

**«Per infinite sperientie».**  
**I maestri dell'artiglieria nell'Italia del Quattrocento**

di Fabrizio Ansani

Reti Medievali Rivista, 18, 2 (2017)

*<<http://www.retimedievali.it>>*



Firenze University Press

## **«Per infinite sperientie». I maestri dell'artiglieria nell'Italia del Quattrocento**

di Fabrizio Ansani

Il saggio si propone di indagare le trasformazioni tecniche e gli scambi culturali operati dai maestri dell'artiglieria italiani durante il XV secolo, in un contesto contraddistinto da un forte interesse per le sperimentazioni in ambito bellico, dettate tanto dalla creazione di istituzioni militari permanenti quanto dall'espansione del mercato degli armamenti. Bilanci statali, carteggi di ufficiali e ricordanze di fonditori costituiranno la base documentaria dello studio, permettendo di ricostruire i viaggi degli artefici attraverso le corti della Penisola, la formazione del loro multiforme sapere empirico, e i loro rapporti con le autorità. Attraverso l'analisi di collaborazioni e di confronti, le conclusioni della ricerca sottolineeranno il ruolo avuto dagli artefici nell'introduzione di pratiche originali e di prodotti innovativi, non mancando però di evidenziare il continuo, significativo impulso dato dai vari potentati alla diffusione di nuove manufatti e di nuove tecnologie.

This article aims to examine the technical innovations and the cultural exchanges carried out by the Italian gunmakers during the whole fifteenth century. The examination of the context will reveal a special interest of rulers in the institution of permanent military offices, in the experimentation of new weapons, and in the management of arms manufacture. The balance sheets and the correspondence of public authorities, as well as the account books and the products of artisans, will form the archival basis for the analysis. Figures and information will allow the reconstruction of the travels, the contracts, the competences, and the networks of numerous craftsmen. The results of the research will highlight both the role of the masters in the dissemination of original technologies and the policies pursued by Italian states for attracting and supporting their skilled labor.

Medioevo; secolo XV; Italia; artiglierie; guerra; trasferimento di tecnologia; migrazioni artigiane; politica economica; cultura rinascimentale.

Middle Ages; 15<sup>th</sup> Century; Italy; artillery; war; technological transfer; artisans' migrations; economic policy; Renaissance culture.

### Abbreviazioni

ASF = Archivio di Stato di Firenze

BNCF = Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze

1. *Tra pregiudizio e disinteresse*

Se la diffusione della tecnologia militare medievale è ormai pienamente riconosciuta come un fattore di cambiamento socialmente condiviso, non altrettanta fortuna storiografica pare abbiano avuto alcuni fra i suoi protagonisti più determinanti e significativi, come i fonditori dell'Italia del Rinascimento, spesso ignorati dagli studiosi interessati alle trasformazioni dell'arte della guerra quattrocentesca e alle sue molteplici declinazioni<sup>1</sup>. Ad esempio, poco è stato scritto dagli economisti sulla compravendita delle bocche da fuoco o sull'espansione del mercato degli armamenti in seguito all'affermazione della polvere da sparo, già suggerita da alcuni mercuriali genovesi e veneziani sul finire del Trecento<sup>2</sup>. Nemmeno il decennale dibattito sulla cosiddetta rivoluzione militare ha distolto l'attenzione degli storici dai soggetti tradizionali di ricerca: i brillanti architetti e i multiformi ingegneri coinvolti, a vario titolo, nella riflessione sulle problematiche fortificatorie e sui relativi riflessi ossidionali<sup>3</sup>.

Leonardo da Vinci e Francesco di Giorgio Martini, soprattutto, sono stati celebrati come mediatori fra una cultura teorica e un sapere empirico, raffrontando le loro opere razionalizzanti e innovative con una realtà tecnica impietosamente definita come deludente<sup>4</sup>. Alcune recenti pubblicazioni hanno poi ribadito gli apporti dell'umanesimo ai vari settori artigianali, nonché la corrispettiva integrazione delle tecniche nella tradizione colta, concentrandosi, ancora una volta, sulle macchine leonardesche e sulle due differenti versioni del trattato del maestro senese<sup>5</sup>. L'insistenza su casi già noti, tuttavia, ha colpevolmente perpetuato la dimenticanza in cui versano, attualmente, una moltitudine di artigiani operanti nel settore bellico, nonostante bilanci e carteggi, ricordanze e cronache conservino numerose testimonianze di una loro specifica conoscenza pratica.

La carenza di studi sui maestri dell'artiglieria<sup>6</sup> quattrocenteschi è d'altronde imputabile anche ai ritardi della storiografia militare italiana, profondamente segnata, per quel che riguarda il tardo medioevo e la prima età

<sup>1</sup> DeVries, *Early modern military technology*, p. 81; Rogers, *The military revolutions*, pp. 275-278; Stone, *Technology, society, and the infantry revolution*, pp. 364-367.

<sup>2</sup> Tali listini sono riportati in Melis, *Documenti per la storia economica* pp. 302, 304 e 316. Riguardo ai successivi sviluppi del mercato degli armamenti e alle sue ramificazioni in Italia, i contributi, purtroppo, non abbondano. Si vedano, a titolo meramente esemplificativo, Bianchessi, *Cavalli, armi e salnitro*, pp. 572-582; Merlo, *Armamenti e gestione dell'esercito*, pp. 71-85; Ansani, *Craftsmen, artillery, and war production*, pp. 2-22; Esch, *Armi per Roma*, pp. 176-178. Un contributo di recentissima pubblicazione è Mocarrelli e Ongaro, *Weapons production*, pp. 3-10.

<sup>3</sup> Parker, *The military revolution*. Sulla discussione storiografica in merito, si veda *The military devolution debate*.

<sup>4</sup> Bernardoni, *La fusione*, pp. 106-116; Gille, *Leonardo e gli ingegneri*, pp. 125-228; Fiore, *Città e macchine del Quattrocento*, pp. 40-56.

<sup>5</sup> Long, *Artisans, practitioners*, pp. 30-50.

<sup>6</sup> Tale definizione è attestata in Archivio di Stato di Pisa, *Comune di Pisa, Divisione C, Camarlingo della massa*, 83, c. 130v.

moderna, dal pregiudizio machiavelliano contro le compagnie di venturieri, e, inevitabilmente, dal dualismo fra “corrotti” eserciti mercenari e “integerrime” milizie cittadine<sup>7</sup>. Solo nell'ultimo ventennio le tesi del segretario fiorentino sono state efficacemente ribaltate dalle analisi di Maria Nadia Covini, di Francesco Storti, di Enrica Guerra e di William Caferro, che hanno acutamente approfondito le indicazioni di Piero Pieri, di John Hale e di Michael Mallett riguardo all'organizzazione militare degli stati italiani<sup>8</sup>. Anche in queste fondamentali opere, però, le tematiche relative alla produzione delle armi sembrano avere trovato poco spazio, al di là di una generica consapevolezza teorica delle loro connessioni con le evoluzioni di tattiche e strategie, del loro ruolo nelle scelte operative di governi e generali, e del loro sempre più frequente utilizzo in assedi e battaglie.

Non molti paiono nemmeno i lavori specificamente dedicati ai maestri di getto rinascimentali, se si escludono alcune recenti indagini archeologiche, i contributi dedicati ad alcune dinastie di fonditori cinquecenteschi, o gli studi incentrati perlopiù sulla produzione veneta coeva<sup>9</sup>. Certo, le pionieristiche pubblicazioni di Angelo Angelucci, di Cesare Quarenghi, di Luigi Cibrario e di Carlo Montù, apparse a cavallo fra Ottocento e Novecento, sono ancora da considerarsi come validissime fonti secondarie<sup>10</sup>. Ma l'indolenza della ricerca italiana, in questo settore, è particolarmente evidenziata dal confronto, non solo quantitativo, con le più recenti pubblicazioni internazionali sull'evoluzione tecnica e sulla gestione delle artiglierie, saggi riguardanti piccole e grandi realtà statali europee, in un arco cronologico compreso tra la fine della guerra dei Cent'anni e lo scoppio dei grandi conflitti di religione<sup>11</sup>. Questo articolo,

<sup>7</sup> Caferro, *Continuity, long-term service and permanent forces*, pp. 219-220.

<sup>8</sup> All'ultimo ventennio risalgono infatti le pubblicazioni di Covini, *L'esercito del duca*; Storti, *L'esercito napoletano*; Guerra, *Soggetti a ribalda fortuna*. Imprescindibile, insuperata opera sulle evoluzioni dell'arte della guerra nell'Italia medievale è quella di Pieri, *Il Rinascimento e la crisi militare italiana*. Sul rapporto tra stati e compagnie di ventura è incentrato il testo del Mallett, *Signori e mercenari*. Di più ampio respiro è invece la sintesi di Hale, *Guerra e società*, che analizza l'impatto quotidiano della guerra in termini di reclutamento e di reinserimento dei soldati, nonché le conseguenze economiche dei conflitti sulla fiscalità e sulla produzione.

<sup>9</sup> Si vedano, fra gli altri, Panciera, *Il governo delle artiglierie*; Ridella, *L'evoluzione strutturale nelle artiglierie di bronzo*; Ridella, *Produzione di artiglierie nel sedicesimo secolo*; Ridella, *Fonditori italiani di artiglierie*; Beltrame, *Venetian ordnance*.

<sup>10</sup> Cibrario, *Delle artiglierie*; Angelucci, *Documenti inediti*; Quarenghi, *Tecno-cronografia*; Montù, *Storia dell'artiglieria italiana*.

<sup>11</sup> Dei famigerati cannoni di Carlo il Temerario, ad esempio, hanno trattato Garnier, *L'artillerie des ducs de Bourgogne*, DeVries e Douglas Smith, *The artillery of the dukes of Burgundy*, e da ultimo Depreter, *De Gave à Nancy*. Sempre in ambito francese, si segnalano le opere di Contamine, *Les industries de guerre*, e di de Crouy-Chanel, *Charroi de l'artillerie*. Briost, *L'artillerie à la Renaissance*, e Walton, *The art of gunnery*, si sono occupati di teoria e pratica balistica nell'Inghilterra dei Tudor e degli Stuart. Gli arsenali spagnoli sono stati invece analizzati da Herrero Fernández-Quesada, *La artilleria de los reyes catolicos*, e da Cossart, *Le artilleurs*. Per l'area tedesca, ancora valido è il volume di von Essenwein, *Quellen zur Geschichte der Feuerwaffen*. Anche l'industria ottomana è stata esaminata da Agoston, *Guns for the sultan*. Un'ampia rassegna del dibattito estero, passato e presente, è in DeVries, *Early modern military technology*, pp. 73-80. Indispensabile alla comprensione del problema tecnologico è infine Hall, *Weapons and warfare*.

dunque, si propone di colmare, almeno parzialmente, tali lacune, esaminando l'apporto degli artigiani alla diffusione della tecnologia bellica quattrocentesca, ricostruendone sia le esperienze e la formazione, sia, soprattutto, il rapporto con la committenza statale, interessata clientela delle loro macchine d'assedio, promotrice di numerose appropriazioni e di vari riadattamenti tecnici<sup>12</sup>. Si tenterà quindi di delineare, complessivamente, il quadro degli scambi di pratici e di pratiche fra gli stati della Penisola<sup>13</sup>.

Sullo sfondo, più che la guerra, vi sarà quindi il profondo legame fra società e tecnologia, tra politica ed economia, all'interno di un contesto culturale, quale quello rinascimentale, che avrebbe indubbiamente incentivato e garantito la continuità del trasferimento dei saperi, la pacifica circolazione di uomini, anche in ambito militare<sup>14</sup>, perché «la vita, come la scienza, ha tutto da guadagnare dal fatto che questo incontro sia fraterno»<sup>15</sup>.

In taluni casi, lo scarso interesse per le problematiche tecniche è stato acuito dalla mancanza di fonti specifiche, dovuta alla distruzione dei registri della cancelleria aragonese durante l'ultimo conflitto mondiale, al rogo di alcuni fondi veneziani nel Cinquecento e al disordine degli archivi sforzeschi. Altrettanto difficili da rintracciare sono i libri di conto e gli appunti degli artigiani, rari persino nell'abbondante documentazione aziendale toscana.

Le sparse tracce della storiografia esistente verranno integrate dallo spoglio del carteggio e della contabilità delle magistrature militari fiorentine, da alcune cronache quattrocentesche, e da varie edizioni ottocentesche di documenti lombardi e campani, necessarie a comprendere il fondamentale ruolo delle autorità pubbliche nella gestione del munizionamento. Di particolare importanza saranno poi gli appunti e le ricordanze di Bonaccorso Ghiberti e Maso di Bartolomeo, che metteranno in luce le attività, il sapere e le relazioni lavorative e sociali di due fra i principali fonditori del tempo. Non mancheranno, infine, i riferimenti alla trattatistica quattro e cinquecentesca, relativa sia alle manifatture metallurgiche sia alla quotidianità guerresca.

## 2. *Affermazione, diffusione e sviluppo delle bombarde grosse*

Dopo la pace di Lodi, nel 1454, la valenza strategica delle artiglierie era ormai comunemente accettata da principi e condottieri. Il veterano napoletano Diomede Carafa, ad esempio, lodava, nei suoi *Memoriali*, le artiglierie, che «sono quelle fanno honore».

Et quilli se delectano in epse artelglyarie sono prudente et haviranno honore. Et quello fa talvolta in una bocta una zarbactana, non che una bombardata, non li haveria

<sup>12</sup> Staudenmaier, *Rationality, agency, contingency*, pp. 168-171.

<sup>13</sup> Hilaire-Perez e Verna, *Dissemination of technical knowledge*, pp. 545-546.

<sup>14</sup> Buchanan, *Technology and history*, p. 496; Edgerton, *Innovation, technology, or history*, pp. 686-687 e 694.

<sup>15</sup> Bloch, *Apologia della storia*, p. 108.

bastato milglyara de homini. Cossi dico in uno facto d'arme, como in una battalglya campale o combacto de terra le artelglyarie sono quelle che fanno le fazune de simile cose (...). Si che se nde volino havere assai, et havere de quilli boni le adoprano, et anco hagiano habundancia de cose, perché se possano essere bene adoperate<sup>16</sup>.

Negli stessi anni, il suo capitano generale, Alfonso d'Aragona, il temuto duca di Calabria, affermava perentoriamente che «quando uno capitano ha le bombarde in ordine, spesse volte fa de' molte cose con li spaventachi, che non l'avendo gli omini se ne fanno beffe». Se il condottiero milanese Gian Giacomo Trivulzio concordava nel dire che «uno campo senza artiglierie non vale cosa alcuna»<sup>17</sup>, i Dieci di Balìa, da Firenze, ricordavano ai loro commissari che «consiste, in epse bombarde, gran parte della victoria»<sup>18</sup>.

D'altronde, rispetto a qualche anno prima, le bombarde grosse avevano ormai definitivamente soppiantato i trabucchi e gli arieti della tradizione medievale, iniziando a rivestire un ruolo sempre più importante durante gli assedi. Durante le fasi preliminari delle operazioni, alle bocche da fuoco era demandato non solo l'abbattimento del morale dei difensori per il «frachasso, periculo e grande danno»<sup>19</sup>, ma anche la distruzione delle fortificazioni nemiche, in vista dello scavo delle trincee e dell'assalto frontale.

Gli evidenti difetti delle bombarde, come le dimensioni ingombranti, la lentezza del puntamento, le difficoltà di trasporto e lo scarso rateo di tiro, non ne avrebbero ostacolato l'affermazione, né ne avrebbero diminuito la popolarità<sup>20</sup>. Già nel 1452, il governo fiorentino mandava in campo, contro le forze aragonesi, nove bombarde, di cui una, la *Leonessa*, «grossissima»<sup>21</sup>. Per l'assedio di Volterra, Federico da Montefeltro, «ha voluto, oltre alle tre bombarde mandate di qui e le due eravi da Pisa, tutte le altre v'erano rimaste, e oggi si sono chariche e ite via»<sup>22</sup>. I piani per il dispiegamento dell'esercito milanese, nel 1472, prevedevano l'impiego in campo di almeno quattro bombarde grosse e di «due *Ferline* e due *Ruffianelle*», nonostante ciò comportasse una spesa di diverse migliaia di lire imperiali<sup>23</sup>. Qualche anno dopo, le forze napoletane, papali e senesi espugnavano Colle Val d'Elsa grazie all'ausilio di sette bombarde, fra cui la *Indiavolata*, che «facieva gran fragella di case, le due e tre per volta»<sup>24</sup>. Durante la riconquista di Otranto, l'ambasciatore fiorentino, Pietro Nasi, testimoniava che «l'artiglieria che tirava alla terra era cosa stupenda, pareva che fiocchasse»<sup>25</sup>. Per gli attacchi contro Ficarolo, nel 1482, le truppe

<sup>16</sup> Carafa, *Memoriali*, p. 343.

<sup>17</sup> ASF, *Dieci di balìa, Responsive*, 33, cc. 493r e 545r.

<sup>18</sup> ASF, *Dieci di balìa, Missive*, 20, c. 157r.

<sup>19</sup> Settia, *Rapine, assedi, battaglie*, pp. 133-138; Storti, *Note e riflessioni sulle tecniche ossidionali*, pp. 243-244.

<sup>20</sup> Contamine, *La guerra nel Medioevo*, pp. 278-279; Mallett, *Signori e mercenari*, pp. 166-167.

<sup>21</sup> Dei, *La cronica*, p. 64.

<sup>22</sup> ASF, *Carte strozziane, Prima serie*, 113, c. 121v.

<sup>23</sup> Visconti, *L'ordine dell'esercito ducale sforzesco*, p. 469.

<sup>24</sup> Alleghretti, *Diario senese*, p. 795; Fecini, *Cronaca senese*, p. 874.

<sup>25</sup> ASF, *Otto di pratica, Responsive*, 1, c. 276r.

veneziane, comandate da Roberto da Sanseverino, avevano impiegato nove pezzi<sup>26</sup>. Otto grosse furono utilizzate anche a Sarzana, nel 1487, tutte «pianstate in buono luogo, et da fare buono fructo», ché i nemici «non potranno resistere ad tante percosse»<sup>27</sup>.

