

RENZO MAZZANTI - MARINELLA PASQUINUCCI

L'EVOLUZIONE DEL LITORALE LUNENSE-PISANO FINO ALLA METÀ DEL XIX SECOLO (*)

Le basi geologiche e morfologiche e l'evoluzione fino all'Olocene. — Il litorale lunense-pisano si inserisce in una depressione tettonica di forma triangolare, orientata NO-SE dalla foce del Magra ai dintorni di Pisa e di Livorno. Questa depressione è delimitata verso oriente, per circa 80 km, tra Santo Stefano di Magra e Cascina, dal piede delle Alpi Apuane, dei Monti d'oltre Serchio e dei Monti Pisani; verso mezzogiorno, per circa 25 km, tra Cascina e Livorno, dalla base delle Colline Pisane e del terrazzo di Livorno; verso occidente, tra Livorno e il promontorio di Punta Bianca, per circa 75 km, è racchiusa dalla « dorsale di Viareggio », sommersa dal mare (si veda lo schema tettonico nella fig. f.t.).

I bordi orientale e occidentale di questa depressione coincidono con faglie — o gradinate di faglie — di distensione e a grande rigetto verticale, con specchi inclinati verso l'asse del bacino; il bordo meridionale sembra coincidere con una faglia trascorrente, di impostazione molto antica e precedente l'inizio dell'attività delle prime, che è da ascrivere al Miocene superiore, come si deduce dall'età dei sedimenti della zona di Livorno.

(*) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto finalizzato Conservazione del suolo del C.N.R. (Subprogetto Dinamica dei litorali, contr. 77.00739.87) e dell'Ist. Polcat-tedra di Scienze Geologico-mineralogiche dell'Univ. di Sassari (Min. P.I. 40%, Progetto Geologia delle pianure).

M. Pasquinucci ha curato il paragrafo *Il periodo ellenistico e romano*.

All'apice settentrionale della depressione triangolare sopra definita, che indicheremo d'ora in poi come « depressione versiliese-pisana », si trovano sedimenti del Villafranchiano superiore, per cui si può dedurre che l'apertura della stessa sia avvenuta procedendo lungo il suo asse da SE a NO. Questo sviluppo avrebbe coinciso con il progressivo allargamento della base del triangolo, lungo la faglia trascorrente meridionale, con l'allontanamento, per rotazione, delle faglie dei margini orientale e occidentale, e con il maggiore approfondimento della parte meridionale del bacino nei confronti di quella settentrionale, di più recente formazione. Lo sprofondamento di quest'ultimo nella parte assiale e centrale (zona di Viareggio) è risultato, per mezzo di prospezioni geofisiche (1), di 3000 m dal Miocene superiore; depressione pressoché completamente colmata da sedimenti detritici marini e continentali.

Le caratteristiche di dettaglio di questi sedimenti, la cui presenza risulta anch'essa esclusivamente da prospezioni geofisiche, sono ancora poco note, ma la loro conoscenza non è indispensabile ai fini di questo studio. Qui interessa invece precisare che la depressione versiliese-pisana si è trovata circondata da aree a comportamento tettonico differenziato:

- le Alpi Apuane, i Monti d'oltre Serchio e i Monti Pisani, con tendenza al sollevamento (più o meno veloce a seconda dei tempi);
- i Monti di Punta Bianca-Ameglia e la dorsale di Viareggio, con tendenza a un lento sollevamento dei primi e a un lento sprofondamento della seconda, che sembra sia stata completamente inondata dal mare solo all'inizio del Pleistocene inferiore;
- le Colline Pisane e la zona di Livorno, che avrebbero seguito inizialmente le vicende della depressione versiliese-pisana, dif-

(1) M. TONGIORGI, *La subsidenza nelle basse pianure dell'Arno e del Serchio: una prima valutazione quantitativa dei fenomeni osservati, in rapporto ai problemi della difesa del suolo*, nel vol. *I problemi della subsidenza nella politica del territorio e della difesa del suolo*, Pisa, 1978, pp. 7-14; cfr. la sezione 2 (fornita da F. Fanucci) nella fig. 1.

ferenziandosene solo, probabilmente, a partire dal Pliocene medio, durante il quale avrebbe avuto inizio un debole sollevamento mentre la depressione continuava a sprofondare (2).

Come risultato di queste vicende (qui descritte con estrema concisione), la depressione versiliese-pisana è stata invasa dalle acque progressivamente da SE verso NO in una specie di diverticolo settentrionale del mare mio-pliocenico; nel Pliocene superiore, quando il resto della Toscana era ormai emerso, quest'area è rimasta verosimilmente sommersa, ma ancora in una condizione di stretto golfo (paragonabile a quello attuale della Spezia); si è trovata in corrispondenza di un mare aperto soltanto quando quest'ultimo ha superato la dorsale di Viareggio, probabilmente agli inizi del Quaternario.

Le vicende tettoniche della depressione versiliese-pisana e dei rilievi limitrofi sono indicative delle aree di provenienza dei sedimenti che si sono depositati nella depressione stessa, riuscendo, in pratica, a colmarla. Gran parte di questi sedimenti provengono dall'apice settentrionale, cioè dalle valli (e paleovalli) dei fiumi Vara e Magra, in diretta prosecuzione morfologica e tettonica con la zona depressa. Poco può essere derivato dai Monti di Ameglia e ancor meno dalla dorsale di Viareggio. Le Alpi Apuane, i Monti d'oltre Serchio e i Monti Pisani possono aver contribuito con l'apporto di materiali detritici anche grossolani (a seconda delle fasi tettoniche di sollevamento e di quelle climatiche favorevoli a una intensa degradazione dei versanti), ma la loro stessa posizione, incombenza sul bacino di sedimentazione, ha impedito l'impostazione di fiumi importanti. In conseguenza di ciò, gli apporti dei torrenti da questi monti non sono andati oltre la formazione di coni di deiezione allo sbocco delle valli tra la zona montana e il bacino stesso.

Non è noto con certezza quando il Serchio abbia superato la stretta di Ripafratta, tra i Monti d'oltre Serchio e i Monti

(2) Le più recenti informazioni a questo proposito si possono trarre dalla consultazione delle tavv. 1, 2 e 3 della *Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale*; si veda C. BARTOLINI e altri, *Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale. Note illustrative*, in «Boll. Soc. Geol. Ital.», Roma, 1983, in corso di stampa.

Pisani; sembra tuttavia che questo evento, legato a una lenta tracimazione, sia da situarsi in un lasso di tempo piuttosto lungo, corrispondente all'epoca protostorica e a parte di quella storica (3). Il più importante rifornitore di sedimenti del bacino in esame, a parte il Magra, resta così l'Arno. Ma questo fiume ha raggiunto la depressione versiliese-pisana solo in tempi relativamente recenti, ancora non ben documentati, ma certamente posteriori alla fine del Pleistocene inferiore e, probabilmente, anche alla fine del medio.

Con il Pleistocene medio assumevano grande importanza, nel modellamento geomorfologico delle pianure e dei litorali alla latitudine dell'area in esame, le variazioni del livello marino collegate con le vicende del glacialismo. Di queste variazioni qui importa ricordare quella negativa documentata nel sottosuolo della pianura di Pisa e risalente al Würm II (4). Questa fase è messa in evidenza da depositi clastici del Paleoarno, allora ricco di ciottoli provenienti dai Monti Pisani e dalla Garfagnana, drenati dal Paleoserchio, che raggiungeva l'Arno attraverso la depressione di Bientina, a oriente degli stessi Monti Pisani. Questi ciottoli formano un piano leggermente inclinato verso il mare, da -44 m nel sottosuolo di Pontedera a -57 m presso quello di Stagno. E' verosimile che questo antico corso dell'Arno, sommerso nella pianura di Pisa, corrisponda al paleoalveo riconosciuto da A. G. Segre (5) nei fondali marini a nord delle Secche della Meloria fino a profondità di circa 100 metri.

Questa osservazione del Segre dà le dimensioni dell'importante ritiro del mare in corrispondenza dello sviluppo della glaciazione würmiana; anche tutta l'attuale pianura versiliese doveva essere emersa, ben oltre il limite rappresentato dalla spiaggia

(3) Precisiamo che, secondo l'uso della letteratura archeologica, intendiamo per protostoria le età del bronzo e del ferro e per epoca storica quella che segue l'introduzione della scrittura (in queste regioni equivalente all'inizio del VII secolo a. C.).

(4) A tale riguardo rimandiamo all'articolo di L. TREVISAN e E. TONGIORGI, *Le acque del sottosuolo della regione pisana*, in « La Prov. Pisana », Pisa, 1953, pp. 1-8.

