



ISSN (print): 2421-6798

ISSN (on line): 2421-7158

Consiglio Nazionale delle Ricerche

**IRCES**

ISTITUTO DI RICERCA SULLA CRESCITA ECONOMICA SOSTENIBILE  
RESEARCH INSTITUTE ON SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH

# *Working Paper*

*Numero 1/2016*

Le ferriere genovesi in età preindustriale:  
aspetti tecnici, innovazioni e declino

*Giovanni Ghiglione*



WORKING PAPER CNR-IRCRES  
Anno 2, Numero 1, Giugno 2016

*Direttore Responsabile*  
Secondo Rolfo

*Direzione e Redazione*  
CNR-IRCRES  
*Istituto di Ricerca sulla crescita economica sostenibile*  
Via Real Collegio 30, 10024 Moncalieri (Torino), Italy  
Tel. +39 011 6824.911  
Fax +39 011 6824.966  
segreteria@ircres.cnr.it  
www.ircres.cnr.it

*Sede di Roma*  
Via dei Taurini 19, 00185 Roma, Italy  
Tel: 06 49937809  
Fax: 06 49937808

*Sede di Milano*  
Via Bassini 15, 20121 Milano, Italy  
Tel: 02 23699501  
Fax: 02 23699530

*Sede di Genova*  
Università di Ge Via Balbi, 6 - 16126 Genova  
Tel: 010-2465.459  
Fax: 010-2099.826

*Segreteria di redazione*  
Enrico Viarisio  
enrico.viarisio@ircres.cnr.it



# Le ferriere genovesi in età preindustriale: aspetti tecnici, innovazioni e declino

*[Genoese ironworks in preindustrial age: techniques, innovations and decline]*

*Giovanni Ghiglione*

*National Research Council of Italy  
Research Institute on Sustainable Economic Growth  
c/o Dip. Storia Moderna e Contemp. - Università di Genova  
Via Balbi, 6 - 16126 GENOVA  
Tel.: +39/ 010-2465.459  
Mail: giovanni.ghiglione@ircres.cnr.it*

**ABSTRACT:** These pages take up very briefly, the results of a series of research on "The steel industry of the Ligurian ancient regime (sec. XV-XIX): technical, settlement, language", one of the first activities developed by the Centre for Study of History Technology (CSST) of CNR of Genoa, since the early seventies. The study on the local production of iron in the pre-industrial age, has identified a number of production sites in particular settled Ligurian Apennines, the detecting method of reduction of iron ore - direct method of low fire - and technical innovations adopted in the production process, from bellows to idroeholic machine, the change in the composition of the charge: iron ore, scrap iron in different percentages and fluxes. They did not miss, in the course of research, comparisons with other steel settlements that used the same method of the low fire, particularly the ironworks Catalan and also references to other production sites that operated differently, with the indirect method or blast furnace, just in the neighboring Tuscan area. Research has achieved a sufficiently clear activity practiced by the genoese steel industry ironworks of old regime, considering all the technical-scientific difficulties accompanying historical aspects. Therefore, this paper highlights some moments, especially economic and technical, of a very broad research and aims to point out some possible interpretations that have emerged during that long period of investigation. However, the interpretation of the low fire Genoese as technical back, compared to the blast furnace "at the Brescian way" and that has been given by researchers from the CSST - while trying appreciation historic - a recent article that we point out in the course of these pages, provides useful information for the genoese technical not considering it outdated compared to contemporary blast furnace "at the Brescian way"; in fact, the Genoese being linked to the elbano mineral could not operate differently, demonstrating among other things, most suitable technique. Therefore, suggestions and criticisms in the historical re-reading of one of the oldest and main activity are welcomed, and all that requires further study, in view of the fact that the old genoese ironworks also lost the memory, in favor of more recent term "Catalan". Finally, to investigate historical technique of ancient genoese ironworks we also give here a small push to observe and investigate historically the subsequent to the current complex technical steel works (when it was possible to give more toughness to the steel using the alloys) in consideration that the steel industry and metallurgy, despite the increasing scientific knowledge of metal properties, is still today an essentially empirical activity in which the production of new alloys stimulates the search and, substantially, takes place proceeding by trial and error.

**KEYWORDS:** techniques, history of iron metallurgy, production sites in Ligurian Apennines, preindustrial manufacture.

**JEL CODES:** L61; N63; N93

## INDICE

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Introduzione .....                                                          | 5  |
| 1. La siderurgia ligure di antico regime .....                              | 5  |
| 2. Uno sguardo alla ferriera a basso fuoco .....                            | 6  |
| 3. Il focolare .....                                                        | 9  |
| 4. La coesistenza del basso fuoco e dell'alto forno .....                   | 10 |
| 5. Problemi di insediamento delle ferriere nell'Appennino ligure .....      | 12 |
| 6. Uomini nuovi nella conduzione delle ferriere genovesi.....               | 13 |
| 7. La produzione del carbone di legna .....                                 | 14 |
| 8. Tentativi empirici per risparmiare il carbone di legna .....             | 15 |
| 9. I prodotti delle antiche ferriere genovesi .....                         | 16 |
| 10. La tromba idroeolica, una innovazione all'interno del basso fuoco ..... | 17 |
| 11. Le ferriere genovesi dette anche catalane .....                         | 18 |
| 12. Punti di forza e punti di debolezza delle ferriere genovesi .....       | 20 |
| 13. Complessità dell'attività siderurgica .....                             | 21 |
| 14. Nuove conoscenze tecniche e scientifiche .....                          | 23 |
| 15. Verso il declino: dall'epoca napoleonica alla politica di Cavour.....   | 25 |
| 16. In europa si perfezionava l'alto forno .....                            | 28 |
| 17. I primi segni dell'industrializzazione siderurgica ligure .....         | 28 |
| 18. Conclusioni .....                                                       | 31 |
| Bibliografia .....                                                          | 33 |

## INTRODUZIONE

La siderurgia è un settore specifico della metallurgia, che riguarda la tecnica relativa al trattamento dei minerali ad alto contenuto di ferro, allo scopo di ottenere ferro e diversi tipi di leghe contenenti ferro, tra cui la ghisa e l'acciaio. Un'indagine storica sulla produzione del ferro, deve capire anzitutto, quali forni venivano usati in passato e il livello delle capacità tecniche raggiunto.

Le innovazioni in tale attività, derivano da vari modi di operare modificando anche la struttura del complesso apparato ferriero, nel sostituire ad esempio, i mantici con la tromba idroeolica.

In particolare, nel corso del tempo e a seguito delle esperienze maturate, le trasformazioni più significative riguardarono la volta del forno, costruita a parabola per concentrare il calore sul minerale, risparmiare il carbone di legna e soprattutto comprendere quale temperatura si raggiungeva, in considerazione del procedimento di riduzione del minerale che veniva adottato e dei minerali utilizzati. Con il metodo di fusione diretto o del basso fuoco, utilizzato dalle antiche ferriere genovesi per ottenere il ferro, il processo iniziava intorno agli 800° e proseguiva fino a 1100°, per ricavare una massa spugnosa, il massello, che veniva martellato, per renderlo compatto e liberarlo dalle scorie. Nel procedimento di riduzione indiretto o ad alto forno, si raggiungevano temperature più elevate, intorno a 1200° per la fusione della ghisa (mentre per l'acciaio occorrono 1350°) e procedere ad una successiva lavorazione. Il metodo indiretto era una tecnica meno sviluppata, anche se

considerata più avanzata da alcuni studiosi; non si arrivava alla produzione del ferro in un unico processo, in quanto si otteneva la ghisa, detta ferrazzo o ferro agro - un prodotto intermedio tra ferro e acciaio - che doveva essere ulteriormente lavorata (seconda fusione) in altro edificio detto fucina e munito di fornello, mantici e maglio adiacente alla struttura principale e che, in sostanza, aveva le stesse funzioni delle ferriere a basso fuoco, ma utilizzava esclusivamente ghisa da ridurre in ferro.

### 1. LA SIDERURGIA LIGURE DI ANTICO REGIME

Le ferriere in area ligure, sono state oggetto di indagini specifiche, condotte dal Centro di Studio sulla Storia della Tecnica del CNR di Genova (CSST), attraverso l'analisi di inventari tecnici, in gran parte del fondo notarile dell'Archivio di Stato di Genova e altra numerosa documentazione utile alla ricerca. Il CSST, nel corso degli anni Settanta sotto la guida del prof. Carlo Maccagni, iniziò la ricerca dal titolo: "La siderurgia ligure d'antico regime (sec. XV-XIX): tecnica, insediamento, linguaggio", raccogliendo un'indicazione che proveniva dall'Istituto Italiano per la Storia della Tecnica e dall'impresa CNR "Fonti per la storia della Tecnica", diretta dal prof. Luigi Bulferetti. Negli anni e con i necessari finanziamenti, si pubblicarono diversi lavori sul tema della siderurgia pre-industriale con particolare attenzione all'area ligure, che rilevarono una realtà unitaria dipendente da un unico centro di distribuzione del minerale e omogenea nelle tecniche di produzione, nell'organizzazione

del lavoro e degli impianti. Lo studio della produzione locale del ferro in età preindustriale, ha individuato una quarantina di ferriere e nella ricostruzione della geografia di questi insediamenti manifatturieri, in particolare si sono esaminate le caratteristiche tecniche e i modi di riduzione del minerale <sup>1</sup>. Nell'Appennino ligure erano attive delle ferriere, attestate a partire dal XIII secolo; si trattava di impianti di notevoli dimensioni che impiegavano diversi addetti, per la lavorazione dei minerali di ferro e la produzione di ferro con il processo diretto del basso fuoco. Sono state rilevate le innovazioni tecniche adottate nel processo produttivo locale, come il passaggio dai mantici alla tromba idroeolica e la modifica della composizione della carica. L'avviata ricognizione dell'apparato manifatturiero

<sup>1</sup> L. BULFERETTI, C. COSTANTINI, *Industria e commercio in Liguria nell'età del Risorgimento (1700-1861)*, Banca Commerciale italiana, Milano 1966. Nel volume si ricavano preziose notizie sull'andamento dell'industria ligure, anche del ferro, che subì i primi sintomi di disagio, già nei primi decenni del Seicento, a causa della eccessiva gabella della vena del ferro e del ferro. In seguito, la disastrosa alluvione del 1702 danneggiò gli impianti di ben sei ferriere in Masone, Rossiglione e Sassello, rendendole inattive per diversi anni, provocando tra l'altro, una massiccia emigrazione delle maestranze verso il Finale e la Toscana. Il numero delle ferriere si attesta a 47, verso la fine del Seicento, per scendere a 36 nel 1807, poiché alcune vennero distrutte da inondazioni e dai Savoia nel corso delle guerre, altre per difficoltà economiche. Su quest'ultimo punto, non indifferente risultò il peso della Gabella sulla vendita del ferro, eccessivamente alta, incassata dalla Casa di San Giorgio che dirigeva l'economia ligure, nonostante le richieste dei ferrieri, di poter resistere alla concorrenza del ferro toscano e da quello delle ferriere del Finale, poiché dal 1671, il principe di Piombino permise al marchesato di Finale di comprare direttamente la vena dall'Elba, senza passare dai genovesi.

siderurgico dell'area ligure, ha considerato anche il rapporto con le risorse e le comunità locali, le relazioni tra congiuntura produttiva e il regime proprietario, l'organizzazione commerciale, la formazione di nuovi gruppi socio-economici, che hanno fatto fortuna nel mondo delle ferriere.

Quindi, emerse una realtà produttiva unitaria, omogenea, basata generalmente sulla tecnica di lavorazione del basso fuoco, attestata sin dal Quattrocento e che, grazie alle innovazioni applicate al processo di lavorazione, proseguì fino all'Ottocento. Tuttavia, nel corso dei secoli sorsero e scomparvero diversi impianti di piccole o grandi dimensioni e che trovarono spiegazione nel contesto più generale dell'organizzazione produttiva commerciale, di gabelle eccessive, di scelte politiche, di guerre e altre vicende, quando le stesse si trovarono al centro di eventi naturali estremi (inondazioni).

## 2. UNO SGUARDO ALLA FERRIERA A BASSO FUOCO

I pratici lavoranti all'interno della ferriera genovese in genere, variavano da sei a otto, con mansioni di maestro, vicario del maestro, scaldatore, pestatori, magliettiere. Vi lavoravano stabilmente, un maestro di ferriera, citato nelle fonti ora come *magister foci*, *magister ignis*, *magister malii*, *magister ferrerie*, coadiuvato da un *vicario*, uno scaldatore, un certo numero di aiutanti, un apprendista (*dessantinus*) addetto a molteplici operazioni, in particolare al regolamento delle acque che muovevano le macchine idrauliche, e alcuni "pestavena" o

pestatore, addetti a frangere il minerale in pezzi minuti, operazione necessaria ad agevolare il processo di fusione; varie figure professionali con compiti ben definiti, in funzione delle esperienze possedute. Nelle ferriere liguri, un fornello aperto riduceva direttamente il minerale in ferro dolce e malleabile, metodo che rimase praticamente immutato e che poco differiva da quello detto catalano. L'edificio della ferriera aveva a fianco officine più piccole, dette maglietto, almeno a partire dagli anni venti del Cinquecento, ma il termine maglietto significava anche, il grosso martello o mazza battente; c'era di solito, anche il carbonile, costruzione in pietra coperto con scandole o, più raramente, con coppi. Nella fucina c'erano degli strumenti fondamentali, il focolare, il mantice - sostituito in seguito dalla tromba idroeolica - e il maglio; attrezzi che si trovavano, in dimensioni ridotte, nel maglietto. Le caratteristiche tecniche delle ferriere genovesi, sembrano stabilirsi dalla metà del XV secolo. Vengono descritte nei documenti come impianti serviti da sistemi idraulici: una ruota idraulica per il maglio, una per la coppia di mantici ed un unico focolare dotato di volta e quindi, del tipo aperto, a differenza degli impianti precedenti che sembravano essere del tipo a focolare chiuso a uno o più fuochi. La riduzione del minerale avveniva con un procedimento localmente detto *ad unum focum* o *ad infornandum*, diverso da un altro più antico ritenuto inferiore e detto *a duos ignis* o *ad fornolum*. Queste ferriere si diffusero in area mediterranea per vari fattori; in particolare dalla frequente mobilità di pratici dall'area appenninica verso altre regioni soggette al dominio

