.000 A.c. - 800 A.c.).

Alle spalle di questo cordone litoraneo che andava via via sviluppandosi si individuavano le prime lagune. Permangono tuttavia prevalenti condizioni fluvio-palustri nei settori direttamente influenzati dalla presenza di corsi d'acqua, come nella parte meridionale della laguna (sondaggi Delta 2 e T 25). La stabilità della linea di costa, il lento abbassamento del suolo compensato sul cordone litoraneo dal continuo apporto di sabbie e la presenza, alle spalle di questo cordone, di settori non direttamente influenzati dagli apporti clastici dei fiumi e pertanto interessati da processi sedimentari meno attivi, sono stati i fattori che hanno determinato il graduale sviluppo dei bacini lagunari. L'affermarsi delle condizioni lagunari, ed il graduale sviluppo del bacino verso terraferma, mentre la linea di costa era pressoché stabile nella posizione Valgrande - Peta de Bo, sono processi che si possono seguire con continuità nella serie di sondaggi Cornio Vecchio, Rivola, Torson, Ravaglio, Tezze, Poloschiavo e Bondante. La comparsa delle acque salate determina profonde trasformazioni: il livello energetico dell'ambiente aumenta sensibilmente. Le acque dolci stagnanti e riducenti sono sostituite da acque marine più ossigenate, la cui dinamica è controllata dai rapporti col mare. Sul fondo non si depositano più torba ed argilla, ma silt e compaiono faune bentoniche talora abbondanti e varie. La vegetazione al limite della zona di influenza delle acque salate assume caratteri alofili.

La trasgressione della laguna verso terraferma procede di pari passo con l'abbassamento del suolo e la crescita del cordone litoraneo; subisce temporanee fasi di ritiro documentate nei son-

daggi Tezze e Ravaglio e, in corrispondenza del sondaggio Tezze, la migrazione del margine lagunare sembra arrestarsi per un periodo di tempo piuttosto lungo; in questo stesso periodo nella parte settentrionale della laguna il bacino si estendeva fino alla metà circa della distanza che separa ora le isole di Burano e Torcello dal margine lagunare.

Durante tutto questo periodo, dal primo istaurarsi dell'ambiente lagunare, verso la fine del periodo Atlantico, al momento in cui la laguna ha raggiunto la sua massima espansione verso terra, nessun fiume ha influenzato in modo determinante questa parte della laguna, nel cui fondo si depositavano in prevalenza sedimenti provenienti dal mare; l'influenza del Brenta continua a manifestarsi nella parte meridionale del bacino e la linea di costa non sembra subire sostanziali variazioni rispetto alla posizione di Motte Cucco - Peta de Bo - Valgrande. Questa situazione si è protratta dalla fine del periodo Atlantico durante tutto il Subboreale terminato circa 2800 anni fa, ed è stata evidentemente favorita dalle condizioni climatiche.

FORMAZIONE DEL LIDO DI CHIOGGIA - PELLESTRINA; REGRESSIONE DEL MARGINE LAGUNARE (800 Ac.. 1500 D.C.).

Lo spostamento della linea di costa dalla posizione precedentemente indicata a quella attuale è avvenuto rapidamente e si è concluso circa 2500 anni or sono. Questo riferimento cronologico dell'età della linea di costa di Chioggia viene desunto dalla correlazione con le linee di costa del Delta Padano. Sul cordone dunoso che da Chioggia prosegue a sud verso S. Anna confluiscono (CIABATTI M., 1967) il cordone di età « etrusca » sul quale si trova l'abitato di Spina, ed un precedente cordone di età « pre-etrusca ». Se ne deduce che la linea di costa ha raggiunto la posizione di Chioggia prima di 2500 anni or sono. Le cause che hanno provocato questo avanzamento della costa sono state esaminate in un precedente lavoro (FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R., op. cit.).

