

# *Le artiglierie di Venezia*

Parte 2<sup>a</sup>

DINO PAGANO

## *- Le fusioni dei pezzi “da Mar” e “da Tera”, ovvero... bronzo e ferro*

La “diabolica invenzione” come ebbe a definirla il Cervantes, veniva costruita con due materiali resistenti all’epoca: il ferro e il bronzo.

Premesso che alle origini le artiglierie erano costruite prevalentemente in ferro, il bronzo venne preferito dalla maggior parte delle potenze europee, sia per la facilità di fucinatura, che per la resistenza in ogni condizione di tempo.

Venezia, all’epoca aveva una delle migliori flotte d’Europa, e per questo motivo i cannoni in bronzo erano necessariamente preferiti per essere imbarcati: non erano soggetti alla corrosione derivata dalla salsedine che invece attaccava in maniera devastante i cannoni in ferro. Il bronzo, quindi, divenne materiale strategico, ancorché di valore, rispetto al ferro, la cui fucinatura era però deficitaria dall’arretratezza delle conoscenze metallurgiche dell’epoca. Osserviamo assieme pregi e difetti dei due materiali e le problematiche connesse con la produzione.

## *- Cannoni in ferro*

Il miglior materiale atto a sostenere le sollecitazioni della polvere nera, all’inizio, non poteva essere che il ferro. Come abbiamo già visto, i pezzi, ai primordi, avevano forme voluminose, sia per contenere la carica necessaria al lancio del proietto, sia per resistere alla deflagrazione della stessa.

A causa dell’arretratezza della tecnologia metallurgica del ferro in quei secoli, non era possibile ottenere i pezzi in una sola fusione, anche se il materiale aveva indubbiamente un costo più basso rispetto al bronzo.

Inoltre, era soggetto ad ossidazione con l’aria, fenomeno che veniva accelerato in maniera esponenziale dal contatto con l’acqua, ancor più se salata, che portava a un progressivo e pericoloso indebolimento del pezzo.

Le canne in ferro venivano ottenute mediante rivettatura e cerchiatura di numerose barre in ferro fucinato, riunite a mo’ di rudimentale tubo. Una delle estremità della canna così ottenuta veniva chiusa. Questa parte, chiamata “mascolo” era una sorta di cilindro, ovviamente sempre dello stesso metallo (anche se per pezzi di minori dimensioni, questo era in cuoio battuto e rinfor-

zato), e ospitava la carica di polvere nera. Una volta caricato, il mascolo veniva introdotto nella bombarda dalla parte posteriore detta “tromba” che conteneva il proietto.

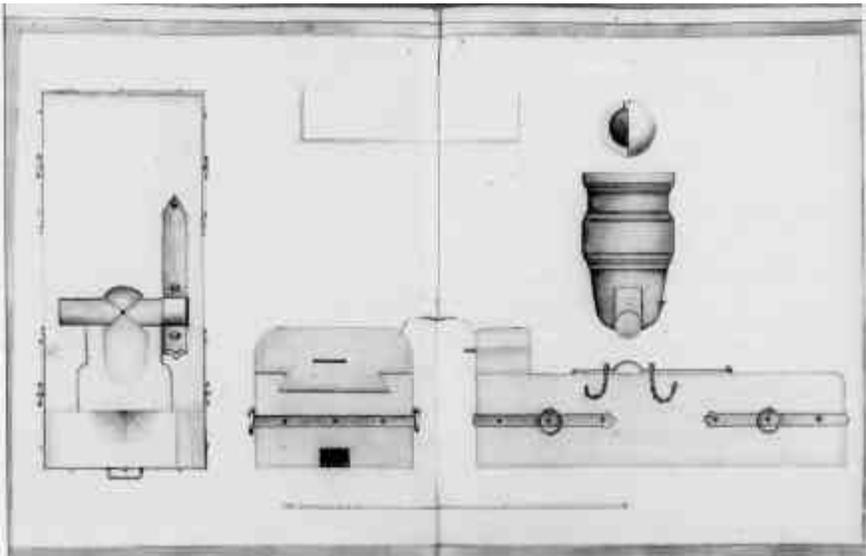
Se vogliamo, questo era una sorta di primitivo cannone a retrocarica: più mascoli potevano esser caricati nella medesima bombarda, ecco che lo stesso pezzo di artiglieria poteva avere una celerità di tiro non indifferente.

Una volta terminata l’arma veniva collocata in un affusto in legno pesante, e ad esso assicurato da una sorta di imbracatura in cordame. Il pezzo così finito poteva esser messo in batteria dopo averlo “piantato” nel terreno, assicurandolo con un muro in legno e terra atto a contenere il rinculo.

Oltre agli agenti atmosferici che intaccavano facilmente il materiale, queste armi soffrivano di una mobilità e una celerità di tiro inadeguate a sostenere da sole, il peso di un conflitto e a determinarne le sorti.

Infine, le canne in ferro erano soggette a una immaginabile usura che, dopo una serie di colpi sostenuti, potevano esplodere uccidendo bombardieri e soldati posti nelle vicinanze.

Tra l’altro, all’atto dell’accensione delle polveri, il bombardiere si riparava dietro una staccionata.



Progetto di mortaio. Venezia,  
Archivio di Stato, Patroni e Proveditori all’Arsenale, b. 562

Solamente verso il tardo '600 i cannoni costruiti mediante l'assemblaggio di doghe in ferro battuto e rivettatura vengono pian piano soppiantati dai cannoni in ferro ottenuti in un'unica fusione.

Il getto di metallo veniva effettuato su di una forma cilindrica, il cui asse longitudinale era occupato da una sbarra. L'anima veniva ottenuta in maniera regolare mediante l'alesaggio per mezzo di uno stilo in acciaio dotato di taglienti. Con l'impiego di stampi della stessa sorte, si poteva così ottenere una standardizzazione dei calibri.

Per certi versi, può apparire strano che il ferro, sebbene sia entrato in una delle epoche storiche dell'umanità, non abbia trovato applicazione e studio, venendo, se vogliamo, soppiantato dal bronzo in questo campo.

La spiegazione va ricercata, forse, proprio nella metallurgia ancora arretrata di questo elemento, difficile da trattare proprio perché incontra complicazioni rispetto alla fusione del bronzo.

L'origine della siderurgia è strettamente collegata alla tecnologia estrattiva del rame. Infatti, per ottenere il materiale cuprifero, è necessario l'impiego di sostanze scorificanti. Sovente, se le impurezze del rame sono rappresentate da materiale costituito da ossidi di silicio, gli scorificanti più idonei sono costituiti da ossidi di ferro.

Il sottoprodotto ottenuto dalle lavorazioni metallurgiche illustrate, portava ad ottenere modesti quantitativi di ferro metallico. Forse, proprio da questi processi, venne la scoperta del ferro d'estrazione.

A dispetto del luogo comune dal quale sembrava che la temperatura costituisse un serio problema per la produzione del ferro, ciò non corrisponde a realtà. Il problema principale era invece rappresentato dallo sviluppo della complessa tecnologia indispensabile alla lavorazione del metallo. Per fare un esempio, addirittura con fornaci costituite in pietra e fango e alimentate con carbone di legna, si giunge con facilità a temperature dell'ordine di 1200 - 1250°C.

Anche se il punto di fusione del metallo puro è di 1536°C, dobbiamo ricordare che il minerale dell'epoca era legato a carbonio e ad altre impurità, che abbassavano il punto di fusione sull'ordine dei 1150°C (il che non è poi tanto distante dai 1083°C del rame!).

I primi fabbri dell'area del Mediterraneo, dovettero quindi impiegare una tecnologia d'estrazione del ferro che non era molto differente da quella del rame, utilizzando, quale minerale grezzo, la magnetite e l'ematite.

