

*Il viaggio di istruzione del professor Bonacossa nell'Isère,  
nella Loire e nella Saône-Loire (settembre 1883)*

*Introduzione*

Dalla riforma risorgimentale dell'istruzione, avvenuta in virtù del regio decreto n.3725 del 13/11/1859, ben più nota sotto il nome di "legge Casati", agli studenti delle scuole politecniche del Nord Italia, specialmente quelli di Milano e Torino, fu istituzionalmente concessa la possibilità di svolgere viaggi di istruzione, in special modo all'estero, al fine di complementare la loro preparazione teorica con esperienze dirette delle attività oggetto di studio. Per garantire la copertura economica dei viaggi erano istituiti dei fondi finanziati dagli stessi studenti, come spiega Michela Minesso: "...nel caso di Milano e Torino la formazione pratica degli ingegneri trovava un importante complemento nei viaggi di istruzione, pagati dagli stessi studenti con tasse speciali. Venivano programmati tour di istruzione per ciascun anno di corso, ma i più interessanti erano riservati ai laureandi. I percorsi, che toccavano i maggiori centri d'Europa, erano comuni nelle diverse scuole, e le mete erano per lo più città artistiche, moderne aziende agricole, arditi trafori, gallerie e linee ferroviarie, grandi porti, rinomate industrie."<sup>1</sup>

Contatti di questo tipo si protrassero per tutto il periodo sino alla Prima Guerra Mondiale. Esempio di questi viaggi è quello compiuto dal professor Bona-

cosa e dai suoi studenti nel giugno del 1883. Lo stesso Bonacossa ne dà più che ampia relazione nell'edizione del 1883/84 dell'Annuario del Regio Museo Industriale.<sup>2</sup>

Sebbene risalenti a un periodo anteriore, esistono presso diverse scuole tecniche francesi (École Polytechnique, École des Mines, École des Ponts et Chaussées, Conservatoire des Arts et des Métiers, École Centrale des Arts et des Manufactures) dei *cahiers de voyage* di allievi ingegneri, relazioni fatte in occorrenza di viaggi di istruzione che sovente prevedevano come meta il Piemonte. In questi quaderni si trovano molte annotazioni, specialmente sulle caratteristiche delle miniere<sup>3</sup>, ma anche sui macchinari utilizzati presso quelle industrie.

I viaggi d'istruzione acquisirono negli anni valenza didattica istituzionale anche per il polo tecnico torinese: lo stesso articolo 88 del Regolamento del Regio Politecnico recita: "Ove nulla osti, ha luogo un viaggio d'istruzione per gli allievi dell'ultimo corso sotto la guida di insegnanti ed assistenti. Il Consiglio d'amministrazione, sulla proposta del Direttore, delibera intorno al concorso del Politecnico ed alle altre relative condizioni".

La tradizione proseguì a lungo: è del 1935 la pubblicazione di un libretto da

parte del Politecnico di Torino, *I viaggi d'istruzione*, che spiega dettagliatamente gli itinerari dei viaggi compiuti nell'anno accademico appena concluso.

### *Il professor Bonacossa*

Alessandro Bonacossa dal 1880/81 fu docente al Regio Museo Industriale. La sua cattedra era quella di Arte Mineraria e Metallurgia, e la detenne per oltre trentacinque anni, prima come “professore esterno”, poi come “professore straordinario” e infine come “ordinario”.

La relazione sul “viaggio per le esercitazioni pratiche di Metallurgia e di Arte Mineraria” costituisce un prezioso documento sullo stato dell'arte della materia in quel periodo, poiché insieme alle descrizioni si ha una valutazione comparata del valore delle singole installazioni con la condizione italiana, affrontata nelle lezioni in aula.

Nelle oltre duecentocinquanta pagine dello scritto si trovano le minuziosissime descrizioni di “parecchie miniere e officine metallurgiche nelle regioni dell'Isère, della Loire e della Saône-Loire”<sup>4</sup>, al fine di “coordinare le osservazioni tecniche che s'ebbe occasione di fare nelle varie località, cogli insegnamenti dati in scuola lungo l'anno, e di mettere in rilievo ciò che più deve interessare nello scopo di studio che s'ebbe di mira”.<sup>5</sup>

A evidenziare la stima nella quale tali comitive erano tenute, Bonacossa ricorda come in molte occasioni il suo gruppo sia stato accolto ed accompagnato

nella visita dagli stessi direttori delle miniere o delle fabbriche oggetti della visita.

