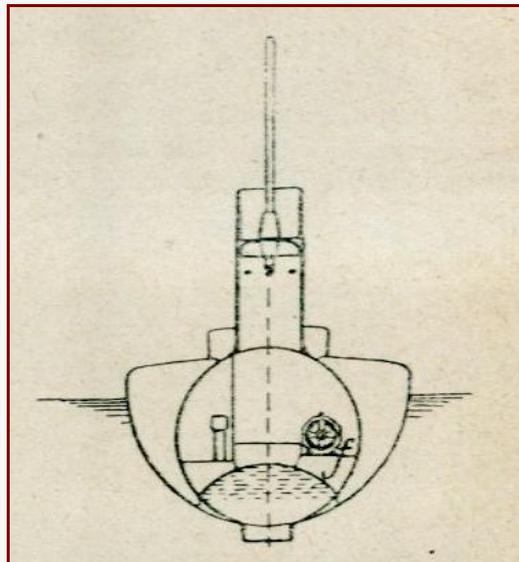




ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITA DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA  
AREA DEI SISTEMI DIPARTIMENTALI E DOCUMENTALI – ASDD

# L'INGEGNERIA DELLA GRANDE GUERRA 1915-1918



BIBLIOTECA INTERDIPARTIMENTALE DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA



# L'INGEGNERIA DELLA GRANDE GUERRA 1915-1918

Incontro di studio e mostra bibliografica sugli aspetti tecnologici del primo conflitto mondiale

Testi di

Gabriele Bitelli • Leonardo Goni • Raffaella Inglese • Paolo Macini • Ezio Mesini  
Rosalia Miceli • Maria Pia Torricelli • Vera Zamagni

*Un particolare ringraziamento al prof. Gian Paolo Brizzi, responsabile scientifico dell'Archivio Storico dell'Università, a Daniela Negrini e a Cristina Chersoni; si ringraziano inoltre Anna Maria Corsaro, Claudia Di Prisco, Norma Macchiavelli, Enrico Migotto, Leonardo Osti, Maria Antonietta Rizzo, Silvia Bettarelli, Sonia Sabbioni, Silvia Verri.*

Ideazione e coordinamento Maria Pia Torricelli

La pubblicazione raccoglie atti e materiali di:

L'Ingegneria della Grande Guerra 1915-1918

*Incontro di studio sugli aspetti tecnologici del primo conflitto mondiale*

Giovedì 21 maggio - Aula Magna della Scuola di Ingegneria e Architettura

Seminario di studio in collaborazione con *Le Conferenze della Scuola di Ingegneria e Architettura*

Tracce della Grande Guerra tra i Libri

*Mostra bibliografica*

22-29 maggio 2015 Atrio della Scuola di Ingegneria e Architettura

Mostra a cura di Raffaella Inglese, Rosalia Miceli e Maria Pia Torricelli, con la collaborazione di Carolina Ancona e Davide Dessì

© 2016 Alma Mater Studiorum - Università di Bologna- Alma DL

ISBN: 9788898010387

This book is released under Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives  
4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

A copy of this license, is available at the website <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

In copertina un particolare della tav. VIII *Disegno schematico d'insieme di un sommergibile "Krupp"* tratta dal volume ENZO CAMPAGNA, *La nave subacquea, sottomarini e sommergibili*. Milano, Hoepli, 1915, la cui riproduzione è stata cortesemente concessa dall'editore Hoepli specificatamente e unicamente per la presente pubblicazione.

Bologna 21 maggio 2015

*Sin dalla sua istituzione, nella seconda metà dell'Ottocento, la storia di questa Scuola, allora Scuola d'applicazione per gli Ingegneri, si è intrecciata con la storia del territorio bolognese e più in generale del nostro Paese. Il procedere degli studi ingegneristici e tecnologici è parte della storia del Novecento, una storia segnata da immani tragedie. La Grande guerra, del cui inizio ricorre questo anno il centenario, rappresenta il primo, e per certi versi il più eclatante, esempio dell'impatto devastante dell'applicazione bellica delle conquiste tecnologiche del primo Novecento. Fermarsi e volgere indietro lo sguardo può portare a riflessioni e consapevolezze volte alla costruzione di un futuro migliore.*

*La mostra allestita nell'atrio della nostra Scuola è una sorta di scavo archeologico condotto dai bibliotecari nei fondi antichi della Biblioteca Interdipartimentale di Ingegneria e Architettura e dell'Archivio Storico dell'Ateneo. L'indagine condotta ha riportato alla luce documenti bibliografici e archivistici che testimoniano del grande interesse che ci fu nella Scuola, in particolare tra gli studenti, verso la guerra e gli studi che all'epoca si svolgevano, e che trovarono applicazioni concrete nello svolgimento del conflitto, ma anche il pesante carico di morte e lutti che la guerra lasciò.*

*Le relazioni che ascolteremo nel corso di questa giornata apriranno ad una più ampia riflessione sul contesto generale della storia del conflitto e sullo sviluppo industriale e tecnologico dell'Italia di quegli anni e le sue applicazioni in campo bellico.*

*Il seminario si inserisce nel ciclo 2014-2015 delle Conferenze della Scuola e ne porta avanti l'orgoglioso obiettivo di indagare la storia della scienza e della tecnica arricchendole di un nuovo importante tassello.*

*Rivolgo i miei ringraziamenti alla professoressa Vera Negri Zamagni, della Scuola di Economia Statistica e Management, ai professori Gabriele Bitelli, Paolo Macini e Ezio Mesini, della nostra Scuola di Ingegneria e Architettura, al dott. Leonardo Goni, storico contemporaneista specializzato nello studio della Grande guerra, e ai Bibliotecari della Biblioteca Interdipartimentale, a tutti auguro buon lavoro.*

*Prof. ing. Pier Paolo Diotallevi  
Presidente della Scuola di Ingegneria e Architettura*



# Indice

La rivoluzione tecnica della Grande Guerra nel campo degli armamenti di LEONARDO GONI	7
L'industria italiana tra guerra e dopoguerra di VERA ZAMAGNI	23
Il petrolio nella Grande Guerra e l'industria petrolifera emiliana dal 1860 al 1920 di PAOLO MACINI, EZIO MESINI	29
La guerra dall'alto. La fotogrammetria aerea e le nuove tecnologie di mappatura del territorio all'inizio del XX secolo di GABRIELE BITELLI	39
APPENDICE Tracce della Grande Guerra tra i libri. <i>Mostra bibliografica</i> di MARIA PIA TORRICELLI, RAFFAELLA INGLESE, ROSALIA MICELI	51



# La rivoluzione tecnica della Grande Guerra nel campo degli armamenti

di LEONARDO GONI

Le scoperte scientifiche e le innovazioni tecnologiche introdotte tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX, hanno svolto un ruolo fondamentale nel progresso sociale e civile dell'umanità ma, al contempo, hanno determinato lo sviluppo di nuovi strumenti bellici il cui potenziale distruttivo, combinato, verrà reso evidente con lo scoppio della Prima guerra mondiale.

Ogni innovazione, nel campo degli armamenti, introdotta sui campi di battaglia dal 1914 in avanti, ebbe un effetto devastante sulla vita di migliaia di soldati, determinando un cambiamento profondo nel modo di fare la guerra e rendendo obsoleti i paradigmi strategici inizialmente adottati da tutti i belligeranti, ancora legati a schemi ottocenteschi, fondati su grandi movimenti di eserciti in campo aperto, orientati al conseguimento di una battaglia rapida e decisiva.

Al contrario, già dopo poche settimane dallo scoppio del conflitto, una sanguinosa situazione di stallo si generò tra i contendenti, quale effetto di composizione dell'utilizzo dei nuovi strumenti bellici su una scala mai vista prima. Un conflitto che i vertici militari dell'epoca pensavano breve e risolutivo si trasformò in una feroce carneficina combattuta, per anni, per la conquista di pochi metri di terreno: la guerra di trincea.

Per tentare di rimediare a questo impasse ci si rivolse nuovamente alla ricerca scientifica e alla tecnologia, con l'introduzione e il perfezionamento di nuovi sistemi d'arma, che elevarono ancora di più il livello di devastazione del conflitto.

In questo saggio si cercherà di illustrare, sinteticamente, l'importanza dalle scoperte scientifiche e tecnologiche perfezionate e introdotte, in ambito militare, nei decenni antecedenti e durante il conflitto, e come queste ne abbiano condizionato l'esito, rendendolo ancor più devastante, e in ultimo, ponendo inedite questioni etiche alla ricerca scientifica, poiché questa, con la Grande guerra, aveva svelato il suo lato oscuro, finalizzato alla distruzione e non al benessere e progresso del genere umano.

## **Nuove tecnologie e armamenti tra XIX e XX secolo**

Il progresso scientifico e tecnologico che in un crescendo incessante aveva attraversato tutto il XIX secolo, sembrava garantire, all'imminente Novecento, quella pace e prosperità che, almeno in Europa era stato un obiettivo invano cercato nei secoli precedenti. Gli scienziati, agli occhi dell'opinione pubblica europea, erano stati assurti, positivisticamente, a benefattori dell'umanità e portatori della fiaccola del progresso. Questo clima di fiducia nella scienza è simbolicamente rappresentato da un'opera teatrale, il ballo "Excelsior" di Luigi Manzotti, che debuttò alla Scala di Milano nel 1881: un'allegoria della vittoria della luce e del progresso contro l'oscurantismo e l'ignoranza dei secoli passati.

Ma il progresso che aveva raggiunto ogni campo del sapere umano non aveva certo trascurato, ma anzi privilegiato, quello degli strumenti bellici che nel corso dell'Ottocento avevano subito, in ogni settore, una costante evoluzione tecnologica.

### *Nuove armi da fuoco...*

Le guerre del XIX secolo avevano visto l'affermarsi della fanteria, "regina delle battaglie" e dell'artiglieria, a discapito della cavalleria, sempre più relegata a compiti secondari di esplorazione e inseguimento del nemico in fuga. Se la fanteria era l'arma più importante di ogni esercito, l'arma principale della fanteria era il fucile, che nel corso dell'Ottocento subirà una lenta ma continua evoluzione.

All'inizio del secolo, durante il periodo napoleonico, armi come il moschetto francese Modello 1777 (dall'anno di adozione) o l'analogo moschetto inglese Brown Bess, costituivano la base dell'equipaggiamento dei soldati di Bonaparte e dei suoi nemici. Si trattava di fucili ad avancarica, a pietra focaia, a colpo singolo, con canna liscia e palla sferica di grande calibro, con distanza utile di tiro inferiore ai 100 metri, in grado di sparare, nelle mani di un tiratore addestrato, fino ad un massimo di 2/3 colpi al minuto.

Cent'anni dopo tutti gli eserciti del mondo "civilizzato" saranno invece equipaggiati con fucili a retrocarica, con canna rigata e otturatore scorrevole, a ripetizione ordinaria (cioè con retrocarica manuale in cui introduzione della cartuccia, scatto ed espulsione del bossolo avvengono tramite l'azione del tiratore). Le stesse caratteristiche, con l'aggiunta della ripetizione automatica, delle attuali armi da fuoco. Fucili di questo tipo, come il tedesco Mauser Modello 1898, erano in grado di sparare 15 colpi al minuto ad una distanza di tiro utile di oltre un chilometro, se dotate di mirino a cannocchiale.

Nel 1884 l'inventore autodidatta americano Hiram Maxim, brevettò una nuova arma che rivoluzionerà il modo di fare la guerra: la mitragliatrice.

Maxim, si era trasferito in Europa nel 1881, in un momento di forte tensione internazionale tra le varie potenze del Vecchio Continente per la spartizione delle colonie in Africa. L'inventore americano colse lo spirito del tempo e sfruttando la sua esperienza di cacciatore, cercò di trovare un modo per imbrigliare l'energia prodotta dall'esplosione della cartuccia, che finiva invece scaricata sulla spalla del tiratore. In breve tempo Maxim riuscì a progettare, costruire, collaudare e brevettare una vera arma automatica in cui il rinculo prodotto dal primo colpo sparato veniva usato per caricare e sparare quello successivo. La celerità di tiro (teorica) della nuova arma era impressionante: 600 colpi al minuto e la distanza di tiro di circa un chilometro. In breve tempo la

mitragliatrice Maxim e le sue derivate entrarono a far parte di tutti gli arsenali degli eserciti più avanzati.

Anche l'artiglieria, nelle sue varie specialità, aveva subito, nel corso del XIX secolo un'evoluzione simile a quella delle altre armi da fuoco della fanteria. Si era passati da cannoni di bronzo ad avancarica, ad anima liscia, che sparavano proiettili sferici a poche centinaia di metri, ad armi a retrocarica, in acciaio, (la prima con queste due caratteristiche fu presentata dal tedesco Alfred Krupp alla prima edizione dell'Esposizione universale che si tenne a Londra nel 1851) con canna rigata per incrementare la gittata, che ora poteva superare i 5 chilometri. Rimaneva però un problema: a meno che il pezzo di artiglieria non fosse pesantemente ancorato, la forza del rinculo, dopo ogni colpo, lo avrebbe fatto arretrare, costringendo, ogni volta, gli artiglieri a rimetterlo in posizione di tiro e ad effettuare nuovamente il puntamento. La soluzione vincente venne elaborata dai francesi. Un team di ingegneri e tecnici militari sotto la guida del colonnello Joseph A. Deport realizzò tra il 1892 e il 1896 il primo cannone "moderno" il *Canon de 75 modèle 1897*.

Introdotta nel 1897, era un cannone da campagna, a tiro rapido, facilmente trasportabile, del peso di 1,5 tonnellate, con un calibro di 75 mm e una gittata di oltre 8 chilometri. La sua caratteristica innovativa, copiata poi in tutti i modelli successivi, era costituita dal fatto che l'arma non era più ad affusto rigido, in cui la canna era fissata in maniera inamovibile al resto del cannone, ma era libera di oscillare, con il rinculo che veniva completamente assorbito da freni idraulici e altri dispositivi deformabili di ritenuta e recupero, che riposizionavano la canna, dopo ogni colpo, nella posizione di partenza. Inoltre la tendenza all'impennaggio del cannone era stata risolta allungando la coda, pertanto l'arma poteva sparare in rapida successione mantenendo pressoché inalterato il puntamento e di conseguenza, la precisione del tiro. Artiglieri ben addestrati potevano raggiungere una celerità di tiro di oltre 20 colpi al minuto e si narra che il meccanismo di rinculo fosse così efficace che era possibile mettere un bicchiere d'acqua su una delle ruote dell'affusto, senza che questa si rovesciasse durante il tiro. Il cannone Modello 1897 alla sua nascita era un progetto tecnologicamente molto avanzato e assolutamente *top secret* ma, quindici anni dopo, alla vigilia dello scoppio della Grande guerra, tutte le altre potenze europee si erano dotate di armi quasi analoghe e pertanto il vantaggio tecnologico francese si era ridotto, anche se tale cannone rimaneva comunque lo standard di riferimento con il quale comparare qualunque altro nuovo progetto di artiglieria campale.

### *...e nuove munizioni e esplosivi*

Il progresso nelle armi da fuoco fu accompagnato da un parallelo sviluppo di nuovi tipi di munizioni. Durante le guerre napoleoniche le munizioni per i fucili erano semplici contenitori di carta al cui interno si trovava la polvere e il proiettile. Nel bel mezzo della battaglia il tiratore, con un fucile a pietra focaia, doveva aprire l'involucro (con i denti) inserire un po' di polvere da sparo nell'innesco del fucile, tenendo l'arma in verticale, versare la restante nella canna, comprimerla con la bacchetta, inserire la palla, comprimerla nuovamente e finalmente fare fuoco. Verso la metà del secolo venne sviluppato un involucro, o bossolo, di carta (da cui il termine cartuccia), impermeabile e che conteneva nell'ordine: il proiettile, la capsula d'innesco e la polvere da sparo. L'accensione della carica avveniva per mezzo di un percussore ad ago che attraversava la zona dove vi era la carica esplosiva sino a raggiungere e percuotere l'innesco che, quindi, si incendiava ed accendeva la carica. Successivamente la cartuccia venne dotata di bossolo interamente metallico ed i proiettili

cambiarono forma e dimensione, riducendo il calibro e assumendo una ogiva ovale, aumentando al contempo gittata e precisione.

Nel 1846 il chimico tedesco Christian Friederich Schönbein scoprì la nitratura della cellulosa mediante una miscela di acido nitrico ed acido solforico, ottenendo la nitrocellulosa a cui diede il nome di fulmicotone, un nuovo tipo di esplosivo sostitutivo della polvere nera. L'anno dopo il medico e chimico torinese Ascanio Sobrero sintetizzò la nitroglicerina, un esplosivo potente ma molto instabile e quindi pericoloso da maneggiare.

Alfred Nobel, nel 1867 risolvette questo problema riuscendo a stabilizzare la nitroglicerina mescolandola con sostanze inerti, come la farina fossile, mettendola sul mercato, civile (per le cave e miniere) e militare sotto forma di candelotti, diventando ricchissimo.

La corsa allo sviluppo di nuovi esplosivi e la necessità di sostituire la polvere da sparo fino a quel momento usata, non dipese solo dalla ricerca di composti a maggior potere detonante. Uno dei principali e noti difetti della polvere da sparo era causato dal fumo che essa produceva ad ogni esplosione. Pertanto avere fucili, o cannoni o, infine, mitragliatrici, in grado di produrre un elevato volume di fuoco sarebbe stato di scarsa utilità pratica se coloro i quali operavano queste armi non fossero più stati in grado di vedere il campo di battaglia davanti a loro, per via del fumo da essi stessi generato. Così, parallelamente allo sviluppo della tecnologia delle armi da fuoco, nella seconda metà del XIX secolo si assistette anche allo sviluppo di nuovi esplosivi deflagranti (cioè a basso potere dirompente, usati per cariche di lancio) e detonanti, senza fumo. Nel 1884 il francese Paul Vieille, proseguendo il lavoro sulla nitrocellulosa di Schönbein realizzò nel "Laboratoire Central des Poudres et Salpêtres" di Parigi la *Poudre B* il primo esplosivo per cariche di lancio senza fumo. Tre anni dopo, nel 1887 lo stesso Nobel brevettò il "suo" esplosivo senza fumo, mixando nitroglicerina e nitrocellulosa, la *balistite*. La concorrenza era agguerrita, in Gran Bretagna il governo costituì un "Explosives Committee" per lo sviluppo di nuovi deflagranti e il chimico Frederick A. Abel riuscì a brevettare un nuovo esplosivo senza fumo, la *cordite*, nel 1889, vincendo anche una causa legale con Nobel che lo accusava di avergli copiato il composto.

### *La corsa agli armamenti navali e l'avvento dell'aviazione*

La propulsione a vapore per le navi, sperimentata per la prima volta dall'americano Robert Fulton agli inizi del XIX secolo, aveva permesso lo sviluppo di bastimenti sempre più pesanti, costruiti in ferro non più in legno, protetti da corazze e armati con cannoni di calibro sempre maggiore. Epilogo di questo crescendo fu la realizzazione di una nuova classe di navi, le *corazzate*.

Navi pesantemente armate e protette, dotate di torri corazzate equipaggiate con cannoni di vario calibro, a propulsione a vapore generato da caldaie a carbone. Le prime navi di questo tipo costruite nell'ultimo ventennio del secolo stazzavano oltre 10 mila tonnellate e dispiegavano un armamento composto sia da alcuni cannoni di grosso calibro (oltre i 300 mm) a poppa e a prua, più una serie di cannoni di calibro inferiore ai lati lungo i fianchi della nave, (per tale caratteristica vennero perciò denominate "corazzate pluralibro").

Nel 1906, la Royal Navy britannica mise in linea una nave rivoluzionaria, la corazzata *Dreadnought* che di colpo rese obsolete tutte le altre navi da battaglia, superandole in armamento, dislocamento, protezione e velocità, quest'ultima assicurata dall'introduzione di nuove turbine a vapore che le permettevano di raggiungere i 21 nodi. Il suo nome divenne sinonimo di moderna corazzata, definendo un nuovo standard della marineria militare e declassando le navi da battaglia fino a quel

momento costruite alla categoria di *pre-dreadnought*. Il varo di questo vascello innescò, nel primo decennio del Novecento, una corsa agli armamenti navali tra la Gran Bretagna e le altre principali potenze, in particolare la Germania guglielmina, corsa che costituirà una delle cause dello scoppio della Prima guerra mondiale.

Come la corazzata anche il sottomarino e la sua principale arma, il siluro, nacquero come frutto del progresso tecnologico del XIX secolo. Dal primo pionieristico esemplare, il *Nautilus* del 1801 (un altro progetto di Robert Fulton) il sommergibile, seppur primitivo, aveva dimostrato le sue capacità offensive già durante la guerra civile americana, quando una nave nordista divenne, nel 1864, la prima vittima di questo nuovo tipo arma. L'efficacia del sommergibile subì un notevole perfezionamento nei decenni successivi grazie all'introduzione di 2 innovazioni: il motore elettrico per la propulsione in immersione e il siluro quale principale arma di offesa.

Il primo siluro venne ideato dal fiumano Giovanni Luppis, ufficiale della Marina austriaca e da Robert Whitehead, un ingegnere e imprenditore britannico direttore di uno stabilimento nella città istriana, che presentarono la nuova arma ad una Commissione navale austriaca nel 1866. Il prototipo venne accolto con interesse e Whitehead impiantò la prima fabbrica di siluri a Fiume ottenendo un notevole successo commerciale presso le marine di tutto il mondo: nel 1881 lo stabilimento fiumano forniva i suoi siluri alle marine militari di ben dieci Paesi.

Anche la conquista dell'aria aveva consentito lo sviluppo di nuovi strumenti bellici. Fin dalla fine del XVIII secolo si ebbe un primo uso degli aerostati per fini militari, con compiti di osservazione del nemico, mentre è del 1911 il primo impiego operativo di velivoli in azioni belliche, da parte degli italiani durante la guerra di Libia, solo 8 anni dopo il primo volo del *Flyer I* dei fratelli Wright.

### **L'impiego bellico dei nuovi armamenti e gli effetti sui campi di battaglia**

Perché una guerra che secondo gli Stati maggiori dei vari eserciti coinvolti, sarebbe dovuta durare solo poche settimane, con poche perdite, durerà invece 4 anni, coinvolgerà l'intero pianeta e causerà quasi 10 milioni di morti?

Quali strategie, tattiche e innovazioni tecnologiche ne hanno condizionato l'esito?

Si può rispondere che furono le nuove armi messe a punto nei decenni di pace precedenti a causare il disastroso andamento del conflitto, al quale gli Stati maggiori dei vari eserciti non erano preparati. Nell'estate del 1914 era opinione comune degli alti comandi di tutte le potenze belligeranti che il conflitto sarebbe stato di breve durata. Tale convinzione si basava su due assunti.

Il primo era fondato sulle precedenti, recenti, esperienze storiche. Da un secolo esatto, dalla fine delle guerre napoleoniche, i rari conflitti che avevano visto coinvolgere tra di loro le potenze del Vecchio continente erano stati di durata limitata, decisi con rapidi movimenti di truppe e conclusi da brevi e risolutive battaglie campali. Così si era svolto l'ultimo grande conflitto sul suolo europeo, la Guerra franco-prussiana del 1870-71, che nell'arco di poche settimane aveva visto la vittoria delle armate di Berlino e aveva portato alla caduta del II Impero francese. Altrettanto brevi e risolutive erano state la guerra austro-prussiana del 1866 e quelle di indipendenza italiane.

L'altro elemento a favore di un rapido e decisivo conflitto, nelle valutazioni strategiche dell'epoca, si basava sul continuo sviluppo delle reti di trasporto e comunicazione nel continente. I moderni mezzi di trasporto e di comunicazione, in particolare lo sviluppo delle ferrovie e la nascita del

trasporto automobilistico su strada, rendevano ora possibili nuove opportunità in precedenza impensabili, garantendo agli eserciti attaccanti in marcia, inedite capacità di mobilità e velocità.

Tutti i piani operativi dei vari eserciti nel 1914 facevano principalmente affidamento allo sviluppo delle reti ferroviarie come moltiplicatore delle loro forze, per rapidi spostamenti e celeri schieramenti delle proprie unità militari per sorprendere il nemico e giungere ad una rapida vittoria.

Queste premesse tutte favorevoli a una guerra di movimento, lasciavano presagire che anche quella iniziata nell'estate del 1914 lo sarebbe stata. Tanto che il kaiser Guglielmo II poteva rassicurare i suoi soldati che "sarebbero tornati a casa prima che incominciassero a cadere le foglie d'autunno". E così, milioni di uomini di ogni esercito, partirono con la ferma convinzione, sostenuta dai loro comandanti, che tutto sarebbe finito entro pochi mesi.

La fiducia in una rapida guerra di movimento costituiva anche l'essenza dei rispettivi piani di attacco, tutti basati sul concetto strategico dell'offensiva ad oltranza. Il piano *Schlieffen*, tedesco, prevedeva un fulmineo attacco alla Francia attraverso il Belgio neutrale, per arrivare a Parigi in poche settimane. Il contrapposto piano francese, il *Plan XVII* era invece incentrato su un rapido attacco, di slancio (a imitazione dell'*élan* napoleonico) attraverso l'Alsazia per entrare nel cuore della Germania. Il *Piano 19* russo, introdotto proprio alla vigilia dello scoppio del conflitto, prevedeva, rispetto ai piani elaborati in precedenza dagli strateghi dello Zar, il passaggio da un atteggiamento difensivista ad uno più marcatamente offensivo per attaccare l'Impero tedesco attraverso i domini polacchi e la Prussia orientale. Anche la Gran Bretagna contava sulla rapidità nel trasferire il proprio corpo di spedizione in Francia, già entro pochi giorni dalla dichiarazione di guerra, per poter essere in grado di fornire un contributo immediato e decisivo alla guerra.

Per gli strateghi del 1914 il successo era dunque fondato sulla rapidità di movimento e, al contrario, il chiudersi sulla difensiva era considerato un atteggiamento foriero di sconfitta. Questa pianificazione strategica invece si rivelerà fallimentare e tutti gli eserciti si ritrovarono alla fine di quell'anno invischiati in un nuovo tipo di guerra, micidiale, con i soldati che avrebbero sperimentato sulla loro pelle l'incubo dell'intensificazione tecnologica del nuovo campo di battaglia dell'era industriale.

