

Un cabestano sulla *prima* nave romana del lago di Nemi

Nino Giunchi^a, Pier Gabriele Molari^{b*}

^a Cervia, Ravenna, Italy

^b Bologna, Italy - piergabriele.molari@unibo.it

Abstract

A capstain on the *first* Roman ship from the Nemi lake

The discovery on the first of the Nemi ships of parts of two so-called rotating platforms has given rise to numerous hypotheses on their use. The topic is particularly interesting since it is the first known use of spherical or truncated cone rolling elements on axial bearings. Here the thesis is argued that the two platforms belonged to a capstan embarked on the stern of the ship to sail the very heavy anchor, to move the ship in the lake or to connect it in some way to the shores. The position of the artifacts found on the ship, the close analogy with a capstan depicted in a mosaic of Ostia, the presence of a support base, a bronze collar and also numerous pawls are elements in support of the thesis. The base allows to identify the presence of the capstan between the frames 105 and 110 of this ship. Finally, a reconstruction of the machine is attempted with its possible modifications made at the time and the possible design variants.

Riassunto

Un cabestano sulla *prima* nave romana del lago di Nemi

Il ritrovamento sulla *prima* delle Navi di Nemi di parti di due cosiddette *piattaforme rotanti* ha suscitato numerose ipotesi sul loro uso. L'argomento è particolarmente interessante dato che si tratta del primo impiego noto di elementi rotolanti sferici o a tronco di cono su ralle. Si argomenta qui la tesi che le due *piattaforme* appartenessero ad un cabestano imbarcato sulla poppa della nave per salpare la pesantissima ancora, per spostare la nave nel lago o per collegarla in qualche modo alle rive. La posizione dei reperti ritrovati sulla nave, la stretta analogia con un cabestano raffigurato in un mosaico di Ostia, la presenza di una base di appoggio, di un collare di bronzo e anche di numerosi nottolini sono elementi a sostegno della tesi posta. La base permette di identificare la presenza del cabestano fra le ordinate 105 e 110 di questa nave. Viene infine tentata una ricostruzione della macchina con le sue possibili modifiche allora apportate e le possibili varianti di progetto.

Keywords: Cabestano, Navi di Nemi, Ralla romana

2021 MSC: 00-01,99-00

1. Premesse e scopo del lavoro

Una grande opera di ingegneria fu eseguita negli anni 30 del secolo scorso (1928-1932) per abbassare il livello del lago di Nemi¹ in modo da poter recuperare due grandi navi romane della prima metà del I sec d.C, costruite al tempo dell'imperatore Caligola, che si sapeva giacessero sul fondale. Si scorgevano per le acque limpidissime del lago, come riporta nei suoi diari, con vari particolari, già il papa Piccolomini nel 1463 [2] [3]. Le navi nel tempo furono oggetto di vari tentativi di recupero e di rilievi [1] [4]. Nel 1895 vennero asportate varie parti in legno appartenenti soprattutto alle coperte e vennero recuperati vari oggetti [1]. Il recupero conclusivo del 1930 promise di trovare alcuni oggetti, quasi tutti sul primo ponte della *prima*² nave, dato che la coperta era stata asportata, o fuori bordo, che attirarono la curiosità degli studiosi. Si considerano qui alcuni di questi oggetti in modo unitario e si argomenta come siano appartenenti ad un

¹ In un filmato dell'Istituto Luce si possono vedere alcune fasi del recupero:

[Recupero delle Navi Romane Dal Lago di Nemi - YouTube](#). Tutta la storia dei vari tentativi di recupero, Gli oggetti recuperati e tutta l'impresa del 1930 sono descritti con tutti i particolari in [1], si veda anche [4].

² Cosiddetta prima nave perché fu la prima ad affiorare.

cabestano che doveva troneggiare sulla tolda della nave, in modo del tutto simile a quanto appare nella nave da carico romana raffigurata ad Ostia in un mosaico di pavimento [6].

2. Il materiale recuperato

Su questa nave si trovarono vicine e sul primo ponte, fra le ordinate 105 e 110, quindi lato poppa Fig. 1, alcune sfere con pernotti. Due di queste sfere vennero trovate ancora collegate ad un frammento di telaio di sostegno in legno³ Fig. 2 e furono subito pensate appartenenti ad una ralla [5]. Una ricostruzione è esposta nel museo delle navi di Nemi.

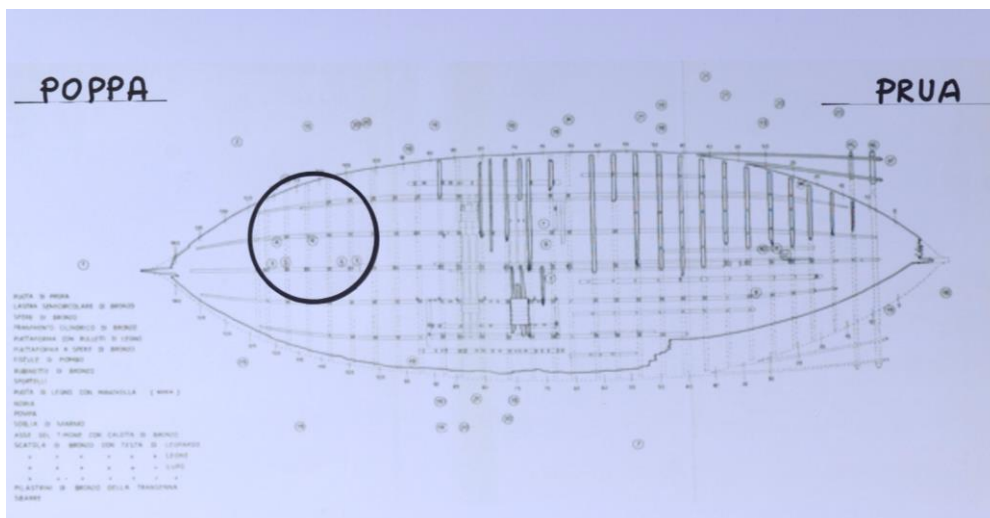


Fig. 1 Vista in pianta della prima nave con la posizione del ritrovamento delle parti sopra riportate (Tav III, [1])

La parte di telaio in legno della ralla di Fig. 2 mostra evidenti segni di svio del perno di un elemento, chiaramente uscito dalla sua sede tanto da poter ipotizzare che la ralla sia stata sostituita a causa di questa avaria. Mostra anche una parte di una traversa di collegamento delle parti del telaio fuori centro rispetto ad un ipotetico centro della pista.