I rilievi del relatore spaziano dalle osservazioni di tipo quasi paesaggistico, per andare a quelle relative alle caratteristiche degli opifici, delle macchine, del personale al lavoro sino ai paragoni con la situazione italiana, sino a notazioni di carattere geologico sulle regioni attraversate. Bonacossa non tralascia di accennare a particolari complementari, che tuttavia danno un'impronta interdisciplinare alla relazione: esempio ne sia la sommaria, ma indicativa per un addetto ai lavori, descrizione della ferrovia che collega le miniere di ferro di Allevard con il paese di Cheylas la Buissière: “...è congiunta con questa miniera con una ferrovia di circa 6 chilometri di lunghezza e parecchi grandiosi piani inclinati automotori, recentemente eseguiti dalla Società del Creusot proprietaria della miniera stessa.”<sup>6</sup>

Nei termini consentiti dalla natura dello scritto, Bonacossa si dimostra un entusiasta, a tal punto che quando trova un'officina per la produzione di lamie e ferri profilati che utilizza ancora forni ordinari per puddellaggio in luogo dei nuovi forni che operano con il materiale fuso, non esita a esprimersi in questi termini: “È rimarchevole questa officina per la costanza avuta nella fabbricazione dei ferri esclusivamente ordinari senza avere introdotto ancora la moderna fabbricazione di prodotti fusi, tanto applicata ora in tutte le officine francesi della valle del Rodano.”<sup>7</sup>

La cronaca del viaggio costituisce la prima sezione dello scritto; la parte seguente è dedicata all'analisi comparata dei diversi metodi di estrazione e produzione incontrati. Seguono descrizioni più dettagliate di sei stabilimenti: l'officina siderurgica di Terrenoire, lo stabilimento siderurgico di Saint-Chamond, la miniera di ferro spaltico di Allevard, la miniera di litantrace della Beraudière e di Montrambert, l'officina siderurgica di Allevard e l'officina di piombo e disargentazione Dulong di Vienne<sup>8</sup>.

Diverse volte la descrizione di questo o quell'impianto termina con considerazioni del tipo: "È questa fabbricazione molto interessante, per noi specialmente, perché trovasi in condizioni tali da non riuscire impossibile industrialmente di venire introdotta anche nel nostro paese e richiamò pertanto da parte nostra particolare attenzione."<sup>9</sup>

Il viaggio, in definitiva, serve sì a mostrare agli allievi ingegneri la pratica delle attività studiate durante il corso, ma anche a trarre spunti per l'impianto di tali attività anche dall'altra parte delle Alpi: Bonacossa non fa mistero del fatto che le industrie mineraria e siderurgica francese siano ad un livello superiore delle corrispettive italiane (in particolare di quella piemontese, che costituisce il suo punto di riferimento iniziale), e la sua speranza è di poter compiere un adeguato trasferimento di conoscenze, per consentire un aggiornamento delle attività italiane alle nuove tecniche recentemente scoperte e già introdotte nelle imprese francesi.

*Il "viaggio per le esercitazioni pratiche di Metallurgia e di Arte Mineraria"*

Il programma del viaggio prevede la partenza da Torino nella serata del 14 giugno 1883. Nella mattinata successiva il treno giunse, attraverso "la linea di Susa-Modane",<sup>10</sup> alla stazione di Cheylas la Buisnière, dove il signor Cluzel, direttore delle miniere di Allevard, attendeva la comitiva. Con un treno messo a disposizione dalla direzione della miniera, il gruppo si recò al sito di Saint-Pierre d'Allevard, sede degli impianti principali, dove si fermarono per ben tre giorni. Tale era l'importanza di questo impianto che nella terza parte, dedicata alla descrizione dei più importanti stabilimenti visitati, si dà ampio spazio sia alla miniera di ferro spaltico di Allevard, sia all'officina siderurgica.

Riguardo alla ferriera, le prime notazioni riguardano la ferrovia di circa tre chilometri che collegava l'officina con la miniera e quella a piano inclinato già utilizzata dalla comitiva. In particolare, notevole è il dislivello di 300 metri colmato da quest'ultima. Tali linee servivano per il trasporto del coke e del litantrace provenienti dalle miniere del Gard e della Loire; questi materiali erano indispensabili per i processi metallurgici svolti nella ferriera.

Seguono le descrizioni dei processi e dei prodotti dello stabilimento. Il prodotto principale (due terzi del totale) era acciaio ottenuto con il metodo Martin o mediante "pudellatura"; il rimanente era ferro dolce. Il rilievo dato dall'estensore dell'articolo a queste produzioni è for-

te: “Questi prodotti sono di un pregio speciale e valgono a dare una rinomanza ed un’importanza allo stabilimento molto distinte. Si è perciò che noi richiamiamo su questo stabilimento la nostra attenzione e tanto più perché esso si trova in condizioni di esercizio molto analoghe a quelle in cui troverebbesi le nostre ferriere delle Valli Lombarde specialmente.”<sup>11</sup>

Detto brevemente dell’energia ricavata dalla caduta d’acqua del torrente Breda, è poi descritto lo stabilimento, composto da due parti: la prima, quella a monte, più importante, nella quale si compiva la torrefazione dei minerali; la seconda, a valle era destinata alla fucinazione. I principali prodotti erano molle per vagoni e “una specialità tutta moderna cioè la fucinazione di barre di acciaio che servono per costruire magneti di induzione per le macchine dinamo-elettriche e magneto-elettriche”.<sup>12</sup>

Bonacossa passa poi a descrivere l’altoforno, che tratteggia nelle sue parti complementari e negli impianti correlati. Tra le prime il sistema di innalzamento delle cariche, le macchine soffianti, gli apparecchi per il riscaldamento dell’aria e i magazzini per i combustibili e per i minerali. Tra le seconde un forno Hoffmann<sup>13</sup> a gas (per la torrefazione dei minerali), un forno elettrico Martin Siemens<sup>14</sup> per la fabbricazione dell’acciaio (alimentato dai gas provenienti da una batteria di “gazogeni”), un forno a riverbero di riscaldamento dei materiali di carico per il forno Martin-Siemens, un altro forno di riverbero per il riscaldamento dei lingotti

d’acciaio, due forni di puddellaggio, tre treni di laminatoi di cui uno sbizzatore e gli altri finitori e alcuni magli a coda mossi dalla forza dell’acqua.