Stando a quanto riportato dagli ufficiali fiorentini, in Lunigiana le bombarde consumavano quasi cinquantamila libbre di propellente alla settimana<sup>28</sup>. L'elevato consumo di polvere e la necessità di un ingente quantitativo di proiettili, così come il ricorso a un crescente numero di armi da fuoco, non avrebbero tardato ad avere effetti concreti anche sull'organizzazione delle truppe, costringendo gli stati territoriali a investire somme considerevoli non solo sul mantenimento di eserciti permanenti, ma anche sul loro equipaggiamento e sulla loro logistica. Uffici addetti alla fabbricazione delle armi erano sorti un po' ovunque nella Penisola, favorendo nuove opportunità di investimento a mercanti e oligarchi, e arricchendo maestri di polvere e falegnami, e lanciai, scalpellini e «targonai». Non era un caso che il duca Francesco Sforza nominasse un «officialis» e un «contrascriptor municionum» poco dopo il suo insediamento, che i primi «libri delle munizioni» fossero compilati a Firenze già al tempo del fallito assedio di Lucca, che la Camera del Comune di Siena avocasse a sé la funzione di acquisto dei vari armamenti, e che Alfonso il Magnanimo disponesse di vari capitani e maestri addetti al reperimento delle materie prime indispensabili alla fabbricazione e al funzionamento di spingarde e bombarde<sup>29</sup>.

Con l'istituzione di simili cariche, gli stati italiani tentavano di imporre il proprio diritto esclusivo nella produzione e nell'uso delle artiglierie, sia nelle capitali sia nei centri secondari, riservandosi il compito di rifornire con diligenza e costanza le fortezze di frontiera, le varie città, gli arsenali principali e gli eserciti in marcia. Un simile monopolio era stato efficacemente ottenuto dalle principali realtà della Penisola, come Venezia e Firenze. A Milano, già nel 1393, Gian Galeazzo Visconti imponeva il divieto di far realizzare bombarde senza una sua specifica licenza<sup>30</sup>. Eccezioni in tal senso erano rappresentate solo dall'ambigua situazione genovese e dai bellicosi feudatari papali, come gli Orsini, i Colonna, i Vitelli e i Montefeltro. Per quanto riguarda Napoli, è probabile che le riforme di Ferrante d'Aragona tendessero a creare anche un "demanio" delle artiglierie, all'interno di un più ampio progetto di disarmo della feudalità ribelle<sup>31</sup>. In ogni caso, le armi da fuoco, per la loro valenza strategica, e a causa dei loro elevati costi, si avviavano in quegli anni a divenire

<sup>26</sup> Mantovani, *L'assedio di Ficarolo*, p. 43.

<sup>27</sup> ASF, *Dieci di balia, Responsive*, 37, cc. 261r-262r; ASF, *Otto di pratica, Responsive*, 3, c. 241r.

<sup>28</sup> ASF, *Otto di pratica, Missive*, 7, c. 209rv.

<sup>29</sup> Archivio di Stato di Milano, *Registri ducali*, 150, cc. 68r-69r; ASF, *Dieci di balia, Munizioni*, 1, c. 1r; Minieri Riccio, *Alcuni fatti di Alfonso I d'Aragona*, pp. 14-16; Farinelli e Merlo, *La Camera del Comune*, pp. 205-206.

<sup>30</sup> Bargigia e Romanoni, *La diffusione delle armi*, p. 153.

<sup>31</sup> Storti, *L'esercito napoletano*, pp. 119-121.

una indispensabile *state-run, state-used and state-restricted technology*<sup>32</sup>, nonché un simbolo stesso dell'arte di governo<sup>33</sup>. Ma, per potersene avvalere, lo stato avrebbe avuto bisogno della piena disponibilità di un significativo numero di pratici<sup>34</sup>.

Accanto ai provveditori toscani, ai «superiori del carezzo e delle munition» milanesi e agli ufficiali napoletani, operavano infatti i maestri di bombarde veri e propri. Nella prima metà del Quattrocento, con la realizzazione di pezzi in ferro fucinato e cerchiato, i principali realizzatori di armi da fuoco erano stati i fabbri, con i loro «secreti ingeniosi» e il loro

essercitio da molto esaltare, perché, quando considero che li maestri di tal arte fanno li loro lavori senza forma, o disegno, ma col bastargli solo veder con l'occhio, o col giudicio, e che poi col batter li fanno giusti, e gareggiati, mi par gran cosa<sup>35</sup>.

Le necessità di una guerra endemica avrebbero però portato, in breve, a diverse rielaborazioni tecnologiche. La polvere «granita», ad esempio, si stava rivelando non solo più esplosiva rispetto alla «serpentina» trecentesca, ma anche più resistente all'umidità, caratteristica che la rendeva maggiormente durevole e facilmente conservabile<sup>36</sup>. Allo stesso tempo, le maggiori capacità delle cariche determinavano modifiche delle forme delle armi, permettendo di ottenere diversi risultati balistici a seconda della lunghezza della canna e del calibro del proiettile<sup>37</sup>. Attorno agli anni Trenta, numerosi artigiani avevano anche sperimentato la possibilità di costruire delle armi con bocche multiple, degli «organi» capaci di sparare contemporaneamente più proiettili<sup>38</sup>.

Le macchine tradizionali si erano però rivelate estremamente fragili, di fronte alla potenza del propellente granulare. Le frequenti rotture e le difficoltà nella riparazione delle armi favorirono così l'adozione di bombarde in bronzo, il cui sviluppo era agevolato anche dalla riscoperta della scultura di grandi opere artistiche di metallo, portata avanti, proprio in quegli anni, da Andrea Pisano, da Lorenzo Ghiberti e da Donatello<sup>39</sup>.

Sebbene il rame e lo stagno fossero più dispendiosi rispetto al semplice ferro, la loro lega garantiva indubbi vantaggi. La maggiore resistenza alle detonazioni e alla corrosione, ad esempio, permetteva la costruzione di armi più sicure per i serventi e più costanti nell'impiego durante le operazioni di assedio. Anche il sistema a retrocarica delle bronzine era stato nettamente migliorato rispetto a quello delle vecchie bombarde, grazie all'adozione di un ingegnoso raccordo a vite tra il «cannone», ovvero la camera di scoppio, e la «tromba», cioè la vola-

<sup>32</sup> Hale, *Guerra e società*, pp. 275-276; DeVries, *Gunpowder weaponry*, p. 129.

<sup>33</sup> Hale, *Gunpowder and the Renaissance*, pp. 407-410.

<sup>34</sup> Baraldi, *Una nuova età del ferro*, pp. 214 e 216.

<sup>35</sup> Biringuccio, *Pirotechnia*, cc. 136v-138r.

<sup>36</sup> Ansani, *Craftsmen, artillery, and war production*, pp. 3-6; Panciera, *La polvere da sparo*, p. 307.

<sup>37</sup> Hall, *Weapons and warfare*, pp. 87-95.

<sup>38</sup> Quarenghi, *Tecno-cronografia*, pp. 112 e 117.

<sup>39</sup> Paoletti e Radke, *Art in Renaissance Italy*, pp. 31-32, 204-217 e 253-270.

ta. Il nuovo sistema dava la possibilità di assemblare i due, o tre, o quattro pezzi della bombarda attraverso un sistema a incastro semplice e solido, evitando il ricorso a funi e cunei. L'avvitamento, inoltre, consentiva un rapido smontaggio, facilitando il trasporto delle diverse parti su carri «matti», progettati appositamente per lo spostamento di pesi elevati<sup>40</sup>.

Su di un piano meramente economico, infine, le armi composite in bronzo garantivano un certo risparmio, grazie alla loro estrema durezza. Un componente usurato o danneggiato poteva infatti essere agevolmente rifuso, rimodellato, e rimesso in opera. Questo processo di «ispezatura» e di «rifacimento» poteva essere facilmente attuato da qualunque esperto, anche su pezzi realizzati da altri maestri. Non a caso le grosse prodotte agli inizi degli anni Cinquanta erano ancora in uso dopo decenni, come la *Neapolitana* aragonese, la *Vittoriosa* fiorentina e le *Ferline* milanesi, tutte sopravvissute ai loro stessi creatori<sup>41</sup>.

L'innovazione nasceva dunque come risoluzione di problemi strategici e pratici, e le pressanti richieste di ufficiali, politici e condottieri influenzavano indubbiamente le scelte e i metodi dei produttori di armi<sup>42</sup>. La domanda pubblica, lamentando difetti e suggerendo modifiche, non cessava di stimolare lo sviluppo, combinando il controllo sulle manifatture con il governo delle artiglierie<sup>43</sup>. Ma per la definitiva affermazione delle nuove soluzioni tecniche si sarebbero seguiti diversi percorsi di adattamento<sup>44</sup>. Alcuni artefici avevano tentato, ad esempio, di combinare una «tromba» in lamine di ferro con dei «cannoni» in bronzo. Ferrante d'Aragona aveva proposto la creazione di una bombarda grossa che «serà de tanti pezi che uno asino ne porterà uno pezo, per potere expugnare ogni forteza et terra posta in monte». Altre artiglierie erano state interamente fabbricate col «ferro colato», in un unico pezzo: tentativi tuttavia destinati a fallire, data l'estrema pesantezza e l'intrinseca debolezza della ghisa<sup>45</sup>. Immutato restava però il gigantismo dei proiettili in pietra, che, a causa del loro basso peso specifico, rendevano indispensabile l'uso di massi di grosso diametro per ottenere sufficienti effetti distruttivi<sup>46</sup>.

Sperimentazioni col bronzo erano comunque state fatte in tutta la Peni-

<sup>40</sup> Bernardoni, *La fusione*, p. 109; Belhoste, *Nascita e sviluppo dell'artiglieria*, pp. 328-335; Ridella, *Produzione di artiglierie nel sedicesimo secolo*, pp. 81-82.

<sup>41</sup> ASF, *Dieci di balia, Deliberazioni, condotte e stanziamenti*, 27, c. 222r; ASF, *Dieci di balia, Responsive*, 33, c. 598r; BNCF, *Baldovinetti* 70, c. 104v e 111v. Sul riciclo dei pezzi in bronzo, si veda Belhoste, *Nascita e sviluppo dell'artiglieria*, pp. 333-335.

<sup>42</sup> Calegari, *Nel mondo dei pratici*, pp. 28-29; Edgerton, *Innovation, technology, or history*, p. 688; Long, *The craft*, p. 698; Rosenberg, *Economic development*, pp. 152, 158 e 165; Staudenmaier, *Rationality, agency, contingency*, pp. 173-174.

<sup>43</sup> Panciera, *Il governo delle artiglierie*; Tognetti, *Il governo delle manifatture*, pp. 310-330.

<sup>44</sup> Long, *The craft*, pp. 698-699; Rosenberg, *Economic development*, p. 152.

<sup>45</sup> ASF, *Dieci di balia, Munizioni*, 1, cc. XVIIIr, XLVIIIr e Lv; Belhoste, *Nascita e sviluppo dell'artiglieria*, pp. 333-334; Ermini, *Campane e cannoni*, p. 394; Hall, *Weapons and warfare*, p. 93; Ridella, *L'evoluzione strutturale nelle artiglierie di bronzo*, pp. 15-16; Storti, *Note e riflessioni sulle tecniche ossidionali*, p. 252.

<sup>46</sup> Ridella, *Produzione di artiglierie nel sedicesimo secolo*, p. 82.

sola fin dall'ultimo quarto del Trecento, con delle «bombardae aeneae» già presenti a Roma, a Ivrea, e a Mantova. Del rame era stato acquistato e immagazzinato anche a Como e a Pavia, e qualche fonditore era stato attivo a Perugia e a Genova nei decenni successivi<sup>47</sup>. Nel Mezzogiorno, Alfonso d'Aragona e i suoi maestri catalani potevano disporre fin dagli anni Trenta di «tormenta aenea, quae multa, ac varia mirae magnitudinis habebat»<sup>48</sup>.

Intorno alla metà del secolo, in ogni caso, la forgiatura sarebbe stata utilizzata esclusivamente per la manifattura di calibri minori, come passavolanti, spingarde e cerbottane. I fabbri, da parte loro, avrebbero continuato ad accumulare discrete fortune grazie alla vendita di armi da fuoco portatili, come scoppietti e archibugi<sup>49</sup>. Ma le bombarde grosse dei principali stati italiani non sarebbero comunque più state «de ferro, alla antiqua»<sup>50</sup>. Il rame e lo stagno le avrebbero rese migliori, secondo l'umanista ligure Bartolomeo Facio, consigliere del Magnanimo e storiografo ufficiale della corte partenopea.

Di queste artiglierie, alcune se ne fanno di bronzo, alcun'altre di ferro, ma le prime sono migliori, e più nobili. Fannosi con due bocche, o due canne (...), l'una delle quali, cioè quella di fuori, è più larga, e sono quasi uguali in lunghezza. Gettansi le più volte insieme, e talhor separatamente. Ma quelle che separatamente si gettano, si commettono poi insieme, e le sottili si pongono nelle grosse, e si congiungono insieme strettissimamente, perché non rifiatino in alcun luogo. Si acciano dipoi sopra un tronco di quercia cavato, che chiamano il ceppo, acciocché la palla ne vada più alta, e più lontana. E questa è la forma, e l'uso di questa machina. La forza poi, con la quale è mandata la palla di pietra con tanto impeto fuori, nasce dalla polve, che si fa di salnitro, di zolfo, e di carbone di salcio (...). Questa polve si mette nella più stretta canna, e calcasi dentro con uno cogno di ferro fatto a questo fine. E poi vi s'aggiunge una palla di pietra, ridotta con ugual misura della canna più grande. Finalmente si dà fuoco per un picciolo pertugio, ch'è nella canna men grande, lavorato sottilmente. Et a questa guisa, combattendo egli con molto impeto dentro, procacciando d'uscire, getta la palla da lontano, a guisa di fulmine. Né fin qui s'è trovato machina che tiri con maggior violenza, né più discosto, i sassi, di quello che fa l'artiglieria. E con questa si fendono le forti muraglie, le gagliardissime torri si gettano a terra, e ne vanno le palle più di due miglia discosto. Ma l'artiglieria del re Alfonso, chiamata la *Generale*, le mena più lontano di qualunque altra<sup>51</sup>.

Il procedimento tecnico della fusione delle bombarde di bronzo era però tutt'altro che codificato<sup>52</sup>. Ogni maestro seguiva il proprio modo di fare, influenzato da precedenti esperienze ed esperimenti, nonché dal confronto con altri maestri, come significativamente riportato negli appunti del fonditore fiorentino Bonaccorso Ghiberti.

La tromba de le bombarde vole essere lungha senza el chanone sette palottole e mezza. Altri dichono otto, et è meglio. E la grosseza del bronzo vole essere il sesto del mezzo

<sup>47</sup> Quarenghi, *Tecno-cronografia*, pp. 90, 107-108, 115, 121 e 127.

<sup>48</sup> Minieri Riccio, *Alcuni fatti di Alfonso I d'Aragona*, pp. 12-14.

<sup>49</sup> Ansani, *Geografie della guerra*, pp. 102-103.

<sup>50</sup> Ermini, *Campane e cannoni*, p. 393.

<sup>51</sup> Facio, *Fatti d'Alfonso d'Aragona*, pp. 222-223.

<sup>52</sup> Bernardoni, *La fusione*, pp. 112-113; Guilmartin, *Gunpowder and galleys*, pp. 305-312; La Salvia, *Organizzazione della produzione*, p. 116.

diametro de la palottola. El vano del chanone vole essere uno pocho più che la metà del vano de la tromba. La grosseza del bronzo del chanone vole essere la metà del voto. Vole avere grosso el fondo un terzo<sup>53</sup>.

Procedimenti e proporzioni potevano così variare in ogni singola località, anche a poche miglia di distanza. Le norme suggerite da Francesco di Giorgio Martini, ad esempio, differiscono, in tutto o in parte, dai canoni del suo corregionale.

Sia la gola della ovvero coda della bombarda lunga due diametri della pietra, e la vita che congiunge la gola con la tromba sia la metà del diametro, e la tromba sia cinque in sette diametri. E, posposta la comodità del trattare e maneggiare la bombarda, per la quale si fa di due o di più parti, quanto la tromba più lunga, e l'istrumento di manco parti fusse, di tanto maggiore efficacia saria<sup>54</sup>.

Ulteriori regole, teoriche e pratiche, venivano poi stabilite dall'ingegnere senese per la progettazione delle artiglierie in funzione del calibro.

È da sapere che a tutte si ricerca tre condizioni, senza le quali non può essere perfetto l'istrumento. La prima, che la tromba sia per tutto di eguale vacuità, sicché i circoli del vacuo suo per tutto siano eguali, e le linee tratte dal primo all'ultimo fine siano dirette parallele, ovvero equidistanti, toccando per tutto i circoli intermedi, perocché, quando fussero i circoli della estremità maggiori degli altri, la palla, quando da una parte, quando dall'altra, declinerai. La seconda condizione è che il foro d'onde entra il fuoco sia piccolo e sopra l'ultima estremità del vacuo della gola, acciò in dietro non rimanga alcuna vacuità. La terza e ultima, che il vacuo della gola ovvero coda sia sempre più angusto uniformemente verso il foro del fuoco e parte posteriore dell'istrumento, il modo che il diametro dell'ultimo circolo del vacuo della gola sia la quinta parte minore del primo<sup>55</sup>.

La differenziazione della lunghezza e del diametro, l'utilizzo di due diversi metalli, le dimensioni variabili delle pallottole, si riflettevano non solo nella diversità dei pezzi, ma anche nella varietà dei loro utilizzi. I più piccoli servivano, ad esempio per la difesa di terre murate, per la protezione degli accampamenti, o per il supporto delle grosse durante le manovre di puntamento. Gli attaccanti dispiegavano, inoltre, anche bombarde e mortai, ché «in piccolo tempo ogni fortezza di muro, ogni grossa torre si ruina e getta per terra». Fra gli anni Settanta e Ottanta, sempre il Martini, nel suo *Trattato*, elencava tutte le tipologie di armi da fuoco, e i «modi di procedere a varie offese».

In prima la bombarda di lunghezza comunemente di piedi quindici in venti. La pietra sua di pondo di libbre trecento in circa. La seconda è chiamala mortaro, diritto o campanuto, lungo piedi cinque in sei, il quale non debba essere di più parti. La pietra sua di pondo di libbre ducento in trecento. La terza è nominata comune ovvero mezzana, lunga piedi dieci. La pietra di libbre cinquanta in circa. La quarta è appellata cortana, lunga la tromba sua piedi otto e la coda piedi quattro. La pietra sua di libbre settanta

<sup>53</sup> BNCF, *Banco rari* 228, 82v.

<sup>54</sup> Martini, *Trattato di architettura*, p. 246.