genovese, o interessate a costruirle e farle funzionare con quelle modalità tecniche "alla genovese". Questi pratici si muovevano sulla spinta di sollecitazioni e aspirazioni diverse; costituivano un gruppo sociale subalterno capace però, di assicurare la produzione materiale decisiva per le strategie imprenditoriali, politiche e militari dei gruppi dominanti. Era una grande comunità, in parte itinerante e una risorsa a disposizione di mercanti e imprenditori. A partire dal XV secolo, le ferriere si moltiplicarono a seguito della crescente richiesta del manufatto di ferro e del passaggio dall'azienda feudale a un gruppo di mercanti capitalisti che, avendo le basi dell'attività in città (Genova) dettero vita a una organizzazione commerciale, la Maona, che assunse l'esclusiva del commercio del minerale di ferro dell'Elba su tutto il territorio della Repubblica di Genova. La Maona, dalla metà del Quattrocento fin quasi alla fine del Cinquecento, fu gestita dai membri di alcune famiglie della nobiltà e di esponenti di origine popolare-borghese, che intuirono nel commercio del ferro la possibilità di conseguire elevati utili. Ottenuto il monopolio dell'acquisto del minerale, con il Signore di Piombino stipularono contratti, che prevedevano il prelievo di una data quantità di minerale di ferro (vena) da effettuarsi annualmente e per un certo numero di anni. L'appalto fu stipulato nel 1518, tra Jacopo V, Signore di Piombino e il nobile di origine popolare Francesco Sauli, figlio del banchiere Paolo Sauli. Pertanto, l'importazione di minerale dall'Elba salì notevolmente dalle 1000 tonnellate alla metà del XV secolo, fino a raggiungere le 2500 tonnellate negli anni Venti del Cinquecento. Nonostante la

presenza di miniere locali di minerali di ferro, in particolare nei monti di Voltri (Ge), il minerale utilizzato a partire dalla fine del Duecento proveniva dall'Elba, dalla miniera di Rio Marina. L'ematite elbana - minerale che quando è purissimo contiene quasi il 70% di ferro - era facilmente fusibile per ottenere ferro dolce, non contiene elementi dannosi, non era soggetto "alla potenza di violenti fuochi" come rilevava Biringuccio (1540); era di facile estrazione - la miniera veniva coltivata a cielo aperto per gradoni - oltre al vantaggio della vicinanza alla costa, per essere caricato sulle navi senza eccessivi costi. La vena veniva trasportata da una flotta specializzata, con imbarcazioni in grado di caricare 40 tonnellate di minerale, fino ai porti di Genova, Voltri e Albisola (Sv) per essere depositata nei magazzini e successivamente, a dorso di mulo, alle ferriere dislocate nell'Appennino ligure, negli abitati di Masone, Rossiglione, Sassello e delle valli della Bormida, soggette al controllo di varie famiglie: in valle Stura gli Spinola, i Doria al Sassello e nelle Bormide i Del Carretto. Pertanto, la Maona, società di capitalisti, attuò un progetto ben preciso. Presi accordi per commerciare il minerale dell'Elba, stipulò contratti con i conduttori delle ferriere nell'area genovese; operava in una logica sostanzialmente commerciale poiché acquistava, faceva comprare e faceva lavorare il minerale sotto sorveglianza e comperava il semilavorato dai conduttori delle ferriere, per essere trasformato dai fabbri e poi, vendeva il prodotto finito, tutto in un regime di monopolio e di controllo dei prezzi <sup>2</sup>. A seguito della notevole

---

<sup>2</sup> M. CALEGARI, *Strategie commerciali e*

importazione del minerale di ferro e della crescente richiesta di ferro, soprattutto per usi bellici - armi da taglio e da lancio, artiglierie che nelle fonti sono indicate sotto il nome di bombarde, cannoni e palle da cannone - nell'area appenninica ligure si moltiplicarono le ferriere con accanto il maglietto, dove il semilavorato veniva trasformato dai fabbri, in diversi prodotti.

Intorno al sistema delle ferriere, si creò un indotto funzionante, con poli abitativi, reti di comunicazione, relazioni, movimento di manodopera e soprattutto strade, che erano ben curate e sicure, percorse da uomini, muli e carri, i mezzi di trasporto di allora. Nella zona circostante le ferriere, operavano una serie di officine di trasformazione del ferro, integrate nei principali settori produttivi: quello agricolo e quello delle costruzioni navali. Ricevuto dalle ferriere il ferro trasformato in tondini, quadrelli, verzellina (verga dentata) e chiodi di grosse dimensioni, le officine provvedevano a lavorarlo per le necessità dell'agricoltura, fondamentale settore dell'economia del tempo, producendo strumenti da lavoro per i campi, aratri e zappe di varia forma.

Le officine erano dotate di un focolare con mantice a mano e di un piccolo maglio (martinetto) che modellava il ferro negli utensili richiesti <sup>3</sup>.

---

*tecnica di produzione: La Maona genovese del ferro e la siderurgia ligure di antico regime*, in *Studi & Notizie*, n. 14, CSST CNR, Genova 1986.

<sup>3</sup> Si vedano G. PEDROCCO, *Le ferriere catalano-liguri nella prima metà del XIX secolo: struttura, vicende e innovazioni tecniche*, in *Le Machine*, Bollettino dell'Istituto Italiano della Storia della Tecnica, 1967-1968, n. 1, vol. I, Genova, pp. 27-38; M. CALEGARI, *La lavorazione del minerale di ferro nell'area Mediterranea: tecnica e società (sec. XIII - XIX)*, in *Studi & Notizie*, n. 1, CSST CNR, Genova 1997.



### 3. IL FOCOLARE

La riduzione del minerale avveniva in un focolare all'interno del fucinale, una costruzione in muratura scavata nel terreno. Il focolare era collegato nella parte superiore, ad un apparato idroeolico (tromba idroeolica) tramite un condotto. Questa tromba idroeolica era un'innovazione introdotta, almeno per le ferriere genovesi, a partire dal 1620 in sostituzione dei mantici azionati prima da donne e bambini e, in seguito, dalla ruota idraulica e che servivano ad alimentare la fiamma.

Il mantice è uno strumento meccanico formato in genere, da una sacca chiusa di pelle con i contorni pieghettati e che presenta un ugello da un lato. Ha la caratteristica di potersi espandere ed essere compresso, in modo da generare un soffio d'aria per alimentare il fuoco di forni, fucine o semplicemente di un caminetto, se di minori dimensioni.

L'importanza dei mantici idraulici nella metallurgia, è riportata da Biringuccio e dall'Agricola; quest'ultimo ne attesta le prime applicazioni al 1453, anche se già in uso in epoca anteriore. Il fucinale veniva riempito di carbone di legna e una certa quantità di minerale, mescolati o a strati alterni; in seguito, la carica comprese anche ghisa e rottami di ferro in una data percentuale, poiché facilitavano il processo di riduzione.

Seguiva la cottura della vena, che richiedeva circa 10-12 ore, ma la durata era variabile, in considerazione della diversa composizione della carica.

Il processo del basso fuoco è descritto dall'Agricola, in realtà Georg Bauer

(1494-1555) nel *De re Metallica* (1556) e da Vannoccio Biringuccio (1480-1539 circa) ne *De la Pirotechnia* (1540) e risultava il metodo più diffuso nell'area mediterranea. Rileviamo che la durata della fusione varia da 8 a 12 ore per l'Agricola e circa 10 ore per Biringuccio.

La riduzione iniziava intorno agli 800°, per arrivare a 1100°, temperatura necessaria a fondere o vetrificare le parti terrose e far fluire le scorie, fase della colata.

La fase più importante indubbiamente, era la cottura e il suo controllo era affidato a dei maestri ferrieri che, con consolidata esperienza, in particolare distinguendo certi segni che rientrano nel linguaggio criptico dell'operare pratico - come il colore della fiamma che variava durante la cottura, in quanto avvenivano le reazioni di riduzione operate dall'ossido di carbonio e che appariva più splendente e vivace quando il carbone era allo stato di brace e la vena diventava più solida e unita in un'unica massa incandescente - comprendevano che era il momento di procedere alla fase di estrazione del massello.

In sostanza, ai ferrieri genovesi non interessava raggiungere temperature elevate, in modo da evitare l'inconveniente della produzione della ghisa che, nel Medioevo, era considerata una perdita di tempo, per realizzare un prodotto di scarsa qualità per la sua fragilità<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Alle citate opere dell'Agricola e del Biringuccio (già presenti nella biblioteca specialistica del CSST CNR) per conoscere l'organizzazione di una miniera dell'Europa centrale nella prima metà del XVI secolo, in base alle informazioni ricavate nel *De re metallica*, si rimanda a N. MORELLO *La "repubblica dei metallieri"*, in *Quaderni* n. 7, CSST CNR, Genova 1981.

#### 4. LA COESISTENZA DEL BASSO FUOCO E DELL'ALTO FORNO

E' stata rilevata la coesistenza di due metodi di produzione del ferro, quello del basso fuoco delle ferriere genovesi e quello dell'alto forno, che produceva la ghisa nella vicina Toscana e in particolare nel Nord Italia nelle valli bresciane e bergamasche e utilizzato alla fine del XV secolo nel circondario di Roma. Pur rilevando degli aspetti innovativi introdotti nell'antica siderurgia, le ferriere genovesi continuarono per secoli a produrre ferro con il metodo del basso fuoco. La risposta a tale scelta parrebbe legata a considerazioni politico-economiche che muovevano dalla Maona, che operò in una logica sostanzialmente commerciale senza concorrenza, stipulando contratti attestati dal 1455, con i conduttori delle ferriere. In questo progetto commerciale, si inserì la tecnica di fusione del basso fuoco, che non ha origine in quegli anni di metà Quattrocento, ma era già disponibile da almeno due secoli prima. Questa tecnica, che sostanzialmente rimase la stessa in area genovese fino agli inizi dell'Ottocento, permise comunque un collaudato sistema di produzione e di controllo. E' stata considerata un esempio di inerzia tecnologica, in contrasto all'area toscana quando Cosimo I de' Medici, in concorrenza con la Maona, a metà del Cinquecento decise per la scelta imprenditoriale, con la costruzione *ex novo* dell'alto forno, facendo trasformare molte ferriere a basso fuoco esistenti, in ferriere di seconda fusione, importando mano d'opera e maestri dal bresciano, i migliori pratici del tempo che ne conoscevano le tecniche di produzione.

La riduzione del minerale di ferro nell'Italia del Nord, in particolare nel bresciano, avveniva in forni più alti con il metodo indiretto e radicato sin dal XV secolo. Da qui si diffuse in Toscana, con Cosimo I che sostituì la tecnica di lavorazione esistente, provvedendo a far costruire diversi altiforni a Campiglia, Portoferraio, Valpiana di Massa e altri ne fecero costruire i suoi successori. La persistenza del basso fuoco nelle ferriere del Genovesato, fece pensare che l'opzione tecnica fosse strettamente connessa e non casuale, al progetto mercantile della Maona, poiché non mancavano le possibilità e le conoscenze tecniche da parte dei pratici genovesi, per la trasformazione degli impianti, con il metodo dell'altoforno detto anche alla "bresciana"<sup>5</sup>. Quindi, esistevano dalla seconda metà del Cinquecento, due diversi centri di produzione del ferro relativamente vicini, uno genovese e uno toscano, dove il primo era caratterizzato da ferriere a basso fuoco, a riduzione diretta e, il secondo, quello toscano, dell'altoforno voluto da Cosimo e operante dal 1540, nella vicina Lunigiana e nell'Appennino pistoiese e lungo l'alta costa tirrenica. Nonostante sia rimasto immutato l'impianto del basso fuoco, la produzione giornaliera delle ferriere genovesi risultava quadruplicata alla fine del XVIII secolo. Come è possibile spiegare questo notevole incremento? Sappiamo che nel 1470, il basso fuoco era

---

<sup>5</sup> Si vedano E. BARALDI, *Ordigni e parole dei maestri da forno bresciani e bergamaschi: lessico della siderurgia indiretta in Italia fra XII e XVII secolo*, in "La Siderurgia Alpine en Italie (XII-XVII Siecle)" pp. 163-213, Ecole Francaise de Rome, 2001; M. CALEGARI, *Forni "alla bresciana" nell'Italia del XVI secolo*, in *Quaderni Storici*, 1989, n. 70, a. XXIV, n. 1, pp. 77-99.

in grado di produrre giornalmente oltre un quintale di ferro, consumando una mina di carbone, circa 116,53 litri.

Pertanto, l'aumento della produzione era da attribuire all'introduzione delle miscele (ferrazzo e rottami di ferro) e della tromba idroeolica.

Si conclude che dal progetto della Maona traeva origine la persistenza e la fortuna del basso fuoco nella Liguria di antico regime. Tuttavia, un recentissimo lavoro di Pipino - che segnaliamo in nota - rivede l'interpretazione, data da Baraldi e Calegari al basso fuoco genovese, come tecnica arretrata, apportando elementi utili a rivalutarlo storicamente poiché, tra l'altro, se ne perse anche memoria, a favore del termine "alla catalana".

L'autore rileva anzitutto, che l'ematite (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) - minerale dell'Elba - permette di ottenere il ferro senza passare dalla ghisa e il basso fuoco rappresenta la tecnica più idonea che meglio risponde alle caratteristiche del minerale elbano. Inoltre, svincola questa tecnica dall'organizzazione mercantile della Maona genovese. Questi due metodi di produzione differenti coesistono in base a specifici contesti socio-storico-economici e dipendono dalle risorse disponibili, dai vari minerali che richiedono diversi trattamenti. In sostanza, la rilettura storica smonta l'attribuzione al metodo indiretto di "tecnica più avanzata". E' stato rilevato che i maestri genovesi si guardavano bene da non superare quel punto di fusione e, dall'altra, i maestri bergamaschi, con i loro alti forni che raggiungevano facilmente temperature più alte, avevano a che fare con minerali aventi caratteristiche diverse dall'ematite, come la meno pregiata siderite. E i ferrieri genovesi

che sono stati vincolati ad una tecnica arretrata, ci riuscirono benissimo producendo ferro dolce, malleabile e di qualità superiore a quello meno pregiato, prodotto a costi più alti per decarburazione della ghisa. Il metodo indiretto produceva la ghisa, che aveva bisogno di un trattamento successivo, per ottenere ferro o trattamenti speciali per produrre l'acciaio. Inoltre, il metodo indiretto richiedeva un doppio consumo di carbone, derivante dalla seconda lavorazione, per un prodotto di minore qualità, oltre alla minore resa finale, con perdite dal 20 al 30%.

