

## EVOLUZIONE TARDO-OLOCENICA DEL DELTA DEL TEVERE

Carlo Giraudi

ENEA C.R. Casaccia, C.P. 2400, 00100 Roma A.D.

RIASSUNTO: C. Giraudi, Evoluzione tardo-olocenica de delta del Tenere. IT ISSN 0394-3356, 2004

Il delta del Tevere è stato studiato dal punto di vista morfologico con l'uso di fotografie aeree di tre diversi voli e con indagini di campagna nell'area dell'antico Stagno di Maccarese. L'esame morfologico ha permesso di stabilire che vi sono gruppi di cordoni litorali che costituiscono otto insiemi omogenei: questi possono essere seguiti sia nella zona settentrionale che meridionale del delta. La datazione dei cordoni litorali è stata ottenuta sia grazie alla presenza di costruzioni e manufatti antichi sui cordoni stessi, sia attraverso la datazione dei sedimenti presenti nelle depressioni alle spalle dei cordoni litorali. I gruppi di cordoni litorali affioranti al piano campagna indicano otto fasi di avanzamento del delta: la prima fase è più antica di circa 3700-4000 anni a.C.; la seconda più antica di 3275-2930 anni a.C.; la terza ha età prossima a 3275-2930 anni a.C.; la quarta ha età compresa tra 2140-1920 a.C. e 1300-1000 a.C.; la quinta ha età prossima a 910-800 anni a.C.; la sesta ha un'età compresa tra il IV secolo a.C. ed il X secolo d.C.; la settima e l'ottava fase sono databili al periodo compreso tra il XV ed il XIX secolo.

L'esame dell'andamento dei cordoni litorali ha permesso di stabilire che almeno fino al IX secolo a.C. la foce del Tevere era situata in corrispondenza dell'attuale alveo di Fiumicino: solo tra VIII e IV secolo a.C. il fiume subì una diversione verso l'attuale foce.

Il delta ha subito anche varie fasi di arretramento, avvenute negli intervalli tra la sedimentazione dei cordoni litorali della prima e della seconda fase (età maggiore di 3275-2930 a.C.), tra quinta e sesta fase (età compresa tra VIII e I secolo a.C.), nel corso della sesta fase (III secolo d.C.), e l'ultima, quella morfologicamente più evidente, successiva ai cordoni della sesta fase, databile al Medioevo (X-XIII secolo).

Sensibili arretramenti della linea di costa, devono essere avvenuti anche tra 6000 e 2000 anni fa a causa della risalita eustatica del livello del mare: porzioni, anche estese, dei gruppi di cordoni litorali debbono quindi essere state erose o giacere coperte da sedimenti più recenti.

I cordoni litorali formati nel corso della forte avanzata del delta che avvenne a partire dal XV secolo occupano un'estensione maggiore di quella di tutti i cordoni di età più antica. Questo fatto non implica che il loro sviluppo sia eccezionale: i cordoni litorali più recenti potrebbero essere più estesi solo perché conservati nella loro interezza.

E' stato rilevato che nell'area ad Est di Focene i cordoni litorali hanno subito vari sfondamenti nel corso del tempo: il primo dopo 3275-2930 anni a.C., il secondo in un periodo successivo a 910-800 anni a.C. e precedente al VII secolo a.C., il terzo nel corso, probabilmente, del I secolo d.C. In particolare, il secondo sfondamento ha permesso l'ingresso di acqua salata nelle paludi di acqua dolce dello Stagno di Maccarese che esistevano almeno dal 5300-5200 a.C.

Nell'area di Vignole, sono stati poi individuate tracce di alvei originatisi per la rottura degli argini naturali del Tevere e ventagli di crevasse, che possono essere datati attorno al IX e X secolo a.C.

Nell'area di Maccarese e di Le Pagliete sono stati individuati i resti di due canali artificiali di età romana che suggeriscono, insieme ai manufatti presenti a Campo Salino, un tentativo di gestione complessiva delle paludi presenti nell'area settentrionale del delta.

Dal confronto tra l'evoluzione del delta, la frequenza degli eventi alluvionali del Tevere a Roma, le fasi climatiche registrate in Appennino (dedotte dalle variazioni del Ghiacciaio del Calderone, dei laghi Fucino e Trasimeno, e dallo studio delle alluvioni oloceniche di Campo Imperatore) è emerso chiaramente che le fasi di progradazione del delta sono coeve con fasi climatiche più fredde (avanzate del Ghiacciaio del Calderone) e umide (aumento di livello dei laghi), mentre le fasi di arretramento della costa sono correlabili a periodi più caldi caratterizzati da sviluppo dei suoli in alta montagna e ritiro del Ghiacciaio del Calderone. L'evoluzione del delta, seppure condizionato da interventi antropici, appare essenzialmente influenzata dall'evoluzione climatico-ambientale dell'Appennino.

Infine è stato ipotizzato che l'asimmetrico sviluppo dei cordoni litorali a Nord e a Sud dell'area dei porti imperiali sia dovuto ad un diverso grado di subsidenza. Anche se limitata, nel corso del tempo la subsidenza avrebbe influenzato l'evoluzione della linea di costa: si sarebbe formata una discontinuità nei cordoni litorali nell'area a nord del ramo di Fiumicino, favorendo la formazione di un piccolo golfo, nelle adiacenze del quale vennero scavati i bacini e costruite le infrastrutture del porto di Claudio.

ABSTRACT: C. Giraudi, Late Holocene evolution of the Tiber delta IT ISSN 0394-3356, 2004

The Tiber delta has been studied using aerial photographs taken in three different flights in order to recognize geomorphological features, and with field surveys in the area of the ancient Stagno di Maccarese marshes. Morphological studies have shown that there are groups of beach ridges forming eight homogeneous complexes that can be followed both in the northern and in the southern part of the delta. Dating of these beach ridges has proved possible thanks to the presence of buildings and artefacts on the ridges and through dating of the sediments in the depressions behind the ridges. The groups of outcropping beach ridges indicate eight phases of delta advance: the first phase is older than 3700-4000 years BC; the second one is older than 3275-2930 years BC; the third one is dated about 3275-2930 years BC; the age of the fourth one is between 2140-1920 BC and 1300-1000 years BC; the fifth one is dated about 910-800 years BC; the age of sixth one is between the 4<sup>th</sup> century BC and the 10<sup>th</sup> century AD; and the seventh and eighth phases are dated between the 15<sup>th</sup> and the 19<sup>th</sup> century AD.

Examination of the beach ridges has established that at least until the 9<sup>th</sup> century BC the mouth of the Tiber was situated where the present Fiumicino channel runs. It was only between the 8<sup>th</sup> and the 4<sup>th</sup> century BC that the river became diverted to its present bed.

The delta has also undergone various retreat phases, which occurred between the sedimentation of the beach ridges of the first and second phase (age greater than 3275-2930 years BC), between the fifth and the sixth phase (age between 8<sup>th</sup> and 1<sup>st</sup> century BC), during the sixth phase (3<sup>rd</sup> century AD), and the morphologically most evident one, after the sixth phase ridges, dated from the Middle Ages (10<sup>th</sup>-13<sup>th</sup> century).

Appreciable retreat of the coastline must also have taken place between 6000 and 2000 years ago due to the eustatic rise in sea level, and parts – even extensive ones – of the groups of beach ridges must therefore have been eroded or overlain by more recent sediments. The beach ridges formed during the significant advance of the delta that took place as from the 15<sup>th</sup> century occupy an area perhaps even greater than that of all the earlier ridges. This fact does not imply that their development is exceptional: the most recent beach ridges might be more extensive only because they have been entirely preserved.

It has been observed that in the area to the east of Focene the beach ridges have been broken up a number of times: the first time after 3275-2930 years BC, the second time in a period after 910-800 years BC and before 7<sup>th</sup> century BC, and the third time probably during the 1<sup>st</sup> century AD. In particular, the second break-up enabled salt water to flow into the Stagno di Maccarese freshwater mar-

shes, which have existed at least since 5200-5300 BC.

In the Vignole area, traces of channels produced by the breaking of the natural banks of the Tiber have been found, as well as series of crevasses, which may be dated at around the 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> century BC.

In the Maccarese and Le Pagliete area, the remains of two artificial canals of Roman age have been identified, suggesting, together with artefacts found at Campo Salino, an attempt at the overall management of the lagoon in the northern area of the delta.

Comparing the evolution of the delta, the frequency of flood events in the Tiber at Rome, and the climatic phases recorded in the Apennines (deduced from the variations in the Calderone glacier, in Lakes Fucino and Trasimeno level oscillations, and from the study of Holocene alluvial deposits at Campo Imperatore), it has emerged clearly that the delta progradation phases are coeval with the cooler (advances of the Calderone glacier) and wetter (increase in level of the lakes) climatic phases, while the phases of coastal retreat can be correlated with warmer periods characterized by the development of high mountain soils and the retreat of the Calderone glacier. The evolution of the delta, although affected by anthropic measures, appears to have been essentially conditioned by the climatic-environmental evolution of the Apennines.

Lastly, the hypothesis has been made that the asymmetric development of the beach ridges to the north and south of the area of the Claudius and Trajan ports was due to a different degree of subsidence. However limited, in the course of time this subsidence has influenced the evolution of the coastline: it probably favoured the formation of a discontinuity of the beach ridges in the area north of the Fiumicino branch, helping to form a small inlet in which the port of Claudius was constructed.

Parole chiave: Olocene, delta del Tevere, cordoni litorali, variazioni linea di costa, clima.

Keywords: Holocene, delta of the river Tiber, beach ridges, coastline variations, climate.

## 1 - INTRODUZIONE E METODO DI STUDIO

L'area deltizia del Tevere, attualmente fortemente antropizzata per la presenza di centri abitati e quartieri di Roma, vie di comunicazioni, l'aeroporto di Fiumicino, ecc., presentava un aspetto ancora molto diverso nel corso del XIX secolo e dell'inizio del XX secolo. Sia a Nord che a Sud dell'alveo fluviale si estendevano grandi aree palustri, circondate da pascoli, che venivano parzialmente sommersi durante il periodo invernale, e da boschi, secondo quanto rappresentato sulle carte di Amenduni (1884). La zona venne poi bonificata con interventi che durarono dal 1889 fino agli anni '30 del XX secolo, colonizzata e sottoposta a coltivazione intensiva.

L'evoluzione del delta è stata oggetto di vari studi, a partire dalla seconda metà del XIX secolo (Oberholtzer, 1875; Bocci, 1892). La maggior parte dei lavori moderni riguarda principalmente lo studio sedimentologico dei depositi tardo pleistocenici ed olocenici che formano il delta, messi in evidenza da molti sondaggi effettuati specialmente all'interno del perimetro dell'aeroporto internazionale Leonardo da Vinci di Fiumicino (Dragone *et al.*, 1967; Belluomini *et al.* 1986; Bellotti *et al.*, 1987; Bellotti *et al.* 1989,1994, 1995; Chiocci & Milli, 1995; Amorosi & Milli, 2001). In vari lavori sono state presentate ricostruzioni areali dell'evoluzione del delta nel corso del tempo basate sui dati geologici e su informazioni storiche, ed avanzate ipotesi sulla posizione delle linee di riva in varie epoche, a partire dal periodo romano (Belluomini *et al.* 1986; Bellotti *et al.*, 1987; Bellotti *et al.* 1989,1994,1995).

Il metodo utilizzato nel presente lavoro è stato sia geomorfologico che stratigrafico. Sono state rilevate da foto aeree le caratteristiche e la distribuzione dei cordoni litorali su tutta l'area del delta in modo da evidenziarne l'evoluzione e verificare gli spostamenti di alveo del Tevere avvenuti nel corso del tempo. L'area è stata studiata utilizzando fotografie scattate da aerostato nel 1911, immagini aeree della RAF del 1943 e fotogrammi del volo base italiano del 1954. I dati emersi dalle indagini fotogeologiche sono stati riportati su carte di base a scala 1:25.000: queste permettono di valutare con buon dettaglio l'andamento dei cordoni litorali e le morfologie relative agli spostamenti nella foce del

Tevere. Poiché l'area studiata è piuttosto estesa, nel presente lavoro gli elementi morfologici sono stati riportati a scale molto più piccole in due figure (Fig. 1 e 2) di diverso dettaglio. Oltre alle indagini fotogeologiche sono state condotte indagini stratigrafiche sui sedimenti di due aree, un tempo occupate dalle paludi dello stagno di Maccarese, ubicate alle spalle dei cordoni litorali nelle zone di Maccarese e di Campo Salino. Tali indagini hanno permesso di ottenere elementi di datazione di varie fasi evolutive dello stagno. L'evoluzione delle paludi, come si vedrà oltre, è stata condizionata dallo sviluppo dei cordoni litorali e quindi dalle fasi di costruzione del delta. Si è inoltre fatto ricorso a dati storici e a fonti latine, riportati in bibliografia, che si sono rivelati utili per le informazioni relative alle caratteristiche del delta, agli interventi sull'alveo ed al regime idraulico del Tevere. La datazione di insediamenti, manufatti e opere permette anche di trarre utili indicazioni sull'estensione del delta nei tempi antichi.