(5) A. G. SEGRE, *Nota sulla idrografia continentale e marina*, nelle *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, f. 111 - Livorno*, Roma, 1955, pp. 20-29; cfr. in particolare la fig. 2.

attuale (come documentato da numerose perforazioni nel sottosuolo di Viareggio e del Lago di Massaciuccoli). Il ritiro del mare era seguito dal formarsi di notevoli complessi di dune, abbondantemente rifornite di sabbie dalle aree, prive di vegetazione, dei fondali marini che venivano man mano emergendo.

Oggi queste dune, frequentemente rintracciate dalle perforazioni del sottosuolo delle pianure di Viareggio e di Pisa (6), affiorano solo con le loro culminazioni all'Isola di Coltano, a Coltano, a Castagnolo (in sinistra d'Arno) e al Palazzetto (in destra dell'Arno e vicino al Serchio). Sono ben riconoscibili da quelle più recenti, di epoca storica, per un certo arrossamento delle sabbie e sono state di recente datate, appunto al Würm, per il ritrovamento di industrie musteriane (7).

Dopo l'acme della glaciazione würmiana il livello del mare tornava a salire, sia pure con fasi di arresto e, verosimilmente, con qualche temporanea diminuzione. I particolari delle vicende di questo fenomeno non ci sono noti, né la zona studiata sembra adatta per precisazioni al riguardo, data la presenza contemporanea di moti di subsidenza e di ingenti apporti sedimentari specialmente da parte dei fiumi Arno e Magra. Ricerche recenti (8) sui litorali della Toscana meridionale, più adatti a questo genere di osservazioni perché privi di una subsidenza « geologica » e dotati di minori apporti detritici, assicurano che il livello del mare in questa risalita, post-würmiana (detta anche trasgressione versiliana), non è mai stato superiore a quello attuale, mentre al

(6) Per la pianura di Pisa: L. TREVISAN e E. TONGIORGI, op. cit.; per quella di Viareggio si può consultare, tra i tanti scritti di A. C. Blanc, l'articolo più recente in proposito, e cioè: A. C. BLANC, E. SETTEPASSI e E. TONGIORGI, *Excursion au Lac de Massaciuccoli (Plaine côtière de la basse Versilia)*, in « IVème Congrès Intern. Quater. », Roma-Pisa, 1953, pp. 1-29.

(7) Questo risultato è dovuto alle ricerche, ancora in corso e inedite, del Gruppo Archeologico Pisano e a quelle di R. Grifoni e M. Pasquinnucci.

(8) Si veda R. MAZZANTI, *Il punto sul Quaternario della fascia costiera e dell'arcipelago di Toscana* (lavoro presentato alla Società Geologica Italiana e di prossima pubblicazione), per quanto riguarda tutti i litorali della Toscana meridionale (intesa a sud del Forte di Castagneto); per il litorale di San Vincenzo si può vedere anche il lavoro di R. MAZZANTI, E. PRANZINI e S. TACCINI, *Studi di geomorfologia costiera: VII - Variazioni della linea di riva dal Pleistocene medio-superiore ad oggi, caratteristiche sedimentologiche e stato delle associazioni vegetali del litorale di San Vincenzo (Toscana)*, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », Roma, 1980, pp. 341-364.

più tardi nel II-I secolo a. C. sembra accertata una posizione di circa 1 m inferiore (9).

Seguire le tappe della trasgressione versiliana nel sottosuolo della pianura versiliese e di quella di Pisa è impresa assai ardua, già tentata specialmente da A. C. Blanc, da E. Tongiorgi e da L. Trevisan in numerosi lavori. In questa sede interessa in modo particolare precisare che questa trasgressione è progredita verso l'interno fino al II-I secolo a. C. dopodiché, sebbene il livello del mare sia, lentamente e mediamente, continuato a salire, in tutta la zona in esame si è verificato l'avanzamento delle spiagge. Questo fenomeno fu determinato dall'aumento degli apporti solidi di alcuni fiumi, nel nostro caso più particolarmente dell'Arno, e messo in relazione con il notevole disboscamento e l'estensione delle pratiche agricole seguiti alla colonizzazione romana, ora identificata in vaste aree con maggiore precisione (centuriazione in età triumvirale-augustea, v. fig. f.t.) (10). Diminuito nell'alto medioevo e riattivato in epoca comunale, ha trovato nuovo vigore con il ritorno dello sviluppo dell'agricoltura e con le leggi liberistiche sul taglio dei boschi nei secoli XVIII e XIX. Tuttavia, sullo scorcio di quest'ultimo hanno cominciato a prevalere, negli equilibri che regolano i litorali, altri fattori antropici, più ampiamente indipendenti da quelli naturali e direttamente influenti su questi ultimi: grandi bonifiche per colmata, canalizzazioni dei corsi d'acqua, ecc. (11).

Abbiamo già precisato che l'immissione dell'Arno, come grande fiume proveniente da un ampio bacino imbrifero, nella

(9) Del livello del Mare Mediterraneo nel II-I secolo a. C. (-1,5 rispetto a quello attuale) si fa cenno anche nello studio di M. PINNA, *Le variazioni del clima in epoca storica e i loro effetti sulla vita e sulle attività umane. Un tentativo di sintesi*, in « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1969, pp. 198-275.

(10) Ai problemi della connessione fra disboscamento, sviluppo delle pratiche agricole e avanzamento dei litorali sabbiosi si interessò già O. MARINELLI, *Il problema della ricostruzione delle condizioni fisiche del litorale etrusco nell'antichità*, in « Studi Etruschi », Firenze, 1927, pp. 353-361.

(11) E' questo uno dei due motivi per cui abbiamo fissato il limite della nostra ricerca alla metà del XIX secolo; l'altro riguarda il fatto che risalgono al 1818-30 i rilevamenti per le mappe del Catasto Ferdinando-Leopoldino e al 1830 la pubblicazione della carta di G. Inghirami, da queste dedotta, la prima « geometricamente » corretta, con la quale si apre una nuova fase negli studi sull'evoluzione dei litorali della Toscana, essendo possibili misure di notevole precisione della linea di riva.

depressione versiliese-pisana è un fenomeno avvenuto in epoca ancora non ben precisata, ma relativamente recente (Pleistocene medio-superiore). Certo è che questo evento va considerato di grande importanza geomorfologica per l'assetto di tutta la depressione, tanto più che il Serchio è entrato a farne parte, come corso d'acqua autonomo proveniente dalla Garfagnana, molto più tardi. Infine il Magra, presente, com'è verosimile, fin dal lontano Miocene superiore, ha sempre avuto una bocca incassata nella sua stretta valle, in continua espansione tettonica verso NO, per cui i suoi materiali detritici servirono prevalentemente per riempire la valle stessa (12).

Con l'ingresso dell'Arno nella depressione versiliese-pisana un grande rifornimento di materiali detritici minuti (sabbie, limi, argille), facilmente trasportabili a grandi distanze dalla deriva marina, è entrato a disposizione degli equilibri del litorale. Ciò ha liberato la linea di riva dalla dipendenza stretta dal piede delle Alpi Apuane, dei Monti d'oltre Serchio e dei Monti Pisani e dai coni di deiezione agli sbocchi dei torrenti che da questi discendono. Si è potuto formare così un lido parallelamente al piede di questi monti, ma da essi separato da lagune e paludi. Il meccanismo del progressivo aumento del litorale a opera dell'ingente quantità di materiali fini, trasportati dalla deriva e provenienti prevalentemente da Arno e Magra, è consistito nella continua formazione di nuove barre parallele e poste « verso mare » rispetto a quelle già esistenti e in via di emersione. Inizialmente sommerse, venivano con il tempo ad emergere in lunghi lidi paralleli alla linea di riva e separanti altrettante strette e allungate lagune in comunicazione con il mare attraverso piccoli passaggi trasversali corrispondenti agli antichi scani sommersi, derivati dalle correnti di riflusso. Man mano che i lidi emergevano, costituivano ostacoli per la circolazione delle sabbie sollevate dal vento e zone di accumulo per cordoni di

(12) I recenti studi di F. FANUCCI, G. FIERRO e M. PICCAZZO (*Drift litoraneo ed equilibrio delle spiagge. Zona compresa fra la Foce del Magra e il Porto di Livorno*, nel vol. *Area campione Alto Tirreno*, « Quad. Ricerca Scient. », Roma, C.N.R., 1976, pp. 113-115) hanno confermato e documentato quanto già noto, e cioè che i materiali del Magra sono presi in carico da una deriva litoranea attiva solo fino al Cinquale.

dune. Queste favorivano l'ampliamento delle terre emerse, mentre le lagune venivano in genere isolate dal mare e si trasformavano in paludi (dette localmente « lame »). Nelle fasi di eustatismo negativo questo continuo aggiungersi di nuovi lidi sabbiosi alle terre emerse ha senza dubbio favorito il fenomeno regressivo legato a fatti climatici; nelle fasi di eustatismo positivo, anch'esse dovute a fatti climatici, si è opposto, nell'insieme superandola, alla tendenza verso l'invasione marina del litorale, tanto che, come vedremo, si può documentare una notevole avanzata di quest'ultimo, qualora si prescinda da piccole tappe di arresto e da poco importanti ritiri.