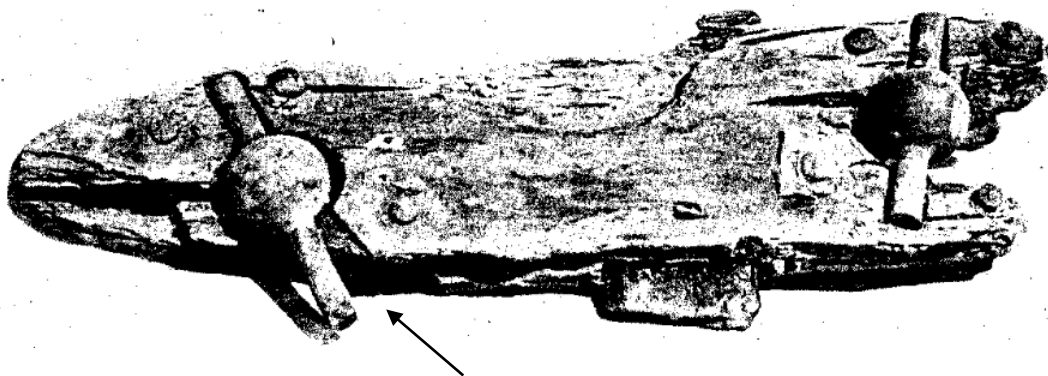


Fig. 2 Il frammento di piattaforma in legno ritrovato con due sfere in bronzo. Si nota sul telaio, in corrispondenza della sede in basso del perno di sinistra, la fuoriuscita di questo perno dalla sua sede. La traversa di collegamento che sorge, è disassata, nel senso che non passa per il centro individuato dagli assi degli elementi rotolanti [1]

³ La geometria di tutti i 19 elementi sferici recuperati nelle varie campagne di recupero delle navi è riportata in [4]

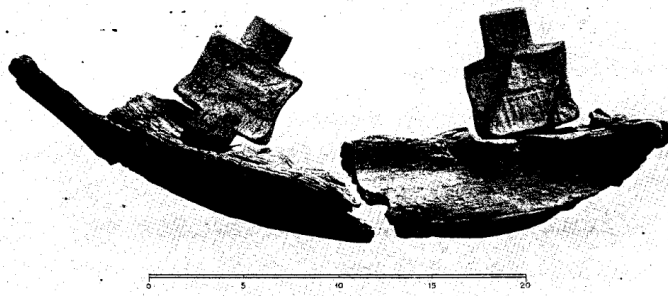


Fig. 3 Il frammento di piattaforma girevole ritrovato con due rulli conici di legno dotati di perni d'estremità [1]

Nella stessa zona vennero anche rinvenuti due rulli conici sempre dotati di perni d'estremità in legno, anche questi con parte dell'anello pure in legno Fig. 3. Fu facile considerare anche questi elementi come parti di una piattaforma rotante e disegnarne una ricostruzione come fatto per la piattaforma precedente Fig. 4 [1], questa più approssimata dell'altra per lo stato degli elementi in legno.