<sup>55</sup> *Ibidem*, p. 247.

in cento. La quinta è detta passavolante, lunga piedi diciotto in circa. La pietra sua si è plumbea, con un quadro di ferro in mezzo, di libbre sedici in circa. La sesta è chiamata basalisco, lunga piedi ventidue in venticinque. La pietra sua, di qualunque metallo, di libbre venti in circa. La settima è chiamata cerbottana, lunga piedi otto in dieci. La pietra, di piombo, libbre due in tre. L'ottava è nominata spingarda, lunga piedi otto. La palla, di pietra, di libbre dieci in quindici<sup>56</sup>.

Simili classificazioni tendevano verso una razionalizzazione dei pezzi e, presumibilmente, riflettevano anche le richieste della committenza in tal senso<sup>57</sup>. Proprio in quegli anni, il condottiero Orso Orsini, nei suoi scritti sul *Governo et exercitio della militia*, aveva proposto una normalizzazione delle artiglierie di piccolo calibro, come le cerbottane, per migliorare e ottimizzare le prestazioni degli addetti ai pezzi.

Siano tucte d'una misura, d'uno peso, et che vogliano tucte la ballocta ad un modo, et ogniuna tanta polvere, acciò che l'uno zarbactaneri possa subvenire l'altro et che omne uno le sappia operare tucte<sup>58</sup>.

Anche a Venezia, nel 1487, i «patroni all'arsenal» Luca Pisani, Francesco Foscari, Piero Soranzo, Girolamo Duodo e Pietro Lion avevano cercato di regolamentare le misure delle bombarde e il peso della palla, perlomeno nelle fucine del bresciano.

Con volontà dela illustrissima Signoria, hano concluso et fato margado con maistro Venturin, maistro Piero, Tonin et Mignol de Valtropia maistri de far bombarde, con sì che loro se proferiscano a far dite bombarde con i modi subscripti. Che tute le bombarde che loro farà secondo le sue forse siano de uno pezo de piera e portada de polvere, et peso, et longeza de tromba egualmente, et siano de bono et optimo fero, ben boiide et salde, secondo l'uso de boni maistri (...). Che tutti i canoni, secondo sue sorte, siano fatti non mazori né minori uno de l'altro, ma tuti se servano et possino adaptar in ogni tromba, juxta la sorta. Che tute bombarde siano bolade de tre punte de ponzon nela cana dentro, sì davante come da driedo (...), et questo sia el segno dela illustrissima Signoria. Et cussi etiam ogni maestro che farà dite bombarde dieba metter el suo segno super li contraforti, sì suso le trombe come suso i canoni, et questo azoché se cognosa quello maistro haverà fatto la bombarda, per potter laudar over biazemar. Che tute bombarde che loro farà debino darle conducte a Breza, et li siano per sua chiarezza pesade, et se loro vorano farle provar quali siano in sua libertà. Ma, dapoi conducte de qui all'arsenal, siano repesade un'altra volta, et cussi provate, al qual peso et prova loro debino star suzeti. Dechiarando che 'l peso se intenda al peso de Bressa, el qual, dapoi veduto dal peso venitian a quello de Breza, per quello siano pagati a soldi ventotto il peso. E il suo pagamento li sia fato de tempo in tempo, come li anderà consegnando, dandoli de presente (...) ducati cento, il qual se dié partir fra loro maistri, zoé ducati venticinque per uno de sovenzion, la quale se dié scontar come parerà a essi magnifici priori et patroni nele sue manufature<sup>59</sup>.

Tuttavia standardizzazioni definitive delle armi erano ancora di là da venire. Nello stesso documento, alle sole spingarde vengono assegnati tre

<sup>56</sup> Martini, *Trattato di architettura*, pp. 245-246.

<sup>57</sup> Bernardoni, *La fusione*, p. 115.

<sup>58</sup> Bibliothèque Nationale de France, *Département des manuscrits*, Italien 958, c. 18r.

<sup>59</sup> Quarenghi, *Tecno-cronografia*, pp. 171-172.

calibri, da cinque, tre e una libbra, e tre lunghezze della canna, fra i sei e i quattro piedi, nonché tre diversi pesi, cioè seicento, quattrocentocinquanta e centosettanta libbre. Anche a Firenze le bombarde potevano avere i calibri più disparati, dalle trecento libbre in su, e i basilischi non erano esattamente pezzi minuti, come quelli martiniani, potendo pesare più di sedicimila libbre, distribuite su ben undici braccia<sup>60</sup>.

### 3. *Tra monopolio e openness. Le politiques techniques degli stati italiani in ambito militare*

Più che la trattatistica, a propagare la diffusione delle nuove artiglierie erano stati proprio i fonditori, attraverso il loro lavoro, la loro flessibilità nell'apprendimento, il loro bagaglio culturale, le loro diverse esperienze e specifiche competenze<sup>61</sup>. Come in altri settori produttivi, la migrazione di manodopera specializzata era infatti essenziale alla disseminazione delle innovazioni, allo scambio dei prodotti e alla trasmissione del sapere tecnico, nonché alla mediazione fra le più recenti tecnologie e i più disparati interessi politici, economici e militari dei capitani e dei signori italiani<sup>62</sup>.

I metodi legati alla fabbricazione delle grosse di bronzo iniziavano rapidamente a circolare nelle corti e negli arsenali di tutta la Penisola, veicolati dai loro stessi creatori, maestri del «ridurre» i metalli «alle lor ultime perfectioni», dotati di «molto buono ingegno e gran iudicio». Il fonditore Vannoccio Biringuccio, autore del celebre trattato sulla *Pirotechnia*, descriveva la sua arte come faticosa «sì d'animo che di corpo», soggetta «più alla fortuna che all'ingegno», ma, «per contenere in sé certa aspettazione di novità, prodotta da grandezza d'arte, aspettata con desiderio, le fa supportare con piacere», tanto più «quando l'artefice vede che per fino a gli huomini ignoranti è arte grata et dilettevole». Il fonditore senese non mancava di sottolineare quanto, per i fonditori, fosse «importantissima cosa d'essere buon disegnatore, et che quanto più può habbi l'arte della scoltura», e «bisognali poi sapere ben lavorar di legname et di ferro, et non esser ignorante di saper lavorare al torno». Inoltre, «ricercasegli ancora il sapere murare per far forni et canali al suo proposito». Ancora più importanti, veri e propri rudimenti del mestiere, erano

tre attioni principali, che è l'una il far ben le forme et ben disporle, l'altra il ben fondere et liquefar le materie de' metalli, la terza è in far le composition delle compagnie loro, secondo gli effetti che volete fare, alle quali cose è di bisogno usare ogni possibile advertentia, perché l'una senza l'altra non perfettamente fatta sarebbe, che tutte le vostre fadighe si convertirebbero in nulla.

<sup>60</sup> Ansani, *Craftsmen, artillery, and war production*, p. 9.

<sup>61</sup> Ridella, *Fonditori italiani di artiglierie*, p. 19; Rosenberg, *Economic development*, pp. 154-157.

<sup>62</sup> Calegari, *Nel mondo dei pratici*, pp. 22-25; Degrassi, *La trasmissione dei saperi*, pp. 65-69; Hilaire-Perez e Verna, *Dissemination of technical knowledge*, pp. 537-541; Long, *The craft*, p. 708; Molà, *States and crafts*, p. 133.

All'invito alla perfezione seguiva però un ammonimento, perché, se «con tanti colpi et tante avertentie è bisogno di schermire con lei, per defendere l'utile et l'honore tuo», allora «a me pare un'arte da fuggire più che si può»<sup>63</sup>.

Al di là del modellare le forme di argilla e del padroneggiare il processo di fusione a cera persa, altri «gran secreti» riguardavano direttamente la produzione delle artiglierie, come la correlazione tra lo spessore della camera di scoppio e la carica di propellente, il collegamento tra la lunghezza della volata e la gittata del pezzo, il rapporto tra le dimensioni della canna e quelle del proiettile, l'alesatura dell'anima, i sistemi d'incastro tra la «tromba» e il «cannone», e le decorazioni della culatta<sup>64</sup>. Ovviamente, «son li modi molti, tanto per causa dell'opere, come anco per l'ingegno et pratica o parere de' maestri, de' quali a un piace un cammino et a un altro un altro»<sup>65</sup>. Intorno agli anni Cinquanta, a parecchi fonditori veniva poi richiesto di mettere in opera le loro grosse durante gli assedi, occupandosi del posizionamento e del tiro delle stesse. Anche in qualità di ingegneri e di bombardieri, gli artefici meritavano le lodi di cronisti, oratori e sovrani, tanto per la precisione nel tiro, quanto per la cura dei pezzi<sup>66</sup>.

Eppure, quasi nessuno di loro aveva iniziato la propria carriera come fabbricante di armi, o come soldato. Nel periodo dell'apprendistato, le procedure di base delle varie arti del fuoco potevano essere assimilate in numerose botteghe, copiando fedelmente i manufatti dei maestri, collaborando attivamente all'esecuzione delle loro opere, o realizzando autonomamente alcuni modelli. Molti artigiani erano stati garzoni di scultori, di campanai, di orafi, e persino di padellai e di calderai, prima di diventare dei maestri di bombarde a tutti gli effetti<sup>67</sup>. Nel corso degli anni, una formazione così diversificata avrebbe aiutato gli apprendisti a dominare le difficoltà delle tecniche di fusione, rendendoli pronti a un «magisterio di gran fatica, pericolo et travaglio, sì del corpo etian-dio della mente», simili «a uno spazza camino tento di carboni et dispiacevoli et fuliginosi fumi, con veste polverose et dal fuoco mezze bruciate, et anco di molle fangosa terra le mani et il viso tutto imbrattato».

Così, maturati nei grandi e nei piccoli centri di tutto il continente, attratti dalla curiosità e dal desiderio di prestigio, i fonditori quattrocenteschi sarebbero stati costantemente in cerca di esperienze professionali<sup>68</sup>. Alcuni artigiani sceglievano di presentarsi ai loro futuri datori di lavoro vantando le più disparate competenze. Nel 1482, Leonardo da Vinci offriva a Ludovico il Moro i suoi «modi de bombarde comodissime e facili a portare», e, «occurrendo di

<sup>63</sup> Biringuccio, *Pirotechnia*, cc. 74v-76v e 100v. Un riassunto delle osservazioni del maestro toscano è in Garzoni, *La piazza universale*, cc. 248r-249r.

<sup>64</sup> Bernardoni, *La fusione*, pp. 112-114.

<sup>65</sup> Biringuccio, *Pirotechnia*, c. 83r.

<sup>66</sup> Simonetta, *Historie*, c. 329r; Storti, *Note e riflessioni sulle tecniche ossidionali*, pp. 253-254.

<sup>67</sup> Belhoste, *Nascita e sviluppo dell'artiglieria*, p. 331; Ermini, *Campane e cannoni*, pp. 388 e 390; La Salvia, *Organizzazione della produzione*, 112-121; Wackernagel, *Il mondo degli artisti*, pp. 369-370 e 380-386.

<sup>68</sup> Calegari, *Nel mondo dei 'pratici'*, pp. 18-19; Epstein, *Labour mobility*, p. 251; Schulz, *La migrazione di tecnici, artigiani e artisti*, pp. 89-94.

bisogno, farò bombarde, mortari e passavolanti di bellissime e utili forme, fora del comune uso»<sup>69</sup>. Sul finire del secolo, Bernardo da Novara prometteva agli ufficiali fiorentini di «essere maestro di getti molto sufficiente et etiam di essere bombardiere perfecto». Allo stesso modo, «Cristofano di Arrigo dal Faxo della Magna Alta et Giovanni di Lupo da Binnine dello Reno bombardieri», definiti come «due homini singulari nel loro exercitio», affermavano di

sapere et di getto et di trarre et di fare fuochi lavorati quanto se ne possa sapere per alchun altro, et che sono contenti sperimentarsi et stare uno mese gratis per mostrare le virtù loro<sup>70</sup>.

Anche l'ingegnere Barone d'Angelo, nella sua esuberante lettera di presentazione ai Dieci di Balìa di Firenze, lodava, fra i membri della sua squadra, «el primo maestro d'Itaglia di far chanoni, falchonetti e girifalchi e cholonbrine, in gitalle e in armarle», che «è l'ochio e 'l cuore mio», e che è identificabile, probabilmente, con il genovese Antonio Gioardi, al tempo attivo presso le fonderie partenopee<sup>71</sup>.

Non ci sarebbe stato comunque troppo bisogno di presentazioni o di favoritismi. Gli stati italiani, al contrario, incoraggiavano i trasferimenti dei maestri di getto, contattando i vari artefici attraverso ambasciatori, mercanti e ufficiali, e ampliando e stabilizzando i circuiti dei pratici. In generale, simili *politiques techniques* per attrarre artigiani forestieri e regolamentare l'apertura di nuove manifatture erano state attivate fin dai primi decenni del Quattrocento, talvolta affidate a istituzioni specificamente votate alla ricerca di tecnologie innovative e di migliori opportunità commerciali<sup>72</sup>.

Leggi «pro arte introducenda», soprattutto nel settore tessile, erano state varate un po' dappertutto, e con ottimi risultati, grazie alla lungimiranza delle autorità, le uniche capaci di garantire e di gestire in maniera adeguata i privilegi e le concessioni riservate ai maestri stranieri, così come le corti, che allo stesso tempo, promuovano processi di invenzione, specializzazione e perfezionamento<sup>73</sup>. La capacità di impiantare nuovi opifici e la possibilità di disporre di un sufficiente numero di fonditori, tuttavia, non costituivano soltanto un problema economico, o un'occasione produttiva. Il possesso delle artiglierie rappresentava anche una questione di prestigio e di magnificenza, di autosufficienza e di reputazione nelle operazioni militari, di difesa dai nemici esterni e interni. L'acquisizione di nuove tecnologie belliche era indubbiamente una priorità dell'azione di governo, tanto quanto l'organizzazione degli eserciti<sup>74</sup>.

<sup>69</sup> Gille, *Leonardo e gli ingegneri*, pp. 152-154.

<sup>70</sup> ASF, *Dieci di balìa, Missive*, 59, cc. 9r e 122v.

<sup>71</sup> ASF, *Dieci di balìa, Responsive*, 57, cc. 259r-260v. La missiva è pubblicata integralmente in Ansani, *Geografie della guerra*, pp. 111-113. Per gli incarichi del Gioardi durante il regno di Federico d'Aragona, si veda Volpicella, *Le artiglierie di Castel Nuovo*, p. 347.

<sup>72</sup> Franceschi, *Istituzioni e attività economica*, pp. 114-116; Hilaire-Perez e Verna, *Dissemination of technical knowledge*, pp. 548-550; Molà, *States and crafts*, pp. 134-137.

<sup>73</sup> Guerzoni, *Novità, innovazione e imitazione*, pp. 67-72.

<sup>74</sup> Molà, *States and crafts*, p. 146.

Per allettare i pratici forestieri, principi e repubbliche assicuravano loro la fornitura gratuita di materie prime, sia di prima che di seconda mano. Considerata la bassa produttività dei giacimenti della Penisola, pur di garantirsi sufficienti quantità di minerale, i governi erano spesso costretti a rivolgersi ai mercati e agli esperti dell'Europa settentrionale<sup>75</sup>. Alcuni stati avevano anche tentato di sottrarsi all'egemonia dei maestri tedeschi introducendo apposite legislazioni minerarie, agevolando l'apertura di cave private nei loro territori, e tutelando la crescita dei distretti già presenti<sup>76</sup>. Tuttavia, almeno nel corso del Quattrocento la fabbricazione delle bombarde avrebbe inciso relativamente poco sulla richiesta di rame e di stagno, dal momento che il bronzo poteva essere recuperato attraverso la rifusione degli «strumenti rotti». Inoltre, la produzione di armi di grosso calibro era piuttosto discontinua, tale da rendere necessario l'accumulo di una discreta riserva di materie prime, ma non un loro incessante acquisto<sup>77</sup>.

Alfonso il Magnanimo consegnava puntualmente quintali di bronzo ai suoi maestri di getto<sup>78</sup>. Nel 1459, a Siena, Agostino da Piacenza era creditore, nei confronti del Comune, di più di tredicimila libbre di metallo, utilizzato per la fusione della *Balzana*<sup>79</sup>. Qualche decennio dopo, i camerlenghi fiorentini annotavano l'acquisto di «bronzi, ottoni et stangnio», comprati da calderai, mercanti, banchieri, merciai e ferravecchi, tutti consegnati ad Andrea del Verrocchio «per fare la bombarda grossa»<sup>80</sup>. Sul finire del secolo, sempre a Firenze, i Dieci di Balìa rendicontavano il «rame e stagno hanno auto da noi e quanti vasi hanno gitato» il maestro Francesco Telli e i suoi aiutanti. Un altro consuntivo riguardava, invece, Lorenzo di Giovanni, detto *Cavaloro*.

Monta in tutto quanto ebbe da noi balle centosettantotto di rame, netto libre trentamila e cinquecentoundici (...).

Monta lo stagno auto chome di sopra libre tremilacinquecento e settantatre.

A di ventidue di luglio 1495 (...) abbiamo auto dal sopraschritto una pasavolante, pesò netta libre cinquemila e centoventi.

A di sette d'ottobre (...) una pasavolante, pesò netta libre cinquemila e ottocento.

A di trentuno detto (...) un chortale, pesò netto libre semila e quattrocento.

In tutto, montano e' sopraschritti getti, chome si vede, libre diciassettemila e trecento venti.

Che monta in tutto, a fiorini dieci di larghi di grossi el migliaio, fiorini centosettantatre e soldi otto larghi di grossi<sup>81</sup>.

Alle consegne di materiale veniva solitamente aggiunto lo sconto del calo di lavorazione del bronzo, ovverosia l'abbuono della fisiologica perdita di parte del metallo durante e dopo la fusione. A carico del maestro erano invece

<sup>75</sup> Vergani, *L'attività mineraria e metallurgica*, pp. 221-223.

<sup>76</sup> Pampaloni, *La miniera del rame*, pp. 3-33; Braunstein, *Les entreprises minières*, pp. 560-569; Calegari, *La mano sul cannone*, pp. 63-67.

<sup>77</sup> Ansani, *Craftsmen, artillery, and war production*, p. 14.

<sup>78</sup> Minieri Riccio, *Alcuni fatti di Alfonso I d'Aragona*, pp. 253, 424 e 429.

<sup>79</sup> Ermini, *Campane e cannoni*, p. 396.

<sup>80</sup> ASF, *Dieci di balìa, Entrata e uscita*, 8, cc. 130r e 161v.

