

RIVISTA
di
TOPOGRAFIA ANTICA

XVI

2006

Direttore

GIOVANNI UGGERI

*Atti del V Congresso di Topografia Antica
I porti del Mediterraneo in età classica
(Roma, 5-6 Ottobre 2004)*

PARTE II

ESTRATTO

MARIO CONGEDO EDITORE

Ricerche sulle tecniche costruttive dei porti romani. Note preliminari sul porto di Astura (Latina)

ENRICO FELICI

Il quadro tipologico delle costruzioni portuali romane non è ancora delineato in maniera completa, soprattutto per la mancanza di capillari analisi di dettaglio; il panorama attuale di studi e segnalazioni consente tuttavia di avviare una sintesi delle tecniche, certo non conclusiva ma che ambisce a delineare ulteriori possibili sviluppi di questo campo di indagini¹. Nella prima parte di questa nota si propongono alcune nuove osservazioni sul porto romano di Astura, sulla base delle quali si discutono in seguito alcune questioni generali circa la costruzione portuale di età romana.

IL PORTO DI ASTURA

L'impianto è stato a più riprese oggetto di attenzione: tralasciando le note antiquarie, rimangono fondamentali i lavori di Ferdinando Castagnoli che, basandosi su una nitida fotoaerea della R.A.F. (*Fig. 1*), ha restituito la topografia generale del porto² e di Fabio Piccarreta, che ha analizzato il complesso archeologico³. Il porto, in assenza di indagini specialistiche anche subacquee, è tuttavia rimasto in gran parte vergine all'analisi tecnica⁴. Si tenta perciò in questa sede di arricchire il quadro con nuovi dati sulla sua topografia generale e sulle sue tecniche costruttive, che - in mancanza di un'approfondita documentazione complessiva (e segnalando l'opportunità che questa venga in futuro realizzata) - vengono qui esposti con l'ausilio di uno schizzo planimetrico di massima (*Fig. 2*) e di alcuni rilievi preliminari di dettaglio⁵.

Il molo sinistro. Ad eccezione del citato settore radicale, con troncone di molo e banchina, del molo sinistro non è visibile pressoché nulla (*Figg. 3-5*)⁶. A circa 100 metri

¹ Sui recenti progressi della ricerca topografica subacquea, vd. la messa a punto di GIANFROTTA 1999A, e ID. in questa stessa sede.

² CASTAGNOLI 1963, Tavv. XCVIII e XCIX.

³ PICCARRETA 1977, a cui ci si affida qui anche per la bibl. prec.; per il porto, pp. 62 e ss. Cfr. anche SCHMIEDT 1970, tav. CXXXIV; ID. 1972, pp. 108 e ss.; PICCARRETA 1976; ID. 1980; ID. 2003.

⁴ Ad eccezione di alcune osservazioni sulla struttura della radice del molo destro e del settore di raccordo con la terraferma, su cui cfr. FELICI 1993, pp. 89 e ss.; ID. 1998, pp. 325 e ss.

⁵ Il porto di Astura oppone alla ricerca rigide

restrizioni logistiche: l'accesso all'area, limitato da impianti militari, non è consentito ai veicoli, con comprensibili difficoltà nel trasporto delle attrezzature. La planimetria è stata perciò redatta individuando i punti di prospezione con un GPS palmare e integrando i dati così ottenuti con la fotografia aerea.

⁶ Il confronto tra le *figg. 3 e 4* è eloquente: nella prima (1992), il molo conserva l'ultimo pilone, il cui rilievo ha fornito utili dati, che però è ormai disgregato nella seconda ripresa (2002). Una mesta conferma dell'ovvia urgenza che la documentazione dei resti archeologici esposti all'azione marina richiede.



Fig. 1 - Astura, fotoaerea R.A.F. del complesso archeologico (British School at Rome).

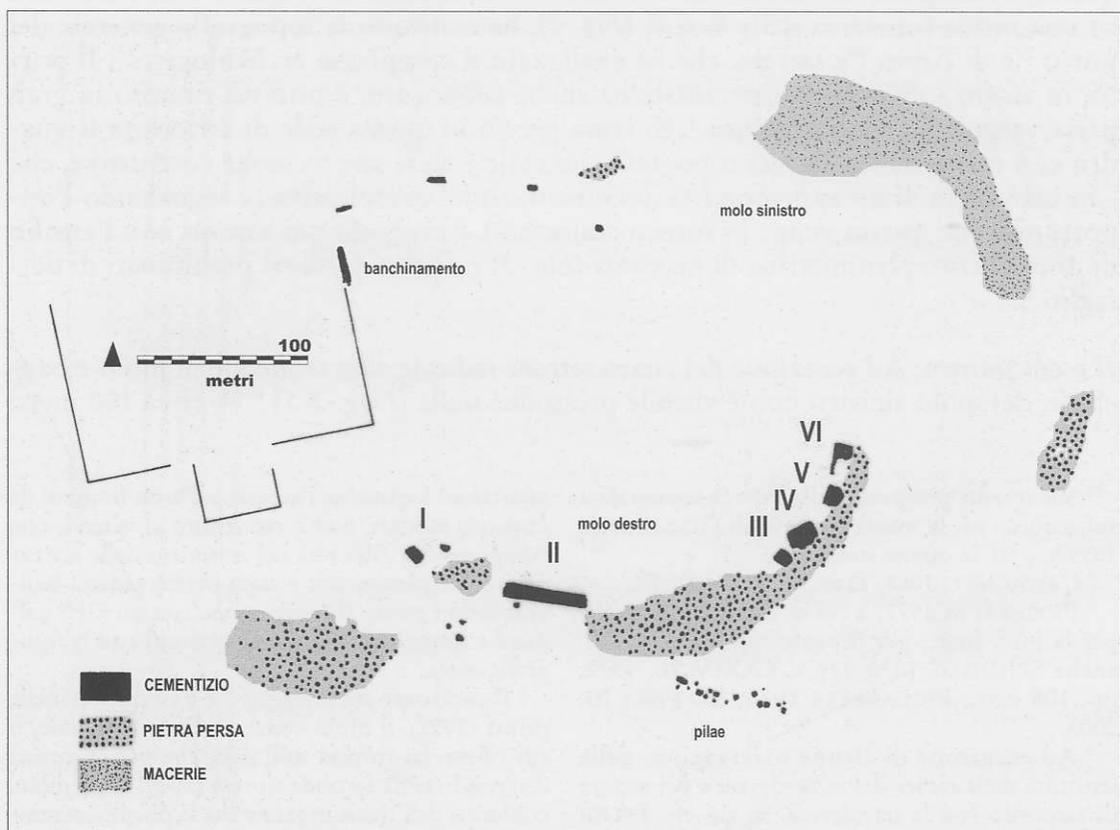


Fig. 2 - Astura, schizzo planimetrico interpretato dell'impianto portuale.



Fig. 3 - Astura, il troncone residuo del molo sinistro (1992).



Fig. 4 - Idem, visto dalla banchina, nel 2002.



Fig. 5 - Idem, in fotoaerea (da PICCARRETA 2003).

dalla radice, un modesto spezzone di cementizio restituisce un possibile indizio di prosecuzione della diga; più oltre, si trova un getto in pietra persa. Il presunto tratto terminale, ipotizzabile nella vasta chiazza a gomito visibile nella foto aerea, alla prospezione si rivela un'area di pietrame e frammenti edilizi; è tuttavia probabile che l'autopsia superficiale in questo settore sia insufficiente ad accertarne le potenzialità archeologiche, poiché il fondo potrebbe aver subito un innalzamento per apporto di sedimenti da parte del contiguo fiume Astura.

La bocca del porto. Davanti alla bocca, nella fotoaerea spicca una barriera sommersa di circa 60 metri di lunghezza e 20 di larghezza, che alla prospezione si è rivelata un frangionda in pietra persa, apparentemente di natura silicea, poggiante sul fondo sabbioso alla profondità di tre-quattro metri e con la sommità a m 1,50- 2 sotto il l.d.m. Nonostante le dimensioni cospicue del pietrame, l'ammasso, per la sua incoerenza, non sembra offrire una struttura idonea alla fondazione di strutture in elevato (torri, fari, ecc). Castagnoli mise in evidenza come il molo destro sia disposto in modo da proteggere il bacino dai venti del terzo e del quarto quadrante, lasciando l'imboccatura rivolta ad est – sud est, coerentemente con la disposizione generalizzata degli impianti tirrenici⁷. L'apertura così concepita lascia comunque scoperta la bocca al vento di scirocco, contro il quale, nel porto di Astura, si è probabilmente inteso, in un'epoca non precisabile, realizzare uno sbarramento⁸.

⁷ Cfr. CASTAGNOLI 1963.

⁸ Un'altra soluzione allo stesso problema, affat-

to diversa, è stata forse realizzata nel porto di *Antium*, cfr. FELICI 2002, p. 118.

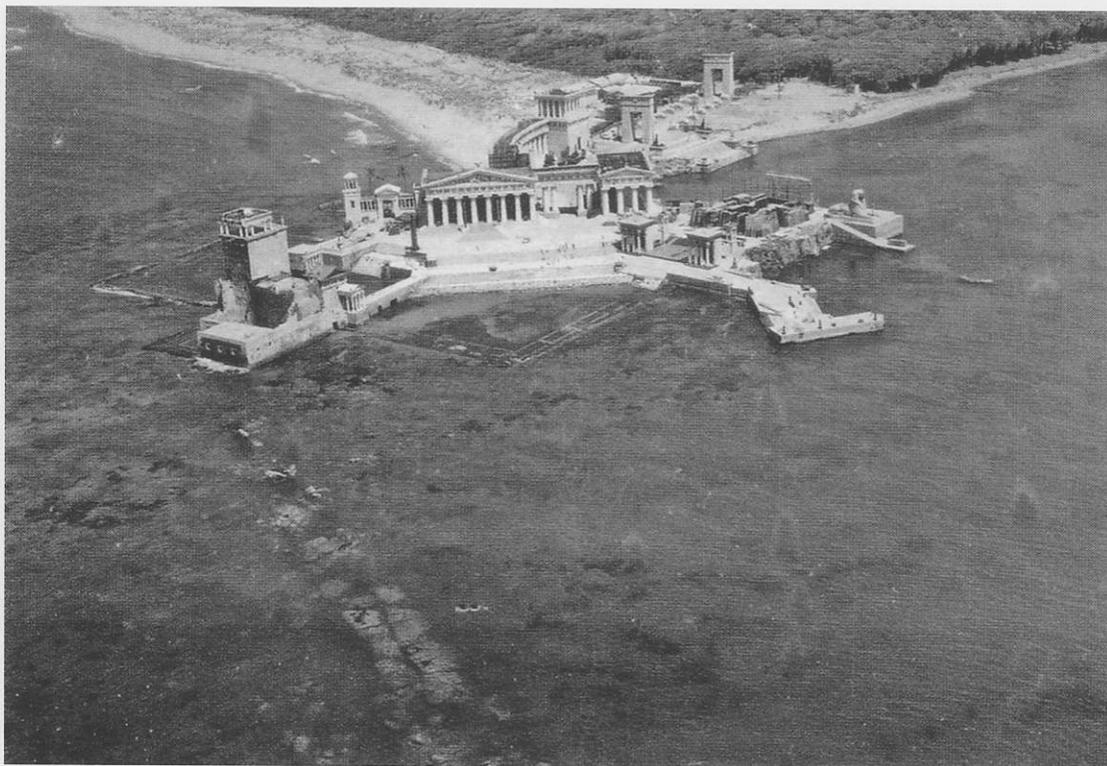


Fig. 6 - Il set del film *Cleopatra*: sono visibili resti sommersi del molo destro (da PICCARRETA 2003)