Il prodotto ottenuto ed estratto dal forno, non era affatto il classico me-

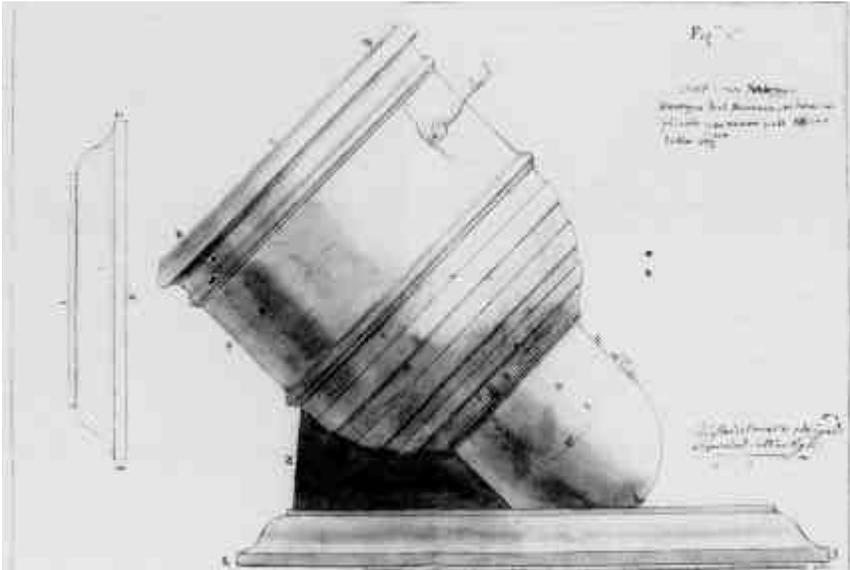
tallo fuso della comune immaginazione. Al contrario, era una massa informe e spugnosa (chiamata blumo), costituita da metallo frammisto a carbone e scorie, a loro volta composte da ossido ferroso e silicato di ferro (fayelite, con composizione chimica  $Fe_2SiO_2$ ).

Per espellere le scorie, il blumo veniva nuovamente fatto scaldare e sottoposto a martellatura. Infatti, alla temperatura di  $1177^{\circ}C$ , la fayelite rimane viscosa, mentre le scorie sono frantumate ed espulse meccanicamente a caldo, i globuli di ferro occupano i vuoti e si saldano tra di loro.

Il prodotto è una massa di ferro dolce, che però continua ad avere delle microscorie non eliminate dal processo testé descritto. Il ferro veniva dunque nuovamente portato ad alta temperatura mediante riscaldamento sulla forgia, dunque sottoposto a martellatura. Giunto a questo stadio, il ferro ha qualità meccaniche a trazione nettamente inferiori a quelle del bronzo, inoltre, si corrode più facilmente e non si presta bene ad esser fuso in stampi (procedimento invece classico per le leghe di rame).

Per renderlo almeno competitivo con il bronzo, il ferro doveva essere “carburato”, arricchito cioè di carbonio.

Il contatto prolungato del ferro, ripetuto per l’eliminazione delle microscorie, sulla forgia, unitamente al carbone incandescente (che serve appunto



Progetto di mortaio. Venezia,  
Archivio di Stato, Patroni e Provveditori all’Arsenale, b. 562

per produrre il calore nella forgia) da il via a un processo di “fusione” del carbonio nel metallo, trasformandolo, almeno sulla superficie, in acciaio. Il processo viene chiamato “cementazione” o “carburazione”.

La lega così ottenuta, di ferro e carbonio, ha caratteristiche differenti a seconda del contenuto di carbonio. Le leghe che contengono carbonio inferiore all'1,78% vengono chiamate acciai, al contrario, quelle il cui contenuto di carbonio arriva fino al 5% si chiamano ghise.

Da ora in avanti, il contenuto di carbonio influirà sulla durezza degli acciai. Avremo acciai extra dolci con contenuto di carbonio uguale o inferiore allo 0,15%, dolci tra lo 0,15 e 0,30%, arrivando ad acciai extra duri, con valori tra 0,90 e 1,70% di carbonio.

Il ferro con un basso tenore di carbonio è tenero e malleabile: quando il contenuto è tra lo 0,2 e 0,3 % ha una resistenza a trazione comparabile con quella offerta dal bronzo non lavorato.

Fu lo sviluppo della tecnologia della “tempra” che fece del ferro il materiale la cui durezza diventerà nettamente superiore a quella del bronzo, ottenendo così la giusta importanza ed impiego.

La tempra, altro non è che il raffreddamento repentino del metallo, in modo da fissare la struttura posseduta dall'acciaio ad elevate temperature. Il pezzo da temprare viene immerso in acqua in modo da sottrarre velocemente calore. La durezza viene così aumentata di pari passo con la resistenza meccanica.

La tempra può esser seguita da un'altra operazione, chiamata “rinvenimento”.

Il pezzo, una volta temprato, viene sottoposto a un moderato riscaldamento, in modo da eliminare effetti indesiderati della tempra, come ad esempio un'eccessiva durezza, che può comportare la fragilità dei pezzi, se sottoposti a piegamento. In questa maniera si rinuncia a una piccola parte di durezza, per guadagnare una duttilità rispetto alla fragilità.

La combinazione di carburazione e rinvenimento, fornisce così un metallo veramente competitivo rispetto al bronzo, che aveva dominato sino a tutto il Settecento.

Il vantaggio del metallurgo, fu che non doveva più concentrarsi, come vedremo nel paragrafo successivo, nella ricerca della giusta composizione della lega di bronzo o sulla eliminazione delle sue impurità, bensì lo sforzo andava sulla lavorazione: le proprietà del ferro finito dipendevano appunto sulla sua lavorazione e in maniera minima sulle impurità presenti.

A questo punto, il lettore si sarà reso conto delle difficoltà incontrate all'epoca, per ottenere cannoni in ferro con un'unica fusione, alla quale era consigliabile, almeno sino alla fine del tardo 600', la produzione di canne con rivettatura e cerchiatura di barre forgiate.

In particolare, i problemi possono essere così riassunti:

- 1) Il manufatto in ferro doveva esser lavorato a caldo, forgiato e battuto per eliminare le impurità, fucinato, il tutto a mezzo di fasi successive, che prevedevano delle deformazioni plastiche per martellatura e riscaldamenti alternati a incudine e martello, prima di ottenere il pezzo finito. Al contrario, il bronzo poteva essere fuso direttamente in una sagoma già prestabilita con uno stampo, e ottenerne più dallo stesso modello.
- 2) A quell'epoca, il massimo ottenibile era la produzione di barre in ferro, le cui qualità e fucinatura, ovviamente, dipendevano dalla bravura del fabbro, così come le dimensioni. Il bronzo, invece, necessitava solamente della "miscelatura" degli elementi, per ottenere la lega, e solitamente questo bastava per renderla di per se stessa, affidabile.

Solamente a titolo di esempio, è stato osservato che il tempo necessario per carburare una spada, la cui lama ha uno spessore di 3 mm, si aggira sulle quattro ore, a una temperatura di 1100°C. In questo modo, il cuore della lama ha sempre e comunque un notevole calo nel contenuto di carbonio rispetto alla periferia.

Questi problemi si protrassero nei secoli dove, sebbene la qualità di acciai di qualità idonea all'impiego bellico fu buona, ma per armi di piccole dimensioni (in particolare, per le lame) non lo fu altrettanto per la produzione di cannoni.