<sup>81</sup> *Ibidem*, 13, cc. 190v-191r e 197rv.

la cera e il combustibile della fornace, carboni e «legna, stagionate e secche, perché in queste consiste il vigor del fuoco et la forza del tutto»<sup>82</sup>.

Nell'ambito delle trattative tra artefici e ufficiali, ancora più importante era la concessione gratuita di un'officina pubblica, spesso emblematicamente collocata accanto ai centri del potere. Il castello estense, ad esempio, ospitava la fonderia dei duchi ferraresi. Alcuni spazi sottostanti la torre del Mangia erano adibiti alla lavorazione delle bombarde senesi. In laguna, la Serenissima offriva ai suoi maestri non solo gli spazi del suo arsenale, ma anche un'abitazione per le loro famiglie. A Napoli, invece, le botteghe erano poste nelle sale del Castel Nuovo, sulle banchine del porto, e persino in alcune abitazioni fuori dalle mura, «ubi fiebant bombardae curiae». Nell'inventario compilato nel 1501 da Luise Setaro, governatore della regia artiglieria napoletana, venivano descritti diversi strumenti delle officine dei fonditori del castello, come una «verga de ferro soctile da annectare la terra da dentro la artegliaria», «cerchie» e «bande de ferro per forme» di diverse misure, dei mantici, parecchie tavole di olmo per gli affusti, e numerosi altri strumenti per la fornace<sup>83</sup>. Pochi anni prima, nei depositi della fortezza aragonese, erano immagazzinate anche cinquantanove tonnellate di rame<sup>84</sup>.

Impianti di proprietà dei singoli maestri erano invece presenti a Firenze, dove «il fornello del comune» era stato inaugurato solamente agli inizi degli anni Ottanta, nel pieno centro della città, durante le fasi più intense della guerra in Lunigiana<sup>85</sup>. Fra gli strumenti forniti al maestro di getto per l'opificio della *Sapienza*, un nota del 1496 elencava un «fornello armato di ferro chon due bocche», due «finestre di ferro della fornace», una «forchetta di ferro da chavare le finestre», due «rastrelli di ferro da nettare la fornace», due «mandriani di ferro da chavare rame», due «vagli di ferro da buttare terra», tre «treppiedi di ferro da fucina», nove «fusi di legno da fare l'anima degli stormenti», venti «cerchi grossi e sottili di ferro per le forme», un «chanapo chon due taglie e charuchola di bronzo da trar fuori», un «ferro da nettare drento» le canne, e tenaglie, scale, beccastrini, verghe, paranchi e argani<sup>86</sup>.

Dato il monopolio statale nella fabbricazione dei pezzi, agli artefici non veniva conferita alcuna privativa contro la concorrenza di altri fonditori. I magistrati, anzi, avrebbero sempre arruolato un maggior numero di maestri, stranieri e non, assicurandosi un rifornimento continuo di artiglierie, sia in tempo di pace, sia in caso di impellente necessità<sup>87</sup>. Tra i benefici per i maestri

<sup>82</sup> Biringuccio, *Pirotechnia*, c. 93r. Sul finire del secolo, il valore di una catasta di «legne d'ontano per fondere», a Firenze, si aggirava intorno alle cinquanta lire: Archivio Storico dell'Istituto degli Innocenti di Firenze, 13230, c. 16v.

<sup>83</sup> Volpicella, *Le artiglierie di Castel Nuovo*, pp. 333-337.

<sup>84</sup> Quarenghi, *Tecno-cronografia*, p. 178.

<sup>85</sup> Ansani, *Geografie della guerra*, pp. 92-94. Per la storia del complesso della *Sapienza*, si veda Ferretti, *La Sapienza di Niccolò da Uzzano*.

<sup>86</sup> ASF, *Dieci di balia, Munizioni*, 7, cc. 129v-130r.

<sup>87</sup> Sulla concessione di monopoli, si veda Molà, *Inventors, patents, and the market for innovations*, pp. 7-10; Belfanti, *Guilds, patents*, p. 571.

di getto poteva però rientrare la concessione della cittadinanza, come avvenuto talvolta a Napoli, e non solo. A Vercelli, Giovanni della Mola da Casale e Antonino di Cozola sarebbero diventati parte integrante della comunità se avessero consegnato al comune tre cerbottane entro due mesi<sup>88</sup>. In Sicilia, i maestri della famiglia Arena, nel 1488, venivano riconosciuti come cittadini di Palermo, dopo il loro trasferimento da Catania<sup>89</sup>.

Non mancavano, infine, un salario mensile o una paga a cottimo, quest'ultima genericamente calcolata sulla quantità di metallo fusa. A Venezia il compenso era annuale, e ammontava a diverse decine di ducati, quando non centinaia<sup>90</sup>. I maestri senesi potevano anche essere remunerati con beni immobiliari incamerati dalla Repubblica<sup>91</sup>. Il Magnanimo era in grado di promettere addirittura venticinque ducati per ogni mille libbre di materia lavorata<sup>92</sup>. Per tutta la seconda metà del secolo, i Dieci di Balìa offrivano una paga compresa fra le sessanta e le settantacinque lire per lo stesso peso, a indicare probabilmente una certa, consolidata prassi italiana in merito<sup>93</sup>.

Una condotta del 1493, conclusa sempre a Firenze tra il Comune e «magister Johannes de Uspurch teuthonicus», stabiliva il prezzo e la tipologia delle artiglierie, la percentuale del calo dei getti, le spese a carico dell'artigiano e gli obblighi della Signoria, «come si costuma di fare in simili cose».

In prima che il decto maestro Giovanni debba fare et gittare tucte le infrascripte artiglierie qui ad apresso notate et scripte per prezo et pregio di lire settanta piccioli et di quattrini neri il migliaio, a sua spese delle cose che vi si haranno adoperare chome si costuma di fare in simili cose et getti, havendo però la materia del getto dagli Octo decti. Et con pacto che il chalo di decti getti non possa passare libbre sette per cento, et per infino a tanta somma di calo gli sia admissa et facta buona. Passando più l'habbi ad fare il decto maestro Giovanni buono di suo a decti Octo.

I decti getti che egli è obligato fare ad ogni requisitione di decti Octo agli infrascripti pregi sono questi, cioè: bombarde grosse intere di uno pezo o di dua o di tre chome a decti Octo paresti, di getto di libbre quatrocento di pietra o più; meze bombarde di getto da libbre ducento in su, di uno o più pezi; quarte bombarde da libbre cento in su di getto, di uno o più pezi; octave bombarde da libbre quaranta in su di getto, di uno o più pezi; bombarde da ripari da quindici in venticinque libbre di getto, di uno pezo o più; passavolanti, cortaldi o basilischi di uno pezo o di dua o più chome vorranno i decti Octo, di getto da libbre cento di piombo o di ferro in su; mezi passavolanti, cortaldi et basilischi di getto di piombo o ferro da libbre cinquanta a cento; quarti passavolanti di getto chome di sopra da libbre venticinque in cinquanta; item serpentine sino da cinque a venticinque libbre di getto in circa; item spingharde da libbre cinque in sei di getto. Le quali tucte cose il decto maestro Giovanni si obliha et promette a decti Octo di fare bene et lealmente a uso di buono et leale maestro<sup>94</sup>.

<sup>88</sup> Quarenghi, *Tecno-cronografia*, pp. 131-132.

<sup>89</sup> Palazzolo, *Cannoni e fonditori in Sicilia*, p. 68.

<sup>90</sup> Panciera, *Il governo delle artiglierie*, pp. 163-164.

<sup>91</sup> Ermini, *Campane e cannoni*, p. 394.

<sup>92</sup> Minieri Riccio, *Alcuni fatti di Alfonso I d'Aragona*, p. 444.

<sup>93</sup> BNCF, *Baldovinetti 70, 92v e 111v*; ASF, *Dieci di balia, Munizioni*, 7, cc. 244r, 246r e 265r.

<sup>94</sup> ASF, *Otto di Pratica, Deliberazioni, partiti, condotte e stanziamenti*, 5, cc. 96v-97r.

Allo stesso modo, nel 1472, i Nove della Custodia della Repubblica di Siena commissionavano al loro maestro Giovanni da Zagabria la realizzazione di una bombarda di bronzo, da modellarsi su una forma preesistente, concedendogli la fornitura dei metalli e l'usufrutto della fonderia comunale.

Supradicti officiales decreverunt quod magister Johannes de Slavonia, magister bombardarum, colet trombam super forma facta olim per magistrum Augustinum (...), et similiter cannonem. Et si aliqua ex dictis formis non esset bona, illam reficiat suis sumptibus, et dictam bombardam cum cannone suis sumptibus det ad perfectionem, et factam consegnet (...). Habeat a Comuni Senarum ramen et stagnum opportunum, et locum subtus voltas planas sale consiliorum ubi fuerunt facte alie. Et pro suo labore et mercede, seu salario, libre novem pro singulo centonario (...). Item pro calo in conflatura deficiendo, admittatur decem pro centonario<sup>95</sup>.

Sempre connessa alla produzione di artiglierie era la licenza concessa dagli Anziani di Lucca a Paolo Nicolini per l'apertura di un «edificio da trapanare spingarde, a aqua, in quel comune di San Quirico a Petroio, piviere di Sergromignio, in sul terreno suo», nel 1470<sup>96</sup>.

Negli stessi anni, contratti simili venivano siglati anche con altri fabbricanti di munizioni, quali maestri di polvere e lavoratori del ferro, cui venivano ugualmente concessi laboratori pubblici, retribuzioni mensili, minerali e metalli, e, talvolta, anticipi e aiuti finanziari per avviare le attività<sup>97</sup>. Significativo sarebbe stato, in tal senso, il tentativo dell'azienda Marinai e del banco Medici di «chondurre l'arte dell'arme et altri exercizi di Milano» a Pisa<sup>98</sup>. Ma, negli stessi anni, simili sforzi per attirare i rinomati corazzai lombardi erano stati compiuti anche a Napoli e a Ferrara<sup>99</sup>. Nel 1464, i patti conclusi fra il maestro Ottolino e gli emissari di Borso d'Este prevedevano un premio di cento fiorini d'oro per «conducere se cum familia sua usque ad duos menses proximos futuros ad habitandum in civitate Ferrarie», e qui, con tre aiutanti, lavorare «continue et toto ejus vite tempore de arte et magisterio armorum»<sup>100</sup>.

Signori, condottieri e capitani non mancavano inoltre di richiedere o di offrire dei fonditori ai propri alleati, così come avveniva normalmente per gli ingegneri civili e per gli architetti militari. Già nel 1417, il governo senese pregava il signore di Lucca, Paolo Guinigi, di inviare un «magister bombardarum» ai suoi confederati<sup>101</sup>. Nel 1454, il marchese di Ferrara metteva a disposizione di Ludovico Gonzaga il maestro Giovanni da Lodi, affinché portasse a termine la fusione di una bombarda<sup>102</sup>. L'anno dopo, il senato di Ragusa si

<sup>95</sup> Angelucci, *Documenti inediti*, pp. 556-557. Patti fra municipalità e artefici pare fossero in uso anche Oltralpe, come riportato da Contamine, *La guerra nel Medioevo*, p. 205.

<sup>96</sup> Quarenghi, *Tecno-cronografia*, pp. 146-147.

<sup>97</sup> ASF, *Dieci di balia, Deliberazioni, condotte e stanziamenti*, 46, cc. 12v-13r e 52v; 47, cc. 60r e 61r.

<sup>98</sup> ASF, *Carte Riccardi*, 816, i. 98.

<sup>99</sup> Bianchessi, *Cavalli, armi e salnitro*, pp. 560-572; Motta, *Armaioli milanesi*, pp. 201 e 219; Venturi, *Relazioni artistiche*, pp. 230-237.

<sup>100</sup> Cittadella, *Notizie relative a Ferrara*, p. 490.

<sup>101</sup> Angelucci, *Documenti inediti*, pp. 580-581.

<sup>102</sup> Cittadella, *Notizie relative a Ferrara*, p. 494.

informava presso la Signoria di Firenze sulla disponibilità di due suoi tecnici, offrendo loro il metallo, un'officina e delle sostanziose ricompense in denaro<sup>103</sup>. Da parte sua, Lorenzo de' Medici promuoveva Leonardo da Vinci alla corte di Ludovico Sforza, e assumeva, per l'officina comunale di «Marzocco», l'artigiano ferrarese Alberghetto Alberghetti, concessogli probabilmente da Ercole d'Este, allora capitano generale della lega che aveva sostenuto il Magnifico durante la guerra dei Pazzi<sup>104</sup>. Lo stesso Alberghetti sarebbe stato richiesto anche dal signore di Faenza, Galeotto Manfredi, «per octo zorni, tanto che io facia vedere queste mie artiglierie»<sup>105</sup>. Sul finire del secolo, gli emissari fiorentini in Francia domandavano a Carlo VIII un maestro delle artiglierie, mentre i commissari generali repubblicani inviavano ai Dieci di Balìa un «Antonio Chiariti da Lucca, maestro di getti, quale altra volta vostre signorie ci hanno chiesto», ben ragguagliati della sua opera e delle sue qualità<sup>106</sup>.

Non mancavano nemmeno i prestiti delle armi stesse. Nel 1459, Giovanni d'Angiò stipulava un «mutuo» semestrale, in Genova, per due grosse<sup>107</sup>. Nel 1464, i fiorentini spedivano al duca di Milano, via mare, una bombarda, destinata all'assedio dello stesso capoluogo ligure<sup>108</sup>. Qualche tempo prima, Filippo di Savoia aveva sollecitato al signore di Gruyères l'invio di due pezzi a canna molto corta, detti vugleri<sup>109</sup>. Nel 1482, i senesi dichiaravano al papa «parati facere de dictis nostris bombardis que placita sint sue sanctitati»<sup>110</sup>. Per la campagna dell'agro romano, nel 1486, Alfonso d'Aragona aveva richiesto, ai suoi alleati toscani, l'invio di due pezzi da Montepulciano, perché «non si può fare senza una bombarda grossa et qualche mezana artiglieria», e, senza, «ogni piccola bicocca fa difesa»<sup>111</sup>. Da Napoli e da Roma provenivano rispettivamente la «bombarda del re di tre pezzi» e la «bombarda grossa del papa di due pezzi» utilizzate contro le fortificazioni di Colle Val d'Elsa nel 1479<sup>112</sup>.

Prestiti e offerte smentirebbero, quindi, qualsiasi parvenza di «segreto militare» attorno alla produzione delle grosse, almeno per il Quattrocento<sup>113</sup>. Pur trattandosi di un sapere fondamentale per la sicurezza, il getto delle artiglierie non era coperto da nessuna riservatezza, configurandosi piuttosto come una *open technique*, disponibile e replicabile da qualsiasi stato, purché

<sup>103</sup> Fabriczy, *Fonditori fiorentini*, p. 316.

<sup>104</sup> ASF, *Dieci di balìa, Entrata e uscita*, 8, c. 129v; ASF, *Dieci di balìa, Deliberazioni, condotte e stanziamenti*, 30, c. 260v.

<sup>105</sup> Angelucci, *Documenti inediti*, pp. 277-278.

<sup>106</sup> ASF, *Dieci di balìa, Responsive*, 40, c. 356r; *Négociations diplomatiques de la France avec la Toscane*, p. 659.

<sup>107</sup> Storti, *Note e riflessioni sulle tecniche ossidionali*, p. 252.

<sup>108</sup> Beltrami, *Le bombarde milanesi*, p. 803.

<sup>109</sup> Quarenghi, *Tecno-cronografia*, p. 145.

<sup>110</sup> Angelucci, *Documenti inediti*, p. 563.

<sup>111</sup> ASF, *Dieci di balìa, Responsive*, 33, cc. 354r, 385v e 519r; ASF, *Dieci di balìa, Responsive*, 36, c. 362r.

<sup>112</sup> Allegretti, *Diario senese*, pp. 793-794.

<sup>113</sup> Bernardoni, *La fusione delle artiglierie*, p. 107.

inserito nel tessuto delle leghe, generali o particolari che fossero<sup>114</sup>. Contrariamente a quanto avveniva per altre manifatture, le autorità italiane non ponevano controlli o restrizioni sui trasferimenti dei loro fonditori, non dovendo proteggere alcun primato economico o alcuna supremazia manifatturiera delle città capitali<sup>115</sup>. Allo stesso modo, neanche le corporazioni potevano porre vincoli alla circolazione della manodopera, non afferendo i pratici ad alcuna specifica arte. Nel caso fiorentino, nonostante qualche maestro fosse immatricolato nell'«arte dei maestri di pietra e legname», i pratici non erano costretti da nessuno statuto a mantenere il riserbo sulle tecniche impiegate, o a rimanere nella comunità di origine<sup>116</sup>.

Del resto, rispetto ad altre armi, come corazze, scoppietti e lance, le artiglierie pesanti erano un merce assai meno “difficile”<sup>117</sup>. In quanto di proprietà governativa, le grosse non erano assolutamente immettibili sul mercato. Solo i piccoli calibri potevano essere commerciati al dettaglio da maestri forestieri, senza però mai costituire una serie concorrenza per i prodotti locali. I fiorentini acquistavano un paio di spingarde l'anno sul mercato bresciano, un nonnulla, rispetto alla manifattura dei fabbri del Dominio, capaci di produrre centinaia in un solo semestre<sup>118</sup>. Nel 1492, Ferrante d'Aragona comprava a Milano, oltre a diecimila lame di spada e tremila partigiane, ben mille spingarde. Durante la conquista del regno, anche suo padre, Alfonso, aveva acquistato delle artiglierie in Catalogna, ma, in entrambe i casi, le forniture straordinarie erano state dettate unicamente dall'impellenza dei combattimenti e dalle minacce avversarie<sup>119</sup>.

#### 4. *Storie di pratici*

Durante l'intero Quattrocento, interazioni e scambi fra le più disparate culture tecniche, artistiche e politiche sembravano avvenire quotidianamente, in tutta la Penisola. La reputazione e le sperimentazioni delle maestranze veneziane, ad esempio, attiravano indubbiamente l'attenzione di molti pratici, che spesso richiedevano al Senato l'autorizzazione a recarsi in laguna per studiare le tecnologie marciante, finendo talvolta per stabilirsi definitivamente in città. Fra i magazzini dell'arsenale si potevano quindi incontrare fabbricanti francesi, croati e germanici, o esperti provenienti dalla Terraferma, dalla

<sup>114</sup> Hilaire-Perez e Verna, *Dissemination of technical knowledge*, p. 540.

<sup>115</sup> Molà, *Inventors, patents, and the market for innovations*, pp. 137-138.