In pratica, l'altoforno fu necessario per utilizzare minerale "selvatico e agro", come rilevava Biringuccio.

Tuttavia, i forni più alti permettevano maggiori cariche e la possibilità di tenerli continuamente accesi per mesi, consentiva di ottenere anche dieci colate al giorno, contro le tre al massimo dei bassi fuochi<sup>6</sup>. Pertanto, considerati i due metodi di produzione, si ha la compresenza sul mercato per oltre quattro secoli, di prodotti di ferro derivanti da diverse tecnologie; una coesistenza basata su un complesso equilibrio di mercato e alla diversa specializzazione dei prodotti.

Il ferro prodotto nell'area genovese, era molto dolce e malleabile a freddo e per

---

<sup>6</sup> M. CALEGARI, *Origini insediamento, inerzia tecnologica sulla siderurgia ligure d'antico regime*, in *Quaderni Storici*, 1981, n. 46, a. XVI, fasc. I, pp. 288-304. Sulla diversa interpretazione del basso fuoco genovese, non più considerata tecnica arretrata, si veda G. PIPINO, *Ferro e ferriere nell'entroterra di Genova*, Museo Storico dell'Oro italiano, in "Academ.edu", giugno 2015; dello stesso autore si segnala in particolare, *Liguria Mineraria Miscellanea di giacimentologia, mineralogia e storia estrattiva*, Museo Storico dell'Oro italiano, Tipografia Pesce, Ovada 2005.

questa caratteristica, continuò ad essere preferito anche a quello svedese e inglese; in particolare veniva usato per la produzione di chiodi, filo di ferro, cerchi da botti e per le ruote dei carri e delle carrozze, oltre a un largo impiego nei bastimenti.

## 5. PROBLEMI DI INSEDIAMENTO DELLE FERRIERE NELL'APPENNINO LIGURE

La diffusa e crescente attività siderurgica legata al fuoco, sollevò problemi di insediamento e sfruttamento del bosco, in varie aree geografiche e in epoche specifiche.

In effetti, si attuò una colonizzazione manifatturiera dell' Appennino genovese, con impianti insediati lungo i corsi d'acqua, nonostante l'irregolarità della loro portata, che costituivano le fonti di energia del tempo.

L'acqua era necessaria per muovere, attraverso la ruota idraulica, i magli e i mantici e, dall'inizio del Seicento, per le trombe idroeoliche, speciali soffierie in grado di produrre aria dalla stessa caduta dell'acqua, che veniva presa dal torrente, attraverso un canale di derivazione, per alimentare un grande serbatoio, da cui proseguiva canalizzata e regolata secondo le esigenze produttive.

Esisteva un nesso non casuale, nella scelta del luogo per l'insediamento della ferriera, da mettere in relazione allo sfruttamento del bosco, al consumo di carbone di legna che non è carbone fossile, ma derivava dalla pratica delle carbonaie. Le ferriere insomma, divennero una tipologia di insediamento dell'Appennino

già alla fine del Quattrocento, caratterizzando anche zone non lontane dalla costa, sopra Voltri e, nel Levante, nell'immediato entroterra di Chiavari.

Ma le dinamiche degli insediamenti erano alquanto complesse e soggette a variabili, dipendenti dagli interessi diretti della Maona e anche in seguito, quando la stessa uscì di scena alla metà del Cinquecento. Infatti, agli inizi del Seicento, nacque un nuovo polo produttivo lungo il torrente Orba, espressione di una colonizzazione locale; si imposero uomini nuovi, un nuovo ceto proprietario che si fece imprenditore, sostituendosi al controllo della Maona. Fu il caso ad esempio, di Domenico Gaetano Pizzorno (1725-1775) padrone di ferriere a Rossiglione ed erede di un vasto patrimonio di boschi, terre e case.

Pur figura sostanzialmente commerciante, possedeva una cultura tecnica; sapeva infatti, come fare il ferro, come costruire i muri e tantissime altre cose utili che apprendiamo dalle sue "Salutari istruzioni"<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> E. BARALDI, *Cultura tecnica e tradizione familiare. La "notificazione sopra i negozi de' ferramenti e delle ferriere" di Domenico Gaetano Pizzorno, padrone di ferriere a Rossiglione nel XVIII secolo*, in *Quaderni* n. 10, CSST CNR, Genova 1984. La "notificazione" del Pizzorno attesta ancora, il processo siderurgico del basso fuoco delle ferriere genovesi, come migliore sistema tecnico e investimento più economico, capace di rispondere meglio a una domanda fluttuante, oltre ad essere radicato in un sistema sociale, economico, culturale. La cultura tecnica del Pizzorno si esprime quando raccomanda ai suoi discendenti, di saper scegliere la vena migliore dell'Elba che è quella nera, pesante e lucente, non deve contenere terra e soprattutto rame, perché "avvelena il ferro" che "si stocca, va in pezzi, resta acre". Tuttavia - rileva ancora - questa va bene per le palle di cannone, per le bombe "che scoppiando vanno in minuti pezzi".

## 6. UOMINI NUOVI NELLA CONDUZIONE DELLE FERRIERE GENOVESI

Nell'area genovese continuò la tecnica del basso fuoco, anche quando l'attività siderurgica passò a nuovi gruppi socio economici di uomini che riassumevano capacità tecniche e imprenditoriali, come il già citato caso del Pizzorno. Molte di queste figure che colonizzarono l'Appennino, avevano un passato di procuratori della nobiltà proprietaria, erano stati intermediari che, nel tempo, si costruirono una rete di relazioni importanti; conoscevano le piazze migliori per reperire il minerale o il freccame, conoscevano notai, personaggi importanti, ma anche carbonai, mulattieri e pratici capaci di ridurre il minerale; infine acquisirono gli aspetti tecnici della produzione e la capacità imprenditoriale, esercitando anche il controllo sui residenti locali. Si instaurava così, un consolidato sistema che ruotava intorno alle ferriere, in particolare l'impiego della manodopera locale, con donne e bambini, e Masone, già nei primi anni del Seicento, sotto i Centurione, era il borgo dell'Appennino genovese noto come una piccola capitale del ferro.

Tutte queste componenti erano talmente funzionali al consolidato metodo del basso fuoco, che non c'era interesse a trasformarlo o dismetterlo, salvo apportarvi alcune migliorie e alcune ferriere iniziarono a dotarsi della tromba idroeolica. Pertanto, questa lunga durata porta a superare l'attribuzione di "tecnica arretrata" al basso fuoco genovese, rispetto all'alto forno, né considerare l'opinione che vuole i ferrieri genovesi ostili al cambiamento, né

sostenere una "inerzia tecnologica" legata alla politica economica della Maona. Tuttavia, il generale contesto delle condizioni di mercato, di approvvigionamento della vena o del prodotto finito, erano talmente variabili che non si considerava soltanto il processo di lavorazione, ma si guardava alle opportunità di reperire quanto occorreva: ora minerale, ora invece il ferro, scelte diversificate dovute in particolare alle imposizioni fiscali della Repubblica genovese.

Tutte queste opportunità flessibili, fecero sì che risultava antieconomico innovare il processo di produzione e la conferma ci è data dallo stesso Pizzorno, che invitava i suoi discendenti a mantenere in attività le ferriere a basso fuoco, per consolidare il patrimonio di famiglia, spinto anche dalla preoccupazione - forse per aver avuto a disposizione una discreta biblioteca dello zio prete, dove abbondavano le vite dei Santi e volumi di oratoria sacra - di far del bene ai poveri locali, come leggiamo nel suo ultimo scritto: "Si facino accomodare li boschi ... ma per fare carità alli poveri contadini ... Si negozi il ferro ... ma solo per far carità". In effetti i Pizzorno, incisero profondamente sulle condizioni di vita e di lavoro, nel corso del Settecento, su buona parte della comunità di Rossiglione.

Infine, vari casi di studio ne hanno dato conferma; un'indagine sulla storia produttiva della ferriera De Ferrari operante a Voltaggio, ha evidenziato che soltanto nel 1838, il duca Raffaele De Ferrari ottenne dal re di Sardegna, l'autorizzazione a far lavorare il ferro alla maniera bergamasca; il vecchio basso fuoco catalano-ligure diventava così, un impianto di seconda

lavorazione<sup>8</sup>. Quindi, le ferriere genovesi operarono per lunghissimo tempo, con lo stesso metodo di riduzione, ed erano in grado di ottenere un incremento della resa del minerale, che va letto nei più minuti particolari tecnici: le misure del focolare, la forma, nel mutamento delle percentuali della miscela di carica con aggiunta di ghisa e rottame, che diminuirono i tempi di fusione, consentendo di risparmiare sul carbone, la tromba ad acqua e l'ideazione del forno a riverbero dell'ingegnere Candido Baldracco, che migliorò significativamente il basso fuoco genovese e che fu l'ultimo tentativo di rinnovamento. Tuttavia, come è stato osservato, furono soprattutto le specifiche caratteristiche del minerale elbano ad essere state determinanti per la "continuità" del metodo di riduzione diretta, praticato per lunghissimo tempo nell'Appennino genovese<sup>9</sup>.

## 7. LA PRODUZIONE DEL CARBONE DI LEGNA

Il focolare delle antiche ferriere era alimentato dal carbone di legna, ottenuto dal legname attraverso la consolidata pratica delle carbonaie, che si facevano nei mesi di luglio e agosto, come rileviamo dai numerosi contratti. Dopo il taglio, una certa quantità di legna veniva accatastata con una precisa disposizione e lasciata bruciare a fuoco lento, per diversi giorni, fino ad

ottenere il carbone di legna, che ha una maggiore resa della legna con un rapporto carbone-legna di circa 5 a 1. Sull'attività dei carbonai, mestiere ancora praticato negli anni Cinquanta del Novecento, sono state condotte dal CSST del CNR in collaborazione con altre Istituzioni scientifiche, ricerche, ricognizioni, rilievi archeologici e raccogliendo testimonianze di carbonai di alcune valli, in particolare dell'Antola, che hanno permesso di completare la storia della produzione di carbone<sup>10</sup>. Questa esigenza manifatturiera e il crescente impiego di ferro, determinò un massiccio disboscamento che assunse proporzioni critiche, considerando anche la forte richiesta di legname per le esigenze navali della Repubblica e la colonizzazione a scopo alimentare, conseguenza dell'incremento demografico. Il carbone usato nell'area genovese per la fusione, era costituito prevalentemente da faggio, con alto potere calorifico. Le faggete del passo del Melogno, nel comune di Calizzano (Sv), sono state una notevole risorsa per l'attività delle ferriere e soprattutto per le fabbriche di vetro. Il carbone di faggio si è dimostrato con l'esperienza, l'essenza ideale sia per l'elevato potere calorifico, sia per l'assenza di fumo e per la cenere potassica, reimpiegata come fondente del vetro. Il

<sup>8</sup> M. T. BARTOLOMEI, *La ferriera De Ferrari di Voltaggio (Sec. XVIII)*, in *Quaderni*, n.1, CSST CNR, Genova 1997, pp. 39-53.

<sup>9</sup> M. CALEGARI, *Il basso fuoco alla genovese: insediamento, tecnica, fortuna (sec XIII-XVIII)*, in *Quaderni*, CNR, cit., n. 1, pp. 1-38 e, in particolare, G. PIPINO, *Ferro e ferriere nell'entroterra di Genova*, cit.

<sup>10</sup> A proposito si veda *Carbonai dell'Antola. Guida all'utilizzo della documentazione videografica*, a cura di Giuseppina POGGI. Sono pagine che sviluppano i contenuti di un video, registrato nella primavera del 1998 in Vobbia, alta valle Scrivia (Ge) relativo ad un esperimento di archeologia forestale, sulla locale produzione di carbone vegetale. Si rimanda infine a A. PORTO, *La stagione delle carbonaie: una esperienza di ricerca sul campo*, in "Il Coltello di Delfo" Rivista di Cultura Materiale & Archeologia Industriale, n. 28, anno VII, 1993, pp. 44-47, Brescia.

carbone di legna più dolce, era ottenuto dal castagno e serviva per il riscaldamento del maglietto. Tuttavia, veniva impiegato anche nelle fucine in quanto, come rilevava il Pizzorno, a seconda degli alberi si poteva cambiare la qualità del ferro: con la rovere, il faggio e gli alberi selvatici si otteneva un carbone forte per avere un ferro più acro e meno pastoso, mentre con gli alberi domestici, il castagno, si produceva un carbone leggero, che bruciava più rapidamente e rendeva il ferro più pastoso e dolce. Per il carbone le misure utilizzate erano la mina e il sacco. La traduzione in chilogrammi non è facile, anche perché il peso del carbone varia secondo la qualità del legno: un metro cubo di carbone di legno forte, come il faggio o il leccio, pesa da 200 a 340 kg, mentre la stessa quantità di un carbone semidolce, ottenuto dal castagno, pesa da 180 a 200 kg.