### *Un nuovo modo di combattere: la guerra delle talpe*

Le due grandi battaglie iniziali del 1914, Marna sul fronte francese e Tannenberg e Laghi Masuri su quello orientale, fermarono l'avanzata rispettivamente dei tedeschi e dei russi e trasformarono la guerra da conflitto di movimento rapido, "ottocentesco" a guerra di posizione. La motivazione principale di questo inaspettato esito dipese dalle nuove armi dispiegate sui campi di battaglia, armi che favorirono fortemente il difensore rispetto all'attaccante: fucili e cannoni a tiro rapido, mitragliatrici, bombarde e mortai, con l'aviazione usata inizialmente soprattutto per la ricognizione che non consentì più agli eserciti di manovrare nelle retrovie senza essere osservati.

I soldati per sopravvivere si devono quindi nascondere. Niente più divise sgargianti, ma uniformi del colore della terra ed elmetti d'acciaio al posto degli eleganti copricapi portati in precedenza. Si iniziano a scavare le trincee e si proteggono con il filo spinato (una invenzione "civile" che trovò, come vedremo, un immediato e terribilmente efficace uso bellico).

Nasce un nuovo tipo di guerra, che non è definita nei manuali di arte militare e che sconcerta i combattenti al fronte e non solo, tanto che un giornale satirico francese, alla fine del 1914, sorpreso, come il pubblico dei suoi lettori, da questo nuovo modo di combattere, lo battezza ironicamente "*la guerra delle talpe*". E' la guerra di trincea.

Sui fronti della Francia e del Belgio, in Polonia e Galizia, e più tardi a Gallipoli e sul Carso, gli eserciti si affronteranno per il controllo di pochi metri di terreno, in uno scenario sconvolto, arato dalle esplosioni delle artiglierie di ogni calibro. Questo luogo è la terra di nessuno, lo spazio fisico che separa i due eserciti contrapposti, il palcoscenico infernale che strappa i soldati dalla relativa sicurezza dei ripari della trincea per scaraventarli, ad ogni assalto, verso un pericoloso ignoto. Attraversarlo è una terribile ordalia, sotto il fuoco di fucili a tiro rapido, mitragliatrici e cannoni. I pochi che arrivano davanti alle trincee nemiche si trovano di fronte un nuovo ostacolo tecnologico, non un'arma vera e propria ma altrettanto micidiale: gli sbarramenti di filo spinato. Alla fine, per chi li supera, l'incontro ravvicinato con il nemico, in cui spesso il combattimento corpo a corpo perde ogni connotato "moderno", per rientrare nella lotta feroce fatta con armi, come mazze chiodate e pugnali, più dal carattere primitivo e medioevale, che non del XX secolo. Quasi a testimoniare il paradosso della guerra industriale e tecnologica che produce un ritorno alla bestialità dei "secoli bui".

### *La triade che trasformò la guerra: mitragliatrici, cannoni a tiro rapido e filo spinato*

L'impiego combinato di mitragliatrici e artiglieria a tiro rapido, tecnologie sviluppate negli anni precedenti al 1914, ma che avevano visto allo scoppio della Grande guerra, l'utilizzo su larghissima scala, plasmarono il conflitto creando un nuovo tipo di guerra che l'introduzione del filo spinato, non una vera e propria arma ma un ostacolo difensivo, contribuì ulteriormente a favorire la posizione del difensore rispetto a quella dell'attaccante, rendendo ogni azione offensiva particolarmente difficile e costosa in termini di vite umane.

### *L'importanza e la diffusione della mitragliatrice nella Grande guerra*

Lo schieramento massiccio delle mitragliatrici costituì uno degli elementi distintivi della Prima guerra mondiale. E' evidente come tali armi, impiegate in difensiva contro masse di fanteria avanzanti in campo aperto e senza alcuna protezione, erano in grado di causare enormi perdite e contribuivano a fiaccare qualunque spinta offensiva. La stima del loro potere di fuoco equivalente, rispetto ai fucili, variava, comunque si può considerare che il tiro di una di queste armi equivallesse a circa quello di 80/100 fucili.

Il modello standard di mitragliatrice era la Maxim, soprannominata "Il pennello del Diavolo". Un'arma davvero universale in quanto, utilizzata, in diverse versioni, sia dagli eserciti dell'Intesa che dagli Imperi centrali, equipaggiando inglesi, tedeschi, russi e americani.

La mitragliatrice del 1914-18, dato il suo peso, e la necessità, per il corretto funzionamento, di avere a disposizione un cospicuo numero di addetti e munizioni, era un'arma prettamente difensiva e statica, che ben si prestava alla guerra di posizione. I modelli in dotazione, erano normalmente dotate di un treppiede di sostegno e necessitavano fino a 6 serventi. In teoria potevano avere una celerità di tiro dai 400 ai 600 colpi al minuto, una cadenza di fuoco che aumentò nel corso del conflitto, grazie al crescente ricorso all'alimentazione a nastro, con la quale i proiettili venivano inseriti nell'arma tramite un nastro di tela che poteva contenere fino a 250 colpi. L'alternativa era l'alimentazione tramite lastre di caricamento da 25 o 30 colpi che venivano inserite in rapida successione dai serventi per garantire una celerità di tiro costante.

Nell'impiego pratico queste prime armi automatiche tendevano facilmente al surriscaldamento, per ovviare a tale inconveniente vari modelli, ad esempio le Maxim e derivati, erano raffreddate ad acqua, mediante un manicotto a tenuta stagna che avvolgeva la canna, al cui interno veniva fatto circolare il liquido di raffreddamento. Tale sistema era efficace, ma aumentava il peso e l'ingombro dell'arma e inoltre determinava la necessità di dover disporre, sempre, durante i combattimenti, di una scorta di acqua per garantirne il raffreddamento. In alternativa le mitragliatrici potevano essere raffreddate ad aria, con apposite aperture e alette disposte lungo la canna che favorivano la dispersione del calore, tipico ad esempio delle armi francesi, come le Hotchkiss. Tale soluzione era comune anche a tutte le mitragliatrici montate sugli aeromobili, che potevano beneficiare del flusso d'aria durante il volo per consentire una efficace refrigerazione dell'arma.

Che fossero comunque sia raffreddate ad acqua o ad aria, le mitragliatrici della Grande guerra si inceppavano di frequente, specialmente in condizioni di alte temperature e se usate da serventi con scarsa esperienza, di conseguenza, per garantire un adeguato e costante volume di fuoco, le armi venivano spesso impiegate in gruppo, per mantenere un tiro costante, dando vita a veri e propri sbarramenti di mitragliatrici. Gruppi di queste armi, sotto un unico comando venivano usate per sparare su linee di tiro precedentemente fissate, inchiodando qualunque attaccante sotto un fuoco incrociato micidiale. Un'altra modalità di impiego delle mitragliatrici era costituita dal tiro indiretto che, sfruttando il secondo arco di traiettoria dei proiettili, consentiva di utilizzarle come se fossero dei piccoli obici di artiglieria, scavalcando le truppe amiche. Queste tecniche richiedevano però una accurata preparazione balistica e un adeguato e preventivo studio del terreno.

L'importanza della mitragliatrice nella Prima guerra mondiale può essere sintetizzata da alcuni dati. In tutti gli eserciti si assistette ad un incremento continuo del numero di queste armi, se ciò era consentito dalle risorse industriali disponibili. L'esercito italiano, ad esempio, all'entrata in guerra schierava complessivamente solo 600 mitragliatrici, che però erano già diventate 3000 alla fine del 1916, 12000 nell'autunno del 1917, alla vigilia di Caporetto, e 25 mila alla fine della guerra, nel novembre 1918.

Sul fronte occidentale, nel settore della Marna, all'inizio del conflitto i tedeschi schierarono una media di 3,5 armi automatiche per ogni chilometro di trincea, nello stesso settore, nel 1918, la media per chilometro era salita a 31,5. Sempre in quell'anno alcuni reparti tedeschi di fanteria di prima linea segnalavano al loro servizio logistico che le mitragliatrici in dotazione arrivavano a utilizzare quasi il 90% del munizionamento da loro impiegato.

### *Il ruolo dell'artiglieria nel fermare le avanzate del 1914 e nella guerra di posizione*

Otto mesi dopo lo scoppio della guerra, nel marzo 1915, l'addetto militare italiano a Berlino, dopo una visita sul fronte occidentale (l'Italia era ancora neutrale e sarebbe entrata in guerra solo due mesi dopo) informava il Capo di Stato Maggiore Cadorna che in questo nuovo conflitto "l'artiglieria domina la guerra di posizione, costruendo il principale sostegno della difesa e l'arma essenziale dell'attacco"<sup>1</sup>.

Già i più acuti osservatori avevano quindi compreso come questa guerra sarebbe stata, assai più di ogni altra combattuta in precedenza, dominata dal cannone. La dimostrazione dell'importanza di questa arma, tecnologicamente perfezionata, come ricordato in precedenza, è quasi immediata ed una parte fondamentale la gioca il nuovo pezzo da 75 francese e i suoi quasi omologhi tedeschi

---

<sup>1</sup> P. PIERI, *L'Italia nella prima guerra mondiale (1915-1918)*, Einaudi, Torino 1968, p. 65-68

nelle due grandi battaglie, sul fronte occidentale e orientale, che decidono le sorti del conflitto, Marna e Tannenberg, trasformandolo da guerra di movimento a guerra di posizione.

L'artiglieria francese entrò in guerra nell'agosto del 1914 con 4100 pezzi Modello 1897 (mille batterie da 4 pezzi ognuna) e durante il corso del conflitto ne verranno prodotti altri 17500 esemplari.

Il cannone da 75 diede le sue migliori performance durante la battaglia della Marna nell'agosto-settembre 1914 e a Verdun nel 1916. Allo scoppio del conflitto il mobile pezzo da 75 francese riuscì a rallentare l'avanzata tedesca attraverso il Belgio e successivamente nel settembre del 1914 giocò un ruolo fondamentale nella battaglia di arresto della Marna dando ai francesi un potente strumento per attaccare i fianchi troppo estesi dell'armata tedesca avanzante. In questa battaglia le batterie dell'artiglieria francese spararono un enorme numero di proiettili contribuendo a bloccare l'avanzata tedesca, contro le fanterie tedesche che avanzavano in campo aperto e colpendo con effetti distruttivi le posizioni dell'artiglieria avversaria. Il massiccio impiego di munizioni, da parte di questi pezzi, provocò anche una crisi di approvvigionamento tale, da costringere il comando francese a limitare temporaneamente i rifornimenti ai reparti, fino a quando la produzione di proiettili non fosse stata incrementata per far fronte agli inaspettati fabbisogni causati da questo nuovo tipo di conflitto.

Superiorità dell'artiglieria e disponibilità di proiettili saranno anche la chiave della vittoria tedesca a Tannenberg, sul fronte orientale, alla fine di Agosto del 1914. Qui il "rullo compressore russo" che aveva invaso la Prussia orientale, venne fermato dai tedeschi, inferiori di numero ma che disponevano di una maggiore e più efficiente artiglieria e una migliore catena logistica che permise loro di far fuoco a volontà, mentre l'inferiore controparte russa<sup>2</sup> aveva problemi di rifornimento così gravi che le batterie dello Zar ricevettero l'ordine, alla vigilia della battaglia, di limitare i colpi a non più di 4 al giorno per cannone.

Oltre un anno dopo, a Verdun nel 1916 è di nuovo il cannone francese Mod. 1897 a giocare un ruolo fondamentale, con oltre 1000 cannoni da 75 (250 batterie) impegnati costantemente in azione, giorno e notte, ininterrottamente per i 9 mesi della più feroce battaglia di logoramento della Prima guerra mondiale, sparando complessivamente 16 milioni di colpi, e rappresentando oltre il 70% del totale complessivo del munizionamento impiegato dall'artiglieria francese durante questa battaglia. Il cannone da 75, grazie alla sua precisione, mobilità e potenza di fuoco si rivelò una devastante arma contro la fanteria che attaccava in campo aperto, ma, con il prosieguo del conflitto, il ridotto peso dei suoi proiettili (dai 5,5 ai 7,2 kg) così come quello dei pezzi simili da campagna schierati dagli altri eserciti, rendevano tali armi inadatte a distruggere trincee, bunker in cemento o rifugi sotterranei. Di conseguenza, non appena la guerra si stabilizzò nelle trincee, tutti gli eserciti iniziarono a dispiegare artiglierie pesanti d'assedio di calibro sempre maggiore, che sacrificavano la mobilità, non più necessaria, col potere distruttivo delle loro granate. Verranno schierati artiglierie come la tedesca *Grande Berta* di 43 tonnellate, in grado di sparare proiettili del peso da 800 kg. a 9 km di distanza o giganteschi cannoni montati su affusti ferroviari pesanti centinaia di tonnellate. In questo settore sarà la Francia a mettere in campo la più vasta gamma di armi del genere, ma saranno i tedeschi a colpire l'immaginario collettivo con ordigni come il "cannone di Parigi", con cui nel

---

<sup>2</sup> Allo scoppio del conflitto la Russia schierava 60 batterie di artiglieria pesante contro le 381 della Germania.

1918, bersagliarono la capitale francese sparando proiettili del peso di 120 kg a 130 km di distanza, rendendo la Prima guerra mondiale la vera “guerra del cannone”.

### *Il filo spinato: dalle praterie del West alle trincee della Grande guerra*

Nel 1874 un piccolo imprenditore agricolo dell'Illinois, Joseph Glidden, ottenne il brevetto per una nuova invenzione destinata a rivoluzionare prima l'agricoltura e l'allevamento poi anche il modo di fare la guerra: il filo spinato. Glidden non era stato l'unico che aveva cercato di risolvere un problema pratico per molti allevatori e agricoltori, nelle sterminate pianure del West: quello delle recinzioni. In quelle terre non c'era molta legna e manodopera per fare palizzate, o pietre per tirare su muretti a secco, come avveniva invece nelle regioni orientali degli Stati Uniti. Visitando varie fiere agricole del Midwest, Glidden, che aveva avuto modo di conoscere nuovi prodotti che tentavano di imporsi sul mercato, basati sul filo di ferro quale mezzo di recinzione speditiva, ebbe l'idea di perfezionare ciò che aveva visto. Inizialmente il suo prototipo aveva le punte di fil di ferro legate sul cavo centrale, ma la stretta si allentava facilmente e le spine si spostavano lungo il filo. Fu allora che ebbe l'idea di rinforzare il suo dispositivo attorcigliando un secondo filo, sia attorno al primo che alle singole punte di ferro. In questo modo le stesse venivano bloccate e l'insieme risultava molto più resistente. L'invenzione fu un successo e Glidden, dopo aver vinto una lunga battaglia legale per la paternità dell'invenzione, divenne uno degli uomini più ricchi d'America.

Nei decenni successivi l'uso dei reticolati di filo spinato travalicò l'ambito agricolo per trovare un impiego anche in campo militare. Risale al 1898, durante la Guerra ispano-americana, il primo utilizzo documentato del filo spinato come sbarramento sul campo di battaglia, ad opera degli spagnoli che difendevano Santiago di Cuba; mentre in occasione della Guerra Russo-giapponese del 1904-05 tali ostacoli verranno già impiegati in maniera consistente.

Sarà però con la Prima guerra mondiale che questa “arma” mostrerà tutta la sua efficacia nell'arrestare l'avanzata di masse di uomini all'assalto, tanto che nel già citato rapporto dell'addetto militare italiano a Berlino, del marzo 1915, il reticolato venne definito un “ostacolo pressoché insuperabile”, se solido e ben difeso.

Quelli stesi dai tedeschi avevano fama di essere più robusti, più profondi e più acuminati rispetto a quelli alleati, tanto che, sul fronte delle Somme nel 1916, il bombardamento di artiglieria inglese con cui si intendeva spazzarli via, prima dell'offensiva, si rivelò parzialmente inutile se non addirittura controproducente in quanto li aveva resi più aggrovigliati. Per aprire un varco nel filo spinato, in alternativa all'artiglieria, rimaneva il ricorso ad apposite squadre di tagliafili che, col favore dell'oscurità, armati di pinze, o di tubi esplosivi da piazzare sotto i reticolati, si inoltravano nella terra di nessuno per questo rischiosissimo compito.

Sempre di notte operavano le squadre incaricate di stendere o riparare i reticolati, anche in questo caso la missione era pericolosissima, per via dell'inevitabile rumore che si veniva a creare nel piantare i pali nel terreno, rivelando così al nemico la propria posizione. Per tentare di ovviare a questo problema gli inglesi introdussero un “picchetto silenzioso”, che aveva la forma di un gigantesco “cavatappi” di ferro, che andava avvitato, anziché piantato, nel terreno, riducendo il rumore prodotto durante la posa.

## *Armi per la guerra di trincea: la bombarda (mortaiò) e il lanciafiamme*

Una nuova arma, tipica della guerra di trincea, ad avancarica, era la bombarda<sup>3</sup>, consisteva in un tubo metallico ad anima liscia, di vario calibro, dai 40 ai fino ai 250 mm, che poggiava su un supporto metallico in grado di sparare grossi proiettili con una traiettoria molto curva ed una portata limitata, anche di poche centinaia di metri. Funzionava come un obice, ma era molto più semplice e facile da costruire, rispetto a quest'ultimo, perché impiegando ridotte cariche di lancio, sottoponeva la canna a minori sollecitazioni. Un'arma economica anche se non molto precisa, ma di una certa efficacia contro trincee e reticolati. A partire dal 1915 si affermò su tutti i fronti il lanciabombe da 3 pollici *Stokes*, inventato da Wilfried Stokes, un ingegnere civile inglese, come risposta ai tedeschi "minenwerfer" (lanciamine). La caratteristica innovativa di queste nuove armi era data dal fatto che sparavano un proiettile che conteneva anche la carica di lancio nella sua parte posteriore, che si attivava colpendo il percussore posto sulla culatta.

Un altro terribile strumento di guerra, dal forte impatto anche psicologico, che fece il suo debutto sui campi di battaglia della Prima guerra mondiale, fu il lanciafiamme, sperimentato dai tedeschi per la prima volta nel saliente di Ypres, nel 1915.

Inventato da Richard Fiedler un ingegnere tedesco che lo propose alle autorità militari del Reich nel 1901, venne poi perfezionato per essere reso portatile. Una bombola conteneva separatamente gas pressurizzato e olio infiammabile, azionando una leva il gas spingeva il liquido infiammabile attraverso un tubo di gomma fino a raggiungere un dispositivo di accensione posto su un ugello di acciaio. L'arma era in grado di proiettare un getto infuocato a circa 20 metri di distanza. Era uno strumento utile durante l'assalto quando, raggiunte le trincee nemiche, si volevano costringere gli occupanti ad uscire allo scoperto. D'altro canto i soldati che lo utilizzavano si esponevano a maggiori rischi rispetto ai loro commilitoni, sia per l'ingombro e il peso dell'arma, sia per il fatto che per farlo funzionare, era necessario rimanere in piedi e questo li rendeva facili bersagli. Inoltre era sempre possibile che la bombola con il liquido infiammabile esplodesse, sia per cause accidentali, sia perché colpita dal fuoco nemico.

### **I tentativi di superare lo stallo**

Le nuove tecnologie avevano quindi causato un inedito e spaventoso tipo di guerra e per superare la staticità del conflitto ci si rivolse nuovamente alla ricerca scientifica e tecnologica. I migliori chimici vennero spronati a sviluppare nuovi esplosivi e gas tossici sempre più letali, mentre l'ingegneria navale ed aeronautica sfornarono armamenti sempre più perfezionati. Anche la tattica di guerra verrà rivoluzionata con l'introduzione di nuove modalità tecniche di assalto per superare lo stallo sui campi di battaglia. In ultimo sarà il progresso della motorizzazione del nuovo secolo a favorire l'ideazione dell'arma forse risolutiva, almeno sul fronte occidentale: il carro armato, ideato dagli inglesi nel 1916.

---

<sup>3</sup> Nota anche come lanciagranate, lanciabombe o lanciamine, la bombarda assumerà il nome di mortaiò da trincea solo alla fine del conflitto mentre, nel 1914-18, con tale termine si identificavano invece i grossi pezzi di artiglieria a tiro curvo e a ridotta gittata, impiegati contro le fortificazioni. Ad esempio, la *Grande Berta*, già citata, era considerata un mortaiò. Dopo la Prima guerra mondiale il termine mortaiò verrà definitivamente associato ai nuovi lanciabombe e tale uso è quello che è prevalso fino ad oggi.

## *Le armi chimiche tra tentativi di regolamentazione e impiego bellico*

Grazie allo straordinario sviluppo della chimica del secolo XIX i paesi tecnologicamente più avanzati avevano iniziato a pensare all'utilizzo di composti chimici quali aggressivi per impiego bellico. Il possibile effettivo utilizzo di queste nuove armi e la preoccupazione e riprovazione generata da questa ipotesi, avevano portato le grandi potenze europee, Francia, Gran Bretagna, Germania, Russia, Italia e altre, a sottoscrivere, a cavallo del secolo, due convenzioni internazionali, che specificamente proibivano "l'uso di proiettili la cui unica funzione fosse quella di diffondere gas asfissianti o nocivi"<sup>4</sup>.

In realtà, alla vigilia del fatidico 1914, nazioni come Germania e Francia avevano trovato il modo di aggirare il bando, creando piccoli arsenali di proiettili d'artiglieria, parzialmente caricati a esplosivo convenzionale e in parte con aggressivi non letali quali gas lacrimogeni o irritanti. L'utilizzo di queste munizioni speciali da parte di tedeschi e francesi ebbe un uso limitato sul finire del primo anno di guerra, a mano a mano che il conflitto stava scivolando sempre più verso una inconcludente guerra di trincea. I quantitativi utilizzati rimasero comunque modesti, a causa della loro scarsissima efficacia bellica, dimostrata dal fatto che, in alcuni casi, chi subiva l'attacco nemmeno si accorgeva della presenza di tali aggressivi, per via della loro volatilità e ridotta capacità nociva.

I gas sembravano quindi non essere destinati a lasciare il segno nella Grande guerra, quando entrò in scena uno dei più grandi chimici del Novecento, futuro premio Nobel, il tedesco Fritz Haber. Colui che fino a quel momento era stato considerato un benefattore dell'umanità per aver ideato il processo di sintesi dell'ammoniaca, che consentiva la produzione di fertilizzanti per l'agricoltura a basso costo.

Di fronte allo stallo e alle carneficine della guerra di trincea Haber, già un benemerito per la macchina bellica tedesca, perché grazie alla sua invenzione aveva reso il Reich indipendente per la produzione di munizionamento,<sup>5</sup> suggerì allo Stato maggiore tedesco la possibilità di usare come nuovo aggressivo chimico il cloro, un gas con effetto asfissiante. Per aggirare le norme ancora vigenti delle Convenzioni dell'Aia, sottoscritte anche dalla Germania, il gas doveva essere rilasciato non da proiettili ma da bombole, posizionate a ridosso delle trincee avversarie e aperte, a favore di vento, per diffondere il loro mortale contenuto sul nemico.

Così il 22 Aprile 1915, sul fronte occidentale, nel settore di Ypres, il vento spirava a favore di Haber e dei suoi chimici in prima linea, che liberarono il contenuto di 4000 bombole contenenti 168 tonnellate di cloro su un fronte di 6 chilometri, contro due divisioni francesi e una canadese. L'attacco col gas, grazie all'effetto sorpresa, si rivelò un successo ben oltre le aspettative dello stesso comando tedesco, tanto che quest'ultimo, scettico sulla nuova arma, non aveva nemmeno previsto l'impiego di riserve per sfruttare lo sfondamento ottenuto. Questa scarsa lungimiranza provocò grande delusione in Haber che comunque venne nominato a capo di un neocostituito dipartimento per le armi chimiche e premiato dal Kaiser in persona, che lo promosse, direttamente e in modo inedito, dal grado di sergente della riserva a quello di capitano.

La via era dunque tracciata e l'arsenale della Grande guerra si era arricchito di una nuova micidiale arma tecnologica. Da quel giorno in avanti gli aggressivi chimici diventeranno una presenza costante sui campi di battaglia, dando il via, al contempo, ad una gara tra scienziati, tra chi

---

<sup>4</sup> Convenzioni dell'Aia del 1899 e del 1907.

<sup>5</sup> Il processo ideato da Haber consentiva anche la produzione di esplosivi a basso costo e senza dover dipendere dall'importazione di preziose materie prime dell'estero, importazione che per la Germania in guerra era quasi impossibile a causa del blocco navale alleato.

realizzava composti sempre più letali (dal cloro al fosgene, dalle cloroarsine all'iprite) e chi cercava di trovare nuovi strumenti di protezione contro tali minacce.

Ma i gas non sarebbero diventati l'arma risolutiva per vincere il conflitto. I tedeschi persero presto l'esclusiva del loro impiego e gli alleati dell'Intesa, grazie alle loro industrie chimiche e ai loro scienziati, riuscirono a sviluppare aggressivi simili e realizzare sempre più efficaci strumenti di protezione per le loro truppe. Le armi chimiche non erano state in grado di superare lo stallo della Grande guerra, ne avevano solo incrementato l'orrore.

### *Nuove tattiche di assalto*

Nella prima parte del conflitto, la modalità di attacco ad una linea difensiva di trincee, consisteva in una pesante preparazione di artiglieria, con un tiro continuo lungo tutta la linea del fronte, per disarticolare le posizioni nemiche. Terminato il fuoco dei cannoni partiva il grande assalto in massa della fanteria, su una o più ondate, con l'intento di travolgere i difensori, prima che riuscissero ad organizzarsi, dopo aver subito il fuoco di sbarramento dell'artiglieria. Così si erano svolte, ad esempio, le undici offensive italiane sul fronte dell'Isonzo tra il 1915 e il 1917, undici "spallate cadorniane" che avevano prodotto ben poco, al prezzo di elevatissime perdite.

Sebbene tale tattica fosse fallimentare, oppure portava ad ottenere risultati modesti al prezzo di enormi perdite per l'attaccante, per lungo tempo nessuno dei contendenti riuscì ad elaborare valide alternative. Ci vollero oltre due anni di guerra perché si giungesse finalmente ad intaccare, nella mente dei pianificatori militari, il paradigma tattico fino ad allora imperante, per dare spazio ad un nuovo modo di condurre l'azione offensiva. Niente più attacchi di massa annunciati da grandi preparazioni di artiglieria, che mettevano in allarme il nemico, ma azioni di sorpresa, con brevi ma altamente concentrati tiri di artiglieria che anticipavano l'avanzata di piccoli gruppi, pesantemente armati ed addestrati, le *truppe d'assalto*. Tali reparti si dovevano infiltrare lungo le linee nemiche e continuare ad avanzare, evitando di attaccare i centri di resistenza ancora attivi, per incunarsi verso le retrovie al fine di causare il maggior danno possibile, lasciando alle successive ondate il compito di annientare le sacche di resistenza nemiche o costringerle alla resa. Queste tattiche vennero sperimentate con successo dai tedeschi per la conquista della piazzaforte russa di Riga, sul fronte orientale agli inizi di settembre del 1917, per poi essere impiegate a Caporetto contro gli italiani due mesi dopo e quindi durante la grande offensiva della primavera del 1918 sul fronte occidentale francese.