Se la lettura delle vicende di questo sviluppo è resa difficile dal fatto che molti episodi giacciono celati negli strati del sotto-suolo, è tuttavia possibile esaminarne le ultime fasi, rintracciabili in superficie o nei limiti di uno scavo archeologico. Più precisamente è possibile ricostruire l'assetto di questa nuova fase del litorale lunense-pisano a partire dal II-I secolo a. C. Nel fare ciò terremo presente tale fondamentale tendenza alla crescita di questo litorale in tutto il periodo considerato, con la precisazione che eventuali, minori, fasi di arresto e di ritiro non sono percettibili per la natura delle fonti e documenti utilizzabili.

Il periodo ellenistico e romano. — Nella ricostruzione della linea di riva di questo periodo, prima di esaminare i resti archeologici che documentano una condizione emersa per certe località del litorale, conviene richiamare alcuni punti chiave, oltre i quali la trasgressione versiliana certamente non si è inoltrata (v. fig.):

- la ripa marina, individuata da A. Sestini (13), evidente in modo molto netto sui coni di delezione dei torrenti Carrione e Frigido, nella zona di Massa;
- la ripa marina, individuata e chiamata « Gronda dei Lupi » da G. Targioni Tozzetti (14), a NE di Livorno;

(13) A. SESTINI, *Un'antica ripa marina nella pianura costiera apuana*, in « Atti Soc. Toscana di Sc. Nat., Mem. », Pisa, 1950, pp. 1-6.

(14) G. TARGIONI TOZZETTI, *Relazioni di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, Firenze, 1768-77.

— gli affioramenti, presenti nelle località di Palazzetto, di Castagnolo, di Coltano e dell'Isola di Coltano, di sabbie eoliche würmiane, indicate nella letteratura geologica (15), appunto, con il nome di quest'ultima località.

Il limite opposto alla trasgressione versiliana dagli affioramenti di queste ultime sabbie va inteso solo come circoscritto all'ambiente marino vero e proprio; è quasi certo, invece, che nel retroterra di tali affioramenti si svilupparono grandi lagune, in comunicazione più o meno ampia con il mare, ed estese paludi per le frequenti esondazioni dei fiumi in una bassa pianura ancora priva di importanti opere idrauliche di difesa e regimazione. Le maggiori di queste lagune-paludi furono certamente quella di cui l'attuale Lago di Massaciuccoli è il residuo e quella del sistema di Stagno-Coltano.

L'estensione della prima è facilmente rilevabile sul terreno per l'affioramento di limo e torba. E' inoltre indicata dall'insediamento di San Rocchino (v. n. 9, nella fig.), datato tra la fine del VII e il V secolo a.C. e fondato su palafitte al di sopra di un livello ricco di industria litica, e dai ritrovamenti di ceramica romana e alto-medievale effettuati nella stessa area (16).

L'estensione della seconda è meno direttamente precisabile perché agli originali sedimenti lagunari e palustri furono, per secoli, sovrapposti depositi fluviali (« colmate ») artificialmente deviati dall'Arno e dai torrenti delle Colline Pisane, con lo scopo di innalzarne il fondo e prosciugarla. L'estensione rappresentata nella figura si riferisce per la parte settentrionale (la più facilmente variabile perché confinante con i bassi terreni della pia-

(15) Agli affioramenti di sabbie eoliche, leggermente pedogenizzate, che compaiono da sotto i sedimenti alluvionali e palustri intorno alla fattoria di Coltano, all'Isola di Coltano, al Castagnolo e al Palazzetto si è ritenuto opportuno dare un significato di unità formazionale, se pure per ora informale, secondo le norme internazionali che regolano la moderna stratigrafia. R. MAZZANTI (*Il punto sul Quaternario della fascia costiera*, ecc., cit.) ha così istituito la « Formazione delle Sabbie rosse dell'Isola di Coltano », di età würmiana, *facies* prevalentemente eolica e con località tipo, appunto, all'Isola di Coltano.

(16) Si veda G. FORNACIARI e G. MENCARINI, in « Not. Scavi », Roma, 1970, p. 149 e M. CRISTOFANI, *Osservazioni preliminari sull'insediamento etrusco di Massarosa (Lucca)*, nel vol. *Archaeologica. Studi in onore di A. Neppi Modona*, Firenze, 1975, pp. 182-203.

nura) a un disegno di Leonardo da Vinci (17), il quale è ovviamente molto più tardo, ma è anche il più antico, tra quelli pervenutici, che rappresenti questa laguna-palude con grande dettaglio.

Il recente ritrovamento di resti di fattorie romane che si ascrivono a un periodo compreso tra il tardo I secolo a.C. e il II/IV d.C. (18) in vicinanza del limite tra le sempre emerse « Sabbie rosse » dell'Isola di Coltano e la zona indicata come impaludata nel XVI secolo d.C. suggerisce che l'estensione delle aree sommerse in età antica non era certamente maggiore di quella che si registrava ancora nel Cinquecento. Probabilmente era invece assai minore, in accordo con un livello del mare più basso di circa 1 m e con un più agevole deflusso delle piene fluviali non ancora ostacolate, prima di raggiungere il mare, dalla vasta area dei cordoni dunari, sviluppatasi prevalentemente in seguito.

I resti di una fattoria (n. 1), rintracciati recentemente da N. Mills (19) sulla sinistra del Magra, circa 1 km prima della bocca, e la colonia latina di *Luni* (n. 2), fondata nel 177 a.C. sopra un cono di deiezione pleistocenico (20), possono essere presi a indicare il limite settentrionale oltre il quale il mare non può essersi esteso nel II-I secolo a.C. Il padule detto Seccagna, porto di *Luni* secondo la tradizione, doveva essere anche allora uno specchio d'acqua dolce o salmastra, separato dal mare aperto e in relazione non ancora chiarita nei confronti dell'estuario del

(17) Si tratta della corografia del Valdarno da Pontedera al mare, disegnata nel 1503, conservata nella Biblioteca Nazionale di Madrid, Ms. 8.937 (11), cc. 52v-53r.

(18) I materiali reperiti in questa località sono ancora oggetto di studio da parte di S. Menchelli e M. Pasquinucci.

(19) N. MILLS, *Luni. Settlement and Landscape in the Ager Lunensis*, in « Archaeology and Italian Society. Prehistoric, Roman and Medieval Studies », B.A.R., Intern. Ser. (a cura di G. BARKER e R. HODGES), 102, Oxford, 1981, pp. 261-268.

(20) Per Luni rinviamo specialmente a: A. FROVA e altri, *Scavi di Luni*, I, Roma, 1973; II, Roma, 1977; C. DELANO SMITH, *Coastline Changes at Luni*, in « Luni Interim Reports », 1980, p. 4; ID., *Valley Changes: Some Observations from Recent Field and Archive Work in Italy*, in « Archaeology and Italian Society », cit., pp. 239-247; N. MILLS, op. cit.; in particolare per le strutture interpretate come portuali si veda G. SCHMIEDT, *Il livello antico del mar Tirreno*, Firenze, 1972, pp. 11-14.

Magra, del quale, parimenti, non è nota la larghezza e la posizione precisa in quel tempo.

La tomba romana (n. 3), segnalata presso Avenza da L. Banti (21), si trova poco a est delle ripe marine che tagliano i conigli di deiezione del Carrione e del Frigido, e ciò provverebbe un allineamento della linea di riva romana con queste ripe. Il cippo miliario, i resti di selciato, i frantumi di lavorazione del marmo (22) rinvenuti nell'alveo del Lago di Porta (n. 4) in vicinanza della località dove furono trovati a 3 m di profondità (23) resti di ceramica tardo-italica, tegoloni apparentemente connessi con una fornace e tracce di un insediamento sono tutti documenti dell'esistenza della terraferma immediatamente a est della probabile linea di riva tracciata nella figura.