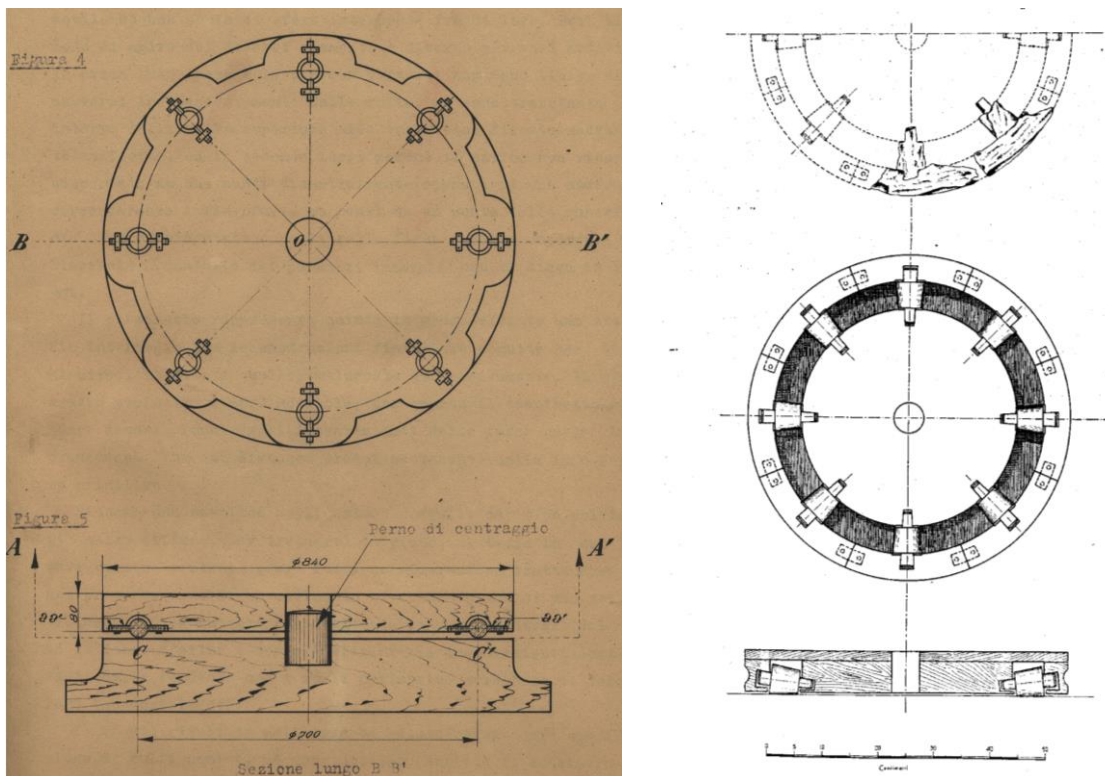


Fig. 4 Le "piattaforme rotanti" con sfere in bronzo [5] e quella con rulli in legno disegnate in base ai ritrovamenti [1] la prima con un diametro esterno di 840 mm e la seconda con un diametro esterno di 588 mm

Le dimensioni degli elementi rotolanti sono particolari, infatti, basandosi sui reperti, l'altezza del tronco di cono è stata ricostruita uguale al diametro delle sfere di bronzo, e questo diametro uguale al diametro medio del tronco di cono Fig.5.

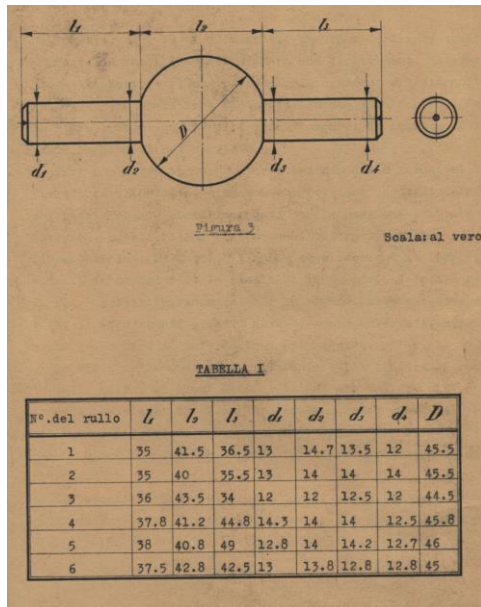


Fig.5 Dimensioni degli elementi rotolanti in bronzo [5] [4]. A destra una ricostruzione in legno con il diametro della sfera uguale al diametro medio del tronco di cono e alla sua altezza

Vennero poi ritrovati due collari di bronzo Fig. 6, un grande bozzello Fig.7 e due gigantesche ancore Fig.8. Essendo le navi prive di remi, e di banchi per i rematori, potevano essere spostate o ancorate solo mediante cime fissate a terra o agendo sulle ancore. Per avere una idea tangibile delle forze che venivano richieste per queste manovre sia sufficiente pensare che il ceppo in piombo di una delle ancore recuperate pesa circa 417 kg (1275 libbre), e che l'ancora è stata ritrovata unita ad una cima di sparto del diametro di circa 100 mm [1]. Piace qui riportare una frase dal diario di questo recupero: *Come per prodigio, appaiono intatti l'accurata fasciatura che avvolge il ceppo e i due cavi costituenti l'anello o cicala, e pure intatte, sin che giacciono nel molle limo, la gomina d'ormeggio del diametro di cm. 10, che si prolunga nella direzione del tempio, e altre che serpeggiano e si perdono nella melma.*

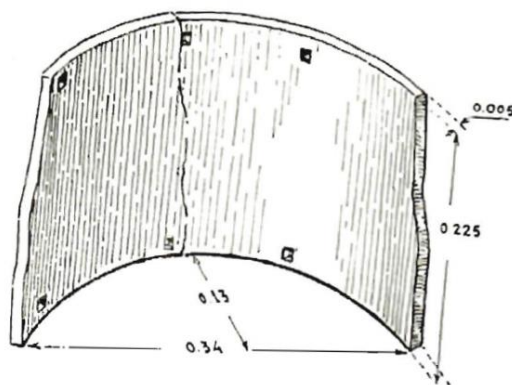


Fig. 6 Frammento di un collare in bronzo con diametro interno di circa 352 mm e alto 225 mm [1]