Il molo destro. Un'"ombra" residua nella fotografia aerea rende evidente che il molo destro era radicato al lato meridionale della peschiera (Fig. 6). Procedendo verso l'estremità del molo, in direzione sud-est, si percorre un'area confusamente ingombra di rottami edilizi e pietrame, in cui nel corso delle prospezioni non si è rintracciato alcun collegamento strutturale tra il complesso peschiera/torre e la radice del molo⁹. Circa 80 metri oltre, su un fondo di circa m 2 affiora un rottame in opera cementizia, con andamento nord/ovest-sud/est, delle dimensioni approssimative di m 20x10 (Fig. 2, I). La spessa coltre di concrezioni non ha consentito di rilevarne particolarità costruttive; tuttavia, dimensioni e orientamento ne rendono probabile l'insistenza *in situ*, a testimonianza dell'andamento del molo.

In questa zona inizia una concentrazione di spezzoni di cementizio. Una decina di metri verso sud-est, in linea con il blocco precedente, l'andamento del molo è proseguito da un getto di pietra persa, che occupa un'area di circa trenta metri per quindici: dimensioni e natura dei massi sono analoghe a quelle osservate sui getti già descritti sul molo sinistro e nell'"antemurale" (Fig. 7).

Più oltre giace sommerso un blocco in cementizio (Fig. 2, II), di circa m 50 x 10, coperto di concrezioni. In prossimità del suo limite meridionale inizia un getto semi-affiorante di pietrame di grandi dimensioni, largo al massimo quaranta metri, che prosegue l'andamento del molo per circa cento metri. Il getto copre dei resti in cementizio, visibili in alcuni punti (Fig. 8); prosegue poi affiancando e sopravanzando i successivi resti del molo. In conclusione, una larga parte dell'attuale opera meridiona-

⁹ Già osservato da JACONO 1913, tav. VIII.



Fig. 7 - Astura, molo destro: gettate di massi.



Fig. 8 - Astura, molo destro: massi sovrapposti a resti in cementizio.

le di difesa è costituita da getti di massi sciolti, che integrano e fasciano il molo in cemento.

Meglio visibili sono i tronconi residui del tratto terminale del molo, dilavati in alta marea (Fig. 9). Il primo blocco (Fig. 2. III, 9) è uno spezzone di elevato ribaltato¹⁰. Sulla superficie si leggono i piani di gettata, in piccoli scapoli di tufo allettati con una certa regolarità in malta pozzolanica, scanditi da quattro marcapiani, ad intervalli di circa m 1,70, realizzati con tegole sesquipedali e mattoni bipedali (Figg. 10-12). Il bloc-

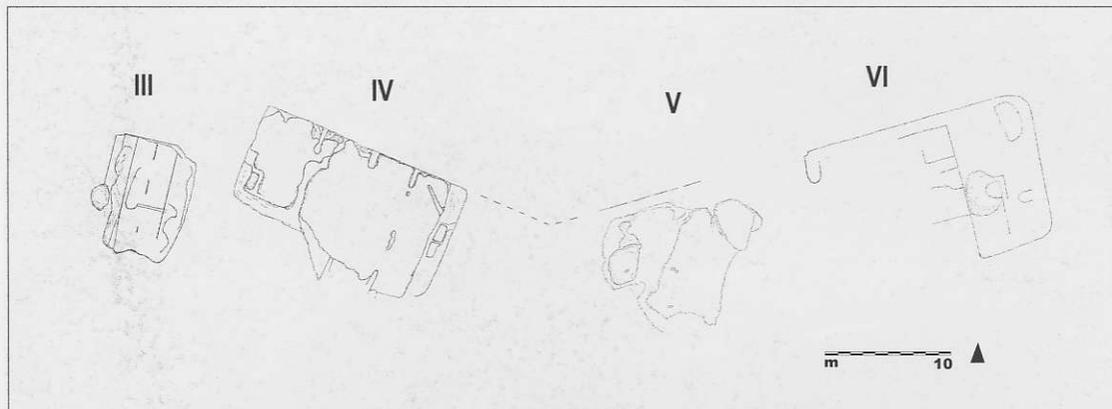


Fig. 9 - Astura, molo destro: planimetria complessiva del tratto terminale.



Fig. 10 - Astura, molo destro: blocco III, da est.

¹⁰ Già notato da PICCARRETA 1977, p. 64.



Fig. 11 - Astura, molo destro: blocco III, particolare. In secondo piano i blocchi IV, V e VI.

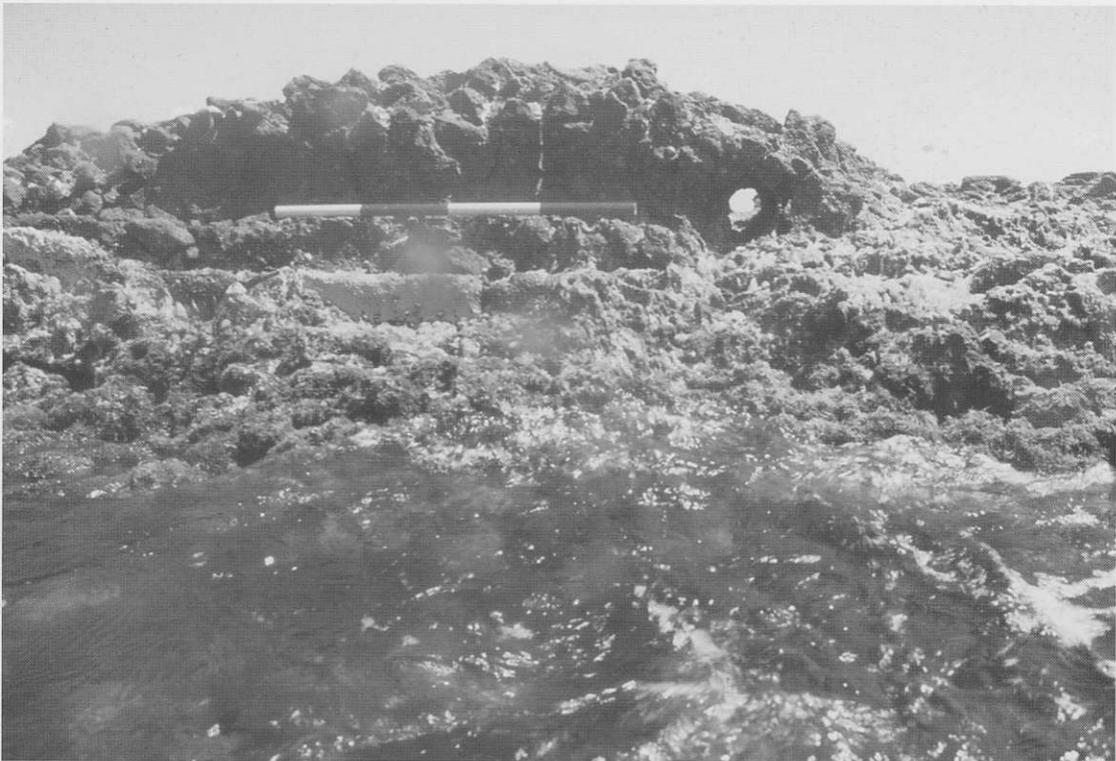


Fig. 12 - Astura, molo destro, blocco III, lato ovest: corso di bipedali e foro lasciato da montante.

co è attraversato sulla linea di frattura (attuale faccia superiore) dalla cavità lasciata da un montante ligneo che, pur isolato, denuncia un'armatura interna destinata a coadiuvare la costruzione (Fig. 13). Il lato settentrionale ha un paramento in opera testacea (Fig. 14)¹¹.

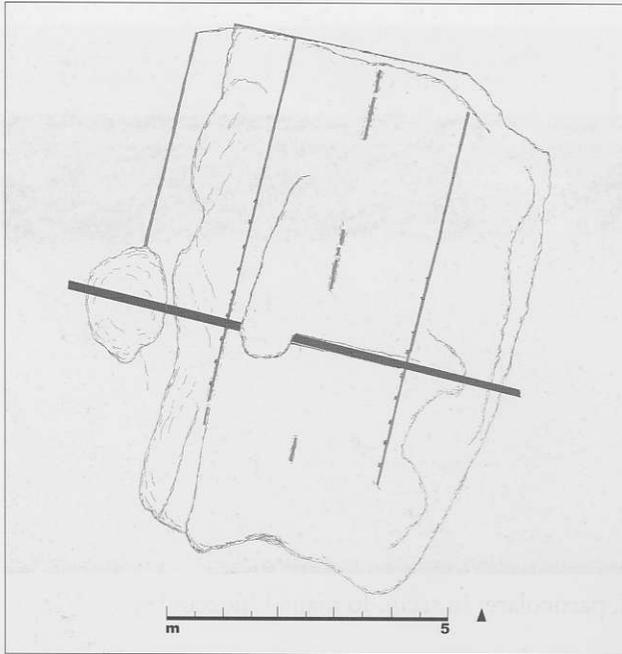


Fig. 13 - Astura, molo destro, blocco III: planimetria.

Fig. 14 - Astura, molo destro, blocco III, lato nord: paramento in opera testacea.



¹¹ È ben nota la difficoltà di trarre indicazioni cronologiche fini dai paramenti, cfr. GIULIANI 2006,

pp. 21 e ss.; sugli inizi dell'uso dell'opera laterizia, cfr. COARELLI 2000.