#### 8. TENTATIVI EMPIRICI PER RISPARMIARE IL CARBONE DI LEGNA

La potenza superiore delle soffierie catalane, permetteva di scaldare maggiormente il minerale che veniva a contatto nel forno con l'ossido di carbonio, liberandolo dalla maggior parte delle scorie, mentre la disossidazione non avveniva nelle ferriere genovesi, dove il massello ottenuto, doveva essere nuovamente riscaldato nel maglietto e battuto ripetutamente al maglio, da una parte e dall'altra, per espellerne le scorie. Ricordiamo che nelle ferriere genovesi "la cotta della vena", detta anche "fusa", poteva durare da 6 a 10 ore e la carica di minerale variava da 100 a 200 kg,

mescolata con carbone di legna in quantità di poco superiore - circa 10-20% - a quella del minerale; ma dipendeva anche dalla qualità del carbone e soprattutto dall'esperienza del maestro, che teneva sotto controllo tutte le possibili variabili del processo di fusione per evitare la formazione della ghisa. Il flusso d'aria doveva essere regolato per alimentare il fuoco e anche per ossidare il carbonio, in modo che non entrasse in lega con il ferro ed infine, saper estrarre il massello al momento giusto, impedendo che si suddividesse in frammenti. Per un'economia di gestione, di estrema importanza risultava l'accurata scelta del minerale e la preliminare fase di frantumazione in pezzi grandi come una noce, alla quale seguivano talvolta, le operazioni di arrostitimento (calcinazione) per purificare il minerale dai solfuri contenuti. Risulta che i ferrieri genovesi riuscirono a ridurre i consumi di carbone di legna ed accorciare i tempi di fusione, generalmente a 4 ore, cambiando la composizione della carica, aggiungendo al minerale una certa percentuale di ghisa (circa il 10%) e di rottame di ferro in altre percentuali. I mutamenti della composizione della carica, che avvennero diffusamente dagli inizi del Settecento, sono rilevanti per la storia delle tecniche; rappresenta l'abitudine a modificare, ad uscire dai consueti metodi produttivi. Le proporzioni dei miscugli non erano definite precisamente, variavano secondo le esperienze dei ferrieri o, come riportano le fonti di età napoleonica, dipendevano da "le caprices des ouvriers ou le calcul du maitre de forges"<sup>11</sup>. Le prime informazioni

---

<sup>11</sup> L. BULFERETTI, C. COSTANTINI, cit., 1966, p. 91.

precise, sulla quantità di ghisa aggiunta al minerale nella composizione della carica con una percentuale del 30%, risalgono al 1738 e con una resa maggiore del 15-20% rispetto ad una fusa di sola vena. La ghisa, essendo prodotto parzialmente trasformato, fonde a una temperatura più bassa, rispetto al minerale di ferro e innesca processi chimico-fisici che accelerano il processo di trasformazione, volatilizzando anche gli elementi spuri presenti nel minerale. L'utilizzazione della ghisa fu resa ufficiale nel 1629, in quanto soggetta a imposta, mentre negli anni precedenti eludeva la gabella del ferro, che colpiva l'importazione del minerale e del ferro e non il ferrazzo (ghisa). Il Banco di San Giorgio chiamato in causa, si affrettò a definire ferro il ferrazzo, facendolo rientrare sotto la giurisdizione della gabella, ma soggetto ad una minore imposizione <sup>12</sup>. In una prima fase, forse per 40 anni, la ghisa eludeva la gabella e anche per questo calcolo economico, veniva aggiunta in una quantità variabile nella carica, modificando la consuetudine e portando ad una innovazione che consentì un minor consumo di carbone di legna, maggior resa, minori spese di trasporto e soprattutto, una minore imposizione fiscale. Pertanto, per ridurre il consumo di carbone di legna, il cui prezzo era in costante aumento, si misero in atto nel corso dei secoli, miglioramenti delle tecniche, che possono ritenersi delle innovazioni introdotte nelle fasi operative di riduzione del minerale, in particolare, a partire dal XVI secolo, nell'ottimizzare la composizione della miscela di carica, mescolando minerale con

ferro vecchio e ghisa, che riduce i tempi di fusione e di consumo del carbone. Infine, l'introduzione della tromba idroeolica agli inizi del Seicento e il ricorso a fondenti, per ridurre ulteriormente i tempi di fusione, completò il quadro delle innovazioni nelle ferriere genovesi. Pur trattandosi di semplici miglioramenti all'interno del processo del basso fuoco, tuttavia erano in grado di aumentare la produzione e soddisfare la domanda di ferro dolce; in pratica, si poteva produrre ugualmente senza trasformare radicalmente gli impianti (passare all'alto forno) considerato il positivo rapporto costi/benefici.

## 9. I PRODOTTI DELLE ANTICHE FERRIERE GENOVESI

Dalla ferriera genovese si estraeva il massello, prodotto dalla fusione della vena con carbone di legna mescolato a ghisa e rottami di ferro. Nella stessa ferriera con il maglio attivato dalla ruota idraulica, si batteva il massello, per pulirlo sufficientemente dalle scorie e per dividerlo in due parti, i tronchelli che venivano riscaldati ulteriormente; ciascun tronchello era suddiviso in quaroni. Il quarone, è una grossa asta di ferro grossolanamente battuta, lavorato nel vicino edificio del maglietto, riscaldato e battuto per produrre semilavorati (da piano, stazola, verzeline) destinati alle fucine dei fabbri. Il quarone veniva ridotto in verghe di tre tipi: da piano (verga battuta e resa piana), stazola (verga quadrangolare), verzelina (tondino di ferro). Dal maglietto uscivano alcuni pezzi di successiva lavorazione, in particolare chiodi di varie grandezze, per fissare parti in

---

<sup>12</sup> A. S. G., *San Giorgio Cancelleria*, Canc. F. Viceti, "Scritture varie", 1660 - 67.



legno, tondino di varie misure, per stanghette di chiavi, cerchi per botti, cunei per spaccare i tronchi e bastoni cavi per la soffiatura del vetro. Le officine dei fabbri lavoravano i diversi tipi di verga, fino ad ottenere i prodotti richiesti dal mercato. Per quanto riguardava il sistema di pagamento, le ferriere in parte assolvevano i debiti in denaro, in parte con rottami di ferro e scarti di lavorazione. Era normale, all'epoca della protoindustria - termine ormai usato con molta elasticità a proposito di differenti forme di produzione anteriori alla macchina a vapore - che i servizi e i prodotti resi dalle ferriere dislocate sull'Appennino, venivano pagati con modi diversi dalla moneta, in particolare con castagne che producevano boschi ben curati.

#### 10. LA TROMBA IDROEOLICA, UNA INNOVAZIONE ALL'INTERNO DEL BASSO FUOCO

La tromba idroeolica, o tromba ad acqua, è una costruzione particolare o “nuova macchina”, che presenta una o più condotte verticali, di materiale diverso (legno, ferro o muratura) di altezza variabile da 6 a 10 metri, in cui viene fatta convogliare l'acqua, tramite canalizzazione proveniente da una vasca, allo scopo di utilizzare l'aria che trascina con sé, per legge fisica di caduta e regolata da un sistema di valvole, attraverso un apposito condotto, collegato al focolare, per alimentare la combustione. Si tratta di una condotta forzata verticale di una certa altezza, generalmente scavata in tronchi, con delle bocche aspiratrici a circa 40 cm dal vertice. Alla base, si trova un recipiente di pietra o sovente in legno, detto bottino,

che raccoglie l'acqua mescolata all'aria. Nella caduta l'aria viene compressa e sfogata attraverso un condotto, che ne permette l'uscita, regolata da una valvola, verso il focolare. Questa nuova macchina, pur essendo un'innovazione, era una costruzione relativamente semplice e mise a riposo gli ingombranti mantici, macchine soffianti in particolare nei grandi impianti azionati da ruote idrauliche ad asse orizzontale. Pertanto, era pensata e costruita, dove esisteva la necessaria caduta d'acqua, per alimentare la combustione in grandi forni, in particolare per la produzione di ghisa e la sua trasformazione in ferro. La tromba idroeolica comparve fin dalla seconda metà del Cinquecento e venne descritta, per citare alcune fonti, da Giovan Battista Della Porta nel *Magiae Naturalis* (1589) e dall'architetto e ingegnere Giovanni Branca (1571-1645) ne *Le Machine*, stampata a Roma nel 1629, dove illustrava una serie di nuove macchine, tra cui una tromba idroeolica che alimentava la fucina di un fabbro, rilevando il funzionamento della stessa, grazie alle valvole che regolavano e/o interrompevano il flusso dell'acqua, per ridurre o annullare il getto d'aria. Non sappiamo tuttavia, quanto fosse diffusa, né molto intorno alla sua origine e da quanto tempo esistesse e la lettura degli inventari finora esaminati, pare confermare il suo uso generalizzato dai primi decenni del Settecento. Altre fonti ne parlano, ma sono voci di studiosi che osservavano mossi in genere da curiosità e dall'intento di far conoscere all'esterno, cose nuove dal mondo della produzione. E' il caso di Athanasius Kircher (1602-1680) che nel *Magnes de sive de arte magnetica* (1641) la rappresentava nel prosciugare

l'acqua dalle miniere, aggiungendo che era utilizzata anche nelle officine dei fonditori; e dello scienziato Baliani, che dava la spiegazione scientifica della nuova macchina inventata "che produce vento dall'acqua che casca invece che dai mantici"; infine il Della Fratta, che nella *Pratica Minerale* (1678) ne proponeva l'uso al posto dei mantici. Un inventario del 1627 di una ferriera sul fiume Orba, sotto il dominio genovese, elenca "le trombe che servono in luogo delli mantexi". L'uso in area genovese è testimoniato dal nobile Gian Vincenzo Imperiale, che la vide in una ferriera di Voltaggio, durante un suo viaggio da Genova a Bologna, nel 1635. Questa macchina di facile costruzione venne adottata a partire dal 1620-1640, nelle ferriere genovesi e con essa si completarono le innovazioni del basso fuoco genovese. L'uso della tromba idroeolica, è attestato in un disegno del 1813, raffigurante il complesso della ferriera di Sant'Anna in Rossiglione (Ge). Diventata una macchina ormai indispensabile è attestata negli inventari; ne abbiamo testimonianze anche in ferriere nel Nord Italia, nei Paesi Baschi, nei Pirenei e nel Delfinato, antica provincia francese. Ai suoi indubbi vantaggi, dobbiamo ricordare il limite del suo impiego, perché legata alla disponibilità di acqua, un problema ricorrente per le ferriere liguri, costrette a lunghi periodi di inattività, soprattutto nel periodo estivo; le fonti rilevano l'interruzione della produzione talvolta anche per la mancanza di carbone, per il caldo eccessivo e dalla necessità degli addetti alle ferriere di potersi dedicare alle pratiche agricole <sup>13</sup>. Fu certamente

un'importante innovazione ma, per varie ragioni, non era sempre disponibile. Finiranno di lavorare a metà dell'Ottocento, quando vennero sostituite da macchine soffianti a pistoni, mosse dal vapore; ma da quel momento, con la rivoluzione generale delle tecniche - più nota come rivoluzione industriale - che modificò radicalmente i sistemi di produzione, si può dire che nulla fu più come prima.

#### 11. LE FERRIERE GENOVESI DETTE ANCHE CATALANE

Le ferriere genovesi son dette anche catalane, perché in uso in Catalogna; lavoravano al basso fuoco, con forni di larghezza e lunghezza che erano di poco inferiori all'altezza dei forni delle ferriere catalane, ma possedevano caratteristiche peculiari. L'appellativo alla catalana, si identifica con il processo di riduzione diretta ed è utilizzato per la prima volta, da Tronson du Coudray, nella *Mémoires sur les forges catalanes, comparées avec les forges à hauts-fourneaux*, Parigi, 1775, in riferimento ad impianti catalani nella contea di Foix. Tuttavia, dalle fonti in relazione a prodotti o impianti siderurgici, compaiono diciture come "alla casentina", "alla bresciana", "alla lucchese" e in tempi più

---

*province di Savona, di Oneglia, di Acqui e di parte della provincia di Mondovì che formano il Dipartimento di Montenotte* (a cura di Giovanni Assereto) vol. 2, Comune di Savona, Savona 1994. Sulla tromba idroeolica e più in generale sulle ferriere genovesi, dette anche catalane, si veda *La siderurgia di antico regime nel genovesato: alcune riflessioni sul basso fuoco alla genovese detto anche catalano*, mia comunicazione orale alle "Jornades sobre la Farga a la Catalunya Centrale", 19/10/2002, Vic (Barcellona).

<sup>13</sup> G. CHABROL de Volvic, *Statistica delle*

recenti "alla catalana". Si è anche rilevato, in considerazione della diffusione delle ferriere "alla genovese" in area mediterranea, con caratteristiche specifiche che corrispondevano probabilmente a quelle installate nell'Appennino ligure almeno dal XIV secolo, la presenza delle stesse in varie zone, ad esempio in Corsica - dove quelle genovesi sostituirono quelle esistenti "alla lucchese" - e in particolare nei Pirenei centrali e nei paesi Baschi. La loro attività è confermata da diversi documenti, a partire dalla prima metà del Cinquecento, attestanti ferriere a la *genovesa*, dove in precedenza, con i locali impianti, la forza idraulica non era sfruttata con la stessa abilità. Pertanto, sono documentati nei Pirenei modi di fare il ferro "alla genovese", come fu il caso ad esempio, del nobile Geronimo Gentile che possedeva nel 1490 due ferriere a Voltri e ne possedeva un'altra nel 1491, a Perpignano nei Pirenei orientali e trafficava vena, importata dalla zona di confine con la Catalogna. Inoltre, Jean Cantelaube rileva: *L'appellation 'à la genevoise', traduction de l'italien 'alla genovese', se rencontre pour la première fois dans les archives de la terre de Mirepox en 1527. Elle se diffuse dans le comté de Foix et se maintient dans cette parties des Pyrénées durant un court laps de temps, cinquante et un ans, jusqu'en 1578*<sup>14</sup>.

La nuova terminologia "alla catalana", si afferma nella seconda metà del Settecento,

<sup>14</sup> Si vedano E. BARALDI, *La ferriera "alla genovese" tra XIV e XVII secolo*, in "Pratiche e Linguaggi" Contributi a una storia della cultura tecnica e scientifica, ISEM CNR, Edizioni ETS, Pisa 2005, pp. 159-183; J. CANTELAUBE, *La forge à la catalane dans les Pyrénées ariégeoises, une industrie à la montagne (XVII-XIX siècle)*, CNRS/Université de Toulouse-Le Mirail, Série "Histoire et Techniques", 1, 2005, p. 76.

come abbiamo visto, con la pubblicazione di Tronson du Coudray, poiché l'autore scrive che il metodo catalano, usato nei Pirenei passa in Italia e da lì alla Corsica. In seguito, l'ingegnere francese J. M. Muthuon nel *Traité des forges dites catalanes ou l'art d'extraire directement et par une seule opération le fer de ses mines*, (Torino, 1808) descrive le ferriere osservate in Catalogna, Navarra e Biscaglia e sostiene impropriamente, che vengono chiamate alla catalana, rilevandone le differenze che riguardano essenzialmente forma e dimensione dei fornelli e degli edifici. Tuttavia, generalizza e attribuisce il termine geografico proprio a edifici di altre regioni. In sostanza l'attributo geografico, che verrà ripreso da altri autori, finì col designare il processo tecnico di produzione del ferro con il metodo diretto del basso fuoco. Anche Chabrol nella Statistica, rileva che le ferriere nel suo Dipartimento lavorano "alla catalana", non esistono altoforni e non si produce ghisa, nonostante c'erano stati alcuni tentativi nell'Appennino genovese, di applicare la produzione del ferro con il metodo indiretto "alla bresciana". Pertanto, sulla definizione "alla catalana" non si hanno fondamenti storici, mentre sono attestate già alla fine del Quattrocento e per tutto il Cinquecento, la costruzione di ferriere "alla genovese" in area mediterranea. Si deve considerare che la struttura, le dimensioni e la forma degli impianti e dei fornelli variavano da una regione all'altra - ma anche in ambito strettamente locale - e la produzione era affidata all'esperienza e alle capacità del maestro della ferriera. Anche la stessa definizione geografica, che cambia nel tempo e nello spazio, non è riferita al luogo

dove l'impianto di riduzione veniva costruito, ma a quello di provenienza del maestro o dei suoi aiutanti. Comunque, superando diatribe e campanilismi, recenti autori francesi e spagnoli tendono a rivalutare storicamente i locali procedimenti a basso fuoco, riconoscendo impronte e derivazioni genovesi ai "loro" impianti, aprendo alla possibilità di rivedere il "metodo catalano" che andrebbe in realtà, chiamato "metodo genovese". Ciò porterebbe dignità o almeno, evidenzerebbe l'importanza storica del basso fuoco genovese e la sua diffusione in altri Paesi, in particolare Francia e Spagna<sup>15</sup>.