Nel presente lavoro è stata quasi completamente trascurata la parte relativa all'evoluzione del delta negli ultimi 600 anni, in quanto l'argomento è già stato affrontato ed approfondito da innumerevoli lavori che, a partire da Oberholtzer (1875) e Bocci (1892), hanno datato le fasi di progradazione del delta utilizzando le date di costruzione di varie torri di difesa costruite nei pressi della foce del Tevere in avanzamento.

## 2 - MORFOLOGIA E STRATIGRAFIA TARDO-OLOCENICA DEL DELTA

Il fiume Tevere nell'area del delta risulta formato da due rami: il ramo principale, detto Fiumara Grande, sbocca nel mare a NW del Lido di Ostia, mentre il ramo secondario, più settentrionale, sbocca in mare presso Fiumicino. Secondo fonti latine (riportate in Bellotti *et al.* 1994) il ramo di Fiumicino, sarebbe stato scavato artificialmente nel II secolo d.C., in corrispondenza della costruzione del porto di Traiano.

Attualmente il delta del Tevere ha un aspetto piuttosto simmetrico, con una evidente cuspidi principale in corrispondenza dello sbocco in mare del ramo principale ed una cuspidi assai meno pronunciata in corri-

spondenza dello sbocco del ramo di Fiumicino (Fig. 1).

Come evidenziato da Bellotti *et al.* (1995), morfologicamente il delta presenta una piana deltizia inferiore, costituita prevalentemente da cordoni litorali, mentre nella piana deltizia superiore, alle spalle dei cordoni lito-

rali, sono presenti aree depresse che, prima della bonifica, erano occupate da paludi.

Nel tratto in cui attraversa la piana deltizia interna, il Tevere scorre al centro di una larga fascia di alluvioni; esso separa così le aree depresse in una zona setten-

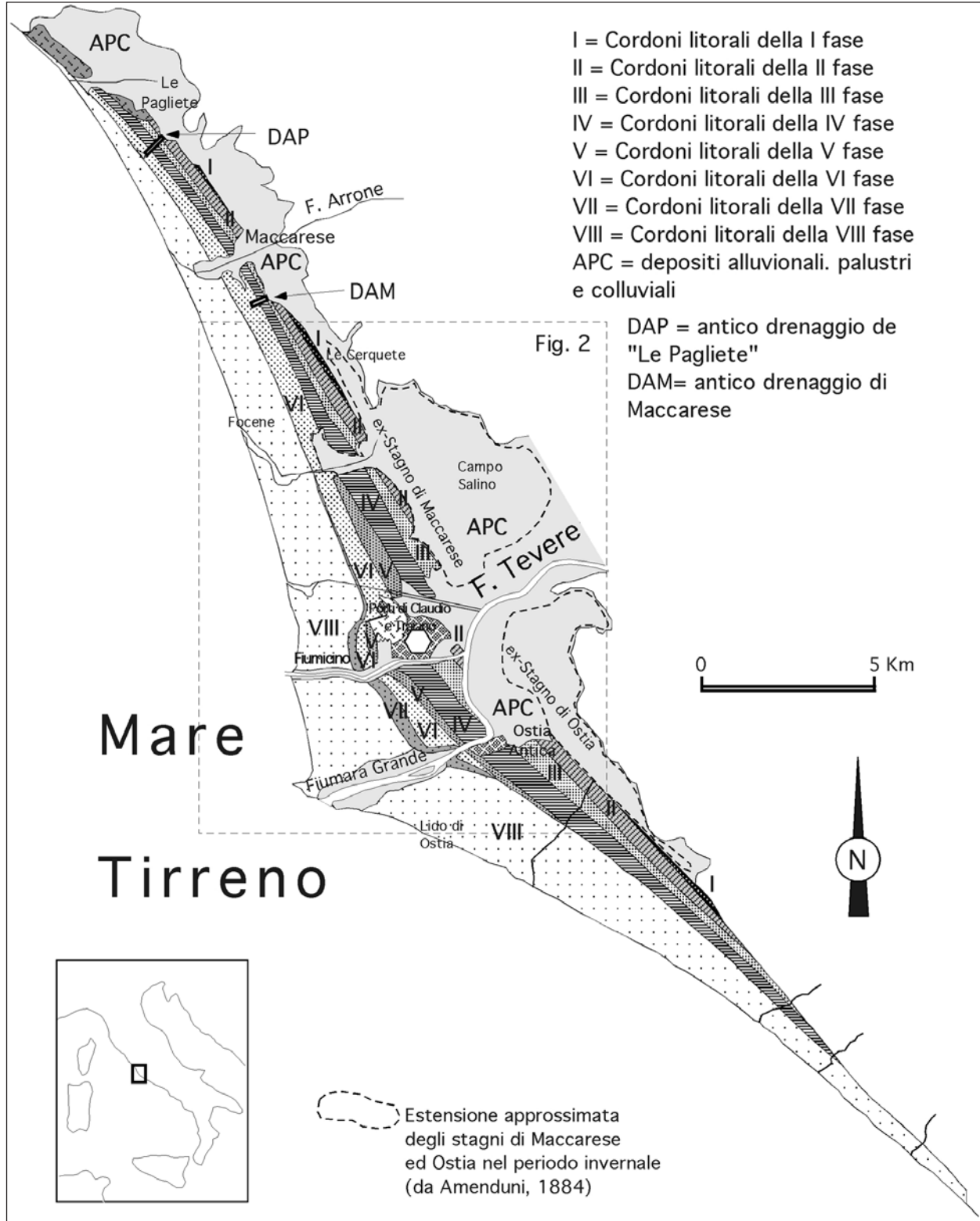


Fig. 1 - Il delta del Tevere: elementi morfologici ed estensione dei cordoni litorali delle otto fasi

*The Tiber delta: morphological features and extent of the beach ridges*

trionale, che un tempo ospitava lo Stagno di Maccarese, ed una meridionale, che ospitava lo Stagno di Ostia. Altri stagni minori erano presenti nella zona dei porti imperiali e tra i cordoni litorali. Le due paludi più estese furono collegate al mare da emissari artificiali, scavati nel corso di tentativi di bonifica precedenti a quello moderno: tali canali sfociano in mare presso Focene, a Nord di Fiumicino e nella zona del Lido di Ostia.

Nella parte settentrionale del delta è presente la foce del fiume Arrone, che interrompe i cordoni litorali e separava, nel passato, le paludi de Le Pagliete dalla palude di Maccarese.

L'andamento dei cordoni litorali, esaminato e cartografato in dettaglio, ha permesso di distinguere vari insiemi di cordoni litorali: ogni insieme può essere considerato come parte di una stessa fase di progradazione del delta. I cordoni litorali di una stessa fase presentano caratteri morfologici comuni: direzione, continuità laterale, elevazione delle dune, grado di conservazione, ecc.; in prossimità della foce del fiume sovente risultano separati dai precedenti e dai successivi per la presenza di fasce depresse strette ed allungate impostate su sedimenti di spiaggia, palustri o alluvionali. Di particolare interesse è stata poi la constatazione che i cordoni litorali di alcune fasi tagliano quelli di fasi precedenti: tale situazione morfologica dimostra l'esistenza di periodi di arretramento della linea di costa. Sia il dettaglio nel ricostruire l'andamento dei cordoni litorali, sia l'esame di fotografie aeree relative a diversi periodi, sia l'uso di dati stratigrafici per la datazione dei cordoni litorali hanno permesso di ottenere un quadro molto più complesso dell'evoluzione tardo-olocenica del delta rispetto a quanto ipotizzato fino ad ora.

## 2.1 - I cordoni litorali e la loro datazione

La geometria dei cordoni litorali è già stata parzialmente evidenziata da Dragone *et al.* (1967) sul foglio geologico a scala 1:100.000 Cerveteri della Carta Geologica d'Italia. In Bellotti *et al.*, (1994) l'andamento dei cordoni litorali è stato rappresentato schematicamente a scala molto piccola.

Nel corso del presente lavoro sono stati distinti otto gruppi di cordoni litorali: i più interni sono, evidentemente, i più antichi. In Fig. 1 sono cartografati i vari gruppi omogenei di cordoni litorali, ma la loro rappresentazione cartografica è semplificata per problemi di scala. Una rappresentazione più dettagliata della porzione centrale del delta è riportata in Fig. 2.

- La prima fase di formazione di cordoni litorali è testimoniata da due fasce di dune poco estese presenti sia a Nord che a Sud del Tevere.
- La seconda fase è rappresentata da un gruppo di cordoni abbastanza esteso, presente sia a Nord che a Sud del Tevere. I cordoni scompaiono avvicinandosi al fiume in quanto risultano coperti da sedimenti alluvionali o erosi. Un lembo di questo gruppo di cordoni è stato individuato nella zona dove il ramo di Fiumicino si distacca dall'alveo principale ed appare situato sulla prosecuzione verso NW dei cordoni meridionali. Osservando l'andamento quasi rettilineo dei cordoni litorali di questa fase a Nord e a Sud del Tevere è possibile notare che essi non risultano allineati e che i cordoni meridionali sono più avanzati

verso il mare. Non si rilevano indizi di una cuspidale, ma lo sbocco in mare del Tevere deve essere stato in corrispondenza o poco a Nord dei porti di Claudio e di Traiano. Non si hanno elementi di datazione diretta di tali cordoni.

- I cordoni litorali della terza fase sono rappresentati estesamente a Nord e a Sud del Tevere, anche se sono parzialmente erosi e coperti da sedimenti alluvionali più recenti. Anche in questo caso l'andamento dei cordoni litorali è rettilineo, ma i cordoni posti a Nord e a Sud del fiume non risultano allineati e quelli meridionali sono più avanzati verso il mare. Non sono state rilevate tracce di cordoni indicanti una cuspidale, tuttavia la evidente discontinuità tra i cordoni indica che la foce del Tevere doveva essere situata nella zona dei porti imperiali. Non si hanno elementi di datazione diretta di questi cordoni.
- I cordoni litorali della quarta fase sono estesi a Nord e a Sud del Tevere, ma conservano una cuspidale evidente ai margini del ramo di Fiumicino, nei pressi dei porti imperiali. Lo sbocco in mare del Tevere doveva avvenire in questa zona. La porzione meridionale della cuspidale non presenta però continuità col ramo settentrionale dei cordoni litorali di questa fase ed appare più avanzata verso mare. I cordoni di questa fase possono essere datati ad un periodo precedente l'Età del Bronzo Recente (circa XIII-XI secolo a.C.): manufatti di tale età sono stati infatti rinvenuti negli scavi delle Terme di Nettuno nella città romana di Ostia (Zevi, 1968, in Conti, 1982), che giace su tali sedimenti.
- I cordoni litorali della quinta fase sono assai meno estesi sia a Nord che a Sud del Tevere, per il resto mostrano un andamento del tutto simile a quelli della quarta fase: si riconosce una cuspidale nella zona del ramo di Fiumicino presso i porti imperiali; non c'è continuità tra la porzione settentrionale della cuspidale e il ramo settentrionale dei cordoni della stessa fase poiché la cuspidale appare più avanzata verso mare. Sui cordoni litorali di questa fase sono fondati i resti del faro romano sui quali è costruita la Torre Boacciana, immediatamente ad Ovest della città romana di Ostia. Un molo del porto di Claudio, databile verso la metà del I secolo d.C. è ancorato ai cordoni litorali della quinta fase e appena a Nord del porto, i cordoni di questa fase sono tagliati da un canale, ora colmato, collegato alle opere eseguite al contorno del porto di Claudio (Testaguzza, 1970). Inoltre tali cordoni litorali debbono essere datati ad un periodo precedente il IV secolo a.C. in base alle considerazioni riportate di seguito. Il Tevere subì una diversione verso Sud dopo la fine della quinta fase, e la sua foce migrò nella zona di Ostia Antica (vedasi oltre). Poiché secondo le fonti storiche la città romana di Ostia venne fondata alla foce del Tevere all'inizio del IV secolo a.C., la diversione del Tevere dalla zona dei porti imperiali verso Sud deve essere avvenuta prima del IV secolo. Ne consegue che i cordoni litorali della quinta fase debbono essere più antichi del IV secolo a.C.
- I cordoni della sesta fase sono poco estesi a Sud del Tevere, occupano una fascia molto stretta nella zona dei porti imperiali, ma si espandono molto a Nord. L'andamento dei cordoni mostra caratteristiche assai diverse da quelli precedenti: vi è una cuspidale ben