La descrizione della miniera è alquanto particolareggiata. Una prima parte tratteggia le principali caratteristiche della formazione metallifera, della composizione media del minerale estratto e delle peculiarità delle vene sotterranee. Segue la spiegazione dei lavori sotterranei, divisi nelle due zone della *Madeleine* e del *Croix Reculet*. In base alle caratteristiche della *Rue* (il filone) è successivamente spiegato il metodo di coltivazione: creazione del caminetto per la ventilazione e l’accesso dei minatori, secondo l’inclinazione della faglia, anche al fine di poter scaricare più agevolmente il materiale di riempimento; costituzione della struttura di sostegno in legno; metodo di scavo del materiale; successivo riempimento del volume scavato, anche al fine di costituire un pavimento a partire dal quale, senza ulteriori supporti, i minatori potessero procedere allo scavo della parte seguente.

Sono poi enunciati i vantaggi dei metodi di coltivazione adottati, vantaggi che accomuna con tutti i metodi per ripiene (cioè con alternanza di scavo e riempimento del volume scavato): “1° Permette di dare ampiezza ai cantieri e quindi di facilitare l’escavo per il buon effetto che vengono ad avere le mine e per la comodità in cui viene a trovarsi il minatore. – Permette facilità nel caricamento dei minerali del cantiere nei vagoni di trasporto ed assicura l’indi-

pendenza dei cantieri fra loro e l'indipendenza loro dai lavori preparatori;

2° Facilita la messa in porto delle ri-piene e assicura compattezza e una buona disposizione delle medesime contro le pareti dei vuoti formati dagli scavi, ciò che garantisce la fermezza e stabilità di esse pareti e quindi la sicurezza dei cantieri;

3° E' economico pei legnami;

4° Permette molta concentrazione di cantieri e quindi facilita la sorveglianza dei medesimi ed assicura una buona e suddivisa ventilazione.<sup>715</sup>

L'analisi dei costi non è trascurata, che rende conto della paga oraria dei minatori, del costo dei riempimenti e di quello dei trasporti, oltre che di quello delle successive operazioni, come la torrefazione e quelle compiute dagli altri forni, che passa a descrivere nelle pagine successive. In questo caso l'estensore racconta delle difficoltà che la società del Creusot, concessionaria della miniera, ebbe in relazione all'attività soprattutto del forno di torrefazione: se all'officina di Allevard fu scelto un forno Hoffmann riscaldato con i gas dell'altoforno, in questo caso la soluzione considerata ottimale fu l'utilizzo di forni a tino. L'eccesso di materiale minuto (il 40% dell'estrazione), che non poteva essere torrefatto nei forni di questo tipo (nei quali poteva essere introdotta una frazione non superiore al 30%), era lavorato da un forno apposito. Tale soluzione fu messa in pratica dallo stesso direttore dello stabilimento, il già citato signor Cloizel. Oltre alla dettagliata descrizione dei due tipi di

forni, sono messe in rilievo le specificità adottate nello stabilimento di Allevard, necessarie per la particolare tipologia di materiale. In tal senso non mancano esempi di vari tipi di forni (Moler, Vordenberg, oltre al noto Hoffmann) dislocati in un po' tutta Europa (Stiria, Carinzia, Svezia, Norvegia, altre località della Francia), che danno prova dell'ottima conoscenza dello stato dell'arte da parte del professore torinese.

Alla fine del XIX secolo la metallurgia nell'area di Saint-Etienne dovette rinnovarsi pesantemente, a causa di una crisi originata dalla scoperta del metodo Gilchrister-Thomas per la conversione della ghisa in acciaio. Grazie a tale metodo si poterono sfruttare i minerali metalliferi abbondanti ma fosforosi della Lorena. Attorno al 1880, tale crisi, anche per una situazione più generalizzata di sovrapproduzione, si fece duramente sentire, con un ribasso annuale della produzione nella Loira di oltre 60.000 tonnellate. La siderurgia di Saint-Etienne prese così la strada della fabbricazione di qualità.

Apparvero nel 1860 e 1861 due memorie di Grüner<sup>16</sup>, professore all'istituto minerario di Saint-Etienne, sul metodo di conversione Bessemer, messo a punto un anno prima da parte dai fratelli inglesi Jackson, da Petin e Gaudet a St-Seurin, nei pressi di Bordeaux, ed applicato su scala industriale stessi dall'anno più tardi a Assailly nella Loire, prima di essere adottato nel 1865 a Terrenoire. Nel 1867, il metodo Martin-Siemens conobbe anche la sua prima

attuazione industriale da Verdié. Nei due casi, si è cercato un più grande controllo del raffinamento per fornire l'esercito ("combatte cannone/armatura", fucile Chassepot in 1866) e le ferrovie (la barra d'acciaio si utilizza 24 volte meno rapidamente della barra di ferro) di prodotti affidabili in grande quantità." Si sviluppano a questo proposito ricerche sulle sfumature dell'acciaio in funzione dei modi operativi e delle aggiunte di leghe in diverse proporzioni. In 1877, J. Boussingault ed Aimé Brustlein fabbricano da Holtzer a Unieux dei ferrocromi e degli acciai al cromo per la prima volta in Europa. Quando la siderurgia lorena si sviluppò, la regione di Saint-Etienne fu dunque preparata a ritrovare il suo vecchio ruolo di trasformazione piuttosto che di prima elaborazione dei metalli<sup>17</sup>.