I materiali di cui ai nn. 5 e 6 documentano che i conigli di deiezione pleistocenici sui quali furono trovati erano emersi in età romana; si tratta rispettivamente di un'anfora romana (?), rinvenuta a Frasso (24), e di un complesso risalente al I secolo d. C., trovato a Ponterosso di Pietrasanta, attualmente in corso di studio (25). Più a sud, a Bucine (dintorni di Camaiore, n. 7), sono state rinvenute circa 60 monete d'argento romane (26) e agli Ortacci (Viareggio, n. 8), monete, strutture murarie e una tomba romane (27).

Nella zona di San Rocchino (n. 9), ai rinvenimenti di superficie, seguirono, nel 1967, scavi che hanno rivelato un insedia-

(21) L. BANTI, *Luni*, Firenze, 1937.

(22) Si vedano: A. NEPPI MODONA, *Pisae*, «Forma Italiae», Regio VII, Etruria I, Roma, 1953; ID., *Carta archeologica, Foglio 104 (Pisa)*, II ediz., Firenze, 1956.

(23) B. ANTONUCCI, in «Riv. Arch. Storia Econ. Costume Ist. Stor. Lucchese», Lucca, 1977, pp. 3-12.

(24) L. BANTI, *Luni*, cit.; A. NEPPI MODONA, *Pisae*, cit.; ID., *Carta archeologica, Foglio 104*, cit.

(25) G. CIAMPOLTRINI, *Note sulla colonizzazione augustea nell'Etruria settentrionale*, in «Studi Class. Orient.», Pisa, 1981, pp. 41-55.

(26) L. BANTI, *Pisae*, Roma, 1943 («Mem. Pontificia Acc. Rom. Archeol.», serie III, 6); si vedano inoltre: A. NEPPI MODONA, *Pisae*, op. cit.; ID., *Carta archeologica, Foglio 104*, cit.

(27) L. BANTI, *Pisae*, cit.; A. NEPPI MODONA, *Pisae*, cit.; ID., *Carta archeologica, Foglio 104*, cit.

mento palafitticolo di età compresa tra la fine del secolo VII e il V a. C.; nella stessa area è stata rinvenuta ceramica romana e alto-medievale (28). Questo sito si trovava allora sulle rive dell'area lacustre della quale il Lago di Massaciuccoli oggi rappresenta il residuo, quindi la costa doveva allinearsi più a occidente, verosimilmente separata dal lago per mezzo di un lido.

In località Troncolo (n. 10), circa 10 km più a sud, furono rinvenute (29) due ruote bronzee ritenute romane. Anche questa località non doveva distare molto dall'antica linea di riva, secondo la ricostruzione tracciata nella figura.

La ceramica romana del II/I secolo a. C. - I d. C., rinvenuta casualmente in una cava di sabbia all'Isola di Migliarino (n. 11), documenta anche per questa località l'esistenza della terraferma; si può inoltre notare il buon allineamento di questo sito con quelli di cui sopra nei confronti della linea di riva ipotizzata. Il Gruppo di ricerche preistoriche e archeologiche « A. C. Blanc », di Viareggio, ha eseguito in questa località sondaggi fino a 30 m sotto il piano di campagna con i seguenti risultati:

- i materiali romani giacciono ad un livello compreso fra 6 e 8 m di profondità;
- i dati naturalistici ed il rinvenimento di paletti, di un'ancora e di ceramica apparentemente fluitata suggeriscono che si tratti di un insediamento lagunare non lontano dalla costa;
- i sedimenti sabbiosi e ghiaiosi fluviali del Serchio si trovano al di sopra dello strato romano, a riprova del fatto che queste località furono raggiunte da quel fiume in periodo molto tardo.

Il n. 12 si riferisce a due siti molto vicini ubicati nella zona di San Rossore, e cioè: il Poggio al Marmo, sul quale sono stati eseguiti scavi (tuttora inediti) da parte del Gruppo Archeologico Pisano con la scoperta, fra gli altri, di materiali del II-I secolo a. C. sopra la duna di sabbie rosse tipo Isola di Coltano;

(28) G. FORNACIARI e G. MENCARINI, in « Not. Scavi », cit., e M. CRISTOFANI, op. cit.

(29) L. BANTI, *Pisae*, cit.; A. NEPPI MODONA, *Pisae*, cit.; ID., *Carta archeologica, Foglio 104*, cit.

il Ponte alle Conche, con notizie del rinvenimento di ceramica del V secolo a. C. e di materiali romani datati al III-IV secolo d. C. (30).

Il n. 13 si riferisce alla zona di San Piero a Grado, con rinvenimenti inediti di superficie attribuibili al II(?)/I secolo a. C. - I d. C. e con resti datati (31) al I-II secolo d. C., rinvenuti in scavi eseguiti nell'area della basilica. E' nota poi la pia tradizione che indica in questa località lo sbarco di San Pietro proveniente dalla Palestina.

Altri punti di riferimento da ricordare, anche se non sappiamo di quanto si trovassero all'interno dell'antica linea di riva, sono le fattorie romane (n. 14) individuate in superficie nell'area di Coltano e databili nel I secolo a. C. - II/IV d. C. (32), e l'abitato romano nei pressi di Santo Stefano ai Lupi (n. 15) (33).

Tra i problemi del litorale lunense-pisano che hanno molto interessato gli studiosi, vi è quello della precisazione del corso dell'ultimo tratto del Serchio, che, com'è noto, Strabone (V 2.5) indica confluyente con l'Arno in Pisa. Su questo dibattuto argomento le conoscenze geomorfologiche attuali, derivanti anche dall'impiego delle moderne tecniche d'interpretazione delle fotografie aeree, non hanno ancora fornito un risultato esauriente. L'antico alveo del Serchio, fra la stretta di Ripafratta e Pisa, non sembra rintracciabile concretamente, tanto che, nel tentativo di superare tali difficoltà, R. Mazzanti (34) ha ipotizzato la possibilità che la corrente di questo fiume si perdesse in un'ampia palude a nord di Pisa, per riorganizzarsi, solo per un breve tratto,

(30) L. BANTI, *Pisae*, cit.; A. NEPPI MODONA, *Pisae*, cit.; ID., *Carta archeologica*, Foglio 104, cit.

(31) Su questa località sono in corso ricerche, ancora inedite, di M. Pasquinucci e altri; si possono comunque consultare: L. BANTI, *Pisae*, cit.; A. NEPPI MODONA, *Pisae*, cit.; ID., *Carta archeologica*, Foglio 104, cit.

(32) Questi resti sono attualmente oggetto di studio da parte di S. Menchelli e M. Pasquinucci; cfr. M. PASQUINUCCI, *Sepulture romane nella tenuta di Coltano*, in « Antichità Pisane », Pisa, 1975, pp. 22-24. Si deve a C. Panella (cui siamo grati per l'informazione) l'identificazione dell'anfora tripolitana utilizzata in località Isola per una sepoltura, come appartenente a una produzione finora non attestata fuori della Tripolitania.

(33) Notizie di questi scavi e di materiali reperiti si trovano in G. TARGIONI TOZZETTI, op. cit., e in L. BANTI, *Pisae*, cit., p. 111.

(34) R. MAZZANTI, *Il punto sul Quaternario della fascia costiera*, ecc., cit.

nelle immediate vicinanze della città e superare, tracimando, i terreni un poco più alti che contornavano, e contornano, le sponde dell'Arno. Questo problema resta tuttavia ancora aperto, tanto più che P. Fraccaro (35) indica, sia pure come incerta, la presenza di centuriazione romana (di età augustea) in gran parte dell'area che, secondo quest'ultima ipotesi, doveva essere soggetta a impaludamenti.

Dal medioevo alla metà del XIX secolo. — Sulla situazione del litorale lunense-pisano nell'alto medioevo disponiamo di pochissime informazioni. La più antica, ancora in parte avvolta nella leggenda, ci è tramandata in un'omelia da papa Gregorio Magno (*Dial.*, III, 9; Migne, 77, 233-236) che ci informa come nel 575 il vescovo di Lucca, Frediano, tracciasse un solco con un rastrello e il Serchio, obbediente, rivolgesse il suo corso da Pisa a Migliarino. Questo miracolo, o perfetta operazione idraulica, sembra essere stato alla base della definitiva acquisizione, nel tratto terminale del Serchio, di un corso *grosso modo* simile a quello attuale. C. De Stefani (36) riporta che Beniamino Tudelese, nel 933, indica la foce d'Arno a circa 6 km da Pisa.