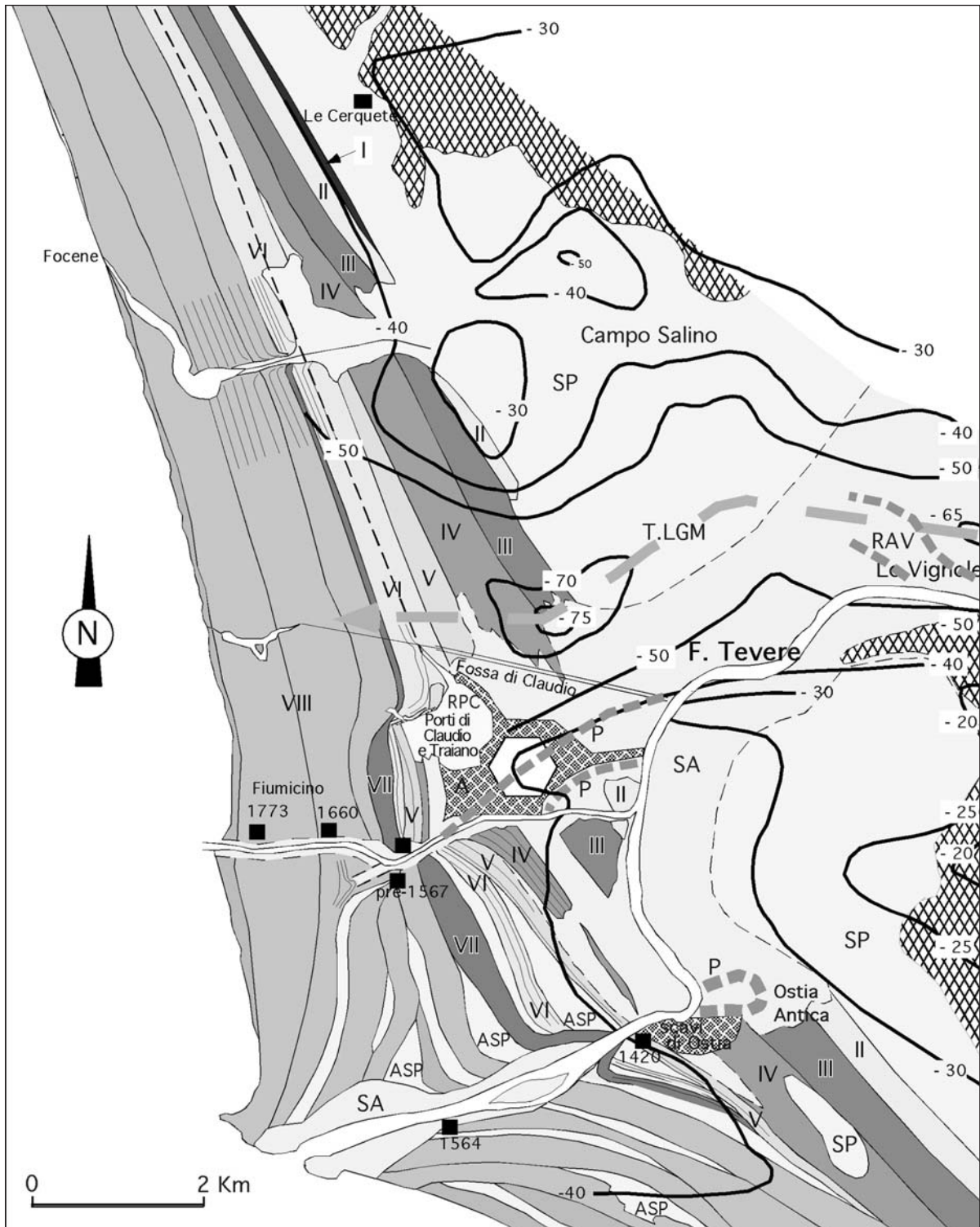


Fig. 2 – Geologia della porzione centrale del delta del F. Tevere. - Legenda: I. II. III. IV. V. VI. VII, VIII = cordoni litorali dalla prima alla ottava fase; SP= sedimenti prevalentemente palustri; SA= sedimenti prevalentemente alluvionali; ASP= sedimenti alluvionali o di spiaggia o palustri, delle aree comprese tra cordoni litorali di diverse fasi; P= Paleoalvei del Tevere; T.LGM= depressione della valle del Tevere durante l'Ultimo Massimo Glaciale; RAV= alvei e ventagli di crevasse di Le Vignole; RPC= depositi di riempimento del porto di Claudio; A= aree antropizzate in antico (città, porti, accumuli antropici di sabbia). Le linee isopache si riferiscono allo spessore dei sedimenti deltizi posteriori all'Ultimo Massimo Glaciale (ridisegnato dalla Fig. 3 di Bellotti et al. 1995). I quadrati neri indicano le torri costiere e la data di costruzione.

Geology of the central portion of the Tiber delta. - Legend: I. II. III. IV. V. VI. VII, VIII = beach ridges from the first to the eighth phase; SP= mainly marshy sediments; SA= mainly alluvial sediments; ASP= alluvial or beach or marshy sediments, in the areas between beach ridges of various phases; P= Ancient stream bed of the Tiber; T.LGM= Tiber valley depression during the Last Glacial Maximum; RAV= stream beds and crevasse splays of Le Vignole; RPC= deposits in the Claudius harbor; A= areas of human settlement in Roman times (towns, ports, buildings anthropic sand accumulations). The isopach lines refer to the thickness of the delta sediments after the Last Glacial Maximum (redrawn from the Fig. 3 by Bellotti et al. 1995). The black squares mark the coastal towers and their age.

riconoscibile in corrispondenza del ramo principale del Tevere, poco a Ovest di Ostia Antica. Nella zona dei porti imperiali i cordoni litorali della sesta fase tagliano quelli precedenti e, anche se conservano una forma cuspidata, la loro morfologia sembra causata da un adattamento alla forma dei cordoni più antichi. A differenza di quelli delle fasi precedenti e successive, l'estensione dei cordoni litorali varia moltissimo: sono poco estesi e formano una fascia ristretta a Sud della foce del Tevere, ma sono molto allungati e danno luogo ad una fascia molto più larga verso Nord. Secondo Plinio il Vecchio (in Bellotti *et al.* 1994), il delta avrebbe formato una cuspidata solo nel corso del I secolo a.C.; Virgilio e Plutarco segnalano, rispettivamente, l'abbondanza del trasporto di sabbia alla foce del Tevere ed il parziale insabbiamento della foce nel I secolo a.C. Osservando la zona appena a Nord dei porti imperiali (Fig. 2) è possibile rilevare che i più antichi cordoni di questa fase sono tagliati dalla porzione terminale di un canale, ora colmato, che secondo Testaguzza (1970) sarebbe collegato alle opere eseguite al contorno del porto di Claudio; il canale è databile alla metà del I secolo d.C. La porzione più antica dei cordoni litorali della VI fase deve quindi essersi sviluppata a partire da un momento successivo al IV secolo a.C. (dal I sec. a.C. secondo Plinio il Vecchio) ed essere precedente ai lavori del porto di Claudio, databili verso la metà del I sec. d.C. Una parte dei cordoni litorali di questa fase appoggia sul lato esterno di un molo del porto di Claudio, ma appare tagliata da una depressione lunga e stretta (apparentemente un canale che metteva in comunicazione il bacino del porto di Claudio con il mare). I cordoni della porzione intermedia della sesta fase chiudono invece la suddetta depressione: secondo Testaguzza (1970), che interpreta alcuni dati archeologici, la chiusura del canale che usciva dal porto di Claudio sarebbe avvenuta nel VI secolo d.C. Secondo Bellotti *et al.* (1994), autori romani segnalano che nel corso del III secolo dovettero essere eseguite opere di protezione della via Severiana (che correva a Sud-Est di Ostia Antica, nella parte meridionale del delta) danneggiata dalle onde; questo implica che la formazione dei cordoni della sesta fase non è stata continua, ma interrotta almeno da un periodo di regressione della linea di costa.

- I cordoni della settima fase sono presenti solamente nella zona centrale del delta. La loro forma indica, in grande, una cuspidata in corrispondenza dell'alveo principale, ma al centro di tale cuspidata i cordoni rientrano verso terra, tagliando quelli della fase precedente. Anche nella zona dei porti imperiali tali cordoni tagliano i precedenti. I cordoni litorali della sesta fase debbono quindi essere stati erosi a seguito di un forte arretramento della linea di costa avvenuto prima dell'inizio della sedimentazione dei cordoni litorali della settima fase. I cordoni litorali di questa fase testimoniano un avanzamento della linea di riva rispetto alla posizione di Torre Boacciana, che all'inizio del XV secolo giaceva ancora in prossimità della riva del mare (Belluomini *et al.* 1986; Bellotti *et al.*, 1987, 1989, 1994, 1995). Sui cordoni litorali della stessa fase è costruito il forte di Paolo IV databile al 1557. I cordoni litorali della settima fase possono quindi essere datati ad un periodo compreso tra il XV secolo

e la prima metà del XVI secolo.

- I cordoni che indicano l'ottava ed ultima fase di avanzamento del delta costituiscono un insieme, molto esteso arealmente e complesso, nel quale potrebbero essere distinte varie sub-fasi, trascurate nel presente lavoro, ma evidenziate da limiti in Fig. 2. Nel corso di questa fase il delta avanzò molto velocemente dando luogo ad una morfologia fortemente cuspidata nella zona dell'alveo principale. In corrispondenza dell'alveo di Fiumicino non vi sono indizi di cuspidi se non relativamente ai cordoni litorali più recenti. L'età di questa fase è successiva ai primi decenni del XVI secolo e le varie avanzate, ben documentate dagli Autori precedenti, sono scandite (Oberholtzer, 1875; Bocci, 1892; Belluomini *et al.* 1986; Bellotti *et al.*, 1987, 1989, 1994, 1995) dalla costruzione di nuove torri di guardia sulle spiagge del delta in avanzamento.

Alla fine del XIX secolo iniziò una fase di arretramento, diventata ancora più evidente verso la metà del XX secolo (Bellotti, *et al.* 1994), che è stata contrastata con opere di difesa costiera. Altri arretramenti della linea di costa erano già avvenuti nei periodi compresi tra la formazione dei cordoni della quinta e della sesta fase e tra quelli della sesta e della settima fase.

Per datare i più antichi cordoni litorali, non databili direttamente, è possibile ricorrere a dati stratigrafici raccolti nell'ambito delle paludi bonificate. Nei pressi del sito eneolitico de Le Cerquete, a Maccarese (Fig. 1), nell'area settentrionale del delta, Giraudi (2002a) ha individuato limi torbosi, posti al tetto di uno strato di torba, datati  $4510 \pm 70$  anni BP col metodo del  $^{14}\text{C}$  (data calibrata 3375-2930 a.C.) e sedimenti limosi palustri posti sopra il livello del mare (Giraudi, 2002a), che sigillano il sito eneolitico attorno a  $4375 \pm 55$  anni B.P. (data calibrata 3140-2900 a.C., Carboni *et al.*, 2002). In quel periodo dovevano quindi essere presenti cordoni litorali, che raggiungevano quote superiori al livello del mare, in grado di impedire il deflusso dell'acqua dalle paludi. I cordoni che possono corrispondere ai sedimenti databili 3140-2900 cal. a.C. sono quelli prossimi al sito, cioè quelli della terza fase.

Nel lavoro di Belluomini *et al.* (1986) sulla stratigrafia dei sedimenti che formano il delta del Tevere nella zona dell'aeroporto di Fiumicino, vengono riportate le datazioni di vari campioni prelevati da un livello di torba e limi torbosi presente esclusivamente alle spalle dei cordoni litorali riconoscibili in superficie; tali sedimenti hanno fornito età prossime a quelle relative al sito eneolitico di Maccarese: le date ottenute sono comprese tra  $5140 \pm 60$  (data calibrata 4042-3792 a.C.) e  $4630 \pm 60$  (data calibrata 3626-3122 a.C.). La presenza di sedimenti di acqua dolce, prevalentemente organici, senza sensibili apporti terrigeni, implica che prima del 4042-3792 cal a.C. le paludi dovevano essere isolate anche dal Tevere ed alimentate solo dai corsi d'acqua provenienti dalla zona collinare e dal F. Arrone.