Nella descrizione del viaggio, si ha prima una digressione sulla vallata dell'Arc, della quale l'estensore elenca le peculiarità geologiche. Poi, proseguendo nell'itinerario, la comitiva passava alla zona del lionese, trovandosi il 17 giugno sera a Vienne, dove si fermò per due giorni. Motivo della sosta era la visita dello stabilimento De Long, specializzato nel trattamento dei minerali di piombo. Degni di nota erano, secondo Bonacossa, il forno Plitz per la fusione dei minerali di piombo, oltre agli ultimi procedimenti per la disargentazione dei piombi d'opera, cioè la copellazione tedesca, il pattisonaggio e lo zimaggio. Particolare attenzione destava l'impianto Keith di disargentazione per mezzo dell'elettricità (il pro-

fessore nota con dispiacere che al momento il sistema non era in uso).

La sera del 19 giugno la classe si muoveva da Vienne per arrivare a Rive de Giers, dove si fermò un giorno, dopo aver visitato le due officine dei fratelli Marrel e l'officina Harbel. Rispetto in particolare alle prime, non destavano l'attenzione tanto i metodi di lavorazione, quanto le dimensioni dei pezzi lavorati: nella prima officina si producevano delle piastre di corazzatura pesanti sino a 25 tonnellate.

L'officina Marrel, costituita nel 1853, aveva installato già nel 1859 un maglio da 25 tonnellate, il più potente della sua epoca, che sostituiva i "martinetti" in uso sino a quel momento. L'attuazione di queste nuove lavorazioni, dopo l'installazione del primo esemplare di maglio nel 1841, presso la forgia di Petin e Gaudet, richiese la presenza di manodopera straniera qualificata (tedesca o inglese secondo i casi), mentre proprio l'esperienza con i "martinetti" aveva dato agli operai locali la competenza necessaria all'uso del maglio<sup>18</sup>. La ciminiera dell'officina Marrel, ultimata nel 1867, e unica superstite attuale di tutto il complesso, è alta 108 metri, e fu per lungo tempo la più alta d'Europa<sup>19</sup>.

Seguono, come per ogni altra località, note sulla composizione geologica del terreno<sup>20</sup>.

Il mattino del 21 giugno vide il gruppo arrivare a Saint-Chamond, dove si compì la visita al più grande stabilimento siderurgico della Loire, quello della "Société des hautes [sic] fourneaux, forges et aciéries [sic] de la marine et

des chemins de fer”, fondata nel 1854 dagli stessi fratelli Jackson, da Petin e Gaudet<sup>21</sup>. Arrivavano allo stabilimento materie prime e semilavorati prodotti ad Assailly, a Lorette, a Givors, nelle miniere di litantrace nella Loire e negli stabilimenti presenti in altre regioni francesi. Anche per questa attività si ha una descrizione molto più particolareggiata nella terza sezione dello scritto, come già visto per le attività presenti ad Allevard. Una prevista visita all’officina siderurgica di Horme non fu possibile per mancanza di tempo.

Nel 1849, in un laminatoio di Saint-Chamond fu realizzata per la prima volta in Francia l’unione di più parti metalliche senza saldatura. Nel 1864 le forge di Saint-Chamond fornirono le prime rotaie francesi ottenute con il metodo Bessemer, brevettato nel 1853. Sin dalle prime produzioni, il metodo, pur suscettibile di miglioramenti, diede l’impressione di poter fornire prodotti migliori rispetto all’antica operazione di puddellaggio, sia per il ferro sia per l’acciaio.

Nel 1875 a Saint-Chamond risultavano installati degli altiforni, delle officine di puddellaggio, un’acciaieria Martin ed una Bessemer; la produzione poteva raggiungere le 75 tonnellate d’acciaio al giorno. I forni Martin erano alimentati a gas ed erano forniti di radiatori Siemens; per la maggior parte erano rotatori, secondo il sistema Pernot (ingegnere della società); potevano servire tanto al puddellaggio che alla fabbricazione dell’acciaio<sup>22</sup>. A Saint-Chamond il metodo Bessemer fu utiliz-

zato soltanto per gli acciai correnti (barre, ruote di vagoni), essendo il metodo Martin preferito per gli altri impieghi che esigevano “un metallo morbido e suscettibile di un grande allungamento”. Tuttavia la società utilizzò a lungo l’acciaio Bessemer per fabbricare i tubi e corpo di cannone in acciaio della marina, di cui all’epoca era peraltro il solo fornitore, come riporta Conturie. Nel 1878, quest’acciaio era elaborato al forno Pernot<sup>23</sup>.