Dobbiamo giungere al 1663 quando il primo ministro di Luigi XIV, Jean-Baptiste Colbert, emerito fondatore della Marina da Guerra francese, mise sotto pressione i tecnici delle fonderie di cannoni in modo che potessero realizzare il getto di cannoni in ghisa o ferraccio, per armare i vascelli, in maniera da poter soppiantare i cannoni in bronzo, alquanto costosi.

Sino a quel momento, i pezzi che armavano le unità delle varie marine da guerra, erano esclusivamente in bronzo, visto che le grosse fusioni in ferro non accoglievano grandi consensi ed erano pressoché inaffidabili. Nel 1672, le pressioni del Colbert non diedero i frutti sperati. Solamente nel 1678 finalmente, i metallurghi e siderurghi francesi ottennero risultati di successo. Da quel momento, i cannoni in ferro affiancarono quelli in bronzo nella Marina francese.

### **- I cannoni in bronzo**

Se per il ferro, come abbiamo visto, mancava un adeguato supporto siderurgico che giungerà tardi, il bronzo andò invece incontro a tutt'altre difficoltà, in realtà non poche per i fonditori, legate in particolare alla ricerca della lega perfetta.

In via di principio, si parlerà di “*bronzo statuario*” e di “*bronzo campanario*” a seconda della percentuale di elementi che componevano la lega, in ragione della sua destinazione finale che, evidentemente, era per la creazione di statue o altri oggetti simili, ovvero di ... campane.

Come per queste ultime, il getto utilizzato per la produzione dei cannoni aveva una lega contenente una proporzione maggiore di rame e una inferiore di stagno. Dunque i fonditori di campane, ben presto, divennero anche fabbricanti di cannoni, con la possibilità, in caso di necessità, di fondere le prime, per ottenere i secondi. Il bronzo, allora, per tutto il Settecento delle guerre Napoleoniche, sarà costantemente un materiale di interesse strategico. Questo non significa che, in stati di necessità, fossero rifuse statue o altri oggetti in bronzo, per ottenere le artiglierie.

La lega di bronzo così ottenuta, non risultava sufficiente per la destinazione finale del prodotto: doveva avere una certa stabilità anche nel corso del suo “impiego”, cioè quando il materiale doveva esser sottoposto alle sollecitazioni fisico - chimiche dovute all'esplosione della polvere nera.

I due metalli utilizzati per la lega, infatti, non dovevano separarsi quando venivano sottoposti alle violente e ripetute sollecitazioni termiche dello sparo: per questo motivo, la lega non era sempre esclusivamente quella binaria, composta cioè solamente da *rame* e *stagno* (Cu - Sn), ma conteneva anche lo *zinco*, sotto forma di *ottone*, a sua volta nella lega *rame* e *zinco*.

Il rame veniva purificato dalle scorie mediante immersione del prodotto in una miscela complessa, costituita da elementi quali il *cinabro*, l'*antimonio*, il *mercurio*, *salnitro*, oppure anche il *vetriolo*, *pece*, *resina*, ecc...

A tutt'oggi, la reale efficacia del procedimento non è nota, tuttavia sembra che fornisse una notevole solidità strutturale dei pezzi “...*come se fosser stati fucinati...*”.

La soluzione del quesito sta forse nel fatto che la miscela purificata fosse aggiunta ai lingotti di rame grezzo destinati alle fusioni per il bronzo statuario e da cannoni e che “catalizzasse” le impurità terrose.

E' però strano che l'aggiunta di zinco non venga più inserita nei manuali di fusione successivi al 1700. Il bronzo statuario, infatti, con una componente

di stagno del 4 - 10% quando è allo stato di fusione, si presenta molto fluido. Questa qualità è ottima in quanto viene evitata la formazione di “puliche”, ovvero di cavità, e nello stesso tempo richiede un punto di fusione più basso.

Sebbene questa ultima circostanza fosse un difetto nel corso del tiro, pare ragionevole sostenere che, a scapito della precisione per situazioni di surriscaldamento della canna, dovute al tiro sostenuto, gli antichi fonditori intendessero ottenere una soluzione più solida e termostabile del pezzo a lunga durata.

Quindi, la lega da utilizzare per la costruzione delle bocche da fuoco, normalmente, doveva avere le seguenti caratteristiche:

- 1) Essere abbastanza tenace per resistere allo sforzo provocato dal fuoco delle polveri;
- 2) Avere una sufficiente durezza, affinché allo sparo i proiettili non avessero a causare nell'anima solchi profondi o grosse depressioni che potessero indebolire la struttura con pericolo di esplosione del pezzo;
- 3) Il prezzo complessivo della lega, del getto e della fabbricazione del pezzo con tutte le sue rifiniture, non doveva essere eccessivamente elevato.

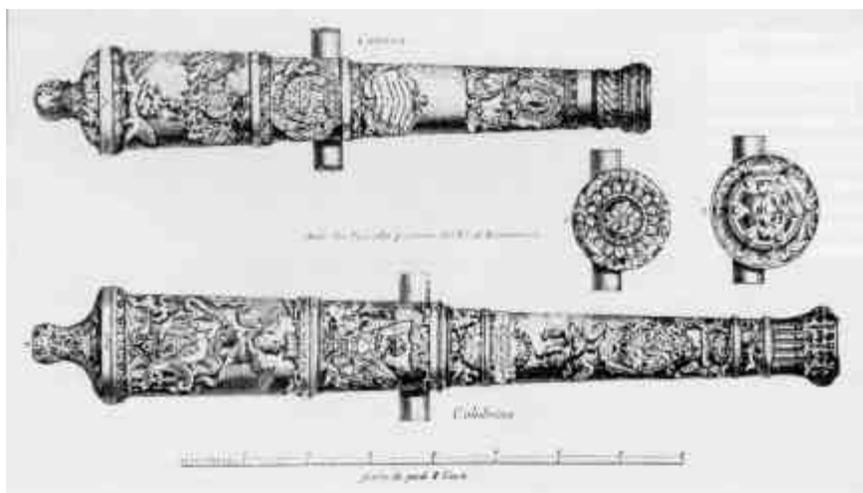
Il problema principale, dunque, rimaneva legato alla combinazione del rame con lo zinco quando dovevano essere prodotte fusioni di una certa entità. La lega ovviamente raggiungeva una certa tenacia rispetto al solo rame, ma era proprio il dover impiegare i due elementi congiuntamente per il miscuglio in fusione, che comportava i problemi maggiori. Forse il costante utilizzo in maniera sempre più massiccia dello zinco per ottenere fusioni di armi, venne abbandonato pian piano per la complessità del dosaggio e per il punto di fusione.

Nelle fusioni di rame e stagno, con proporzioni di 80 - 100 del primo, rispetto al 10 del secondo, vedeva quale fine un buon prodotto per l'impiego bellico. Tuttavia, la colata presentava numerosi inconvenienti. Come preannunciato, lo stagno doveva essere introdotto nella fornace quando il rame era già in bagno. Il maggior problema che si rappresentava al fonditore, era proprio quello di trovare l'attimo giusto per introdurre il secondo metallo per miscelarlo bene con il rame. Un attimo prima, o un attimo dopo, avrebbe causato senz'altro alla fusione una formazione di scorie provocate dalla calcificazione dello stagno, per l'elevata temperatura del rame in bagno.

Il semplice riscaldamento termico di un pezzo sottoposto alle sollecitazioni di una cannonata, avrebbero provocato la liquefazione lenta, ma continua e inesorabile dello stagno, rendendo così la struttura del metallo molle e

spugnosa.

Oltre alle sollecitazioni endogene, lo stagno soffriva anche dell'azione combinata dei gas prodotti dalla detonazione, con l'umidità atmosferica, che si depositava semplicemente nella bocca da fuoco a causa delle condizioni meteorologiche naturali.