Nonostante i risultati positivi, le nuove tattiche di infiltrazione non furono in grado, da sole, di determinare una rapida conclusione del conflitto. Da una parte i difensori adottarono contromisure, articolando il proprio schieramento più in profondità e rendendo i propri capisaldi in grado di difendersi su 360° gradi, evitando così di farsi sorprendere in caso di accerchiamento. Inoltre l'azione delle truppe d'assalto avanzate, che si muovevano pur sempre a piedi, si fondava sulla velocità e richiedeva che anche il resto delle unità attaccanti le seguissero, mantenendo il più possibile il passo, per evitare che le prime si trovassero isolate e non potessero più ricevere rifornimenti e rinforzi. Questo, nei campi di battaglia devastati dalle esplosioni della Grande guerra costituiva un problema e così il nemico poteva trovare il tempo di riorganizzarsi e contrattaccare. Sarà solo con la meccanizzazione degli eserciti che questo problema potrà essere completamente risolto.

## *L'arma forse risolutiva: il tank*

Nell'autunno del 1914, di fronte all'impasse in cui si stava invischiando il conflitto, un ufficiale britannico, osservatore sul fronte occidentale, il colonnello Ernest D. Swinton, propose l'idea di costruire un veicolo armato e blindato, dotato di cingoli, che si sarebbe basato sui nuovi trattori agricoli "caterpillar" prodotti dall'americana Holt, introdotti nel mercato civile da pochi anni e che già avevano iniziato ad essere utilizzati anche in ambito militare, grazie alla loro mobilità su terreno accidentato, quali trattori per l'artiglieria pesante.

L'idea non venne presa in considerazione dal Ministero della Guerra inglese ma suscitò l'interessamento di Winston Churchill, allora Primo Lord dell'Ammiragliato, cioè ministro della marina. Curiosamente, lo sviluppo di un'arma prettamente terrestre verrà portato avanti dalla Royal Navy, in fin dei conti, il mezzo non era altro che una piccola "nave terrestre corazzata" e così venne denominata: *Landship*.

Su proposta di Churchill venne creato un "Landships Committee" per elaborare un prototipo sulla base dei suggerimenti di Swinton, secondo il quale il nuovo mezzo avrebbe dovuto avere le seguenti caratteristiche:

- viaggiare ad un minimo di 4 miglia orarie (circa 6,5 Km. all'ora);
- superare anche ostacoli alti un metro e mezzo;
- attraversare una trincea larga almeno due metri;
- essere immune da colpi esplosivi da fucili, pistole ed altre armi portatili;
- avvalersi di un armamento di almeno due mitragliatrici;
- possedere un raggio d'azione minimo di 30 chilometri circa;
- contenere a bordo un equipaggio di 10 uomini.

Per garantire la massima segretezza al progetto, venne deciso di dare alla nuova arma, in tutte le comunicazioni ufficiali, un nome convenzionale, in modo che, in caso di intercettazione da parte del nemico, quest'ultimo non si sarebbe allarmato. Fu scelta la parola inglese "tank", cioè serbatoio, che da allora è rimasta ad identificare tali veicoli<sup>6</sup>.

Il primo tank, il *Mark I*, realizzato in 150 esemplari, pesava 28 tonnellate ed era propulso da un motore a benzina da 105 cv. Aveva una protezione che variava dai 6 ai 12 mm di acciaio e venne costruito in due versioni che differivano solo per il tipo di armamento: uno armato di cannoncini e mitragliatrici e l'altro solo di mitragliatrici. Il prototipo venne completato nel dicembre 1915 e il nuovo mezzo venne affrettatamente impiegato nel settembre 1916 durante l'offensiva britannica sul fronte delle Somme, per cercare di dare una svolta all'ennesimo e sanguinoso assalto che si era rivelato fino a quel momento inconcludente, contro posizioni tedesche fortemente difese.

Il debutto fu tutt'altro che incoraggiante. Dei 49 tank schierati il 15 settembre 1916 al fronte, solo 32 furono in grado di raggiungere le linee di partenza dell'attacco, e di questi, 7 si fermarono subito, lasciando ai superstiti 25 il compito di avanzare verso il nemico. I mezzi manifestarono notevoli problemi di messa a punto, oltre ad avere difetti di base, come il complicato sistema di sterzo che richiedeva che il veicolo si fermasse, per effettuare la virata, rendendolo un facile bersaglio. L'equipaggio di 8 uomini soffriva condizioni terrificanti all'interno, sottoposto a una combinazione di calore e rumore intensi, intossicato dai gas di scarico del motore (i primi tank non avevano tubo

---

<sup>6</sup> Inizialmente era stato scelto il sinonimo "Water Carrier" ma l'abbreviazione che ne sarebbe derivata, "WC", non sembrava molto indicata per un'arma che avrebbe dovuto risolvere vittoriosamente il conflitto.

di scappamento esterno) sballottato, e impossibilitato a comunicare, per via del rumore, sia all'interno che all'esterno del mezzo, non disponendo di interfono e radio.

La prima apparizione dei tank, se da un lato era stato un limitato successo, grazie all'effetto sorpresa sul nemico, dall'altro aveva fatto emergere tutti i difetti meccanici e operativi del nuovo mezzo. Churchill espresse tutto il suo disappunto per il prematuro impiego: "quest'idea preziosa, contenente, se usata nella sua integrità e su scala sufficiente, la certezza di una grande vittoria, venne invece rivelata ai tedeschi per il mero obiettivo di conquistare pochi villaggi in rovina".<sup>7</sup>

Dopo le Somme i vertici militari alleati compresero che per riuscire a cambiare le sorti delle battaglie con i tank, questi veicoli corazzati andavano perfezionati e soprattutto impiegati in massa, cosa che avvenne, da allora in poi.

A partire dal 1917 anche i francesi iniziarono ad impiegare carri armati, di costruzione nazionale, sviluppati parallelamente ai britannici, mentre è da far notare che i tedeschi, che ne avevano fino ad allora subito gli attacchi, trascurarono per il resto del conflitto questa nuova arma, realizzandone solo poche decine di esemplari e riutilizzando quelli alleati che riuscivano a catturare.

Il punto di svolta dell'impiego del nuovo mezzo lo si ebbe nel novembre del 1917, quando 474 carri inglesi attaccarono in massa il fronte tedesco nel settore di Cambrai, riuscendo a incunarsi nelle fino ad allora impendibili posizioni della linea difensiva Hindenburg. Le conquiste vennero presto annullate da massicci contrattacchi tedeschi, ma il tank aveva dimostrato la sua efficacia sul campo di battaglia. Nei mesi che seguirono ogni nuova offensiva alleata vedrà il dispiegamento di crescenti schiere di tanks.

Nel settembre 1918 sarà lo stesso Sottocapo di S.M. dell'Alto comando germanico, Erich Ludendorff, in un vertice con il Kaiser, ormai consapevole dell'imminente sconfitta, a riconoscere che "la condotta della guerra sul Fronte occidentale si è oramai ridotta ad un gioco d'azzardo, a causa principalmente dell'effetto dei tanks [nemici]; l'Alto comando non è più in grado di fare previsioni sull'andamento del conflitto su basi certe."<sup>8</sup> Meno di due mesi dopo la guerra era finita.

---

<sup>7</sup> WINSTON CHURCHILL, *The World Crisis 1911-1918* Free Press, New York, 2005, (I ed. 1931) p. 315

<sup>8</sup> HEINZ GUDERIAN, *Achtung Panzer. The Development of Tank Warfare*, Cassel, London, 1999 (I ed. 1937) p. 125

# Bibliografia

- CEVA, LUCIO, *Storia delle forze armate in Italia*, Torino, UTET, 1999
- CHARLES, DANIEL, *Master Mind. The rise and fall of Fritz Haber* New York, HarperCollins Pub., 2005
- CHICKERING, ROGER - FOERSTER, STIG, *Great War, Total War. Combat and Mobilization on the Western Front, 1914-18* Cambridge, Cambridge University Press, 2000
- CHURCHILL, WINSTON, *The World Crisis 1911-1918* New York, Free Press, 2005 (I ed. 1931)
- CORNISH, PAUL, *Machine guns and the Great War*, Barnsley, Pen and Sword, 2009
- FERGUSON, NIALL, *Il Grido dei Morti. La Prima Guerra Mondiale: il più atroce conflitto di ogni tempo*, Milano, Mondadori, 2014 (I ed. 1998)
- FROMKIN, DAVID, *L'ultima estate dell'Europa. Il grande enigma del 1914: perché è scoppiata la Prima guerra mondiale?* Milano, Garzanti, 2005
- GILBERT, MARTIN, *La grande storia della prima guerra mondiale* Milano, Mondadori, 2000 (I ed. 1994)
- GOLDSMITH, DOLF - L. R. BLAKE STEVENS, *The Devil's Paintbrush (Sir Hiram Maxim's Gun)*, Collector Grade Publications Inc.; (2nd edition) 2002
- GUDERIAN, HEINZ, *Achtung Panzer. The Development of Tank Warfare*, London, Cassel, 1999 (I ed. 1937)
- ISNENGI, MARIO - ROCHAT GIORGIO, *La Grande Guerra 1914-1918*, Bologna, Il Mulino, 2008
- KEEGAN, JOHN, *La prima guerra mondiale. Una storia politico-militare*, Roma, Carocci, 2004
- LIDDELL HART - BASIL H., *La Prima Guerra Mondiale 1914-1918*, Milano, BUR Rizzoli, 1999
- MYATT, FREDERICK, *Enciclopedia illustrata delle armi portatili moderne*, Novara, Istituto Geografico De Agostini, 1984
- PIERI, PIERO, *L'Italia nella prima guerra mondiale (1915-1918)* Torino, Einaudi, 1968
- Mezzi corazzati e blindati 1900-1918*, a cura di NICOLA PIGNATO, Roma, Curcio Periodici, 1980
- RAZAC, OLIVIER, *Storia politica del filo spinato* Verona, Ed. Ombre Corte, 2001
- STRACHAN, HEW, *La Prima Guerra Mondiale. Una storia illustrata* Milano, Mondadori, 2009 (I ed. 2003)
- STRACHAN, HEW *The First World War: Volume 1: To Arms*, Oxford, Oxford University Press, 2001
- STRONG, PAUL MARBLE SANDERS *Artillery in the Great War*, Barnsley, Pen and Sword, 2014

# L'industria italiana tra guerra e dopoguerra

## Italian Industry during the War and PostWar Years

di VERA ZAMAGNI\*

L'Italia prima della guerra aveva da poco realizzato il suo decollo industriale<sup>1</sup>, che peraltro aveva coinvolto soltanto una parte del paese - il "triangolo industriale" tra Milano, Torino e Genova - e dunque si presentava all'appuntamento della guerra con un apparato industriale ancora in formazione, specialmente nel suo comparto pesante – metallurgia, meccanica e chimica – che erano i settori necessari alla produzione bellica. All'alba della guerra, l'Italia non arrivava a 1 milione di tonnellate di acciaio prodotte (contro gli oltre 17 milioni della Germania), e a un numero di "bocche da fuoco" assolutamente insufficiente. I governi si trovarono dunque nella necessità di fronteggiare l'insufficienza degli armamenti con un ampio sostegno alle imprese nazionali che potevano allargare la capacità produttiva necessaria e un altrettanto ampio ricorso alle importazioni soprattutto dagli Stati Uniti. Come ebbe a dire Luigi Einaudi poche settimane dopo l'entrata in guerra, "questa è una guerra ... di materiale e di industria"<sup>2</sup>.

L'Italia si dovette quindi impegnare ad aumentare la produzione di armamenti, sostenendo anche quella dell'elettricità e del gas, oltre che quella alimentare, ma le importazioni dovettero di molto aumentare (mentre le esportazioni diminuivano), con la necessità quindi di finanziarle a debito (soprattutto contratto con gli Stati Uniti e la Gran Bretagna). Vediamo in primo luogo alcune cifre che illustrano questo sforzo produttivo dell'Italia. Nelle tabelle 1 e 2 sono riportati i volumi produttivi di alcune industrie strategiche, mentre nella tabella 3 si trovano i dati relativi alle importazioni. Nelle prime due si può vedere che lo sforzo produttivo fu intenso fino al 1917<sup>3</sup>, ma poi si afflosciò, sia per carenza di ulteriori finanziamenti, sia per l'accentuarsi della carenza di materie prime, soprattutto carbone<sup>4</sup>, sia anche per il cambiamento di prospettiva sugli esiti della

---

\*Scuola di Economia, Statistica e Management - Università di Bologna

<sup>1</sup> Per una visione generale, si veda VERA ZAMAGNI, *Dalla periferia al centro. La seconda rinascita economica dell'Italia (1861-1990)*, Bologna, Il Mulino, 1993.

<sup>2</sup> LUIGI EINAUDI, *Cronache economiche e politiche di un trentennio*, Torino, 1961, vol. I, p. 206.

<sup>3</sup> A causa di questo sforzo produttivo, le stime del PIL italiano negli anni di guerra erano state gonfiate al di là di quanto ragionevole. Esiste ora una revisione delle precedenti stime in ALBERT CARRERAS - EMANUELE FELICE, *L'industria italiana dal 1911 al 1938: ricostruzione della serie del valore aggiunto e interpretazioni*, "Rivista di Storia Economica", 26 (2010), p. 285-334. Tale revisione è stata inclusa nel lavoro generale di ricostruzione della serie storica del PIL italiano esposto in ALBERTO BAFFIGI, *Il PIL per la storia d'Italia. Istruzioni per l'uso*, Venezia, Marsilio, 2015. La nuova serie è anche utilizzata in Emanuele Felice, *Ascesa e declino. Storia economica d'Italia*, Bologna, Il Mulino, 2015.

<sup>4</sup> La carenza di carbone fu un problema cronico dell'Italia in guerra, come i governi italiani non mancarono di denunciare agli alleati. La maggior parte delle importazioni di carbone avvenne dalla Gran Bretagna, per un valore oscillante tra il 75 e il 90% del totale del carbone importato (sempre

guerra. In realtà, le importazioni dagli Stati Uniti ebbero un'impennata che rimase sostenuta anche l'anno successivo alla fine della guerra. La nuova banca dati delle serie di commercio estero fornita sul sito della Banca d'Italia come complemento alla pubblicazione del 2011 citata nelle fonti della tab. 3 permette di approfondire con precisione la composizione di queste importazioni dagli Stati Uniti.

L'Italia è un paese povero di materie prime, che non produce nemmeno una quantità sufficiente di prodotti alimentari di base, a causa delle caratteristiche orografiche del territorio, che presenta assai poche pianure. Non ci si può dunque meravigliare che le importazioni dagli Stati Uniti consistessero principalmente di prodotti agricoli – grano, farina, avena (per i cavalli), carne –, cotone grezzo, prodotti esplosivi e altri prodotti chimici, materie prime energetiche – benzina, olii minerali, ma poco carbone, probabilmente perché troppo ingombrante da trasportare dagli Stati Uniti –, prodotti

metallici grezzi e semilavorati – rottame, ghisa, barre di ferro, rame, zinco (parte dei quali importati anche dalla Gran Bretagna). Il valore totale di questi prodotti formavano oltre l'80% delle importazioni dagli Stati Uniti, da cui non provennero che quantità insignificanti di armi, fabbricate dunque in Italia.

**Tabella 1. Produzioni collegate alla guerra (migliaia di tonnellate)**

	Ferro estratto	Piriti estratte	Ghisa	Acciaio	Consumo di Gas Migliaia m <sup>3</sup>	Elettricità Milioni Kwh
1914	706	336	385	911	485	2575
1915	680	369	377	1009	455	2925
1916	942	410	467	1269	970	3425
1917	994	501	471	1332	798	4000
1918	694	482	314	992	854	4300
1919	613	372	240	732	731	4000

Fonte: Istat, *Sommario di statistiche storiche*, Roma, 1958.

---

dalla banca dati Banca d'Italia). Si può dunque comprendere che ci fossero delle tensioni, dato che il carbone era necessario anche alla Gran Bretagna stessa.

**Tabella 2. Produzioni belliche (numero)**

	Autoveicoli		Aerei	Motori	Navi	Mitragliatrici	Proiettili per artiglieria (milioni)	Fucili e moschetti (milioni)	Munizioni (milioni)
	Totale	Fiat							
1914	9210	4644	...	...					
1915	15420	7646	382	606	505	11800	69,8	24,2	3616
1916	17370	12697	1255	2248					
1917	25280	19184	3871	6726					
1918	22230	16542	6523	14820					
1919	17900	12591	...	...					

Fonti: Vera Zamagni, *Dalla periferia etc., cit*; F. Galassi, M. Harrison, *Italy at War, 1915-1918*, in S. Broadberry, M. Harrison (a cura di), *The Economics of World War I*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005.9210

**Tabella 3. Importazioni per l'industria metalmeccanica (migliaia di tonnellate)**

	Carbone	Oli minerali	Rottami di ferro	Ghisa	Acciaio In varie forme	Rame, ottone, bronzo	frumento	% importazioni dagli USA
1914	9759	161	255	220	227	28	1016	14,5
1915	8369	169	262	240	162	55	2252	36,7
1916	8065	216	343	302	292	68	1830	40,0
1917	5037	232	227	316	750	93	1916	43,9
1918	5841	288	17	115	656	80	1542	41,2
1919	6226	241	96	217	465	80	2105	44,3

Fonti: si veda la tab. 1. Per la colonna sull'incidenza delle importazioni dagli Usa sul totale G. Federico, S. Natoli, G. Tattara, M. Vasta, *Il commercio estero italiano 1862-1950*, Bari, Laterza, 2011.

Un'ultima notazione è importante. Si è correttamente scritto che le importazioni di prodotti alimentari dagli Stati Uniti fecero persino crescere un po' le calorie medie disponibili procapite durante la guerra. In realtà, quello che successe è che i milioni di soldati mandati al fronte (prevalentemente provenienti dalle campagne) dovettero essere riforniti di cibo in una misura che sicuramente eccedeva di molto quella per loro "normale", dato che nelle campagne italiane la miseria era allora assai diffusa. Il successo della guerra dipendeva infatti certamente dalle dotazioni di armi e dalle strategie belliche, ma anche dall'avere dei soldati in grado fisicamente di far fronte alla estrema durezza delle trincee, quasi sempre collocate in luoghi impervi e freddi. Poter mangiare era per loro una ben magra soddisfazione, a fronte dei sacrifici imposti dal tipo di guerra di posizione che prevalse all'epoca.

Fu dunque una guerra costosa, in uomini e in mezzi. Le risorse impiegate si aggirarono attorno al 30% del PIL negli anni di guerra, ma vi fu una grave coda successiva, dovuta al notevole aumento del debito pubblico, di circa 100 punti percentuali, conseguente all'impossibilità di finanziare le spese belliche con la tassazione. Gran parte di questo debito venne contratto con Stati Uniti e Gran Bretagna, per le importazioni di cui sopra, e costituì un grave problema economico e politico nel dopoguerra, fino alla sua soluzione nel 1926 con un accordo di quasi cancellazione del debito negoziato da Giuseppe Volpi (ministro di Mussolini) con i due paesi citati. Ma il trascinarsi degli effetti della guerra sugli anni successivi al conflitto si fece anche sentire attraverso altri meccanismi.

Si è sopra detto che il paese dovette far fronte alla produzione di armamenti, dato che il peso delle importazioni di materie prime era già assai gravoso. Non fu impossibile ottenere questo risultato, proprio perché il decollo industriale dell'Italia era avvenuto. Si assistette dunque al rapido ingrandimento di alcune delle imprese metalmeccaniche esistenti: l'Ansaldo di Genova passò da 6.000 a 100.000 addetti (incluse le affiliate); l'ILVA, che gestiva gli impianti delle principali industrie metallurgiche italiane, passò da poche migliaia a 50.000 addetti; la Fiat da 4.300 a 40.000; la Franchi-Gregorini da poche centinaia a 25.000; l'Alfa Romeo da 200 a 4.000. Le vicende dell'Ansaldo sono paradigmatiche di quello che successe in tutte queste aziende. L'Ansaldo produsse il 46% di tutta l'artiglieria costruita durante la guerra, oltre a 3000 aerei, 1574 motori avio, 96 navi da guerra, naviglio mercantile e munizioni. Oltre al finanziamento dello Stato, si dotò nel 1916 anche di una base bancaria, divenendo proprietaria di una delle grandi banche dell'epoca, la Banca Italiana di Sconto, e dotandosi anche di miniere e di una flotta per il trasporto delle materie prime.

Ma anche la chimica fece notevoli passi avanti con la Montecatini, fino ad allora una società mineraria, lanciandosi nella produzione di esplosivi (di cui comunque si fece anche una larga importazione), mentre l'elettricità, già fiorente in Italia prima della guerra, poté godere di una "italianizzazione" delle società controllate dai tedeschi, che vennero vendute agli italiani (soprattutto banche) attraverso la Svizzera, e di un pieno utilizzo della capacità produttiva. Si può concludere col dire che un paese che aveva fino ad allora privilegiato l'industrializzazione "leggera" – tessili, abbigliamento, oggetti per la casa, mezzi di trasporto civili – ebbe un'importante virata sull'industria "pesante", destinata a lasciare un'impronta positiva in termini di strutture industriali e knowhow tecnologico sul suo sviluppo successivo, non senza tuttavia grandi costi. Infatti, la crescita "artificiale" di questa industria pesante causò nel dopoguerra diffusi fallimenti. Si tratta di un caso interessante di "differenziale della contemporaneità", per utilizzare la famosa espressione di Pollard<sup>5</sup>: la guerra ha un impatto diverso su paesi a diversi livelli di sviluppo. Nel caso inglese, c'era stata una riconversione di impianti che prima producevano per il mercato civile a produzioni belliche. Finita la guerra, si poteva ritornare alla configurazione precedente. L'Italia, invece (come anche parzialmente la Francia), dovette allargare i suoi impianti per le produzioni belliche, e dunque la conversione di tali impianti a produzioni per il mercato civile si rivelò oltremodo difficoltosa. Per continuare con l'esempio dell'Ansaldo, questa azienda cercò di produrre aerei per l'esportazione, ma i mercati latitarono; locomotive e carri ferroviari che nessuno aveva i soldi per acquistare e persino automobili, che non potevano fare concorrenza alle Fiat<sup>6</sup>. Finì dunque con il fallire, trascinando con sé anche la banca che era giunta a controllare e producendo la necessità di salvataggi, che costituirono il primo nucleo di quelle partecipazioni pubbliche che si ingrossarono nel corso degli anni Venti (anche l'Alfa Romeo dovette essere salvata) e poi vennero

<sup>5</sup> SIDNEY. POLLARD, *La conquista pacifica*, Bologna, Il Mulino, 1989.

<sup>6</sup> THOMAS ROW, *Il nazionalismo economico nell'Italia liberale. L'Ansaldo 1903-1921*, Bologna, Il Mulino, 1997.

riunite insieme ad altre dopo la crisi del '29 nella grande holding pubblica di partecipazioni industriali IRI, creata nel 1933.

Come è noto, il dopoguerra fu scosso da grandi rivolte sociali, che vennero in parte determinate anche dal fallimento di tante imprese, con conseguente disoccupazione, e dal forte deficit fiscale dello Stato italiano, che non fu in grado di intervenire a sollievo delle tante difficoltà, a causa dei pesi imposti sulla finanza pubblica dalle spese di guerra, in assenza di qualunque aiuto proveniente dall'estero<sup>7</sup>. E' questa situazione di grave squilibrio economico e sociale che aprì le porte all'ascesa del fascismo, un movimento sicuramente destinato alla marginalità in condizioni di normalità.

Da ultimo, è opportuno ricordare qui anche un effetto congiunto della guerra particolarmente negativo per lo sviluppo economico italiano di lungo periodo. Nel decennio precedente la guerra, i governi giolittiani si erano impegnati a varare una legislazione di supporto al miglioramento del Mezzogiorno, che aveva ormai mostrato di non saper stare al passo con il resto del paese. Non solo tale preoccupazione venne accantonata durante la guerra, ma le difficoltà di bilancio successive non permisero di riprenderla. Inoltre, proprio la necessità di aumentare la produzione bellica rapidamente portò a favorire le aziende del Nord capaci di realizzare tale aumento. Quando poi il fascismo si fu installato al potere, l'unico strumento di intervento nel Mezzogiorno fu la bonifica integrale, che peraltro non fu nemmeno tanto efficace in tale area. Fu così che la divaricazione fra Nord e Sud crebbe enormemente proprio fra I e II guerra mondiale.

Due le conclusioni. In primo luogo possiamo dire che l'industrializzazione realizzata dall'Italia durante la I guerra mondiale non venne perduta, restando come patrimonio di lungo termine del paese. Ma essa fu ottenuta a grandissimi costi, umani e materiali, per la nazione, a riprova che le guerre non sono la strada maestra per l'industrializzazione di un paese. La seconda conclusione è che facendo un rapido confronto tra I e II guerra mondiale, l'Italia fu in grado di combattere vittoriosamente la prima, perché si confrontava in campo militare con l'Impero Asburgico, che non era stato in grado di realizzare un processo di industrializzazione consistente e doveva dispiegare le sue forze anche su altri fronti. Va detto comunque che, pur non essendo la distanza nella tecnologia militare fra Italia e Impero significativa, l'Italia durò molta fatica ad uscirne vincente, soprattutto per carenza di materie prime e di adeguate strategie militari. Nella II guerra, invece, la distanza tra la preparazione industriale e militare dell'Italia e quella degli altri paesi era enorme, specie nei confronti degli Stati Uniti, anche perché Mussolini non aveva investito in armamenti<sup>8</sup>, mentre la carenza di materie prime si rivelò drammatica, non potendo l'Italia ricorrere agli Stati Uniti per colmarla, come era accaduto durante la grande guerra.

---

<sup>7</sup> Gli Stati Uniti si ritirarono dall'Europa nel 1919 e le "riparazioni" tedesche non produssero grandi flussi di risorse. Si veda VERA ZAMAGNI, *Perché l'Europa ha cambiato il mondo*, Bologna, Il Mulino, 2015.