Il giorno seguente, il viaggio della comitiva continuò per Saint-Etienne, dove il ruolino di marcia prevedeva la visita anzitutto delle miniere di Beraudière<sup>24</sup> e Montrambert. A questo punto Bonacossa sente doverosa una qualche nota sulle miniere carbonifere della zona: “Le frequenti installazioni di pozzi di miniere, di laverie di carbone, di forni a coke che vedevamo lungo il viaggio e specialmente in vicinanza della città in cui ci trovavamo, ci invogliavano sempre di più ad occuparci un poco di miniere. Si è potuto soddisfare a questo desiderio abbastanza bene relativamente al tempo che avevamo disponibile, grazie alla cooperazione del direttore della scuola mineraria di Saint-Etienne.”<sup>25</sup>

Segue una descrizione delle due miniere. Elemento dominante del resoconto erano le dimensioni grandiose degli impianti, che impressionavano anche un tecnico esperto come il professore torinese: “quello del pozzo di Treuil, per la grandiosità di costruzione e per l’applicazione di tutti i mezzi e congegni dell’arte moderna al servizio di estrazione

per grandi produzioni e da grande profondità, non che per l'esaurimento acque fatto con benne."<sup>26</sup>

Tra le due miniere quella di maggiore rilevanza era quella di Montrambert, i cui apparati furono spesso portati ad esempio nelle esposizioni nazionali e internazionali, come quella di Parigi del 1900, nella quale si trovavano, tra gli altri<sup>27</sup>:

*Guidage par longrines éclissées des mines de Montrambert pour compenser les effets de tassement des puits* (guida per rotaie con stecche delle miniere di Montrambert per compensare gli effetti dell'assestamento dei pozzi)<sup>28</sup>;

*Barrières semi-automatiques pour recettes de puits d'extraction des mines de Montrambert* (barriere semi-automatiche per i piani di scarico dei pozzi d'estrazione delle miniere di Montambert)<sup>29</sup>;

*Appareil réchauffeur d'air des mines de Montrambert et de la Béraudière* (apparecchio riscaldatore d'aria delle miniere di Montrambert e della Béraudière)<sup>30</sup>;

*Appareil enregistreur du volume d'air circulant par seconde dans une galerie de mine* (apparecchio misuratore del volume d'aria circolante per secondo in una galleria di miniera)<sup>31</sup>.

In particolare gli ultimi due apparecchi destano un certo interesse.

L'apparecchio riscaldatore evitava la formazione di ghiaccio all'esterno delle pareti di una miniera, formando un ambiente più vivibile per i minatori ed impedendo la rottura di condutture nel periodo invernale. Il secondo, grazie a

un tubo di Pitot, consentiva la misurazione della corrente d'aria passante all'interno della galleria della miniera, permettendo il controllo del ricambio dell'aria stessa attraverso i ventilatori.

Passato il 24 giugno visitando l'installazione denominata "Barrage", distante una decina di chilometri da Saint-Etienne e utile per la derivazione dell'acqua potabile ad uso della città, in seguito la comitiva si occupò di siderurgia, con la visita all'officina del signor Barroin, sempre a Saint-Etienne, e allo stabilimento Verdiè della Société des Acieries et Forges a Firminy.

Nella prima la comitiva poté ammirare il primo convertitore Bessemer "costituito di due piccoli convertitori della capacità di non più di 3 tonnellate, [...] un forno rotativo Pernot a gas per acciaio fuso, anch'esso di piccole dimensioni, e 15 e forse più forni ordinari di pudellatura con relativo treno laminatoio e magli di due tonnellate circa per la prima sbozzatura del ferro."<sup>32</sup>

L'altoforno di Firminy era però il pezzo forte di tutta la visita, per come lo stesso Bonacossa lo presenta: "Questo grandioso impianto è ciò che maggiormente attirò la nostra attenzione, perché veggonsi in esso riuniti e colle migliori disposizioni tutti i congegni ed apparecchi i più perfezionati dell'industria moderna per la produzione della ghisa."<sup>33</sup>

Anche a questo impianto è dedicata una descrizione nella terza sezione del suo scritto, ma non manca di darne i tratti essenziali già nelle stesse pagine. Analizzando le diverse descrizioni di

impianti di questo tipo appare evidente come sia dato molto risalto a certi aspetti. Anzitutto, alla fattibilità di riparazioni senza interruzione della produzione; in secondo luogo, alla possibilità di carica di materiale senza che questo abbia subito particolari operazioni termiche precedenti; infine, alla capacità degli impianti di riciclare l'energia termica di scarto (come nel caso di gas che mettono in azione forni secondari).

Il 25 giugno il carnet di viaggio prevedeva la visita dell'impianto siderurgico della Société des Fonderies et Forges di Terrenoire (la Voulte et Bessèges)<sup>34</sup>. Anche in questo caso nella terza sezione si ha una descrizione più circostanziata dello stabilimento, rimarchevole, secondo Bonacossa, per l'utilizzo di un metodo di produzione di acciaio al silicio senza soffiature; il metodo prende il nome dalla località stessa di Terrenoire. Il processo fu spiegato al gruppo dal direttore di stabilimento, il signor Pourcel, "al quale l'industria deve l'aver reso pratico questo processo, e parecchi studi e risultati pratici sulle attuali fabbricazioni sull'acciaio fuso"<sup>35</sup>. Le applicazioni di questo metallo erano per lo più di tipo militare, viste le caratteristiche di resistenza da esso dimostrate.