<sup>116</sup> Belfanti, *Guilds, patents*, pp. 574-576. Sul ruolo delle arti nella diffusione del sapere tecnico, si veda anche Epstein, *Craft guilds*, pp. 693-705.

<sup>117</sup> Ansani, *Geografie della guerra*, pp. 115-116; Ashtor, *Aspetti dell'espansione italiana*, pp. 24-25; Bianchessi, *Cavalli, armi e salnitro*, pp. 573-575; Leydi, *Le armi*, pp. 171-175.

<sup>118</sup> ASF, *Dieci di balia, Deliberazioni, condotte e stanziamenti*, 33, c. 171r; ASF, *Dieci di balia, Debitori e creditori*, 22, cc. 14v e 22r; ASF, *Dieci di balia, Responsive*, 30, c. 109v.

<sup>119</sup> Barone, *Le cedole di tesoreria*, pp. 235-236; Minieri Riccio, *Alcuni fatti di Alfonso I d'Aragona*, p. 7; Quarenghi, *Tecno-cronografia*, p. 177.

Lombardia, dalle Marche, dal Piemonte, dalla Puglia. Originario di Cremona era invece maestro Bartolomeo, affermatosi come un personaggio chiave nella gestione, nel munizionamento e nella organizzazione dell'artiglieria<sup>120</sup>. Nel 1487, come suo successore, sarebbe stato designato il figlio di Alberghetto Alberghetti, Sigismondo, «peritissimus et excellentissimus artifex conficiendorum tormentorum, passavolantium et aliorum huiusmodi instrumentorum bellicorum», promettendogli la concessione di un'abitazione, uno stipendio annuo di duecento ducati, e il pagamento di tutti i pezzi portati a termine<sup>121</sup>.

A Napoli, nel solo Castel Nuovo, intorno agli anni Cinquanta operavano maestri provenienti da Genova e dalla Sicilia, dalla Savoia e dall'Umbria, dalla Germania e dalla Catalogna, tutti agli ordini del «mestre maior de la artilleria», il parigino Guglielmo dello Monaco, incaricato dal Magnanimo della produzione di bombarde e dell'approvvigionamento di polvere e di salnitro<sup>122</sup>. Attivo a Milano già nel 1443, il fonditore francese si era trasferito presso la corte di Alfonso in qualità di realizzatore di «multiplices machinae», «egregie instructus arte horologiorum et quarundam pulchrarum rerum». Per incoraggiarlo a dedicarsi al suo lavoro «bene, alacri, libero et toto animo», il sovrano aragonese gli aveva garantito la cittadinanza regnicola e un salario annuo di quattrocento ducati d'oro, incrementati dal suo successore con la concessione della gabella della piazza Maggiore di Napoli.

A partire dal 1453, il dello Monaco aveva progettato e fuso campane e fontane. Ma il suo capolavoro tecnico, a detta di molti, era rappresentato dall'imponente *Neapolitana*, una grossa di quattro pezzi, realizzata con nove tonnellate di bronzo, finemente incisa, e decorata con «lo stemma reale di Aragona e del reame di Napoli, tenendo da una parte il castello e dall'altra la divisa delle spighe del miglio»<sup>123</sup>. Nella reggia partenopea, l'artefice avrebbe poi fuso numerose altre bombarde e spingarde, alternando il suo lavoro in officina con quello sul campo di battaglia.

Parmi dovere fare intendere la forza de la bombarda che ha tracto, la quale se chiama la *Neapolitana*, et porta quatrocento libre de petra, et cosi la virtù del bombardero, che è magistro Gulielmo. Dicta bombarda non se poté, per l'aspreza del monte, piantare più presso alla torre (...), et bisognava trare a l'insuso. El muro de la torre, dove era più debile, era grosso quatordecim palmi, che quando el conte de Sarno et l'altri de la terra videro mectere dicta bombarda in quello loco (...) se ne ridevano, parendoli cosa impossibile che dicta bombarda ce dovesse fare alcuna offesa. La virtù del bombardero è stata questa, che mai ha gitato una sola petra in fallo, che ad tutti è parso cosa assai meravigliosa<sup>124</sup>.

<sup>120</sup> Mallett, *L'organizzazione militare di Venezia*, pp. 109-116; Ashtor, *Aspetti dell'espansione italiana*, pp. 21-26.

<sup>121</sup> Angelucci, *Documenti inediti*, pp. 282-283.

<sup>122</sup> Barone, *Le cedole di tesoreria*, p. 13.

<sup>123</sup> Minieri Riccio, *Alcuni fatti di Alfonso I d'Aragona*, p. 444.

<sup>124</sup> Storti, *Note e riflessioni sulle tecniche ossidionali*, p. 254.

Le capacità e l'ingegno avrebbero permesso a Guglielmo di godere di un immenso prestigio, a corte, e di accumulare, nei decenni successivi, una discreta fortuna personale. Negli anni Sessanta, gli sarebbe infatti stato accordato l'acquisto della baliva di Cosenza, così come il possesso dei feudi di Monasterace, Perricello e Campolongo, nella provincia di Calabria Ultra, e l'usufrutto di tutte le miniere di allume del Regno, a eccezione di quelle regie di Ischia e Lipari<sup>125</sup>.

Sempre a Napoli operava un altro francese, Patris de la Motte, che aveva precedentemente prestato servizio presso Riccardo III ed Enrico VII d'Inghilterra. Dall'Impero proveniva poi un maestro Giovanni, che aveva realizzato a Gaeta una bombarda. Prima dell'arrivo di Guglielmo dello Monaco, Alfonso aveva commissionato altre bronzine a Bartolomeo da Milano. Ma altri fonditori, in genere, erano attivi anche nell'arsenale navale partenopeo<sup>126</sup>.

La disponibilità di numerosi specialisti garantì ai sovrani aragonesi una produzione incessante di armi da fuoco, stimolata anche dalle guerre, dalle rivolte e dalle congiure che travagliarono il regno per tutto il secondo Quattrocento. Nel 1474, i pezzi della «regia munitione» assommavano a ben centotrentasette unità, fra bombarde e cerbottane di metallo<sup>127</sup>. Alla fine del secolo, nel Castel Nuovo erano presenti una «casa grande dell'artiglieria», un deposito di polvere e una raffineria di salnitro, e almeno due distinte fonderie, gestite da Giovanni da Catania, Federico da Bergamo, Antonio Gioardi da Genova e Pietro «de Coria, spagnuolo», insieme a cinque loro garzoni<sup>128</sup>. In quegli anni, l'armeria della reggia, stando al cronista veneziano Marino Sanudo, rappresentava una vera e propria delizia per i contemporanei<sup>129</sup>.

Seguendo le strade aperte da mercenari, fabbri, meccanici e stampatori loro connazionali, Guglielmo di Norimberga, Corrado di Stoccarda e altri artigiani tedeschi erano giunti a Roma negli anni Sessanta, su invito della Camera Apostolica. A loro spettavano gli incarichi di bombardieri e di maestri dell'artiglieria, mentre al pontefice in persona era spesso demandata la benedizione delle bocche da fuoco. D'altronde, come notava uno sconsolato notaio della curia, «dove che per altro tempo li santi apostoli intendevano a conquistare li popoli alla fede et devotione christiana colli miracoli, orationi et segno della santa croce, adesso si acquistano colli colpi delle bombarde»<sup>130</sup>. Nel 1462, tre bombarde erano state addirittura ribattezzate coi nomi più cari a Pio II.

Quarum primam, ex nomine patris Pii pontificis, Silviam appellavit. Alteram, ex nomine matris, Victoriam (...). Tertiam (...), Aeneam, quod id fuerit ante praesulatum

<sup>125</sup> Barreto, *Artisan ou artiste*, pp. 301-307.

<sup>126</sup> Minieri Riccio, *Alcuni fatti di Alfonso I d'Aragona*, pp. 253, 255 e 257; Ridella, *Fonditori italiani di artiglierie*, pp. 19-20.

<sup>127</sup> Barone, *Le cedole di tesoreria*, p. 400.

<sup>128</sup> Volpicella, *Le artiglierie di Castel Nuovo*, pp. 336-337.

<sup>129</sup> Sanudo, *La spedizione di Carlo VIII*, p. 238.

<sup>130</sup> Infessura, *Diario della città di Roma*, p. 134.

pontificis nomen. Et haec reliquis maior, quae trecentorum pondo emisit, ille ducentorum, in qui tant vis reperta est, ut nulla murorum moles resistere valeret<sup>131</sup>.

La *Silvia*, la *Vittoria* e l'*Enea* erano state realizzate dal maestro Agostino de' Rossi da Piacenza, arrivato nella Città Eterna l'anno precedente, per espressa volontà di sua santità. Gli accordi con il «frabricator bombardarum» prevedevano l'affitto di una casa, la consueta fornitura del bronzo, la concessione degli strumenti e una paga di venti fiorini per ogni mille libbre di peso delle artiglierie<sup>132</sup>.

Dal punto di vista della committenza, la decennale carriera di Agostino appare senz'altro come una delle più notevoli. L'artefice era stato infatti attivo non solo a Roma, ma anche a Milano, a Mantova e a Urbino. A Siena, soprattutto, aveva realizzato due bombarde, «magnas et ornatas», numerose serpentine e svariati «cannoni» per dei pezzi preesistenti. Inoltre, aveva preso parte, in qualità di bombardiere, alle operazioni contro Aldobrandino Orsini e Niccolò Piccinino<sup>133</sup>. Le sue capacità avevano finito per attirare le attenzioni di numerosi governanti, e, nel 1457, anche Federico da Montefeltro ne aveva domandato insistentemente i servigi.

El me occorre al presente el bisogno de uno maestro da gittare bombarde, et, perché sono informato che lì in Siena è uno bono et sufficiente maestro, quale me satisfiera assai, che 'l conobbi fin d'alora quando stetti lì amalato, prego istantemente le signorie vostre che, ad mia singulare complacentia, li dia licentia, anzi, li commetta che vegna via subito, che cusì rechede el bisogno mio (...). Et io li farò fare el debito del suo pagamento, per modo che se chiamarà ben contento. Io debbio sperare che le signorie vostre me compiacciano del dicto maestro, perché in omne cosa che tendesse al bene et stato de la vostra Republica io seria affectionatissimo quanto niun altro possesse havere al mondo, et maxime attento che queste bombarde io le voglio per operarle contro el signor Sigismundo, inimico de la vostra signoria, a la quale me raccomando<sup>134</sup>.

La Repubblica, solitamente, non tardava a concedere, al proprio artigiano, la licenza di lavorare presso gli alleati. La crescente stima dei contemporanei, e i suoi viaggi, permisero ad Agostino di entrare personalmente in contatto con Cicco Simonetta e con papa Piccolomini, arrivando a ottenere, da quest'ultimo, il titolo di «palacii apostolici architectus ac exercitus Sanctae Romane Ecclesiae bombarderius»<sup>135</sup>.

Come il maestro piacentino, anche l'«ottimo ingegnere» Ferlino da Chieri operò sui campi di battaglia e in bottega, servendo la Serenissima, e riuscendo persino ad aprire una propria officina sull'isola della Giudecca<sup>136</sup>. Il fonditore piemontese era giunto a Venezia dopo aver fabbricato numerose bombarde in

<sup>131</sup> Schulz, *La migrazione*, pp. 108-109; Esch, *Economia, cultura materiale ed arte*, pp. 140-142. Si vedano anche le testimonianze coeve di Piccolomini, *Commentarii rerum memorabilium*, p. 135.

<sup>132</sup> Ermini, *Campane e cannoni*, p. 397.

<sup>133</sup> *Ibidem*, pp. 388-401.

<sup>134</sup> Angelucci, *Documenti inediti*, pp. 544-545.

<sup>135</sup> Ermini, *Campane e cannoni*, pp. 396-398.

<sup>136</sup> Panciera, *Il governo delle artiglierie*, p. 163.

Savoia e in Lombardia. Qui, in particolar modo, aveva realizzato due omonime *Ferline*, di due pezzi ciascuna, entrambe caricabili con duecento libbre di palla di pietra<sup>137</sup>.

Negli stessi anni, il genovese Francesco Bianco fondeva a Milano la *Corona*, di quattrocento libbre di calibro, e la *Bissona*, di trecento. Delle medesime pallottole di quest'ultima era munita la *Liona*, eccezionalmente realizzata in ghisa dallo specialista ligure<sup>138</sup>. Maffeo da Como e Dainese Maineri, invece, sovrintesero alla fusione di una bombarda di otto tonnellate, la *Galezasca Victoriosa*, la cui «tromba» poteva ospitare un gigantesco proiettile di cinquecentosettanta libbre, e la cui «coda» doveva contenere l'esplosione di ben cento libbre di polvere<sup>139</sup>. Ma tra i «ducali ingeniari et bombardieri» sforzeschi figuravano anche altri esperti locali, oltre a pratici stranieri, fra cui Cristoforo da Gandino, Francesco da Pavia, Francesco da Mantova, Giovanni da Lodi e «magistro Nardivo de Franza»<sup>140</sup>.

Il tema della difesa, ovviamente, riguardava anche gli stati minori. Nel 1458, il marchese Borso d'Este aveva a sua disposizione due maestri francesi, Simone e Nicolò da Nancy<sup>141</sup>. Nel 1471, per finanziare i lavori di Giovanni di Zagabria, il governo senese era arrivato persino a imporre una specifica tassa sulle concessioni di grazia,

considerato che non sia molto honore che le vostre signorie, essendo di stima asai, habi solamente due bombarde, che quando ce ne fusseno dieci non sarebero troppe, et darebero a la vostra Republica grande reputatione<sup>142</sup>.

Per il conflitto contro Firenze, nel 1479, una grossa di due pezzi, pesante più di otto tonnellate, era stata fusa da Pietro di Niccolò Campana, e «passava mura, ripari, e ogni cosa, e non era niente che la tenesse». Durante quello stesso anno, la cattura di diverse artiglierie nemiche rese possibile la vista di una luccicante «montagna di bronzo» davanti al Palazzo Pubblico, con ventidue bombarde trionfalmente esibite in Piazza del Campo<sup>143</sup>.

Firenze, del resto, pareva essere all'avanguardia, nel campo della produzione di armi da fuoco. Fin dalla metà del secolo, infatti, il Comune si era affidato esclusivamente a dei maestri di getto per la realizzazione delle sue armi d'assedio, forte anche della tradizione di suoi scultori e dei suoi orafi, come Donatello e Michelozzo. Collaboratore di entrambe era stato Maso di Bartolomeo, che, a partire dal 1449, si era occupato della produzione di armi nella «chasa delle bombarde» di Urbino, pagato «a ragione di fiorini venticinque del migliaio» di libbre di bronzo. Per Federico da Montefeltro, Maso

<sup>137</sup> Simonetta, *Historie*, c. 329r; Visconti, *L'ordine dell'esercito ducale sforzesco*, p. 471.

<sup>138</sup> Beltrami, *Le bombarde milanesi*, pp. 798-799; Quarenghi, *Tecno-cronografia*, pp. 142-143.

<sup>139</sup> Visconti, *L'ordine dell'esercito ducale sforzesco*, p. 471.

<sup>140</sup> Motta, *Architetti ed ingegneri militari sforzeschi*, pp. 139-140.

<sup>141</sup> Cittadella, *Notizie relative a Ferrara*, p. 495.

<sup>142</sup> Archivio di Stato di Siena, *Concistoro*, 2557, c. 1r.

<sup>143</sup> Allegretti, *Diario senese*, p. 794; Angelucci, *Documenti inediti*, pp. 561-562.

avrebbe realizzato una «cierbottana di quattro pezi a vite», una grossa di tre pezzi, «di portata di libre trecento, che pesò la bombardarda libre dodicimila e cinquecento», e una «bombarda di portata di libre ducento e quattro», fusa con undicimila libbre di metallo<sup>144</sup>.

Tornato a Firenze nel 1451, nella sua bottega di via Porta Rossa, Maso provvide, nel giro di pochi mesi, a immatricolarsi all'«arte de' maestri di pietra e legname»<sup>145</sup>. Nell'inverno del 1453, i Dieci di Balìa lo incaricavano di reperire, nelle fortificazioni di Pisa, del bronzo usato, affinché lo conducesse a Firenze, «pro novis bombardis conficiendis»<sup>146</sup>. La contabilità dei magistrati ne enumerava quattro, e cioè la *Disperata*, la *Lionessa*, la *Tribolata*, e la *Lucchese*, pagate più di millecinquecento lire, «in somma di più bronzo avuto».

Quattro bombarde, le quale abiamo fatto fare di bronzo vecchio che avevamo, ch'era libre ottomila e centosessanta, il quel venne da Pisa da Chonsoli del Mare (...) in più pezi, e libre quindicimila e quattrocentoventuno chomperamo da più persone (...). E' nomi di dette bombarde sono qui da piè. Pesono in tutto libre ventimila e trecentocinquanta, che il resto di detto bronzo chalò per farlo due volte fondere, che chalò libre quattordici per cento. Una bombardarda che si chiama la *Disperata*, che ha il chanone a vite, pesò libre novemila e secentotrenta, e una bombardarda che si chiama la *Leonessa* che pesò libre semila e novecentoquindici, e una bombardarda che si chiama la *Tribolata* che le faciamo la tromba e il chanone venne da Pisa, fu detta tromba libre dumila e ottocentonovanta e il chanone fu dumila e cinquanta, e una che si chiama la *Lucchese*, che avavamo la tromba e faciamo fare il chanone, che pesò libre cinquecento e ottanta, sì che in tutto pesò detto bronzo, chome di sopra, libre ventimila e trecentocinquanta<sup>147</sup>.

Nel suo «conto di dare e d'avere e di opere», Maso riportava i calibri e le cariche delle bombarde, specificando che la «tromba di detta Disperata porta libre trecento di pietra, el channone porta libre ottanta di polvere», che la «tromba de la Leonessa porta libre ducentocinquanta di pietra e il channone porta libre cinquanta di polvere», e che «la tromba detta la Tribolata è di portata di libre centocinquanta di pietra»<sup>148</sup>. Nei mesi seguenti, il maestro fiorentino avrebbe provveduto a riparare e rifondere più volte il «cannone» di alcune grosse, rotti durante le operazioni contro gli invasori aragonesi sul litorale toscano. Sempre per la stessa campagna, *Masaccio* avrebbe curato la «fattura d'una bombardarda di portata di libre quattrocento di pietra, la quale bombardarda pesò libre tredicimila circha», e di altre tre macchine, la *Caccia pazzia*, la *Né patti né concordia* e la *Vittoriosa*.