Per quanto riguarda in particolare il litorale di Chioggia e Pellestrina si può aggiungere che esso si è spostato rapidamente in questa nuova posizione, raccordandosi alle cuspidi deltizio che si erano formate a sud della laguna, in corrispondenza del corso del Brentone Vecchio e, ancor più a sud, in corrispondenza di Cavanella d'Adige. All'interno della laguna, tra la precedente linea di costa di Valgrande - Peta de Bo e quella attuale, le sabbie litorali mantengono una pronunciata immersione verso mare e questo andamento esclude l'ipotesi di una migrazione graduale del lido. Una situazione analoga era stata notata nella parte settentrionale della laguna. In questa dinamica della formazione del litorale, imposta dalle condizioni che si erano verificate al margine della laguna più che da un consistente apporto clastico sul posto, va ricercata la causa della intrinseca debolezza del lido di Pellestrina.

Non sono solo i litorali a subire importanti variazioni in questa prima parte del periodo Subatlantico. La laguna si è estesa notevolmente verso mare, ma in tutti i sondaggi eseguiti da Torson al margine lagunare, nonché più a sud, sulle « barene » prospicienti Sacca delle Orae e Fondi dei Sette Morti, è evidente una profonda modificazione delle condizioni ambientali: scompaiono gradualmente i sedimenti lagunari e ricompaiono su vasta parte della precedente laguna argille palustri che testimoniano una massiccia invasione di acque dolci. Successivamente si diffondono vaste torbiere interrotte da stagni e localmente solcate da canali; esse formeranno in un periodo di poco più di mille anni depositi spessi un paio di metri, che riempiranno le depressioni e formeranno alla fine una superficie sub-orizzontale, poco sopra il livello delle acque, localmente idonea ad ospitare insediamenti antropici. La presenza delle acque dolci, dovuta evidentemente ad una migrazione del Brenta e probabilmente anche alla maggiore umidità del clima, permane incontrastata nella parte più interna della laguna, mentre nella fascia mediana si alternano episodi con prevalenza di acque salate e di acque dolci; queste ultime talora si espandono verso il litorale. Questa fase dell'evoluzione della laguna trova precisi riferimenti cronologici e storici. Resti di tronchi, in prevalenza di ontano, trovati nelle torbe a poco più di un metro di profondità non lontano dal sondaggio Bondante, sono stati datati da 1515 a 1145 anni fa (MARCELLO A. & SPADA N., 1968; ARENA M., 1959); due campioni di torba prelevati a Torson, poco lontano dal sondaggio descritto, hanno un'età di circa 1730 e 1140 anni (PIRAZZOLI P. et al., 1979). Ma poiché sotto i reperti datati si trovano altre torbe e limi palustri, spessi più di un metro nel sondaggio Bondante e argille palustri spesse 0,50 m a Torson, si può dedurre che l'invasione di acque dolci in questa parte della laguna risalga a circa 2500 anni or sono.

Ci troviamo quindi di fronte ad una successione di fenomeni conseguenti l'un l'altro e databili dall'inizio del Subatlantico in poi: l'avanzamento della linea di spiaggia; la migrazione di fiumi, dal Po al Brenta; l'invasione di acque dolci in parte della laguna di Venezia e contemporaneamente la scomparsa dell'antica laguna di Motte Cucco (FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R., op. cit.). Si può aggiungere che anche nella parte settentrionale della Laguna di Venezia avvengono importanti trasformazioni e che dal IV secolo A.C. la storia degli insediamenti etruschi nella Valle Padana ci fa intuire che l'ambiente era in continua evoluzione e richiedeva importanti opere di sistemazione idraulica. Il quadro della situazione instauratasi nella parte della Laguna di Venezia dove sono stati eseguiti i sondaggi è completato anche da alcune analisi polliniche che confermano la presenza di stagni, di vegetazione palustre, di canneti; esse indicano inoltre la persistenza di una vegetazione alofila probabilmente poco lontana, mentre nelle zone più favorevoli cresceva l'ontano e attorno alla laguna prosperava ancora il quercocarpinetto.

INTERVENTI ANTROPICI ED EVOLUZIONE RECENTE.