## 12. PUNTI DI FORZA E PUNTI DI DEBOLEZZA DELLE FERRIERE GENOVESI

Le fucine dell'Appennino ligure erano attive otto, nove mesi all'anno, dato il carattere torrentizio delle acque e producevano da 900 a 1000 quintali di ferro all'anno, ma i periodi di attività variavano sensibilmente da ferriera a ferriera in base anche alla disponibilità del carbone di legna. Si è rilevato che le ferriere genovesi consumavano più carbone delle ferriere catalane, biscagliesi, navarresi e corse, anch'esse funzionanti con il basso fuoco, calcolando che il rapporto consumo di carbone e prodotto ferro, era di 7 a 1 (7 kg di carbone per 1 kg di ferro) mentre per le ferriere catalane era di 3 a 1<sup>16</sup>. Pertanto, il

maggior consumo di combustibile rappresentava il punto di debolezza delle ferriere genovesi che, considerati gli alti costi, doveva essere rivisto. Allora, come era possibile una così rilevante differenza tra i due bassi fuochi? Pare che il miglior risultato ottenuto dalle ferriere catalane, dipendeva dal perfezionamento delle soffierie, dall'invenzione delle trombe idroeoliche e dalla loro diffusione verso la fine del Cinquecento. Nel *Traité des forges*, Muthuon rileva che i ferrieri catalani appresero l'arte di usare le trombe dai genovesi verso il 1641, quando le stesse si usavano nelle montagne di Genova. Nello stesso anno, uno spagnolo, J. Almunia y de Leon, fa riferimento proprio a quel meccanismo già osservato da un viaggiatore spagnolo, sull'Appennino genovese e subito portato in patria, considerati i vantaggi<sup>17</sup>. Poi quel tipo di ferriera, dalla penisola Iberica fu esportato nel nuovo Mondo. Supportato da queste fonti, il Boni, sostiene l'origine italiana della tromba ad acqua, con un suo articolo dal titolo inequivocabile<sup>18</sup>. Il problema delle origini, per Marc Bloch è un falso problema ed è piuttosto un idolo; tuttavia esercita ancora un certo fascino, soprattutto quanto si tratta di una tecnica

---

BARALDI, *Siderurgia in età moderna. Ricerche minerarie, pratiche di fusione, produzione e consumo di carbone (sec. XVI-XVII)*, in *Quaderni*, n. 18, CSST CNR, Genova 1983.

<sup>17</sup> J. ALMUNIA y de LEON, *Notas para una historia de la siderurgia española*, in "Revista del Instituto del Hierro y del Acero", Madrid 1951.

<sup>18</sup> B. BONI, *Sull'origine italiana delle trombe idroeoliche*, in "La Metallurgia italiana", 1958, vol. XIII, pp. 167-174. Si veda anche A. GALLARDO, S. RUBIO, *La farga catalana, Descripció i funcionament Història Distribució geogràfica*, Rafael Dalmau Editor, 2° edició, Capellades (Barcellona).

<sup>15</sup> G. PIPINO, *Ferro e ferriere nell'entroterra di Genova*, cit.

<sup>16</sup> G. FAINA, *Note sui bassi fuochi liguri nel XVII e XVIII secolo*, in *Miscellanea di Storia Ligure*, IV, Genova 1966. Si veda anche E.

manifatturiera. Ma anche in ambito tecnico si è ben lontani dal fissare date definitive, poiché certe tecniche potevano sorgere indipendentemente, in luoghi diversi. Nel fascinioso ambito delle origini, notiamo che la produzione accidentale di ghisa e in qualche caso dell'acciaio, è attestata da rinvenimenti di frammenti di ghisa e d'acciaio, datati tra il 410 e il 600 d.C.; tuttavia, queste scoperte richiedono ulteriori studi e verifiche. Non possiamo affermare con certezza come, quando e dove si è verificato il passaggio dalla formazione accidentale di ghisa alla sua fusione volontaria e cosciente, per procedere alla successiva produzione del ferro o dell'acciaio, certamente dopo ripetuti tentativi. Comunque, se effettivamente i catalani appresero l'arte di usare le trombe ad acqua dai genovesi, indubbiamente le perfezionarono, aggiungendo il serbatoio di pressione sopra la tromba, ne diminuirono l'altezza, portandola a 4 metri e disposero di bacini di pressione. L'assenza dei serbatoi di pressione per le trombe ad acqua nelle ferriere liguri, è rilevata dal Muthuon e confermata dal rinvenimento di due inventari del 1750 e del 1791, della Tripalda, una grande ferriera del Sassello, dove non compaiono né il serbatoio né il bacino di pressione. Tronson du Coudray descrive le *forges* del paese di Foix e Roussillon, che lavoravano con *la méthode Catalane*, e utilizzavano magli molto pesanti di 500-600 kg circa, il doppio della genovese Tripalda e battevano masselli di 150 kg della stessa dimensione di quelli battuti nella stessa Tripalda. Pertanto, l'assenza di tali elementi segnava le differenze, sul piano tecnico, del basso fuoco genovese da quello catalano.

### 13. COMPLESSITÀ DELL'ATTIVITÀ SIDERURGICA

In sostanza, l'attività della protoindustria siderurgica mediterranea derivava da una cultura tecnica specifica, coinvolgeva esperti che venivano chiamati da lontano, in particolare i bergamaschi considerati i migliori maestri in questa arte manifatturiera e anche i genovesi, per la riduzione del minerale col basso fuoco. Erano pratiche che presentavano infinite variabili, un particolare linguaggio tecnico, circondate da segreti e da accorgimenti che richiedevano notevole esperienza nel cogliere particolari "segni" e impiegavano parecchie persone con ruoli determinati, da quelli che vi lavoravano all'interno e chi, dall'esterno, svolgeva attività collegate, dai carbonai ai trasportatori della vena e dei prodotti finiti. Indubbiamente, le strategie commerciali e le differenti tecniche di produzione, furono comunque un terreno di confronto tra i pratici; i quali non si ignoravano, ma comunicavano fra di loro, sapevano che in altre aree si trattava diversamente il minerale e questa diversità non significava separatezza, anzi, diventava stimolo a innovare e procedere diversamente. Pertanto, l'attività siderurgica era assai complessa e la difficoltà del procedimento di produzione del ferro era già ben nota, da far scrivere al marchese Marco Antonio della Fratta (1635-1695) che, *Non è possibile che una persona non pratica, ò che almeno non abbia veduto operare, possa alla prima prova ridurre le cose in perfettione, e però conviene errare molte volte per ben operare; né di ciò dobbiamo meravigliarci perché li Maestri perfetti ancora, nel far nuovi lavori*

sogliono più e più volte errare prima di ridurre a perfezione l'opera<sup>19</sup>. Era un'attività non soltanto manuale, ma soprattutto tecnica: richiedeva delle conoscenze empiriche, nate dall'osservazione, da provare a modificare e caratterizzata da particolari "segni" incomprensibili a chi non frequentava il mestiere e non era avvezzo all'esercizio dei sensi. Così l'olfatto poteva cogliere l'odore di uova marce dalla pirite (FeS<sub>2</sub>) scaldata alla fiamma dalla quale però, si poteva ottenere ferro, la vista osservare il colore della fiamma - anche nelle altre arti del fuoco, della lavorazione del vetro, smaltatura, ceramica - e il colore impresso alla materia grezza era "un sensibile visivo di grande interesse". Ancora il ruvido e il lucente possono essere tastati e i metalli percossi danno un suono e possono essere ascoltati, oltre che toccati, odorati, gustati e visti. Quindi, il maestro della ferriera con l'uso soprattutto dei sensi poteva conoscere, controllare e ripetere, una volta acquisita la pratica, l'arte di estrarre i metalli dai minerali che li contengono. In sostanza i segreti del mestiere si rinchiusero per lunghissimo tempo all'interno della bottega, nell'applicare i procedimenti del maestro, come si faceva da sempre. Tuttavia, provando a cambiare - senza escludere il "capriccio" del pratico - per motivi dovuti in particolare a nuovi materiali o a nuovi bisogni che emergevano, ci si accorse che si poteva migliorare l'operare tradizionale.

<sup>19</sup> E. BARALDI, *Ordigni e parole dei maestri da forno bresciani e bergamaschi: lessico della siderurgia indiretta in Italia fra XII e XVII secolo*, cit., p. 163; E. BARALDI, *Linguaggio tecnico e tecnica di produzione nel basso fuoco alla genovese (secc. XV-XVII)*, in *Studi & Notizie*, n. 14, CSST CNR, Genova 1986, pp. 17-31.

Talvolta però, una soluzione nuova poteva portare ad altri problemi; fu il caso, ad esempio, della sostituzione del carbone di legna con il carbone fossile, che comportò la soluzione di difficili problemi di natura tecnica - la cokerizzazione - problema che non toccò in particolar modo, le ferriere liguri, anche se ci furono dei tentativi di fusione con la lignite. Ai non semplici problemi di natura tecnica, va di pari passo, per una ricerca storica, il problema delle fonti in quanto le tecniche privilegiano il disegno tecnico e gli oggetti stessi (fonti materiali). In genere i pratici non scrivevano se non raramente e il libro di bottega - compilato dal tecnico che ha un certo livello di istruzione grazie alle scuole d'abaco - è un libro "unico", in quanto contiene un po' di tutto: spese, incassi, debiti, concetti tecnici del mestiere, schizzi. Un materiale molto eterogeneo e disorganico, senza un preciso ordine; non c'è un intento razionale nel registrare informazioni occasionali, i lavori eseguiti e le commesse ricevute, o i procedimenti di altri pratici di cui è venuto a conoscenza e che il maestro scrive o disegna per sé. Si scrive per ricordare come riprodurre, nel caso si dimenticasse una pratica di bottega, un particolare procedimento; sono espressioni di metodi che seguono una tradizione, una consuetudine che si dimostra sempre valida, scritti in volgare, sovente in dialetto, per esigenze proprie, per ricordare i segreti del mestiere, che poi verranno trasmessi al discepolo o ai figli che desiderano o non hanno altra scelta che apprendere quel mestiere. Anche i nomi degli attrezzi, degli strumenti "per fare", interessano solo a quelli che li adoperano e non a chi visita la bottega, che è il luogo di

apprendimento delle tecniche. Quando un notaio faceva l'inventario della bottega di un fabbro, portava con sé un altro fabbro, o un maestro di fiducia di un'altra ferriera ed esperto dei procedimenti del mestiere, per farsi dire come si chiamavano gli attrezzi e ogni sorta di oggetti che si trovavano nell'edificio produttivo, con l'indicazione di quello che valevano e della loro concreta funzionalità. Gli inventari spesso accompagnano contratti di compravendita o locazione di impianti, per la produzione del ferro (ferriere) e sono fonti attendibili per conoscere materialmente la struttura dei locali stessi e gli oggetti contenuti, perché compilati su indicazione di persone esperte, che sanno perché fanno e conoscono le funzioni di ogni particolare utensile e con quali nomi vengono indicati. L'inventario dunque, enumera tutti quegli oggetti con termini particolari, per come sono noti, anche se non sono ancora termini specializzati, ma che andranno verso un lessico di mestiere, presenti all'interno delle ferriere, oltre a indicarne lo stato di conservazione<sup>20</sup>. Pertanto, il saper fare del

<sup>20</sup> Sul lessico delle ferriere si rimanda a E. BARALDI E., *Ordigni e parole dei maestri da forno bresciani e bergamaschi: lessico della siderurgia indiretta in Italia fra XII e XVII secolo*, cit.; dello stesso autore *Linguaggio tecnico e tecnica di produzione nel basso fuoco alla genovese (sec. XV-XVIII)*, in *Studi & Notizie*, n. 14, cit., pp. 17-31. Sulla formazione culturale e professionale dei tecnici e sulla scuola d'abaco, si veda C. MACCAGNI, *Per una edizione dei testi volgari*, in *Notiziario Vinciano*, n. 3, 1979, pp. 5-25, Centro Ricerche Leonardiane, Brescia. Sull'importanza del disegno tecnico come fonte per la storia delle tecniche, si rimanda a C. MACCAGNI, *Il disegno di macchine come fonte per la storia delle tecniche nel Rinascimento*, in *Quaderni Storici*, n. 70, a. XXIV, fasc. 1, 1989, pp. 13-24; si veda ancora C. MACCAGNI, *Notizie sugli artigiani della famiglia Della Volpaia*, in "Rassegna periodica di informazioni del

maestro, il suo linguaggio particolare, anche quello esoterico dei segni e gli strumenti specifici del mestiere, rende inaccessibile all'esterno i procedimenti operativi; in sostanza, ha il monopolio della produzione per quanto riguarda gli aspetti strettamente tecnici, come il mercante detiene - se vogliamo fare un'analogia - quello dei commerci, con la partita doppia, il linguaggio contabile, le tecniche mercantili, oltre alle non comuni capacità "imprenditoriali".