I più antichi cordoni litorali affioranti in superficie sarebbero databili, quindi, a 4042-3792 cal a.C. o ad un periodo più antico. Del resto gli studi geologici effettuati sul sito eneolitico delle Cerquete di Maccarese (Giraudi, 2002a) avevano già dimostrato che le oscillazioni di livello dello Stagno di Maccarese, dal periodo Neolitico alla media Età del Bronzo (quindi contemporaneamente

e successivamente alla sedimentazione delle torbe), non erano collegati alle oscillazioni di livello del mare, ma erano ben correlabili con le oscillazioni di numerosi laghi presenti in Italia Centrale: doveva quindi mancare un collegamento tra lo stagno ed il mare.

Al di sotto delle torbe, nella zona di Campo Salino (vedasi oltre) sono presenti sedimenti contenenti faune dulcicole, datati 6350±40 anni B.P. (data calibrata 5380-5280 a.C. – BETA 193206) col metodo del radiocarbonio. Essi testimoniano che già in precedenza l'area palustre era isolata dal mare. Tuttavia, non conoscendo la distribuzione areale di tali sedimenti, non è possibile stabilire se si sono depositi esclusivamente alle spalle dei cordoni litorali individuabili a livello del

piano campagna (e quindi siano geneticamente legati a questi) o se sono correlati ad altri cordoni litorali attualmente non visibili in superficie.

### 2.1.1 - I cordoni interrotti della Foce del F. Arrone e dell'area di Focene

Nel tratto finale del fiume Arrone e nella zona di Focene sono state rilevate interessanti situazioni morfologiche (Fig. 1, 2, 3).

Il fiume Arrone (Fig. 1), emissario del Lago di Bracciano, nel tratto in cui attraversa i depositi deltizi del Tevere, si presenta come un corso d'acqua chiaramente pensile. I suoi sedimenti alluvionali si trovano a quote superiori ai depositi palustri di Le Pagliete e di

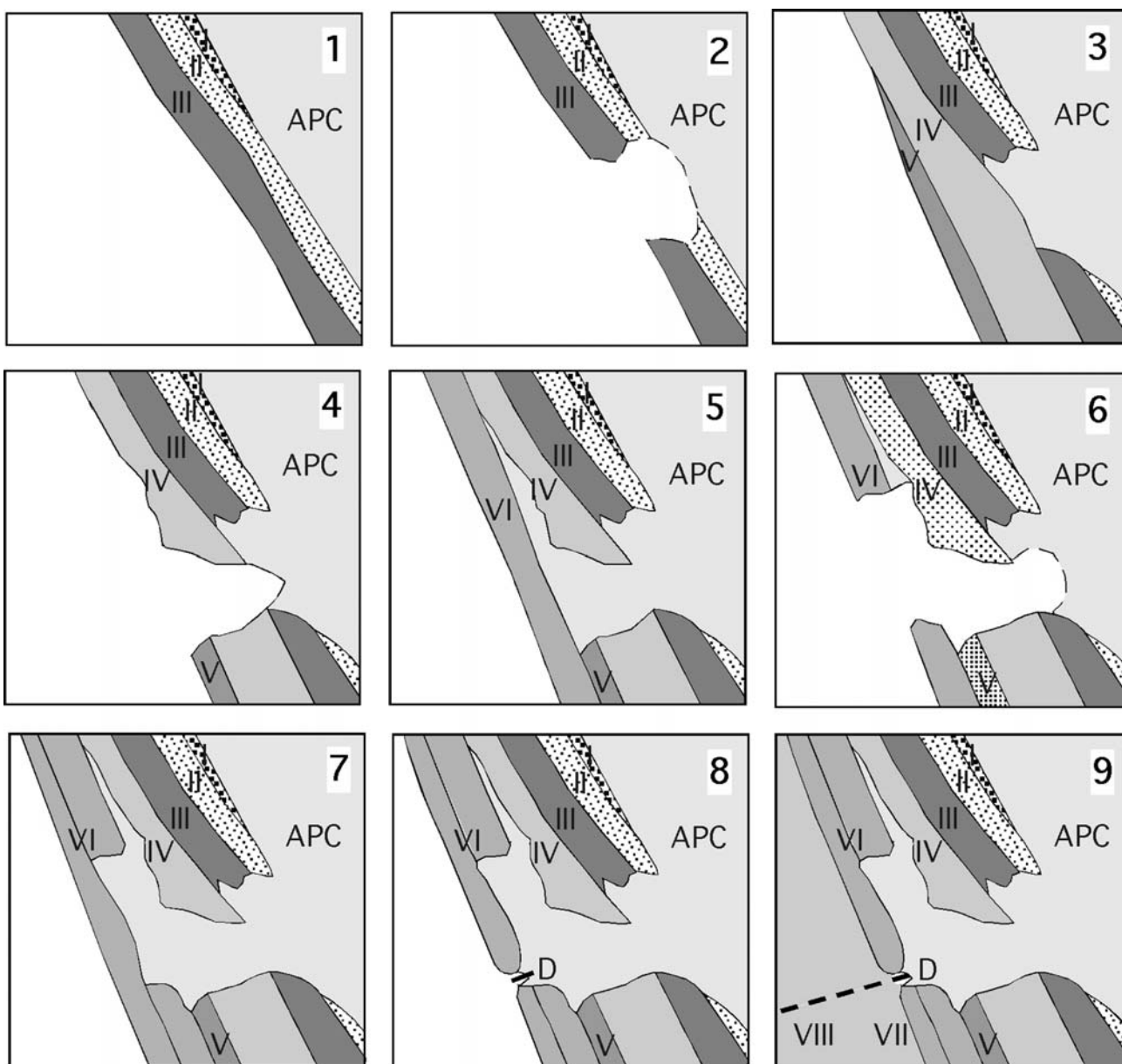


Fig. 3 - Ricostruzione delle fasi di modellamento e di erosione dei cordoni litorali presenti nell'area ad Est di Focene.

Legenda: I - VIII = cordoni litorali dalla prima alla ottava fase; APC = aree occupate da sedimenti palustri, alluvionali e colluviali; D = canali di drenaggio

*Sedimentation and erosion phases of the beach ridges in the area east of Focene.*

*Legend: I - VIII = beach ridges from the first to the eighth phase; APC = areas occupied by marshy, alluvial and colluvial sediments; D = drainage channels*

Maccarese. Quindi l'Arrone, con i suoi depositi, ha prodotto la divisione di una palude che avrebbe potuto essere continua da Le Pagliete a Campo Salino. Inoltre, grazie alla sua pensilità, il fiume ha sovralluvionato quasi tutta la serie dei cordoni litorali delle varie fasi, ad eccezione dei più recenti. Le fotografie aeree mostrano tracce di vecchi alvei del fiume diretti verso lo stagno di Maccarese, a testimonianza del fatto che il fiume pensile poteva rompere gli argini naturali e confluire nella palude di Maccarese.

Una situazione morfologica di estremo interesse, mai discussa da Autori precedenti, è stata, poi, rilevata nell'area ad Est di Focene, ove i cordoni litorali di varie fasi sono chiaramente interrotti ed erosi.

Esaminando l'andamento dei cordoni litorali (Fig. 2), occorre rilevare che quelli compresi tra la seconda fase e la parte più antica di quelli della sesta fase, sono interrotti per un lungo tratto. I cordoni litorali successivi sono interessati solo da una stretta incisione. In corrispondenza di detta incisione i cordoni litorali della settima e della parte iniziale della ottava fase cambiano localmente il loro andamento, entrando parzialmente in essa (Fig. 2). Le interruzioni debbono essere state prodotte dallo sfondamento dei cordoni litorali. Osservando in dettaglio la morfologia di alcuni cordoni possiamo notare che si sono verificate varie fasi di sfondamento, che hanno aperto estesi varchi e messo in comunicazione le paludi col mare, seguite da fasi di sviluppo di nuovi cordoni litorali, che hanno nuovamente separato le paludi dal mare. Un primo sfondamento dei cordoni litorali è avvenuto dopo la formazione dei cordoni della terza fase (Fig.3). L'incisione venne sigillata poi dai cordoni litorali della quarta e della quinta fase che ancora sbarrano una parte del varco. Un nuovo sfondamento dei cordoni litorali ebbe luogo dopo la sedimentazione dei cordoni della quinta fase: l'incisione venne poi chiusa, almeno parzialmente, dai cordoni della sesta fase, che occupano ancora attualmente una parte del varco. In seguito anche una parte dei cordoni della sesta fase fu erosa ma l'incisione venne chiusa, almeno parzialmente, da altri cordoni formati nel corso della stessa fase.

Alcuni dati necessari per l'inquadramento cronologico degli sfondamenti dei cordoni litorali possono essere tratti dalla interpretazione di sequenze stratigrafiche presenti nell'area occupata, prima della bonifica, dallo Stagno di Maccarese.

Nelle trincee scavate per uno studio geo-archeologico, in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica di Ostia, il Museo delle Origini dell'U-

niversità "La Sapienza" di Roma ed il Consorzio CIRF, in corso nella zona Nord di Campo Salino, è stata rilevata la stratigrafia degli ultimi 5 metri di sedimenti palustri. La serie di sedimenti, ancora in corso di studio, coincide fundamentalmente con quelle descritte dagli Autori precedenti (Dragone *et al.*, 1967; Belluomini *et al.* 1986; Bellotti *et al.*, 1987,1989,1994,1995; Chiocci & Milli, 1995; Amorosi & Milli, 2001) ma è stata osservata con grande dettaglio con trincee molto estese: queste hanno permesso di identificare anche alcune superfici di erosione, difficilmente individuabili nelle carote prelevate con sondaggi meccanici. Alla base della sequenza esaminata (Fig. 4) sono presenti limi grigi con gasteropodi dulcicoli (*Lymnaea stagnalis*, *Bithynia tentaculata*) sui quali appoggiano limi marrone chiaro potenti circa 80 cm, ricchi di resti vegetali alla base e di gasteropodi dulcicoli (*Lymnaea stagnalis*, *Bithynia tentaculata*). Un campione di limi ricchi di resti vegetali è stato datato col metodo del radiocarbonio ed ha fornito una età di 6350±40 anni B.P. (data calibrata 5380-5280 a.C. - BETA 193206). Seguono limi torbosi e torbe contenenti molti tronchi e frammenti di legno, con gasteropodi dulcicoli, gli stessi depositi datati da Belluomini *et al.* (1986) nell'area dell'aeroporto e da Giraudi (2002a) nell'area di Maccarese. L'età di tali sedimenti è compresa tra circa 4042-3792 anni a.C. e 3140-2900 anni a.C.; un campione di legno proveniente dalle torbe di Campo Salino è stato datato ed ha fornito un'età radiocarbonio di 4360±70 BP (data calibrata 3320-2880 a.C. BETA 156389), compatibile con le età ottenute sui campioni degli altri siti.