Al XII secolo risale la costruzione, almeno nelle strutture in pietra (37), della Torre di Motrone (n. 16), costruita evidentemente in riva al mare per proteggere lo scalo portuale allora unico in tutta la Versilia. Una torre (n. 17), verosimilmente costruita dai lucchesi nel XII secolo dopo la perdita di Motrone, conquistato dai pisani, si trovava circa 500 m all'interno della Torre Matilde di Viareggio, tuttora esistente.

Ancora al XII secolo risale la costruzione delle torri di difesa del Porto Pisano, definite « da catena » due secoli più tardi nell'*Itinerarium Syriacum* del Petrarca, e cioè: la Torre Rossa (distrutta dai genovesi dopo la battaglia della Meloria e situata nel

(35) P. FRACCARO, *La centuriazione romana dell'agro pisano*, in « Studi Etruschi », Firenze, 1939, pp. 221-229 (= « Opuscula » III, pp. 63-70).

(36) C. DE STEFANI, *Geologia del Monte Pisano*, « Mem. per servire alla descr. della Carta Geologica d'Italia », Roma, 1873.

(37) E. REPETTI, *Dizionario geografico, fisico, storico della Toscana*, Firenze, 1833-45.

luogo dove nel 1423 i fiorentini eressero la Torre del Marzocco, tuttora esistente, n. 18) e la Torre Magna, situata poco a SE e fatta saltare nel 1944 dall'esercito tedesco in ritirata. Queste ultime si trovavano al limite meridionale della lunga spiaggia del litorale lunense-pisano, in una posizione che risentiva molto lentamente dell'avanzamento della linea di riva; inoltre, almeno la prima fu costruita su uno scoglio isolato. Tuttavia la loro posizione ha un grande interesse perché documenta l'imboccatura del Porto Pisano nel medioevo. Questo porto corrispondeva a una laguna, indicata come « altura » ancora nelle carte del XVII-inizio XVIII secolo, cioè con fondale notevole, posta al piede della « Gronda dei Lupi » e chiaramente già separata dal mare da un lido o, almeno, da una barra sommersa. Altrimenti non avrebbe avuto senso la costruzione di due torri poste apparentemente in mezzo al mare, fra le quali si tirava una catena per chiudere l'ingresso alla laguna.

Le cronache pisane riferiscono al 1340 il taglio in Arno del meandro delle Cascine Nuove (n. 19), segno che la linea di riva era già oltre il meandro stesso, in accordo con una distanza di 8,6 km da Pisa indicata nella cronaca, del 1406, di Goro di Stagio Dati.

Le notizie sul litorale vero e proprio nel medioevo si esauriscono qui; maggiori informazioni si hanno invece sulla pianura che si estende nel retroterra, ma di queste possiamo dare solo un breve cenno.

Il Lago di Porta, oggi prosciugato, si vuole formato in epoca medievale (38). Se di ciò non abbiamo le prove, è comunque certo un suo allargamento in questa epoca fino a inondare alcuni tratti di una strada romana (n. 4). Nel medioevo la pianura della Versilia era praticamente spopolata e ricoperta da folte boscaglie, conservate fino a tutta la prima metà del XVI secolo. Tuttavia risalgono al XII secolo le prime notizie di aperture di fossi di scolo e di arginature per facilitare lo scorrimento delle acque al piede delle dune (Fossa dell'Abate, Fiumetto tra il Forte dei Marmi e Viareggio) e, specialmente, dal Lago di

(38) V. SANTINI, *Commentari storici sulla Versilia recente*, Lucca, 1862.

Massaciuccoli al *Castrum Via Regia* (odierna Viareggio), centro lucchese dopo la perdita di Motrone (39).

La pianura di Pisa dovette risentire più direttamente delle fortune, e delle disgrazie, che caratterizzarono fin dai secoli IX e X le vicende di questa città. Nei momenti migliori la campagna dovette essere assai ben coltivata in tutta la zona vicino all'Arno, corrispondente *grosso modo* con l'area sulla quale è stata rintracciata la centuriazione romana. Ampi paduli si estendevano a nord, specialmente ai piedi dei Monti Pisani, e a sud, ai piedi delle Colline Pisane e intorno alla zona di Coltano. Tutta la fascia più vicina al litorale era poi praticamente spopolata, malgrado le fortune marinare della Repubblica di Pisa, e sede solo di torri di guardia o di ostelli, come quello di Bocca d'Arno, poi Monastero di Santa Croce (attuali Cascine Nuove), e quello di Stagno, nelle vicinanze del Porto Pisano. E' comunque documentata, fin dal XII secolo, un'ampia diffusione della rete di canali per facilitare il drenaggio delle acque rispettivamente nel Fiume Morto (n. 20), per la pianura settentrionale, e nel Calambrone (n. 21), per la pianura meridionale (40). Ciò perché l'alveo dell'Arno era già più alto della pianura e non poteva ricevere gli scoli delle fosse provenienti dalla stessa.

Con il XVI secolo i documenti che possono servire a indicare la linea di riva aumentano, in special modo per l'introduzione di una cartografia a scale sufficientemente grandi per mostrare molti particolari importanti del territorio. Non usata, o non sufficientemente sfruttata, da A. R. Toniolo (41) e da D. Albani (42), di recente è stato mostrato (43) come questa cartografia « pregeodetica » possa essere utilissima nelle ricostruzioni paleo-geo-

(39) A. R. TONIOLO, *Le variazioni storiche del litorale toscano tra l'Arno e il Magra*, in « Atti X Congr. Geogr. Ital., Milano, 1927 », I, pp. 314-330.

(40) E. REPETTI, op. cit.

(41) A. R. TONIOLO, *Sulle variazioni di spiaggia a foce d'Arno (Marina di Pisa) dalla fine del sec. XVIII ai nostri giorni. Studio storico-fisiografico*, Pisa, 1910.

(42) D. ALBANI, *Le spiagge toscane*, Roma, C.N.R., 1940 (« Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane »).

(43) R. MAZZANTI, *Il litorale pisano*, nel vol. *Pisa e contado, una città e il suo territorio nella Toscana dei Medici. Livorno e Pisa: due città e un territorio nella politica dei Medici*, Pisa, 1980, pp. 48-50.

grafiche per un confronto di punti o manufatti ancora rintracciabili sul terreno o nelle carte moderne.

Per il tratto di spiaggia più settentrionale del litorale in esame mancano, riguardo al XVI secolo, proprio questi riferimenti; di conseguenza non è utilizzabile la pianta anonima (1565) riportata da G. F. Damiano (44), e, tanto meno, le ricostruzioni della linea di riva nel passato (a partire dall'VIII secolo d. C.) segnate nella carta dell'Accinelli (1732, conservata alla Biblioteca Civica « U. Mazzini » della Spezia, 1.3.578).

Nel XVI secolo il punto più settentrionale del litorale lunense-pisano determinabile con certezza resta così il luogo dove nel 1571 fu eretta la Torre del Cinquale (n. 24); alcuni anni prima, nel 1560, Michelangelo, inviato in Versilia da papa Leone X, aveva costruito una capanna, per deposito di materiali, al termine della strada che aveva aperta tra le cave di marmo del Monte Altissimo, sulle Alpi Apuane, e il mare (45). Nel luogo dove era questa capanna, andata distrutta in un incendio, nel 1618 fu costruito il Magazzino del Ferro (n. 25), tuttora esistente al Forte dei Marmi e rappresentato nelle carte d'epoca.

A Viareggio la riva del XVI secolo si trovava al piede della Torre Matilde (n. 22), ancora esistente, costruita nel 1534.

Una carta anonima attribuibile al 1562-64 (46) rappresenta la linea di riva poco « a mare » del culmine dell'ultima grande ansa del Serchio, ciò in accordo con la rappresentazione di Leonardo (citata in precedenza), che segna la bocca di Serchio in una posizione meno protesa rispetto al delta dell'Arno, non lontano da Fiocina e di poco precedente il cambiamento di direzione (verso NO) determinato nel fiume dall'ansa stessa.

(44) Si tratta di un disegno a penna e acquarello di cm 115 x 43, già allegato alla « lettera del Capitano Cristoforo Cattaneo del 2 febbraio 1565 », rappresentante il *Ritratto e Pianta de la Macchia di Lerici e fiume Macra (E) Macchia e fiume della Macra presso Sarzana...* e riprodotto in figura a doppia pagina nel lavoro di G. F. DAMIANO, *Il territorio di Sarzana dalla cartografia quattrocentesca alla fotografia aerea*, Sarzana, 1980. L'A. non dice dove questo documento è conservato.