#### 14. NUOVE CONOSCENZE TECNICHE E SCIENTIFICHE

L'aumento continuo del prezzo del legname, utilizzato largamente per le costruzioni navali e le manifatture legate all'uso del fuoco, assai diffuse in Europa verso la fine del regno di Elisabetta I, portò necessariamente alla ricerca di un'altra fonte di energia e la scelta cadde sul carbone fossile, di cui l'Inghilterra disponeva in abbondanza. Di conseguenza, la nuova siderurgia si basò su questo nuovo combustibile, che non poteva però essere utilizzato direttamente in applicazioni metallurgiche, a causa dello zolfo che contiene e rende fragile il ferro, se non risolvendo complicati problemi tecnici. Si

Comune di Pisa", anno III, 1967. Sul lavoro del fabbro, interessante attività sotto molteplici aspetti, si segnala la tesi di Laurea di Salvatore Pierri, *La fucina del fabbro ferraio* (relatore prof. Carlo Maccagni) Università degli Studi di Genova, Facoltà di Lettere e Filosofia, a. a. 1981/1982. Per una conoscenza dell'arte del ferro battuto italiano e su cosa producono oggi i fabbri d'arte, si rimanda al volume, *La magia del ferro battuto italiano. Cento fabbri mille idee*, a cura di Giuseppe Liscato, Alinea Editrice, Firenze 2003.

doveva depurare il carbone e molti tentativi si fecero a partire dalla seconda metà del XVII secolo. Ma fu Abram Darby (1677-1717) a impiegare per primo nel 1709, il *coke* in un altoforno, per la fabbricazione della ghisa e questo procedimento si diffuse, anche se lentamente, dalla metà del Settecento <sup>21</sup>. Con il suo metodo, la sua fabbrica aveva già prodotto nel 1758, oltre cento cilindri per macchine a vapore. Darby per primo inventò e attuò il processo di cokerizzazione - riscaldando il carbone in un contenitore chiuso - che libera il carbone fossile grezzo dalle sostanze volatili e impurità di zolfo in forma di gas, ottenendo come residuo il *coke*, utilizzato come combustibile nell'altoforno per produrre ghisa grezza. Il suo successo fu dovuto al fatto che il carbone vicino alla sua fabbrica di Coalbrookdale, nello Shropshire, contiene pochissimo zolfo. Pertanto, l'unica maniera per usare il carbone fossile in siderurgia consisteva nel trasformarlo in *coke*, che è il carbone purificato dai solfuri, attraverso un particolare procedimento di cottura a 1000° e in assenza di ossigeno. Ha basso contenuto di cenere e solfuri, è di colore grigio, duro e poroso, alto potere calorifico, alta percentuale di carbonio (88-92%) ed essendo molto resistente alle pressioni, permise di costruire forni sempre più grandi e alti, accrescendo la produzione della ghisa grezza e del ferro, abbassandone i costi e permettendo una migliore ghisa largamente utilizzabile e a buon mercato. In

<sup>21</sup> Sull'estrazione del carbone si rimanda a J. U. NEF, *Estrazione e utilizzazione del carbone*, in *Storia della Tecnologia*, a cura di C. SINGER et al., vol. 3, Boringhieri, Torino 1964, pp. 77-93; J. A. S. RITSON, *Miniere metallifere e carbonifere dal 1750 al 1850*, in *Storia della Tecnologia*, a cura di C. SINGER et al., cit., vol. 4, pp. 64-99.

seguito, nel 1784, Henry Cort (1740-1800) dopo vari tentativi, scoprì il procedimento del puddellaggio (*puddlage*) che consiste nel mescolare ghisa in fusione sulla suola di un forno a riverbero, evitando il contatto del metallo con la parte solida del combustibile, con l'azione decarburante dell'ossigeno dell'aria, che circola nei forni di questo tipo, senza ricorrere ad un sistema di soffiatura (manti o trombe idroeoliche). Il puddellaggio si pratica in appositi forni detti a riverbero, nei quali la fiamma è separata dalla camera di cottura. Il ferro fuso viene poi mescolato con lunghe aste per facilitare l'evaporazione del carbonio in eccesso. Il puddellaggio è stata la prima tecnica per ottenere del vero acciaio, con appropriato contenuto di carbonio. Il ferro puddellato poteva così, seguire la produzione della ghisa al *coke*, ma richiedeva per essere fucinato, uno strumento diverso dal tradizionale maglio idraulico di limitata portata. Pertanto, lo stesso Cort ebbe l'idea, che brevettò nel 1783, di far passare la massa di ferro puddellato dentro i cilindri di un laminatoio scanalato (procedimento di laminazione) dove si liberava delle ulteriori impurità e per imprimere la forma desiderata alle barre di ferro. Con la cokerizzazione si liberò definitivamente la produzione del ferro dalla dipendenza degli alti costi del carbone di legna e con i procedimenti di Cort, la produzione salì in maniera esponenziale. Con questa invenzione si potevano trattare circa 15 tonnellate di ferro in 12 ore, mentre, nello stesso tempo, con il vecchio sistema - le barre venivano prodotte al maglio, oppure con cesoie tagliando a caldo le strisce da una lastra laminata - appena 1 tonnellata. Era evidente la portata di questa



invenzione che portò al successo l'Inghilterra, che divenne il primo paese esportatore di ferro e di prodotti ferrosi. Si adottò la macchina a vapore per i laminatoi e le soffierie dei forni; tale scelta portò l'industria siderurgica ad abbandonare l'energia idraulica e i tradizionali siti che vincolavano le antiche ferriere. A fianco delle nuove tecniche, migliorarono anche le conoscenze scientifiche; ad esempio si comprese, ad opera dello svedese T. O. Bergmann (1735-1784) l'influenza del contenuto di carbonio nel determinare la durezza dell'acciaio. In seguito Guyton de Morveau (1737-1816) pervenne alla conclusione che la conversione del ferro in acciaio, era dovuta alla sua combinazione col carbonio. Tuttavia, la Gran Bretagna non ebbe un forte impulso nella produzione dell'acciaio. La qualità dell'acciaio dipendeva in particolare, dai minerali usati e per questo motivo il miglior acciaio del XVIII secolo era quello tedesco, ricco di manganese. Ricordiamo l'invenzione dell'inglese Huntsman Benjamin (1704-1776) un fabbricante di strumenti che, verso la metà del XVIII secolo, mise a punto un metodo per la produzione dell'acciaio al crogiolo, ottenendo un acciaio migliore di quelli fino ad allora prodotti e più uniforme per produrre molle e bilancieri di orologi. Anche le rotaie in ferro, vennero sostituite con rotaie in acciaio, grazie all'importante invenzione dell'inglese Henry Bessemer (1831-1898) che mise a punto un nuovo processo di produzione dell'acciaio in tempi rapidi e a costi sensibilmente inferiori e in quantità maggiore e che sostituì il ferro e la ghisa. Il procedimento Bessemer, dai primi esperimenti del 1856 fino al nuovo tipo di convertitore mobile e inclinabile, brevettato

nel 1860 - praticamente inalterato fino ai giorni nostri - si diffuse dalla Gran Bretagna in Francia a Saint-Seurin verso il 1858 e in Germania fu adottato da Alfred Krupp, che installò un impianto Bessemer a Essen, in funzione dal 1862. In sostanza, i miglioramenti delle tecniche siderurgiche permisero la creazione, nel giro di qualche decennio, di migliaia di chilometri di strade ferrate, per un nuovo sistema di trasporto. La stessa ferrovia a sua volta, modificò l'industria siderurgica meccanica, che dovette mettere a punto dei procedimenti di laminazione con cilindri scanalati, che davano direttamente la forma alle rotaie. Pertanto, il periodo dal 1750 al 1850, fu caratterizzato da profondi mutamenti nell'industria siderurgica, che portarono significativi miglioramenti nella produzione del ferro e dell'acciaio, grazie a nuove conoscenze scientifiche, che indirizzarono questa arte manifatturiera praticata empiricamente da lungo tempo, a procedimento scientifico. La conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei metalli portò al loro migliore impiego nella costruzione di ponti, locomotive a vapore e di parti di motore a combustione interna. Tuttavia, è larga opinione che la metallurgia e la siderurgia, in particolare nella produzione di nuove leghe, procede ancor oggi per prove ed errori, conservando l'antica impronta empirica.

#### 15. VERSO IL DECLINO: DALL'EPOCA NAPOLEONICA ALLA POLITICA DI CAVOUR

Durante la dominazione francese, il prefetto Gilbert Chabrol de Volvic nella sua

*Statistica* - che rappresenta un'ottima fonte di studio sullo stato di tutte le attività economiche e delle potenzialità produttive del Dipartimento di Montenotte - rileva 33 antiche ferriere, da Bardineto sino a Martina (oggi Martina Olba) molte delle quali in rovina, a causa dell'impossibilità dei proprietari di anticipare i capitali necessari a rimetterle in funzione e dei regolamenti restrittivi del governo genovese del 1730, e rinnovati con maggior rigore nel 1798. Genova trovava più conveniente far arrivare il ferro dall'estero e vietare quello locale, per aumentare il proprio commercio. Inizialmente impose un dazio d'ingresso di 6 soldi e 4 denari su ogni quintale di ferro, e di 17 soldi e 6 denari sull'importazione del minerale di ferro dall'Elba, mettendo anche un'imposta del 15% sul ferro prodotto. Questi provvedimenti misero in crisi l'industria del ferro genovese; infatti importando e vendendo ferro svedese, molte ferriere fallirono <sup>22</sup>. Tuttavia, la

---

<sup>22</sup> Chabrol nella *Statistica* (cit.) elenca i possibili perfezionamenti delle ferriere genovesi, che producono un ottimo ferro, necessario per le costruzioni navali, un ramo dell'industria molto importante. Riporta alcuni esperimenti su "saggi" o "assaggi", nella riduzione del minerale, su diversi tipi di ferro, elencando le variazioni percentuali, la natura dei materiali mescolati e gettati nel crogiolo (minerale dell'Elba, ferraglia scelta, rottami di ferro, ghisa, durata della fusione...) sollecitati dal capitano Barbé, prefetto marittimo del porto di Genova, che intendeva valutarne la possibilità d'impiego in campo navale e militare. Sulle ferriere in Liguria, si veda inoltre P. ROSSI, *Le ferriere di Sassello*, Associazione "Amici del Sassello", Tipolitografia MANNI&C., Genova 1994; per una indagine sui siti degli impianti siderurgici si rimanda a E. GIANNICCHEDDA, A. PONTE, *Ferriere in valle Stura (GE): ricognizione delle strutture materiali*, in *Archeologia Postmedievale*, 1998, n. 2, pp. 147-166. Si segnala ancora, il giacimento di Monte Ramazzo, sopra Borzoli (Ge) miniera già nota nel 1400 e sfruttata per ottenere rame e solfato

*Statistica* pur dedicando alle ferriere un dettagliato paragrafo, non presenta dati esaurienti in quanto, nonostante più volte siano stati sollecitati i proprietari e i conduttori delle ferriere, meno di un quarto rispose sull'effettiva quantità di ferro prodotto e sui consumi di carbone, riempiendo i relativi moduli della grande indagine avvenuta nel 1811. Le ragioni di queste reticenze da parte dei proprietari, quasi tutti membri delle famiglie aristocratiche genovesi (del Carretto, Balbi, Durazzo, Grimaldi, Pallavicini, Incisa di Camerana,...) si spiegano probabilmente nel timore dell'introduzione di nuove tasse e per gli eccessivi consumi di carbone di legna, che poteva suscitare reazioni per il continuo taglio degli alberi, in considerazione delle recenti leggi francesi sulla tutela dei boschi. Nell'intento di conoscere al meglio le ricchezze e le potenzialità dei territori conquistati, l'amministrazione francese inviò nel 1807, degli ingegneri minerari per introdurre migliorie possibili ai bassi fuochi liguri, ottenere ferro di qualità e diffondere l'uso del carbone fossile, in considerazione dell'importante bacino carbonifero di Cadibona - colle sopra Savona - che aveva suscitato aspettative, per un nuovo corso dell'industria del ferro ligure. Intorno al 1810, i francesi avevano introdotto il metodo di fabbricazione della latta, fino ad allora sconosciuto in Liguria. Tale

---

di ferro (vetriolo verde) rimandando a G. PIPINO, *La Vallerite-tiariocronio di Monte Ramazzo (Ge)* in "Rivista Mineralogica Italiana", 1986, 1, pp. 30-35, e a F. PASSALACQUA, D. PITTALUGA, *Attività estrattive in val Polcevera: le miniere del monte Ramazzo nel XVIII secolo*, in "Studi e Ricerche", Cultura del Territorio, n. 10-11, 1994/95, pp. 97-128, Comune di Campomorone.

procedimento, venne adottato da Giuseppe Piantelli, *maire* di Mallare, proprietario insieme al fratello Luigi, di ferriere in val Bormida. Nonostante i notevoli sforzi innovativi, compiuti nel periodo napoleonico, la siderurgia genovese sopravviveva marginalmente nel panorama industriale europeo, per oscurarsi definitivamente nella seconda metà dell'Ottocento. Infatti, in conseguenza della politica di Cavour, subì un progressivo declino causato dalla concorrenza del minerale inglese, a seguito di una convenzione di stile liberista con l'Inghilterra nel 1841 - contrariamente alla politica protezionistica della Restaurazione - con cui venivano diminuiti i tassi di importazione gravanti sui materiali ferrosi. Tale scelta fece crollare la produzione che passò nel giro di pochi anni, da 30.000 quintali nel 1836 ai 9.000 nel 1856. Nulla valse la strada del rinnovamento, attuata nel 1840 dall'ingegnere Candido Baldracco, che concentrò le sue ricerche ideando un forno a riverbero. L'importante innovazione venne attuata al Sassello, nelle ferriere Prato e Tripalda dei Pallavicini. Per ovviare agli eccessivi costi del carbone di legna, nel 1809 un imprenditore, il Baury ebbe in concessione lo sfruttamento della miniera di lignite di Caniparola (Sarzana), nel tentativo di utilizzare il carbone fossile (lignite) e introdurre una radicale trasformazione. Ma la lignite, avendo un basso potere calorico, non attuava completamente il processo di riduzione e se non sottoposta a depurazione, formava solfuri di ferro, che compromettevano la qualità del ferro prodotto <sup>23</sup>. L'ingegnere

<sup>23</sup> Sulle miniere di lignite di Caniparola e di altre in attività nella Piana di Luni, si veda G. PASSARINO, *Le miniere di lignite della piana*

Candido Baldracco presentò le sue esperienze al primo Congresso degli Scienziati, tenutosi a Pisa nel 1839, esponendole con maggiori particolari al secondo Congresso, a Torino nel 1840, senza ottenere alcuna considerazione. Si prodigò comunque nel tentativo di evitare la liquidazione delle ferriere liguri - che nel frattempo erano dette anche catalane - tracciando un dettagliato piano di possibili miglioramenti, in particolare la modifica delle cariche del forno, portando la percentuale di minerale al 50% (in precedenza era dell'85%) e il rimanente 50% da ghisa, ferraccio e scorie, e soprattutto il recupero delle fiamme, per concentrare il calore, riducendo il costo del consumo di carbone di legna che incideva del 50% sul totale, ideando sopra il focolare, una cappa comunicante con un vero e proprio forno a riverbero. Il minerale veniva parzialmente ridotto, abbreviando i tempi di riduzione recuperando il calore. Con questa innovazione, si riusciva a produrre 1 kg di ferro con 2,5 kg di carbone di legna mentre in precedenza, con il tradizionale metodo, occorrevano 4 kg di carbone. Tuttavia, i miglioramenti apportati non ebbero seguito, in quanto risulta che, nonostante le sue esperienze furono eseguite nelle ferriere del Sassello, il sovrintendente dei Pallavicini ordinava di lavorare col vecchio metodo. Infine, ci chiediamo perché un ingegnere delle miniere si impegnò ad introdurre delle modifiche ad un arcaico processo

*di Luni. Duecento anni di vicende umane e minerarie in Val di Magra* (cura e introduzione di Giovanni Ghiglione) Luna Editore, La Spezia 2005. Dello stesso autore si segnala, *La miniera di manganese Cerchiara, Borghetto Vara-Pignone*, Luna Editore, La Spezia 2001.

produttivo, orientandosi ad economizzare il carbone di legna e non pensando alla sua sostituzione con il carbone fossile o addirittura, non affrontando il problema del totale rinnovamento delle strutture siderurgiche liguri con l'adozione dell'altoforno? Molto probabilmente, la ragione risiede nella disponibilità in loco del legname, mentre il *coke* si doveva acquistare dall'Inghilterra o dalla Francia.