L'officina di Terrenoire fu la prima della zona a lavorare con un altoforno, nel 1822; nello stesso anno iniziarono le operazioni di puddellaggio del ferro. Il primo forno Martin-Siemens fu installato nel 1868, grazie alla presenza di un valente tecnico come Henri Ferdinand Valton, che si occupò dell'installazio-

ne. In quell'epoca, anche per la presenza di un direttore come Alexandre Pourcel, giuntovi nel 1875, lo stabilimento di Terrenoire raggiunse il massimo splendore<sup>36</sup>. Il signor Pourcel, come Valton, suo cognato, avrebbe abbandonato la direzione dello stabilimento di Terrenoire solo un mese dopo la visita di Bonacossa, e il complesso, privato del suo riferimento principale, sarebbe precipitato in tali difficoltà da essere chiuso nel 1888.

La sera del 25 giugno vede il trasferimento a Lione, compiuto in poche ore di viaggio.

Il pomeriggio del giorno 27 giugno il gruppo ripartiva per Torino, dove giunse a metà mattinata del 28.

Nella seconda sezione si trova qualche giudizio sui metodi di lavorazione e su quelli complementari adottati negli stabilimenti visitati. Se da un lato la grandiosità di numerosi opifici era la caratteristica che maggiormente colpisce il professore torinese, d'altro canto egli non tralascia di rimarcare qualche manchevolezza di questi impianti, concentrandosi soprattutto sui metodi di trasporto. La forza delle miniere del Sud-Est francese, secondo Bonacossa, risiedeva perlopiù nella prima lavorazione dei minerali, dove si presentano metodi all'avanguardia, sebbene alcuni ancora in fase di sperimentazione.

Quando la descrizione passa alle operazioni di metallurgia, lo spunto è buono per confrontare la situazione vista con quella italiana, non mancando di puntare il dito sulle manchevolezze di quest'ultima, e suggerendo qualche

possibile cambiamento alla portata delle industrie metallurgiche piemontesi e padane.

*Il viaggio e l'attività accademica*

Nel programma del corso dell'anno accademico 1883/84 di arte delle miniere e metallurgia, tenuto dal professor Alessandro Bonacossa (presentato qui di seguito), si possono notare forti parallelismi con la descrizione del viaggio d'istruzione compiuto solamente qualche mese prima.

Tutte le fasi enunciate nel programma del corso corrispondono a una parte della visita, e anche l'analisi dei costi, che vivo interesse riscuote in tutta la relazione del viaggio francese, è tenuta in considerazione. Non è dato sapere

quanto il viaggio francese del giugno possa aver influito sul programma presentato nell'autunno del 1883, o quanto sia invece vero l'inverso. Quale che sia il processo prevalente, questo è un ottimo esempio di trasferimento di conoscenze tra realtà industriale e insegnamento tecnico superiore, senza soluzione di continuità tra i due ambiti, avente come fine ultimo quello di preparare gli allievi ingegneri sul campo, oltre che a livello teorico. Un modo di procedere, questo, che coniuga le esperienze tipiche delle scuole inglesi, votate alla pratica dimostrazione dei processi, con quelle dei politecnici di stampo tedesco, dove la parte teorica era preponderante e costituiva la base per ogni successiva esperienza.

<sup>1</sup> M. MINESO, *L'ingegnere dall'età napoleonica al fascismo*, in *Storia d'Italia – Annali*, vol. 10 – *I professionisti*, Torino : Einaudi, 1996, p. 273.

<sup>2</sup> A. BONACOSSA, *Relazione del Prof. Bonacossa sul viaggio per le esercitazioni pratiche di Metallurgia e di Arte Mineraria, fatto dagli allievi Ingegneri industriali nel giugno 1883*, in REGIO MUSEO INDUSTRIALE IN TORINO, *Annuario per l'anno scolastico 1883-84*, Torino, Candeletti, 1884, pp. 135-399.

<sup>3</sup> In particolare nei *cahiers* presenti presso l'Ecole des Mines.

<sup>4</sup> A. BONACOSSA, *Relazione del Prof. Bonacossa sul viaggio...*, cit., p. 135.

<sup>5</sup> *Ibidem*.

<sup>6</sup> *Ivi*, p. 136.

<sup>7</sup> *Ivi*, p. 146.

<sup>8</sup> L'importanza per la Francia di fine Ottocento delle attività in questa filiera è indubbia, se nel 1891 la classifica delle aziende con la maggiore capitalizzazione vedeva in decima posizione la Société des Mines de la Loire con 105 milioni di franchi, e in diciassettesima la Société des

Houillères de Montrambert, con 75 milioni. In prima posizione svettava la Banque de France con 810 milioni, ma al quarto posto la Compagnie Générale des Eaux scendeva già a 177 milioni. Si dovrà attendere il 1936 perché nessuna società del settore estrattivo-siderurgico compaia nelle prime dieci posizioni. Vedi Pierre-Cyrille HAUTCŒUR, *Le marché boursier et le financement des entreprises françaises (1890-1939)*, thèse de doctorat (dir. Prof. Christian de Boissieu), Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, 1994, p. 50.