Un cannone ed una colubrina fusi in Arsenale nel 1708



Particolare

L'azione chimica combinata di questi due fattori, provocava il dissolvimento dello stagno con il conseguente veloce deterioramento dell'arma.

Fatto sta che, nonostante le difficoltà sopra illustrate, il bronzo fu preferito di gran lunga per la produzione di cannoni, al ferro, in maniera particolare per quelli destinati alla Marina da Guerra. I maestri fonditori custodivano gelosamente la composizione delle leghe, e per questo motivo, la produzione delle artiglierie di Venezia e la qualità non venne mai meno sino alla sua caduta.

Abbiamo già analizzato la produzione dei cannoni in ferro, esaminiamo ora come venivano prodotti i cannoni in bronzo.

Premesso che, sia i cannoni in ferro che quelli in bronzo qui trattati, sono a "parete semplice", cioè con anima liscia della canna, la gettata di metallo per il prodotto finale poteva avvenire in svariati modi, con finiture diverse, quali:

#### A) *Getto in forma:*

E' il primo metodo utilizzato e anche il più diffuso tra i maestri fonditori, ma anche l'unico esistente e utilizzato almeno sino alla fine del XVII secolo. La metodologia era alquanto lunga e laboriosa e, per ciascun pezzo, occorreva preparare la sua forma.



Preparazione dei fusi, 1740. Saint-Remy, II, 51

Quest'ultima era in "terra" e solo successivamente al diciottesimo secolo, la forma venne fabbricata in ghisa, in maniera tale che il prodotto poteva esser costruito in serie.

Per effettuare una gettata in forma di terra, il fonditore doveva anzitutto costruire il "modello" e, a mezzo di questo, ottenere appunto la "forma". Tale veniva ottenuta da un tronco d'albero di silhouette tronco-conica chiamato "fuso". Le estremità del fuso venivano poggiate sopra intagli appositamente sagomati sui cavalletti o murature, in modo che il fuso venisse a trovarsi sollevato alcune decine di centimetri da terra.

L'estremità con il diametro maggiore veniva inserita in un verricello a quattro braccia, in modo da poter essere girato dagli operai lungo l'asse principale.

La forma viene eseguita in maniera più lunga di quella che in realtà sarà il pezzo finito, in modo che vi entri più metallo, il cui eccesso sarà chiamato "matterozza" e serviva a rimpiazzare il metallo che si ritirava per effetto del raffreddamento. Il peso in eccesso serviva anche a compensare la compattezza del metallo che, appena gettato, risultava sempre un po' spugnoso sulla superficie.

La superficie del fuso veniva intonacata per tutta la sua lunghezza, ricoprendola di micce o trecce in paglia. Il fuso viene fatto ruotare in continuazione lungo l'asse longitudinale, e con mazze e martelli gli operai spingevano e rendevano uniforme la superficie.

L'operazione continuava sino a che il modello raggiungeva lo spessore di mezzo pollice (circa 2 cm), quindi tutto veniva ricoperto con argilla, gesso o altro materiale atto a modellare.

A questo punto il modello raggiunge dimensioni poco più grandi di quello che assumerà in futuro il cannone.

E' il momento nel quale il maestro applicava la "mostra", cioè una tavola in legno con il profilo in ferro, pre definito, della forma che appunto assumerà esternamente l'arma una volta finita. Questo "profilo" viene poggiato contro il fuso, e questo viene fatto ruotare contro, con la creta ancora molle, ottenendo così il profilo definitivo del pezzo.

Mentre si opera, sotto il fuso viene mantenuto acceso un fuoco, in modo da poter man mano fare solidificare la creta.

I modelli degli orecchioni e delle loro basi vengono costruiti in legno, mentre i fregi del fabbricante sono modellati in cera o resina.

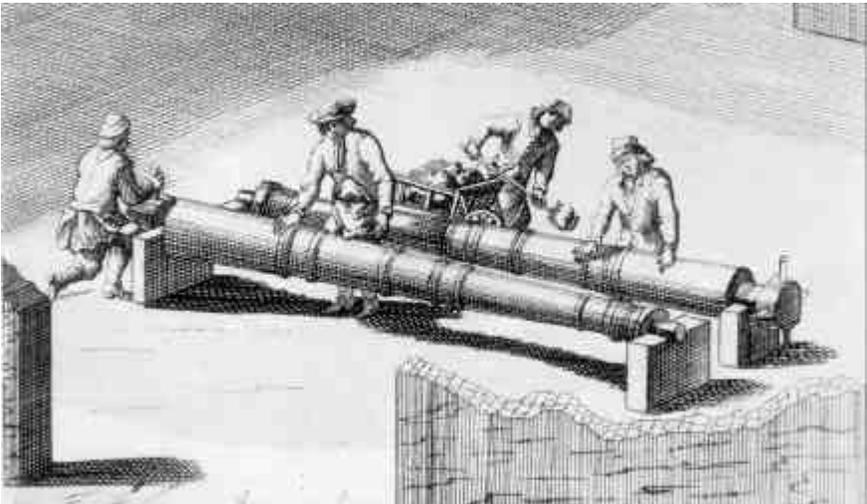
Quando il modello era completo, veniva ricoperto con un sottile strato di

sego o di ceneri di crine o, ancora, di concia. Questa superficie serviva da “scollante” per la successiva e determinante operazione. A quel punto, infatti, tutta la superficie veniva ricoperta da strati successivi di terra di creta, frammenti a un miscuglio di argilla setacciata, mattone polverizzato o pelo bovino trinciato. Infine, il tutto veniva avvolto in corda o stoppa per l’intera lunghezza in modo da compattarlo e renderlo più solido.

Quando l’operazione era conclusa, il modello veniva fatto essiccare all’aria e ricoperto di terra argillosa dello spessore pari al calibro della palla del pezzo.

Per tutta la lunghezza, venivano poi applicate delle fasce in ferro, chiuse grazie a fil di ferro, ricoperte a loro volta da un ultimo strato di creta. Infine, con il guscio così terminato ed essiccato, il modello veniva sollevato in maniera tale che le maniglie della gabbia restavano a testa in sotto. Due piccole aperture venivano praticate quindi il modello sottoposto ad ulteriore riscaldamento in maniera tale che la cera o la resina poste per le iscrizioni e i blasoni, si sciogliesse, lasciando il vuoto nel guscio. Con colpi di mazza lungo la cima più piccola si otteneva l’estrazione del fuso dal guscio.

Dalla cavità veniva tirata tutta la cima in maniera tale da svuotare il guscio del materiale che era stato utilizzato per formare il modello. Questa operazione veniva ottenuta senza traumi scaldando con il fuoco la cavità: l’intonaco di sego diventa liquido e i pezzi di corda, treccia, miccia o altro vengono trascinati via, mentre i residui si carbonizzano. Gli orecchioni in legno vengo-



Informazione del modello, 1740. Saint-Remy, II, 52

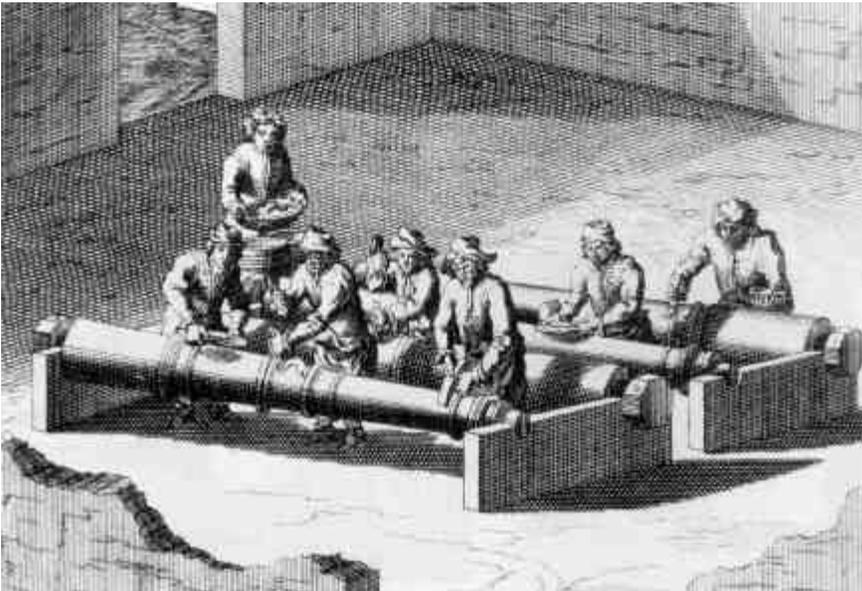
no estratti spingendoli all'interno e con mattoni o altro materiale inerte vengono chiusi i vuoti lasciati nel guscio.