E deono dare a di due d'aprire, per manifattura d'una bombardarda detta *Chaccia Pazia*, di portata di libre ducento e cinquanta di pietra, pesa detta bombardarda libre ottomila e cinquecento, per prezo di lire settantacinque el migliaio, lire secentotrentasette e soldi dieci.

<sup>144</sup> BNCF, *Baldovinetti* 70, cc. 7r e 22r.

<sup>145</sup> *Ibidem*, c. 37r.

<sup>146</sup> ASF, *Dieci di balìa, Deliberazioni, condotte e stanziamenti*, 20, c. 113v.

<sup>147</sup> ASF, *Dieci di balìa, Debitori e creditori*, 17, cc. 143v-144r.

<sup>148</sup> BNCF, *Baldovinetti* 70, c. 92v.

E deono dare a dì tre di luglio, per manifattura del channone della *Vittoriosa*, pesò libre cinquemila e novecento, per lire settantacinque el migliaio, lire trecentosettantacinque.

E deono dare a dì tre di luglio, per manifattura del channone che io refeci alla tromba di *Né patti né chonchordia*, che l'ho rendere detto di, che pesò libre cinquemila e duecentosettanta, per lire settantacinque el migliaio, monta lire trecentosettanta e soldi cinque<sup>149</sup>.

Grazie ai suoi incarichi negli accampamenti di Rencine, Vada e Rosignano, Maso conosceva anche Astorre II Manfredi, allora condottiero dell'esercito gliolato. Per il signore di Faenza avrebbe fuso diverse cerbottane, «cholla divisa dell'agnello», nonché «un paio di forme di bronzo che gittavano due pallottole di piombo, l'una di libre due e l'altra di libre una oncie sei»<sup>150</sup>.

Fra gli assistenti di *Masaccio*, oltre al fratello Giovanni, figurava anche un suo discepolo montepulcianese, che, fra gli anni Settanta e Ottanta, si sarebbe guadagnato la stima del Magnifico e il soprannome di *Pasquino delle Bombarde*<sup>151</sup>. Dopo aver lavorato in Romagna e in Toscana sotto la guida del maestro, Pasquino aveva modellato autonomamente svariate bocche da fuoco nella sua officina fiorentina e nella cittadella nuova di Pisa, partecipando anche a qualche assedio, come quelli di Citerna e di Città di Castello nel 1482<sup>152</sup>. Durante la sua carriera, era riuscito a entrare nella cerchia dello scultore Desiderio da Settignano, finendo per trasmettere le sue conoscenze e le sue competenze a un allievo di quest'ultimo, Andrea del Verrocchio. Nel 1484, su commissione dei Dieci di Balìa, anche il famoso artista avrebbe realizzato, con ventitremila libbre di bronzo, una grossa di tre pezzi, «bella et buona», destinata all'assedio di Pietrasanta, ricevendo in cambio ben millequattrocento lire<sup>153</sup>.

Nel giro di trent'anni, dunque, attraverso un'accorta politica di mecenatismo, la Repubblica sembrava aver favorito la creazione e la maturazione di una vera e propria scuola di maestri di getto locali, di scultori votati anche alla fusione di armi, arrivando a possedere almeno venti pezzi di artiglieria campale, tra cui una bombarda capace di lanciare più di settecento libbre di palla di pietra, il maggior calibro dell'intera Penisola<sup>154</sup>. Soltanto le sollecitazioni dell'estenuante conflitto contro i genovesi richiesero l'apporto di pratici forestieri, come l'Alberghetti, e come, soprattutto, Giovanni da Augusta, arrivato a Livorno, col fratello Matteo, in qualità di semplice bombardiere.

Quel maestro bombardiere si vuole intendere cum esso noi. Se noi il vogliamo adoperare per bombardiere, el pregio suo è facto, cioè ducati dieci a tempo di guerra et il

<sup>149</sup> *Ibidem*, cc. 101v e 111v.

<sup>150</sup> *Ibidem*, cc. 88v, 150v e 153v.

<sup>151</sup> ASF, *Arte dei maestri di pietra e legname*, 2, c. 140v; BNCF, *Baldovinetti* 70, c. 62v.

<sup>152</sup> ASF, *Dieci di balìa, Deliberazioni, condotte e stanziamenti*, 27, cc. 257v e 276r; ASF, *Dieci di balìa, Entrata e uscita*, 8, cc. 44r e 89v.

<sup>153</sup> ASF, *Dieci di balìa, Deliberazioni, condotte e stanziamenti*, 30, c. 209v; ASF, *Dieci di balìa, Entrata e uscita*, c. 129v.

<sup>154</sup> ASF, *Dieci di balìa, Missive*, 22, c. 14r. Per le politiche fiorentine, si veda Ansani, *Geografie della guerra*, pp. 88-98, 106-107 e 116-117.

famiglio, et ducati sei a tempo di pacie. Ma se lo vogliamo adoperare a gittare, vuole essere pagato di getti, et è contento che, nel tempo si paga di getti, il soldo non gli corra, et fare le cose gli commetteranno le signorie vostre per due o tre ducati meno che non fa maestro Alberghetto. Et però non l'ho mandato ancora a Pietrasancta, perché se l'uomo non si compone cum esso lui e' serve malvolentieri, et pena mille anni et hassene cattivo servizio, benché lavori bene a ogni modo. El pacto mi pare si facci per noi, perché, oltra il piacere ci fa salvandoci il bombardiere, ci levamo da dosso la spexa del bombardiere (...). A Livorno ha facto quattro archibusi che sono vantaggiatissimi, ma sono un pocho troppo gravi, che pesano dalle trentasei alle quarantatre libre l'uno. Ho lasciato sieno inceppati et messi nella roccha nuova. Avanza a Livorno di cose vecchie et triste dugentocinquanta libre di bronzo, che se non havessimo a mandare costui in Lunigiana l'arei messo in cittadella et fattogli fare dieci o dodici archibusi di venti libre l'uno, che sono buona monitione per queste cittadelle et costeranno piccola cosa più che di ferro<sup>155</sup>.

A partire dal 1485, l'artigiano tedesco divenne il responsabile della fornace di Pietrasanta. Grazie al suo incessante impegno, sarebbe ben presto arrivato a coordinare i lavori della fonderia pubblica pisana, introducendo i propri metodi nella fusione tanto di «bavalischi» quanto di passavolanti, «cortali», serpentine e spingarde<sup>156</sup>. Nel 1488, Giovanni realizzava anche delle campane, destinate al duomo di Pisa e alla rocca di Sarzana<sup>157</sup>. Il doganiere di Pisa, Francesco Cambini, non poteva che lodarne l'opera, perché «e' dura assai faticha et serve bene»<sup>158</sup>.

Il Comune di Firenze, comunque, non tardò a incentivare l'arrivo di nuovi pratici stranieri. Tra la fine del Quattro e l'inizio del Cinquecento, furono infatti invitati a lavorare nella *Sapienza* un maestro piccardo, Piero da Douai, e Giovannantonio da Novara<sup>159</sup>, quest'ultimo aiutato dal fiorentino Giovanni Piffero, il padre di Benvenuto Cellini<sup>160</sup>. Dal 1504 al 1511, l'officina pubblica fu gestita in esclusiva da Bernardino da Milano, che avrebbe contribuito ad armare la milizia machiavelliana con decine di pezzi di artiglieria pesante e con centinaia di armi da fuoco portatili<sup>161</sup>.

## 5. *Il network dei maestri di getto*

Parallelamente alla scuola di Maso e di Pasquino, la tradizione fusoria dei Ghiberti si era andata tramandando ed evolvendo nel corso di almeno tre generazioni. Ben prima di aderire formalmente all'«arte dei maestri di pietra e legname», il giovane Bonaccorso era cresciuto lavorando a fianco del padre

<sup>155</sup> ASF, *Dieci di balia, Responsive*, 30, c. 519r.

<sup>156</sup> ASF, *Otto di pratica, Munizioni*, 1, c. 9v; ASF, *Ufficiali delle castella*, 29, cc. 20r, 25v, 29v, 31v e 33v; ASF, *Signori e collegi, Condotte e stanziamenti*, 14, c. 197r; 16, c. 157r.

<sup>157</sup> Böninger, *Gli artigiani stranieri*, p. 111.

<sup>158</sup> ASF, *Dieci di balia, Responsive*, 37, c. 267v.

<sup>159</sup> ASF, *Dieci di balia, Munizioni*, 5, cc. 48r e 57v; ASF, *Dieci di balia, Munizioni*, 8, cc. 127v e 161v.

<sup>160</sup> Gaye, *Carteggio inedito*, p. 455; Cellini, *Vita*, pp. 3-7.

<sup>161</sup> ASF, *Dieci di balia, Munizioni*, 10, cc. 9v, 31v, 172r e 225r.

Vettorio, ammirando da vicino le monumentali «porte del Paradiso» realizzate da suo nonno Lorenzo per il battistero fiorentino. Erede degli strumenti, dei libri e della bottega di famiglia, anche lui aveva scelto l'avito mestiere, rivendicandolo sempre con orgoglio nei suoi scritti.

La prima metà di detta bottega ovvero istanza mi si dà per testamento di Lorenzo benché io l'avessi avere tutta per il detto testamento, e l'altra metà per li danari ho ispeso in chasa, sì che per l'una chosa e per l'altre mi danno detta bottega, la quale è stata già un tempo a uso di schultura ovvero a uso di gietto, imperò in quela si gittorono le porte di bronzo di San Giovanni Battista di Firenze (...). E a me agiudichorono tutti i tagli di stagni, pietre fini intagliate e non intagliate, dovunque ve fussino, e ongni altre maserizie atte a l'arte di schultura o di pittore o d'orafo o di getti e in genere tutte chosse non usabili alla chasa, cioè tutte chosse appartenenti a schrittoio o che si possa comprendere essere a simili chose<sup>162</sup>.

Proprio grazie alle sue ricordanze, al suo «libro di debitori e creditori» e al suo «zibaldone» di appunti, è possibile ricostruire, più che per molti altri suoi contemporanei, la sua attività di pratico<sup>163</sup>, una carriera iniziata nel 1479, quando realizzava, per il Comune, le sue prime armi da fuoco. Non è improbabile che avesse conosciuto, in quell'occasione, Pasquino di Matteo e Alberghetto Alberghetti, entrambe impegnati a fondere delle spingarde da impiegare contro le truppe napoletane, romane e senesi, allora schierate intorno al Poggio Imperiale<sup>164</sup>.

Agli anni precedenti risalgono, probabilmente, le letture di Vitruvio, gli studi sui macchinari di Mariano Taccola, gli approcci all'architettura militare e la ricopiatura del trattato del nonno, così come le note sull'oreficeria contenute nello «zibaldone», riguardanti i materiali necessari «per fare bronzo nero» o per «arientare senza fuocho», o la composizione dell'«aqua da dorare fero». Nel 1484, nello «scrittoio» all'incrocio fra la via di San Gilio e via della Pergola, Bonaccorso era alle prese con la realizzazione di alcune campane per l'ospedale di Santa Maria Nuova, come testimoniato anche dalle sue numerose annotazioni su scale e proporzioni di questi manufatti, e sui «modi di fare champane grose nela fosa»<sup>165</sup>.

Su commissione dei Dieci di Balìa, richiesto a più riprese dagli alleati romani, il maestro si recava a Bracciano nel 1486, fondendovi una grossa, e rimanendovi in qualità di ingegnere del condottiero Gentile Virginio Orsini, responsabile di «munitiones et fabricationes». Nel 1490, il Ghiberti si trasferiva ancora una volta, mettendosi al servizio del signore di Piombino, Jacopo IV Appiano, con un salario di otto fiorini d'oro al mese. Nel porto tir-

<sup>162</sup> Archivio Storico dell'Istituto degli Innocenti di Firenze, 13230, cc. 7v-8r.

<sup>163</sup> Si tratta, rispettivamente, dei manoscritti 13230 e 13229, conservati presso l'archivio storico dell'Istituto degli Innocenti, e del quaderno, segnato 228, appartenente al fondo *Banco rari* della Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze.

<sup>164</sup> ASF, *Dieci di balìa, Debitori e creditori*, 22, c. 17v.

<sup>165</sup> Immagini e testi del libro di appunti ghibertiano sono analizzati in Scaglia, *A miscellany of bronze works and texts*; Scaglia, *A translation of Vitruvius*.

renico, avrebbe collaborato con due dei più importanti imprenditori minerari toscani, i fratelli pratesi Zanobi e Tommaso Marinai, attivi nell'estrazione e nella vendita di rame e di ferro<sup>166</sup>. Nel 1493, Franceschetto Cybo, il figlio di Innocenzo VIII, lo incaricava di «pore pregio delle munizioni e artiglierie e armadure e molte chose ne le chastela che lui dette overo vendé al singniore Vergilio Orsino»<sup>167</sup>.

Tornato finalmente a Firenze, nel 1491, il Ghiberti sarebbe rientrato in contatto con molti dei suoi vecchi conoscenti, come il campanaio Giuliano di Mariotto e il muratore Antonio dal Pino, insieme al quale avrebbe costruito una fornace di riverbero, forse simile, nelle proporzioni, a quella rappresentata nello «zibaldone»<sup>168</sup>. Altro «bono compare» era il pittore Pietro Vannucci, il famoso Perugino, al quale già il padre aveva affittato parte della bottega ghibertiana, riservandosi però «l'uso de l'entrare e de l'aver del porticho dove sono e' fornegli». Negli anni successivi, avrebbe incontrato esperti nella lavorazione della ghisa e maestri di getto di diverse nazionalità, condottieri e ufficiali, quei «molti» e quegli «altri» di cui avrebbe scrupolosamente annotato i consigli. Durante la sua trentennale carriera, avrebbe viaggiato e visto «asai istorie», sviluppando il suo «buono ingegno», coltivando una discreta pluralità di interessi, e arricchendo il suo sapere di pratico<sup>169</sup>.

L'intraprendenza e la ricettività dei maestri di getto erano d'altronde testimoniate da molteplici opere d'arte e da altrettanti lavori d'artigianato, impieghi alternativi durante il «tempo di pace»<sup>170</sup>. Guglielmo dello Monaco, ad esempio, aveva realizzato le maestose porte del Castel Nuovo, che immortalavano nel bronzo la vittoria di Ferrante d'Aragona contro Giovanni d'Angiò. Perito di meccanica, il maestro francese era stato capace di realizzare un orologio monumentale per la reggia napoletana. La campana della Torre del Mangia, a Siena, recava in rilievo la firma, il «Iovanes de Saghabria me fecit». Maso di Bartolomeo dirigeva i lavori in diversi cantieri urbinati. A Firenze, egli avrebbe realizzato un «cimiero d'ariento del segno di Volterra, cioè un grifone adosso a un dragho», una stemma di marmo per la famiglia Vettori, alcune statue per Cosimo de' Medici, e un «uscio d'ottone con stipiti di bronzo» per l'erigendo Tempio Malatestiano di Rimini. Lui, *Masaccio*, avrebbe anche coordinato il restauro del palazzo della Parte Guelfa, e fuso la «champana dell'oriuolo di palagio, che fu migliaia undici vel circha»<sup>171</sup>. Le fonti toscane menzionano il fonditore genovese Francesco Bianco come «maestro di fare polvere da bombarda», abile a piazzare i suoi prodotti in patria e all'estero. Giovanni Piffero, da parte sua, avrebbe alternato la manifattura di

<sup>166</sup> Pampaloni, *La miniera del rame*, pp. 34-56.

<sup>167</sup> La carriera e le opere di Bonaccorso sono ampiamente discusse in Ansani, *The life of a Renaissance gunmaker*, cui si rimanda per più dettagliate indicazioni archivistiche.

<sup>168</sup> BNCF, *Banco rari* 228, c. 82v.

<sup>169</sup> Gille, *Leonardo e gli ingegneri*, pp. 8-12.

<sup>170</sup> Caferro, *Warfare and economy*, p. 200.

<sup>171</sup> BNCF, *Baldovinetti* 70, cc. 26r, 27v, 28r, 47v-48r, 57v e 71v. Si veda anche Yriarte, *Le livre de souvenirs*.

artiglierie a quella di canne d'organo e di altri strumenti musicali. Bernardino da Milano, invece, avrebbe realizzato alcune statue, come quelle del gruppo della *Predica del Battista*, create da Giovan Francesco Rustici per il battistero fiorentino. Pasquino da Montepulciano aveva collaborato con Filarete, Michelozzo, e Luca della Robbia, rivelandosi versato non solo nella produzione di artiglierie, ma anche nella scultura in pietra e in marmo. Era persino divenuto un cantore, e maestro dei chierici della cattedrale di Santa Maria del Fiore.

Come gli altri fonditori, Dainese Maineri aveva conosciuto e frequentato architetti, militi, bombardieri, meccanici e salnitrai, dentro e fuori il castello Sforzesco. Nelle corti signorili, nelle rimesse pubbliche, negli accampamenti e nelle piazze, gli artigiani intessevano importanti reti sociali, suggerendosi differenti opinioni, perfezionando le proprie metodologie, e ascoltando i frequenti suggerimenti della committenza<sup>172</sup>. Gli arsenali sarebbero diventati così delle vere e proprie *trading zones*, siti di sperimentazione e di innovazione, in cui persone con competenze diverse potevano comunicare in maniera proficua<sup>173</sup>. Persino le tristi necessità della guerra avrebbero creato interazioni fondamentali al progresso tecnico.

Successful technological change seems to involve a kind of interaction that can best be provided by direct, personal contact. Successful instances of technological change in the past have involved a subtle and complex network of contacts and communication between people, a sharing of interests in similar problems, and a direct confrontation between the user of a machine, who appreciates problems in connection with its use, and the producer of machinery, who is thoroughly versed in problems of machinery production<sup>174</sup>.

Le darsene veneziane, la fonderia del Castel Nuovo, la scuola fiorentina, l'«ufficio dei lavoreri ducali» milanese potevano dunque essere considerati come dei veri e propri collettivi di pratici, in cui le più disparate capacità venivano coinvolte e sollecitate, coordinando la «scientia, sufficientia, experientia, industria, diligentia et sollicitudine» degli artefici<sup>175</sup>. Non a caso il duca di Ferrara riuniva, nelle sue ferriere in Garfagnana, una folta schiera di fabbri, minatori, cavaatori, carbonai, muratori, maestri «da forno» e «da fabbriche», appositamente scelti nelle valli alpine, per avviare la produzione di materiale bellico<sup>176</sup>. Un'iniziativa, quella estense, che, negli stessi anni, sarebbe stata imitata anche da Ludovico il Moro, nelle sue fonderie in Val d'Ossola<sup>177</sup>.