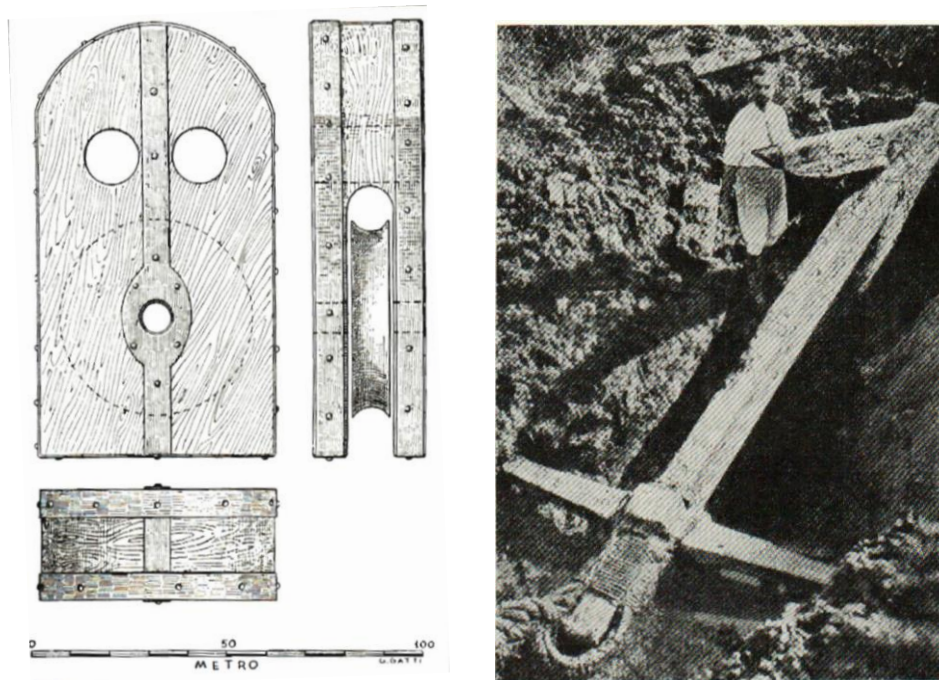


Fig.7 Il gigantesco bozzello [1]; A destra, Fig. 8 L'ancora di legno ritrovata. Sul ceppo in piombo è inciso il peso di 1275 libbre (417 kg) [1]

3. La posizione nella quale questi elementi sono stati recuperati

Varie sono state le ipotesi sull'impiego di queste ralle, quasi tutte frutto di fantasia. Si argomenta qui come tutti gli elementi, ritrovati nella parte di sinistra del primo ponte della *prima nave* fra le ordinate 100 e 105, possano essere tutti pensati facenti parte di un cabestano collocato a poppa sulla tolda delle navi. L'ipotesi che le parti ritrovate facessero parte di una ralla utilizzata per un verricello fu posta in forma dubitativa e non approfondita anche in [5] dove si legge: *Non è però da escludere che la piattaforma abbia servito piuttosto per sostenere un verricello.*

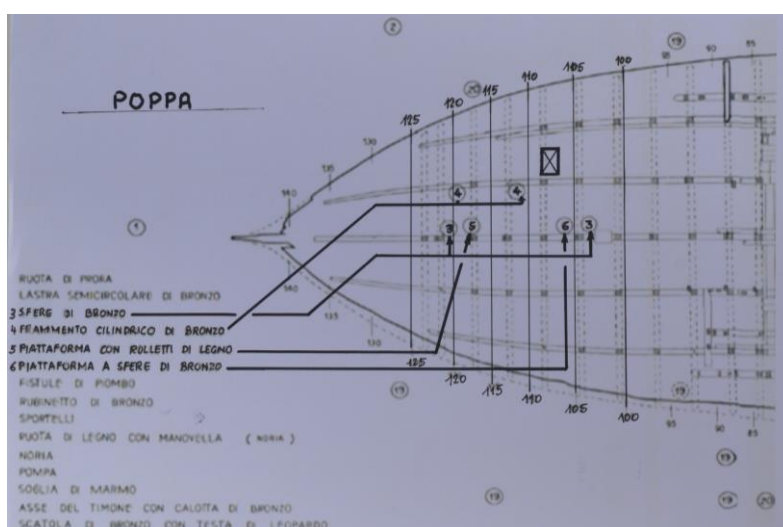


Fig.9 Dettaglio della posizione degli elementi ritrovati su primo ponte [1]



Fig. 10 Il cabestano sulla nave di sinistra (mosaico del Piazzale delle Corporazioni di Ostia del II sec) [9]

Nasce così la necessità di verificare che all'epoca queste così importanti macchine fossero impiegate a bordo delle navi e comprendere perché non siano stati rinvenuti i cabestani completi. Alla prima questione è facile rispondere, dato che esiste almeno una immagine di un cabestano nel mosaico del pavimento Piazzale delle Corporazioni di Ostia del II sec Fig.6 [6]. Ora anche alcuni ritrovamenti⁴ su di una nave di quel periodo, recentemente identificata su di un fondale del Mar Nero, ne confermano l'esistenza. Nel mosaico appare chiaramente il cabestano e la sua posizione in coperta sulla poppa della nave. E' questo un punto importante che permette di rispondere alla seconda domanda. Si può infatti giustificare che il cabestano non sia stato ritrovato sulle navi di Nemi perché l'albero centrale, sfilandosi, sarebbe potuto riemergere al momento dell'affondamento o perché la coperta della nave era già stata in gran parte recuperata in precedenti tentativi che si erano prolungati nel tempo e dei quali abbiamo documentazione certa fin da Flavio Biondo che riporta il tentativo dell'Alberti [7] [1].

4. Gli argani ad asse verticale (argani a giostra) ed i cabestani

Come noto, i cabestani sono argani ad asse verticale, sull'albero dei quali si avvolge qualche spira di una fune di traino, tenuta in tiro sul ramo d'uscita con piccola forza e che vengono azionati dai marinai attraverso stanghe orizzontali, dette manovelle d'argano, a sbalzo o passanti in recessi dell'albero, Figg. 12 e 13. Si tratta in sostanza di una giostra che ruota attorno ad un albero verticale sostenuto radiamente su cuscinetti a rotolamento o a strisciamento e da un cuscinetto reggispira assiale, normalmente chiamato ralla. Si differenziano dagli analoghi argani impiegati in edilizia o per il sollevamento di paratie come quello rappresentato in un bassorilievo sul Fucino (del II d. C.) Fig. 11 [7] o in una immagine dell'Esperis di Basinio di Parma del noto cantiere del Tempio Malatestiano di Rimini, impiegato ancora nel 1453 [8], perché necessitano di coppie elevate e quindi di stanghe lunghe impegnate in un albero che deve essere pertanto privo del sostegno superiore, non potendo alloggiare all'interno di un portale. Nei cabestani e negli argani di marina il secondo sostegno è molto ravvicinato al primo, lasciando finestre nel telaio per avvolgere le spire, in modo che parte dell'albero sporga a sbalzo come si può vedere dalle foto riportate in Figg. 12 e 13. I cabestani erano impiegati a bordo di navi fino a qualche tempo fa per issare le ancore e per alcune manovre di bordo o, anche a terra, nelle operazioni di alaggio Fig.13.