Il troncone successivo è in posto (Figg. 2. IV, 15-16). La struttura è realizzata in cassaforma: il cementizio è attraversato in senso nord - sud dalle impronte lasciate da cinque *catenae* lignee, con cadenza di m 3 - 3,5 (Fig. 17); sembrano invece assenti montanti interni. In corrispondenza delle *catenae*, si leggono sulla faccia settentrionale altrettante impronte lasciate nel cementizio da *stipites* perimetrali; in coincidenza con questi, al pie-



Fig. 15 - Astura, molo destro: blocco IV, da est.



Fig. 16 - Astura, molo destro, blocco IV: il margine nord.

Fig. 17 - Astura, molo destro, blocco IV: impronta di una *catena* nel cementizio.

de (attuale) dell'opera sono evidenti le cavità che ospitavano un altro ordine di *catenae* orizzontali (Figg. 18 - 19). Le impronte di montanti in parete attestano una fabbrica priva di paramento nella parte immersa; l'assenza di pali interni alla struttura e la presenza di traverse a livello del fondo (attuale) consentono invece di prospettare (cautamente) una realizzazione in cassaforma non installata sul posto ma prefabbricata e varata ¹².

Il molo prosegue con una piega di circa 40° verso la bocca, con due tronconi (Figg. 2. V-VI, 9) perfettamente allineati, probabilmente appartenenti allo stesso segmento. Il blocco V è mal conservato; non mostra *catenae* orizzontali, ma solamente alcune tracce isolate di montanti, con resti di legname. Il margine settentrionale è severamente deteriorato, ma sul fondo si individua il limite della struttura al piede (Fig. 20).

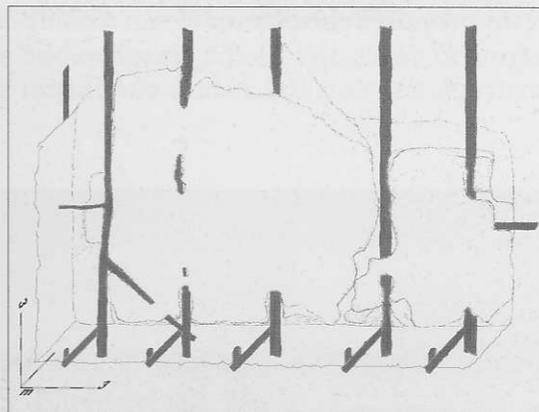
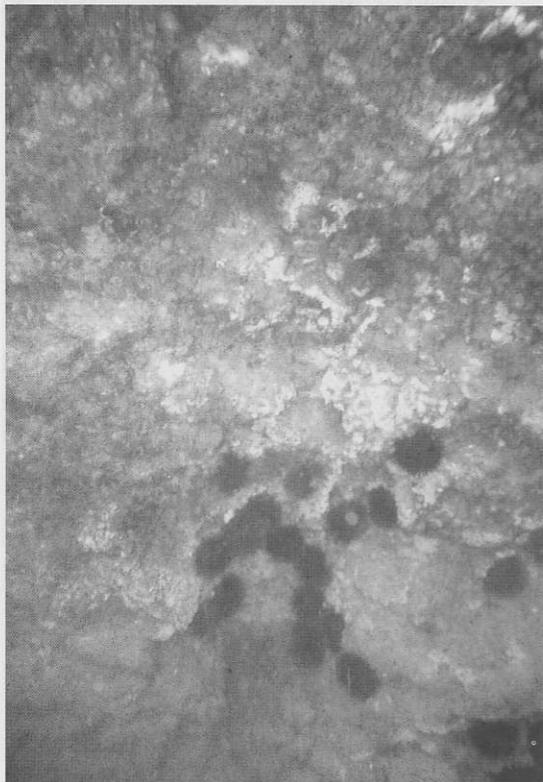


Fig. 18 - Astura, molo destro, blocco IV: impronta di un montante nel cementizio.

Fig. 19 - Astura, molo destro, blocco IV: schizzo assonometrico.

Fig. 20 - Astura, molo destro, blocco V: limite della gettata sul fondo.

¹² Questo procedimento allontanerebbe la tecnica dai numerosi esempi noti di allestimento in sito (per tutti, il vicino porto d'Anzio - FELICI 1993; FELICI, BALDERI 1997A; FELICI 2002), avvicinandola invece ai complessi di Laurons e di *Caesarea Maritima*, nei quali è documentato l'affondamen-

to di casseforme prefabbricate (per Laurons, cfr. XIMÉNÈS - MOERMAN 1988 e 1989. Per *Cesarea*, RABAN 1988; OLESON 1985 e 1988; OLESON, BRANTON 1992; OLESON, HOHLFELDER, RABAN, VANN 1984).

Il troncone successivo (VI) presenta una planimetria articolata, di difficile interpretazione. Sullo spigolo nord occidentale si nota l'impronta di un montante, probabilmente residuo del crollo della parte intermedia (Fig. 21). La parete settentrionale è rettilinea: vi si osserva almeno un foro orizzontale poco al di sopra del fondo attuale. Alla base, affiorano dal fondo resti di assi della cassaforma di costruzione (Fig. 22). La sommità del blocco è occupata da un modesto alzata, realizzato con un cementoizio apparentemente omogeneo: una muratura perimetrale che contiene una piccola cavità (Fig. 23). L'esiguità dello spazio interno, il modesto spessore delle pareti e qualche rappezzo in mattoni portano ad escluderne la lettura come alzata originale, preferendo interpretarlo come installazione moderna¹³.

In conclusione, anche se malridotto e fratturato in numerosi punti, si ritiene corretto proporre che quanto è oggi visibile siano i resti di un molo continuo, costruito a segmenti successivi (il che spiegherebbe alcune, almeno apparenti, disomogeneità di costruzione), con andamento curvilineo; la larghezza dei basamenti, i resti di alzati, e



Fig. 21 - Astura, molo destro, blocco VI: impronta di montante.

¹³ Per tentare un'ipotesi è necessario rammentare che il litorale fu teatro nell'ultimo conflitto mondiale dello sbarco alleato, che vi ha lasciato molti cimeli. Alle spalle del troncone I del molo sinistro, giacciono riversi a mezz'acqua resti di installazioni in cemento armato, forse incastellamenti per artiglieria (vd. qui *Figg. 4-5*). All'estremità verso terra del molo stesso, un pilone in cemento armato prosegue la linea del molo; i fori lasciati dalle traverse di costruzione nell'emplecton antico sono inoltre parzialmente ostruiti con

manciate di malta contenente abbondante sabbia: forse camuffamenti per una batteria che spazzava il mare antistante. La piccola struttura sul molo potrebbe appartenere a questo complesso di munizione: costruita con materiale di recupero per mimetizzarla, potrebbe aver dato ricetto ad una vedetta o anche ad una mitragliatrice. Minime manomissioni moderne possono inoltre risalire al set del film *Cleopatra* (PICCARRETA 1977, fig. 13; ID. 2003, figg. 871 - 872 (qui *Fig. 6*)).



Fig. 22 - Astura, molo destro, blocco VI: resti di paratia lignea di costruzione.



Fig. 23 - Astura, molo destro, blocco VI: rappezz in alzato.

la presenza di una pietra forata prossima al piede interno¹⁴, fanno inoltre ritenere che il molo fosse praticabile.

Nella fotoaerea sono percepibili altri resti quasi affioranti sul lato esterno del molo destro, alcuni dei quali, pur malridotti, conservano un'altezza di almeno quattro metri. Nonostante lo stato caotico e frammentario dei rottami, la prospezione consente di interpretarli come autonomo gruppo di *pilae* in cementizio pozzolanico, posate su un fondo (attuale) di circa 5 metri e disposte con andamento nord ovest-sud est in un allineamento di circa 100 metri (Fig. 2, "*pilae*").

Giusta questa lettura, si presenterebbe in questo settore un'insolita combinazione di due diverse tecniche costruttive: un molo continuo calpestabile all'interno, difeso dal mare del IV quadrante da un *opus pilarum* indipendente. Pur nell'impossibilità di individuare tra le due strutture un rapporto diacronico, la loro combinazione concretizzerebbe un insieme coerente sotto il profilo funzionale: è dunque possibile che le *pilae* rappresentino un rimedio successivo per un'eccessiva esposizione del molo, ma è anche plausibile la progettazione simultanea di entrambi gli elementi nell'ambito di una fase unitaria.

Che questo settore rappresentasse un punto debole è chiaramente denotato dall'imponente gettata di massi che, verosimilmente in epoca più recente, vi è stata posta a difesa. La coesistenza di due modalità costruttive differenti, opera cementizia e getti in pietra sciolta, rimanda infatti con immediatezza a due diverse fasi, rispettivamente di costruzione e di rinforzo del porto. Per le costruzioni in opera cementizia, che delineano il progetto complessivo dell'impianto, è evidente una generica appartenenza all'età romana.

Il getto a pietra persa pone invece un più complesso problema cronologico. Se è vero, infatti, che questa tecnica era impiegata anticamente, altrettanto oggettiva è la sua "universalità", con la conseguente ulteriore difficoltà di datazione¹⁵. Un indizio di cronologia relativa è tuttavia ricavabile dal rapporto tra i massi e il cementizio. I massi sono infatti concentrati davanti alla bocca del porto, in apparente assenza di altre strutture, e sui moli, in aree rimaste "sguarnite" dalla distruzione di questi. In particolare sul molo destro, dove un'imponente gettata colma un ampio varco, i massi ricoprono un troncone in cementizio. Proprio questo lato, esposto ai venti dominanti di ponente, è stato già anticamente percepito come vulnerabile, se si è ritenuto di rinforzarlo con l'allineamento di *pilae*. Se pure è accettabile l'ipotesi che a lato di un molo in cementizio si sia inteso creare un frangente di rinforzo in pietra¹⁶, meno convincente è una struttura composita, in cementizio e getto di massi, con risposte differenziate alle onde e che avrebbe reso impraticabile il molo. In conclusione, si ritiene proponibile che un'originaria opera marittima, integralmente realizzata in cementizio e dotata della linea esterna di *pilae* a difesa del lato più esposto, si sia degradata al punto da rendere instabile il bacino, ed abbia indotto i vari proprietari del porto in età successive ad adottare sbrigativi provvedimenti di risarcimento. E' infatti plausibile che l'uso del porto, protrattosi fino al XVIII secolo, abbia comportato un'attività di mantenimento, almeno di un ancoraggio agibile¹⁷.

¹⁴ Cfr. PICCARRETA 1977, p. 64.

¹⁵ In ambito romano, si ricorda la descrizione pliniana (Ep. VI, 31, 15) del frangionda di *Centumcellae*: *ingentia saxa... alia super alia deiecta*; cfr. QUILICI 1993; un sistema analogo potrebbe essere individuato nel porto di *Cosa*, su cui MCCANN 1987, pp. 63 e ss; GAZDA 1987, pp. 74 e ss.