<sup>8</sup> *Come perdere la guerra e vincere la pace*, a cura di VERA ZAMAGNI, Bologna, Il Mulino, 1997.

## **Abstract**

*Il saggio illustra gli aspetti fiscali ed industriali della I guerra mondiale in Italia, mostrando la necessità da parte dell'Italia di allargare la base industriale nei settori legati alla produzione di armamenti. Gli obiettivi vennero raggiunti perché il decollo del triangolo industriale era già avvenuto e si trovarono imprese capaci di produrre armamenti. Ma un ruolo strategico venne anche svolto dalla possibilità da parte del paese di importare le necessarie materie prime e i cereali dagli Stati Uniti e il carbone soprattutto dall'Inghilterra, a credito. Il dopoguerra fu difficile per il fallimento dei colossi industriali creatisi artificialmente per la guerra e per l'elevato debito pubblico. Se il retaggio della guerra fu catastrofico sul breve periodo, sul lungo il paese si poté avvalere di importanti strutture industriali e di knowhow in campi nuovi.*

*This essay deals with the fiscal and industrial aspects of World War I in Italy, showing why it was necessary by the country to enlarge its industrial basis connected with military production. This target was achieved because take off had already taken place and it was possible to find enough corporations capable to produce war materials. A strategic role was however played by the fact that Italy was able to import the necessary raw materials and cereals from USA and coal mainly from Great Britain, using loans offered by these two countries. The postwar period was difficult as a result of the failure of most of the corporations enlarged during the war and of the excessively high public debt. If the legacy of the war was catastrophic in the short run, over the long run it allowed the country to capitalize on the industrial structures left in existence and on the knowhow accumulated.*

# Il petrolio nella Grande Guerra e l'industria petrolifera emiliana dal 1860 al 1920

di PAOLO MACINI – EZIO MESINI\*

## Introduzione

La storia del petrolio è tempestata di contese, corruzioni, repressioni politiche, strategie complesse e guerre aperte. Alla scala globale del confronto tra le grandi potenze politiche, questa storia ha inizio nel 1912, quando la marina britannica cominciò a sostituire, sulle proprie navi, il carbone del Galles con il petrolio mediorientale, per ottenere maggior velocità e autonomia in mare. La Gran Bretagna però non possedeva risorse petrolifere nazionali, e decise quindi di usare proprio la flotta militare per assicurarsi rifornimenti affidabili, segnando l'inizio di un periodo di profondi disordini nello scenario politico del medio oriente.

L'affermarsi di petrolio e gas come fonti energetiche "alternative" al carbone risale ai primi del 1900, con il successo del motore a scoppio, legato anche alla disponibilità di benzina (prodotto fino ad allora inutilizzabile). Dalla seconda metà del 1800 il petrolio fu sempre più disponibile sui mercati, a seguito di importanti scoperte avvenute dapprima in Russia e America, e poi anche in altre aree. Il successo del petrolio fu alla base delle mutate richieste di prodotti alle raffinerie, che traevano sempre più vantaggio dai progressi della chimica e delle sue applicazioni industriali. Si passò dalla prevalente richiesta di cherosene, impiegato per tutto il 1800 solo per l'illuminazione domestica (ma in calo, visto il crescente impiego dell'illuminazione elettrica), a quella di benzina (in crescita, visto il successo della "vettura senza cavalli") e di olio combustibile per le navi. Il motore a scoppio proseguì nei suoi successi e già nel primo decennio del 1900 rende possibile un'altra conquista: l'aviazione.

Negli ultimi 150 anni sono cambiati completamente i metodi di ricerca dei giacimenti, le tecniche di estrazione e i modelli di consumo dei prodotti petroliferi. I cambiamenti dei modelli e dell'entità stessa del consumo hanno portato a loro volta a successive trasformazioni negli impianti di raffinazione. Se a tutto questo si aggiunge la rilevanza sociale, economica e militare dei prodotti petroliferi si capisce perché la storia del petrolio in Italia abbia aspetti affascinanti: essa è strettamente legata alla storia, spesso tormentata, del nostro paese.

---

\*Scuola di Ingegneria e Architettura– Università di Bologna

## **Il petrolio all'alba della grande guerra**

Nel 1911 Winston Churchill fu nominato primo Lord dell'ammiraglio britannico, la massima carica civile all'interno della *Royal Navy*. I programmi navali immediatamente successivi al 1911 videro la trasformazione del sistema di propulsione della flotta militare inglese dal carbone al petrolio. La decisione di ammodernare la flotta inglese, dotandola di motori a scoppio, fu vincente, permettendole di ottenere un grande vantaggio in velocità rispetto a quella tedesca. Al contempo, la presenza militare inglese in Medio Oriente garantiva il necessario flusso di petrolio. Non fu un caso che le posizioni inglesi e russe trovarono una rapida convergenza politica durante la prima guerra mondiale. Russia e Inghilterra controllavano militarmente le regioni mediorientali, già allora riserve strategiche di carburante. Una guerra reciproca sul territorio mediorientale avrebbe danneggiato irreversibilmente anche gli altri fronti bellici in Europa. Un motivo in più per stare dalla stessa parte, e Russia e Inghilterra parteciparono come alleati alla prima guerra mondiale.

Lo scoppio della guerra interruppe la collaborazione industriale anglo-tedesca in Mesopotamia, realizzata con la *Turkish Petroleum Company*. Questa compagnia petrolifera anglo-tedesca nacque nel 1912 per gestire lo sfruttamento dei giacimenti di Mosul e Baghdad. Nel novembre del 1914 le forze militari britanniche stanziate in Kuwait invasero i territori meridionali dell'Iraq ottomano, e in pochi giorni conquistarono Bassora. La conquista inglese dei territori mesopotamici occupati dai turchi ottomani era ostacolata dalla resistenza delle popolazioni arabe e curde a nord e di quelle sciite a sud. In particolare, nell'Iraq meridionale le popolazioni sciite avevano inizialmente appoggiato l'invasione inglese contro l'occupazione turca per poi rivoltarsi contro la stessa occupazione inglese.

Le riserve petrolifere mediorientali decisero il conflitto a favore degli alleati. Nel 1919 la conquista britannica dei territori mesopotamici si completò con l'ingresso delle truppe inglesi a Damasco. Le industrie petrolifere russe di Baku erano ormai al limite della capacità produttiva, a causa delle continue proteste degli operai, e l'ingresso in guerra diede il colpo di grazia agli impianti. Il blocco navale allo stretto dei Dardanelli aveva interrotto gli scambi marittimi con il resto del mondo. Le armate tedesche posero gli impianti di Baku come obiettivi strategici da occupare o distruggere, e così avvenne. Allo stesso modo, la Germania cercò di conquistare le aree petrolifere mediorientali stringendo un'alleanza con la Turchia. Le truppe dell'impero ottomano attaccarono a più riprese i pozzi petroliferi occupati dalle truppe inglesi in medio oriente, senza però riportare mai alcun successo.

Col prolungarsi del conflitto, le vie di trasporto del petrolio furono la vera prima guerra mondiale. Il controllo dell'approvvigionamento petrolifero consentiva l'immobilismo delle armate e delle flotte sempre più dipendenti da carri e macchinari alimentati a benzina. La flotta tedesca mise quindi in azione un'intera flotta di sottomarini per intercettare le navi cisterna alleate. Nel 1917 la guerra tedesca alle rotte commerciali petrolifere stava dando i risultati sperati: le truppe alleate erano in seria difficoltà per la scarsità del petrolio. Questo provocò l'ingresso degli Stati Uniti nel conflitto, anche se fu solo un'ufficializzazione dell'appoggio politico dato dagli americani anche negli anni precedenti. La guerra del petrolio ebbe un ruolo decisivo sull'esito del conflitto mondiale, che si concluse nel 1918 con la vittoria delle forze alleate su quelle tedesche.

## **L'industria petrolifera emiliana dal 1861 al 1920**

Il petrolio dell'Emilia è conosciuto da parecchi secoli, come ne fanno fede varie notizie storiche nonché le denominazioni di Rivo e Rio dell'Olio che designano vari corsi d'acqua nei cui letti compaiono gemme di petrolio,

e il nome di parecchi abitati quali: Ponte dell'Olio, Sassuolo, Sassuno. L'estrazione di petrolio si faceva un tempo per piccole quantità a mezzo di pozzi ordinari a grande sezione, nei quali il petrolio si raccoglieva alla superficie dell'acqua: la resa di tali pozzi raggiungeva talvolta 1000 kg di prodotto al giorno: la profondità loro variava da 40 a 60 e anche a 100 metri. Siffatti centri di produzione erano assai numerosi a Monte Gibbio e Monte Bonello nel Modenese; a Marzolarà, Neviano de' Rossi, San Michele di Cavanna, Miano e Salsomaggiore nel Parmense; a Velleja, Montechino, Montechiaro nel Piacentino. Tale coltivazione riusciva però costosissima a causa delle difficoltà che presentava lo scavo dei pozzi per i pericoli di asfissia cui si esponevano i lavoranti non appena lo scavo giungeva in vicinanza dello strato petrolifero.

Così nel 1911 gli ingegneri Enrico Camerana e Bartolomeo Galdi del Regio Corpo delle Miniere riassumevano la situazione delle ricerche petrolifere in Emilia.

Fin dall'antichità gli affioramenti naturali di petrolio in varie zone d'Italia, e specialmente nell'Appennino settentrionale, hanno incuriosito gli abitanti di quei luoghi e interessato gli studiosi, che ne proposero gli usi più svariati, compreso quello di medicinale. La vera storia del petrolio in Italia comincia però solo dopo l'Unità, quando si assiste a un fiorire di iniziative imprenditoriali.

Tra le prime fu quella di Achille Donzelli, che nel 1860 scavò due pozzi a Ozzano di Parma, profondi tra 30 e 50 m, che produssero 25 kg di petrolio al giorno. L'Abate Antonio Stoppani (*I petroli d'Italia*, 1866) ricorda che a Ozzano si conoscevano 12 pozzi in muratura, di cui 6 produttivi. Il marchese Guido Dalla Rosa, professore universitario di matematica, fu un tipico uomo del Risorgimento di idee liberali e riformatrici, la cui famiglia nobiliare dominava la politica economica e sociale della zona di Salsomaggiore; qui nel 1878 realizzò un pozzo di 300 m profondità, che produceva oltre 3800 kg di petrolio al giorno. Fu un segno dei tempi che il pozzo fosse battezzato "Trionfo".

Nel 1866, presso Montechino di Gropparello, un'azienda genovese perfora un pozzo di 240 m, identificando nei decenni successivi un importante giacimento. Negli stessi anni a Neviano de' Rossi, presso Fornovo di Taro, i proprietari di un terreno producono *olio da preda* mediante secchi, attingendone circa 750 kg al giorno da una trentina di pozzi profondi tra i 40 e i 50 m, mentre a Parma si costituisce una società per la ricerca e l'estrazione del petrolio di Miano di Medesano, con due pozzi di 120 e 200 m, che producono gas e petrolio.

Nel 1885 le Terme di Salsomaggiore costruiscono la raffineria di Borgo S. Donnino, capace di lavorare 1000 t di petrolio e 140 t di benzina all'anno, e sempre a Salsomaggiore, un pozzo raggiunge i 680 m di profondità, producendo acque minerali, gas e petrolio. Poco dopo iniziano ricerche nella valle del Chero presso Velleia (PC), dove i "fuochi di Velleia" erano noti da tempi antichissimi. Qui una società francese perfora diversi pozzi, e scopre un giacimento capace di produrre 400 kg di greggio al giorno: nel 1910 i pozzi (di profondità tra 500 e 1000 m) diventeranno oltre 200, e nel ventennio 1890-1910 produrranno circa 34.000 t di petrolio.

Nel 1891 a Fiorenzuola d'Arda una società francese costruisce una raffineria, alimentata con il petrolio di Montechino da un oleodotto di 30 km, capace di trattare fino a 20 t di greggio al giorno; la raffineria di Borgo S. Donnino ne lavorò in quell'anno solo 589 t. Qualche anno dopo, Attilio Magnaghi ottiene la dichiarazione di scoperta e la concessione per la produzione di gas combustibili che scaturivano dalla sorgente di Corniglio (nell'Appennino parmense): il gas (circa 300 m<sup>3</sup> al giorno) fu utilizzato per l'illuminazione del paese.

Nel 1905 l'Accomandita Italiana Petroli Scotti & C. si trasforma in Società Petrolifera Italiana (SPI) con sede in Piacenza, destinata a divenire la prima azienda petrolifera privata del paese, a capitale interamente italiano: usando nuovi criteri, la SPI riesce a mettere in produzione redditizia il campo di Vallezza in località Neviano de' Rossi (PR), perforandovi una decina di pozzi che trovano

piccole quantità di petrolio a una profondità massima di 300 m. La modesta raffineria di Fornovo Taro, sorta alla fine del secolo per iniziativa dell'Accomandita Italiana Petroli, viene rilevata dalla SPI che in seguito la potenzierà.

Nel 1909 si scopre il giacimento di Rallio (PC) e si perfora un pozzo di oltre 1000 m a Miano, usando come forza motrice, invece del carbone, il gas naturale di una manifestazione vicina. Non sempre il gas naturale prodotto insieme al petrolio era disperso o bruciato. In alcune località prossime ai siti di produzione, era impiegato per uso domestico, per la cottura della calce e per l'illuminazione, ma questo gas era specialmente impiegato per generare forza motrice negli impianti di perforazione, ottenendone notevoli economie industriali. A questo scopo nel 1911 se ne consumarono 300 m<sup>3</sup> al giorno a Corniglio, 2300 a Vallezza, 3000 a Velleia e 18.000 a Montechino. Nel 1916 la SPI ottiene in concessione la miniera di petrolio di Ozzano, dove eseguirà vari pozzi, che si dimostreranno fondamentali per sostenere la produzione nazionale durante la prima guerra mondiale, e realizza un oleodotto lungo 4,8 km e di diametro 1,5 pollici, dal giacimento di Vallezza alla raffineria di Fornovo. Non molto diversa fu la struttura imprenditoriale e i risultati di questa industria dopo la fine della Grande Guerra: il punto di svolta fu il 1926, che vide la creazione della compagnia petrolifera pubblica italiana, più nota con l'acronimo AGIP, Azienda Generale Italiana Petroli.

Alla fine del 1800, le modeste produzioni petrolifere emiliane alimentavano piccole raffinerie destinate a produrre petrolio lampante (o cherosene) per l'illuminazione pubblica e domestica. La produzione di petrolio passò da 4 t nel 1861, a 315 t nel '65, 602 nel '78, 3594 nel '95, 8327 nel 1907, raggiungendo 10.390 t nel 1911, estratte quasi per intero dai pozzi dell'Emilia, primato destinato a restar tale fino al 1931. Il primo dato sulla produzione di gas naturale si ha per il 1894: 12.000 m<sup>3</sup>. Poi la produzione aumenta rapidamente, superando il milione nel 1900, i 3 nel 1905 e i 9 nel 1911: altro primato tutto emiliano fino al 1931.

In generale, si tratta di produzioni minime (percentualmente inferiori a quelle attuali), che riflettono gli insuccessi della ricerca, dovuti principalmente all'inconsistenza finanziaria delle società operatrici, all'impreparazione geologica di quasi tutti i ricercatori, all'inadeguatezza dei mezzi di perforazione e prevenzione degli incidenti, oltre al fatto che le trivellazioni erano condotte solo dove il petrolio si manifestava in superficie, perché così l'avevano scoperto in America e altrove. È da rilevare poi che nessuna delle grandi compagnie internazionali partecipò alla ricerca in Italia, mentre prevalenti sulle italiane furono le imprese indipendenti francesi, tedesche e inglesi, con loro tecnici e dirigenti, analogamente a quanto si verificò in tutti i settori industriali nel primo cinquantennio dell'Unità.

All'inizio del Novecento si andò però affermando un nuovo tipo di consumo, quello dei motori a scoppio, che si diffusero rapidamente sia per uso agricolo, sia per il trasporto civile e industriale. Si trattava però ancora di consumi minimi: nel 1911 la produzione complessiva di benzina dell'industria italiana non raggiungeva le 5.000 t, contro un fabbisogno di circa 40.000 t.

## **La Grande Guerra**

Le produzioni nazionali di greggio rimasero scarse anche per tutto il quindicennio 1910-1925. Luigi Einaudi (*La condotta economica e gli effetti sociali della guerra Italiana*) notava che, durante il conflitto, "nullo fu il contributo dei pozzi nazionali di petrolio, come facilmente era stato preveduto; anzi, dalle poche 10 mila t di petrolio fornite dall'Emilia nel 1911, durante il periodo bellico si

produssero appena 5 mila t all'anno in media, e se ne ricavarono 1000 t di benzina; altre 1000 t di oli minerali essendo state tratte dalla distillazione degli scisti bituminosi e dalle rocce asfaltiche". Cifre irrisorie, se confrontate con le importazioni, le quali tra il 1914 e il 1918 crescono, in migliaia di t, da 60,9 ad 85,2 per gli oli minerali pesanti, da 2,7 a 3,9 per quelli leggeri e da 41,3 a 205,8 per la benzina.

Il solo esercito mobilitato dal 30 giugno 1915 al 31 ottobre 1918 assorbì il 48 % della benzina disponibile e, con l'aviazione e la marina, le richieste dei militari superarono il 50% di quanto era disponibile. L'esercito fece un consumo grandissimo anche di lubrificanti, 25.044 t dal 1915 al 1918, sebbene a ridurre il fabbisogno si incrementò l'importazione di olio di ricino, passata da 20 t nel 1914 a 700 nel 1917 ed a 2200 nel 1918.

Nel quadro delle misure volte a provvedere ai bisogni straordinari del Paese per la durata della guerra, nel settembre del 1915 il governo impose "sulla vendita degli oli minerali esteri e nazionali (esclusi il petrolio per illuminazione e i residui della distillazione degli oli minerali greggi) una tassa di vendita nella misura di Lire 8 al quintale". Questo provvedimento fu il primo dei numerosi interventi statali nel settore petrolifero che entrarono in vigore durante la guerra. Tuttavia, per la scarsa cognizione dei reali termini del problema, i provvedimenti si susseguirono in maniera disarticolata, determinando una sorta di confusionismo burocratico ed amministrativo. Mancando un organo centrale, operarono per quasi tutta la durata della guerra uffici numerosi e disparati, di ministeri diversi, che agivano senza collegamento tra loro, provvedendo soltanto all'acquisto dei prodotti petroliferi necessari alle rispettive amministrazioni. Nel 1916 furono creati presso il Ministero industria l'Ufficio del petrolio e la Commissione della benzina. Per spingere al massimo l'estrazione dal sottosuolo di combustibili di ogni tipo, fu comminata la decadenza dei permessi quando l'esplorazione non avesse inizio entro tre mesi o non fosse stata condotta con mezzi tecnici e finanziari adeguati, lasciando ai ricercatori facoltà di disporre dei combustibili estratti. Crescendo l'urgenza, nel gennaio del 1917 si conferiva ad un Comitato dei combustibili nazionali (composto dai sottosegretari all'agricoltura, alle armi e munizioni e ai lavori pubblici) il potere di concedere autorizzazione di ricerca di combustibili fossili, oli minerali e gas, passando sopra ai diritti dei proprietari del suolo. Accertata la convenienza della coltivazione, se il proprietario superficiale non chiedeva licenza di coltivare o non iniziava subito i lavori, il Comitato dei combustibili poteva accordare ad altri la licenza o coltivare direttamente la miniera.

Soltanto dopo Caporetto fu istituita, nel gennaio del 1918, una Giunta tecnica per gli approvvigionamenti presso il Sottosegretariato alla marina mercantile e un Comitato per gli oli minerali, cui furono demandati gli acquisti all'estero della benzina, del petrolio, degli oli pesanti e per l'assegnazione di questi alle amministrazioni interessate, con preferenza per i bisogni militari. Questo confusionismo amministrativo era tanto più grave in quanto la guerra aveva accelerato i consumi petroliferi sia con la meccanizzazione delle forze armate, sempre più largamente dotate di automobili, autocarri, carri armati, aeroplani, lanciafiamme, sia con l'uso crescente degli oli combustibili nei propulsori delle navi.

Einaudi notava che la ricerca del petrolio (ma anche quella – importantissima allora – delle miniere di zolfo), dimostrò l'inadeguatezza della legislazione mineraria ancora vigente in Toscana, nel Mezzogiorno ed in Sicilia, dove prevaleva il diritto del proprietario della superficie: ciò doveva preparare quella unificazione del diritto minerario che, attuata quasi un decennio più tardi, estendeva a tutto il territorio dello Stato, perfezionandoli, i principi della legge mineraria sarda del 1859. L'esperienza della guerra nei settori del petrolio e dello zolfo aprì la via alla legge mineraria

del 1927, tuttora vigente, che svincolerà la disponibilità della superficie da quella del sottosuolo, affermando in pari tempo l'interesse dello Stato all'esercizio dell'attività mineraria.

Le ricerche di giacimenti petroliferi in Italia continuarono anche dopo la Grande Guerra, ma senza risultati apprezzabili. La politica petrolifera nazionale cambiò radicalmente solo durante il periodo fascista, sotto la spinta di due diverse componenti: quella sociale, di un paese che avanzava verso la modernizzazione, e quella del regime, che seguì pervicacemente – fino alla rovina – l'idea della guerra come strumento di grandezza della Patria.

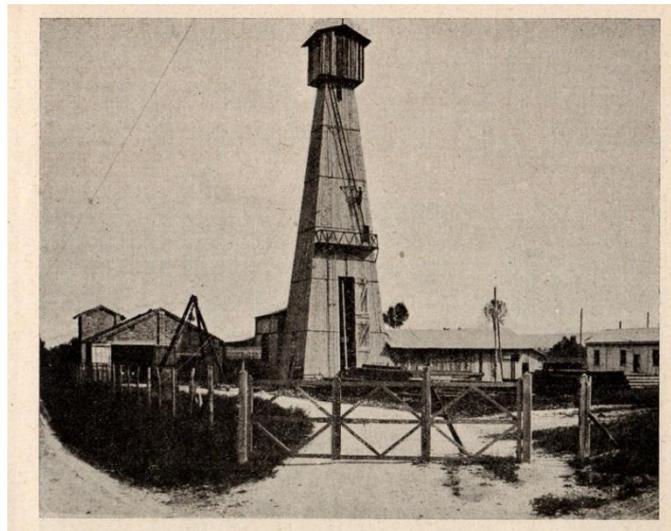


Figura 1. Impianto di perforazione in Emilia negli anni 1920

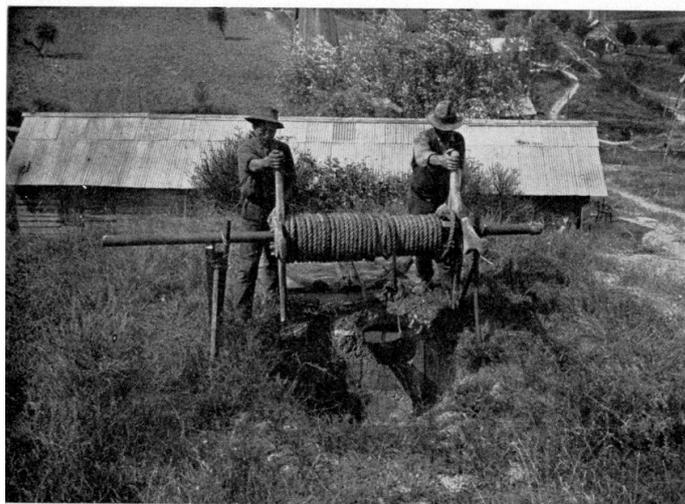


Figura 2. Miniera di Vallezza (PR). Pozzo scavato a mano (1905), dove il petrolio era estratto con secchi

### **RIQUADRO 1: I pozzi petroliferi di Miano di Medesano**

Fino a tutto il 1800 molti pozzi petroliferi erano ancora scavati manualmente. L'abate Antonio Stoppani, nel suo celeberrimo *Il Bel Paese: Conversazioni sulle bellezze naturali, la geologia e la geografia fisica d'Italia* (1876) fornisce una vivace ed affascinante descrizione dei pozzi petroliferi di Miano di Medesano, nel parmense:

Per visitare i pozzi di Miano bisogna discendere nella piccola valle detta del Rio Campanaro. Non vi aspettate nulla di ameno. Io non mi trovai sott'occhio che un borro arido, sterile, come scavato entro una montagna di cenere, sparso di tumuli che gli davano l'aspetto quasi di un cimitero abbandonato. Quei tumuli non accennavano invece che pozzi scavati, poi otturati, cioè riempiti di terra, perché esausti. Nella parte più bassa vedevansi ancora tre o quattro pozzi, che mi indicarono come attivi, e più oltre scorsi un gruppetto d'uomini, intenti a scavarne uno nuovo. Quei pozzi sono perfettamente cilindrici, a gola di mattoni ben costruita, e del diametro di circa un metro e mezzo. Ma non hanno parapetto, e la bocca si apre a fior di terra. L'indizio della loro attività consiste in un pesante coperchio di legno a cataratta, che si adatta alla bocca del pozzo, alla cui sponda si raccomanda per mezzo di un catenaccio assicurato con un lucchetto. Noi eravamo guidati dal custode, il quale ne teneva la chiave ed era munito di quanto occorreva per attingere il petrolio. Levata la cataratta ad uno di quei pozzi, mi sentii all'istante pizzicare le nari dall'idrogeno e, ficcando gli occhi giù in fondo, lo vedevo sprigionarsi, lentamente gorgogliando nell'acqua. I pozzi erano profondi una settantina di metri, ma per scavarli non esistevano trombe, né macchine idrauliche. Ogni sette, quindici giorni, o quando la gli batte, il raccoglitore del petrolio scende al pozzo colla sua lunga fune, a cui raccomanda un secchio di rame o di ferro. Così io lo vidi, curvo sul margine interno del pozzo e in tali condizioni di equilibrio che non escludono al certo il pericolo di un capitolombolo di 70 metri. Calò la fune finché il secchio si tuffasse mezzo nell'acqua e il dondola, dimena, con una ondulazione che dalla mano si trasmette alla corda, dalla corda al secchio, in tal guisa che il labbro di questo sfiora il liquido a foggia di ramaiolo. L'operazione ha tutto il merito del minimo mezzo impiegato ad ottenere un effetto sufficiente tanto che il secchio ritorna pieno di petrolio con pochissima acqua.