⁴ La notizia è apparsa su giornali e in documentari televisivi ma, ancora, a conoscenza degli Autori, non è stato pubblicato alcun lavoro su questo importante ritrovamento

Con l'avvento della motorizzazione si è poi preferito portare in coperta la ralla e far sostenere il tamburo rotante da un albero fisso a sbalzo ancorato sulla coperta, invece di realizzare, sul paramezzale o in un massiccio ad esso collegato, una scassa con la stessa tecnica impiegata per sostenere l'albero maestro.

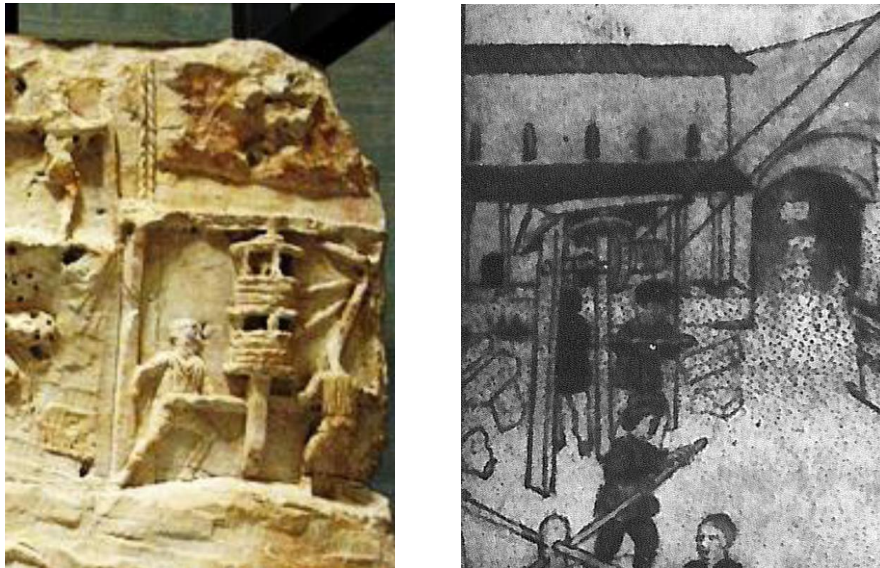


Fig. 11 Argano con albero sostenuto in alto ed in basso e con manovelle d'argano ovviamente di dimensioni ridotte all'interno di una struttura a portale [8] Lo stesso tipo di macchina si può trovare ancora operante nel 1453 per la costruzione del tempio Malatestiano di Rimini [9].



Fig. 12 A sinistra, un argano verticale in Normandia [10] a destra un argano a Chioggia [11]. Alcune spire si avvolgono sulla parte inferiore dell'albero la fune è tesata da un bimbo e addugliata a lato



Fig. 13 Cabestano con le portate delle stanghe (o manovelle d'argano) [12] e a destra il relitto per il *salpatu* delle ancore nella tonnara di Capo Granitola - si può vedere il cuscinio subito sotto il ringrosso dell'albero sul quale viene avvolta la fune e che funge da reggispinta [13].

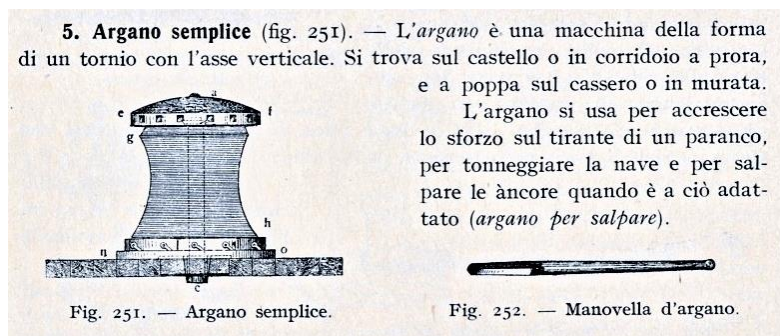


Fig. 14 Cabestano (o argano semplice) con le portate delle stanghe (o manovelle d'argano). Da notare in basso i nottolini di arresto del tamburo [14]

5. Il cabestano sulla nave di Nemi: elementi per una ricostruzione

Sulla *prima nave* di Nemi, dati i carichi da trainare o da sollevare, con la fune che attraversa un occhio sulla murata, si può pensare che l'albero del cabestano attraversasse la coperta di poppa e che in questo passaggio vi fosse un cuscinio radiale come disegnato, a tratto pieno, in Fig. 15. Il cabestano va pensato nella posizione dove è stato rinvenuto sul primo ponte un piano di riscontro in materiale lapideo, Fig. 16. Questa posizione comporta che sia lecito ipotizzare che per salpare le ancore, venisse impiegata, o la usuale cima proveniente da una taglia multipla fuori bordo, o un "messenger cable" [15]⁵ con diametro inferiore a quello della cima che collegava la nave con l'ancora, in modo da lasciare, ad operazione conclusa, libera la coperta nella parte di prua.

Per il vincolo assiale si può pensare che la ralla con sfere fosse posizionata in basso sul primo ponte, e che, per quanto visto sul frammento dell'anello recuperato, sia andata presto in avaria e che sia stata sostituita con la più piccola ralla a rulli conici Fig. 15.