Il rinforzo della culatta, la lista e il bottone venivano modellati e predefiniti a parte, venendo saltati al pezzo solamente al termine della fusione. Con il guscio completamente vuoto, si effettuava una completa pennellatura della cavità con un intonaco formato da creta, mattoni polverizzati e cenere, in una miscela diluita nella birra o nel latte. Una volta essiccato quest'intonaco, la forma veniva cotta in forno.

Quest'ultimo intonaco rappresentava una sorta di "garanzia" alla fusione del pezzo: anzitutto assicurava una maggior robustezza alla forma, che acquistava, così, la durezza del mattone, quindi con la vetrificazione dovuta al calore, evitava l'accumularsi di umidità, che poteva vaporizzare a causa dell'alta temperatura sviluppata dal metallo fuso nel corso della gettata, aprendo la strada a pericolose fessurazioni o alveolazioni nel pezzo finito.

A questo punto, il guscio era pronto per essere interrato ed accogliere così la gettata del bronzo.

Il fuso, per un certo numero di volte, poteva essere riutilizzato per ottenere così un altro cannone, le cui caratteristiche di calibro e dimensioni, ov-



Applicazione dei modelli di cera dei fregi e dei delfini, 1740. Saint-Remy, II, 53

viamente, differenziavano da poco, dal primo ottenuto.

**B) Getto in staffa:**

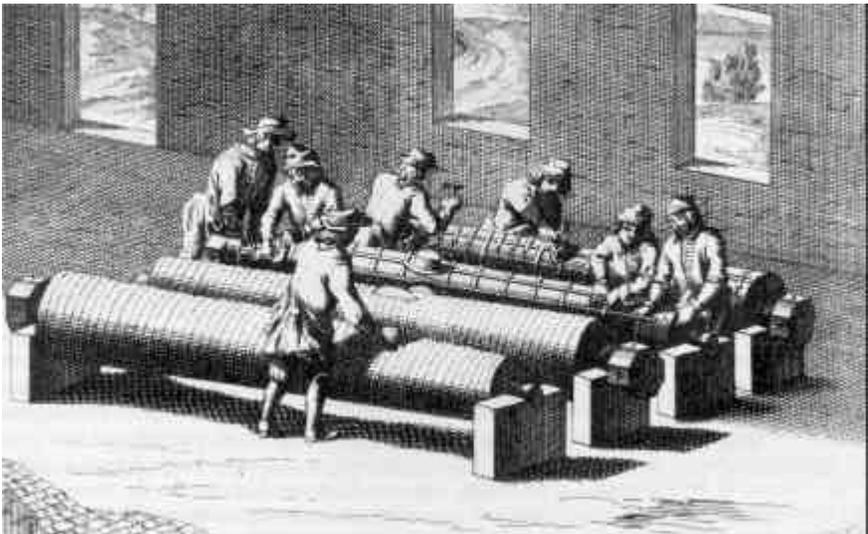
Il procedimento sin qui descritto, era lungo, dispendioso e alquanto delicato, ma utilizzato dalla Serenissima e dalle maggiori potenze europee, anche perché l'unico noto almeno sino alla fine del XVII secolo.

Questa elaborazione viene successivamente soppiantata da quella cosiddetta del "getto in staffa", che dava risultati migliori, ottenendo veramente la tanto agognata produzione di calibri standardizzati. Le staffe altro non erano che i "gusci" in terracotta, ottenuti con il precedente sistema, ma la differenza stava nel fatto che erano ora costruiti in ghisa, e potevano esser così riutilizzati per innumerevoli fusioni.

Le staffe erano dunque standardizzate, e costituite da più forme tronco - coniche che, assemblate tra loro, formavano appunto il pezzo finale.

Prima della gettata, le staffe venivano ricoperte da argilla che veniva poi lisciata e modellata con apposita matterozza. Il composto serviva da sfogo per i gas surriscaldati che agivano sulle cavità alveolari della creta, anziché crearne sul metallo del getto: in questo modo, venivano prevenute le fessurazioni tanto temute, nel pezzo finito.

La gettata assicurava la qualità del pezzo, e l'intonaco favoriva il suo distacco, una volta raffreddato, cosa che avveniva lentamente dopo alcuni gior-



Cerchiatura delle forme e incamiciatura d'argilla, 1740. Saint-Remy, II, 54

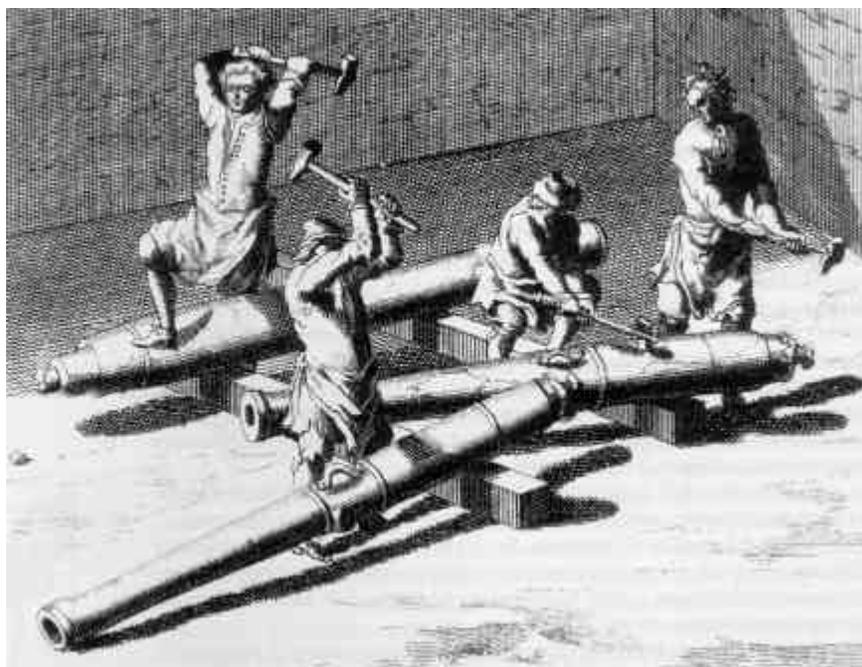
ni.

***C) Getto in nocciolo:***

E' l'ultimo procedimento noto per la fusione dei pezzi. La pratica iniziò ad opera del Moritz nel 1713 ma si affermò definitivamente solo dalla metà del XVIII secolo, per questo motivo, non ci soffermeremo più di tanto per ovvie ragioni: la Serenissima continuò ad utilizzare prevalentemente il primo metodo di fabbricazione di cannoni, sino alla sua caduta, anche se certamente utilizzò per brevissimo tempo, il getto in staffa.