¹⁶ Soluzione che si potrebbe accostare alla citata combinazione cosana: frangionda in getto di pietra e molo in opera cementizia.

¹⁷ Alle testimonianze già in CASTAGNOLI 1963, in PICCARRETA 1977, p. 66 e in DE ROSSI 1984, p. 158, si può aggiungere che la R.C.A. imponeva delle tasse di ancoraggio, esatte da "torrieri". Una

Il problema cronologico. Ignoto sono cronologia e funzione del porto di Astura. Per il primo argomento, un saldo *terminus p. q.* è fornito da Strabone (V, 3, 5), che definisce la costa laziale priva di porti¹⁸; più specificamente, egli segnala ad Astura un semplice ὑφώριμος¹⁹. Sul piano archeologico, dati cronologici, almeno relativi, sono da ricercarsi nel rapporto con la *villa maritima*²⁰: il radicamento dei moli alle strutture della villa e della peschiera testimonierebbe infatti la preesistenza di queste²¹.

Per quanto attiene alla destinazione dell'impianto, è stato osservato che le sue dimensioni sono più consone a funzioni pubbliche piuttosto che private²², e che esse lasciano intravedere un intervento imperiale, forse di Claudio²³. Resta tuttavia aperto l'interrogativo se il porto sia espressione di un'utenza privata ovvero se la sua costruzione si debba inscrivere nella politica imperiale di munizione della vitale rotta tirrenica²⁴.

Il confronto strutturale non riduce le incertezze cronologiche. Un tentativo di comparazione con il vicino complesso neroniano di Anzio propone alcune analogie, ma anche notevoli differenze. I due impianti sono costruiti in cementizio, con parti aeree rivestite in opera testacea, ma alla relativa omogeneità sinora documentata nel porto d'Anzio fanno riscontro nel porto di Astura procedimenti edilizi differenziati tra il molo destro e il moncone radicale del sinistro²⁵. Un'analogia è rappresentata da

relazione del torriero di Astura (aprile 1657) lamenta (a causa della proibizione di commerciare col Regno di Napoli) la diminuzione degli introiti dagli ancoraggi di «...Astura, Nettuno, Anzo e le Caldane...» (ASR, *Camerale III - Comuni*, b. 1504, à C.1); *contabilizzazioni dei canoni, ibidem*, b. 1520, *Ricente delle bollette* (anni 1697-1699).

¹⁸ Tranne un non meglio precisato *limèn* al Circeo (Strab. V, 3, 6): è forse il porto canale del lago di Paola, su cui LUGLI 1928; FELICI 1993, p. 93. Sul senso di ἄλιμενος in Strabone, cfr. ALFIERI 1981, pp. 32 e ss. La testimonianza di Strabone sembra corroborata dall'analogia notazione su Anzio, anch'essa ἄλιμενος, il cui porto è successiva impresa neroniana (Suet., *Nero IX*, 5). Sull'equivalenza tra *limèn* e *portus*, cfr. UGGERI 1968, p. 236. Su Astura come approdo di Satrico, cfr. PICCARRETA 1977, p. 18.

¹⁹ Cfr. PICCARRETA 1977, p. 10; ALFIERI 1981, p. 30. Il valore di ὑφώριμος come ancoraggio è chiarito dallo stesso Strabone (XIV, 1, 19), che per l'isola Ikaría precisa: ἄλιμενος, πλὴν ὑφώριμων (senza porti, salvo ancoraggi).

²⁰ La cronologia della villa ruota intorno alla dibattuta "questione ciceroniana": l'attribuzione della proprietà all'Arpinate è stata recentemente riaffermata da BEAUJEU 1982, in partic. pp. 139 e ss.

²¹ Al rapporto molo destro - peschiera si è accennato sopra; va inoltre ricordato come la banchina a lato del molo sinistro sia stata realizzata in appoggio ad una fodera di rinforzo della *basis villae*, cfr. PICCARRETA 1977, pp. 35 - 36; FELICI 1993, p. 89; il molo sinistro (che sembra radicato anch'esso alla fodera di rinforzo) costituirebbe un accessorio aggiunto, da porre in relazione con le ultime fasi edilizie.

²² Sulla villa, LAFON 2001, pp. 364 e ss.; in par-

tic. sul porto, p. 367: «Le port est également des dimensions exceptionnelles pour une simple villa et devait jouer également un rôle public à l'embouchure de la rivière Astura». Tra i porti marittimi, non è sempre facile distinguere fra pubblico e privato: un porto "privato", soprattutto se isolano, avrebbe probabilmente svolto una funzione per la comunità locale e di rifugio (proprio quest'ultima funzione è ipotizzata per Astura da PICCARRETA 1977, p. 65). Nel determinare le dimensioni di un'opera portuale, poi, oltre alla sua finalità e alle disponibilità economiche del committente, è opportuno considerare anche la conformazione costiera: in questo caso, le necessità di guadagnare fondo e di allontanare la bocca dal fiume Astura (cfr. Vitruv., *De arch.* V, 12, 2: «...si nullum flumen in his locis impedit...») possono aver richiesto un avanzamento in mare della diga foranea destra, con conseguente ampliamento "tecnico" del bacino.

²³ Come proposto da PICCARRETA 1977, pp. 19, 65.

²⁴ Non si può escludere che la villa sia entrata a far parte del fisco imperiale, con destino analogo alla villa *Pausilypon*, ereditata da Augusto nel 15 a.C. (Dio. Cass. 54, 23); cfr. LAFON 2001, p. 231. Tra i ben noti episodi di navigazione imperiale in cui è menzionata Astura (senza riferimenti alla villa o al porto), almeno quello relativo a Tiberio (Suet., *Tib.* LXXII, 3) sembra sottendere un soggiorno dell'imperatore (*Asturæ in languorem incidit, quo paulum levatus Cerceios pertendit*). Sulla possibile funzione della peschiera, cfr. GIANFROTTA 1999B, p. 28.

²⁵ Quest'ultimo utilizza piccole *pilae*, due delle quali con paramento, impostate su una fondazione comune e concepite come appoggio per il successivo riempimento in cementizio dei varchi; la

una tecnica di costruzione in bassi fondali, sinora documentata solo in questi due porti, consistente nell'affogare il piede delle paratie nel cementizio fresco: un argomento tuttavia troppo esile per ravvisarvi un indizio di sincronismo ²⁶.

Del resto, sono note le molte incertezze cronologiche sugli impianti portuali romani e, in particolare, sull'introduzione del cementizio nell'edilizia in acqua ²⁷. Su questo tema, nuove prospettive apre ora la revisione della datazione della presunta "prima" costruzione "idraulica", il molo di *Cosa* ²⁸. Da recenti carotaggi nel cementizio, la datazione dell'opera cosana, in base all'analisi del C¹⁴ su un carboncino annesso nella malta, sembra però ora doversi abbassare tra il 57 a.C. e il 33 d.C. ²⁹. La "scomparsa" del presunto capostipite della costruzione portuale in opera cementizia costringerà ad una revisione cronologica complessiva.

Confronti tecnici. Le differenze di condizioni di sedime, di estensione e di conservazione tra gli impianti portuali non permettono semplificazioni classificatorie; il quadro ingegneristico della costruzione portuale romana è ancora confuso, forse anche per la necessità di adattare le strutture marittime alle geomorfologie locali, magari con sperimentazioni e modifiche. La sintesi "manualistica" di Vitruvio si articola dunque, nella realtà, in un panorama edilizio assai vario, le cui incertezze cronologiche non facilitano i raffronti.

La nuova lettura proposta sopra circa il molo destro del porto di Astura sollecita tuttavia un tentativo di ricerca di analogie, almeno nelle soluzioni progettuali. Per delineare qualche ipotesi, è necessario muovere dall'elemento nucleare della costruzione in cementizio: la *pila*, un blocco di calcestruzzo a pianta quadrata o rettangolare, declinato in varie soluzioni, che poteva essere fabbricato in cassaforma inondata o stagnata (Fig. 24) ³⁰.

E' noto come il primo sistema, più economico, prevedesse la gettata di cementizio pozzolanico in casseforme, senza preoccuparsi di prosciugarle (Vitr. V, 12): il risultato

muratura soprastante presenta nell'allettamento dei *caementa* una disposizione a sordino, forse mirata al sostegno di un carico (FELICI 1993, p. 91, Tav. I). La rovina, almeno in questa prima porzione, potrebbe anche non configurarsi come un molo in senso proprio.

²⁶ Sugli elevati dei moli anziani, cfr. FELICI 1993, p. 88; FELICI, BALDERI 1997A, pp. 18. Sulla tecnica di fondazione in basso fondale, FELICI 1993, pp. 85 e s., 89.

²⁷ CASTAGNOLI 1977 (p. 1023) suggerì la possibilità che l'uso della pozzolana risalga alla fondazione della colonia di *Puteoli* del 194. L'impiego del cementizio nelle peschiere si daterebbe tra I sec. a.C. e II sec. d.C., cfr. GIACOPINI, MARCHESINI, RUSTICO 1994, p. 9. LAFON 1989, p. 191, dapprima ha spinto l'inizio alla seconda metà del II sec. a.C., ma sembra poi aver ripensato questa cronologia (ID. 2001, p. 88).

²⁸ Già collocato da MCCANN 1987, pp. 323 e ss., al II sec. a. C. in base a frr. ceramici con bolli dei *Sestii* usati come *caementa* (elemento che, come la stessa A. cautamente precisa, costituisce solo un *terminus post quem*). GAZDA 2002, p. 163, ha sug-

gerito una datazione anteriore al secondo quarto del I sec. a.C.; una revisione in EAD. i.s. (nelle more, ci si è avvalsi di D. J. Blackman, B. Rankov, *The Maritime World of Ancient Rome*, in "IntJ-NautA" 33.1 (2004), pp. 173-175). CIAMPOLTRINI 1991, pp. 258 e s., ha proposto invece l'età augustea, per analogia con Pozzuoli, basandosi su un'interpretazione dell'ammirazione di Strabone per le capacità del cementizio come indizio della novità della tecnica.

²⁹ La ricerca (progetto "ROMACONS", cfr. OLESON *et al.* 2004) ha interessato alcune opere portuali tirreniche. Questa esperienza conferma l'analisi del C¹⁴ nei legnami di costruzione in posto come un possibile ausilio per la datazione: con un'acquisizione sistematica, si potrebbero tentare delle serie cronologiche relative, che - "appoggiate" a campioni provenienti da costruzioni ben datate per via letteraria o archeologica - potrebbero ridurre la "forchetta" cronologica tipica di questa analisi.