La situazione descritta subì sostanziali modifiche solamente nel XV secolo D.C. quando iniziò l'opera di estromissione del Brenta dalla laguna e di costruzione dell'argine di conterminazione lagunare. Le acque marine ripresero allora il sopravvento e si ri-spansero nuovamente tra le paludi provocando una nuova radicale trasformazione dell'ambiente, favorite anche dall'intervento diretto dell'uomo, con una serie di « tagliate », « fosse » e canali. La vegetazione palustre scomparve o si ritrasse in pochi anditi presso il margine lagunare, le torbiere cessarono di svilupparsi e sulle superfici emerse si installò una vegetazione prevalentemente alofila. Analoga trasformazione subì la fauna: ricompaiono nei sedimenti indicatori di ambiente lagunare e, in più campioni, si rinviene *Trochammina inflata*, un foraminifero vivente di preferenza a quote superiori al livello medio del mare. Anche il tipo di sedimentazione e la dinamica dell'ambiente mutano.

A questa trasformazione dell'ambiente da palustre a lagunare vanno attribuite le cause principali dell'evoluzione tutt'ora in atto in questa parte della laguna ed in particolare nelle zone emerse la cui area, come risulta da confronti della cartografia esistente, si va gradualmente riducendo. E' questo un processo prevalentemente di sprofondamento, come dimostra la presenza di *Trochammina inflata* a quote inferiori al livello del mare. Questo processo era già in atto alla fine del secolo scorso, ed è dovuto in primo luogo al costipamento delle torbe che formano l'immediato substrato; e inoltre ad un minor ritmo di accumulo dei depositi attuali, prevalentemente clastici, rispetto ai precedenti depositi formati in gran parte da resti vegetali. E' significativo a questo proposito il confronto con le « barene » che presentano un substrato più solido, come la barena di Ca' Manzo e le « barene » alle spalle di Burano e Torcello, sulle quali l'abbassamento geologico del substrato profondo è praticamente compensato dai normali processi di sedimentazione.

Sono inoltre rilevabili, nella zona dove sono stati eseguiti i sondaggi, anche fenomeni erosivi; in particolare sul fronte delle « barene » verso la laguna, dove le onde di vento, generate sugli ampi specchi d'acqua antistanti, possono agire con elevata energia e con particolare efficacia sul materiale torboso-argilloso che affiora sulla scarpata della « barena ». Altri fenomeni erosivi più localizzati sono invece dovuti al gioco delle correnti di marea, particolarmente attive in alcune zone, come nei pressi dell'isola di Torson, dove sono stati fatti confluire da secoli alcuni canali del tutto o in parte artificiali: Canale del Cornio, Tagliata Nuova, Taglio Vecchio, attraverso i quali le maree si propagano alle zone più interne del bacino lagunare, acquisite alla dinamica delle acque marine dall'intervento dell'uomo.

Ringraziamenti

Gli Autori del presente lavoro ringraziano il dott. Luigi Alberotanza ed il geom. Marco Masutti per l'indispensabile aiuto fornito durante i sondaggi ed i rilevamenti « in loco », ed il malacologo Paolo Cesari per la sua collaborazione e per le preziose indicazioni sulla fauna lagunare.

Desiderano inoltre rivolgere un particolare ringraziamento al comandante Giuliano Piovani ed all'equipaggio della Mn. U. D'Ancona che si sono prodigati per agevolare il lavoro in condizioni ambientali talora difficili.