#### 16. IN EUROPA SI PERFEZIONAVA L'ALTO FORNO

Fu determinante l'influenza dell'industria siderurgica francese e soprattutto inglese che, con l'uso del *coke* e della tecnica del puddellaggio, soppiantò i tradizionali metodi di produzione. In Francia dal 1815, si ebbe un notevole sviluppo delle fonderie dette "all'inglese", operanti con il metodo della puddellazione. Pertanto, pur non venendo meno la risorsa boschiva, sulle ferriere dell'Appennino ligure gravavano molti fattori negativi, che si riflettevano sulla loro sopravvivenza. All'approvvigionamento obbligatorio del *coke* dall'estero, alle facilitazioni doganali accordate all'Inghilterra, per introdurre in Italia il ferro inglese, all'evidente distanza dalla costa - che faceva gravare il ferro di eccessive spese di trasporto, non potendo sostenere la concorrenza con le ferriere del litorale Savonese - si aggiungeva la mentalità dei ferrieri ostile all'innovazione. Tuttavia, non possiamo attribuire tutta la colpa del declino ai maestri ferrieri, ligi ai loro antichissimi metodi e refrattari alle innovazioni ormai generali e nemici del proprio interesse. Piuttosto, mancò al nuovo

Stato italiano, una seria politica industriale nel settore siderurgico, proprio in un momento in cui avveniva la progressiva messa in opera delle ferrovie. Private di un concreto sostegno economico per la conversione degli impianti, le ferriere liguri vennero marginalizzate non solo geograficamente. Le scelte politiche guardavano altrove, ad allacciare rapporti economici soprattutto con la vicina Francia, che era già in un'avanzata fase di industrializzazione con impianti più innovativi. Il mondo incominciava ad allargarsi e si andava alla ricerca di opportunità migliori, facendo pagare il prezzo delle trasformazioni sociali indotte (per i benefici di pochi) ai diretti interessati: ferrieri, tagliatori, carbonai, mulattieri, donne, bambini, una moltitudine operosa ma povera e che non aveva voce - e continua a non averla - e alla quale vennero fatte ricadere le mancate innovazioni nel settore.

#### 17. I PRIMI SEGNI DELL'INDUSTRIALIZZAZIONE SIDERURGICA LIGURE

Il rinnovamento delle ferriere genovesi in età napoleonica, in sostanza, non ebbe modo di attuarsi perché l'incessante macchina bellica napoleonica, non lasciava lo spazio necessario alla sperimentazione dei bassi fuochi liguri-catalani. La stessa lignite di Cadibona conteneva notevoli quantità di zolfo, che comprometteva le proprietà meccaniche dei prodotti ferrosi, impedendo il decollo delle nuove tecniche siderurgiche. Si era quindi, di fronte ad una strozzatura, nel passaggio dalla ghisa al

ferro dolce. Dopo la parentesi napoleonica, nel 1816 la Liguria entrò a far parte del Regno di Sardegna. All'epoca le zone del litorale intorno a Genova, erano caratterizzate da aziende artigianali - fabbri ferrai, calderai, magnani, falegnami - che producevano per il mercato locale e non v'erano segni di industrializzazione. Nel 1832, entrò in attività a Cogoleto (Sv) il primo altoforno ligure di cui si ha notizia, per opera di Antonio Pertica che ricevette dall'Intendente Generale di Artiglieria, cavalier Colla, una commessa di bombe per completare la dotazione dei forti di Genova<sup>24</sup>. L'altoforno fondeva il minerale dell'Elba con carbone di legna e utilizzava marna calcarea come fondente e le soffierie erano azionate dalla ruota idraulica.

Da quell'anno, si avviarono i primi segni di industrializzazione ad opera dell'industriale Giuseppe Ballaydier, che spostò i suoi impianti siderurgici da Annecy (Savoia) a San Pier d'Arena. Il Ballaydier aveva intenzione di costruire un moderno impianto siderurgico, dotato di un altoforno a coke per la riduzione in ghisa del minerale

<sup>24</sup> Archivio di Stato di Genova (A. S. G.) *Prefettura Sarda*, serie I, pacco n. 404; Archivio di Stato di Torino (A. S. T.) Commercio, Cat. 4, *Ferriere ed arti affini*, mazzo 10. G. CASALIS, nel *Dizionario geografico storico statistico commerciale degli Stati di S. M. di Sardegna*, vol. V, pp. 316-318, Torino 1839, rilevava nella località di Cogoleto, tre cartiere, una fonderia del ferro, quattro molini e diverse cave di calce, mentre nel sito di Sciarborasca si ricavava della marna calcarea, che serviva come fondente nel forno fusorio di Cogoleto. In particolare, su quanto esposto in questo paragrafo si veda G. PEDROCCO, *Aspetti tecnologici dell'industrializzazione siderurgica del litorale ligure (1800-1861)*, in *Le Machine*, cit., n. 6/7, 1970, pp. 108-119; sull'illuminazione pubblica a gas a Genova si rinvia ancora a G. PEDROCCO, *Gli inizi dell'industria del gas illuminante a Genova*, in *Le Machine*, cit., n. 4-5, 1969-1970, pp. 30-47.

elbano e di un forno a riverbero, per l'affinazione della ghisa. Ma il suo progetto trovò l'opposizione dei ferrieri liguri dell'entroterra e difficoltà nell'accesso ad un prestito stabile.

Pertanto, Ballaydier dovette ridimensionare i suoi piani, installando due forni alla Wilkinson, con un sistema di soffierie a mantice che nel 1837, venne sostituito da un ventilatore azionato dalla macchina a vapore, costruita dalla stessa officina, che era suddivisa in due sezioni: la fonderia e lo stabilimento meccanico. La fonderia produceva quattro generi fondamentali: ornato per ringhiere, cancelli, balconi e balaustre; stufe e caloriferi; parti e trasmissioni di macchine e di attrezzi marittimi; fusioni di grandi masse.

La stessa officina fuse, in via sperimentale, una piccola storta di ghisa per la distillazione del carbone fossile, che faceva parte del primo apparato illuminante a gas installato a Genova.

Lo stabilimento meccanico costruiva torchi per vino e per olio e impianti per l'industria cartaria ed alimentare; una produzione destinata in parte al mercato estero, esportando in Spagna e nelle Americhe.

Tuttavia, l'officina di Ballaydier e poche altre fonderie di seconda fusione, non riuscivano a soddisfare la crescente richiesta di materiali ferrosi, per i lavori della ferrovia Torino-Genova (1846), la messa in opera dell'illuminazione a gas, acquedotti, commesse dell'esercito, ponti e navi con scafi in ferro.

La "forza delle cose" fece sì che non c'era più tempo per innovare; era troppo tardi e l'industria siderurgica locale non era in grado di mettere in atto in breve tempo,

quel vasto programma di rinnovamento che la classe dirigente sabauda pensava di attuare.

La scelta fu decisamente liberistica con le misure prese da Carlo Alberto nel 1843-1844, nel diminuire i dazi doganali di importazione dei materiali ferrosi e di favorire i nuovi mezzi di comunicazione (ferrovie e piroscafi) poiché la precedente politica protezionistica non aveva dato alcun risultato, non avendo stimolato la siderurgia locale.

Le fucine catalano-liguri non potevano più sostenere la concorrenza di quelle in cui il ferro si otteneva in forni a riverbero. In Liguria, sorsero iniziative industriali nel decennio 1840-1850, per una congiuntura favorevole, creata da scelte politiche e in considerazione della posizione geografica, che permetteva l'approvvigionamento di materie prime e semilavorati a minor costo. Si formò così, il primo nucleo del nuovo insediamento metalmeccanico in prossimità di Genova, nella zona di San Pier d'Arena, borgo di pescatori e di zavorrai del tutto inesperti di metallurgia.

Quindi, il Ballaydier aveva richiamato numerosa manodopera esperta, in particolare donne addette all'arte della formatura dei calchi, in cui veniva colata la ghisa.

Gli industriali inglesi, favoriti dalle scelte politiche del nuovo Stato italiano, evitarono di installare i costosi altiforni a *coke* per la riduzione del minerale in ferro, limitandosi a importare ghisa e a lavorarla secondo la domanda di mercato, nelle fonderie di seconda fusione dotate di forni alla Wilkinson. Il forno alla Wilkinson, già ampiamente diffuso e collaudato in Europa, diventò l'elemento caratterizzante del

processo di industrializzazione siderurgica del litorale ligure. Nel 1846, l'ingegnere inglese Philip Taylor e il commerciante Eriprando Prandi dettero l'avvio a San Pier d'Arena, alla prima officina per la riparazione di materiale ferroviario; nello stesso anno a Sestri Ponente, l'ingegnere Francesco Westerman costruì il cantiere navale, con un reparto di fonderia dotato di forni alla Wilkinson. Il censimento delle Arti e dei Mestieri registrò nel 1846, l'inizio di un processo di industrializzazione del litorale: da 35 addetti alle attività metallurgiche attestati nel 1816, si passò a 245, al momento del nuovo rilevamento. L'ingegnere Taylor pensò di realizzare una grande fabbrica che avesse come principale committente le ferrovie, la marina militare e mercantile e l'industria privata, assumendo operai e tecnici - modellisti, tornitori, aggiustatori, calderai, falegnami - capaci di eseguire i lavori, trovando nelle ordinazioni dell'industria privata i fondi necessari, per dare continuità produttiva allo stabilimento. Nel 1851, la Taylor e Prandi diventò Ansaldo, una società costituita da Giovanni Ansaldo e dai finanziari Rubattino, Bombrini e Penco, che si orientò verso le ferrovie, con ambizioni cantieristiche e destinata ad un grande avvenire <sup>25</sup>. Il primo

---

<sup>25</sup> Sull'Ansaldo abbiamo una vastissima e varia documentazione e numerose pubblicazioni a cura della Fondazione Ansaldo, che non possiamo qui elencare. Si segnalano M. DORIA, *Ansaldo. L'impresa e lo Stato*, Franco Angeli, Milano 1990; sulla vocazione per l'esportazione dell'Ansaldo, si rinvia a una prima indagine condotta da F. FASCE., *L'Ansaldo in America (1915-1921)*, in *Studi & Notizie*, n. 11, CSST CNR, Genova 1983, pp. 1-27. Sulle corazzate prodotte dall'Ansaldo in Giappone si veda F. POSITANO DE VINCENTIIS, *Due corazzate Ansaldo alla guerra*, in "La Casana", periodico della Banca Carige, n. 2, 1987, Genova, pp. 32-35. Sul

altoforno ligure entrato in attività nel 1832, si differenziò in quanto trasformava la ghisa in ferro dolce utilizzando un forno a riverbero e non semplicemente rifusa, per farne dei getti come avveniva nei forni alla Wilkinson. Pertanto, la ferriera di Cogoleto come rileva Pedrocchio: *era dotata di due forni di puddellaggio, di un maglio e di un treno di laminazione mosso da una macchina a vapore, che utilizzava l'energia termica dalle fiamme perdute dei vari forni e che era suddiviso in sbozzatrice, finitrice e tagliatrice; completavano l'attrezzatura dell'officina due forni a riverbero per la rifusione della ghisa ed un forno alla Wilkinson per la fabbricazione dei getti occorrenti alla manutenzione dell'officina.* Nel 1849 i forni alla Wikinson operanti in Liguria, erano otto e trasformavano 2231,8 tonnellate di ghisa in 2100,6 tonnellate di getti in ghisa, consumando 459,5 tonnellate di coke e 419,3 tonnellate di litantrace e lignite, mentre le ferriere tradizionali catalano-liguri lavoravano al 50-60% della loro normale capacità e producevano circa 1549 tonnellate di ferro; era evidente che iniziavano a prevalere i nuovi insediamenti litoranei, su quelli tradizionali dell'interno. Pertanto, la rigorosa politica liberistica operò una severa selezione delle ferriere

---

lavoro in val Polcevera si rimanda a *La cultura della fabbrica Capacità ingegneristica e valentia operaria nell'etica del lavoro 1880-1980*. Valpolcevera e dintorni, Fondazione Ansaldo, Le Mani, Microarts, Recco 2006. Sull'emigrazione ligure, oltre alle ampie ricerche condotte dall'Archivio di Storia Popolare afferente al DISAM dell'Università di Genova e dal MuMa (Museo del Mare) si veda F. SURDICH, *La Liguria e Genova, territorio di emigrazione e porto degli emigranti: un ventennio di ricerche*, in "Genova una 'porta' del Mediterraneo", CNR ISEM, a cura di L. Gallinari, vol. II, 2005, pp. 951-1008.

dislocate sull'Appennino e tecnologicamente arretrate, decretandone la fine. Venne elusa ulteriormente un'altra occasione, considerato che in quegli anni veniva messo a punto il metodo Bessemer; alcuni tecnici italiani lo videro all'Esposizione internazionale di Londra del 1862 e sostennero che avrebbe potuto permettere di installare una moderna ed efficiente industria siderurgica in Italia.