Stoppani descrive anche le operazioni di scavo manuale di un pozzo:

Quel gruppetto di lavoratori era di quattro; un quinto si sentiva parlare di dentro il pozzo a pochi metri di profondità, né tardò a fare la sua comparsa (...). Finché lo scavo del pozzo discende poco lontano dalla superficie del suolo in modo che vi si possa respirare liberamente, i pozzari lavorano a cottimo, cioè a un tanto al braccio (e questo tanto cresce quanto cresce la profondità); ma quando si è più basso, il naso, gli occhi, e i polmoni dei pozzari cominciano a risentire delle emanazioni gassose e un lavoro regolare, continuato riesce presto impossibile. Cessa allora il cottimo e si lavora a giornata. Più il pozzo diventa profondo, più i gas escono fitti intollerabili finché si arriva al punto in cui l'operaio non può rimanere in fondo più di pochi minuti, pena la vita. (...) L'apparato per le pericolose manovre consiste in un tornio a manovella dei più semplici e comuni per la forma, impalcato attraverso la bocca del pozzo in guisa che la corda, avvolgendosi, discenda perpendicolarmente nel centro. I pozzari, raccomandati alla corda, vi sono calati l'uno dopo l'altro per turno. Il primo che discende lavora collo zappone quanto basti a smuovere dal fondo del pozzo tanta terra quanta ne contiene una corba o un secchio di mediocre grandezza. Fatto questo, dà il segnale ai compagni; il tornio gira ed eccolo risorto. Cala il secondo a cui non rimane che di riempire la corba col materiale già preparato dal compagno e tosto è ritirato. La corba compare poi per la terza volta tirata da una corda che gioca separatamente. Quel pugno di terra rappresenta un lavoro enormemente sproporzionato al prodotto: la sofferenza di due uomini e il pericolo di due vite. (...) Poco tempo dopo la mia prima visita a quei posti, una Società Industriale vi stabilì gli apparati per lo scavo dei pozzi col sistema americano perfezionato. Il basso prezzo in cui è caduto il petrolio per l'enorme quantità che se ne estrae in America, non poteva rendere profittevole l'esercizio di quell'industria in luoghi dove il petrolio è eccellente, ma troppo scarso.



Figura 3: Miniera di petrolio di Neviano de' Rossi (PR), anni 1910

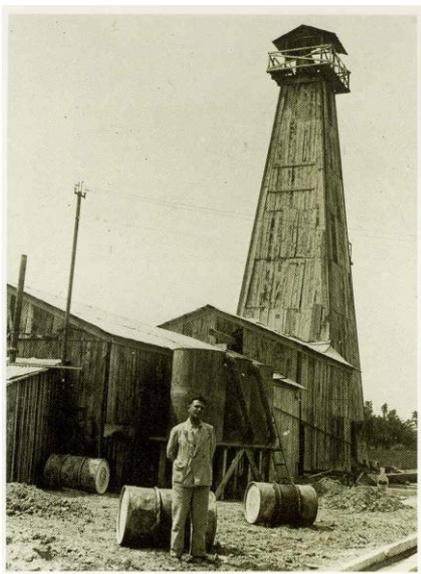


Figura 4: Impianto di perforazione in Val Padana negli anni 1920

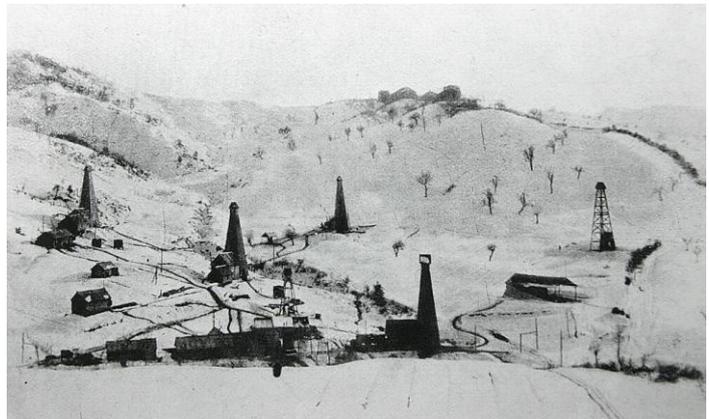


Figura 5. Miniera di petrolio di Valleza (PR), primi anni del '900

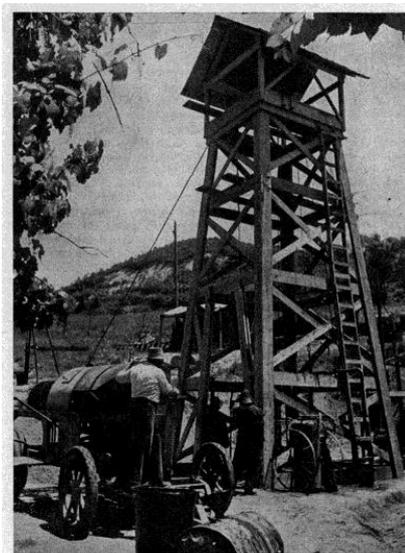


Figura 6: Impianto di perforazione in Italia, fine anni 1920



Figura 7: Frontespizio di un calendario di fine secolo per la diffusione del gas ad uso domestico

## RIQUADRO 2: I “Trivellatori di Stato”

All'inizio del XX secolo si assiste a un rapido calo dei prezzi dei prodotti petroliferi importati. Infatti, nel 1906 la *Standard Oil* di J.D. Rockefeller aveva vinto la sfida contro il trust tedesco *Europäische Petroleum Union* (EPU). Nel 1908 essa tentò di ripetere il colpo contro un'altra società dell'EPU sul mercato inglese; ma qui scontrò con la nascente potenza della *Royal Dutch-Shell* di H. Deterding. Nel 1910 i due grandi gruppi petroliferi, destinati a divenire le potenze mondiali del petrolio, iniziarono una dura lotta per accaparrarsi il controllo del mercato cinese. Per incrinare le posizioni della *Standard Oil* in Cina, la *Royal Dutch-Shell* ricorse alla lotta dei prezzi, che si concluse vittoriosamente per la *Royal Dutch-Shell* nel 1912, con la firma di un accordo che le assegnava metà del mercato cinese e una sostanziosa partecipazione all'approvvigionamento di quello britannico. Ovviamente, anche il mercato italiano risentì gli effetti di queste vicende, anche se in misura minore rispetto ai mercati inglese e francese. Nel luglio 1911, proprio nella fase calda della lotta dei prezzi, tenuto conto del corso dei cambi, un quintale di petrolio franco dogana a Londra costava 8 lire, a Parigi 9 lire, mentre a Roma, dove nessuno minacciava seriamente il monopolio della *Standard Oil*, esso costava quasi 17 lire. La diminuzione di prezzo registrata nel 1911 fu sufficiente a mettere in difficoltà la fragile industria petrolifera italiana, e si rese necessario l'intervento del governo.

Le aziende petrolifere che cercavano e producevano petrolio in Italia ovviamente sostenevano questo intervento, che era anche ben visto dal governo: infatti, a titolo di esempio, si ricorda che nel 1911 l'Italia importava circa 217.000 t di prodotti petroliferi (64% dagli Stati Uniti, 14% dalla Russia e 12% dalla Romania), anche per far fronte alla guerra contro la Turchia, mentre la produzione nazionale di petrolio aveva superato appena 10.000 t nel 1910. Da questo momento il mercato italiano, in precedenza controllato da americani e tedeschi, diventa in sostanza dominio esclusivo delle due grandi compagnie internazionali (*Standard* e *Shell*), proprietarie di quasi tutte le navi cisterna, dei serbatoi costieri e delle reti di distribuzione. A proposito dei provvedimenti presi dal governo italiano per stimolare e incoraggiare le ricerche petrolifere nel nostro Paese, si ricorda la legge 19 marzo 1911, n. 250, una pietra miliare nell'industria degli idrocarburi. Riguardo all'intervento pubblico a sostegno dell'industria estrattiva, va detto che, non appena invocato nel 1910, trovò la resistenza dei socialisti e dei liberisti. Tra questi si distinse Luigi Einaudi, il cui saggio *I trivellatori di Stato* (1911), esprime lucidamente le ragioni della sua opposizione, che del resto era coerente contro tutti gli «assalti alla pubblica pecunia», prendessero essi la forma di dazi (sul grano, sui manufatti tessili, sui prodotti siderurgici, sugli zuccheri, sui concimi chimici, ecc.), ovvero di sovvenzioni ad industrie artificiali, destinate in perpetuo a non reggersi sulle gambe senza i denari dei contribuenti e dei consumatori. Prendendo le mosse da una notizia di giornale secondo cui, poco tempo prima, per rimediare alla crisi vinicola, una Reale Commissione d'inchiesta aveva proposto la istituzione di Degustatori di Stato, i quali dovessero, grazie alla finezza del loro palato, distinguere i vini legittimi da quelli sofisticati, l'Einaudi scriveva:

Oggi [...] sono invece i petrolieri d'Italia [...] i quali si lagnano di dover fare delle buche troppo fonde per non trovare petrolio, e chiedono protezione allo Stato contro i produttori a buon mercato di petrolio genuino straniero. Naturalmente il governo interviene e crea una nuova professione, forse ancor più meravigliosa, quella dei trivellatori di Stato.

Sappiamo oggi che Einaudi aveva ragione, ma per motivi che egli non poteva conoscere: i dirigenti e i tecnici dell'industria petrolifera, in tanti anni di attività, avevano dimostrato imperizia e improvvisazione; inoltre, non disponevano né della strumentazione, né dei mezzi di perforazione e neppure dei capitali che solo alcuni decenni più tardi avrebbero permesso d'individuare i grandi giacimenti italiani, posti a profondità allora impossibili, e in aree dove non davano indizi superficiali della loro presenza. I premi richiesti allo Stato sarebbero stati dunque destinati ad incoraggiare le ricerche nelle zone sbagliate e a profondità alle quali il petrolio, data la complicata struttura geologica del sottosuolo italiano, non poteva trovarsi, o esistere solo in quantità modestissime.

I premi furono comunque concessi. Da allora, nella pubblicistica dei liberisti, il termine «trivellatori» fu applicato a chi faceva buchi nelle casse dell'erario, e divenne sinonimo di assaltatori del pubblico denaro.

**Abstract**

*La Prima Guerra Mondiale fece comprendere il valore strategico del petrolio, che proprio in quegli anni assunse un'importanza vitale per le navi da guerra, per le fabbriche di armamenti e per i nuovi strumenti di guerra, come i carri armati e gli aerei: un ufficiale francese lo definì “il sangue della vittoria”. In questo periodo, l'industria petrolifera emiliana dette un contributo sostanziale alla produzione nazionale di petrolio e combustibili liquidi, grazie anche alle prime raffinerie italiane, sorte nei pressi dei siti produttivi emiliani.*

# LA GRANDE GUERRA DALL'ALTO

La fotogrammetria aerea e le nuove tecnologie di mappatura del territorio all'inizio del XX secolo

di GABRIELE BITELLI\*

## Introduzione

Il periodo della Prima Guerra Mondiale vide notevoli sviluppi tecnici e tecnologici in molti campi dell'ingegneria, ed alcuni di essi interessarono in modo molto significativo l'ambito dell'ingegneria del rilevamento e in specifico della cartografia.

Da pochi anni avevano preso il volo i primi aeroplani e la neonata industria aeronautica trasse dal periodo bellico un grandissimo impulso. La disponibilità di sistemi per fotografare dall'alto ampie aree fu motivo di grande interesse, dapprima nell'ambito militare e poi in quello civile, e portò alla progettazione, alla messa a punto e alla realizzazione di tecniche del tutto innovative per potere rilevare e mappare il territorio. Tecniche che a tutt'oggi, seppure con strumenti completamente cambiati, sono alla base di ogni realizzazione cartografica.

Fino a quell'epoca l'esecuzione della cartografia era affidata a sistemi di rilevamento terrestri, che richiedevano notevoli risorse umane, grandi complessità logistiche nelle aree più difficilmente accessibili e lunghi tempi di realizzazione, con risultati che non sempre erano omogenei in termini di precisione ed accuratezza. L'aereo permise per la prima volta di applicare metodi veloci che potevano consentire una visione sinottica di grandi regioni ed una successiva trasposizione su carta rigorosa e geometricamente di ottima fedeltà. La disciplina scientifica a cui fare riferimento era la fotogrammetria, tecnica con cui è possibile ottenere prodotti metrici (e dunque coordinate di punti del terreno rappresentabili in veste cartografica) a partire da fotografie opportunamente acquisite e trattate.

Verranno di seguito ripresi in sintesi alcuni aspetti caratteristici della tecnica fotogrammetrica e descritta l'evoluzione tecnologica che segnò il primo Novecento, con un contributo molto significativo da parte italiana. Si descriverà quindi l'impulso che la aerofotogrammetria diede alla produzione cartografica, particolarmente ampia dopo il primo conflitto mondiale.

Infine, si tratteranno brevemente alcune linee dello sviluppo successivo della tecnica fotogrammetrica, fino ai cambiamenti sostanziali che ne hanno caratterizzato l'ultimo ventennio, con l'emergere di tecnologie digitali che hanno ancora una volta rivoluzionato questa disciplina, ma

---

\* Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM) – Università di Bologna

facendo pur sempre riferimento alle regole ed alle relazioni geometriche di base che erano state individuate dai suoi precursori.

Conclude il lavoro una breve rassegna di casi di studio, relativi a quel periodo storico, affrontati in ambito di ricerca o in ambito didattico all'interno di tesi di laurea magistrale.

## **Gli sviluppi della fotogrammetria nel primo Novecento**

La fotogrammetria, come noto, nasce dal concetto che è possibile determinare la posizione e le dimensioni di un oggetto se esso viene osservato su almeno due immagini acquisite da posizioni diverse; a questo fine occorre inoltre conoscere o ricavare in modo indiretto i parametri che definiscono le caratteristiche della camera in uso.

Se il dato di base è costituito da fotografie (e viene universalmente riconosciuto che la prima fotografia fu realizzata da Niepce nel 1826), i fondamenti scientifici di questa disciplina si potevano trovare molto prima, in particolare negli studi settecenteschi sulla trasformazione proiettiva da immagine prospettica ad immagine in proiezione ortogonale (BEZOARI - SELVINI, 1999). Il termine "fotogrammetria" che oggi utilizziamo fu coniato dal tedesco W. Jordan nel 1876 e succedeva ad altri quali "fototopografia", "metrofotografia", "iconometria".

Dopo l'invenzione della fotografia, la seconda metà del XIX secolo vide diverse esperienze di utilizzo di questo nuovo prodotto per fini di rappresentazione metrica: fu il francese Aimé Laussedat (1819-1907), ingegnere ed ufficiale del Genio, a realizzare nel 1858 la prima macchina fotogrammetrica ed egli fu certamente uno dei pionieri di questa tecnica ai fini della mappatura del territorio per scopi militari, con rilievi eseguiti comunque da terra; era infatti molto sentita e pressante l'esigenza di disporre in tempi brevi di carte che descrivevano ampie zone, soprattutto nei territori di confine.

Nella storia affascinante legata a questa tecnica si ritrovano invenzioni di grandissimo interesse, con un contributo significativo da parte italiana, e del tutto incredibili per l'epoca. Si pensi per esempio alla camera panoramica che Ignazio Porro (1801-1875), topografo e docente al Politecnico di Milano, inventò nel 1858 (LUHMANN, 2004), con la carta sensibile disposta su un rullo cilindrico e dotata di bussola, cannocchiale, collimatore e livella (fig. 1a).

La differenza tra le normali camere e quelle che vennero inventate aventi caratteristiche metriche fu la presenza di elementi tra i quali il cerchio orizzontale, livelle, viti calanti, bussola o cannocchiali per collimare ad una direzione. Albrecht Meydenbauer, che si può definire il padre della fotogrammetria architettonica, tra il 1885 e il 1909 realizzò per il governo prussiano un archivio di ben 16000 fotogrammi metrici di contenuto architettonico. La sua camera "metrica" a soffietto (fig. 1b), con un ampio formato di 40 cm x 40 cm, fece da preludio alla nascita del fototeodolite, che univa le potenzialità della fotografia alle funzionalità di un goniometro e permetteva così anche prese inclinate.

Uno dei primi modelli di fototeodoliti, strumenti con cui si potevano quindi determinare gli angoli di direzione della presa fotografica, fu realizzato dall'italiano Pio Paganini (1848-1916), con il cannocchiale diretto secondo l'asse dell'obiettivo (fig. 1c).

Fu il Porro per primo a pensare di potere emulare con misure angolari riferite alle due prese fotografiche la situazione che si creava in campagna quando si realizzava una intersezione in avanti con un teodolite da due punti diversi; la sua intuizione, che doveva dare vita al cosiddetto

fotogoniometro, trovò realizzazione molto tempo dopo e successivamente fu applicata nella realizzazione dei restitutori a proiezione ottico-meccanica. Essa, tra l'altro, eliminava l'effetto della distorsione degli obiettivi di allora, perché le direzioni venivano determinate dall'osservazione del fotogramma effettuata con lo stesso sistema di lenti usato in acquisizione. Il concetto fu successivamente ripreso dal tedesco Carl Koppe (1884-1910) ed assunse il nome di Principio di Porro-Koppe.

Dopo la scomparsa del Porro, intorno al 1880 si tornò ad occupare di fotogrammetria l'Istituto Topografico Militare, che assumerà poi la denominazione attuale di Istituto Geografico Militare. Uno degli obiettivi principali da perseguire, per quanto assai arduo, era il rilievo delle Alpi con maggiore precisione che nel passato. E lo stesso Paganini, dopo una sua missione nelle Alpi Apuane del 1878, poteva scrivere nella sua relazione “nel mentre la Topografia si propone di determinare la forma del terreno ricavandone gli elementi sul terreno stesso, la Fototopografia si propone di ottenere lo stesso risultato ricavandone gli elementi della forma del terreno da speciali rappresentazioni fotografiche dello stesso”, e inoltre: “Prevedo fin d'ora che questo metodo di rilievo sarà il preferito per terreni difficili” (VON BREVERN, 2011). Fu così realizzata, fino all'inizio della Prima Guerra Mondiale, una serie di panorami dell'arco alpino a tutt'oggi unica nel suo genere (BEZOARI - SELVINI, 1999).

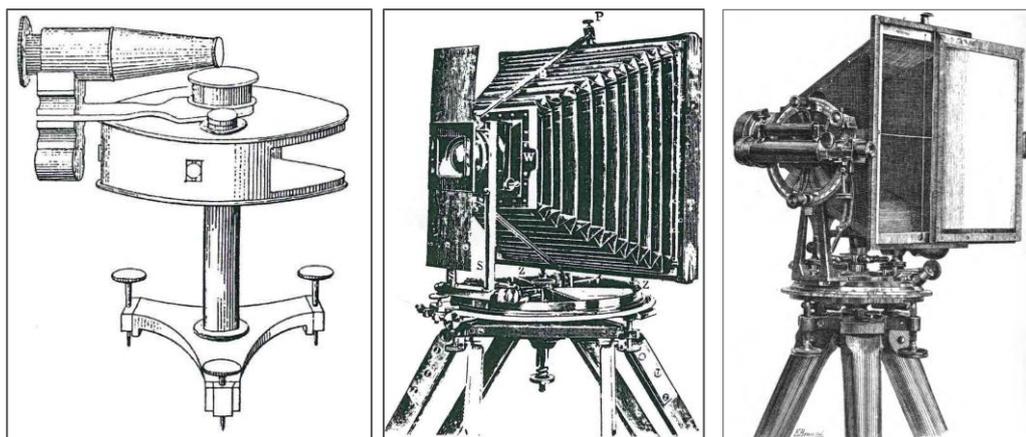


Figura 1: (a) camera panoramica di Porro, (b) camera metrica di Meydenbauer, (c) fototeodolite di Paganini

Si andava dunque formando la percezione che la nuova tecnica di rilevamento basata sulla fotografia potesse essere lo strumento per redigere la nuova carta d'Italia, la cui realizzazione rispecchiava l'unità territoriale raggiunta. A questo scopo non erano certamente sufficienti le riprese da terra, occorrevano sistemi per l'osservazione dall'alto di ampi territori. La fotografia dall'alto aveva compiuto nel frattempo progressi, a partire dalla prima immagine scattata nel 1858 su Parigi, da 80 metri di altezza, da Gaspar Felix Tournachon detto «Nadar», fotografo ed artista; ai palloni frenati si aggiunsero gli aerostati, gli aquiloni (fig. 2 a) ed i treni di aquiloni, capaci di sollevare camere fotografiche anche di un certo peso. Si svilupparono ingegnosi sistemi per rendere verticale l'asse delle camere e per stabilizzarle rispetto alle oscillazioni del mezzo, con una qualche analogia con quanto viene oggi sviluppato per i moderni droni.

All'inizio del nuovo secolo vennero compiute in Italia alcune prime importanti realizzazioni: nell'inverno 1902-1903 il tenente Ranza effettuò a Roma il primo esperimento di rilievo topografico planimetrico su un tratto del corso del Tevere. A questo esperimento seguì quello del capitano Tardivo, il quale, per conto del Genio Civile di Roma, rilevò nel 1908 un tratto di

cinquanta chilometri del corso dello stesso fiume, anche a fini archeologici. Le prese fotografiche, alla scala di 1:3300 circa e con formato 24 cm x 24 cm, furono effettuate da una quota intorno ai 500 metri ancorando il pallone frenato ad una zattera e regolando le riprese in maniera da collegare i tratti di terreno adiacenti.

Ma certamente la vera svolta avvenne con l'utilizzo dell'aeroplano. Uno dei pionieri del volo, Wilbur Wright, venne a Roma nell'aprile del 1909, per conto del Regno d'Italia, e davanti ad un folto pubblico effettuò numerosi voli con un biplano con motore a quattro cilindri da 22 CV; durante uno di questi voli, alla presenza di Vittorio Emanuele III, fu realizzata da parte di un cameraman della Universal News una ripresa fotografica video (fig. 2 b). Furono le prime immagini video riprese da un aereo.

Il primo aereo di costruzione italiana venne costruito da Aristide Faccioli, bolognese, nel 1908, e la prima conferenza d'aviazione si tenne al Teatro Duse di Bologna il 18 maggio 1909.

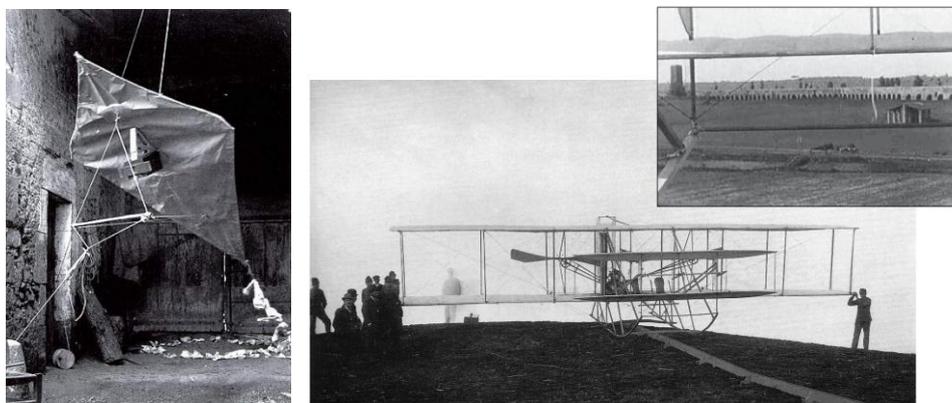


Figura 2: (a) aquilone con camera e altimetro, realizzato dal francese Batut intorno al 1890, (b) l'aereo di Wright a Centocelle nel 1909 ed un frame dal primo video realizzato

La nuova tecnica aerea trovò sviluppo per scopi civili ma soprattutto militari; gli italiani raggiunsero ben presto notevoli livelli, partecipando attivamente al primo Congresso Internazionale di Fotogrammetria, che si tenne a Vienna nel 1913.

Gli italiani furono i primi ad utilizzare la fotogrammetria per scopi bellici. Asteria 2, realizzato da Francesco Darbesio, fu il primo aereo di costruzione nazionale acquistato dall'Esercito Italiano e utilizzato in Libia nel conflitto Italo-Turco. Quelle esperienze furono significative per affrontare l'impegno della prima guerra mondiale. Con l'entrata in guerra, le esigenze cartografiche del Regno dovettero cambiare rapidamente (La prima guerra, 2008) e l'Istituto Geografico Militare fu chiamato a realizzare la cartografia di guerra:

[...] si richiese al Comando Supremo l'allestimento di Carte geografiche generali d'insieme dei vari teatri della guerra, alla scala di un milionesimo, di carte corografiche della Penisola Balcanica ad 1:200.000 e di una varietà grande di altre Carte speciali, per le quali veniva tratto partito da materiali vari già in possesso dell'Istituto. [...]. A dare un'idea complessiva della vastità dell'opera compiuta dall'Istituto nel solo campo cartografico, durante lo svolgimento delle operazioni militari, potranno valere alcune cifre. Il numero delle Carte a scale diverse, spedite in zona di guerra durante le operazioni, ascende a 20 milioni (MORI, 1922).

L'utilizzo in campo militare richiedeva però carte con un buon livello di dettaglio, che potessero riportare i particolari utili per la guerra di posizione che si andava svolgendo su diverse aree; queste esigenze potevano essere soddisfatte dalle carte in scala 1:25000 o 1:50000. Le prime, denominate "tavole" dal nome dello strumento che in passato era utilizzato per la rilevazione topografica terrestre (tavola pretoriana), furono realizzate soprattutto per aree di interesse militare e furono

usate come base per derivare la grande carta d'Italia in scala 1:100000. In verità, molto materiale fu realizzato utilizzando come base la cartografia del nemico, i fogli in scala 1:25000 dell'esercito austriaco che venivano aggiornati e completati proprio grazie alle informazioni desumibili dalle fotografie aeree nonché dalle ricognizioni sul terreno.

Non tutti i reparti dell'esercito avevano tuttavia le medesime esigenze di rappresentazione cartografica. Se le carte in scala 1:25000 erano utili per l'artiglieria ed i comandi generali, sul terreno le truppe, ed in particolare la fanteria, necessitavano di carte a scala maggiore, 1:10000 e anche 1:5000.