Gli stati mettevano così in contatto diverse capacità, rendendo l'apprendimento di tecniche maggiormente rapido, e il trasferimento dello *know-how* più sistematico<sup>178</sup>. Il supporto e l'interesse delle autorità, insomma, si rivela-

<sup>172</sup> Hilaire-Perez e Verna, *Dissemination of technical knowledge*, p. 560.

<sup>173</sup> Long, *Artisans, practitioners*, pp. 94-107.

<sup>174</sup> Rosenberg, *Economic development*, p. 168.

<sup>175</sup> Repishti, *Architetti e ingegneri*, pp. 44-58.

<sup>176</sup> Baraldi e Calegari, *Pratica e diffusione della siderurgia*, pp. 93-119; Calegari, *La mano sul cannone*, pp. 63-76.

<sup>177</sup> Motta, *Armaiuoli milanesi*, p. 223.

<sup>178</sup> Epstein, *Labour mobility*, p. 251.

vano indispensabili a un fruttuoso scambio tecnico, sociale ed economico<sup>179</sup>. Le politiche di incentivo alla produzione, di sviluppo della manifattura, determinavano infatti la creazione di un contesto reattivo e dinamico. E le scelte e i progetti dei governanti favorivano il prosperare di una ambientazione materiale e immateriale ideale al processo di rinnovamento tecnologico, mettendo a disposizione un insieme di risorse, e creando una stabile connessione tra numerosi saperi<sup>180</sup>.

## 6. Conclusioni. Le artiglierie francesi, tra rivoluzione militare ed evoluzione tecnica

Negli anni successivi al fatidico 1494, nel vivace ambiente culturale del Rinascimento italiano, gli incontri tra artigiani, politici e militari si sarebbero rivelati necessari all'acquisizione di una tecnologia bellica che, di lì a poco, avrebbe radicalmente cambiato il modo di concepire e di combattere la guerra. Dopo aver attirato l'attenzione di diversi commentatori e cronisti, infatti, la «diabolica» artiglieria francese era stata immediatamente adottata dalle principali potenze della Penisola<sup>181</sup>. I condottieri assoldati da Carlo VIII, come i Vitelli, i Colonna, gli Orsini, consigliarono l'uso di *canons*, *coulevrines* e *faucons* ai loro signori, raccomandando tanto l'assunzione di nuovi esperti quanto la costruzione di ulteriori fonderie. Dal canto loro, i maestri di getto si era adattati piuttosto facilmente alle nuove forme, diffondendo la novità attraverso i loro spostamenti, come nel caso di Basilio della Scola e Sigismondo Alberghetti, stabilitisi a Venezia e a Ferrara, dopo aver servito a Lione e a Milano.

A Firenze, avendo apprezzato i «grandi effecti» di cannoni e colubrine, i Dieci di Balìa incaricarono due dei loro artigiani di «pigliare le misure e disegnare pezzo per pezzo» tutte le artiglierie del «cristianissimo re» allora depositate a Castrocaro, in modo da poterle «fare per i bisogni del nostro Comune, perché le facciano più a proposito et commode al servirsene»<sup>182</sup>. Per favorirne la produzione, gli ufficiali avevano anche provveduto all'erezione di una nuova «muraglia» pubblica «per gittare artiglierie», nonché alla costruzione, a spese del Comune, di «fornelli», nelle botteghe private, «perché si possano fare i getti migliori et più comodamente»<sup>183</sup>. Nel marzo del 1495, un primo «cortaldo alla francese» veniva inviato nel campo gliolato<sup>184</sup>. Il disegno e l'imitazione

<sup>179</sup> Franceschi e Molà, *Regional states*, pp. 458-466; Heilbroner, *Do machines make history?*, p. 343.

<sup>180</sup> Cipolla, *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, pp. 223-224; Hilaire-Perez e Verna, *Dissemination of technical knowledge*, p. 544; Rosenberg, *Economic development*, p. 167.

<sup>181</sup> Sulla rapida affermazione dei pezzi transalpini nella Penisola, si veda Ansani, «*This French Artillery*».

<sup>182</sup> ASF, *Dieci di balìa*, *Missive*, 31, c. 81r.

<sup>183</sup> ASF, *Dieci di balìa*, *Deliberazioni, condotte e stanziamenti*, 48, c. 145.

<sup>184</sup> ASF, *Dieci di balìa*, *Munizioni*, 5, c. 38r.

dei manufatti erano stati indubbiamente validi mezzi di trasmissione della conoscenza<sup>185</sup>, ma la riuscita dell'arma aveva dimostrato che la Repubblica disponeva di fonditori, pratiche e strumenti per acquisirla in maniera efficace e consapevole<sup>186</sup>.

I bozzetti di Francesco Telli e di Lorenzo *Cavaloro* servirono anche a Bonaccorso Ghiberti, che di lì a poco li avrebbe ricopiati nel suo «zibaldone», aggiungendovi però la descrizione dei metodi di fusione adottati dai pratici transalpini, incentrati sul rapporto tra il volume del proiettile e lo spessore della camera di scoppio, appresi probabilmente dai *fondeurs* e dai *canonniers* dell'*artillerie royale*.

E' francesi usano fare grosse le loro passavolanti dirieto el netto, cioè el sodo, senza le chornici, tre palottole, cioè una al voto e due al bronzo, cioè tanto grosso el bronzo da ongni lato quanto el vano. E questo fano a quello che giettano insino in dieci libre di piombo. E quele che giettano da trenta a quaranta o a cinquanta libre di piombo fano grosse dirieto tuto el netto di fuori due palottole e mezo o pocho più.

E ancora:

Uno chortaldo overo passavolante che el vano sia tra uno terzo et uno quarto, et lungha braccia sei e uno terzo, peserà circa di libre cinquemila tutta, quando sarà netta, faciendola grossa dirieto dua palottole el di fuori o pocho più. Un altro cortaldo o vero passavolante che sia lungho braccia sei e che gietta ottanta libre di piombo peserà circha a libre semila<sup>187</sup>.

A partire dal 1497, Bonaccorso stesso realizzò diversi «cortaldi alla francese», fusi in un unico pezzo di bronzo, dotati di orecchioni, e dalle dimensioni e dal peso assai più contenuti rispetto alle tradizionali grosse utilizzate fino ad allora<sup>188</sup>.

La velocità di trasmissione delle tecniche ebbe, all'apparenza, un che di sorprendente. Non si trattava di imitare solamente l'arma, ma di replicare tutto un complesso di congegni, di azioni, di strategie atte a farla funzionare a dovere. Le nuove artiglierie, infatti, erano montate su complicati affusti mobili, muniti di pesanti ruote ferrate e di sospensioni più che resistenti. Inoltre, dovevano essere caricate non con i macigni tradizionali, ma con pallottole di ferro, difficilmente realizzabili senza l'ausilio di fornaci adeguate, ma assolutamente necessarie alla buona riuscita dei bombardamenti di saturazione adottati dai *maîtres* francesi<sup>189</sup>.

Tuttavia, non si sarebbe potuta acquisire così rapidamente una simile,

<sup>185</sup> Calegari, *Nel mondo dei pratici*, p. 29; Degrassi, *La trasmissione dei saperi*, pp. 82-83; Hilaire-Perez e Verna, *Dissemination of technical knowledge*, pp. 538, 544 e 547; Staudenmaier, *Rationality, agency, contingency*, p. 175.

<sup>186</sup> Ansani, *Craftsmen, artillery, and war production*, p. 11; Ansani, *The life of a Renaissance gunmaker*, pp. 759-765.

<sup>187</sup> BNCF, *Banco rari* 228, cc. 87v-88r.

<sup>188</sup> Ansani, *The life of a Renaissance gunmaker*, pp. 766-771.

<sup>189</sup> Contamine, *L'artillerie royale française*, pp. 246-249.

complessa senza una conoscenza pregressa, da parte dei vari maestri, delle pratiche di fusione dei pezzi, dei metodi di lavorazione della ghisa, e dei sistemi di costruzione dei carri «matti» delle bombarde<sup>190</sup>. E difficilmente, soprattutto, l'*artillerie royale* avrebbe trovato spazio nella tattica guerresca italiana, se la committenza statale non avesse sviluppato delle forti esigenze in fatto di mobilità e di alleggerimento dei pezzi. Ben prima degli anni Novanta, ad esempio, gli eserciti di Firenze e di Venezia avevano utilizzato delle spingarde montate su carri a due ruote, molti simili ai falconetti<sup>191</sup>. La necessità di pezzi più manovrabili, d'altronde, era stata ben espressa, nella seconda metà degli anni Settanta, da Orso Orsini.

Quale bombarde vorriano essere facte tucte due ciascuno d'un peczo, et la una pesasse trenta cantara in un peczo, et l'altra vinti, et porrianose fare sufficiente ad abactere omne muro come quelle de tre peczi, che pesano sexanta cantara. El modo da farse dicte bombarde vorria essere de farle buctare de cola de brunzo in uno peczo, che la tromba fosse grossa due degeta, el cannone dove sta la polvere quattro (...), et poi fortificarle, et farle coperire tucte due de cerchie de ferro ben saldate et ben facte (...). Et le bombarde antescrite fanno para fazone, et portanose meglio, piantanose più presto, et possonosse subito levare a li bisogni. Dicte bombarde se vogliono portare quando li campi sono equali a lo nemico, et anche alquanto inferiore. Quando li campi sono avvantagiusi o superiori al nemico, se possono portare bombarde de omne sorte, et in quello caso le bombarde de tre peczi so' bone ad usarele, et ogni altra grossa et impacciata bombarda. Ma in omne muodo, per li campi, quanto de manco peczi so' le bombarde, meglio so', perché so' de manco impaccio ad invitare et svitare, legare et piantare, et cossi ad levarle<sup>192</sup>.

In questo senso, l'adozione delle artiglierie di Carlo VIII, delle tecnologie «oltramontane», era stata una soluzione contingente a problemi peculiari della comunità politica, militare e tecnica italiana, configurandosi come una evoluzione delle precedenti, ingombranti armi da fuoco<sup>193</sup>. Un adattamento, questo, evidenziato anche dalla fabbricazione di «ibridi» tra la tradizione straniera e quella italiana, come colubrine dotate di camere di scoppio separate, imitazioni creative da cui sarebbe derivato un flusso continuo di aggiustamenti e di piccole modifiche da parte della manodopera specializzata<sup>194</sup>.

L'importazione della tecnologia non comportò, quindi, un processo di mera replica. L'invasione francese, anzi, diede il via a un percorso di cambiamento e di sviluppo intrapreso attivamente dai fonditori e dai loro signori, con una gradualità dettata da numerosi fattori, geografici e politici, culturali ed economici<sup>195</sup>. Certo, non erano mancati fallimenti e rallentamenti, errori e ripensamenti. Le vecchie grosse continuarono a essere prodotte e utilizzate. Gli stessi cannoni, sebbene rapidamente assimilati nella prassi guerresca, non incisero eccessivamente sugli esiti di assedi e battaglie, di fatto costituen-

<sup>190</sup> Heilbroner, *Do machines make history?*, pp. 338-340.

<sup>191</sup> Mallett, *L'organizzazione militare di Venezia*, p. 113.

<sup>192</sup> Bibliothèque Nationale de France, *Département des manuscrits*, Italien 958, cc. 15v-17r.

<sup>193</sup> Bijker e Law, *Shaping technology*, p. 11.

<sup>194</sup> Hilaire-Perez e Verna, *Dissemination of technical knowledge*, p. 537.

<sup>195</sup> Rosenberg, *Economic development*, pp. 152 e 166; Long, *The craft*, pp. 703-704.

do più una rivoluzione in termini di munizionamento e finanziamento, che non tattica o strategica<sup>196</sup>.

Nondimeno, agli inizi del Cinquecento, la *tradition of innovation* rinascimentale<sup>197</sup> avrebbe portato «li moderni, più ingenuamente et con miglior ragioni procedendo, perché le sperienze così gli hanno dimostrato», a sostituire le «sconcie et intrattabili bombarde» con armi di «assai maggior effetto»<sup>198</sup>. E anche se, «nel farle, è gran differenza da maestro a maestro, perché ognuno vuol dimostrare d'havervi sopra gran pareri e gran segreti», la «regola» e la «moderatione» degli artefici sarebbero state fondamentali per i successivi sviluppi della scienza militare, dettati dai «maladetti, abominosi ordigni» e dalla polvere da sparo.

In un'Europa in fermento, in cui guerra moderna e produzione manifatturiera sarebbero andate di pari passo, anche i maestri di getto italiani sarebbero stati capaci di «fare uno mondo nuovo», disseminando il loro sapere in tutto il continente, e fabbricando macchine sempre più potenti, sempre più resistenti, e sempre più numerose<sup>199</sup>. D'altronde, «in fatto di ghuerra potreste cercare da lo levante a lo ponente per tale misterio di trovare homini al proposito di vostre signorie», e «troverete che per aventura sarà meglio avere quatro nostri pari che avere sedici isquadre di chavagli»<sup>200</sup>.

<sup>196</sup> DeVries, *Catapults are not atomic bombs*, pp. 464-470; Raudzens, *War-winning weapons*, pp. 407-410.

<sup>197</sup> Molà, *States and crafts*, p. 146.

<sup>198</sup> Biringuccio, *Pirotechnia*, c. 79rv.

<sup>199</sup> Baraldi, *Una nuova età del ferro*, p. 216; Cipolla, *Tecnica, società e cultura*, p. 10; Hale, *Guerra e società*, pp. 41-74; Hall, *Weapons and warfare*, pp. 201-235; Ridella, *Fonditori italiani di artiglierie*, pp. 20-42.

<sup>200</sup> ASF, *Dieci di balla, Responsive*, 57, c. 259v-260r.

## Opere citate

- G. Agoston, *Guns for the sultan. Military power and the weapons industry in the Ottoman Empire*, New York 2005.
- A. Allegretti, *Diario senese*, in *Rerum Italicarum Scriptores*, a cura di L.A. Muratori, Milano 1733, vol. XXIII, pp. 767-860.
- A. Angelucci, *Documenti inediti per la storia delle armi da fuoco italiane*, Torino 1869.
- F. Ansani, *Craftsmen, artillery, and war production in Renaissance Florence*, in «Vulcan. The international journal of the social history of military technology», 4 (2016), 1-26.
- F. Ansani, *Geografie della guerra nella Toscana del Rinascimento. Produzione di armi e circolazione dei pratici*, in «Archivio storico italiano», 175 (2016), 651, pp. 73-117.
- F. Ansani, *The life of a Renaissance gunmaker. Bonaccorso Ghiberti and the development of the Florentine artillery in the late fifteenth century*, in «Technology and Culture», 58 (2017), 3, pp. 749-789.
- F. Ansani, «*This French artillery is very good and very effective*». *Hypotheses on the diffusion of a new military technology in Renaissance Italy*, di prossima pubblicazione in «Journal of Military History».
- E. Ashtor, *Aspetti dell'espansione italiana del Basso Medioevo*, in «Rivista storica italiana», 95 (1978), 1, pp. 1-29.
- E. Baraldi, *Una nuova età del ferro. Macchine e processi della siderurgia*, in *Il Rinascimento italiano e l'Europa*, a cura di P. Braunstein, L. Molà, Treviso 2007, vol. III, pp. 199-216.
- E. Baraldi, M. Calegari, *Pratica e diffusione della siderurgia indiretta in area italiana*, in *La sidérurgie alpine en Italie*, a cura di P. Braunstein, Roma 2001, pp. 93-162.
- F. Bargigia, F. Romanoni, *La diffusione delle armi da fuoco nel dominio visconteo*, in «Revista Universitaria de Historia Militar», 11 (2017), 6, pp. 136-155.
- N. Barone, *Le cedole di tesoreria dell'Archivio di Stato di Napoli dall'anno 1460 al 1504*, in «Archivio Storico per le Province Napoletane», 9 (1884), pp. 5-34; 205-248 e 387-429.
- J. Barreto, *Artisan ou artiste entre France et Italie? Le cas de Guglielmo Monaco à la cour de Naples au XV<sup>e</sup> siècle*, in «Laboratoire italien. Politique et société», 11 (2011), pp. 301-328.
- C. Belfanti, *Guilds, patents, and the circulation of technical knowledge. Northern Italy during the Early Modern Age*, in «Technology and Culture», 45 (2004), 3, pp. 569-589.
- J. Belhôte, *Nascita e sviluppo dell'artiglieria in Europa*, in *Il Rinascimento italiano e l'Europa*, a cura di P. Braunstein e L. Molà, Treviso 2007, vol. III, pp. 325-343.
- C. Beltrame, *Venetian ordnance in the shipwrecks of the Mediterranean and Atlantic Sea*, in *Ships and guns. The sea ordnance in Venice and Europe between the 15<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> centuries*, a cura di C. Beltrame e R. Ridella, Oxford 2011, pp. 12-22.
- L. Beltrami, *Le bombarde milanesi a Genova nel 1464*, in «Archivio storico lombardo», 14 (1887), 4, pp. 795-807.
- A. Bernardoni, *La fusione delle artiglierie tra Medioevo e Rinascimento. 'Cronaca' di un rinnovamento tecnologico attraverso i manoscritti di Leonardo*, in «Cromohs», 19 (2014), pp. 106-116.
- S. Bianchessi, *Cavalli, armi e salnitro fra Milano e Napoli nel secondo Quattrocento*, in «Nuova rivista storica», 82 (1998), pp. 541-582.
- V. Biringuccio, *Pirotechnia*, Venezia, Curzio Troiano Navò, 1558.
- M. Bloch, *Apologia della storia, o mestiere di storico*, Torino 2007 (1<sup>a</sup> ed. Paris 1949).
- L. Böniger, *Gli artigiani stranieri nell'economia e nella cultura fiorentina*, in *La grande storia dell'artigianato. Arti fiorentine*, a cura di F. Franceschi e G. Fossi, Firenze 1999, vol. II, pp. 109-127.
- P. Brioist, *L'artillerie à la Renaissance entre art et science. L'exemple anglais*, in *Arts et sciences à la Renaissance*, a cura di E. Barbin, Paris 2007, pp. 231-251.
- P. Braunstein, *Les entreprises minières en Vénétie au XV<sup>e</sup> siècle*, in «Mélanges d'archéologie et d'histoire», 77 (1965), pp. 529-607.
- A. Buchanan, *Technology and history*, in «Social studies of science», 5 (1975), 5, pp. 489-499.
- W. Caferro, *Continuity, long-term service and permanent forces: a reassessment of the Florentine army in the fourteenth century*, in «The Journal of Modern History», 80 (2008), 2, pp. 219-251.
- W. Caferro, *Warfare and economy in Renaissance Italy, 1350-1450*, in «The Journal of Interdisciplinary History», 39 (2008), 2, pp. 167-209.
- M. Calegari, *La mano sul cannone. Alfonso I d'Este e le pratiche di fusione dell'artiglieria*, in