## 18. CONCLUSIONI

L'ampia indagine di ricostruzione storica condotta dal CSST CNR di Genova sulle antiche ferriere genovesi operanti sull'Appennino ligure - in queste pagine brevemente esposta - e supportata da numerose fonti, ha rilevato un'intensa attività siderurgica con il procedimento di riduzione diretta (basso fuoco) del minerale elbano. Questo metodo di produzione del ferro, con particolari specifiche tecniche, si consolidò nell'Appennino a partire dal XIV secolo e si diffuse in varie zone dell'area mediterranea, a seguito dell'espansione "coloniale" genovese e della circolazione di pratici specializzati - presi in considerazione da società commerciali o figure proprietarie "forti", che appartenevano alla nobiltà o al notabilato sociale - e che portò ad installare impianti simili che verranno detti "alla genovese", o modificare quelli locali. Tuttavia, a questo metodo di produzione coesisteva, proprio nella vicina Toscana, il metodo indiretto dell'alto forno - produzione del ferro passando dalla ghisa - detto "alla bresciana" e che è stato considerato, tecnica più avanzata. I due metodi sopravvissero per

lungo tempo in un complesso equilibrio di mercato, perché fornivano prodotti diversamente specializzati. Tuttavia, queste due tecniche siderurgiche sono state confrontate in modo dicotomico ed è prevalsa l'idea del basso fuoco come tecnica arretrata. Ma un recentissimo lavoro, che abbiamo segnalato, ha fatto luce sui ferrieri genovesi che ben conoscevano il minerale elbano, che trattavano empiricamente conseguendo ottimi risultati e, pur non ignorando l'altra tecnica, operavano con il basso fuoco perché meglio rispondeva alle caratteristiche della vena impiegata. In sostanza operavano con particolare attenzione valendosi dell'esperienza consolidata e nel saper leggere particolari "segnali" per non raggiungere alte temperature, che avrebbero portato alla produzione della ghisa, come invece avveniva negli alti forni, che utilizzavano minerali più agri. Lo stesso autore, nella rivalutazione storica del basso fuoco "alla genovese", rileva come questo termine scomparve a favore di quello "alla catalana", che peraltro si basa su fonti poco certe. Pertanto, decade l'attribuzione di tecnica arretrata al basso fuoco, poiché non si sono tenute le distanze dal passato, necessarie e reverenziali per rispettarlo e per evitare l'anacronismo. Si è letto un fatto passato in funzione dei bisogni presenti, collocato nella prospettiva della tecnologia e nell'inevitabile idea lineare del progresso tecnico, che porta a considerare migliore quello che è venuto dopo; l'altoforno, necessario alla produzione industriale, soppiantò il basso fuoco; una conclusione dominata dagli interessi attuali. Pertanto si è attribuito al metodo indiretto, un vantaggio che all'epoca preindustriale non

possedeva affatto; ai ferrieri genovesi, giudicati arretrati e ostili ai cambiamenti, non interessava una produzione industriale. La storia, come vediamo, è una ricostruzione incessantemente rimessa in causa. Il metodo del basso fuoco alimentato dal carbone di legna, sopravvisse fino all'Ottocento, quando ormai importanti innovazioni nel settore siderurgico decollavano in Europa, portando a una generale rivoluzione delle tecniche. L'uso di una diversa risorsa, quella del carbone fossile e il fatto che un Paese ne avesse larga disponibilità e soprattutto acquisito le capacità tecniche per trattarlo - processo di cokerizzazione - fu determinante a creare variabili incontrollabili. Tuttavia, in un complicato contesto socio, economico, politico e di contraddizioni - preludio al nascente Stato italiano - ai decisori non interessava lo sviluppo di un'industria nazionale; si scelse di acquistare il ferro dall'Inghilterra, proprio in quegli anni di forte richiesta di prodotti ferrosi, per la messa in opera delle strade ferrate e dei primi piroscafi a vapore con scafi in ferro: un'occasione unica, che avrebbe sicuramente giovato il nascente Stato italiano.



## BIBLIOGRAFIA

- Aa. Vv. (2006), *La cultura della fabbrica. Capacità ingegneristica e valentia operaria nell'etica del lavoro 1880-1980*. Valpolcevera e dintorni, Fondazione Ansaldo, Le Mani, Microarts, Recco.
- AGRICOLA G. (1556), *De re Metallica*, Froben, Basilea (ed. anast. Culture et civilisation, Bruxelles, 1967); *L'arte dei metalli tradotta in lingua toscana da Michelangelo Florio, Fiorentino*, Froben, Basilea, 1563, (ed. anast., Forni, Torino, 1969).
- ARCHIVIO DI STATO DI GENOVA (A. S. G.) *San Giorgio Cancelleria*, "Scritture Varie", 1660 - 67.
- ARCHIVIO DI STATO DI GENOVA (A. S. G.) *Prefettura Sarda*, serie I, pacco n. 404.
- ARCHIVIO DI STATO DI TORINO (A. S. T.) *Commercio*, Cat. 4, *Ferriere ed arti affini*, mazzo 10.
- ALMUNIA y de LEON J. (1951), *Notas para una historia de la siderurgia espanola*, in "Revista del Instituto del Hierro y del Acero", Madrid.
- BARALDI E. (1984), *Siderurgia in età moderna. Ricerche minerarie, pratiche di fusione, produzione e consumo di carbone (sec. XVI-XVII)*, in *Quaderni*, n. 18, CSST CNR, Genova.
- BARALDI E. (1984), *Cultura tecnica e tradizione familiare. La "notificazione sopra i negozi de' ferramenti e delle ferriere" di Domenico Gaetano Pizzorno, padrone di ferriere a Rossiglione nel XVIII secolo*, in *Quaderni* n. 10, CSST CNR, Genova.
- BARALDI E. (1986), *Linguaggio tecnico e tecnica di produzione nel basso fuoco alla genovese (secc. XV-XVII)*, in *Studi & Notizie*, n. 14, CSST CNR, Genova, pp. 17-31.
- BARALDI E. (2001), *Ordigni e parole dei maestri da forno bresciani e bergamaschi: lessico della siderurgia indiretta in Italia fra XII e XVII secolo*, in "La Siderurgia Alpine en Italie (XII-XVII Siecle)" pp. 163-213, Ecole Francaise de Rome.
- BARALDI E. (2005), *La ferriera "alla genovese" tra XIV e XVII secolo*, in "Pratiche e Linguaggi" Contributi a una storia della cultura tecnica e scientifica, ISEM CNR, Edizioni ETS, Pisa, pp. 159-183
- BARTOLOMEI M. T. (1997), *La ferriera De Ferrari di Voltaggio (Sec. XVIII)*, in *Quaderni*, n.1, CSST CNR, Genova, pp. 39-53.
- BIRINGUCCIO V. (1540), *De la Pirotechnia*, Curzio Navò, Venezia (ed. anast. Il Polifilo, Milano 1977, a cura di A. Carugo).
- BONI B. (1958), *Sull'origine italiana delle trombe idroeoliche*, in "La Metallurgia italiana", vol. XIII, pp. 167-174.
- BULFERETTI L., COSTANTINI C. (1966), *Industria e commercio in Liguria nell'età del Risorgimento (1700-1861)*, Banca Commerciale italiana, Milano.
- CALEGARI M. (1981), *Origini insediamento, inerzia tecnologica sulla siderurgia ligure d'antico regime*, in *Quaderni Storici*, n. 46, a. XVI, fasc. I, pp. 288-304.

- CALEGARI M. (1986), *Strategie commerciali e tecnica di produzione: La Maona genovese del ferro e la siderurgia ligure di antico regime*, in *Studi & Notizie*, n. 14, CSST CNR, Genova.
- CALEGARI M. (1989), *Forni "alla bresciana" nell'Italia del XVI secolo*, in *Quaderni Storici*, n. 70, a. XXIV, n. 1, pp. 77-99.
- CALEGARI M. (1977), *La lavorazione del minerale di ferro nell'area Mediterranea: tecnica e società (sec. XIII - XIX)*, in *Studi & Notizie*, n. 1, CSST CNR, Genova.
- CALEGARI M. (1997), *Il basso fuoco alla genovese: insediamento, tecnica, fortuna (sec XIII-XVIII)*, in *Quaderni*, CNR, cit., n. 1, pp. 1-38, Genova.
- CANTELAUBE J. (2005), *La forge à la catalane dans les Pyrénées ariégeoises, une industrie à la montagne (XVII-XIX siècle)*, CNRS/Université de Toulouse-Le Mirail, Série "Histoire et Techniques", 1, p. 76.
- CASALIS G. (1839), *Dizionario geografico storico statistico commerciale degli Stati di S. M. di Sardegna*, vol. V, pp. 316-318, Torino.
- CHABROL de Volvic G. (a cura di Giovanni Assereto 1994), *Statistica delle province di Savona, di Oneglia, di Acqui e di parte della provincia di Mondovì che formano il Dipartimento di Montenotte* Vol. 2, Comune di Savona, Savona.
- DORIA M. (1990), *Ansaldo. L'impresa e lo Stato*, Franco Angeli, Milano.
- FAINA G. (1966), *Note sui bassi fuochi liguri nel XVII e XVIII secolo*, in *Miscellanea di Storia Ligure*, IV, Genova.
- FASCE F. (1983), *L'Ansaldo in America (1915-1921)*, in *Studi & Notizie*, n. 11, CSST CNR, Genova, pp. 1-27.
- GALLARDO A., RUBIO S. (1993), *La farga catalana, Descripció i funcionament Història Distribució geogràfica*, Rafael Dalmau Editor, 2° edició, Capellades (Barcellona).
- GHIGLIONE G. (2002), *La siderurgia di antico regime nel genovesato: alcune riflessioni sul basso fuoco alla genovese detto anche catalano*, comunicazione orale alle "Jornades sobre la Farga a la Catalunya Central", 19/10/2002, Vic (Barcellona).
- GIANNICCHEDDA E., PONTE A. (1998), *Ferriere in valle Stura (GE): ricognizione delle strutture materiali*, in *Archeologia Postmedievale*, n. 2, pp. 147-166.
- LISCATO G. (2003, a cura di), *La magia del ferro battuto italiano. Cento fabbri mille idee*, Alinea Editrice, Firenze.
- MACCAGNI C. (1967), *Notizie sugli artigiani della famiglia Della Volpaia*, in "Rassegna periodica di informazioni del Comune di Pisa", anno III.
- MACCAGNI C. (1979), *Per una edizione dei testi volgari*, in *Notiziario Vinciano*, n. 3, pp. 5-25, Centro Ricerche Leonardiane, Brescia.
- MACCAGNI C. (1989), *Il disegno di macchine come fonte per la storia delle tecniche nel Rinascimento*, in *Quaderni Storici*, n. 70, a. XXIV, fasc. 1, pp. 13-24.
- MORELLO N. (1981), *La "repubblica dei metallieri"*, in *Quaderni* n. 7, CSST CNR, Genova.

- J. U. NEF (1964), *Estrazione e utilizzazione del carbone*, in *Storia della Tecnologia*, a cura di C. SINGER et al., vol. 3, Boringhieri, Torino, pp. 77-93.
- PASSALACQUA F., PITTALUGA D. (1994-95), *Attività estrattive in val Polcevera: le miniere del monte Ramasso nel XVIII secolo*, in "Studi e Ricerche", Cultura del Territorio, n. 10-11, pp. 97-128, Comune di Campomorone.
- PASSARINO G. (2001), *La miniera di manganese Cerchiara, Borghetto Varapignone*, Luna Editore, La Spezia.
- PASSARINO G. (2005), *Le miniere di lignite della piana di Luni. Duecento anni di vicende umane e minerarie in Val di Magra* (cura e introduzione di Giovanni Ghiglione) Luna Editore, La Spezia.
- PEDROCCO G. (1967-1968), *Le ferriere catalano-liguri nella prima metà del XIX secolo: struttura, vicende e innovazioni tecniche*, in *Le Machine*, Bollettino dell'Istituto Italiano della Storia della Tecnica, n. 1, vol. I, Genova, pp. 27-38.
- PEDROCCO G. (1969-1970), *Gli inizi dell'industria del gas illuminante a Genova*, in *Le Machine*, cit., n. 4-5, pp. 30-47.
- PEDROCCO G. (1970), *Aspetti tecnologici dell'industrializzazione siderurgica del litorale ligure (1800-1861)*, in *Le Machine*, n. 6/7, pp. 108-119.
- PIERRI S., *La fucina del fabbro ferraio*, Tesi di Laurea (relatore prof. Carlo Maccagni) Università degli Studi di Genova, Facoltà di Lettere e Filosofia, a. a. 1981/1982.
- PIPINO G. (1986), *La Vallerite-tiariocronio di Monte Ramazzo (Ge)* in "Rivista Mineralogica Italiana", 1, pp. 30-35.
- PIPINO G. (2005), *Liguria Mineraria Miscellanea di giacimentologia, mineralogia e storia estrattiva*, Museo Storico dell'Oro italiano, Tipografia Pesce, Ovada.
- PIPINO G. (giugno 2015), *Ferro e ferriere nell'entroterra di Genova*, Museo Storico dell'Oro italiano, in "Academ.edu".
- POGGI G., METAILIE J. P. (1998) *Carbonai dell'Antola. Guida all'utilizzo della documentazione videografica*, Centre audio-visuel de l'Université de Toulouse-Le Mirail, coproduzione Ente Parco Antola, Busalla (Ge).
- PORTO A. (1993), *La stagione delle carbonaie: una esperienza di ricerca sul campo*, in "Il Coltello di Delfo" Rivista di Cultura Materiale & Archeologia Industriale, n. 28, anno VII, pp. 44-47, Brescia.
- POSITANO DE VINCENTIIS F. (1987), *Due corazzate Ansaldo alla guerra*, in "La Casana", periodico della Banca Carige, n. 2, Genova, pp. 32-35.
- RITSON J. A. S. (1964), *Miniere metallifere e carbonifere dal 1750 al 1850*, in *Storia della Tecnologia*, a cura di C. SINGER et al., Boringhieri, Torino, vol. 4, pp. 64-99.
- ROSSI P. (1994), *Le ferriere di Sassello*, Associazione "Amici del Sassello", Tipolitografia MANNI&C., Genova.
- SURDICH F. (2005), *La Liguria e Genova, territorio di emigrazione e porto degli emigranti: un ventennio di ricerche*, in "Genova una 'porta' del Mediterraneo", CNR ISEM, a cura di L. Gallinari, vol. II, pp. 951-1008.