Più per ragioni temporali che altro, questo sistema entrò tardi nella tecnologia di produzione, anche se, in definitiva, era il più valido delle precedenti, in quanto prevedevano il getto "a pieno" dei cannoni, che dovevano esser successivamente forati.

Con il nocciolo, si otteneva direttamente il pezzo di artiglieria con la sua anima, senza bisogno di alcun'altra operazione successiva di foratura. Il getto del metallo avveniva dentro staffe, che a loro volta contenevano già la sagomatura della canna.



Frantumazione delle forme, 1740. Saint-Remy, II, 66

Questo sistema fu il massimo ottenibile per la standardizzazione dei pezzi, del calibro, delle qualità di precisione per le armi in bronzo, e rimase in atto, soppiantando le altre due metodologie, almeno sino alla fine del XIX secolo.

Come possiamo vedere, per certi versi, fu già vecchio ancor prima di nascere, perché in questo periodo, la metallurgia dell'acciaio soppiantò quella del bronzo.

### **- La foratura dei cannoni a parete semplice**

Questa operazione era alquanto delicata perché consisteva nel “forare” il pezzo lungo l'asse longitudinale, per ottenere l'anima della canna.

Era necessario procedere il più centralmente possibile, con un andamento rettilineo, per evitare la formazione di alesature, dossi o altre malformazioni che avrebbero provocato lo scoppio della volata all'atto dello sparo, o quello della culatta, ovvero, una scarsa precisione della palla che non aveva una traiettoria rettilinea sin dalla sua corsa.

La foratura avveniva mediante il posizionamento del pezzo in un intelaiatura chiamata appunto “foratoio”, che poteva essere orizzontale o a telaio verticale. Una volta assicurato, il cannone veniva appunto forato da una serie di lamine d'acciaio che avanzavano man mano nel metallo, con costanza e in senso orizzontale, in maniera tale da ottenere, al termine, la foratura completa dell'arma e la rifinitura dell'anima.

Il foratoio poteva essere azionato dall'uomo, ovvero da animali.

Una volta ottenuta la perforazione del pezzo, veniva creato il focone, cioè il canale che univa l'anima all'innesco, per dar fuoco alle polveri. Il canale veniva ottenuto grazie a un trapano ad archetto e, all'inizio, rappresentava un puro e semplice foro che collegava le due parti dell'arma. Successivamente, e cioè dopo la metà del XVII secolo, si iniziò ad ottenerlo in rame, “annegando” il pezzo predefinito nella fusione, e successivamente avvitando la parte interessata su un apposito foro filettato. Questa operazione risultava vantaggiosa: il *grano* del focone, in caso di danneggiamento o usura, poteva essere sostituito facilmente.

Nella visione prospettica del Maffioletti, risalente al 1798 relativa all'Arsenale, si può osservare, nel reparto fonderie, il complesso sistema di macchine utilizzate per la lavorazione e la rifinitura dei cannoni. Evidenti ad esempio, un tornio e due trivelle per la rettifica, impiegati per ottenere la calibratura dell'anima del pezzo, che era necessaria per la precisione nel tiro.

Queste macchine venivano utilizzate impiegando la forza umana. La

grande ruota raggiata infatti, era impiegata per la foratura del cannone, e veniva mossa addirittura da uomini che vi camminavano all'interno.

### **- Le artiglierie a bordo**

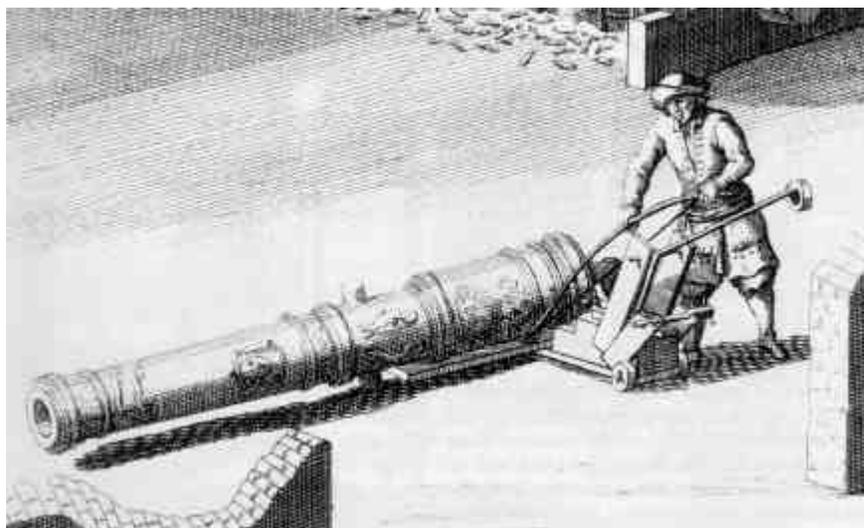
Terminata l'analisi della produzione dei pezzi veneziani, connessa con le problematiche relative alla fusione, analizziamo ora, seppure in maniera breve, la destinazione finale delle artiglierie per la flotta.

Come si direbbe oggi, guardiamo l' "impiego operativo".

E' da premettere che, per gran parte della sua vita operativa, un cannone rimaneva a terra, stoccato nell'Arsenale di Venezia o di qualche base navale oltremarina, attendendo d'essere imbarcato su qualche galea che dovesse intraprendere una crociera.

Questo perché le navi dell'epoca abbisognavano, al termine di ogni viaggio (ricordiamolo, solitamente la flotta era impegnata per la scorta delle unità destinate al commercio), il ricovero in arsenale per le debite riparazioni e allestimenti, spesso, rimanevano in attesa di un successivo viaggio che, necessariamente, non avveniva in uno spazio temporale breve (basti pensare che, solitamente, i viaggi venivano svolti nella bella stagione, e duravano mediamente un anno, con i vari scali e "svernamenti"). In questo caso, tutte le armi di bordo venivano scaricate e immagazzinate in attesa del successivo riarmo.

L'unità navale di base per la guerra era appunto la "galea" a remi che,



Foratura del focone col trapano ad archetto, 1740. Saint-Remy, II, 55

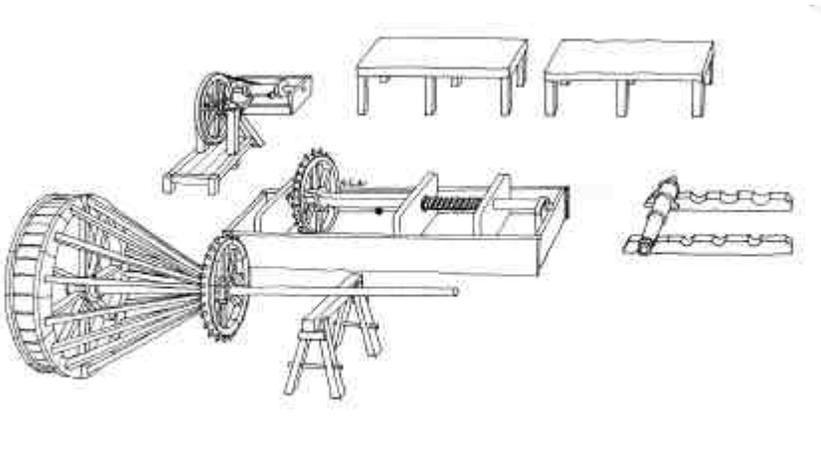
per un lunghissimo periodo, rappresentava una perfetta e temuta macchina bellica, grazie alla sua complessità.