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 155.

<sup>10</sup> *Ivi*, p. 136.

<sup>11</sup> *Ivi*, pp. 295-96.

<sup>12</sup> *Ivi*, p. 296.

<sup>13</sup> Il forno Hoffmann, brevettato nel 1858 dall'architetto berlinese Friedrich Hoffmann, rappresenta un modello di forno anulare di funzionamento abbastanza complesso. Il principio di questo forno è il focolare mobile. Il forno si fermava soltanto una volta l'anno ed era messo in funzionamento da becchi a gas per il riscalda-

mento dell'aria. Oggi, sebbene questo tipo di forno sia quasi completamente in disuso, l'alimentazione a carbone è automatizzata ed il forno può funzionare di continuo tutti i giorni dell'anno. Il primo modello di forno a forma circolare, detto anulare o circolare a focolare mobile, fu rapidamente abbandonato per una diversa forma, che favoriva una circolazione omogenea dell'aria. In questa versione era costituito da due corridoi paralleli lunghi circa 100 m, collegati tra loro alle loro estremità a formare una galleria ovale, di circa 5 m di larghezza per 3 d'altezza. Con un sistema di valvole per l'estrazione dei fumi nella parte centrale, il fuoco progrediva nel forno avanzando lentamente sempre nello stesso senso, mentre l'alimentazione del carbone avveniva dalla volta, attraverso valvole apposite. Con il fuoco al lavoro in un corridoio, nell'altro la temperatura si era abbassata, e i "briquetiers" sformavano, cioè facevano uscire i mattoni cotti e ne inserivano altri "verdi", cioè non cotti. Una parete d'accatastamento rappresentava cinque "strati", cioè circa 3.000 pezzi. Altri operai erano incaricati di porre divisioni di carta Kraft in modo da bene controllare l'estrazione dei fumi evitando le correnti d'aria. Infornata e sfornata si effettuavano in due zone separate da una trentina di metri. Mentre la zona dei mattoni cucinati seguiva il fuoco, la zona dei mattoni da cucinare lo precedeva. Per accedere facilmente all'interno del forno, erano previste aperture tutto attorno all'edificio. Quando i mattoni verdi erano caricati, queste aperture erano murate sino a dopo la cottura. Quando i mattoni erano cotti e raffreddati, i "briquetiers" rompevano la parete provvisoria di chiusura per l'operazione di sfornatura. Vedi [http://www.ploegsteert.com/prp/four\\_hoffmann.htm](http://www.ploegsteert.com/prp/four_hoffmann.htm), <http://www.arts-et-metiers.net/magic.php?P=44&id=7&lang=fra&flash=f>.

<sup>14</sup> Il procedimento Martin-Siemens fu adottato dalla fine degli anni '60, e godette subito della fama, peraltro meritata, di produrre acciaio di qualità sensibilmente migliore rispetto al processo Bessemer; uno dei motivi di questa differenza risiedeva nell'uso di un forno aperto, che permetteva agli operai di intervenire con correzioni in corso di lavorazione. Il forno Martin-

Siemens del complesso era già celebre una decina di anni prima rispetto allo scritto di Bonacossa, se il fisico Lucien Jules Gabriel Violle, nelle sue sperimentazioni per la determinazione della temperatura del Sole, si recò sul massiccio del Monte Bianco per misurare la costante solare, e al complesso di Allevard per valutare la reazione di alcuni suoi termometri in prossimità di una fonte di calore terrestre. Nell'articolo "Sur la température du Soleil", pubblicato negli *Annales scientifiques de l'École Normale Supérieure*, 2<sup>a</sup> serie, tomo 4 (1875), pp. 363-370, Violle spiega: "Grâce à l'obligeance de M. Charrière, directeur des forges d'Allevard, et de M. l'ingénieur Pinat, j'ai pu opérer sur la coulée d'acier de leur beau four Martin-Siemens".

<sup>15</sup> A. BONACOSSA, *op. cit.*, p. 357.

<sup>16</sup> Vero e proprio nume tutelare della metallurgia e della geologia della regione, Emmanuel-Louis Gruner nacque l'11 maggio 1809, a Worblaufen, nei pressi di Berna. Fece domanda per un posto alla scuola mineraria di Saint-Étienne; fu assunto nel 1834. Gruner fu nominato, nel 1835, professore di chimica e di metallurgia all'École des Mines. Conservò il suo corso fino a 1847, epoca nella quale fu nominato ingegnere capo a Poitiers; fu nominato, nel 1852, alla direzione dell'École des Mines di Saint-Étienne; occupò questo posto fino a 1858. Successivamente fu destinato a occupare il posto di direttore all'analogo istituto parigino, che lasciò soltanto nel 1872, dopo avere svolto le funzioni d'ispettore della scuola dal 1862 al 1870. Dal 1879, anno del suo pensionamento, al 1882, si occupò della pubblicazione di una grande descrizione del bacino carbonifero della Loira, cominciata fin dall'inizio della sua carriera e data alle stampe un anno soltanto prima della sua morte. Già colpito da polmonite nel 1877, lo fu ancora nel 1882 e nel 1883. Quest'ultimo attacco gli fu fatale: morì il 26 marzo 1883.