(45) G. GIANNELLI, *La Bibbia del Forte dei Marmi*, Roma, 1970.

(46) P. PARDINI, *Pianta del Piano di Pisa - 1562-1564 (?)*, ASF, Miscellanea Piante, n. 6, 379, nel vol. *Pisa e contado*, ecc., cit., p. 50.

Un altro punto ben fermo è l'indicazione della « torre a foce » nella stessa carta di Leonardo (n. 23). Le sostruzioni di questa torre sono ancora esistenti sotto strutture più recenti della casa colonica, chiamata Torretta, che si trova, in sinistra d'Arno, in corrispondenza del Fosso della Lama Larga. Questo risulta dalla bonifica dell'antica Lama Larga che, ancora nelle carte del XVIII secolo, è segnata allungarsi per alcuni chilometri fino a raggiungere l'« altura », al piede della Gronda dei Lupi e ultimo residuo del Porto Pisano medievale. Nel suo tratto più meridionale la linea di riva dell'inizio del XVI secolo è quindi ben precisabile come coincidente con il limite occidentale del lido parallelo alla Lama Larga.

Per il XVII secolo continua la mancanza di riferimenti utili al confronto con le carte della zona di Bocca di Magra-Marina di Massa. La linea di riva è ricostruibile con attendibilità a partire dal Cinquale, dove la torre (n. 24) risale, come già indicato, al tardo XVI secolo e venne sostituita nel XVIII dal forte che fu fatto saltare nel 1944. Alcune carte dell'Archivio di Stato di Pietrasanta (47) rappresentano questa torre, un poco discosta dal mare per l'avanzamento della spiaggia, durante il XVII secolo. Altro punto di riferimento, nelle medesime carte, è il già citato Magazzino del Ferro (1618), anch'esso posto a non grande distanza dalla riva.

Per i dintorni di Viareggio esiste un'ottima documentazione cartografica del XVII secolo, che illustra, spesso anche nei minuti particolari, gli edifici della cittadina e i suoi moli, iniziati nel 1576 e continuamente prolungati per star dietro all'avanzamento del litorale. Lo studio di questo materiale cartografico e dei riferimenti sul terreno è stato eseguito da E. Paderi (48), al cui lavoro rimandiamo, ricordando che la carta di maggior interesse è quella intitolata *Viareggio*, datata 1686 e conservata nell'Archivio di Stato di Lucca (*Acque e Strade*, sez. LXIV, 737, n. 36).

La posizione della bocca di Serchio alla fine del XVI e

(47) G. GIANNELLI, op. cit.

(48) E. PADERI, *La formazione e lo sviluppo della spiaggia e del centro costiero di Viareggio*, in « Atti XXII Congr. di Idrol., Climatol. e Terapia fis., Viareggio, 1932 », pp. 149-159.

all'inizio del XVII secolo è data da quella, nota, della Torre Riccardi (n. 26), anch'essa fatta saltare nel 1944.

La posizione della bocca d'Arno è ben nota per il famoso taglio (il tratto che fu abbandonato è segnato al n. 27), detto «ferdinandeo» da Ferdinando I dei Medici, che fu eseguito nel 1606 e che è abbondantemente rappresentato nella cartografia dei secoli XVII e XVIII. R. Mazzanti (49) ha fatto notare come nella carta del Nuovo Catasto (*Carte Fiumi e Fossi*, n. 107 dell'Archivio di Stato di Pisa, rilevata nel 1928) questa bocca del 1606 è molto ben riconoscibile e indicata poco a mare del Lamone. Quest'ultimo si prolunga, ormai ridotto a fosso, fino al limite settentrionale della città di Livorno. La linea di riva dell'inizio del XVII secolo è così molto ben precisabile per tutta la parte più meridionale del litorale in esame e corrisponde alla duna immediatamente a mare del Lamone.

Con il XVIII secolo, specialmente nella seconda metà, i documenti cartografici si fanno numerosissimi e in genere migliora notevolmente la loro qualità. Si assiste anche all'infittirsi (tra il 1770 e il 1790) della costruzione di fortini costieri, ottimi punti di riferimento su un litorale ancora praticamente disabitato, salvo il piccolo centro di Viareggio.

Per la zona di bocca di Magra e Marina di Massa sono ora utilizzabili la carta dell'Accinelli (1732), le numerose carte del Vinzoni (seconda metà del XVIII secolo) ed altre riprodotte e citate da C. F. Damiano (50), al quale rimandiamo.

Al Cinquale, nel 1782, viene costruito il nuovo forte, ma nella stessa posizione della torre preesistente e, quindi, non proprio sulla riva del mare. Il Forte dei Marmi (n. 28) viene costruito nel 1788; il Fortino di Viareggio (n. 30) nel 1771; i fortini di Ponente (n. 29) e di Levante (n. 31), rispetto a quest'ultima cittadina, devono essere di poco posteriori al 1783, perché non sono rappresentati nella carta del Morelli che reca quella data (Archivio di Stato di Firenze, *Regie Rendite*, n. 178); tutti e tre sono stati completamente demoliti.

(49) R. MAZZANTI, *Il litorale pisano*, cit.

(50) G. F. DAMIANO, op. cit.

La carta del Morelli segna, circa 6 km a sud di Viareggio, la « Torre di Migliarino ». La tavoletta I.G.M. 104 II NO segna un « Fortino » in una posizione che sembra corrispondere bene con quella indicata dal Morelli per questa torre (salvo trovarsi circa 1 km più distante dalla riva per il noto fenomeno di avanzamento di quest'ultima). Tuttavia l'edificio attuale, ampiamente sventrato per l'abbandono in mezzo al grande bosco di Migliarino, non mostra nessuna struttura antica. E' possibile che si tratti di un rifacimento completo nello stesso luogo dove dovrebbe essere esistito un edificio della guardia costiera e che fu poi attrezzato come caserma della Finanza.

In sinistra di bocca di Serchio si trovano i residui di due forti, segnati rispettivamente « Batteria vecchia » (n. 33) e « Cas.^{ma} G.G.F.F. » (n. 34), nella tavoletta I.G.M. 104 II NO. Il primo presenta un bastione identico a quello del Forte dei Marmi e senza dubbio più o meno coevo (è segnato infatti nella carta del Morelli del 1783) (51); il secondo presenta un bastione leggermente più piccolo ma di proporzioni del tutto simili e sul quale è stata costruita la caserma della Finanza. L'età di quest'ultimo è più dubbia, ma non dovrebbe discostarsi molto da quella del precedente (l'Atlante Warren, 1749, indica un fortino a bocca di Serchio). E' possibile che la costruzione di questi forti così vicini e dalle medesime caratteristiche sia collegata con un rapido cambiamento della bocca di Serchio, che avrebbe relegato il secondo in una posizione sfavorevole per il tiro dell'artiglieria a guardia dell'ingresso del fiume; presto abbandonato, questo forte sarebbe stato trascurato dagli antichi cartografi.

La carta del Morelli riporta anche la « Torre del Gombo » (n. 35), localizzabile con precisione nel luogo dove la tavo-

(51) D. SIMONI (*S. Rossore nella storia*, Pisa, 1908), sulla base di una piccola campana datata 1675 rinvenuta nel forte, ha creduto di poter riferire la costruzione del forte stesso a questa età. Riteniamo che una campana, con data ma priva di altri specifici riferimenti, non garantisca sufficientemente l'età di costruzione di un edificio. Questa è invece chiaramente attribuibile alla seconda metà del XVIII secolo per modalità tecniche e uniformità con l'età degli altri forti della costa; età risalente alla riorganizzazione delle dogane effettuata da Pietro Leopoldo d'Asburgo-Lorena. Ricordiamo anche che la bella carta del Dalla Nave (Archivio di Stato di Firenze, *Regie Possessioni*, 98 C3), datata 1671, rappresenta la Torre Riccardi, già in parte arretrata rispetto alla riva, ma nessun forte.