⁵ Non sarebbe questo il solo motivo per affermare le grandi innovazioni tecnologiche apportate dalla marina romana individuate a Nemi, dopo il così enfatizzato ritrovamento della ancora con pesante ceppo che richiama le moderne ancore "Ammiragliato".

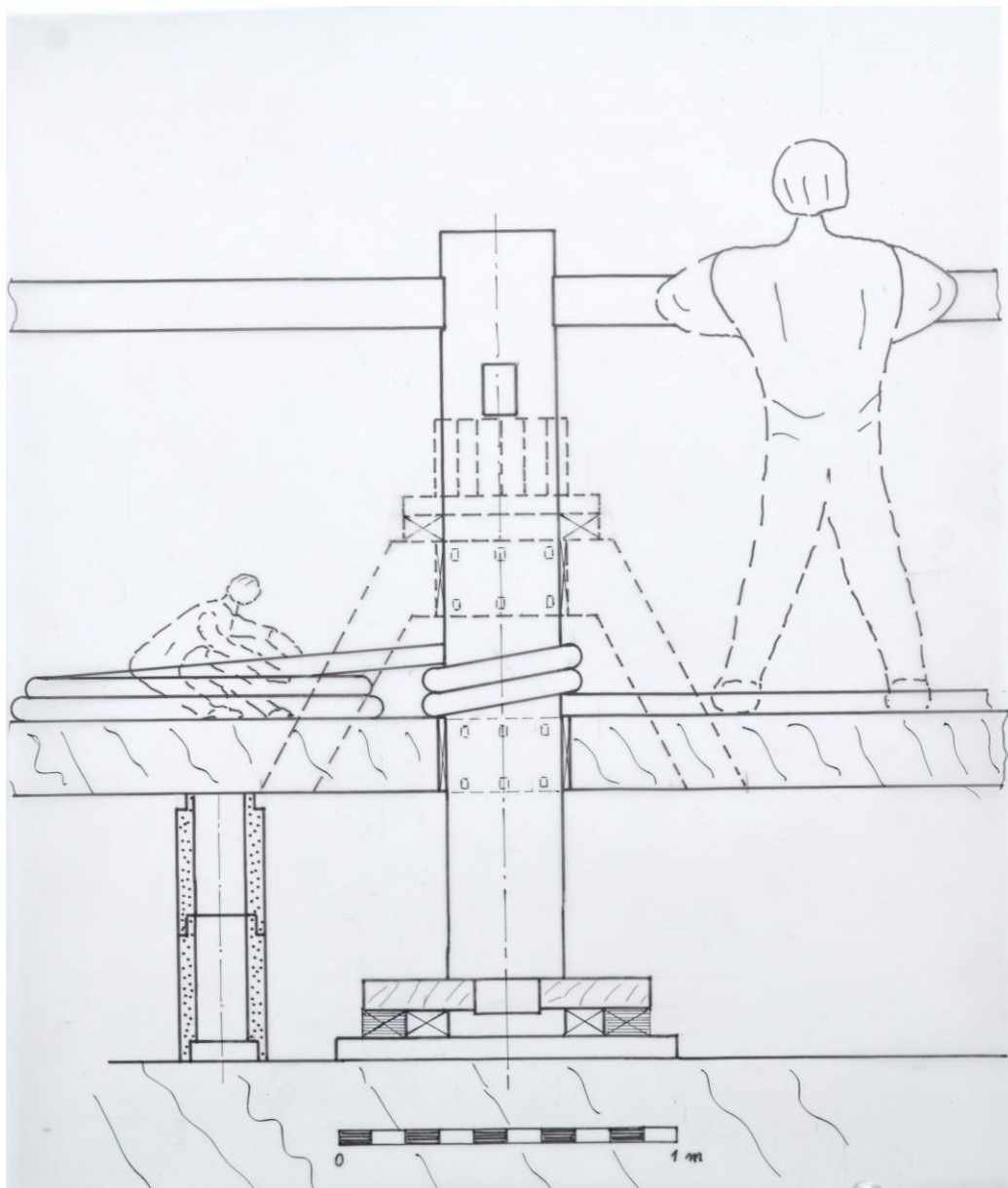


Fig. 15 Ricostruzione in scala del cabestano di bordo con albero di diametro pari a 352 mm. In evidenza le ralle (come da testo) e il cuscino ancorato alla struttura della coperta della nave. In tratteggio, un'altra ipotetica soluzione con castello, un secondo appoggio e ralla portata in alto.

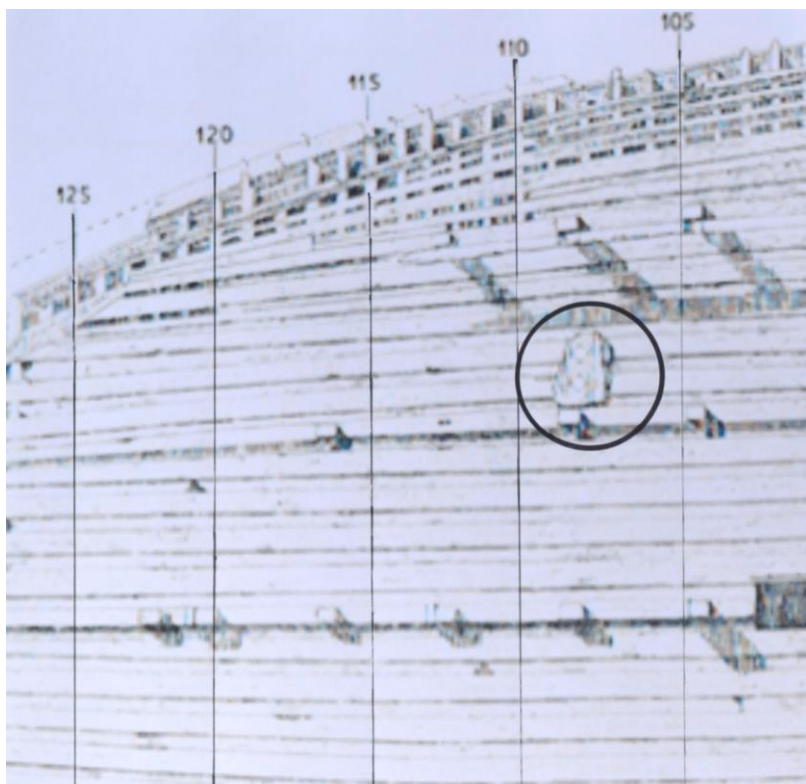


Fig. 16 Riscontro di materiale lapideo rinvenuto sul primo ponte fra le ordinate 105 e 110 [1]