³⁰ Riassumo qui alcune considerazioni già proposte in FELICI 1998, pp. 298 e ss.

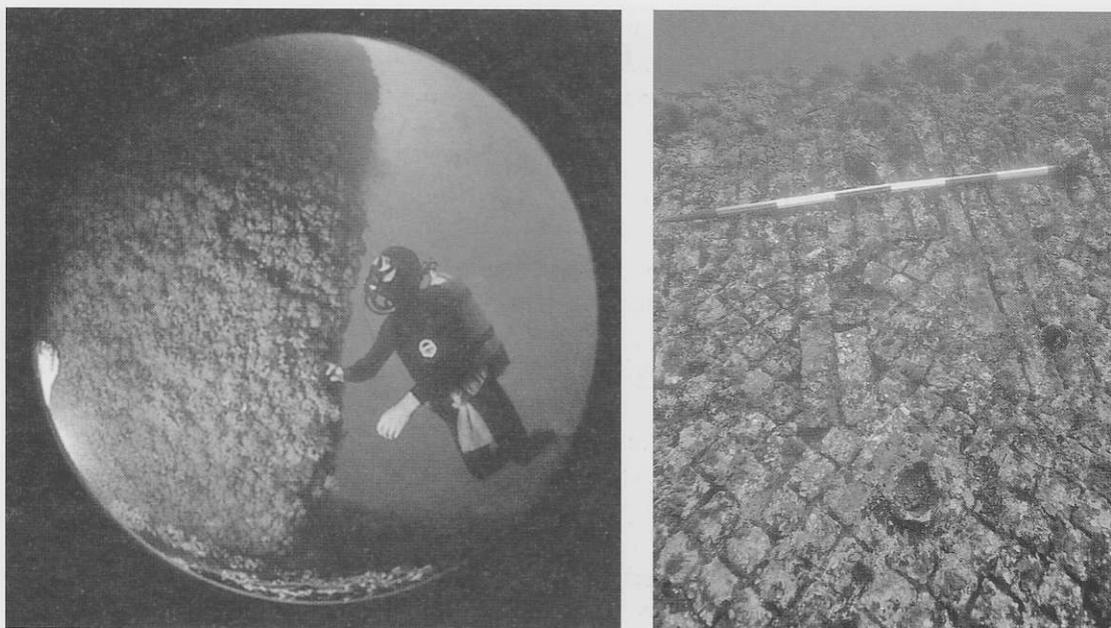


Fig. 24 - Baia, Secca Fumosa: una *pila* (da SCOGNAMIGLIO 2002).

Fig. 25 - Baia, Secca Fumosa: una *pila* con paramento (da SCOGNAMIGLIO 2002).

è una superficie del cementizio “a vista”, priva di paramenti, come attestano le impronte dei legnami³¹. Questo sistema era certamente usato quando si voleva accostare strettamente le *pilae*, dato che un paramento ne avrebbe compromesso la coesione: in particolar modo, dunque, nella costruzione dei moli a fondazione continua³². Quando la *pila* è rifinita con un paramento (esempi in opera reticolata, testacea, mista, ecc., Fig. 25) deve invece ritenersi che il cassone di gettata sia stato stagnato e svuotato dall’acqua³³.

Entrambi i sistemi, con paramento o senza, sono stati usati per realizzare *pilae* indipendenti, con varie finalità. E’ prematuro tentare di redigerne un catalogo; ci si limita qui a menzionare alcuni esempi, principalmente concentrati nei Campi Flegrei. Gruppi di *pilae* erano adibiti alla difesa litoranea (Fig. 26)³⁴. Altri singoli parallelepi-

³¹ Cfr. FELICI 1993, pp. 95 e s.; ID. 1998, p. 305. Agli esempi già noti (porto ostiense di Claudio, Anzio, Side, ecc.) si aggiungano ora le strutture prossime al canale del lago baiano (SCOGNAMIGLIO 2002, p. 50), il molo di S. Marco di Castellabate (BENINI 2002, pp. 42 e s.), il molo continuo di Egnazia (AURIEMMA 2003).

³² Il molo continuo fu impiegato nelle dighe foranee per la capacità di riflettere i frangenti, ma anche, per ragioni evidentemente diverse, nell’armatura delle imboccature dei porti interni: con bracci rettilinei furono realizzati i canali del *baianus lacus* (cfr. SCOGNAMIGLIO 2002), del porto Giulio (CASTAGNOLI 1977, pp. 1023 e ss.; GIANFROTTA 1993, pp. 120 e ss.; ID. 1998, pp. 169 e s.), del lago di Paola al Circeo (vd. *supra*, a nota 17), a cui si aggiunge ora un esemplare nel lago di Burano, a Cosa (CIAMPOLTRINI, RENDINI 2004).

³³ Una via “intermedia” sembra proposta dalle *pilae* residue di Nisida e dal molo di Ponza, in cui le pareti - prive di paramento - presentano una certa regolarità di posa dei *caementa* che restituisce un’impressione di “opera reticolata” - indizio di allettamento manuale: per Nisida, GIANFROTTA 1993, pp. 123 e s.; ID. 1996, pp. 68 e ss.; per Ponza, GIANFROTTA 2002, pp. 67-75.

³⁴ Ad es. a Pozzuoli, davanti al Rione Terra: cfr. GIANFROTTA 1993, pp. 122 e s.; ID. 1996. A Baia, 25 *pilae* in reticolato proteggono la villa dei Pisoni (per la quale, e per altre *pilae*, cfr. DI FRAIA 1993, pp. 21 e ss. (partic. pp. 28 e ss.)); per la datazione della villa su base epigrafica, cfr. LOMBARDO 1993; sette *pilae* in reticolato sono davanti al castello aragonese e, in prossimità, altre 5 difendono un canale di accesso a bacini interni (cfr. DI FRAIA 1993, p. 42, tav. 5); tre *pilae*

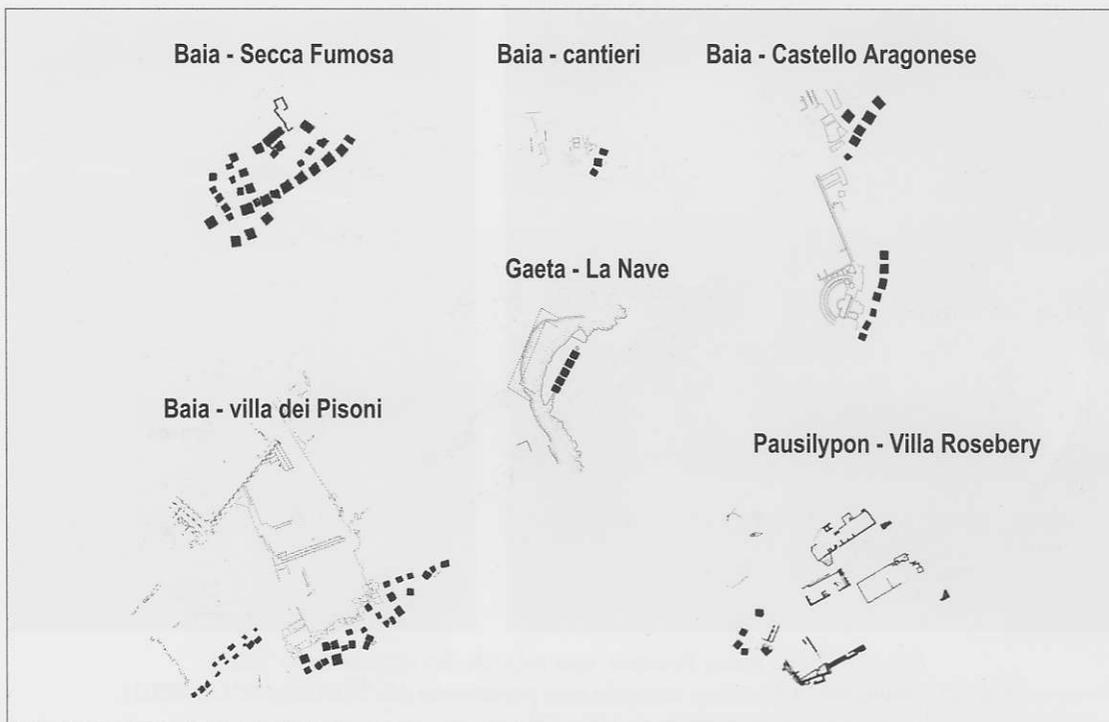


Fig. 26 - Alcuni sistemi di difesa costiera a *pilae*: tavola di raffronto (vd. anche Pozzuoli a Fig. 27).

pedi dalle dimensioni allungate (uno a Cetara - Punta Fuentes, di m 11,5 x 11,70 x 9,5, in opera reticolata con catene angolari³⁵; un altro, probabile, a Capri - Punta Tragara, di m 11x4,50x4,50, in opera quasi reticolata³⁶), potrebbero rappresentare una logica conseguenza della formulazione della *pila*, allungata per concentrare l'impegno edilizio su un'unica struttura.

Allineamenti di piloni indipendenti collegati fra loro con archi consentivano di ottenere moli con piani praticabili: Pozzuoli, Nisida, del Lazzaretto a Civitavecchia, e in un complesso sulla Secca Fumosa a Baia³⁷. Disposizione allineata si riscontra in un gruppo di *pilae* a fianco di Punta Pennata, a Miseno³⁸.

La *pila* era inoltre impiegata come elemento accessorio di difesa delle opere marittime (Fig. 27). Nel porto di Egnazia, all'imboccatura del canale di ingresso al porto

sono impiantate davanti ai cantieri navali (ID., p. 38, tav. IV). A Gaeta, cinque *pilae* racchiudono una darsena a servizio della villa "La nave" (cfr. SCHMIEDT 1972, pp. 135, Fig. 146; LAFON 2001, p. 380). A Capri, forse alcune *pilae* davanti alla villa di Augusto (MAIURI 1956, tav. a Fig. 34; LAFON 2001, p. 414).

³⁵ Cfr. A. Benini in questa stessa sede.

³⁶ GIANFROTTA 1999A, pp. 86 e s. Per installazioni capresi, CARSANA 1998: p. 149 e ss. (Punta Tragara, Scoglio delle Sirene, ecc.); p. 166, resti in opera cementizia a Punta Vivara.

³⁷ Per Nisida, cfr. GIANFROTTA 1996, pp. 68 e ss.; ID. 1998, pp. 154 e ss.; per Civitavecchia, QUILICI 1993; per la Secca Fumosa, SCOGNAMIGLIO 2002, pp. 53 e ss. Non vanno ascritti a questo si-

stema il molo sinistro di Astura né il molo di Cosa, nei quali le *pilae*, disposte in maniera alternata, costituivano capisaldi distanziati tra i quali effettuare poi gettate di riempimento: per Astura, vd. *supra*, a nota 4; per Cosa, cfr. FELICI, BALDERI 1997B.