Come riportato in (BEZOARI - SALVINI, 1999) “nei cinque anni di guerra, furono fotografati ben sette milioni di chilometri quadrati, o se si vuole settecento milioni di ettari: la superficie dell'Italia è attualmente di circa 30 milioni di ettari. Naturalmente si trattò di prese ripetute sui vari fronti; nacquero allora le macchine «panoramiche» a ripetizione dette anche fotomitragliatrici”. Alla fine del 1917 “l'aviazione austriaca realizzava circa 4000 fotografie al giorno, così da aggiornare la vista dell'intero fronte occidentale ogni due settimane, mentre il numero delle fotocamere in dotazione alla Regia Aeronautica italiana dalle 22 del 1915 era passato alle 391 nel 1918” (TORRETTA - DI RITA, 2008) e lo stesso dicasi per il numero degli aeroplani, passato dal centinaio del 1914 ai circa 1800 alla fine della guerra. Alla produzione ufficiale dell'Istituto si sommavano poi le realizzazioni dell'editoria privata (fig. 3).

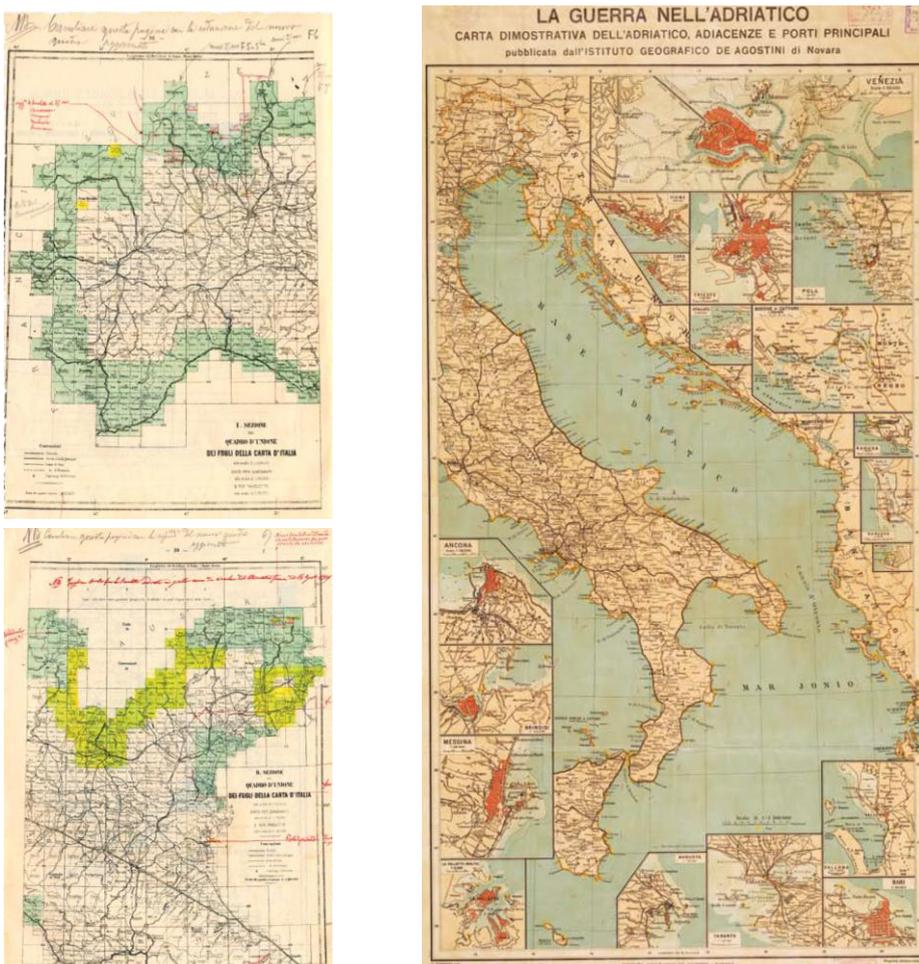


Figura 3, a sinistra quadro d'unione della cartografia realizzata dall'IGM al 1 ottobre 1916, a destra *La Guerra nell'Adriatico*, Istituto Geografico de Agostini di Novara, 1915

Le leggi matematiche e geometriche della fotogrammetria trovavano al contempo una prima sistematizzazione scientifica sui libri che venivano alla luce in quegli anni. Un esempio è costituito dal volume *Grundlagen der Photogrammetrie aus Luftfahrzeugen* (Fondamenti di fotogrammetria da veicoli aerei), ad opera di Hugerhoff e Cranz, edito a Stoccarda nel 1919, una copia del quale è conservata presso la Biblioteca Interdipartimentale di Ingegneria e Architettura dell'Università di Bologna (fig. 4).

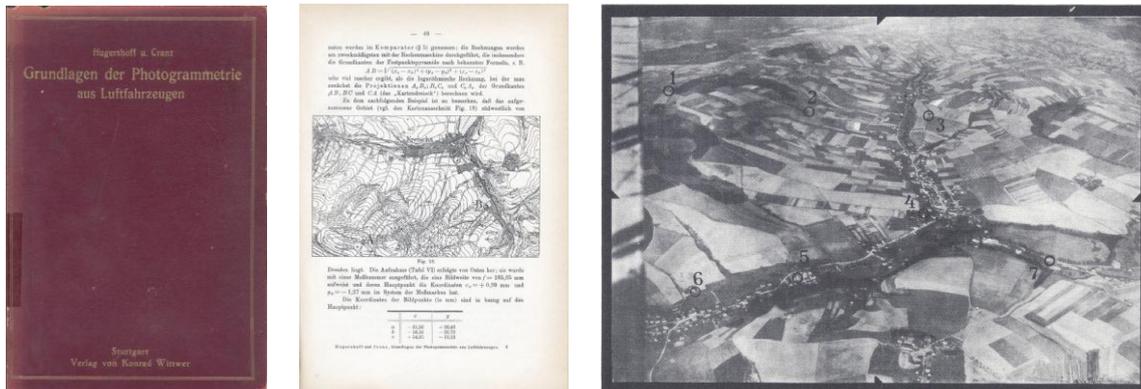


Fig. 4 *Grundlagen der Photogrammetrie aus Luftfahrzeugen*, la copertina ed alcune tavole tra cui a destra la riproduzione di un'immagine aerea con segnalazione di punti notevoli nel formato 13 cm per 18 cm

Il problema cruciale era evidentemente il passaggio dalla fotografia alla carta, e cioè dai punti rappresentati su un fotogramma alle rispettive coordinate terreno che dovevano essere riprodotte sulla mappa. Alle soluzioni proposte dal Porro, e realizzate poi da Koppe, si affiancava il metodo che si basava sulla misura delle coordinate lastra effettuata con comparatori; dalle quattro coordinate dei due punti omologhi si potevano così dedurre, per via di calcolo, le tre coordinate terreno. Insieme agli strumenti matematici occorre dunque anche dispositivi ottico-meccanici che fossero in grado di tradurre le relazioni esistenti in operazioni pratiche, e possibilmente con ottima precisione ed elevata produttività. Una data importante fu il 1901, con la costruzione da parte di Carl Pulfrich (1858-1927) del primo stereocomparatore (fig. 5a), cioè uno strumento capace di misurare non solo coordinate di lastra (con incertezza del centesimo di millimetro) ma anche «parallassi», ovvero differenze nelle ascisse dei sistemi lastra, osservando due immagini fotografiche non separatamente, così come era stato fatto fino ad allora, ma congiuntamente; si poteva quindi operare sulla ricostruzione del modello ottico tridimensionale dell'oggetto. Con le ricerche sulla stereoscopia (PULFRICH, 1922), si gettavano dunque le basi per aumentare in modo determinante le potenzialità della nuova tecnica fotogrammetrica, sia in termini di produttività e precisione che di efficacia; nel rilevamento del territorio non era infatti semplice quanto nelle applicazioni architettoniche ritrovare con certezza i punti omologhi dall'osservazione separata delle due lastre.

La vera rivoluzione verso l'automazione della restituzione e la realizzazione efficace di quanto prospettato da Pulfrich venne ad opera di un triestino, Edoardo Von Orel (1877-1941), che pensò ad un sistema che potesse proiettare in modo «analogico», senza cioè eseguire calcoli numerici, i punti collimati in stereoscopia. Il sistema, che inizialmente richiedeva due operatori, fu esteso per trattare anche le prese oblique e convergenti (lo stereocomparatore di Pulfrich operava sostanzialmente per le prese terrestri «normali», cioè ad assi ottici paralleli ed ortogonali alla base) e fu poi in breve modificato e commercializzato dalla Carl Zeiss di Jena, presso cui operava Pulfrich, nel corso del 1911 (fig. 5b). Come fu sottolineato in (SANDER, 1931), il suo sistema era «un dispositivo per la

risoluzione di equazioni”, perché risolveva per via meccanica e tramite l’osservazione stereoscopica le equazioni di collinearità nel caso della conoscenza dei punti di presa e delle inclinazioni degli assi della camera da presa rispetto alla base; dall’esplorazione del modello si poteva per la prima volta disegnare la planimetria e tracciare le curve di livello.

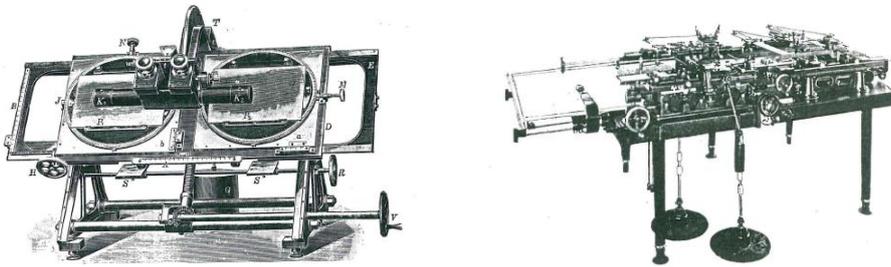


Figura 5: (a) stereocomparatore di Pulfrich (1901), (b) lo Stereoautografo von Orel-Zeiss nella sua versione commerciale

Il dopoguerra segnò l’inizio di una nuova straordinaria epoca della aerofotogrammetria, che vide in Italia in Ermenegildo Santoni ed Umberto Nistri i suoi più importanti rappresentanti.

Grazie alle strumentazioni progettate da Ermenegildo Santoni (1896-1970), a partire dal 1937 l’Istituto Geografico Militare effettuerà la quasi totalità dei rilievi sia in Italia che nei territori delle ex Colonie per via aerofotogrammetrica. Questo avvenne in particolare nei territori esteri, nell’Africa Orientale Italiana e nelle operazioni belliche in Africa Settentrionale, laddove era prioritaria la necessità di disporre in tempi relativamente brevi della cartografia di vaste estensioni di territorio; a dispetto dei tempi rapidi di realizzazione, la nuova cartografia aveva caratteristiche e funzionalità innovative, a cui si univa la ricchezza e precisione nella descrizione del territorio. L’opera di Santoni fu molto ampia, spaziando dalla progettazione di nuove camere (fig. 6a) a quella di restitutori aerofotogrammetrici (fig. 6b); all’esposizione dell’Aia del 1948 fu presentata la nuova camera a pellicola modello IV, che introduceva il nuovo e mai più abbandonato formato 23 x 23 cm<sup>2</sup> ed i nuovi restitutori Stereosimplex II. Nell’anno successivo egli riceveva dall’Università di Bologna la laurea ad honorem in Ingegneria Civile (fig. 6c).

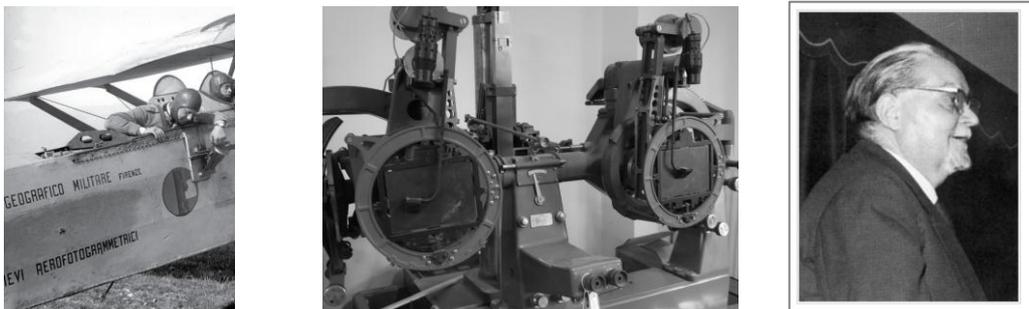


Figura 6: (a) acquisizione aerea IGM con camera progettata da Santoni, (b) Stereocartografo Santoni III (1934) conservato nella collezione di strumenti topografici antichi dell’area di Topografia del DICAM, Università di Bologna, (c) laurea ad honorem in Ingegneria Civile conferita dall’Università di Bologna a E. Santoni nel 1949 (AUSB, Archivio fotografico)

Nella stessa epoca operava l’Ing. Umberto Nistri (1895-1962), che nel corso della prima guerra mondiale fu ufficiale osservatore da aereo come Santoni (fig. 7a). Nistri operò su molti versanti, dalla progettazione strumentale all’imprenditoria industriale nel campo del rilievo aereo. Quale

progettista di apparati, nel 1919, inventò lo Stereoproiettografo (fig. 7b), nel quale l'orientamento esterno globale separato delle due lastre avviene secondo il cosiddetto problema del vertice di piramide. Con il primo restitutore, nel 1920, realizzò la carta del Poligono di Tiro Umberto I alla Farnesina, in scala 1:1250 (fig. 7c).

Il ruolo di imprenditore e propulsore nell'uso dell'aerofotogrammetria per la realizzazione di carte fu anch'esso molto importante: è del 1919 il suo primo brevetto per ottenere una carta topografica dalle fotografie aeree e nel 1921 fondò la S.A.R.A. - Società Anonima Rilevamenti Fotogrammetrici, prima ditta in Italia organizzata a livello industriale in questo settore. Fu proprio alla S.A.R.A. di Roma e alla Società Anonima Officine Galileo che furono affidati nel 1933 i rilevamenti per le mappe catastali. Dall'esperienza iniziata da Nistri nacque dunque un immenso e preziosissimo patrimonio di immagini aeree, relative soprattutto ad importanti centri urbani, che possono essere ancora oggi essenziali per studi sulle dinamiche territoriali ed urbanistiche.

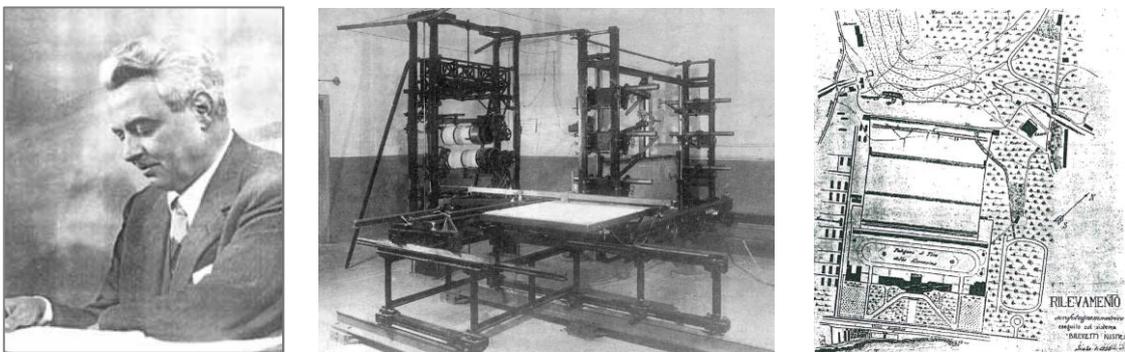


Figura 7: (a) L'ing. Umberto Nistri, (b) lo Stereoproiettografo Nistri (1919), (c) la carta aerofotogrammetrica a grande scala del Poligono di Tiro romano, scala originale 1:1250.

Se nell'ambito industriale e delle applicazioni tecniche gli italiani ebbero un ruolo molto significativo, l'Università registrava figure di primo piano ad alimentare queste ricerche. All'Università di Bologna insegnò dal 1927 al 1962, presso la cattedra di Geodesia e Topografia, Paolo Dore (1892-1969), che ricoprì a lungo il ruolo di Preside della Facoltà di Ingegneria; fu l'autore di un importante volume sulla fotogrammetria (DORE, 1938), in cui venivano presentati in modo analitico e rigoroso gli elementi che poi saranno successivamente ripresi con lo sviluppo delle tecniche informatiche (fig. 8).



Fig. 8: la lapide che ricorda il prof. Dore presso la Scuola di Ingegneria ed Architettura dell'Università di Bologna ed il volume che egli pubblicò per Zanichelli nel 1938

Un breve cenno a seguire su quelle che furono le sorti successive di questa disciplina, fino ai nostri giorni.

La seconda metà del secolo vide una nuova rivoluzione per la fotogrammetria, che da analogica divenne analitica; a presentarla fu il canadese Uki Helava nel 1957. Fu ovviamente lo sviluppo dei calcolatori elettronici a guidare questa transizione, con la possibilità di risolvere in tempo reale le equazioni che erano alla base del processo fotogrammetrico, in primis le equazioni di collinearità, che potevano essere affrontate già con i primi mezzi di calcolo numerico e “con velocità che allora apparivano straordinarie: 2576 bytes di memoria, espandibili a 15888, 60 istruzioni, 24 ms per un’addizione, da 24 a 256 ms per le altre operazioni aritmetiche” (BEZOARI - SELVINI, 1999). Il primo restitutore analitico è opera della società statunitense Bendix, per la parte elettronica, e, per la parte fotogrammetrica, della O.M.I. di Roma, fondata da Umberto Nistri nel 1924.

Si riduceva la complessità dell’apparato ottico-meccanico e al contempo veniva introdotta la possibilità di numerizzare il risultato, che ora non consisteva più solamente in un prodotto su carta, ma, soprattutto, in un dato su supporto magnetico, e dunque memorizzabile, aggiornabile, duplicabile e visualizzabile a video; la cartografia numerica diveniva in questo modo l’ossatura portante dei moderni sistemi informativi territoriali.

La terza rivoluzione della fotogrammetria avvenne verso il passaggio al XXI secolo, con l’introduzione della fotogrammetria digitale (introdotta dal finlandese Sarjakoski nel 1981 con il termine di *soft photogrammetry*). Il restitutore è ora sostanzialmente un computer che opera su immagini digitali (o rese digitali tramite scansione), in visione stereoscopia oppure in monoscopia. Non si trattò solo di un aggiornamento della strumentazione ad una nuova veste; il digitale ha rappresentato di fatto la possibilità di avvicinarsi alla fotogrammetria da parte di nuove e più ampie schiere di utenti, che potevano affrontare questa tecnica con risorse alla portata di tutti. E questo ha costituito ben presto anche il terreno di incontro di questa disciplina con altre branche della ricerca scientifica, non solo afferenti al tradizionale ambito del rilevamento (la moderna geomatica); tra esse, in primo luogo, quelle della *Computer Vision*. La fotogrammetria di oggi dialoga con il telerilevamento satellitare e può produrre nuvole di punti alla stregua dei sistemi di rilevamento a scansione.

Non è evidentemente compito di questo lavoro, tuttavia, esaminare e discutere più in dettaglio questi sviluppi moderni.

### **Connessioni con la ricerca e la didattica**

L’intreccio della storia delle discipline scientifiche con la ricerca e la didattica condotte oggi all’interno dell’Ingegneria è un tema affascinante, un terreno su cui si può certamente declinare il grande valore dell’interdisciplinarietà in ambito accademico. E’ tuttavia un tema troppo ampio e ambizioso per queste righe, per cui ci si limiterà solo a citare alcune esperienze condotte di recente dal gruppo di ricerca dell’autore e che coinvolgono, adottando i più moderni metodi della geomatica, dati e realtà intorno alla prima metà del secolo scorso. Gli esempi si riferiscono in molti casi a studi originati da recenti tesi di laurea magistrale in Ingegneria, e si vorrebbe con ciò evidenziare come nel momento finale della tesi si possano affrontare tematiche interdisciplinari che siano di arricchimento per gli studenti.

Le tracce materiali della Grande Guerra sono per larga parte note; esistono tuttavia molte aree, non interessate da eventi bellici di primo piano, per le quali nel corso del tempo è andata perduta una parte della memoria storica, per esempio sul tracciato di trincee, sulla posizione delle postazioni o sui camminamenti utilizzati. Nelle aree forestate di montagna è praticamente impossibile rilevare

oggi questi segni dall'aereo. Può venire in aiuto per questo una moderna tecnica geomatica, la scansione laser aerea (LiDAR), che permette di rilevare il modello tridimensionale del terreno anche sotto folte alberature, grazie ad un segnale laser che può penetrare, almeno parzialmente, al di sotto delle chiome. La procedura che si applica sulle “nuvole dense di punti tridimensionali” ottenuti dal rilievo LiDAR aereo si dice filtraggio e consente di estrarre questo dato grazie ad algoritmi specializzati. Nell'ambito della tesi di laurea magistrale (Spadoni, 2014), si è applicata questa metodologia su un'area trentina, come documentato nella fig. 9. I tracciati delle trincee che appaiono nel modello digitale del terreno, ottenuto filtrando il modello digitale della superficie, non sono visibili in altro modo.

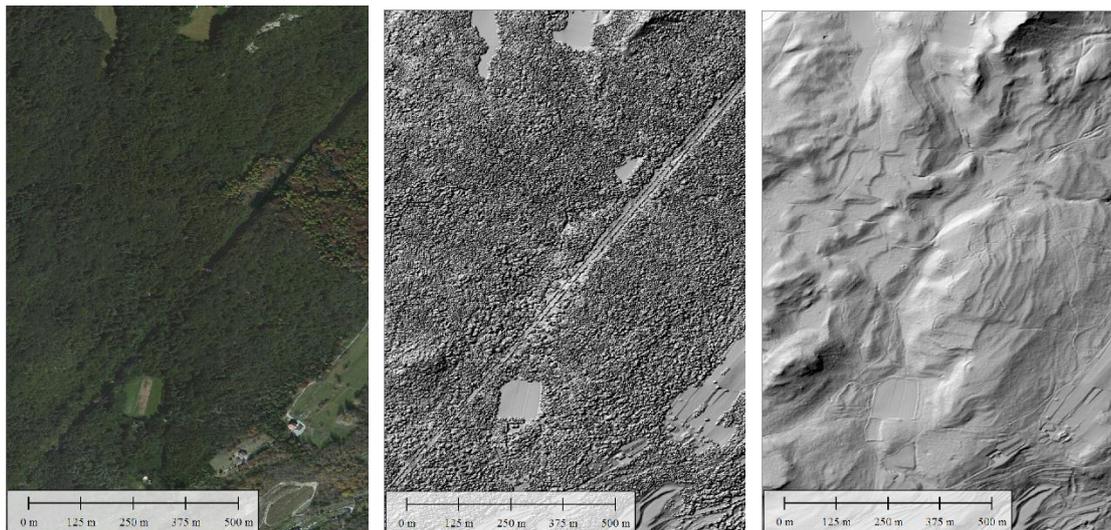


Fig. 9: Per una stessa porzione di territorio, altamente forestata, sono mostrate l'immagine a colori, il modello digitale delle superfici ottenuto dal rilievo aereo LiDAR ed il successivo modello digitale del terreno che evidenzia tracciati non altrimenti visibili (i rilievi LiDAR sono stati effettuati e sono resi disponibili dalla Provincia di Trento)

Il riutilizzo di immagini aeree fotogrammetriche del lontano passato può essere molto utile per ricostruire le dinamiche territoriali e per rispondere a questioni diverse, anche legate a contenziosi sulle proprietà o altri temi. Tuttavia, un uso rigoroso di queste immagini presuppone la conoscenza dei loro certificati di calibrazione, che riportano gli elementi essenziali dell'orientamento interno, ma purtroppo, molto di frequente, questi documenti cartacei non sono più disponibili. È però possibile con particolari procedure di calibrazione moderne ricostruire questi dati in laboratorio per via analitica. Questo processo, che richiede la disponibilità di punti a terra di coordinate note, è stato adottato dal gruppo in molte situazioni diverse. Un esempio per tutti si riferisce alla generazione di ortofoto - dunque un prodotto ad alta valenza metrica - dalla compensazione per fasci proiettivi e successiva mosaicatura di un blocco di fotogrammi aerei del 1937 (formato 13 cm x 18 cm, scala 1:8300), opportunamente scansionati, relativi ad una porzione dell'area urbana di Bologna che all'epoca era profondamente diversa. Il lavoro è descritto in (BITELLI et al., 2006) e la figura 10 riporta una porzione dell'ortofoto realizzata.

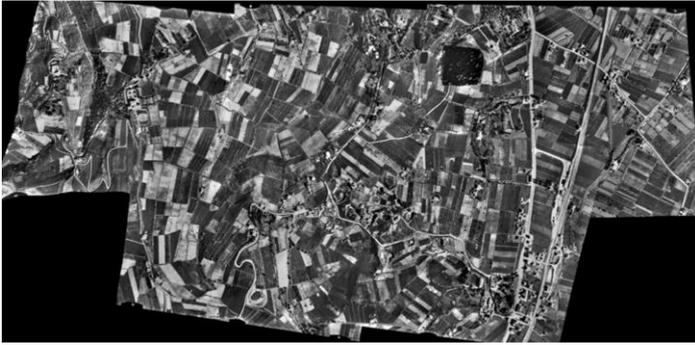


Fig. 10: Ortofoto digitale ottenuta dalla rielaborazione di fotogrammi del 1937

Venendo ad un periodo più vicino, ma a una diversa scala di indagine, può risultare molto interessante anche il recupero delle immagini satellitari che intorno agli anni '60 del secolo scorso venivano realizzate dalle grandi potenze (USA ed URSS) a fini di spionaggio, in un'epoca di guerra fredda. Queste fotografie, ora declassificate e dunque utilizzabili in ambito civile, sono di ottima qualità, con una risoluzione spaziale molto spinta; originariamente su supporto analogico, possono essere trattate in ambiente digitale, dopo opportuna scansione, con una sequenza di elaborazioni fotogrammetriche rigorose. Un esempio di applicazione a supporto della ricerca archeologica è riportato in (BITELLI - GIRELLI, 2009).

Infine, un'altra situazione sulla quale sono state condotte numerose ricerche in questi anni, anche collegate a tesi di laurea, è quella relativa al recupero di cartografia storica, e di altri dati georeferenziabili, ai fini della realizzazione di un HGIS - Historical Geographic Information System. È un sistema che consente di gestire ed analizzare al computer archivi geometrici e testuali anche molto diversificati, connessi dalla matrice comune della localizzazione geografica degli elementi trattati. Si può in questo modo andare molto indietro nel passato, tramite il recupero digitale di cartografia storica che può coprire anche molti secoli. Insieme ad essa, possono essere organizzati e gestiti dati diversi (carte moderne, ortofoto, cartografia vettoriale, tematismi, archivi alfanumerici storici vari), consentendo analisi diacroniche affascinanti e di grande interesse per il geografo, lo storico, l'urbanista e in generale per chi studia l'evoluzione nel tempo di un territorio. Tra i lavori più recenti si possono qui citare un ampio studio sul Catasto Gregoriano bolognese (GATTA et al., 2016) ed una ricerca in ambito di archeologia industriale sull'antico Canale dei Mulini della città di Cesena (BITELLI et al., 2016).