La sostituzione della ralla dotata di elementi rotolanti sferici con quelli tronco-conici appare plausibile a differenza di quanto fino ad ora considerato. Infatti la ralla con rulli tronco-conici in legno è stata quasi ignorata rispetto alla “più nobile” realizzazione con sfere in bronzo.

Le soluzioni considerate sono così del tutto coerenti con il ritrovamento dei pezzi che appaiono come parti sopra descritte, andate in avaria, sostituite e abbandonate in loco. Il grande sforzo prodotto per spostare la nave o per sollevare l'ancora e la difficoltà di mantenere la perpendicolarità fra l'albero e il piano inferiore di appoggio, ci fa capire il motivo dello svio degli elementi rotolanti sferici e anche il motivo della sostituzione degli elementi rotolanti con quelli in legno a forma di tronco di cono.

Non va trascurato che, malgrado i materiali siano così diversi come il legno ed il bronzo, il fatto che sia uguale l'altezza del tronco di cono con il diametro delle sfere, e che pure il diametro delle sfere sia pure uguale al diametro medio del tronco di cono, si debba fare riferimento, oltre che ad una ralla per lo stesso impiego, anche ad un unico progettista e quindi all'evoluzione di questi due componenti: da ralla più grande con sfere, a ralla piccola con elementi rotolanti a tronco di cono. Anche la riduzione della dimensione della ralla, passando da un diametro esterno di circa 840 mm ad uno di circa 588 mm, ed il materiale impiegato, fa pensare alla necessità di permettere un certo grado di tolleranza sulla rotazione trasversale dell'albero. Tutto ciò fa supporre che per contrastare le spinte radiali fosse stato inizialmente ritenuto sufficiente impiegare un unico cuscinio di notevoli dimensioni (352 mm di diametro e 225 di altezza). Prescindendo dal materiale impiegato, gli elementi rotolanti a tronco di cono appaiono una evoluzione di quelli in bronzo: sia sufficiente pensare al più corretto dimensionamento dei perni avendo questi un rapporto fra lunghezza e diametro pari ad 1 contro un rapporto pari a 3 degli altri, esageratamente sporzionato quest'ultimo per avere una

minore pressione specifica di contatto⁶. Questa soluzione permette di avere una distribuzione della pressione di contatto più uniforme sui sostegni e quindi di diminuire, se non evitare, il pericolo di svio.

Una soluzione alternativa, più corretta dal punto di vista statico, potrebbe essere stata quella di portare la ralla in coperta e riscontrare l'albero in basso su di un secondo cuscinio radiale a strisciamento, come negli argani fotografati nelle Figg. 10 e 11. Questa soluzione non sembra essere stata realizzata sulla nave di Nemi per la mancanza di una scassa di posizionamento del cuscinio sul primo ponte e per l'esistenza di una traversa che sporge dalla ralla con sfere Fig.2, incompatibile questa con il passaggio dell'albero.

Una soluzione più semplice sarebbe stata quella di costruire un castello in coperta a quattro zampe per alloggiare il secondo cuscinio radiale e per appoggiarvi sopra la ralla, come nella macchina di Fig.13 (a destra). Questa ultima ipotetica soluzione, utilizzata negli ultimi cabestani azionati a mano, viene tratteggiata nel disegno di Fig.15 e si riporta per confronto.

Va sottolineato ancora come siano state ritrovate, sul primo ponte e nella stessa zona di ritrovamento delle sfere, due valve di bronzo, dotate di fori in modo da poter essere fissate con chiodi, che è facile supporre formassero il cuscinio di appoggio dell'albero in corrispondenza della coperta. Anche questo guscio presenta una crepa che sembra dovuta ai motivi sopradetti.

Per giustificare il mancato ritrovamento dell'albero del cabestano, si può pensare che l'albero sia affiorato spontaneamente, galleggiando o facilmente estratto dalla sua sede e che la ralla sia stata pure facilmente agganciata durante un tentativo di recupero. Anche i numerosi nottolini ritrovati in altra parte della nave possono essere pensati per impedire la rotazione retrograda del cabestano.

Per completare il dimensionamento del cabestano, l'altezza della parte sporgente dell'albero va definita in funzione dell'altezza media al petto di un romano che può essere valutata fra 150 e 160 cm in base ai dati forniti in [16].

⁶ Si ricorda che il normale dimensionamento dei perni a strisciamento prevede un rapporto compreso fra 0,8 ed 1,5.

6. Conclusioni

Dagli elementi ritrovati sulle navi di Nemi quali sfere su pernotti e rulli tronco-conici si argomenta che appartenessero ad un cabestano disposto sulla parte poppiera della nave, necessario per salpare le così pesanti ancore e per le manovre della nave e per eventuali collegamenti con le sponde del lago. Sembra lecito ipotizzare, per la particolare posizione, che venisse utilizzato proprio un “messenger cable” lasciando libera la parte di prua. L’esistenza di “piattaforme rotanti” con rulli conici e con sfere, fa pensare a successive evoluzioni del progetto del cabestano particolarmente sollecitato.