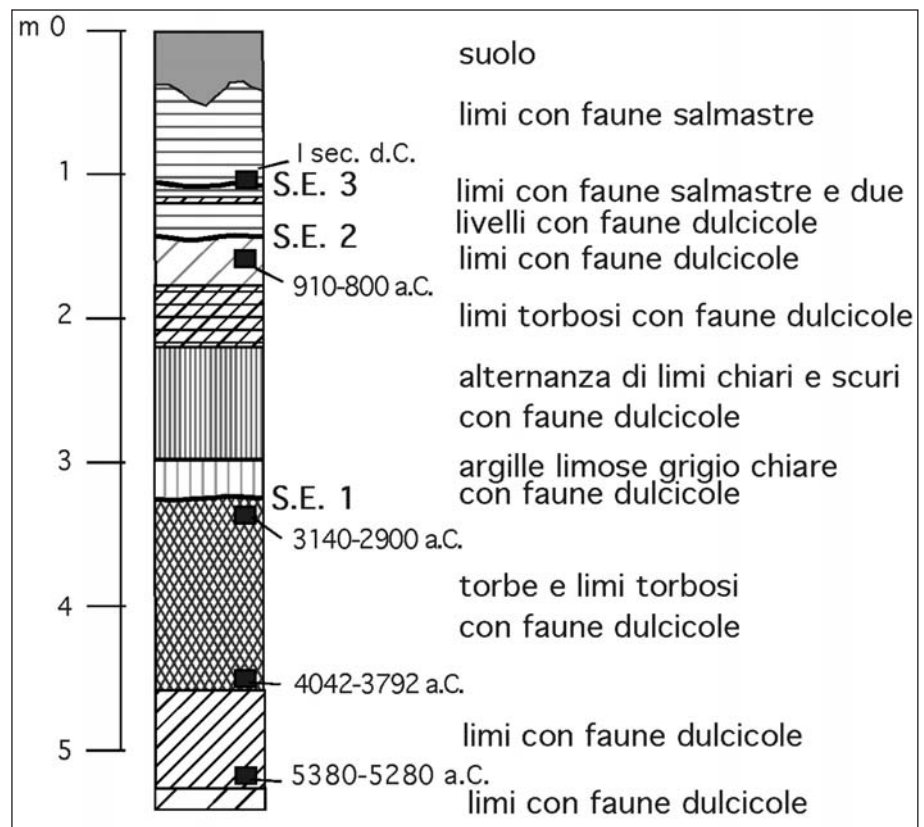


Fig. 4 - Serie stratigrafica rilevata lungo trincee scavate a Campo Salino  
Stratigraphic series surveyed along trenches dug at Campo Salino



Su torbe e limi torbosi appoggiano, tramite una netta superficie di erosione (S.E.1), argille limose grigio chiare ed un'alternanza di limi e limi argillosi grigio chiari e grigio più scuri, contenenti resti vegetali e gasteropodi dulcicoli (*Lymnaea stagnalis*, *Planorbarius corneus*, *Planorbis planorbis*, *Bithynia tentaculata*).

Seguono poi limi argillosi torbosi grigio-nerastri e limi grigi, contenenti gasteropodi dulcicoli (*Lymnaea stagnalis*, *Bithynia tentaculata*). I limi grigi, che rappresentano i sedimenti meno ricchi di sostanze organiche e più grossolani incontrati nell'area, aumentano di potenza e granulometria nella zona più vicina all'alveo del Tevere: vengono quindi interpretati come sedimenti alluvionali depositi nella palude dalle acque di esondazione del Tevere. Una conchiglia di *Bithynia tentaculata*, contenuta nei limi grigi, datata col metodo del radiocarbonio, ha fornito un'età di 2690±40 B.P. (data calibrata: 910-800 a.C. - Beta 193208). Al tetto dei limi grigi è presente una netta superficie di erosione (S.E.2) sulla quale poggiano sedimenti limosi grigio-azzurrognoli, contenenti bivalvi di ambiente salmastro (*Cerastoderma edule*, *Abra alba*, *Hydrobia acuta*); tra i limi con faune di ambiente salmastro sono presenti due livelli potenti pochi centimetri di limi torbosi con gasteropodi dulcicoli (*Planorbarius corneus*, *Bithynia tentaculata*), indice di temporanei ritorni a condizioni di palude di acqua dolce. I sedimenti descritti sono precedenti alla esecuzione di lavori per lo sfruttamento delle paludi ad opera dei romani, datati al I secolo d.C. (Morelli *et al.*, 2004). Al tetto dei limi grigio azzurrognoli è presente una nuova superficie di erosione (S.E.3) sulla quale poggiano altri limi, aventi lo stesso colore dei precedenti, con faune di ambiente salmastro (*Cerastoderma edule*, *Abra alba*, *Hydrobia acuta*). Tali limi sono penecontemporanei e posteriori alle opere romane del I sec. d.C.

Visto che le età delle fasi erosive sono compatibili con quelle dei cordoni litorali erosi, si assume che le tre importanti superfici di erosione individuate siano collegate a variazioni ambientali prodotte dagli sfondamenti dei cordoni litorali.

Il primo sfondamento (responsabile dello sviluppo della superficie di erosione S.E.1) è quindi databile ad un periodo successivo a 3320-2880 anni a.C. ed ha prodotto l'erosione dei cordoni della III fase, che hanno un'età prossima a 3140-2900 anni a.C. Anche nella serie stratigrafica rilevata presso il sito eneolitico di Le Cerquete, a Maccarese, è presente una superficie di erosione successiva ad una fase di pedogenesi che ha prodotto un crostone calcareo datato a 3660±40 anni radiocarbonio BP (data calibrata 2140-1920 a.C.). Tale superficie di erosione ha età compatibile con la S.E.1 di Campo Salino e può essere coeva. Assumendo che sia valida la correlazione, si deduce che i cordoni litorali della quarta fase, che più tardi hanno chiuso l'incisione, sarebbero più recenti di tale data.

Il secondo sfondamento (responsabile dello sviluppo della superficie di erosione S.E.2) è successivo alla sedimentazione dei limi alluvionali contenenti la data 910-800 a.C.: esso ha prodotto l'erosione dei cordoni litorali della quinta fase e permesso l'ingressione di acqua marina e lo sviluppo di una laguna salmastra. Da questo dato si desume anche che i cordoni litorali della quinta fase (formati prima del secondo sfondamento) debbono essere penecontemporanei ai limi grigi di ori-

gine alluvionale contenenti la data di 910-800 a.C.

La tradizione romana, riportata a partire da Ennio (III sec. a.C.), ricorda che la fondazione di un insediamento romano ad Ostia Tiberina, in una località non precisata sulla sponda meridionale della foce del Tevere, risale al 620 a.C.; l'insediamento aveva lo scopo di controllare le foci del Tevere e di contrastare il potere della città etrusca di Veio sulla zona delle saline, poste a Nord della foce del fiume. Se si accetta la datazione dell'attività di estrazione del sale, riportata dalla tradizione romana, concordante con altre informazioni storico-archeologiche, si deve ammettere che l'ingressione marina deve essere avvenuta almeno nel VII secolo a.C.: tale datazione non contrasta con i dati geologici e può quindi essere accettata. Il secondo sfondamento dei cordoni litorali deve quindi risalire al periodo compreso tra IX-X e VII secolo a.C.

Il terzo sfondamento (responsabile dello sviluppo della superficie di erosione S.E.3) è successivo al periodo iniziale della sedimentazione dei cordoni litorali della sesta fase (post IV sec a.C.) e penecontemporaneo o di poco precedente ai lavori di costruzione del porto di Claudio che iniziarono nel 42 d.C.

Lo sfondamento dei cordoni litorali può essere dovuta all'arretramento della linea di costa, ma potrebbe anche essere dovuta a tracimazione delle acque delle paludi retrodnari verso il mare e agli interventi antropici. Per ora non si hanno elementi oggettivi per scegliere tra le varie ipotesi. Tuttavia la penecontemporaneità tra l'ultimo sfondamento dei cordoni, le opere romane nell'area di Campo Salino, segnalate da Morelli *et al.* (2004), e la costruzione del porto di Claudio, suggerisce che lo sfondamento possa essere stato influenzato dagli interventi antropici. Non si può, inoltre, escludere del tutto che lo sfondamento dei cordoni litorali della quinta fase sia stato favorito dagli Etruschi almeno a partire dal VII secolo a.C. per impiantare le saline. Anche a Sud del Tevere (presso l'attuale Ostia Antica) erano presenti saline nel VII secolo: in questa zona non si notano sfondamenti dei cordoni litorali e le saline dovevano quindi essere collegate al mare attraverso un canale artificiale simile o coincidente con quello che è stato utilizzato fino al XIX secolo.

Appare fondamentale, per l'impatto che ha avuto sull'evoluzione dello Stagno di Maccarese, lo sfondamento che ha dato luogo alla superficie di erosione S.E.2 (successiva alla data 910-800 a.C. e precedente al VII secolo a.C.): a partire dal quel momento le paludi di acqua dolce che perduravano almeno dal 5380-5280 cal a.C. si trasformarono, salvo brevi interruzioni, in lagune di acqua salmastra, grazie al collegamento col mare. Solo nel corso della fase di progradazione moderna del delta, con la sedimentazione di fasce estesissime di cordoni litorali, i collegamenti col mare vennero chiusi e le acque dello stagno tornarono ad essere oligaline e poterono superare il livello del mare, tanto che il livello dello stagno di Maccarese variava stagionalmente, nel periodo appena precedente la bonifica, tra 40 e 80 cm sul livello del mare.

## 2.2 - Gli antichi canali di drenaggio di Le Pagliete e di Maccarese

L'osservazione dettagliata delle fotografie aeree ha permesso di rilevare che, ben al di fuori dell'area

sulla quale sono intervenuti i lavori dei porti nel periodo imperiale romano, sono presenti i resti di due canali emissari delle paludi di Le Pagliete e di Maccarese, mai segnalati in precedenza.

In fotografia aerea sono ancora visibili, infatti, i resti di scavi, stretti ed allungati, di forma regolare (rappresentati in Fig. 1 come simboli DPA e DPM) che tagliano i cordoni litorali di varie fasi fino a quelli della parte iniziale della VI fase e sono sigillati da altri cordoni della VI fase.

Vi sarebbe quindi una coincidenza cronologica tra il periodo nel corso del quale sono stati scavati i canali di Le Pagliete e di Maccarese, il periodo in cui è avvenuto il terzo sfondamento dei cordoni nella zona ad Est di Focene e la costruzione del porto di Claudio.

### 2.3 - Gli alvei di rotta fluviale di Le Vignole

Un'altra situazione morfologica rilevata dalle fotografie aeree, in località Le Vignole, poco a valle dell'area ove il fiume entra nella piana deltizia, merita di essere puntualizzata.

Presso Le Vignole (Fig.2), è stata individuata la presenza di piccoli ventagli di crevassa, distinguibili in base a morfologia e litologia, e di tracce di alvei prodottisi per superamento e rottura degli argini naturali del Tevere ad opera delle acque di piena. Tali alvei sono indicati da blande depressioni del piano campagna, allungate verso NW, ben individuabili su alcune fotografie aeree perché presentano diverso grado di umidità dei suoli rispetto alle aree circostanti. Anche attualmente, in quella zona, l'alveo fluviale scorre tra argini naturali (oltre a quelli artificiali) ed i sedimenti di tali argini sovralluvionano parzialmente gli alvei di rotta fluviale appena descritti. Non si posseggono elementi diretti

per la datazione delle rotture di argini in zona Le Vignole, tuttavia essendo l'area superata dall'antica via Portuense (costruita per collegare i porti imperiali con Roma) sembra probabile che si tratti, prevalentemente, di morfologie precedenti al I secolo d.C. I limi grigi di origine alluvionale presenti a Campo Salino, contenenti la data di 910 - 800 a.C. sono gli unici interpretabili come sedimenti alluvionali, deposti da acque torbide provenienti dalle rotture di argine del Tevere: gli alvei di rotta fluviale sarebbero quindi databili a tale periodo.

Segre (1986), osservando probabilmente gli stessi indizi morfologici, ipotizzò che presso Le Vignole l'alveo del Tevere deviasse verso Nord, per sfociare nella palude di Maccarese.

Nella zona appena ad Est dei porti imperiali, i depositi alluvionali del Tevere sono tagliati da un canale, ancora parzialmente visibile in fotografia aerea, che fa parte delle opere contemporanee al Porto di Claudio, del I sec. d.C.: il canale appare però parzialmente riempito da depositi alluvionali successivi: in quest'area si ripete quindi la situazione descritta per Le Vignole.

Sarebbero stati i sedimenti alluvionali, databili dal IX-X secolo a.C. in poi, a coprire i cordoni litorali nella fascia compresa tra la zona ad oriente dei porti imperiali e la zona di Ostia Antica ed a produrre la netta separazione morfologica ancora oggi visibile tra zona a Nord e a Sud del Tevere.

### 3 - DISCUSSIONE

In base ai dati riportati nei capitoli precedenti è possibile inquadrare cronologicamente lo sviluppo dei cordoni litorali (Fig. 5) e di conseguenza datare l'evol-

Cordoni litorali	Datazione diretta	Datazione derivata da dati stratigrafici	Fasi di erosione nei cordoni litorali a Est di Focene	Età attribuita ai cordoni litorali
Prima Fase		> 4042 - 3792 a.C.		> 4042 - 3792 a.C.
Seconda Fase		> 3140 - 2900 a.C.		> 3275-2930 a.C.
Terza Fase		≥ 3140 - 2900 a.C.		~ 3275-2930 a.C.
Quarta Fase	> XI - XIII sec a.C.		2140-1920 a.C.	< 2140-1920 a.C. > XI - XIII sec a.C.
Quinta Fase	> IV sec a.C.		910-800 a.C.	~ 910-800 a.C.
Sesta Fase	IV sec a.C - XIV sec d.C.		I sec d.C.	<IV (~I) sec a.C - XIV sec d.C.
Settima Fase	XV - XVI sec d.C.			XV - XVI sec d.C.
Ottava Fase	XVI - XIX sec d.C.			XVI - XIX sec d.C.