La galea trovava il classico impiego tattico nella rapidità di manovra, anche in condizioni di bonaccia di vento, e nel numero di “*Fanti da Mar*” che poteva imbarcare, necessari per abbordare l’unità nemica una volta impegnata nel combattimento ravvicinato.

Paradossalmente, sarà proprio l’introduzione delle armi da fuoco a sancire il declino lento ma inesorabile della galea a remi come principale unità da guerra, rendendo necessario l’impiego di altre tipologie navali al suo posto. Questo divenne necessario per sostenere la concorrenza delle flotte inglese e olandese, che nel frattempo avevano aperto le rotte oceaniche con i vascelli e i galeoni, più adatte all’Atlantico e all’Oceano Indiano, nuove tratte di vie commerciali.

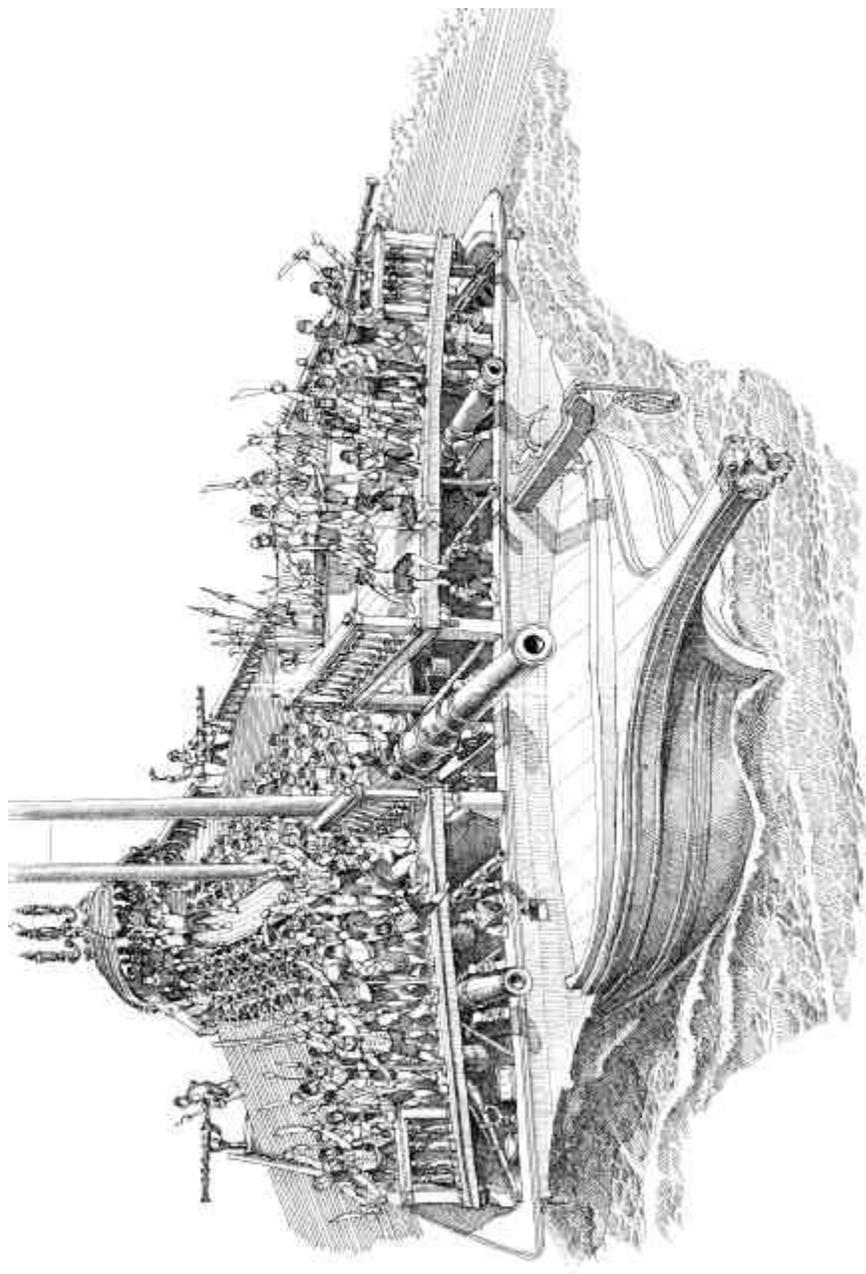
Nella galea a remi, l’unico posto per collocare l’artiglieria era nella parte prodiera, quel “luogo” comunemente denominato “arrembada” o “rebbada”, al di sopra della quale si preparavano appunto i Fanti da Mar per l’arrembaggio dell’unità nemica, dopo averla colpita e speronata.

Tra l’altro, il luogo a bordo di una galea per posizionare le artiglierie non poteva esser che questo: gran parte della zona centrale era occupata dai rematori, mentre la poppa ospitava le cabine del comandante e parte delle merci. Queste unità, filanti e sottili, in fondo, trasportavano sempre una certa



Spaccato prospettico del Maffioletti che mette in evidenza un tornio e due trivelle di rettifica per la realizzazione della calibratura del cannone  
(da *Pietre e legni dell’Arsenale di Venezia*, di U. Pizzarello e V. Fontana)





Galera (o Galea) veneta

quantità di merce e l'equipaggio occupava la maggior parte del posto disponibile.

Il numero minimo di pezzi installabili nell'arreda di una galea sottile da guerra erano sette, così disposti:

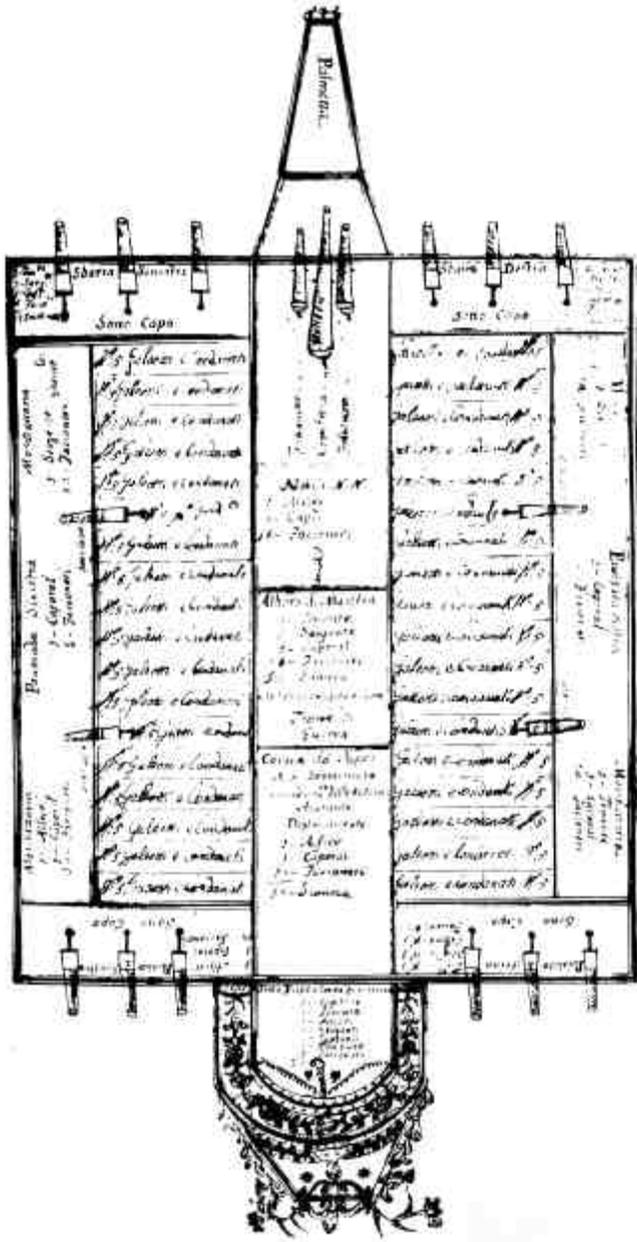
- una *colubrina* al centro della rebbada, con tiro teso in avanti, senza possibilità di brandeggio. Rappresentava, se vogliamo l' "artiglieria pesante" della nave stessa;
- sei *petriere* affiancate lateralmente alla colubrina, tre verso dritta e tre verso sinistra. Anche queste non avevano possibilità di brandeggio, tuttavia servivano bene nel fuoco medio-vicino, quando la nave nemica già era colpita e impossibilitata alla manovra provocavano vistosi danni alla struttura e al fasciame della nave;
- infine, armi utilissime per gli scontri ravvicinati, erano i *falconetti* che armavano le fiancate della nostra galea e le impavesate. Queste armi, a differenza delle precedenti, avevano un certo brandeggio, essendo montate su traspoli girevoli. Venivano caricati con ferramenta, chiodi, piombo di scarto e pietrame, e venivano utilizzati dall'alto delle murate verso il basso del ponte della nave nemica, una volta abbordata.