³⁸ Per Miseno, cfr. GIANFROTTA 1996, Fig. 10; ID. 1998, pp. 156-157; SCOGNAMIGLIO 2004; BENINI 2006; ringrazio inoltre la d.ssa Benini per le cortesi anticipazioni del lavoro in stampa: A. BENINI, L. LANTERI, *Il porto romano di Misenum: nuove acquisizioni*, in (a cura di) D. J. BLACKMAN, M.C. LENTINI, (Atti del Conv.) *Ricoveri per navi militari nei porti del Mediterraneo antico e medievale*, in *Archeologia storia e cultura*, CUEBC (Ravello 2005).

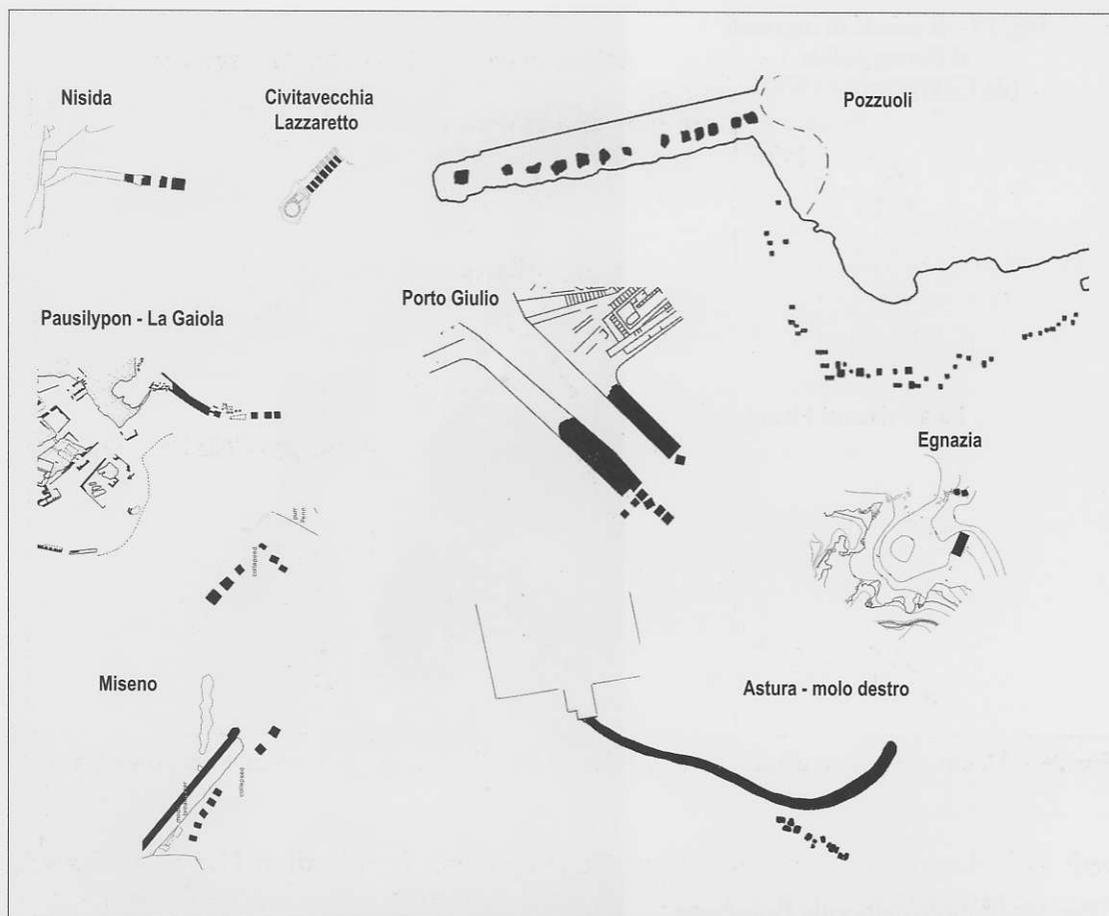


Fig. 27 - Impiego di *pilae* negli impianti portuali: tavola di raffronto.

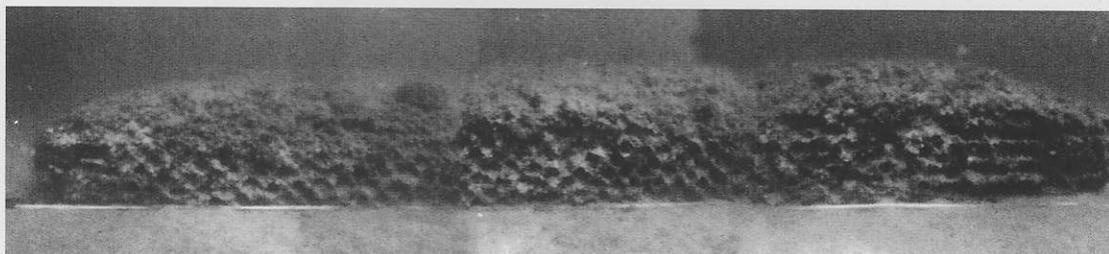


Fig. 28 - Egnazia, porto: *pila* con paramento (da AURIEMMA 2003).

Giulio e, forse, all'estremità di un molo a servizio della villa della Gaiola, a *Pausilypon*, sono state forse allestite delle *pilae* che sembrano prolungare moli a fondazione continua (Figg. 28-30)³⁹. Non è dato sapere se le *pilae* siano in fase con i moli o se rappresentino miglioramenti successivi; sembra tuttavia possibile una loro funzione primaria di frangionda, a protezione dei moli stessi⁴⁰. La combinazione tra molo

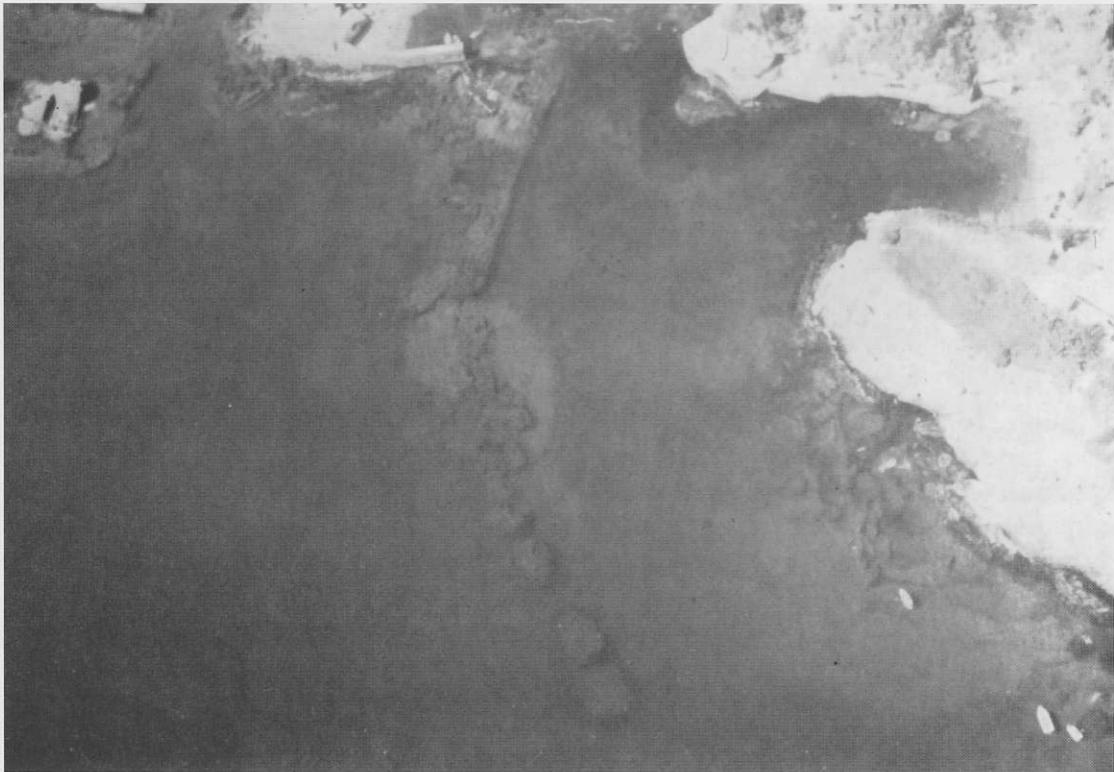
³⁹ Per le *pilae* all'imboccatura del porto di Egnazia, cfr. AURIEMMA 2003. Sulla villa *Pausilypon*, cfr. PAGANO 1980-1981, p. 246, Fig. 3.

⁴⁰ Pietre forate e bitte attestano per le *pilae* di Miseno anche una funzione di ormeggio (cfr. GIANFROTTA 1996, p. 71; ID. 1998, p. 157).

Fig. 29 - Il canale di ingresso
al *Portus Iulius*
(da CASTAGNOLI 1977).



Fig. 30 - Il molo della villa *Pausilypon*
(da PAGANO 1980 - 1981).



continuo e *opus pilarum* si presenta, con peculiare disposizione affiancata, a Miseno - Punta Terone e ad Astura, casi in cui i due elementi (simultanei o meno) restituiscono un esito complessivamente organico, con *pilae* che formano uno sbarramento esterno a difesa del molo interno praticabile ⁴¹.

QUESTIONI DI CANTIERE

Le *pilae* di Astura, come il molo, sono prive di paramento. La loro realizzazione in cassaforma inondata sembra perciò l'esito di un cantiere che sfruttò la capacità del cementizio pozzolanico di "tirare" in acqua; un sistema evidentemente efficace, che però non venne attuato sistematicamente. Si sta ormai definendo un orientamento che individua nei Campi Flegrei il "laboratorio" in cui in età augustea si declinò in varie forme l'opera cementizia in acqua ⁴². In questo distretto, in cui si conservano strutture "a *pila*" e continue, ai numerosi esempi con paramento ⁴³, fanno da contrappunto cinque delle sette *pilae* esterne di Punta Terone a Miseno, in cementizio "nudo" come il molo continuo ⁴⁴, come anche l'*opus pilarum* di Pozzuoli ⁴⁵. Anche nel porto di Egnazia ⁴⁶, si ha la concorrenza dei due sistemi: un molo destro (e probabilmente anche il sinistro) senza paramento, ma anche due *pilae* in reticolato e mattoni ⁴⁷.