Gruner lascia una grande mole di scritti: sulla costituzione geologica del dipartimento (anche se fu soltanto nel 1859 che completò la sua descrizione geologica della Loira), sul trattamento dei minerali metalliferi auro-argentiferi, sulla disargentazione delle metalline con imbibizione;

sulla sostituzione del carbone rosso al carbone nero usato nella fabbricazione della ghisa, sull'analisi di minerali metalliferi (tra cui un silicato ferrifero che prese il nome di Grunerite), sulle proprietà caratteristiche dei combustibili minerali, sulla metallurgia del ferro e sull'analisi del processo Bessemer a quella degli altri forni. V. Arthur Jean Baptiste LODIN DE LÉPINAY, *Notice nécrologique sur L. E. Gruner, Inspecteur Général des Mines*, in *Annales des Mines*, 8e série vol. 13, 1888.

<sup>17</sup> Jean-Marie AUZIAS et al., *Rhône-Alpes, la naissance d'une région*, Lyon : Fédérop - Librairie nouvelle, 1983, *passim*.

<sup>18</sup> *Ivi*, pp. 88-89.

<sup>19</sup> V. Réseau Patrimoine, <<http://www.reseau-patrimoine.net/>>, [20/10/2005].

<sup>20</sup> Non si ha in questo caso riscontro diretto, ma è possibile che le notazioni di questo tipo riportate da Bonacossa facciano riferimento alle opere di Gruner *Carte géologique du département de la Loire*, Paris : Imprimerie Impériale, 1857, e *Le bassin houiller de la Loire*, Paris : Imprimerie Quantin, 1882. La prima opera fu soggetta a revisioni da parte dell'autore sino a tutto il corso degli anni Settanta.

<sup>21</sup> La ragione societaria corretta è "Compagnie des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de Fer".

<sup>22</sup> Vedi Bernard LUTUN, *Du fer à l'acier : petite excursion du côté de l'industrie nationale (1867-1878)*, in *Marins et océans*, vol. 3, Paris : Economica, 1991, e *La Marine à l'exposition universelle de 1878*, in 2 tomi e volume (quota alla Bibliothèque Nationale: 8° V 3164) ed atlante in 2 volumi (quota alla Bibliothèque Nationale: fo V 418), 1879, "lavoro pubblicato da ordine del ministro della marina e delle colonie".

<sup>23</sup> Il forno Pernot apparve nel 1873 come forno di puddellaggio, e permetteva di ottenere acciaio da ghise grigie anche senza aggiunta di residui; in questo caso la decarburazione era spinta all'estremo e la materia ricarburata tramite un'aggiunta di *spiegeleisen* (lega di ferro-manganese), come nel convertitore Bessemer. Il for-

no è costituito da una base a forma di bacino, mobile attorno ad un asse inclinato. Le correnti d'aria e di gas caldi, che provengono da recuperatori Siemens e da gazogeni, arrivano normalmente alla superficie del bagno formando la volta, che può durare molti mesi. Il forno, riscaldato preventivamente, riceve la ghisa, quindi i residui. Lo strato di metallo che è immediatamente in contatto con la base emerge sempre dal lato ascendente, ed immerge dalla parte del discendente; allo stesso tempo lo strato emergente è sostituito da nuovo metallo che viene dagli strati superiori. Si ottiene così una miscelanza automatica e regolare di tutto il bagno, una lega dei metalli messi sulla base ed una decarburazione rapida. E' l'alta temperatura sviluppata e la buona ripartizione del calore in tutta la massa che hanno permesso di convertire la ghisa grigia in acciaio, senza aggiunta di residui. Vedi Bernard LUTUN, *Du fer à l'acier : petite excursion du côté de l'industrie nationale (1867-1878)*, in *Marins et océans*, vol. 3, Paris : Economica, 1991.

<sup>24</sup> Altra forma del toponimo (occorre ad es. nei *Rapports du jury international de l'exposition universelle de 1900*, di cui sotto) è "Béraudière".

<sup>25</sup> A. BONACOSSA, *op. cit.*, p. 162.

<sup>26</sup> *Ivi*, p. 163.

<sup>27</sup> Gli apparati descritti sono citati nei *Rapports du jury international de l'exposition universelle de 1900*, Groupe XI. – Mines et Métallurgie, Troisième partie. – Classe 63 (Tome III), Paris : Imprimerie Nationale, 1904.

<sup>28</sup> *Ivi*, p. 139.

<sup>29</sup> *Ivi*, p. 259.

<sup>30</sup> *Ivi*, p. 319.

<sup>31</sup> *Ivi*, p. 332.

<sup>32</sup> A. BONACOSSA, *op. cit.*, pp. 167-68.

<sup>33</sup> *Ivi*, p. 168-69.

<sup>34</sup> « Bulletin de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole des Mines de Paris », Juin 1912.

<sup>35</sup> A. BONACOSSA, *op. cit.*, p. 164, G. MAGNIN, *Un grande métallurgiste : Alexandre Pourcel*, Saint-Etienne : Bulletin de la Société amicale des anciens élèves de l'Ecole des mines de Saint-Etienne, 1925.