Il numero di armi non superava mai i dieci pezzi, questo perché sarebbe aumentato considerevolmente il peso a bordo, anche se, in posizione di quiete, venivano arretrati, in particolare la colubrina, per evitare il gravare eccessivamente di zavorra verso la prua.

Le colubrine, cioè i pezzi più grandi, avevano generalmente un "nome proprio", e venivano poste in batteria collocandole in appositi scivoli, chiamati "leti", (= letti) in legno.

All'atto del fuoco, il rinculo dell'arma era particolarmente violento, ma grazie al sistema a scivolo citato, il pezzo "ritornava" nella posizione di quiete. Per attenuare la violenza del contraccolpo, si rendeva però necessario posizionare uno "stramazetto", cioè un tampone costruito da cime in canapa legate assieme e fissate al termine della corsia prodiera, proprio nel punto ove la culatta dell'arma terminava la corsa, quando scaricava il pezzo. Anche se qualcuno voleva avvicinare lo "stramazeto" sulla scassa dell'albero di prua, generalmente questo non veniva fatto per ovvi motivi: colpo su colpo, la struttura si indeboliva provocando lo sfondamento dell'albero e del fasciame.

Negli scontri navali dell'epoca risultavano vincenti le flotte che riuscivano a mettersi al traverso di quelle nemiche, contro le quali poteva esser scaricata la maggior potenza dell'armamento di una galea sottile.



Pianta ed armo d'una Galera Veneziana  
(da Storia della Marina Veneziana, di M.N. Mocenigo)

Osserviamo più da vicino l'armamento complessivo di una galea sottile da guerra, tratto da documentazione ufficiale dell'epoca:

- *A prora*: un cannone da corsia da 50 del peso di 6000 libbre, quattro falconi da 6 del peso di 2400 libbre ciascuno;
- *Sui fianchi*: sedici petriere da 12 del peso di 200 libbre ciascuno;
- *A poppa*: quattro petriere da 14 del peso di 300 libbre ciascuna ed un falcone da 3, da 500 libbre;
- Vari moschettoni da posa distribuiti lungo le impavesate.

Tutti i pezzi citati erano in bronzo.

Inoltre, abbiamo anche documentazione riguardante il piano d'armamento di una galeazza, da un resoconto di Francesco Duodo del 1593:

- *A prora*: due colubrine da 40, due colubrine da 20, due colubrine da 14, due petriere da 12;
- *Sui fianchi*: due cannoni da 30, sei cannoni da 20, due petriere da 12;
- *A poppa*: due colubrine da 14, due falconi da 6, quattro petriere da 12;
- Vari moschettoni lungo i fianchi.

La dicitura “...da 40...” ad esempio, che seguono le armi, indicano il loro peso, espresso in *libbre grosse veneziane* del proietto lanciato. Se vogliamo, all'atto dell'armo di una galea nell'Arsenale, gli “armieri” dell'epoca si capivano con questi coefficienti, che indicavano appunto la “standardizzazione” dei pezzi in quel tempo (oggi, ad esempio, si direbbe... *cannone navale da 100/47*).

Altro discorso, invece vale per la catalogazione che avevano i pezzi, espressa in base al peso proprio, che i veneziani indicavano in “*migliara*”, ovvero alla loro lunghezza, in “*piedi*” o, ancora, in base alla gittata utile, che veniva indicata in “*passi*”.

Anche se sarebbe interessante esaminare i vari studi sulla balistica dell'epoca, ci limiteremo ad un esempio nel quale una colubrina dell'epoca, da 50, del peso di 6 *migliara* (pari a Kg.2865 - 1 *migliara* = 477,5 Kg.) e lunga almeno 13 *piedi*, poteva tirare a 650 *passi* (pari a 1127 mt. - 1 *passo* = 1,73 mt.)

Sempre sulla base della documentazione storica, un cannone veneziano da 50, mediamente non era più lungo di 10 *piedi*, e pesava 4,5 *migliara*, avendo una gittata di 954 mt.

Questi piani d'armamento rimasero fin oltre l'epica battaglia di Lepanto.

Abbiamo comunque altre varianti relative all'armamento delle galee, dettate dalla tipologia del combattimento di quella particolare campagna. Ad esempio, per la guerra di Morea, Francesco Morosini fece sbarcare dalle proprie unità la colubrina di corsia, per sostituirla con un mortaio da 500 del peso di 7000 libbre, avente calibro di un *piede veneto* (corrispondente a 348 mm). Il motivo era semplice: la campagna prevedeva la conquista di svariate fortezze da mare, e il tiro teso in avanti della colubrina non poteva avere l'effetto del tiro curvo di un mortaio appunto.

Oltre all'armamento principale, ogni galea era armata pure con petriere e cannoni nella zona poppiera dello scafo. Questo serviva al tiro di copertura in ritirata, qualora la nave dovesse disimpegnarsi e fosse inseguita da altra unità nemica.

### **- Epilogo**

Vogliamo terminare qui la narrazione, in parte tecnica e in parte storica delle artiglierie veneziane utilizzate in particolare a bordo delle unità da guerra. Volutamente non intraprendiamo il discorso relativo ai vascelli armati e ai galeoni, dato che questa fa storia a sé stante; inoltre, i cannoni in bronzo, in questo caso, vennero soppiantati da quelli in ferro.

Il periodo storico, tra l'altro, è brevissimo, vista la caduta della Repubblica.

Quanti cannoni vennero prodotti nell'Arsenale e nelle varie fonderie? Quanti rimasero a bordo di altre unità da guerra? Che fine fecero questi bellissimi pezzi?

La maggior parte, come già narrato, seguirono gli eventi storici per terminare negli arsenali francesi, qui vennero rifiutati e certamente il bronzo di molti di essi suonò nuovamente ad Austerlitz, a Jena, nella campagna di Russia e, infine, nell'epilogo napoleonico di Waterloo.

Pochi sopravvissuti rimangono sugli spalti delle piazzeforti veneziane della Dalmazia e della Grecia, tuttora visibili al pubblico, altri ancora, stanno nei musei, anche in quello Storico Navale dell'Arsenale di Venezia, riconoscibili, tra l'altro dal blasone del leone marchesco alla volata, e la "X" indicante che l'arma era stata fusa sotto il controllo del Consiglio dei Dieci, disposizione rimasta in vigore almeno fino al 1588.

Altri, infine, riposano nelle acque del Mediterraneo e dell'Adriatico, ancora a bordo di quelle galee che .... non sono tornate a Venezia, e attendono d'esser riscoperti.