## Conclusioni

Ad un secolo di distanza dalla prima guerra mondiale, risulta quanto mai evidente il balzo tecnologico e delle conoscenze scientifiche che è stato compiuto; ma, al contempo, è estremamente interessante rilevare con quali mezzi venivano affrontati allora, e con quali grandi capacità e intelligenza, i temi dell'ingegneria ed in generale delle scienze applicate. La cartografia, strumento essenziale per il governo del territorio, conobbe una vera e propria svolta ad inizio del secolo scorso grazie al connubio tra la tecnica della fotogrammetria, che si andava affermando in campo terrestre, e lo sviluppo dell'aeronautica.

E' necessario che questa storia, fatta di invenzioni geniali e del contributo essenziale di molti italiani, sia approfondita e mantenuta viva, non solo per il rispetto verso chi la scrisse, ma anche perché le soluzioni tecnologiche che furono pensate allora sono ancora oggi molto interessanti e stimolanti e potrebbero ancora, pur in un mondo digitale, essere in qualche caso riconsiderate.

## BIBLIOGRAFIA

- BEZOARI GIORGIO - SELVINI ATTILIO, *Gli strumenti per la fotogrammetria. Storia e tecnica*, Napoli, Liguori Editore, 1999
- BITELLI GABRIELE - GATTA GIORGIA - GIORGINI GIULIO - MINGHETTI ANDREA - MOGNOL ALESSANDRO - PASELLI ELISA, *Recupero a fini metrici di fotogrammi aerei storici per lo studio delle dinamiche territoriali in ambito urbano: un caso di studio* in *Atti 10° Conferenza Nazionale ASITA*, Bolzano, 2006, p. 355-360
- BITELLI GABRIELE - GIRELLI VALENTINA ALENA, *Metrical use of declassified satellite imagery for an area of archaeological interest in Turkey*, "Journal of Cultural Heritage" 10(2009), sup. 1, p. 35-40
- BITELLI GABRIELE - BARTOLINI FABIO - GATTA GIORGIA, *HGIS and archive researches: a tool for the study of the ancient mill channel of Cesena (Italy)*, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLI-B5, 2016, p. 183-189
- DORE PAOLO, *Fondamenti di fotogrammetria: fototopografia da terra e da aerei*, Bologna, Zanichelli, 1938
- GATTA GIORGIA - ARIOTI ELISABETTA - BITELLI GABRIELE, *Geomatic science applied to cartographic heritage and archive sources: a new way to explore the XIX century Gregorian Cadastre of Bologna (Italy)*, "Journal of Cultural Heritage", 2016 (in corso di stampa)
- HELAVA UNO (UKI) VILHO, *New principles for photogrammetric plotters*. "Photogrammetria", 14(1957), p. 89-96
- HUGERSHOFF REINHARD. - CRANZ HERMANN, *Grundlagen der Photogrammetrie aus Luftfahrzeugen*, Stoccarda, Wittwer, 1919
- INGHILLERI GIUSEPPE, *Topografia Generale*, Torino, UTET, 1974
- KRAUS KARL, *Photogrammetry. Geometry from Images and Laser Scans*, Berlin, De Gruyter, 2007
- LUHMANN THOMAS., *A historical review on panorama photogrammetry*, "International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing", 34(2004), part 5/W16
- MORI ATTILIO, *La cartografia ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare*, Roma, Stabilimento poligrafico per l'Amministrazione della guerra, 1922
- La Prima Guerra Mondiale in cartografia*, Firenze, La tipografica, 2008 ("La Cartografia", 6(2008), n. 17 numero monografico)
- PULFRICH CARL, *Die Stereoskopie im Dienste der isochromen und heterochromen Photometrie*, Berlin, Springer, 1922
- SANDER WALTHER, *Du développement de la Photogrammètrie*, in: *Handbuch der Photogrammetrie*, Lausanne, 1931
- SELVINI ATTILIO, *Appunti per una storia della topografia in Italia nel XX secolo*, Rimini, Maggioli, 2012
- SELVINI ATTILIO, *Edoardo de Orel: la fotogrammetria diventa adulta*, "GeoMedia", 4(2013), p. 36-39
- SHEPHERD ELIZABETH J., *Wright vola! Primi voli a Roma nell'eco della stampa (1908-1909)*, Roma, ICCD Aerofototeca Nazionale, 2009 <<http://www.iccd.beniculturali.it/index.php?it/150/news/46/wright-vola-primi-voli-a-roma-nelleco-della-stampa-1908-1909>> (ultima consultazione 29/06/2016).
- SPADONI MAURO, *Un approccio geomatico per il recupero di dati territoriali storici: il caso della Valle dei Laghi (TN)*, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Urbani, Università di Bologna, 2014
- TORRETTA ELENA - DI RITA ALESSANDRA, *L'evoluzione della fotogrammetria da terrestre ad aerea*, in *La Prima Guerra Mondiale in cartografia*, Firenze, La tipografica, 2008 ("La Cartografia", 6(2008), n. 17)
- VACCARI ALESSANDRO, *L'immagine della Grande Guerra in Italia*, in *La Prima Guerra Mondiale in cartografia*, Firenze, La tipografica, 2008 ("La Cartografia", 6(2008), n. 17)
- VON BREVERN JAN, *Fototopografia: the "futures past" of surveying*, "Intermedialités", 17(2011), p. 53-67

# Tracce della Grande Guerra tra i libri

## Mostra Bibliografica

22-29 maggio 2015 - Atrio della Scuola di Ingegneria e Architettura

Testi di MARIA PIA TORRICELLI – RAFFAELLA INGLESE – ROSALIA MICELI

Foto di CAROLINA ANCONA - DAVIDE DESSÌ

...Ma nel cuore  
Nessuna croce manca  
E' il mio cuore  
Il paese più straziato

Giuseppe Ungaretti

Nel 1915 la Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri si trovava nel centro di Bologna, nell'edificio che era stato del convento di san Giovanni dei Celestini; al termine di tre anni di studio, gli allievi conseguivano, in base all'indirizzo scelto, il diploma di Ingegnere civile o di Architetto.

L'organizzazione interna dell'istituto prevedeva diversi gabinetti di ricerca: *Ponti e costruzioni e meccanica applicata alle costruzioni, Fisica tecnica, Geometria pratica e geodesia, Chimica docimastica, Meccanica applicata alle macchine, Architettura tecnica, Macchine termiche, idrauliche ed agricole, Idraulica, Geologia applicata, Strade e ferrovie*. Funzionali ai gabinetti di ricerca erano la biblioteca, implementata sin dalla attivazione della Scuola nel 1877, e i laboratori<sup>1</sup>.

Nei primi anni il processo di costruzione della biblioteca fu incentrato sull'acquisizione di libri e periodici, correnti e storici, di ambito scientifico e tecnico, dalla fine degli anni Ottanta dell'Ottocento, si orientò invece più decisamente verso l'acquisizione di bibliografia tecnico-scientifica aggiornata.

Le aree tematiche di interesse della biblioteca sono descritte nel *Catalogo metodico*, cioè per materie, pubblicato tra il 1881 e il 1888, ed erano affini, per lo più, alle materie insegnate nella Scuola: *materie*



Scuola d'applicazione per gli ingegneri, 1930-1935 (AUSB, Archivio fotografico)

<sup>1</sup> Cfr. *Notizie concernenti la Scuola e monografie dei gabinetti*, Bologna, Compositori, 1881, *Notizie concernenti la Scuola*, Bologna, Compositori, 1888, VITTORIO TELMON, *Professionalità e accademia fra il declinare del XIX e gli inizi del XX secolo: l'inizio dell'ingegneria a Bologna*, in *Cento anni di università: l'istruzione superiore in Italia dall'unità ai nostri giorni, atti del 3° Convegno nazionale, Padova, 9-10 novembre 1984*, a cura di FRANCESCO DE VIVO - GIOVANNI GENOVESI, Napoli, Edizioni scientifiche italiane, 1986, p. 64-97, GIOVANNI COCCHI, *Cento anni di Scuola di Ingegneria a Bologna*, in *L'Università a Bologna, maestri, studenti e luoghi dal XVI al XX secolo*, a cura di GIAN PAOLO BRIZZI, Bologna, 1988, pp. 195-205, GIAN CARLO CALCAGNO, *Un istituto per la formazione degli ingegneri: la Scuola d'applicazione di Bologna in innovazione e modernizzazione in Italia fra otto e Novecento*, a cura di ENRICO DECLAVA-CARLO G. LACAITA-ANGELO VENTURA, Milano, Franco Angeli, 1995, p. 262-296. *Idem*, *La Scuola per gli ingegneri dell'Università di Bologna tra Otto e Novecento*, «Annali di storia delle università italiane», 1 (1997), p. 149-163, MILENA BENASSI CAPUANO, *La Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Bologna (1877-1915)*, «Strenna storica bolognese», 50 (2000), p. 39-79. Per la storia della Biblioteca, cfr.: *Notizie* 1881, p. 23, *Notizie* 1888, p. 183-195, *Catalogo metodico della Biblioteca. R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Bologna*, Bologna, Compositori, 1881 e *Catalogo metodico della Biblioteca. Primo supplemento. R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Bologna*, Bologna, Compositori, 1888, *Commentari dell'organizzazione e di un triennio di vita della Scuola ed Annuario per l'anno scolastico 1908-1909*, p. 56-57 e 491-501, Bologna, Stabilimento poligrafico emiliano, 1909, *Il patrimonio librario antico della Biblioteca di Ingegneria*, a cura di BENITO BRUNELLI-CINZIA BUCCHIONI-MARIA PIA TORRICELLI, Bologna, Pitagora, 1992, MARIA PIA TORRICELLI, «*Reperti*» d'archivio presso la Biblioteca G.P. Dore della Facoltà di Ingegneria in *Gli archivi universitari ed accademici per la storia della scienza e della tecnologia*, Bologna, CUSL, 1984, p. 93-96 e CINZIA BUCCHIONI-MARIA PIA TORRICELLI, *Ingegneri e biblioteche*, «L'Archiginnasio», 93 (1998), p. 267-343, . MARIA PIA TORRICELLI, *Le biblioteche per la formazione alle professioni tra '800 e '900: il caso della Scuola per gli ingegneri e della Scuola di agraria dell'Università di Bologna*, «Annali di storia delle università italiane» 13(2009), p. 411-418.

giuridiche, leggi e regolamenti, storia delle scienze fisiche e matematiche, aritmetica, algebra, analisi, geometria, geometria pratica, geodesia, astronomia, meteorologia, meccanica, macchine, costruzioni, ponti, strade, idraulica, costruzioni marittime, ingegneria, fisica, chimica, mineralogia, geologia, tecnologia, arte militare, scienze naturali, agricoltura, economia, estimo rurale, architettura, opere storiche, opere geografiche; le discipline legate all'ingegneria industriale, prima fra tutte l'elettrotecnica, saranno incrementate negli anni successivi. A partire dalla fine del primo decennio del Novecento alla biblioteca centrale si affiancarono piccole raccolte librarie all'interno degli istituti.

Dopo i primi anni di considerevole sviluppo delle collezioni la biblioteca, negli anni della guerra, risulta dalle fonti impoverita e in disordine, così come in disordine erano le raccolte librarie all'interno dei gabinetti di ricerca per mancanza di adeguati finanziamenti e di personale bibliotecario. Il direttore Luigi Donati così scrive, in una lettera al Ministro dell'Istruzione, nel 1922:

L'acquisto delle opere scientifiche, anche di alto interesse, ha dovuto essere assolutamente sospeso per la biblioteca specialmente durante e dopo il periodo della guerra, così come sono state interrotte importanti collezioni per le quali è ora necessario provvedere al completamento che in detto periodo era anche reso impossibile per la sospensione degli scambi commerciali con le nazioni nemiche.<sup>2</sup>

Nonostante ciò la documentazione presente nell'Archivio Storico dell'Università, dove si conserva l'Archivio della Scuola, ci testimonia che, pur in presenza di alterne vicende, la biblioteca non fu mai completamente trascurata, neppure negli anni di guerra, sino all'importante intervento di riordino voluto da Attilio Muggia alla metà degli anni Venti. In Archivio Storico si conservano, a conferma di tale ipotesi, fatture, ordini di monografie e periodici, lettere di accompagnamento di doni, richieste di informazioni bibliografiche, di prestiti, domande di ammissione alla consultazione ed infine diversi progetti di riordino e le relative richieste di fondi. Nel 1911 il patrimonio bibliografico era composto, tra monografie e periodici, da circa 15.000 volumi; per ciò che attiene specificatamente i periodici correnti, italiani e stranieri (tedeschi, francesi e inglesi), nel 1888 i titoli in abbonamento erano circa 43, nel 1909 si riscontra un lieve incremento e i titoli in corso divennero 58 sino a raggiungere 81 testate nel 1935<sup>3</sup>.

Ed è proprio su ciò che resta del patrimonio bibliografico acquisito tra il 1910 e il dopoguerra e la documentazione conservata presso l'Archivio Storico dell'Università, che si è svolto il lavoro di ricerca alla base della mostra tenutasi, a maggio 2015, presso la Scuola di Ingegneria e Architettura dell'Università di Bologna; mostra che aveva come obiettivo quello di fare riemergere, per quanto possibile, l'interesse umano e scientifico della comunità che alla Scuola faceva riferimento, verso quella che fu, citando George Mosse, la prima guerra "di un'età tecnologica"<sup>4</sup>.

La prima sezione della mostra introduceva in quello che doveva essere il clima di grande fermento tra gli studenti della Scuola nei primi mesi del 1915. Infatti, il 22 febbraio 1915, gli allievi chiesero al direttore, Silvio Canevazzi, l'istituzione di un corso sulle "applicazioni belliche dell'ingegneria da impartirsi da ufficiali del Genio militare" avendo come riferimento esperienze analoghe a Milano e Roma. Il corso si svolse tra marzo e maggio e fu tenuto dal colonnello del Genio Mariano Borgatti che, in una nota al Direttore, sottolinea il successo del ciclo di lezioni alle quali gli studenti partecipavano numerosi e con frequenza costante<sup>5</sup>.



Atrio della Scuola di Ingegneria e Architettura

<sup>2</sup> ARCHIVIO STORICO DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (ASUB), *R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri (Sc.ap.in.)*, Amministrazione, b. 5, pos. 20 a, 20 febbraio 1922.

<sup>3</sup> TORRICELLI, *Le biblioteche per la formazione*, p. 414.

<sup>4</sup> GEORGE L. MOSSE, *Le guerre mondiali. Dalla tragedia al mito dei caduti*, Roma-Bari, Laterza, 2002, p. 4.

<sup>5</sup> Sul piano più generale della storia dell'Università di Bologna nel contesto della grande guerra si segnala la mostra *L'Università di Bologna e la Grande guerra* a cura dell'Archivio Storico dell'Università di Bologna, inaugurata il 9 giugno 2015 e la sezione *Albo d'onore degli studenti caduti nella prima guerra mondiale* <<http://www.archivistorico.unibo.it>> data ultima consultazione 23/12/2015.

La seconda sezione esponeva monografie e periodici connessi al dibattito che, anche tra i tecnici, precedette l'entrata in guerra dell'Italia. Sono stati esposti articoli e monografie relative a tematiche connesse allo svolgimento delle operazioni militari: le trincee, le armi, i sottomarini, la fotogrammetria e i raggi X per la sanità militare.

Nella sezione successiva l'interesse si spostava sul dopoguerra. La monumentale iscrizione, sulla parete dell'atrio della Scuola, riproduce il celebre comunicato del generale Diaz e ci riporta al momento della proclamazione della vittoria militare sull'Austria-Ungheria. I libri e i periodici scelti volevano introdurre la riflessione sul ruolo che gli ingegneri, come categoria professionale di specialisti, ritenevano di dovere ricoprire nella fase della ricostruzione.

Nell'ultima sezione si sono indagati i percorsi del lutto e della memoria. Presso l'Archivio Storico dell'Università si conservano i fascicoli degli studenti morti nel conflitto, quelli stessi studenti che, probabilmente, avevano partecipato con entusiasmo al ciclo di conferenze del colonnello Borgatti. I documenti conservati nei fascicoli personali di questi giovani, ufficiali o sottufficiali di differenti corpi militari, testimoniano le vicende belliche e umane legate alla loro scomparsa.

Erano i direttori, Silvio Canevazzi e Luigi Donati, in carica rispettivamente dal 1911 al 1918 e dal 1918 al 1923, le prime autorità accademiche ad esprimere il cordoglio dell'Ateneo ai familiari dei caduti.

Alle lettere di condoglianze seguivano più concreti segni dell'omaggio della Scuola e dell'Università ai propri caduti e cioè l'iscrizione dei nomi nell'Albo d'Onore e il conferimento della laurea *ad honorem*. Con il trascorrere degli anni, a queste prime celebrazioni, seguirono cerimonie di commemorazione che, seppure ancora fortemente volute dalle autorità accademiche e dai familiari delle vittime, furono nella forma sempre più influenzate da una retorica funzionale all'ideologia fascista che, della memoria della grande guerra, aveva fatto un proprio mito fondante.

Il percorso dell'esposizione si concludeva davanti alla lapide in ricordo dei caduti eretta nel giardino interno all'edificio progettato dall'architetto Giuseppe Vaccaro alla metà degli anni Trenta per ospitare la nuova Facoltà di Ingegneria; ancora una volta i nomi degli oltre trenta caduti sono ripetuti, ma l'aspetto monumentale e celebrativo prevale, spiccatamente, su una connotazione più intima e pietistica.

Maria Pia Torricelli

Coordinatore gestionale della Biblioteca Interdipartimentale di Ingegneria e Architettura



# CATALOGO DELLA MOSTRA

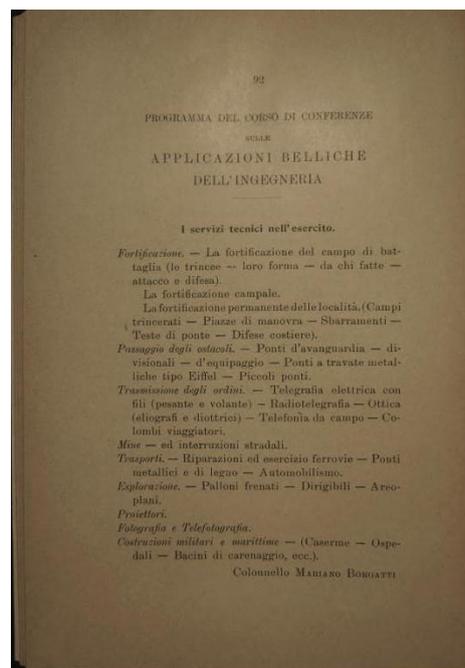
1

## PROGRAMMA DEL CORSO DI CONFERENZE SULLE APPLICAZIONI BELLICHE DELL'INGEGNERIA

Annuario della R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri in Bologna per gli anni scolastici dal 1906-1907 al 1914-1915. Bologna, Società Tipografica già Compositori, 1915

Il 22 febbraio 1915 gli allievi della Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri chiedono al Direttore, Silvio Canevazzi, l'istituzione di un corso sulle "applicazioni belliche dell'ingegneria da impartirsi da ufficiali del Genio militare" avendo a riferimento esperienze analoghe a Milano e Roma. Due giorni dopo il Direttore porta la richiesta al Consiglio Direttivo della Scuola che l'approva all'unanimità e immediatamente Canevazzi invia la richiesta al Ministero dell'Istruzione. Il Ministero approva, ma non mette nessun finanziamento a disposizione dell'iniziativa. Ciò nonostante il corso si tenne, forse grazie all'intervento del Comandante del VI Corpo d'armata di Bologna a cui Canevazzi si rivolse. Il corso si svolse tra marzo e maggio e fu tenuto dal colonnello del Genio Mariano Borgatti che in una nota al Direttore sottolinea il successo del corso a cui gli studenti partecipavano numerosi e con frequenza costante<sup>6</sup>.

Mariano Borgatti (Bondeno 1853 – Roma 1933), condusse studi di ingegneria e arti militari, nel 1878 si diploma all'Accademia Militare di Torino e nel 1879 è nominato Tenente al 2° Reggimento del Genio e poi successivamente nel 1894 riceve la nomina di Capitano ed è assegnato alla Direzione del Genio di Roma. Curò l'allestimento del Museo dell'Ingegneria Militare inaugurato a Castel Sant'Angelo nel 1906, nel 1911 fu nominato Direttore del Museo del Genio Militare e insegnò per diversi anni presso la Scuola di applicazione di Firenze<sup>7</sup>. (M. P. T.)



Archivio Storico Università di Bologna, Scuola d'applicazione, pos. 43/d. 43. Applicazioni belliche della ingegneria

Gli Allievi della Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri vivamente consci e partecipi dell'ora che volge decisiva per i destini della Patria;

Convinti che l'alacre preparazione dell'esercito debba integrarsi con quella civile e morale di ogni ordine di cittadini; e che perciò debbano le particolari attitudini degli allievi di questa Scuola essere volte al maggior profitto possibile per la causa nazionale;

mentre partecipiamo unanimi alla formazione del Battaglione Universitario Bolognese;

fanno voti che la Direzione della Scuola e il Comando del Genio vogliano istituire un corso di conferenze che illustrino le applicazioni belliche dell'ingegneria.

Bologna, A. D. 22 febbraio 1915

<sup>6</sup> ASUB, Sc. ap. in., pos. 43/d, 43°, *Applicazioni belliche della ingegneria*.

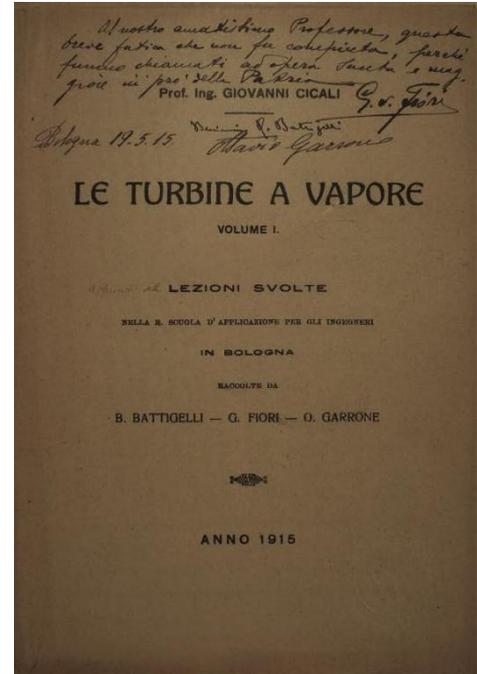
<sup>7</sup> LUIGI SANI, S. E. *il generale Mariano Borgatti bondenese*, Bondeno, Tip. Commerciale, 1933, cfr. inoltre sito del Museo Nazionale di Castel Sant'Angelo <<http://www.castelsantangelo.com/museo.asp>> e sito dell'Istituto Storico e di cultura dell'Arma del Genio <[http://www.iscag.it/202\\_000%20panoramica%20e%20intro.htm](http://www.iscag.it/202_000%20panoramica%20e%20intro.htm)> data ultima consultazione 17 / 11 / 2015.

## GIOVANNI CICALI

Le turbine a vapore. Lezioni svolte nella R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Bologna raccolte da B. Battigelli, G. Fiori, O. Garrone. Bologna, 1915.

Nel 1915 l'ingegner Giovanni Cicali era professore straordinario stabile di Macchine termiche, idrauliche ed agricole, Beniamino Battigelli, Gastone Fiori e Ottavio Garrone erano studenti iscritti al 3° anno del Corso per gli Ingegneri Civili<sup>8</sup>. Questi ultimi furono incaricati, come frequentemente accadeva, di pubblicare le dispense dell'insegnamento del loro professore, ma l'arruolamento dei tre giovani impedì la conclusione dell'opera. Ottavio Garrone morì, come si leggerà più avanti, travolto da una valanga in zona di guerra, il 12 marzo 1916<sup>9</sup>.

Sul frontespizio dell'unico fascicolo pubblicato di quest'opera si può leggere l'affettuosa dedica dei compilatori a Cicali: "Al nostro amatissimo Professore, questa breve fatica che non fu compiuta, perché fummo chiamati ad opera Santa e maggiore in pro della Patria"<sup>10</sup>. (M. P. T.)



Il Politecnico. Giornale dell'Ingegnere Architetto Civile ed Industriale, LXIII (1915), p. 95

Il "Politecnico", rivista fondata a Milano nel 1830 da Carlo Cattaneo, ebbe negli anni alterne vicende editoriali, interrompendo e riprendendo le pubblicazioni e orientandosi sempre più verso interessi di tipo tecnico sino a diventare, negli ultimi decenni dell'800, uno dei più autorevoli periodici italiani di ingegneria<sup>11</sup>. Tra i direttori e i redattori ricordiamo Giuseppe Colombo (1836-1921), docente di meccanica industriale al Politecnico di Milano, autore del famosissimo *Manuale dell'Ingegnere* presso l'editore Hoepli, tuttora ripubblicato, e Cesare Saladini anch'egli docente del Politecnico presso cui era professore di tecnologie meccaniche. Nel 1915 sul "Politecnico" si pubblica questa breve nota, non firmata, intitolata *L'andamento della stampa tecnica nei paesi che prendono parte alla guerra*, che evidenzia la crisi della stampa specializzata negli anni della guerra.

Lo scoppiare dell'immane conflitto europeo ha influito in modo assai diverso nei differenti paesi sull'andamento della stampa tecnica, e di quella elettrotecnica in special modo, a seconda della parte più o meno viva che il paese prende alla guerra, e dell'indole dei vari popoli. Mentre, ad es., i periodici tedeschi ed austriaci più importanti hanno diradato i fascicoli e ne hanno ridotta la mole, ma continuano ad uscire con regolarità dopo essersi così messi... sul piede di guerra, i periodici francesi non escono che assai irregolarmente; alcuni dei più importanti anzi, come la *Lumière Électrique*, hanno del tutto sospesa la pubblicazione. I periodici inglesi, in generale continuano ad uscire con la periodicità primitiva, ma i fascicoli sono alquanto meno voluminosi.