Bibliografia

- ALBEROTANZA L., SERANDREI BARBERO R. & FAVERO V. (1977), i sedimenti olocenici della Laguna di Venezia (bacino settentrionale). *Boll. Soc. Geol. It.* 96: 243-269, 11 figg. n.t.
- ANNOVI A., COLTELLACCI M.M., FONTANA D. & FREGNI P. (1979), Piattaforma adriatica tra Ancona e Chioggia: primi risultati dello studio sedimentologico e microfaunistico. C.N.R., *Convegno Sc. Na.*, Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini.
- ARENÀ M. (1959), Reperti di alberi subfossili nella Laguna di Venezia. Identificazione e descrizione dc i campioni di legno. *Metm. Biog. Adriatica* 5: 19-51.
- ASCOLI P. (1966), Ostracodi olocenici continentali e salmastri di un pozzo perforato nella laguna di Venezia. *Mém. Biogeogr. Adriat.* 7: 53-149, 4 tavv. f.t., 4 tabb. f.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.
- CIABATTI M. (1967), Ricerche sull'evoluzione del Delta Padano. *Giorn. di Geol.* (2) 34 fase. II, 26 pp., 4 figg. n.t., 2 tav. f.t.
- CITA M.B. & PREMOLI SILVA I. (1966), Sui Foraminiferi incontrati in un pozzo perforato nella laguna di Venezia. *Mém. Biogeogr. Adriatica* 7: 29-51, 9 figg., 2 tavv.
- FAVERO V. (1979), Aspetti dell'evoluzione recente dell'Alto Adriatico. C.N.R., *Convegno Sc. Naz.* Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, 12 pp., 3 figg. n.t.
- FAVERO V., ALBEROTANZA L. & SERANDREI BARBERO R. (1973), Aspetti paleoecologici, sedimentologici e geochimici dc i 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. & PASSEGA R. (1975), Quaternary Sedimentation controlled by Subsidence, Environment, Glaciations. Well CNR VE 1, Italy, *Atti IX Congr. Int. sedim.*, Thème 1, 73-80, Nizza.
- FAVERO V. & SERANDREI BARBERO R. (1978), La sedimentazione olocenica nella piana costiera tra Brenta e Adige. *Atti 69° Congresso Soc. Geol. It.*, 67-75, 2 figg. n.t.
- LADD H.S., HEDGPETH J.W. & POST R. (1957), Environments and Facies of Existing Bays on the Central Texas Coast. *Geol. Soc. America* 67: 599-640, 6 ff.n.t., 3 tabb. n.t.

- MARCELLO A. & SPADA N. (1968), Notizia di una vicenda climatica antica nella Laguna di Venezia. *Mem. Biog. Adriatica* 7, suppl.: 43-49.
- PELOSIO G. (1968), Molluschi di una carota prelevata nella laguna di Venezia. *Mem. Biog. Adriatica* 8: 1-8, 1 fig.
- PIRAZZOLI P., PLANCHAIS N., ROSSET-MOULINIER M. & THOMMEREYRET J. (1979), Interprétation paléogéographique d'une tourbe de Torson di Sotto (Lagune de Venise, Italie). *Niedersächsischen Landesamt in Hannover*, 18 pp., 2 figg. f.t.
- RIZZINI A. (1974), Holocene Sedimentary Cycle and Heavy-mineral Distribution. Romagna - Marche Coastal Plain, Italy, *Sedimentary Geology* 11: 17-37.
- SCOTT D.S. & MED [OLI F.S. (1978), Vertical zonations of marsh foraminiferi 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 Geologia* (2), 40, fase. 1, 6 figg. n.t., 1 tav. f.t., 163-180.
- VAN STRAATEN L.M.J.U. (1960), Marine Mollusc shell assemblages of the Rhones Delta, *Geol. en. Mijn.* 39: 105-129, 6 tabb., 12 figg.
- VAN STRAATEN L.M.J.U. (1970), Holocene and late Pleistocene sedimentation in the Adriatic Sea. *Geol. Rundsh.* 60: 106-131.
- VATOVA A. (1940), Le zoocenosi della laguna veneta, *Thalassia* 3, 10: 1-28, 10 tavv. n.t.
- VATOVA A. (1968), La vita nelle acque salmastre e soprasalate, *Enc. Nat.* 4, 681-730, Gherardi Editore, Roma.
- VEGGIANI A. & DE FRANCESCO A. (1971), I terreni superficiali del fondo del mare Adriatico al largo della costa romagnola. *Boll. Mens. Camera Comm. Industria, Artigianato e Agricoltura*, Forlì, 59 pp., 10 figg. n.t.
- ZUCCHI STOLFA M.L. (1976), Gasteropodi recenti delle lagune di Grado e Marano. *Atti Soc. Ital. Sci. nat. Museo Civ. Stor. nat. Milano* 118 (2): 144-164, 11 figg. n.t., 1 tab. n.t.
- ZUCCHI STOLFA M.L. & TOPPAZZINI C. (1976), Dati paleoecologica preliminari dedotti dalle malacofauna del sondaggio S 12 (Adriatico Settentrionale). *Boll. Soc. Geol.* 95: 1 tav., 981-990.