La cassa stagnata, secondo Vitruvio (V, 12), era il rimedio all'indisponibilità di pozzolana; la realtà materiale, in questo caso, supera la sua sistematizzazione teorica, dato che alcune *pilae* - nonostante il paramento - contengono pozzolana ⁴⁸. A parità di uso di pozzolana, la costruzione in cassaforma stagnata (con paramento) e quella in cassa inondata richiedono procedimenti, tempi e costi evidentemente molto diversi, tali far apparire l'allestimento della cassa stagnata, il suo svuotamento e la messa in

⁴¹ Un'analogia, almeno nella disposizione, si potrebbe individuare nel "frangionda ausiliario" che corre al lato del molo orientale del porto di *Paphos* (Cipro), cfr. HOHLFELDER 1996, pp. 97 e s.

⁴² Cfr. GIANFROTTA 1993, p. 122. Per Pozzuoli, cfr. LAFON 2001, p. 144: «Les travaux portuaires que nous connaissons à Pouzzoles appartiennent incontestablement à cette deuxième série, dont la technologie générale, d'après l'exemple des villas, n'est pas antérieure à Auguste, au moins à la deuxième moitié du Ier siècle av. J.-C.».

⁴³ Scarsi indizi di cronologia potrebbero cautamente ricercarsi nella comparazione dei paramenti delle opere marittime e delle ville di cui sono a servizio: ad es. le *pilae* e la peschiera della villa dei Pisoni potrebbero appartenere alla fase originaria di impianto, situata, in base ad una *fi-stula aquaria* in posto, alla fine del I sec. a.C. - inizi del I d.C. Le *pilae* sono in reticolato, come altri resti della villa: cfr. LOMBARDO 1993. Considerazioni e fonti sulla pratica (iniziata verso la metà del I sec. a.C.) di fondare ville su piloni o di difenderle dal mare con questo sistema in LAFON 2001, p. 122.

⁴⁴ Mentre le due più esterne sono in reticolato,

cfr. BENINI 2006. Il sistema misenate offre almeno un minimo indizio di contemporaneità, nell'allestimento - sia sul molo continuo che su una *pila* - di pietre di ormeggio analoghe: GIANFROTTA 1998, p. 157.

⁴⁵ Per Pozzuoli, BELOCH 1989, p. 154. I paramenti, di due diverse fasi, degli alzati del molo sono visibili in disegni settecenteschi, cfr. CASTAGNOLI 1977, p. 1023; SOMMELLA 1978, p. 74, nota 54.

⁴⁶ In cui si è riconosciuto un intervento di Agrippa: GIANFROTTA 1996; AURIEMMA 2003.

⁴⁷ AURIEMMA 2003, pp. 78 e ss.

⁴⁸ Ad. es., pozzolana è accertata nelle *pilae* del porto di Egnazia, cfr. AURIEMMA 2003, p. 78; è significativo che si sia usata questa componente, forse non immediatamente disponibile in quel distretto, in un procedimento edilizio in cui non sarebbe stata indispensabile. Per la costruzione del porto di Cesarea Marittima (22 a.C. - 10/9 d.C.), si utilizzarono cassoni inondata importando la pozzolana dall'Italia (cfr. OLESON, BRANTON 1992). La presenza di pozzolana nelle *pilae* flegree, per cui si usa generalmente l'ampia definizione di *opus caementicium*, invece non stupisce, data l'ampia disponibilità locale di questo inerte.



Fig. 31 - Costruzione sperimentale di una *pila* con tecnica antica (da HOHLFELDER, BRANDON, OLESON 2005).

opera di un completo apparecchio murario per fabbricare una singola *pila* come operazioni antieconomiche (Fig. 31)⁴⁹.

Se la scelta tra casseforme stagnate e inondate dipendesse da criteri specifici, ovvero se si possano individuare tra le due tecniche elementi evolutivi (e diacronici), rimane oscuro⁵⁰. Si può, ora, congetturare che i lunghi tempi di costruzione in cassa stagnata fossero sopportabili per progetti limitati e dal disegno non rigido, di dimensione esigua e in ambiente di sedime ridossato; ma che essi fossero invece controproducenti nei grandi cantieri necessari alle lunghe dighe foranee, per le quali si adottò un sistema a segmenti (cioè *pilae*) in cassaforma inondata progressivamente accostati, la cui coesione sarebbe stata compromessa dai paramenti. Ancora più incerti sono gli indizi evolutivisti: le *pilae* prive di paramento dimostrerebbero che esso non era poi indispensabile. Si potrebbe ipotizzare che si sia adottato il paramento per rimediare a inefficienze strutturali; si preferisce qui ritenere che esso sia stato invece ab-

⁴⁹ Una recente costruzione sperimentale di una *pila* di malta pozzolanica e tufo in cassaforma inondata (HOHLFELDER, BRANDON, OLESON 2005, vd. qui Fig. 31) ha fornito alcuni riferimenti sui tempi di realizzazione. La costruzione (condotta in bacino riparato, impiantando dapprima le tavole e poi i montanti del cassone: in condizioni dunque – come sottolineano gli stessi Auto-

ri – ben diverse da quelle di un'autentica opera foranea) ha richiesto per soli m³ 8 (m 2x2x2) ben nove giorni. Per un varo fallito di cassaforma nel cantiere settecentesco di Anzio, cfr. FELICI 1993, p. 101.

⁵⁰ Come finalità dei paramenti delle *pilae*, è convincente intravedere una migliore coesione della struttura: cfr. GIANFROTTA 1996, p. 71.

bandonato per gli alti costi, una volta sperimentatane la superfluità. Disponendo di pozzolana, l'allestimento di casseforme stagnate (come ad Egnazia) sembrerebbe infatti - almeno in parte - smentire la fiducia accordata dalle fonti alle proprietà del cementizio pozzolanico: una contraddizione che potrebbe forse assumere una connotazione diacronica, se la si riconducesse alle fasi sperimentali della costruzione in acqua. In tal caso il *pulvis puteolanus* sarebbe stato semplicemente usato come inerte, il più disponibile sulla costa tirrenica (di cui si sfruttavano forse già le proprietà chimico-fisiche come accelerante del tiro delle malte) ma al quale un certo conservatorismo edilizio esitava ad affidarsi pienamente. Il successivo consolidarsi della consapevolezza delle capacità del cementizio pozzolanico favorì in seguito la politica imperiale basata sui grandi scali, dotati di lunghe dighe foranee, in cui fu largamente adottata la tecnica dei moli continui⁵¹. I cantieri erano serviti da una grande catena di approvvigionamento di materiale, che alimentava una progressione modulare della fabbrica, a tutto vantaggio di rapidità ed economia di esecuzione⁵².

⁵¹ Con l'eccezione del molo del Lazzaretto a *Centumcellae*, consentita dalla limitatezza della struttura, dal basso fondale e dalla posizione protetta.

⁵² Indizi di un'organizzazione controllata dell'approvvigionamento del legname sono ad es. ri-

cavabili dalla bollatura di assi da costruzione dal bacino principale del porto d'Anzio, cfr. FELICI 2002. Sull'organizzazione del cantiere edilizio in generale, cfr. GIULIANI 2006, pp. 248 e ss.

BIBLIOGRAFIA

(abbr. secondo l'*Archäologische Bibliographie*)

- ALFIERI 1981 = N. ALFIERI, *Insedimenti litoranei tra il Po e il Tronto in età romana*, in "Picus" I (1981), pp. 25-39.
- AURIEMMA 2003 = R. AURIEMMA, *Le strutture sommerse di Egnazia (BR): una rilettura*, in *Atti del II Convegno nazionale di archeologia subacquea A.I.A.Sub.*, (Castiglioncello 2001) Bari 2003, pp. 77 - 97.
- BEAUJEU 1982 = J. BEAUJEU, *Cicéron et sa villa d'Astura*, in *Mélanges É. Gareau*, Univ. Ottawa 1982, pp. 137 - 144.
- BELOCH 1989 = J. BELOCH, *Campania. Storia e topografia della Napoli antica e dei suoi dintorni*, (Breslau 1890) trad. it. Napoli 1989.
- BENINI 2002 = A. BENINI, *Note sulla tecnica edilizia del molo romano di S. Marco di Castellabate nel Cilento*, in "ASubacq" III (2002), pp. 39 - 46.
- BENINI 2006 = A. BENINI, *Strutture portuali a Miseno*, in "L'archeologo subacqueo" 34 - 35, 2006, pp. 19 - 20.
- CARSANA 1998 = V. CARSANA, in (a cura di) E. Federico, E. Miranda, *Capri antica. Dalla Preistoria alla fine dell'età romana*, Capri 1998.
- CASTAGNOLI 1963 = F. CASTAGNOLI, *Astura*, in "Studi Romani" XI, 6 (1963), pp. 637-644.
- CASTAGNOLI 1977 = F. CASTAGNOLI, *Topografia dei Campi Flegrei*, in *I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia*, «Atti dei Convegni Lincei» 33 (1977), pp. 41 - 79 (ci si è qui riferiti alla ristampa in F. CASTAGNOLI, *Topografia antica. Un metodo di studio*, II Italia, Roma 1993, pp. 1001-1039).
- CIAMPOLTRINI 1991 = G. CIAMPOLTRINI, *Porti dell'Etruria augustea*, in "Athenaeum" 79 (1991), pp. 256 - 259.
- CIAMPOLTRINI, RENDINI 2004 = G. CIAMPOLTRINI, P. RENDINI, *Il sistema portuale dell'ager Cosanus e delle isole del Giglio e di Giannutri*, in (a cura di) A. Gallina Zevi, R. Turchetti, *Le strutture dei porti e degli approdi antichi*, Soveria Mannelli 2004, pp. 127 - 150.
- COARELLI 2000 = F. COARELLI, *L'inizio dell'opus testaceum a Roma e nell'Italia romana*, in (Actes du coll.) *La brique antique et médiévale. Production et commercialisation d'un matériau*, (Saint-Cloud 1995) Rome 2000.
- DE ROSSI 1984 = G. M. DE ROSSI, *Le torri costiere del Lazio*, Roma 1984.
- DI FRAIA 1993 = G. DI FRAIA, *Baia sommersa. Nuove evidenze topografiche e monumentali*, in "ASubacq" I (1993), pp. 21 - 48.
- FELICI 1993 = E. FELICI, *Osservazioni sul porto neroniano di Anzio e sulla tecnica romana delle costruzioni portuali in calcestruzzo*, in "ASubacq" I (1993), pp. 71-104.
- FELICI 1998 = E. FELICI, *La ricerca sui porti romani in cementizio: metodi e obiettivi*, in (a cura di) G. Volpe, *Archeologia subacquea. Come opera l'archeologo sott'acqua. Storie dalle acque*, *Atti dell'VIII Ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia*, (Certosa di Pontignano - Siena 1996) Firenze 1998, pp. 275-340.
- FELICI 2002 = E. FELICI, *Scoperte epigrafiche e topografiche sulla costruzione del porto neroniano di Antium*, in "ASubacq" III (2002), pp. 107-122.
- FELICI, BALDERI 1997A = E. FELICI, G. BALDERI, *Nuovi documenti per la topografia portuale di Antium*, in *Atti del convegno nazionale di archeologia subacquea A.I.A.Sub.*, (Anzio 1996) Bari 1997, pp. 11-20.
- FELICI, BALDERI 1997B = E. FELICI, G. BALDERI, *Il porto romano di Cosa: appunti per l'interpretazione tecnica di un'opera marittima in cementizio*, in "ASubacq" II (1997), pp. 11 - 19.
- GAZDA 1987 = E.K. GAZDA, *The Port and Fishery: Description of the Extant Remains and Sequence of Construction*, in MCCANN 1987, pp. 74 e ss.
- GAZDA 2002 = E. K. GAZDA, *Cosa's Contribution to the Study of Roman Hydraulic Concrete: An Historiographic Commentary*, in N. W. Goldman (Ed.), *New Lights from Ancient Cosa*, New York 2002, pp. 145 - 177.
- GAZDA i.s. = E.K. GAZDA, *Cosa's Hydraulic Concrete: Towards a Revised Chronology*, in