RENZO MAZZANTI E MARINELLA PASQUINUCCI

CARTA DEL LITORALE LUNENSE - PISANO COL SUO ENTROTERRA

0 5 km

Riferimenti archeologici e storici

- 1 FATTORIA ROMANA
- 2 COLONIA DI LUN
- 3 TOMBA ROMANA (AVENZA)
- 4 MILIARIO E SELCIATO DI VIA ROMANA
- 5 ANFORA ROMANA (FRASSO)
- 6 COMPLESSO ROMANO (PONTIEROSSO)
- 7 MONETE ROMANE (BUCINE)
- 8 MONETE MURA E TOMBA ROMANE (ORTACCIO)
- 9 INSEDIAMENTO DEL VII-V SEC. A.C. - CERAMICA ROMANA E ALTOMEDIEVALE (S. ROCCINO)
- 10 RUOTE BRONZEE ROMANE (TRONCOLO)
- 11 CERAMICA ROMANA (ISOLA DI MIGLIARINO)
- 12 MATERIALI PRE-ROM E ROMANI (S. ROSSORE)
- 13 MATERIALI DEL III-IV SEC. A.C. (S. PIERO A GRADO)
- 14 FATTORIE ROMANE (COLTANO)
- 15 ABITATO ROMANO (S. STEFANO AI LUPI)
- 16 TORRE DI MOTRONE - XII a.C.
- 17 TORRE ANTICA DI VIAREGGIO - XII a.C.
- 18 TORRE ROSSA - XII a.C. E TORRE MARZOCCO - XV a.C.
- 19 TAGLIO D'ARNO ALLE CASCINE NUOVE - XIV a.C.
- 20 FIUME MORTO
- 21 CALAMBRONE VECCHIO (FINO AL 1716)
- 22 TORRE MATILDE (VIAREGGIO) - XVI a.C.
- 23 TORRE A FOCE - XVI a.C.
- 24 TORRE - XVI a.C. FORTE DEL CINQUALE - XVIII a.C.
- 25 MAGAZZINO DEL FERRO - XVII a.C.
- 26 TORRE RICCARDI - XVII a.C.
- 27 ARNO ABBANDONATO NEL 1606
- 28 FORTE DEI MARMI - XVIII a.C.
- 29 FORTINO DI PONENTE - XVIII a.C.
- 30 FORTINO DI VIAREGGIO - XVIII a.C.
- 31 FORTINO DI LEVANTE - XVIII a.C.
- 32 TORRE DI MIGLIARINO - XVIII a.C.
- 33 BATTERIA VECCHIA - XVIII a.C.
- 34 BASTIONE NELLA CASERMA GGFF - XVIII a.C.
- 35 TORRE DEL GOMBO - XVIII a.C.
- 36 FORTE DI BOCCA D'ARNO - XVIII a.C.
- 37 FORTINO DI MEZZA PIAGGIA - XVIII a.C.

CENTURIAZIONE

secondo:

Alvisi De Santis G.

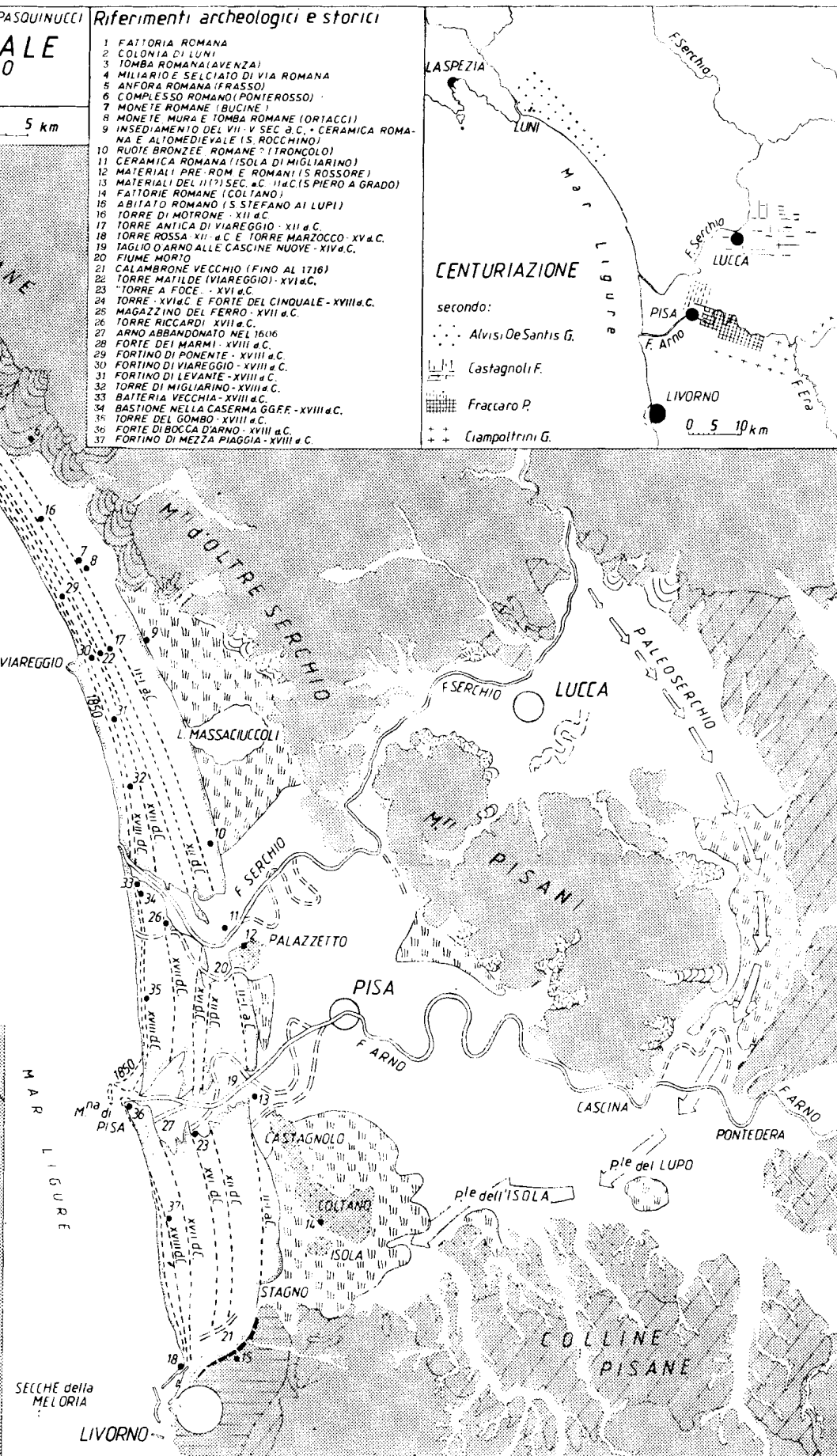
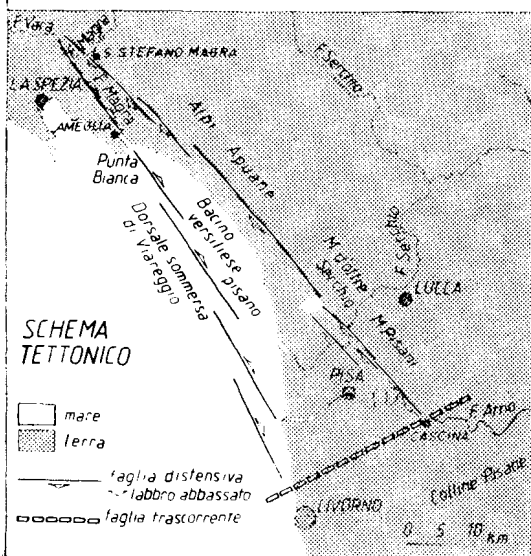
Castagnoli F.

Fraccaro P.

Ciampoltrini G.

0 5 10 km

- Riva del 1938
- - - Riva abbandonata
- - - Antica ripa marina
- - - Alveo fluviale attivo
- - - Alveo fluviale abbandonato
- - - Paleoalveo sepolto
- Alluvioni
- Limi e torbe palustri
- Sabbie di spiaggia e di duna
- Limi delle lagune e paludi retrodunari
- Detriti
- Coni di deiezione
- Coni di deiezione
- Sabbie eoliche dell'Isola di Coltano (Würm)
- Sabbie, limi e argille continentali di Vicarello (Würm)
- «Panchina» (Tirreniano) e Sabbie di Livorno (Würm)
- Sedimenti del Pleistocene inferiore e medio
- Sedimenti pre-pleistocenici



letta I.G.M. segnala i ruderi del Fortino (oggi non più visibili). Il Forte di Bocca d'Arno (n. 36), anch'esso ovviamente segnalato nella carta del Morelli, è verosimilmente riferibile al 1750 e non al 1650, come indicato nel lavoro di A. R. Toniolo (52). La sua posizione precisa è rintracciabile su carte moderne, anche se attualmente non esiste più perché demolito a poco a poco. Il Fortino di Mezza Piaggia (n. 37) è ancora esistente; la sua costruzione dovrebbe datarsi tra il 1783 (non è rappresentato nella carta del Morelli) e il 1786 (compare nella carta del Kindt, conservata nell'Archivio di Stato di Firenze, *Regie Fabbriche*, n. 10). La linea di riva della seconda metà del XVIII secolo risulta così con bella evidenza lungo tutto il litorale lunense-pisano, fino alla Torre del Marzocco di Livorno, allora isolata su un piccolo scoglio a circa 100 m dalla battigia.