- Pratiche e linguaggi. Contributi a una storia della cultura tecnica e scientifica*, a cura di L. Gatti, Pisa 2005, pp. 55-76.
- M. Calegari, *Nel mondo dei 'pratici'. Molte domande e qualche risposta*, in *Saper fare. Studi di storia delle tecniche in area mediterranea*, a cura di M. Calegari, Pisa 2005, pp. 9-33.
- D. Carafa, *Memoriali*, a cura di C. Petrucci Nardelli, Roma 1988.
- B. Cellini, *Vita di Benvenuto Cellini, orefice e scultore fiorentino, da lui medesimo scritta*, Köln 1792.
- L. Cibrario, *Delle artiglierie dal MCCC al MDCC*, Lyon 1845.
- C.M. Cipolla, *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Bologna 2002.
- C.M. Cipolla, *Tecnica, società e cultura. Alle origini della supremazia tecnologia dell'Europa*, Bologna 1989.
- L. Cittadella, *Notizie relative a Ferrara*, Ferrara 1864.
- P. Contamine, *La guerra nel Medioevo*, Bologna 2011 (Paris 1980).
- P. Contamine, *L'artillerie royale française à la veille des guerres d'Italie*, in «Annales de Bretagne», 71 (1964), 2, pp. 221-261
- P. Contamine, *Les industries de guerre dans la France de la Renaissance. L'exemple de l'artillerie*, in «Revue Historique», 107 (1984), 221, pp. 249-280.
- B. Cossart, *Les artilleurs et la Monarchie Catholique. Fondements technologiques et scientifiques d'un empire transocéanique*, Ph.D. thesis - European University Institute, Department of history and civilization, 2016.
- M. Covini, *L'esercito del duca: organizzazione militare e istituzioni al tempo degli Sforza, 1450-1480*, Roma 1998.
- E. de Crouy-Chanel, *Charroi de l'artillerie et construction de l'État moderne en France dans le dernier quart du XV<sup>e</sup> siècle*, in *Contre-champs. Études offertes à Jean-Philippe Genet*, a cura di A. Mairey, S. Abèles e F. Madeline, Paris 2016, pp. 159-176.
- D. Degrassi, *La trasmissione dei saperi. Le botteghe artigiane*, in *La trasmissione dei saperi nel Medioevo*. Atti del diciannovesimo convegno di studi del Centro di Studi di Storia e d'Arte, Pistoia, 16-19 maggio 2003, Pistoia 2005, pp. 53-87.
- B. Dei, *La cronica*, a cura di R. Barducci, Firenze 1985.
- M. Depreter, *De Gavre à Nancy. L'artillerie bourguignonne sur la voie de la modernité*, Turnhout 2011.
- K. DeVries, *Catapults are not atomic bombs. Towards a redefinition of 'effectiveness' in pre-modern military technology*, in «War in History», 4 (1997), 4, pp. 454-470.
- K. DeVries, *Early modern military technology. New trends and old ideas*, in «Liedschrift», 8 (1992), pp. 73-88.
- K. DeVries, *Gunpowder weaponry and the rise of the Early Modern State*, in «War in History», 5 (1998), 2, pp. 127-145.
- K. DeVries e R. Douglas Smith, *The artillery of the dukes of Burgundy*, Woodbridge 2005.
- D. Edgerton, *Innovation, technology, or history. What is the historiography of technology about?*, in «Technology and Culture», 51 (2010), 3, pp. 680-697.
- S. Epstein, *Craft guilds, apprenticeship, and technological change in preindustrial Europe*, in «Journal of Economic History», 58 (1998), pp. 684-713.
- S. Epstein, *Labour mobility, journeyman organizations and markets in skilled labour in Europe, 14<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> centuries*, in *Le technicien dans la cité en Europe occidentale, 1250-1650*, a cura di M. Arnoux e P. Monnet, Roma 2004, pp. 251-269.
- G. Ermini, *Campane e cannoni. Agostino da Piacenza e Giovanni da Zagabria: un fonditore padano e uno schiavone nella Siena del Quattrocento*, in *L'industria artistica del bronzo del Rinascimento a Venezia e nell'Italia settentrionale*, a cura di M. Ceriana e V. Avery, Verona 2008, pp. 387-425.
- A. Esch, *Armi per Roma. Importazione di armi nei registri doganali romani del Rinascimento*, in «Strenna dei romanisti», 55 (1994), pp. 171-178.
- A. Esch, *Economia, cultura materiale ed arte nella Roma del Rinascimento*, Roma 2007.
- C. Fabriczy, *Fonditori fiorentini ai servizi della Repubblica di Ragusa*, in «Archivio storico italiano», 15 (1895), 5, pp. 316-319.
- B. Facio, *De rebus gestis ab Alphonso primo Neapolitanorum rege commentariorum libri decem*, Lyon, apud haeredes Sebast. Gryphii, 1560.
- B. Facio, *Fatti d'Alfonso d'Aragona, primo re di Napoli con questo nome*, Venezia, appresso Giovanni e Gio. Paolo Gioliti de' Ferrari, 1579.
- R. Farinelli e M. Merlo, *La Camera del Comune. Miniere, metallurgia, armi*, in *L'età di Pandolfo*

- Petrucchi. *Cultura e tecnologia a Siena nel Rinascimento*, a cura di P. Pertici, Siena 2016, pp. 189-225.
- E. Ferretti, *La Sapienza di Niccolò da Uzzano. L'istituzione e le sue tracce architettoniche nella Firenze rinascimentale*, in «Annali di storia di Firenze», 4 (2009), pp. 89-142.
- F. Fiore, *Città e macchine del Quattrocento nei disegni di Francesco di Giorgio Martini*, Firenze 1978.
- F. Franceschi, *Istituzioni e attività economica a Firenze. Considerazioni sul governo del settore industriale*, in *Istituzioni e società in Toscana nell'età moderna*. Atti delle giornate di studio dedicate a Giuseppe Pansini, Firenze, 4-5 dicembre 1992, Roma 1994, vol. I, pp. 76-117.
- F. Franceschi e L. Molà, *Regional states and economic development*, in *The Italian Renaissance state*, a cura di A. Gamberini e I. Lazzarini, Cambridge 2012, pp. 444-466.
- J. Garnier, *L'artillerie des ducs de Bourgogne*, Paris 1895.
- T. Garzoni, *La piazza universale di tutte le professioni del mondo*, Venezia, appresso Pietro Maria Bertano, 1626.
- G. Gaye, *Carteggio inedito d'artisti dei secoli quattordicesimo, quindicesimo, sedicesimo*, Firenze 1840, vol. II.
- B. Gille, *Leonardo e gli ingegneri del Rinascimento*, Milano 1972 (Paris 1964).
- E. Guerra, *Soggetti a ribalda fortuna. Gli uomini dello stato estense nelle guerre dell'Italia quattrocentesca*, Milano 2005.
- G. Guerzoni, *Novità, innovazione e imitazione. I sintomi della modernità*, in *Il Rinascimento italiano e l'Europa*, a cura di P. Braunstein e L. Molà, Treviso 2007, vol. III, *Produzione e tecniche*, pp. 59-87.
- J. Guilmartin, *Gunpowder and galleys. Changing technology and Mediterranean warfare at sea in the sixteenth century*, London 2003.
- J. Hale, *Guerra e società nell'Europa del Rinascimento*, Roma e Bari 1987 (London 1985).
- J. Hale, *Gunpowder and the Renaissance. An essay in the history of ideas*, in J. Hale, *Renaissance War Studies*, London 1983, pp. 389-420.
- B. Hall, *Weapons and warfare in Renaissance Europe*, Baltimore e London 1997.
- R. Heilbroner, *Do machines make history?*, in «Technology and Culture», 8 (1967), 3, pp. 335-345.
- M. Herrero Fernández-Quesada, *La artillería de los reyes católicos. Procedencia y semblanza*, in *Artillería y fortificaciones en la Corona de Castilla durante el reinado de Isabel la Católica*, a cura di Aurelio Valdés Sánchez, Madrid 2004, pp. 156-179.
- L. Hilaire-Perez e C. Verna, *Dissemination of technical knowledge in the Middle Ages and the Early Modern Era. New approaches and methodological issues*, in «Technology and Culture», 47 (2006), 3, pp. 536-565.
- S. Infessura, *Diario della città di Roma*, a cura di O. Tommasini, Roma 1890.
- V. La Salvia, *Organizzazione della produzione nelle botteghe dei fonditori di grandi bronzi tra tardo Medioevo e prima Età Moderna*, in *Dal fuoco all'aria. Tecniche, significati e prassi nell'uso delle campane dal Medioevo all'Età Moderna*, a cura di F. Redi e G. Petrella, Pisa 2007, pp. 111-123.
- S. Leydi, *Le armi*, in *Il rinascimento italiano e l'Europa*, a cura di F. Franceschi, R. Goldthwaite e R. Mueller, Treviso 2007, vol. IV: *Commercio e cultura mercantile*, pp. 171-190.
- P. Long, *Artisans, practitioners and the rise of the new sciences, 1400-1600*, Corvallis 2011.
- P. Long, *The craft of premodern European history of technology. Past and future practices*, in «Technology and Culture», 51 (2010), 3, pp. 698-714.
- L'organo di Giovanni Piffero del Palazzo Pubblico di Siena. Relazione di restauro, saggi, prelievi, rilievi*, a cura di P. P. Donati, Siena, 1983.
- M. Mallett, *L'organizzazione militare di Venezia nel Quattrocento*, Roma 1989 (Cambridge 1984).
- M. Mallett, *Signori e mercenari. La guerra nell'Italia del Rinascimento*, Bologna 2006 (London 1974).
- S. Mantovani, *L'assedio di Ficarolo*, in *Tra acqua e terra. Storia materiale in Transpadana*, Ferrara 2001, pp. 13-53.
- F. Martini, *Trattato di architettura civile e militare*, a cura di C. Saluzzo, Torino 1841.
- F. Melis, *Documenti per la storia economica dei secoli XIII-XVI*, Firenze 1972.
- M. Merlo, *Armamenti e gestione dell'esercito a Siena nell'età dei Petrucci. Le armi*, in «Rivista di studi militari», 5 (2016), pp. 65-93.

- C. Minieri Riccio, *Alcuni fatti di Alfonso I d'Aragona dal quindici aprile 1437 al trentuno di maggio 1458*, in «Archivio storico per le province napoletane», 6 (1881), pp. 1-36, 231-258 e 411-461.
- L. Mocarelli e G. Ongaro, *Weapons' production in the Republic of Venice in the Early Modern period. The manufacturing centre of Brescia between military needs and economic equilibrium*, in «Scandinavian Economic History Review», 65 (2017), pp. 1-11.
- L. Molà, *Inventors, patents, and the market for innovations in Renaissance Italy*, in «History of Technology», 32 (2014), pp. 7-34.
- L. Molà, *States and crafts. Relocating technical skills in Renaissance Italy*, in *The material Renaissance*, a cura di M. O'Malley ed E. Welch, Manchester e New York 2007, pp. 133-153.
- C. Montù, *Storia dell'artiglieria italiana*, Roma 1934.
- E. Motta, *Architetti ed ingegneri militari sforzeschi. Repertorio di fonti e notizie sommarie*, in «Bollettino storico della Svizzera Italiana», 7-8 (1891), pp. 137-141.
- E. Motta, *Armaioli milanesi nel periodo visconteo-sforzesco*, in «Archivio storico lombardo», 1-2 (1914), pp. 187-232.
- Négociations diplomatiques de la France avec la Toscane*, a cura di A. Desjardins e G. Canestrini, Paris 1859, vol. I.
- A. Palazzolo, *Cannoni e fonditori in Sicilia nel XV e XVI secolo*, in «Rassegna siciliana di storia e cultura», 20 (2003), pp. 57-79.
- G. Pampaloni, *La miniera del rame di Montecatini in Val di Cecina. La legislazione mineraria di Firenze e i Marinai di Prato*, Prato 1976.
- W. Panciera, *Il governo delle artiglierie. Tecnologia bellica e istituzioni veneziane nel secondo Cinquecento*, Milano 2005.
- W. Panciera, *La polvere da sparo*, in *Il Rinascimento italiano e l'Europa*, a cura di P. Braunstein e L. Molà, Treviso 2007, vol. III, *Produzione e tecniche*, pp. 305-321.
- J. Paoletti e G. Radke, *Art in Renaissance Italy*, Upper Saddle River 2005.
- G. Parker, *The military revolution, 1500-1800. Military innovation and the rise of the West*, Cambridge 1996.
- E.S. Piccolomini, *Commentarii rerum memorabilium, quae temporibus suis contigerunt*, Francofurti, in officina Abriana, 1614.
- P. Pieri, *Il Rinascimento e la crisi militare italiana*, Torino 1970.
- C. Quarenghi, *Tecno-cronografia delle armi da fuoco italiane*, in «Atti del regio istituto d'incoraggiamento alle scienze naturali, economiche e tecnologiche di Napoli», 17 (1880), pp. 53-307.
- G. Raudzens, *War-winning weapons. The measurement of technological determinism in military history*, in «The Journal of Military History», 54 (1990), 4, pp. 403-434.
- F. Repishti, *Architetti e ingegneri tra Quattro e Cinquecento in Lombardia*, in *Formare le professioni. Ingegneri, architetti, artisti*, a cura di A. Ferraresi e M. Visioli, Milano 2012, pp. 23-31.
- R. Ridella, *Fonditori italiani di artiglierie in trasferta nell'Europa del XVI secolo*, in *Storie di armi*, a cura di N. Labanca e P. Poggio, Milano 2009, pp. 15-42.
- R. Ridella, *L'evoluzione strutturale nelle artiglierie di bronzo in Italia fra XV e XVII secolo*, in *I cannoni di Venezia. Artiglierie della Serenissima da fortezze e relitti*, a cura di C. Beltrame e M. Morin, Firenze 2013, pp. 13-28.
- R. Ridella, *Produzione di artiglierie nel sedicesimo secolo: i fonditori genovesi Battista Merello e Dorino II Gioardi*, in *Pratiche e linguaggi. Contributi a una storia della cultura tecnica e scientifica*, a cura di L. Gatti, Pisa 2005, pp. 77-134.
- C. Rogers, *The military revolutions of the Hundred Years' War*, in «The Journal of Military History», 75 (1993), 2, pp. 241-278.
- N. Rosenberg, *Economic development and the transfer of technology. Some historical perspectives*, in N. Rosenberg, *Perspectives on technology*, Cambridge 1976, pp. 151-172.
- M. Sanudo, *La spedizione di Carlo VIII in Italia*, a cura di R. Fulin, Venezia 1883.
- A.A. Settia, *Rapine, assedi, battaglie. La guerra nel Medioevo*, Roma-Bari 2009.
- G. Scaglia, *A miscellany of bronze works and texts in the Zibaldone of Buonaccorso Ghiberti*, in «Proceedings of the American Philosophical Society», 120 (1976), 6, pp. 485-513.
- G. Scaglia, *A translation of Vitruvius and copies of late antique drawings in Buonaccorso Ghiberti's Zibaldone*, in «Transactions of the American Philosophical Society», 69 (1979), 1, pp. 1-30.
- K. Schulz, *La migrazione di tecnici, artigiani e artisti*, in *Il Rinascimento italiano e l'Europa*, a cura di P. Braunstein e L. Molà, Treviso 2007, vol. III, *Produzione e tecniche*, pp. 89-114.

- Shaping technology, building society*, a cura di W. Bijker e J. Law, Cambridge-London 1992.
- G. Simonetta, *Historie delle memorabili et magnanime imprese fatte dallo invittissimo Francesco Sforza*, Venezia, al segno del Pozzo [Andrea Arrivabene], 1544.
- J. Staudenmaier, *Rationality, agency, contingency. Recent trends in the history of technology*, in «Reviews in American History», 30 (2002), 1, pp. 168-181.
- J. Stone, *Technology, society, and the infantry revolution of the fourteenth century*, in «The Journal of Military History», 68 (2004), 2, pp. 361-380.
- F. Storti, *L'esercito napoletano nella seconda metà del Quattrocento*, Salerno 2007.
- F. Storti, *Note e riflessioni sulle tecniche ossidionali del secolo quindicesimo*, in *Diano e l'assedio del 1497*. Atti del convegno di studi, Teggiano, 8-9 settembre 2007, a cura di C. Carlone, Battipaglia 2010, pp. 235-269.
- The military revolution debate. Readings on the military transformation of Early Modern Europe*, a cura di C. Rogers, Boulder 1995.
- S. Tognetti, *Il governo delle manifatture nella Toscana del tardo Medioevo*, in *Il governo dell'economia. Italia e penisola iberica nel basso Medioevo*, a cura di L. Tanzini e S. Tognetti, Roma 2014, pp. 309-332.
- C. Visconti, *L'ordine dell'esercito ducale sforzesco*, in «Archivio storico lombardo», 3 (1876), 3, pp. 448-513.
- A. Venturi, *Relazioni artistiche tra le corti di Milano e Ferrara nel secolo quindicesimo*, in «Archivio storico lombardo», 2 (1885), 2, pp. 225-280.
- R. Vergani, *L'attività mineraria e metallurgica. Argento e rame*, in *Il Rinascimento italiano e l'Europa*, a cura di P. Braunstein e L. Molà, Treviso 2007, vol. III, *Produzione e tecniche*, pp. 217-233.
- L. Volpicella, *Le artiglierie di Castel Nuovo nell'anno 1500*, in «Archivio storico per le province napoletane», 35 (1910), pp. 308-348.
- A. von Essenwein, *Quellen zur Geschichte der Feuerwaffen*, Leipzig 1873.
- M. Wackernagel, *Il mondo degli artisti nel Rinascimento fiorentino. Committenti, botteghe e mercato dell'arte*, Roma 1994 (Leipzig 1938).
- S. Walton, *The art of gunnery in Renaissance England*, Ph.D. thesis - University of Toronto, Institute for the history and philosophy of science and technology, 1999.
- C. Yriarte, *Le livre de souvenirs d'un sculpteur florentin au XV siècle*, Paris 1894.

Fabrizio Ansani  
Università degli Studi di Padova  
bluesbrizio@gmail.com