- R.L. Holfelder (Ed.), Paper of the Conference *The Maritime World of Ancient Rome*, (Rome 2003), "MAAR" in stampa.
- GIACOPINI, MARCHESINI, RUSTICO 1994 = L. GIACOPINI, B. B. MARCHESINI, L. RUSTICO, *L'itticoltura nell'antichità*, Roma 1994.
- GIANFROTTA 1993 = P.A. GIANFROTTA, *Puteoli sommersa*, in *Puteoli*, Napoli 1993, pp. 115 – 124.
- GIANFROTTA 1996 = P.A. GIANFROTTA, *Harbor Structures of the Augustan Age in Italy*, in A. Raban, K. G. Holum (Eds.), *Caesarea Maritima. A Retrospective after Two Millennia*, Leiden - New York - Koln 1996, pp. 65 – 76.
- GIANFROTTA 1998 = P.A. GIANFROTTA, *I porti dell'area flegrea*, in (a cura di) G. Laudizi e C. Marangio, *Atti del seminario di studi Porti, approdi e linee di rotta nel Mediterraneo antico*, Università di Lecce, "Studi di Filologia e Letteratura", (Lecce 1996) Galatina 1998, pp. 153-176.
- GIANFROTTA 1999A = P.A. GIANFROTTA, *Il contributo della ricerca archeologica subacquea agli studi di topografia antica in Italia*, in *La forma della città e del territorio*, (S. Maria Capua Vetere 1998) Roma 1999, pp. 75-90.
- GIANFROTTA 1999B = P.A. GIANFROTTA, *Archeologia subacquea e testimonianze di pesca*, in "MEFRA" III, 1999, 1, pp. 9-36.
- GIANFROTTA 2002 = P.A. GIANFROTTA, *Ponza (puntualizzazioni marittime)*, in "ASubacq" III (2002), pp. 67 – 90.
- GIULIANI 2006 = C. F. GIULIANI, *L'edilizia nell'antichità*, 2ª ed., Roma 2006.
- HOHLFELDER 1996 = R. L. HOHLFELDER, *Caesarea's Master Harbor Builders: Lesson Learned, Lesson Applied?*, in A. Raban, K. G. Holum (Eds.), *Caesarea Maritima. A Retrospective after Two Millennia*, Leiden - New York - Koln 1996, pp. 77 – 101.
- HOHLFELDER, BRANDON, OLESON 2005 = R. L. HOHLFELDER, Ch. BRANDON, J. P. OLESON, *Building a Roman Pila in the Sea – Experimental Archaeology at Brindisi, Italy, September 2004*, in "IntJNautA" 34.1 (2005), pp. 123-127.
- JACONO 1913 = L. JACONO, *Note di archeologia marittima*, in *Neapolis. Rivista di archeologia, epigrafia e numismatica* I, III-IV, Napoli 1913, pp. 353-371.
- LAFON 1989 = X. LAFON, *Vitruve et les villas de son temps*, in H. Geertman, J.J. De Jong (Eds.), *Munus non ingratum, Proceed. of the Int. Symp. on Vitruvius "De architectura" and the Hellenistic and Republican Architecture*, Leiden (1987) 1989, pp. 188 – 193.
- LAFON 2001 = X. LAFON, *Villa maritima. Recherches sur les villas littorales de l'Italie romaine (III^e siècle av. J.-C. / III^e siècle ap. J.-C.)*, BEFAR 307, 2001.
- LOMBARDO 1993 = N. LOMBARDO, *Un documento epigrafico dalla «Villa dei Pisoni» a Baia*, in "ASubacq" I (1993), pp. 49 – 53.
- LUGLI 1928 = G. LUGLI, *Circeii, Forma Italiae, R. I, II*, Roma 1928.
- MAIURI 1956 = A. MAIURI, *Capri. Storia e monumenti*, Roma 1956.
- MCCANN 1987 = A.M. MCCANN et al., *The Roman Port and Fishery of Cosa. A Center of Ancient Trade*, Princeton 1987.
- OLESON 1985 = J.P. OLESON, *Herod and Vitruvius: Preliminary Thoughts on Harbour Engineering at Sebastos: the Harbour of Caesarea Maritima*, in A. Raban (Ed.), *Harbour Archaeology, Proceedings of the first International Workshop on Ancient Mediterranean Harbours*, (Caesarea Maritima 1983) Haifa 1985, BAR 257, pp 165-172.
- OLESON 1988 = J.P. OLESON, *The Technology of Roman Harbours*, in "IntJNautA" 17.2 (1988), pp. 147-157.
- OLESON et al. 2004 = J.P. OLESON, Ch. BRANDON, S. M. CRAMER, R. CUCITORE, E. GOTTI, R. L. HOHLFELDER, *The ROMACONS Project: a Contribution to the Historical and Engineering Analysis of Hydraulic Concrete in Roman Maritime Structures*, in "IntJNautA" 33.2 (2004), pp. 199-299.
- OLESON, BRANTON 1992 = J.P. OLESON, G. BRANTON, *The Harbour of Caesarea Palaestinae: a Case Study of Technology Transfer in the Roman Empire*, (atti del simp.) *Geschichte der Wasserwirtschaft und des Wasserbaus im Mediterranen Raum*, (Merida 1991) Braunschweig 1992, pp. 389-420.
- OLESON, HOHLFELDER, RABAN, VANN 1984 = J.P. OLESON, R. L. HOHLFELDER, A. RABAN, R. L. VANN, *The Caesarea Ancient Harbor Excavation Project (C.A.H.E.P.): Preliminary Report on the 1980-1983 Seasons*, in "JFieldA" III (1984), pp. 282-305.

- PAGANO 1980-1981 = M. PAGANO, *Gli impianti marittimi della villa «Pausilypon»*, in "Puteoli" IV-V (1980-1981), pp. 245 - 255.
- PAGANO 1983 - 1984 = M. PAGANO, *Il lago Lucrino. Ricerche storiche e archeologiche*, in "Puteoli" VII- VIII (1983 - 1984), pp. 113-226.
- PICCARRETA 1976 = F. PICCARRETA, *Astura, passato e presente*, in "Antiqua" 2 (1976), p. 3-16.
- PICCARRETA 1977 = F. PICCARRETA, *Astura, F.I., R. I, XIII*, Firenze 1977.
- PICCARRETA 1980 = F. PICCARRETA, *Torre Astura*, in (cat. della mostra) *L'aerofotografia da materiale di guerra a bene culturale. Le fotografie aeree della R.A.F.*, Roma 1980, pp. 112-115;
- PICCARRETA 2003 = F. PICCARRETA, *Torre Astura*, in M. Guaitoli (a cura di), *Lo sguardo di Icaro. Le collezioni dell'Aerofototeca Nazionale per la conoscenza del territorio*, Roma 2003, pp. 486 - 488.
- QUILICI 1993 = L. QUILICI, *Il porto di Civitavecchia - l'antica Centumcellae*, in (Atti del simp.) *Eius virtutis studiosi: Classical and Postclassical Studies in Memory of F.E. Brown, Studies in the History of Art* 43, London 1993, pp. 63 - 83.
- RABAN 1988 = A. RABAN, *Coastal Processes and Ancient Harbour Engineering*, in (A. Raban Ed.) *Archaeology of Coastal Changes, Proceedings of The First International Symposium Cities on the sea - past and present*, Haifa (1986) 1988, BAR 404, pp. 185-208.
- SCHLÄGER 1971 = H. SCHLÄGER, *Die Texte Vitruvs im Lichte der Untersuchungen am Hafen von Side*, "Bjb" 1971, pp. 150-161.
- SCHMIEDT 1970 = G. SCHMIEDT, *Atlante aerofotografico delle sedi umane in Italia. Parte seconda*, Firenze 1970.
- SCHMIEDT 1972 = G. SCHMIEDT, *Il livello antico del Mar Tirreno. Testimonianze dai resti archeologici*, Firenze 1972.
- SCOGNAMIGLIO 2002 = E. SCOGNAMIGLIO, *Nuovi dati su Baia sommersa*, in "ASubacq" III (2002), pp. 47 - 55.
- SCOGNAMIGLIO 2004 = E. SCOGNAMIGLIO, *Indagini archeologiche subacquee a Miseno*, in "Bollettino flegreo" 17 (2004), pp. 33 - 39.
- SOMMELLA 1978 = P. SOMMELLA, *Forma e urbanistica di Pozzuoli romana*, "Puteoli" II (1978).
- UGGERI 1968 = G. UGGERI, *La terminologia portuale romana e la documentazione dell'«Itinerarium Antonini»*, in "StItFilCl" XL, I-II, 1968, pp. 225-254.
- XIMÉNÈS, MOERMAN 1988 = S. XIMÉNÈS, M. MOERMAN, *The Roman Harbour of Laurons: Building and Structures*, in *Archaeology of Coastal Changes, Proceedings of The First International Symposium Cities on the sea - past and present* (A. Raban Ed.), Haifa (1986) 1988, BAR 404, pp. 229-252.
- XIMÉNÈS, MOERMAN 1989 = S. XIMÉNÈS, M. MOERMAN, *Le quai de la crique est du port romain des Laurons (Martigue)*, in "CahASubacu" VIII (1989), pp. 179-191.