Fig. 5 - Elementi cronologici utilizzati per la datazione dei cordoni litorali.

*Chronological data used for dating beach ridges*

zione del delta, a partire da 4000 anni cal. a.C., e gli spostamenti della foce del Tevere.

I cordoni litorali delle prime due fasi possono essere datati (Fig. 5) rispettivamente ad un periodo precedente a 4042-3792 e a 3275-2930 anni a.C., mentre quelli della terza fase sono databili al periodo attorno a 3275-2930 anni a.C.

I cordoni della quarta fase si sono formati in un momento successivo a 2140-1920 anni a.C. e precedente al 1000-1300 a.C., quelli della quinta in un periodo attorno a 910-800 anni a.C.

I cordoni della sesta fase si sono formati a partire da un momento successivo al IV sec a.C. (a partire dal I secolo a.C. interpretando le informazioni di Plinio il Vecchio) fino ad un momento precedente al 1400 d.C., mentre i cordoni della settima ed ottava fase sono tutti successivi al 1400 d.C.

La forma e l'estensione dei cordoni litorali delle varie fasi permettono poi di ricostruire gli spostamenti della foce del Tevere. Appare chiaro che, almeno in corrispondenza della formazione dei cordoni conservati della seconda e della terza fase (cioè fino a circa 3140-2900 anni a.C.), la foce del fiume doveva situarsi in un luogo, non precisabile in dettaglio, posto presso i porti imperiali. Le cuspidi dei cordoni litorali conservati della quarta e quinta fase (rispettivamente più antichi di 1000-1300 anni a.C. i primi e databili attorno a 910-800 anni a.C., i secondi) indicano con precisione che l'alveo del Tevere coincideva con una parte dell'attuale ramo di Fiumicino e la foce doveva trovarsi a SW dei porti imperiali. Dragone *et al.*, (1967) avevano già ipotizzato che nel X sec. a.C. la foce del Tevere fosse nella zona dei porti imperiali.

L'interpretazione dei dati geologici e di quelli storici sulla fondazione di Ostia testimoniano che, in un momento successivo a 910-800 anni a.C. e precedente al IV secolo a.C., deve essere avvenuto uno spostamento verso Sud della foce del Tevere. Il fiume, probabilmente, sboccò in un primo tempo nell'area paludosa presente alle spalle di Ostia Antica; il livello dell'acqua nelle paludi dovette aumentare finché si aprì un varco nei cordoni litorali della zona appena ad Ovest del sito dove sorse, poi, la città romana di Ostia. L'ultimo tratto del Tevere assunse quindi una posizione molto vicina a quella attuale. Dopo la diversione dell'alveo verso Sud, si formarono i cordoni litorali che produssero la prima cuspidi nella zona ad Ovest di Ostia. Nel corso della sedimentazione di tali cordoni vennero eseguiti i lavori per la costruzione dei porti imperiali del I e II secolo d.C. e venne scavato il ramo fluviale artificiale di Fiumicino. Questo ramo per un certo tratto ricalcò l'alveo fluviale abbandonato a causa della diversione precedente al IV secolo a.C.

Si può notare altresì, che i cordoni dell'ottava fase (databili dal XVI al XIX secolo d.C. e che si sono prodotti a seguito di una lunga fase di piene eccezionali che trasportavano grandi quantità di sedimenti) occupano un'area pari o superiore a quella occupata dai cordoni di tutte le fasi precedenti. Tra i cordoni più antichi del XVI secolo d.C., quelli della quarta fase sono i più estesi, seguiti da quelli della terza.

I cordoni della sesta fase presentano poi una peculiarità: sono stretti e poco estesi a Sud della foce del Tevere, mentre si allungano e si ampliano molto

verso Nord.

Una situazione simile è tipica anche dei cordoni litorali della settima fase, che sono poco estesi, ma disposti in modo asimmetrico, più allungati verso Nord.

### 3.1 – Morfologia dei cordoni litorali e fasi di progradazione e regresso del delta

L'andamento dei cordoni litorali delle varie fasi, evidenzia che l'avanzamento del delta non è stato continuo, ma è stato caratterizzato da periodi di progradazione, nel corso dei quali si sedimentavano i cordoni litorali, interrotti da periodi di stasi o regressione del margine del delta o di parte del margine. Periodi di regressione del delta sono poi indicati dai cordoni litorali che tagliano quelli più antichi: è il caso dei cordoni della seconda fase che tagliano quelli della prima, dei cordoni della sesta fase che tagliano quelli della quinta e dei cordoni della settima fase che tagliano quelli della sesta.

La limitata estensione verso Sud dei cordoni della sesta e settima fase può essere stata determinata da erosioni successive: l'azione erosiva può essere però negata se si assume che, per quel periodo, le correnti litoranee dirette in prevalenza verso Nord abbiano avuto un ruolo nettamente più importante nel trasporto costiero dei sedimenti rispetto ai periodi precedenti e successivi.

Anche gli sfondamenti dei cordoni litorali posteriori alla terza ed alla quinta fase, e quelli compresi nell'ambito della sesta fase potrebbero implicare una regressione della linea di costa.

I dati storici indicano poi un arretramento della linea di riva nel III secolo d.C., che avrebbe interrotto per un certo periodo la sedimentazione dei cordoni della sesta fase.

Procopio di Cesarea (VI sec d.C.) descrive l'area del delta e riporta le distanze tra la biforcazione del Tevere e il mare e fra i due rami del Tevere: se i dati fossero attendibili si avrebbe la prova che nel VI secolo d.C. la linea di costa era più avanzata di quella precedente il XV secolo d.C. ed una ulteriore conferma dell'arretramento della linea di costa nel periodo successivo alla formazione dei cordoni litorali della sesta fase.

Nel complesso, la più chiara fase di regressione del delta, particolarmente evidente nella zona dei porti imperiali e di Ostia, è quella verificatasi nel periodo post-romano, prima della sedimentazione dei cordoni della settima fase.

In alcuni dipinti del XVI secolo (all'inizio della forte fase di progradazione del delta) sono rappresentati, nella zona ad Ovest dei porti imperiali, ruderi immersi nel mare. Questi ruderi non sono necessariamente attribuibili a resti di opere portuali costruite in acqua, ma potrebbero semplicemente essere manufatti costruiti sulla terraferma, trovatisi poi in acqua a seguito della forte regressione del delta avvenuto in epoca post-romana.

Nel periodo precedente al II secolo a.C. potrebbero essersi verificati arretramenti della linea di costa ancora più notevoli, legati all'aumento di livello del mare.

Secondo Antonioli & Leoni (1998), che hanno costruito una curva della risalita olocenica di livello del mare basata sullo studio di insediamenti archeologici costieri, tra i quali molti relativi al Lazio, il livello marino doveva essere:

- circa 6 m sotto il livello attuale attorno a 5000 anni fa;

- circa 4 m sotto il livello attuale attorno a 4000 anni fa;
- circa 2,5 m sotto il livello attuale circa 3000 anni fa;
- circa 1,7 m sotto il livello attuale attorno a 2400 anni fa;
- pochi decimetri sotto il livello attuale attorno a 2000 anni fa.

Anche secondo i dati di Bellotti *et al* (1995) sul delta del Tevere, il livello del mare attorno a 5000 anni radio-carbonio B.P. era ancora basso, circa 5 m al di sotto di quello attuale, ed in seguito risalì gradualmente.

Quindi, contemporaneamente allo sviluppo dei cordoni litorali dalla prima fino alla sesta fase, è avvenuto un aumento di livello del mare ancora sensibile.

L'ingressione marina contrasta l'avanzamento del delta e tende a produrre l'arretramento della linea di costa. L'aumento di livello del mare può avere causato la sedimentazione di depositi marini sui cordoni litorali, come dimostrato da Bellotti *et al.* (1994,1995) per il tardo Pleistocene superiore e la prima metà dell'Olocene, e l'erosione di parte dei cordoni litorali precedenti l'ingressione marina.

In base alle quote del livello marino, è lecito ipotizzare che i cordoni litorali più antichi (conservati attualmente a quote superiori al livello del mare) si spingessero verso mare fino a quote inferiori di circa 4-5 m rispetto al livello marino attuale, e che occupassero un'area di gran lunga più estesa rispetto a quella attuale: gran parte dell'areale da loro occupato deve essere stato coperto da cordoni litorali successivi o eroso dal mare in risalita. Tutti i gruppi di cordoni litorali del periodo precedente al 1500 d.C. debbono essere stati più estesi di quanto risulta attualmente in base ai dati di superficie e debbono essere stati parzialmente coperti e/o erosi.

Un'idea dell'arretramento dei cordoni della quinta e sesta fase può essere dedotta dalla Fig. 2. Un lembo isolato di cordoni della quinta fase è presente al margine Nord del porto di Claudio, in corrispondenza della terminazione orientale del molo. L'estremità occidentale di tale lembo indica che la linea di costa nel corso della quinta fase doveva trovarsi almeno 400 m più ad ovest del margine dei cordoni della stessa fase attualmente osservabili più a Nord.

Anche per i cordoni della sesta fase può essere valutata l'estensione

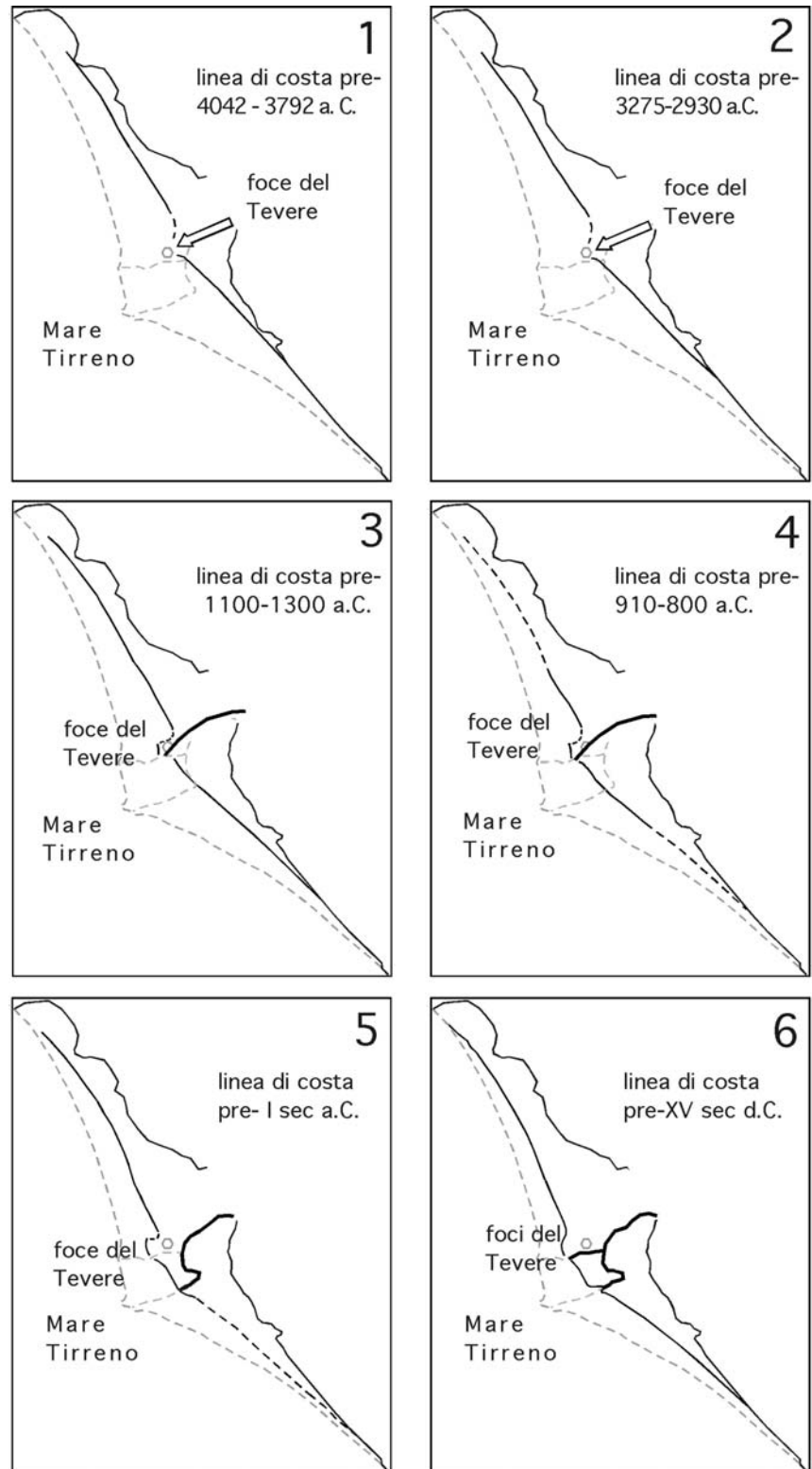


Fig. 6 – Posizione della linea di costa in vari periodi della seconda metà dell'Olocene. Sul grafico sono segnate le posizioni della linea di costa prima dello sviluppo dei cordoni litorali delle varie fasi: infatti, poiché i cordoni più esterni di ogni singola fase sono stati erosi o coperti, non è possibile ricostruire l'effettivo andamento della linea di costa alla fine di ogni singola fase di avanzamento del delta.