Superando le facili e fantasiose ipotesi fatte nel passato sull’uso della ralla, si individua la posizione del cabestano sulla nave attraverso un non altrimenti motivato piano di appoggio sul primo ponte della nave e si giustifica così anche la dispersione degli elementi rotolanti. La coincidenza delle principali dimensioni degli elementi rotolanti, ritrovati sotto coperta sul primo ponte, il mantenimento di alcuni vincoli dimensionali, quali l’ingombro assiale e la larghezza della pista di rotolamento, porta ulteriori argomenti per sostenere che sia avvenuta una sostituzione della ralla. Un più corretto posizionamento, dal punto di vista statico, della ralla in coperta e della conseguente esistenza di un cuscinio radiale sul primo ponte non sembra plausibile per il mancato ritrovamento di una scassa su questo ponte e per la traversa presente sulla ralla che avrebbe impedito il passaggio dell’albero.

Si riporta poi, per un utile confronto, un ulteriore ipotetico sviluppo del progetto sulla falsariga di cabestani azionati a mano. Il fatto che non sia stato ritrovato l’albero del cabestano si comprende essendo questo un elemento sfilabile, che poteva affiorare galleggiando o essere facilmente imbragabile per farlo risalire in superficie.

Ringraziamenti

Si ringrazia il dott. Julian R. Whitewright per i suoi lavori di archeologia marittima che hanno fornito molti spunti per il presente lavoro [17] e per le indicazioni fornite sul mosaico di Ostia. Si ringrazia il dott. Stefano Medas per i consigli che hanno permesso di migliorare il presente lavoro.

Bibliografia

- [1] Ucelli Guido, *Le navi di Nemi*, La Libreria dello Stato, Roma, 1927
- [2] Enea Silvio Piccolomini, *Commentarii rerum memorabilium, quae temporibus suis contigerunt*, Ex typographia Dominici Basae, Roma, 1584, <http://hdl.handle.net/2027/gri.ark:/13960/t2t495k84>
- [3] Molari Pier Gabriele, *Argomenti per considerare le navi di Nemi come giganteschi organi musicali idraulici dell'imperatore romano Caligola*, [preprint] AMSacta, Università di Bologna, Bologna, 9 gennaio 2020, <http://amsacta.unibo.it/6307/>
- [4] Ceccarelli M., Molari P.G., Ceccarelli S., Conti C., Martines G., *Analysis and Reconstruction of a Platform with Ball Bearings in Roman Ships of Nemi Lake*, HMM2018 26-28 sept 2018- Pechino (the gold best paper award), in Zhang B., Ceccarelli M., (Ed.) *Explorations in the History and Heritage of Machines and Mechanisms*, Springer, 2019, ISBN 978-3-030-03537-2 pagg.187-198
- [5] RIV Servizio Tecnico, *Cuscinetti a rotolamento ed altri organi meccanici rinvenuti sulle navi di Nemi*, Relazione 864 del 16 sett. 1932
- [6] Mosaico del Piazzale delle Corporazioni di Ostia del II sec Piazzale delle Corporazioni. Some considerations about the mosaic of statio 25 | FORO (ostia-foundation.org); Friedman Z., *Ship Iconography in Mosaics. An aid to understanding ancient ships and their construction*, BAR International Series 2202, 2011.
- [7] Blondi Flavii Forliviensis, *Italia illustrata*. Basel, in officina Frobeniana, 1531
- [8] Museo della Marsica, Castello Piccolomini, Rilievi inv. 67501 [Le Opere - Museo della Marsica \(beniculturali.it\)](http://beniculturali.it)

- [9] Basinio da Parma, *Hesperis*: Paris, Bibliothèque de l'Arsenal, 630; Oxford Bodleian Library, Canon. class. lat. 81; Vaticano, Biblioteca Apostolica Vaticana, Vat. lat. 6043.
- [10] Carte Postale in AA. Vari, *Il y a 100 ans La France d'autrefois*, Reader's Digest, 2012, ISBN 2709824256
- [11] Cartolina Postale Chioggia, da "Chioggia com'era" <http://www.chioggiamuseogalleggiante.com/foto-chioggia-come-era/>
- [12] Carte Postale, n.71 *Matelot Normand*, ND Phot
- [13] Argano del vascello caporais della tonnara di Capo Granitola (foto di Nino Giaramidaro, 1964; pubblicata in G. Serra, *Viaggio a Capo Granitola*, sez. XXXIII, in fase di stampa).
<http://www.capogranitola.it/images/gallery/grandi/7/18.jpg>
- [14] Imperato Fortunato, *Arte navale*, Hoepli, Milano, 1921
- [15] <https://nadm.tamu.edu/index.php/h-m-s-victory-1765-capstan/>
<https://nautarch.tamu.edu/model/report2/>
- [16] McNab C., *La grande storia dell'esercito di Roma*, Gorizia, 2012, LEG Edizioni
- [17] Whitewright Julian R., *Maritime Technological Change in the Ancient Mediterranean: The invention of the lateen sail*, Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, University of Southampton, Faculty of Law, Arts & Social Sciences, School of Humanities, June 2008

Appendice

Qualche calcolo

Per sollevare una ancora del peso di mezza tonnellata, avvolgendo una fune su di un albero di 352 mm di diametro, occorre esercitare una coppia di $5000 \text{ N} \times 0,352/2 = 880 \text{ Nm}$. Quattro marinai agendo contemporaneamente con una forza di 300 N su bracci di due metri possono tranquillamente raggiungere una coppia di 2400 Nm, sufficiente per vincere gli inevitabili attriti.