Con il XIX secolo le rappresentazioni cartografiche diventano sempre migliori e le operazioni geodetiche, capeggiate da G. Inghirami, producono il supporto per rilievi finalmente di notevole precisione che sfoceranno nella redazione del Catasto Ferdinando-Leopoldino e di altre carte a scala minore da esso derivate. Con il riferimento alle mappe di questa opera (risalente fra il 1818 e il 1830) D. Albani (53) ha iniziato il suo studio delle spiagge toscane e noi andiamo concludendo il nostro che protraiamo fino al 1850 per schematicità di date e perché fino a quell'anno è sicuramente continuata la tendenza all'aumento delle spiagge stesse. Quest'ultima parte del nostro lavoro si è basata principalmente sul solo confronto delle diverse rappresentazioni cartografiche delle linee di riva negli anni fra il 1830 e il 1850 per precisare proprio quella del 1850, riportata nella figura. Poiché

(52) Già ci siamo espressi su questo argomento (R. MAZZANTI, *Il punto sul Quaternario della fascia costiera*, ecc., cit.); ripetiamo comunque che nella pubblicazione di A. R. TONIOLO (*Sulle variazioni di spiaggia a foce d'Arno*, cit.) la data 1650 è, con ogni verosimiglianza, legata a un errore di stampa ed è da leggersi 1750. Infatti l'A. riferisce di aver letto la prima data su una lapide murata nel forte, ma l'Atlante Warren delle fortificazioni di tutto il Granducato, conservato manoscritto nell'Archivio di Stato di Firenze e disegnato nel 1749 per la Reggenza (si tratta quindi di un documento ufficiale), non solo non riporta il forte in questione, ma specifica che la bocca d'Arno era sguarnita e che la torre, che si trovava alcuni chilometri nell'interno, non era adatta a sostenere i moderni (sic!) cannoni.

(53) D. ALBANI, op. cit.

ancora in quegli anni non vi erano costruzioni sul litorale, è stato possibile rintracciare sul terreno solo alcune colonnine di marmo, con base in mattoni e con targa indicante la distanza della linea di riva (« battito del mare ») e la data dell'operazione di rilievo per il Catasto Ferdinando-Leopoldino.

Precisato lo sviluppo della linea di riva, volgiamoci a considerare, sia pure brevemente, le sue relazioni con l'entroterra e, specialmente, con la pianura litoranea.

Dobbiamo, prima di tutto, ricordare che è solo con la seconda metà del XVI secolo che ha inizio il taglio della grande selva litoranea. Questa si estendeva, fittissima, a ricoprire completamente la successione di dune formatesi in epoca storica con la progressione ricostruita in precedenza; resta da stabilire quanto questa selva avesse riacquistato dei terreni già disboscati con la colonizzazione romana, più vicini ai centri abitati versiliesi a nord di Pietrasanta ed estranei all'impaludamento perché posti sopra i coni di deiezione. Il disboscamento fu il primo passo per l'umanizzazione del litorale e va considerato come un evento di notevoli conseguenze sugli equilibri di questo, anche perché permise le operazioni di prosciugamento delle innumerevoli lame intradunari con l'apertura di altrettanti canali di scolo allungati secondo gli assi di queste. Ma tali operazioni richiesero tempi molto lunghi e, in un certo senso, non sono ancora completamente realizzate. Rimangono infatti i boschi di Migliarino e di San Rossore, residui dell'antica selva litoranea, mentre più rari sono i terreni soggetti a impaludamento.

La bonifica delle aree impaludate, che raggiunsero la massima estensione agli inizi del XVI secolo (si veda nella figura, secondo la già citata carta di Leonardo), passò per le seguenti tappe fondamentali:

- riattivazione, con relativo ammodernamento e spesso costruzione di cateratte, dell'antica rete di canali di scolo della Repubblica di Pisa, sboccante in mare principalmente attraverso il Fiume Morto e il Calambrone (il primo fu a più riprese immesso in Serchio o lasciato andare direttamente in mare);

- taglio di nuovi canali, quali, ad esempio, il Fosso Reale nella pianura meridionale pisana e, maggiore di tutti, il Canale dei Navicelli tra Pisa e Livorno;
- taglio di numerosi meandri dell'Arno e del Serchio, con l'intento di aumentare la velocità di deflusso di questi fiumi;
- colmata di alcune aree più depresse e che frequentemente si impaludavano o erano sempre sommerse dalle acque.

Operazioni di colmata furono promosse da Cosimo I dei Medici, tuttavia in dimensioni così limitate da non aver minimamente interferito sullo sviluppo del litorale. Furono, dopo anni di semiabbandono, riprese vigorosamente sotto Leopoldo I d'Asburgo-Lorena e i suoi successori.

L'influenza di queste ultime operazioni (diffuse in tutto il Valdarno) sull'equilibrio del litorale non è tuttavia valutabile in modo semplice e diretto: tanto più che è indispensabile considerare da un lato la necessità di un certo ritardo tra svolgimento dei fenomeni e loro conseguenze e dall'altro l'ulteriore complicazione che con il 1850 finiva una fase climatica notevolmente oceanica (nota anche come « piccola età glaciale ») e ne iniziava un'altra che favoriva la regressione dei ghiacciai e la ripresa del sollevamento del livello del mare, che era rimasto stabile (o in leggero regresso) dalla seconda metà del XVI secolo. Non va dimenticato, poi, che al maggiore sviluppo delle colmate, le quali devono avere avuto la conseguenza di diminuire gli apporti detritici al litorale, si sono accompagnate (specialmente nella seconda metà del XVIII secolo) certe operazioni antitetiche, come la notevole estensione delle pratiche agricole e il nuovo forte incremento del taglio dei boschi (non solo litoranei).

Sulla forma del delta dell'Arno sembra essere stata sicuramente notevole l'influenza della diversa direzione data all'ultimo tratto del fiume (da verso SO a verso NO) con il taglio ferdinando del 1606. Questo favorì notevolmente lo scorrimento in mare delle acque di piena, non più contrastate dalle mareggiate di libeccio, e il deposito di sabbie sui due lati della bocca, che si protrasse molto più velocemente che in passato, raggiungendo il massimo, appunto, nel 1850.

Nel valutare tutte queste operazioni sulla pianura litoranea non bisogna dimenticare l'ottica sotto la quale furono eseguite, molto diversa da quella attuale che ci vede preoccupati per il continuo arretramento di un litorale che ha acquisito un grandissimo valore economico. Così il taglio ferdinando fu eseguito ancora per facilitare lo smaltimento delle piene dell'Arno nel tentativo di evitare le frequentissime inondazioni di Pisa; gli sforzi per il prosciugamento dei paduli furono mossi dalla rinnovata fame di terre coltivabili (in specie dalla seconda metà del secolo XVIII), per il notevole aumento della popolazione e nel tentativo di debellare l'endemia malarica, della quale era stato intuito il collegamento con l'ambiente palustre. Il litorale, in se stesso, non aveva alcun valore; ancora disabitato salvo la città di Livorno, chiusa nella sua cinta di mura che comprendeva lo stesso porto, e salvo il piccolo centro di Viareggio, era tenuto come una frontiera dalla quale era sempre possibile provenissero pericoli.

EVOLUTION OF THE LUNI-PISA COASTLINE UP TO THE MIDDLE OF XIX CENTURY. — This article deals with the Luni-Pisa coastline. The longest Post-würm transgression took place until and not after the II-I century b.C. Thereafter, in spite of a sea level rise, a general seaward progradation began, due to the fact that the sedimental input prevailed over the sea level rise.

The map is drawn on the ground of the archaeological and documentary evidence available. It shows the II-I century b.C and the XII, XVI, XVII, XVIII and middle XIX century a.D. coastlines.

From the middle of the XIX century the unity of this phenomenon was interrupted because of the impact of human works mainly on the rivers affecting the littoral and because of the construction of the ports of Viareggio, Carrara and Marina di Massa.

The Authors deal with the tectonic and geomorphological characteristics of the littoral studied, with the archaeological and documentary evidence of the coastline in the time mentioned and with the causes of the coastline evolution until 1850.

Pisa, Centro di Geologia strutturale e dinamica dell'Appennino del C.N.R., presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università.

Pisa, Dipartimento di Scienze storiche del mondo antico dell'Università.