*Position of coastline in various periods in the latter half of the Holocene. The positions of the coastline before the development of the beach ridges in the various phases are marked on the graph. In fact, as the outermost ridges in each phase were eroded or covered, it is not possible to recognize the coastline at the end of each single phase of delta advance.*

verso Ovest. Come visibile in fotografia aerea, e rappresentato in Fig. 2, la Fossa Traiana, l'alveo artificiale scavato dai Romani, nell'ultimo tratto ha un andamento diverso dal ramo fluviale di Fiumicino ed appare colmata da sedimenti fluviali e sbarrata da cordoni litorali. Nell'opera originaria non era presente la curva del fiume verso WNW ma l'alveo continuava per alcune centinaia di metri, seguendo la direzione del tratto adiacente della Fossa Traiana. Si può ragionevolmente ritenere che la linea di costa del II secolo d.C. si situasse presso il tratto finale della traccia, vale a dire circa 300-400 m più ad ovest dei cordoni più esterni della sesta fase attualmente conservati. L'arretramento della costa successiva al II secolo d.C. in questa zona del delta sarebbe stato di diverse centinaia di metri.

La sproporzione tra l'area occupata dai cordoni litorali della ottava fase e quelli delle fasi più antiche, evidenziata da tutti gli Autori precedenti, potrebbe essere solo apparente: i cordoni dell'ottava fase sono ancora quasi completamente conservati mentre quelli più antichi sono stati coperti da sedimenti più recenti o erosi, ma potrebbero essere stati molto estesi ed essere ancora presenti nel sottosuolo. La fortissima avanzata posteriore al XVI secolo d.C. potrebbe, perciò, non essere molto diversa da alcune di quelle verificatesi in precedenza: per spiegare l'avanzamento del delta negli ultimi secoli potrebbe non essere necessario invocare eccezionali eventi naturali ed interventi umani straordinari.

### 3.2 - Correlazione tra fasi di progradazione ed arretramento del delta e variazioni climatico-ambientali

Le fasi di avanzata e di regressione del delta del Tevere nella seconda metà dell'Olocene debbono essere state provocate, oltre che dall'influenza delle oscillazioni glacio-eustatiche di livello del mare, anche da variazioni ambientali avvenute nel bacino di alimentazione del fiume. Le variazioni ambientali, specialmente quelle di epoca romana e moderna, possono anche essere dovute ad interventi antropici sull'alveo o sul suo bacino. Già Bellotti *et al.* (1994) avevano ipotizzato una correlazione tra l'avanzata del delta avvenuta a partire dal XV secolo ed il periodo climatico conosciuto come Piccola Età Glaciale. Tali Autori avevano anche stabilito una correlazione più generale tra i periodi di avanzamento del delta e le fasi climatiche caratterizzate da forti alluvioni nel corso del periodo romano e post-romano.

Giraudi (in stampa) studiando e datando la serie dei sedimenti alluvionali presenti a Campo Imperatore ed in altre località di alta montagna dell'Appennino, ha constatato che, per gli ultimi 2200 anni, vi è una chiara correlazione tra fasi alluvionali registrate dai sedimenti in montagna, periodi di maggior frequenza delle alluvioni del Tevere riportati in Camuffo & Enzi (1994), fasi di avanzata del delta tiberino, periodi di alto livello dell'acqua dei laghi Trasimeno e Fucino e fasi di avanzata del ghiacciaio del Calderone, sul Gran Sasso d'Italia. In particolare questa corrispondenza si verifica dal II sec. a.C. alle fasi iniziali del I sec. d.C. (quando si formavano i cordoni litorali della parte iniziale della sesta fase), dal VI al IX sec d.C. (quando, verosimilmente, si formavano i cordoni litorali della parte medio-finale della sesta fase), e dal XV al XIX secolo d.C. (quando si formavano i cordoni litorali della settima e ottava fase).

Si verifica inoltre una corrispondenza tra fasi di

sviluppo dei suoli in montagna e periodi caratterizzati da scarsa attività alluvionale del Tevere, quindi nei secoli III-V d.C. e X-XIII d.C. In questi stessi periodi si verificarono due arretramenti del delta: quello che ha interrotto per un certo periodo la sedimentazione dei cordoni litorali della sesta fase e quello precedente la sedimentazione dei cordoni della settima fase.

Le variazioni ambientali avvenute sull'Appennino, quindi, debbono avere influenzato il regime idraulico del Tevere e la quantità di sedimenti trasportati al delta. In particolare durante i periodi più freddi e umidi, si verificavano più alluvioni ed un maggiore trasporto solido, mentre durante quelli più caldi diminuivano le alluvioni ed il trasporto solido a causa dell'espansione della vegetazione in montagna.

In base ai dati esposti ed assumendo che almeno le variazioni del ghiacciaio del Calderone non possano essere state influenzate dagli interventi umani, è possibile dedurre che le fasi di progradazione e di ritiro del delta sono state controllate, principalmente, dalle variazioni climatiche, anche se è probabile un certo grado di influenza degli interventi antropici sul Tevere e sul delta.

Se si assume che le fasi di progradazione del delta siano collegate a periodi di clima freddo e umido, è lecito estendere indietro nel tempo la correlazione tra avanzamenti del delta ed eventi climatici registrati in Appennino.

In base ai lavori di Giraudi (2002b, 2003a, 2004) sulle variazioni del Ghiacciaio del Calderone, Giraudi (2003b) sui depositi alluvionali del Gran Sasso e Giraudi (1998) sulle variazioni di livello del Fucino, è possibile stabilire che nelle zone montane dell'Appennino si sono verificati, negli ultimi 6000 anni circa, alcuni periodi freddi e umidi indicati da:

- 1- un'espansione del Ghiacciaio del Calderone databile attorno a 905-775 a.C. ed un aumento di livello del Fucino databile attorno al 900-800 a.C.;
- 2- un'espansione del Ghiacciaio del Calderone databile ad un momento successivo a 2570-2140 anni a.C. ed un aumento di livello del Fucino databile attorno al 2880-2460 a.C.;
- 3- un aumento di livello del Fucino datato 3000-3300 a.C.;
- 4- un aumento di livello del Fucino datato 4250-3770 a.C.

Gli eventi segnalati al punto 1 (databili attorno al 905-775 a.C. ed al 900-800 a.C.), sono coevi con la fase di alluvionamento e di avanzamento del delta che produsse i cordoni della quinta fase databile attorno a 910-800 a.C.

Gli eventi segnalati al punto 2 (successivi a 2570-2140 a.C.) potrebbero essere coevi con la fase di sedimentazione dei cordoni litorali della quarta fase, di età compresa tra 2140 e 1920 anni a.C. e 1000-1300 anni a.C.

L'evento segnalato al punto 3 (datato 3000-3300 a.C.) è coevo con la formazione dei cordoni litorali della terza fase, datati attorno a 3275-2930 a.C.

L'evento relativo al punto 4 potrebbe essere coevo alla sedimentazione dei cordoni litorali della seconda o della prima fase, per i quali non esistono però elementi di datazione.

Almeno per gli eventi dei punti 1 e 3 sembra confermata la correlazione tra le fasi di avanzamento del delta e le fasi fredde e umide.

#### 4 - IPOTESI SULL'ASIMMETRIA DEL DELTA PRECEDENTE ALLA SETTIMA FASE DI PROGRADAZIONE

Osservando la porzione settentrionale del delta, è possibile notare che la distribuzione e la morfologia dei cordoni litorali delle varie fasi mostrano, come evidenziato in precedenza, alcune situazioni peculiari ed un andamento asimmetrico.

- I cordoni della prima fase si estendono verso Nord a partire da circa 5,5 km di distanza dal Tevere, quelli della seconda fase a partire da circa 2,5-3 km dal fiume, quelli della terza fase a partire da circa 1,5 km. I cordoni litorali si originano nei pressi della foce dei fiumi e, quando questo non si verifica, possiamo assumere che nell'area compresa tra i tratti conservati e la foce del fiume essi siano stati coperti da sedimenti più recenti e/o erosi.
- Nella zona a Nord dei porti imperiali, i cordoni litorali più antichi (prima, seconda e terza fase), ad andamento rettilineo, sono disassati rispetto a quelli presenti a Sud ed appaiono più arretrati verso Est rispetto a questi.
- I rami settentrionali delle cuspidi dei cordoni litorali della IV e V fase non presentano continuità con i cordoni coevi posti più a Nord e sono molto avanzati e collegati ai cordoni della porzione meridionale del Tevere. Esiste un limite abbastanza netto tra le due aree, che appare stretto ed allungato in senso circa Est-Ovest.

Le situazioni descritte potrebbero essere spiegate assumendo che la porzione di area deltizia posta a Sud Est di Focene ed a Nord dei porti imperiali sia soggetta a subsidenza differenziale rispetto alla zona meridionale, ma anche a quella settentrionale ove sono conservati i cordoni litorali della prima fase.

La subsidenza di quest'area era già stata individuata e calcolata, ma non associata a fenomeni morfologici, da Amorosi e Milli (2001) che avevano ottenuto valori inferiori a 0,6 mm/anno.

Come conseguenza della subsidenza in area costiera si verifica una diminuzione di quota della superficie che favorisce l'ingressione marina e l'arretramento della linea di costa. Tale ingressione potrebbe essere in grado di contrastare o ritardare la progradazione del delta. L'arretramento della linea di costa, denunciata dai vari cordoni litorali precedenti a quelli della settima fase, inizia bruscamente a Nord di una fascia assai stretta che limita a Nord la zona dei porti imperiali. La morfologia dei cordoni litorali sembra escludere che la causa vada attribuita ad un minor trasporto solido operato dalle correnti litoranee, anzi mostra chiaramente una prevalenza del trasporto verso Nord: il minor grado di avanzamento del delta a Nord dei porti imperiali deve quindi essere stato provocato dalla subsidenza differenziale tra aree contigue, limitate da un elemento assai netto non osservabile in superficie.

Se si osserva la Fig.3 di Bellotti *et al.* (1995) nella quale sono riportati gli spessori dei sedimenti della sequenza deposizionale post glaciale del delta del Tevere (l'andamento semplificato delle isopache è riportato in Fig. 2 nel presente lavoro) si può notare che, nel sottosuolo dell'area compresa tra i porti imperiali e Focene, lo spessore dei sedimenti post-glaciali è

maggiore che nel resto dell'area deltizia. Secondo Bellotti *et al.* (1995), in tale zona era presente la valle fluviale scavata dal Tevere nel corso del periodo di basso livello del mare contemporaneo all'ultimo massimo glaciale. Nel sottosuolo del margine settentrionale dei porti imperiali esiste quello che era il ripido versante sinistro idrografico di quella valle: la potenza dei sedimenti della sequenza deposizionale deltizia aumenta quindi decisamente in questa zona. Si può perciò ipotizzare che vi sia stata subsidenza dovuta a costipazione dei sedimenti deltizi e che questa sia stata maggiore nella zona dove i depositi sono più potenti. La subsidenza differenziale potrebbe spiegare tutte le situazioni relative alla forma, alla discontinuità ed al minor grado di conservazione, in superficie, dei cordoni litorali più antichi.

La subsidenza potrebbe quindi spiegare anche la presenza di un piccolo golfo nella zona di interruzione dei cordoni litorali, golfo che i romani sfruttarono e inglobarono, almeno parzialmente, nel bacino del porto di Claudio.

#### 5 - I CANALI DI LE PAGLIETE E MACCARESE E LO SFONDAMENTO DEI CORDONI DELLA SESTA FASE AD EST DI FOCENE

Come evidenziato in uno dei capitoli precedenti, vi è coincidenza tra il periodo nel corso del quale sono stati scavati i canali di drenaggio antichi de Le Pagliete e di Maccarese ed il periodo in cui è avvenuto il terzo sfondamento dei cordoni nella zona ad Est di Focene: si tratta di un periodo penecontemporaneo o di poco precedente la costruzione del porto di Claudio (I sec. d.C.).

Tuttavia, se lo sfondamento dei cordoni litorali nella zona di Focene fosse stato naturale, non sarebbe stato necessario scavare un altro canale nella zona di Maccarese, in quanto si trattava di un'unica laguna. La spiegazione più logica è che i lavori del canale presente nella zona di Maccarese facessero parte di un intervento di gestione complessiva della laguna del settore Nord del delta tiberino, lavori che comprendono anche le opere segnalate da Morelli *et al.* (2004) a Campo Salino: è possibile che tra l'area di Maccarese e di Campo Salino vi fosse una barriera artificiale. Nell'ottica di una gestione complessiva delle paludi, appare ragionevole attribuire lo sfondamento dei cordoni litorali coevi allo scavo dei canali di Maccarese e Le Pagliete a interventi artificiali eseguiti al fine di collegare meglio le paludi col mare.

#### 6. CONCLUSIONI

Gli studi morfologici e stratigrafici effettuati hanno permesso di riconoscere e di datare l'evoluzione del delta del Tevere con maggior dettaglio ed i principali risultati raggiunti vengono sintetizzati di seguito.

L'esame morfologico ha permesso di stabilire che vi sono gruppi di cordoni litorali che costituiscono otto insiemi omogenei che possono essere seguiti sia nella zona settentrionale che meridionale del delta. I gruppi di cordoni litorali affioranti al piano campagna indicano otto fasi di avanzamento del delta: la prima fase è più

antica di circa 3700-4000 anni a.C.; la seconda più antica di 3275-2930 anni a.C.; la terza ha età prossima a 3275-2930 anni a.C.; la quarta ha età compresa tra 2140-1920 anni a.C. e 1300-1000 anni a.C.; la quinta ha età prossima a 910-800 anni a.C.; la sesta ha un'età compresa tra il IV secolo a.C. (I secolo a.C. secondo gli Autori latini) ed il X secolo d.C.; la settima e l'ottava fase sono databili al periodo compreso tra il XV ed il XIX secolo.

E' stato possibile stabilire che fino, almeno, al IX secolo a.C. la foce del Tevere era situata in corrispondenza dell'attuale alveo di Fiumicino: solo tra VIII e IV secolo a.C. il fiume subì una diversione verso l'attuale foce.

Il delta ha subito anche varie fasi di arretramento, avvenute tra la sedimentazione dei cordoni litorali della prima e della seconda fase (età maggiore di 3275-2930 anni a.C., tra quinta e sesta fase (età compresa tra VIII e I secolo a.C.), nel corso della sesta fase (III secolo d.C.), e, quello morfologicamente più evidente, successivo ai cordoni della sesta fase, databile al Medioevo (X-XIII sec).

Sensibili arretramenti della linea di costa, devono essere avvenuti anche tra 6000 e 2000 anni fa a causa della risalita eustatica del livello del mare e porzioni, anche estese, dei gruppi di cordoni litorali debbono quindi essere state erose o giacere coperte da sedimenti più recenti.

I cordoni litorali formati nel corso della forte avanzata del delta che avvenne a partire dal XV secolo occupano attualmente un'estensione maggiore di quella dell'insieme dei cordoni di età più antica. Questo fatto non implica che il loro sviluppo areale sia eccezionale: i cordoni litorali più recenti potrebbero essere più estesi solo perché conservati nella loro interezza.

E' stato rilevato che nell'area ad Est di Focene i cordoni litorali hanno subito vari sfondamenti nel corso del tempo: il primo dopo 3275-2930 anni a.C., il secondo in un periodo successivo a 910-800 anni a.C. e precedente al VII secolo a.C., il terzo nel corso, probabilmente, del I secolo d.C. In particolare, il secondo sfondamento ha permesso l'ingresso di acqua salata nelle paludi di acqua dolce dello Stagno di Maccarese che esistevano almeno dal 5300-5200 a.C. L'ultimo di questi sfondamenti sembra dovuto a interventi antropici, forse collegati alla costruzione del porto di Claudio.

Nell'area di Maccarese e di Le Pagliete sono stati individuati i resti di due canali artificiali di età romana che suggeriscono, insieme a manufatti presenti a Campo Salino, un tentativo di gestione complessiva delle paludi presenti nell'area settentrionale del delta.

Dal confronto tra l'evoluzione del delta, la frequenza degli eventi alluvionali del Tevere a Roma, le fasi climatiche registrate in Appennino è emerso chiaramente che le fasi di progradazione del delta sono coeve con fasi climatiche più fredde e umide, mentre le fasi di arretramento della costa sono correlabili a periodi più caldi. L'evoluzione del delta, seppure condizionato da interventi antropici, appare essenzialmente collegata all'evoluzione climatico-ambientale dell'Appennino.

Infine si può ipotizzare che l'asimmetrico sviluppo dei cordoni litorali a Nord e a Sud dell'area dei porti imperiali sia dovuto ad un diverso grado di subsidenza. Anche se limitata, nel corso del tempo la subsidenza avrebbe influenzato l'evoluzione della linea di costa, favorendo la formazione di una discontinuità dei cordo-

ni litorali nell'area a nord del ramo di Fiumicino e la formazione di un piccolo golfo, nelle adiacenze del quale vennero scavati i bacini e costruite le infrastrutture del porto di Claudio.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia G. Belluomini che ha fornito la calibrazione delle date radiocarbonio presentate nel lavoro Belluomini *et al.* 1986. Si ringraziano inoltre D. Esu e C. Tata per la determinazione delle malacofaune. A C. Morelli e M. Bedello, delle Soprintendenze di Ostia e dell'Alto Medioevo, A. Manfredini, C. Conati, G. Carboni dell'Università "La Sapienza" di Roma, va un particolare riconoscimento per avere favorito gli studi geologici sui siti Le Cerquete e Campo Salino. Un grazie anche ad A. Facciolo, M. Gala, M.C. Grossi, M.L. Rinaldi, D. Ruggeri, S. Sivilli, A. Tilia, per l'aiuto fornito nel corso dello studio delle trincee di Campo Salino.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Amenduni G. (1884) - *Sulle opere di bonificazione della plaga litoranea dell'Agro Romano che comprende le paludi e gli stagni di Ostia, Porto, Maccarese e delle terre vallive di Stracciaccappa, Baccano, Pantano e Lago dei Tartari*. Relazione del progetto generale 15/7/1880. Min.LL.PP. Ed. Eredi Botta, 1-36.
- Amorosi A., Milli S. (2001) - *Late Quaternary depositional architecture of Po and Tevere river deltas (Italy) and worldwide comparison with coeval deltaic successions*. *Sedimentary Geology*, **144**, 357-375.
- Antonioni F., Leoni G. (1998) - *Siti archeologici sommersi e loro utilizzazione quali indicatori per lo studio delle variazioni recenti del livello del mare*. *Il Quaternario*, **11(1)**, 53-66.
- Bellotti P., Chiocci F.L., Evangelista S., Tortora P. & Valeri P. (1987) - *La superficie di discordanza alla base del delta del Tevere e le sue relazioni con la geometria del corpo deltizio*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **37**, 407-415.
- Bellotti P., Carboni M.G., Milli S., Tortora P., Valeri P. (1989) - *La piana deltizia del fiume Tevere: analisi di facies e ipotesi evolutiva dall'ultimo low stand glaciale all'attuale*. *Giornale di Geologia*, ser. 3a, **51/1**, 71-91.
- Bellotti P., Chiocci F.L., Milli S., Tortora P. & Valeri P. (1994) - *Sequence stratigraphy and depositional setting of the Tiber delta. Integration of high-resolution seismics, well logs, and archeological data*. *Journal of Sedimentary Research*, **B64**, **3**, 416-432.
- Bellotti P., Milli S., Tortora P. & Valeri P. (1995) - *Physical stratigraphy and sedimentology of the Late Pleistocene-Holocene Tiber Delta depositional sequence*. *Sedimentology*, **42**, 617-634.
- Belluomini G., Iuzzolini P., Manfra L., Mortari F., Zalaffi M. (1986) - *Evoluzione recente del delta del Tevere*. *Geol. Rom.*, **25**, 213-324.
- Bocci D. (1892) - *Il delta Tiberino*. *Giornale del Genio Civile*, **30**, 1-34.

- Camuffo D., Enzi S. (1994) - *Cambiamenti climatici negli ultimi 2000 anni*. Il Quaternario, **7(1)**, 257-266.
- Carboni G., Conati Barbaro C., Manfredini A. (2002) - *Datazioni radiometriche e correlazioni con l'Eneolitico dell'Italia Centrale*. In: Le dune, il lago, il mare. Una comunità di villaggio dell'Età del Rame a Maccarese. A. Manfredini Ed. 255-260. Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze
- Chiocci F.L., Milli S. (1995) - *Construction of a chronostratigraphic diagram for a high-frequency sequence: the 20 KY B.P. to present Tiber depositional sequence*. Il Quaternario, **8(2)**, 339-348.
- Conti A.M. (1982) - *Studio preliminare su materiali dell'Età del ferro da Ostia Antica*. In: *IV Convegno dei Gruppi Archeologici del Lazio*. Gruppi Archeologici d'Italia, Roma.
- Dragone F., Maino A., Malatesta A. & Segre A.G. (1967) - *Note illustrative del Foglio 149 Cerveteri della Carta Geologica d'Italia*. Servizio Geologico, **4**, 1-93.
- Giraudi C. (1998) - *Late pleistocene and Holocene lake level variations in Fucino Lake (Abruzzo - Central Italy) inferred from geological, archaeological and historical data*. ESF Workshop "Palaeohydrology as reflected in lake-level changes as climatic evidence for Holocene times". Palaoklimaforschung, **25**, 1-17. Gustav Fisher Verlag Ed.
- Giraudi C. (2002a) - *Evoluzione ambientale tardo-olocenica dell'area comprendente il sito eneolitico di Maccarese (Fiumicino)*. In: Le dune, il lago, il mare. Una comunità di villaggio dell'Età del Rame a Maccarese. A. Manfredini Ed. 25-35. Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze.
- Giraudi C. (2002b) - *Le oscillazioni del Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia, Abruzzo - Italia Centrale) e le variazioni climatiche degli ultimi 3000 anni*. Il Quaternario, **15(2)**, 145-150.
- Giraudi C. (2003a) - *Middle Pleistocene to Holocene Apennine Glaciations (Italy)*. Il Quaternario, **16**, 37-48.
- Giraudi C. (2003b) - *I depositi alluvionali olocenici di Campo Imperatore (Massiccio del Gran Sasso - Abruzzo)*. Il Quaternario, **16(1)**, 117-125.
- Giraudi C. (2004) - *The Apennine Glaciations in Italy*. In: Ehlers, J., Gibbard, P.L. (Eds.), *Quaternary Glaciations-Extent and Chronology, Part. I: Europe*. 215-224. Amsterdam. Elsevier.
- Giraudi C. (in stampa) - *Late Holocene alluvial events in the Central Apennines (Italy)*. The Holocene.
- Morelli C., Facciolo A., Gala M., Grossi M.C., Rinaldi M.L., Ruggeri D., Sivilli S., Tilia A. (2004) - *Acqua e terra: le attività umane sul limite della laguna di Maccarese. Poster al Meeting: Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Beyond the artefacts - Digital interpretation of the past*. Prato, 13-17 Aprile 2004.
- Oberholtzer F. (1875) - *Le Foci del Tevere*. Paravia.
- Segre A.G. (1986) - *Considerazioni sul Tevere e sull'Aniene nel Quaternario*. In: Il Tevere e le altre vie d'acqua del Lazio Antico. Quaderni del Centro di Studio per l'Archeologia etrusco-italica, **12**, 9 - 17.
- Testaguzza O. (1970) - *Portus - Illustrazione dei porti di Claudio e Traiano e della città di Porto a Fiumicino* - Julia Editrice, Roma.

Ms. ricevuto il 27 ottobre 2004

Testo definitivo ricevuto il 20 gennaio 2005

Ms. received: October 27, 2004

Final text received: January 25, 2005