La scarsità di materiale ha costretto spesso i periodici, del resto, ad intrattenere i loro lettori su argomenti attinenti alla guerra. Nel numero più recente, ad es., del *Génie Civil* (15 novembre), la descrizione dell'artiglieria pesante austriaca e

<sup>8</sup> *Annuario della R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri in Bologna per gli anni scolastici dal 1906-1907 al 1914-1915*, Bologna, Società Tipografica già Compositori, 1915, p. 31, p. 151-152.

<sup>9</sup> ASUB, Sc.ap.in, fasc. dello studente Ottavio Garrone.

<sup>10</sup> Un sentito ringraziamento al prof. Giovanni Naldi che ci ha segnalato questo interessante documento.

<sup>11</sup> ANDREA SILVESTRI, Le ragioni di un titolo: "Politecnico", in "Politecnico" 1 (1988), p. 4-15 e FRANCESCO MERLI, *Tecnici e professionisti nell'Italia liberale: gli ingegneri italiani tra guerra e fascismo*, tesi di laurea Università di Bologna, relatore Maria Salvati, a. a. 1994-95, p. 29.

tedesca (compresi gli ormai leggendari mortai 420 mm.) e lo studio delle cause economiche della guerra, occupano circa la metà del fascicolo<sup>12</sup>.

Analogamente, Luigi Donati, direttore della Scuola d'applicazione per gli ingegneri di Bologna, dal 1918 al 1923, in una lettera del 1922 al Ministro dell'Istruzione<sup>13</sup>, lamenta le difficoltà, negli anni della guerra, a mantenere aggiornate le collezioni di periodici scientifici specialmente stranieri. Ciò nonostante il patrimonio della Biblioteca conserva un'ottima raccolta di periodici dell'epoca, italiani, francesi, inglesi e tedeschi dove la presenza e l'interesse verso il conflitto in corso è comprensibilmente ampio. Interesse che si concretizza sia nella pubblicazione di notizie e articoli relativi ad aspetti prettamente tecnologici, sia, nella stampa più vicina alle associazioni professionali, a riflessioni più generali sul conflitto. (M. P. T.)

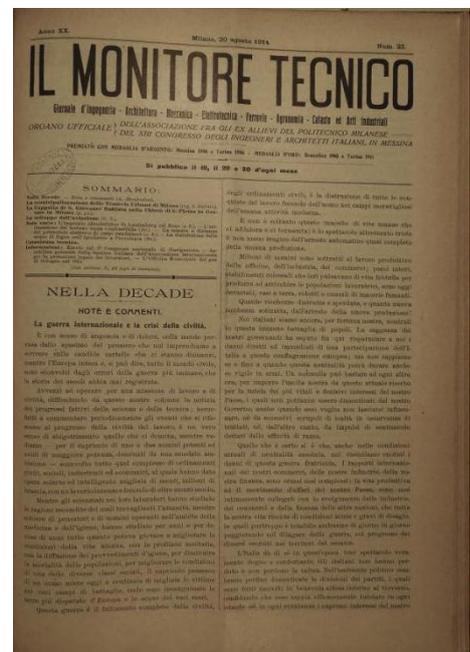


4

**ACHILLE MANFREDINI**  
 La guerra internazionale e la crisi della civiltà, "Il monitore tecnico. Giornale d'architettura, d'ingegneria civile ed industriale, d'edilizia ed arti affini", XX (1914), n. 23 agosto

Achille Manfredini (1869-1920), ingegnere civile formatosi al Politecnico di Milano, fonda "Il monitore tecnico" nel 1894, una delle prime riviste italiane rivolte specificatamente all'aggiornamento dei tecnici<sup>14</sup>. E proprio sulle pagine di questa rivista, nel 1914, esterna la propria posizione di rifiuto della guerra esprimendo quello che, nel periodo che precedette l'ingresso dell'Italia nel conflitto, fu un atteggiamento abbastanza diffuso tra i tecnici.

Con l'avvicinarsi del conflitto l'opinione degli ingegneri andò cambiando e si orientò maggiormente al versante interventista specialmente tra gli studenti dei politecnici. Lo stesso Manfredini, il 20 maggio 1915, sempre sulle pagine del "Monitore", abbandona ogni riserva e inneggia al conflitto ormai alle porte leggendolo come una opportunità di sviluppo industriale<sup>15</sup>. (M. P. T.)



<sup>12</sup> ANDRÉ REYNIER, *Art militaire*, in "Le Génie Civil", LXVI (1915), p. 94-95.

<sup>13</sup> ASUB, *Sc. ap. in., Amministrazione*, b. 5, pos. 20 a, 20 febbraio 1922.

<sup>14</sup> RAFFAELLA CATINI, *Achille Manfredini*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 68, p. 743-744.

<sup>15</sup> MERLI, *Tecnici*, p.29, p. 63-64, e p. 68.

GIANCARLO VALLAURI

L'elettrotecnica e la guerra, "L'Elettrotecnica", I (1914), n. 25 agosto.

Giancarlo Vallauri (1882-1957)<sup>16</sup>, laureato in ingegneria industriale a Napoli, si specializzò in elettrotecnica, ricoprì diversi prestigiosi incarichi in istituzioni nazionali o di categoria, fu ordinario di elettrotecnica all'Università di Pisa, e diede grande impulso allo studio dell'elettronica, della radiotecnica e delle alte frequenze in Italia. Fu tra i primi relatori della rivista "L'elettrotecnica" pubblicata dall'Associazione Elettrotecnica Italiana dal 1914.

Anche Vallauri, come Manfredini, esprime, nell'agosto del 1914, orrore per la guerra, evidenziandone la pericolosità connessa al notevole sviluppo raggiunto dalle tecnologie con possibili applicazioni in ambito bellico. Dalle riflessioni di Vallauri emerge però anche una sorta di interesse tecnologico verso gli sviluppi che la radiotelegrafia, la telefonia, le applicazioni dell'elettrotecnica in ambito navale, sicuramente avrebbero avuto durante il conflitto<sup>17</sup>. (M. P. T.)

Per molte ragioni dunque la guerra che flagella l'Europa merita di essere seguita e studiata attentamente dai tecnici; se pure è possibile di tener desta l'attenzione professionale davanti ad uno spettacolo che scuote e sconvolge le convinzioni più intime e più profonde e suscita in ciascuno un fervore di sentimenti e di passioni ben altrimenti intense, che quelle derivanti dall'interesse particolare per un dato ramo della tecnica.

UGO MAGINI

I raggi X e il pronto soccorso dei feriti in guerra, "L'Elettricista", XXIII (1914), n. 6

Esempio di applicazione tecnologica dei raggi X in ambito bellico per la cura dei soldati feriti<sup>18</sup>. (M. P. T.)



AMERIGO RADDI

Il risanamento delle trincee in guerra, "Il Politecnico. Giornale dell'ingegnere architetto civile ed industriale", LXVI (1918), p. 19

Le trincee si possono considerare uno dei simboli dell'immaginario legato alla grande guerra<sup>19</sup>. Nella prima fase si riteneva che la guerra non sarebbe durata a lungo, invece, dopo poche settimane, i diversi fronti

<sup>16</sup> *Enciclopedia Italiana*, Vol. 34, Roma, 1937, p. 927.

<sup>17</sup> MERLI, *Tecnici*, p. 65.

<sup>18</sup> Cfr. T. PIRRONTI, L. BOLDRINI, *La radiologia italiana durante la grande guerra*, Roma, Eco edizioni, 2013.

europei si stabilizzarono e furono scavate centinaia di chilometri di trincee, dal nord della Francia fino all'Europa orientale. Questi lunghi corridoi, profondi poco meno di due metri, comparvero da subito anche sul fronte italiano, in pianura, sull'altopiano carsico e in alta montagna, anche in mezzo alla neve. Sulle pagine del "Politecnico", rivista pubblicata a Milano dal 1869 al 1927, leggiamo in quest'articolo del 1918, parole relative ad un possibile risanamento delle trincee che, essendo semplicemente scavate nel fango, rappresentavano dei luoghi insalubri e terribili per la salute dei soldati. (R. I.)

8

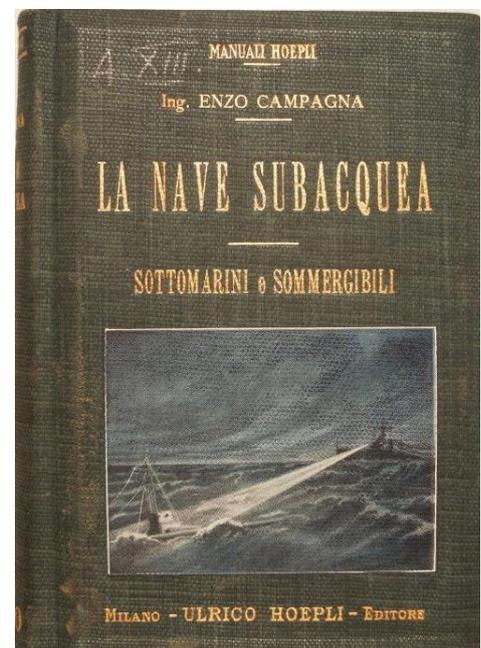
ENZO CAMPAGNA

La nave subacquea, sottomarini e sommergibili. Milano, Hoepli, 1915<sup>20</sup>.

Un pesce d'acciaio, portante nel suo corpo un meccanismo che gli conferisce la forza di muoversi, e nella sua testa una carica potente di esplosivo, parte da una notevole distanza, e si dirige sott'acqua verso il punto in cui esso ha esattamente calcolato che ad un certo istante dovrà passare il mastodonte nemico; lo incontra e lo morde mortalmente proprio nelle parti più vitali, dove esso è indifeso. Ecco l'arma nuova, il siluro<sup>21</sup>.

Una delle più distruttive e innovative tecnologie utilizzate durante la guerra fu proprio quella delle navi subacquee o sottomarini, il 22 settembre del 1914, un sottomarino tedesco silurava e abbatteva i tre incrociatori, del 7° squadrone della marina Britannica, Aboukir, Cressy e Hogue, determinando la morte di 1459 marinai<sup>22</sup>.

I manuali Hoepli, piccoli e robusti, rilegati in cartone, scritti in caratteri chiari e generalmente molto illustrati erano volumetti da tenere sempre a portata di mano, trattavano argomenti tecnici molto vari, le murature, le opere in ferro, in legno, i solai, i materiali (*I cementi* 1893) e come in questo caso, le tipologie di grandi manufatti (*La nave subacquea* 1915, *Le abitazioni moderne* 1927). La collana aveva come obiettivo l'informazione puntuale e dettagliata per tecnici, periti e burocrati e la sua ideazione fu strettamente connessa all'ambiente culturale dell'Istituto tecnico Superiore di Milano, il futuro Politecnico, fondato nel 1859.<sup>23</sup> (R. I.)



9

ETTORE BRAVETTA

Sottomarini sommergibili e torpedini. Milano, Fratelli Treves, 1915

Ettore Bravetta (1862-1932), unì ad una vasta cultura teorico pratica nel campo delle armi navali, testimoniata da molte pubblicazioni di ambito scientifico e divulgativo, l'esperienza in mare come comandante, nel 1923 ricevette la nomina ad ammiraglio<sup>24</sup>.

La casa editrice Treves, fondata a Milano nel 1861 da Emilio Treves, assunse tra la fine dell'800 e i primi anni del '900 un importante ruolo culturale con la pubblicazione di periodici, quali "L'Illustrazione italiana", ma anche di libri di storia, arte, politica, poesia, narrativa italiana e straniera, di opere scolastiche, di raccolte di teatro e di opere illustrate.

<sup>19</sup> Cfr. MARIO ISNENGI, GIORGIO ROCHAT, *La grande guerra*, Bologna, Mulino, 2014, p. 241-250.

<sup>20</sup> Immagine riprodotta su gentile concessione dell'editore Hoepli specificatamente e unicamente per la presente pubblicazione..

<sup>21</sup> ENZO CAMPAGNA, *La nave subacquea, sottomarini e sommergibili*, Milano, Hoepli, 1915, p. 1.

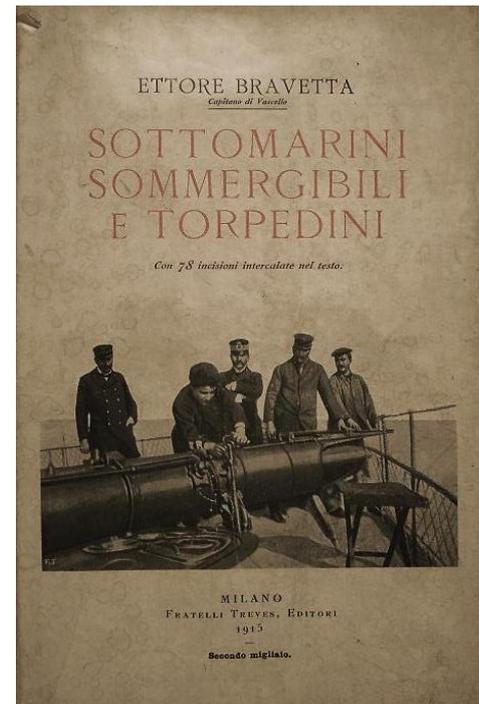
<sup>22</sup> IAN F. BECKETT, *La prima guerra mondiale. Dodici punti di svolta*, Torino, Einaudi, 2013, p. 123.

<sup>23</sup> LAURA BARILE, *La divulgazione scientifica (1870-1910)*, in *La cassetta degli strumenti*, a cura di VALERIO CASTRONOVO, Milano, Franco Angeli, 1986, p. 81-114 e *Ulrico Hoepli 1847-1935 editore e libraio*, a cura di ENRICO DECLEVA, Milano, Hoepli, 2001, p. 18-29, da rilevare è anche l'amara riflessione di Hoepli di fronte al conflitto, cfr. p. 97-102.

<sup>24</sup> *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 14, p. 72, s. v. Ettore Bravetta.

Il testo qui esposto, a differenza del volumetto Hoepli, rivolto ad un pubblico di tecnici, ha un'impostazione più divulgativa come leggiamo nella prefazione a firma degli Editori. (M. P. T.)

Fra i molti argomenti sui quali la guerra ha richiamato vivamente l'attenzione del pubblico, e soprattutto dei non tecnici desiderosi di istruirsi, il più appassionante è questo dei sottomarini dei sommergibili e delle armi subacquee. Le imprese del sommergibile, la potenza quasi fatale che esso sembra possedere, il modo subdolo ed insidioso come la estrinseca, hanno posto intorno a questo meraviglioso prodotto del genio omicida degli uomini quasi un'aureola rossigna e sanguinosa, sicché il suo nome desta l'idea d'alcunché di terribile, di spietato e di fatale, contro le cui offese non siavi difesa possibile. [...] l'opera del comandante Bravetta, considerata dal punto di vista dello scopo cui mira, - quello cioè di svelare gli arcani della guerra subacquea a tutte le persone colte, ed astraendo da trattazioni eccessivamente tecniche, - è la più completa ed interessante di quante ne sono state pubblicate finora.



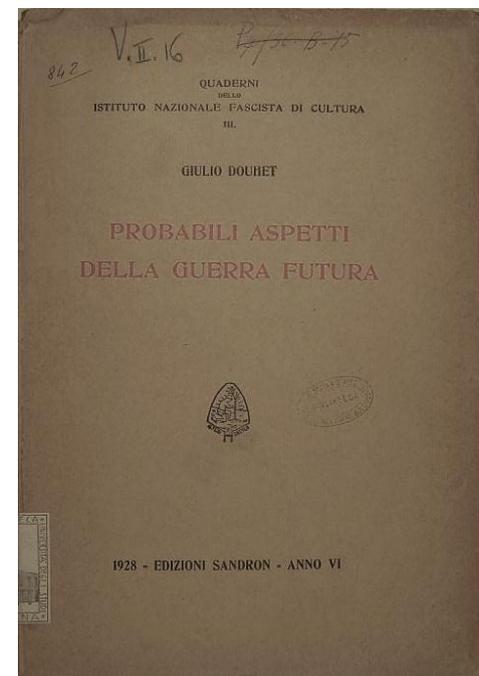
10

GIULIO DOUHET

Probabili aspetti della guerra futura. Palermo, Sandron, 1928

L'aviazione, tecnologicamente ancora agli albori, non ebbe concretamente una parte notevolissima nel conflitto, ma grande fu l'emozione che il raggiungimento del dominio dei cieli ebbe sull'opinione pubblica, sia per ciò che attiene la creazione del mito, anche letterario, dell'aviatore, sia per l'atterrito sgomento provocato sulla popolazione dai primi inaspettati bombardamenti. Particolarmente tragici e inaspettati furono i bombardamenti di aerei e dirigibili tedeschi sull'Inghilterra, ma anche gli italiani e gli austriaci effettuarono bombardamenti. L'utilizzo più importante di questi primi, e poco sicuri velivoli, fu l'esplorazione e l'osservazione dei movimenti dell'artiglieria nemica, fondamentale in un contesto di guerra di posizione.

Giulio Douhet (1869-1930)<sup>25</sup>, ufficiale d'artiglieria, dal 1912 al 1914 fece parte del battaglione aviatori di cui, nel 1913, fu nominato comandante. Formatosi nelle Scuole e Accademie militari di Firenze e Torino, dove frequentò anche la Scuola d'applicazione per l'artiglieria e genio, iniziò ad occuparsi di impiego bellico dei mezzi aerei nel 1910 pubblicando diversi articoli su riviste militari. A Douhet si deve la prima attenzione verso la necessità di sviluppare l'aviazione militare italiana, egli svolse un ruolo di pioniere in un campo che fu presto oggetto di intenso studio e sperimentazione. E' ricordato come uno dei più grandi teorici della guerra aerea<sup>26</sup>. (M. P. T.)



<sup>25</sup> GIORGIO ROCHAT, *Giulio Douhet*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 41, p. 561-566.

<sup>26</sup> ISNENGI, ROCHAT, *La grande guerra*, p. 224-228 e IAN F. BECKETT, *La prima guerra mondiale. Dodici punti di svolta*, Torino, Einaudi, 2013, p. 182.

R. HUGERSHOFF, H. CRANZ

*Grundlagen der Photogrammetrie aus Luftfahrzeugen.* Stuttgart, K. Wittwer, 1919 (Fondamenti di fotogrammetria da veicoli aerei)

La fotogrammetria, nata alla metà del XIX secolo, è la disciplina scientifica in grado di ricostruire la forma e le dimensioni di un oggetto, semplice o complesso, eseguendo misure e trasformazioni proiettive su immagini fotografiche<sup>27</sup>. Tra le molteplici applicazioni della fotogrammetria risultano di grande interesse quelle legate alla possibilità di eseguire rilevamenti plano-altimetrici del terreno a fini cartografici.

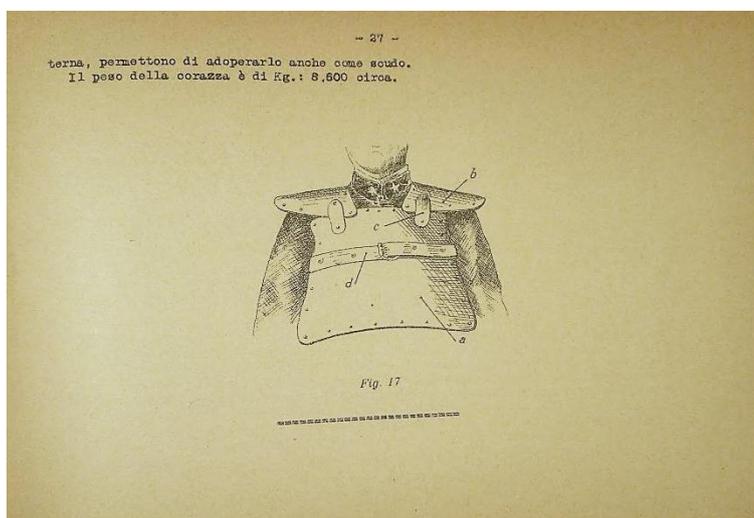
Ai primi anni del Novecento il rapido sviluppo dell'aviazione favorì la definitiva affermazione di questa disciplina che ebbe una notevole importanza durante la grande guerra per la mappatura del territorio<sup>28</sup>.

LODOVICO MARINELLI (1852-1941)

Raccolta di alcuni elementi bellici in uso nella guerra odierna. Modena, Stab. tipo-litografico A. Dal Re e f., 1916 (edizione fuori commercio)

Questa pubblicazione, fuori commercio e di piccolo formato, fu donata alla Biblioteca dall'autore, l'ingegnere Lodovico Marinelli Comandante del Genio e docente di fortificazioni alla Scuola Militare di Modena dal 1906 al 1916. L'opuscolo si propone di descrivere le fasi del combattimento (attacco e difesa) desunte dalle norme emanate dal Comando Supremo dell'Esercito e i "nuovi mezzi bellici": reticolati, scudi, corazze ed elmetti metallici, granate e bombe.

La corazza riprodotta nell'immagine richiama queste parole tratte dal capitolo quarto del romanzo di Emilio Lussu *Un anno sull'Altipiano*. (M. P. T.)



Nel battaglione eravamo in pochi a sapere che egli [ il Maggiore], nei giorni di combattimento, era solito indossare una corazza. Per non appesantirsi durante la marcia, egli l'aveva lasciata indietro, con le salmerie. Era certamente nella sua cassetta personale. Egli, con ambo le mani, si tastava continuamente il petto. Ma la corazza era assente. Era abituato ai rischi della guerra; aveva fatto anche quella libica, probabilmente senza corazza. Ma ora, questa costituiva un'idea fissa che lo teneva in permanente agitazione<sup>29</sup>.

LUIGI GUCCI

Armi portatili, Volume secondo. Torino, Casanova, 1916, tav. LXVIII

L'opera in due volumi pubblicati tra il 1915 e il 1916, contiene il programma dell'insegnamento di *Armi e tiro* obbligatorio per gli allievi del secondo anno dell'Accademia militare di Torino.

<sup>27</sup> Cfr. GIORGIO BEZOARI - ATTILIO SELVINI, *Gli strumenti per la fotogrammetria. Storia e tecnica*, Napoli, Liguori, 1999 e ATTILIO SELVINI, *Appunti per una storia della topografia in Italia nel XX secolo*, Rimini, Maggioli editore, 2012.

<sup>28</sup> Redazione della scheda a cura del prof. Gabriele Bitelli.

<sup>29</sup> Edizione consultata: EMILIO LUSSU, *Un anno sull'altipiano, introduzione di Mario Rigoni Stern*, Torino, Einaudi, 2000.

Le armi utilizzate durante la guerra da tutti gli eserciti erano proporzionalmente simili e lo sviluppo tecnologico in questo campo non riguardò tanto gli armamenti tradizionali, di cui aumentò però notevolmente la produzione, quanto i settori dell'aviazione, dei gas e dei carri armati. La mitragliatrice prodotta dalla Fiat nel 1914 fu adottata dai reparti di fanteria dell'esercito italiano, tecnologicamente è un'arma tristemente più letale dei fucili tradizionalmente utilizzati, ma non ebbe un impiego amplissimo perché poco adatta alla guerra di movimento. In effetti dal punto di vista della conduzione del conflitto nella prima guerra mondiale prevaleva sul piano strategico, da parte dei comandi, l'intenzione di condurre il conflitto secondo lo schema tradizionale della guerra di movimento e il peso di una mitragliatrice, sino ai 50 kg nell'equipaggiamento completo, non la rendeva adatta a questo scopo. In realtà quasi inaspettatamente la dolorosissima guerra di trincea fu una guerra di posizione<sup>30</sup>. (M. P. T.)



14

Il compito dei Tecnici pel dopo guerra, "Il Politecnico. Giornale dell'Ingegnere Architetto Civile ed Industriale", LXVII (1919), VOL. I, n. 1 gennaio, p. 1-2.

Gli ingegneri, tecnici per eccellenza, rivendicavano un ruolo specifico nel dopoguerra e nella ricostruzione, nonostante la delusione che per molti di loro aveva rappresentato la partecipazione al conflitto. Conflitto al quale molti ingegneri avevano partecipato come volontari, senza ottenere però la valorizzazione della loro specificità professionale che si erano aspettati<sup>31</sup>. (M. P. T.)

E' da tutti divisa l'opinione che occorre lavorare molto per riparare agli infiniti guai della terribile guerra così gloriosamente finita pel nostro paese.

Uno dei contributi maggiori di pensiero e di opere lo dovrà dare anche pel dopo guerra, la classe degli Ingegneri, la nostra classe, che ha già prodigato coraggio, ingegno ed energia in modo tanto encomiabile durante il lungo periodo delle nostre sacrosante rivendicazioni e della nostra legittima difesa.

Nelle trincee, nelle officine, nell'aprire le strade, nel preparare ripari, i tecnici italiani hanno svolto la loro meravigliosa e spesso eroica azione, sicchè si sono guadagnati come del resto quasi tutti gli italiani, il diritto alla estimazione ed alla riconoscenza generale.

Per gli ingegneri e per i tecnici in genere il compito è ben lungi dall'essere finito; si apre per loro un larghissimo orizzonte di attività, atteso il programma vastissimo di lavori che li attende.

Sistemazioni idrauliche, stradali, ferroviarie, ponti, urgono per le regioni devastate; nuove opere di derivazioni e nuovi impianti elettrici, nuovi canali di navigazione, porti, ferrovie, bacini montani si impongono in tutta Italia.

E nelle officine si devono apprestare locomotive, vagoni, navi, motori termici, idraulici, elettrici ed altri considerevoli e svariati lavori, complementari pel nostro rinascimento industriale ed economico.

Occorre che il Governo, a differenza di quanto ha fatto l'Autorità militare, la quale non ha apprezzato al giusto valore l'opera dei tecnici, ad essi si affidi con maggiore fiducia.

Occorre larghezza di mezzi, rapidità di procedura negli uffici, metodi di lavoro razionali, energici, coscenziosi (sic); così operando si darà lavoro agli operai, si conforteranno le iniziative nuove, si rifarà il Paese che solo in apparenza fiaccato e stanco dalle esigenze della guerra, ed anche un po' del fisco, ha ancora in sè tanta forza e tanta genialità di pensiero e di opera da saper ritornare presto a quello stato di relativa prosperità al quale così baldamente si avviava prima che la guerra imperversasse sugli uomini e sulle cose nostre.

<sup>30</sup> ISNENGLI, ROCHAT, *La grande guerra*, p. 63-67.

<sup>31</sup> MICHELA MINESSO, *L'ingegnere dall'età napoleonica al fascismo*, in *Storia d'Italia. Annali 10, I professionisti*, a cura di MARIA MALATESTA, Torino, Einaudi, 1996, p. 295-302, cfr. inoltre GIAN CARLO CALCAGNO, *Il nuovo ingegnere (1923-1961)*, idem, p. 305-336.

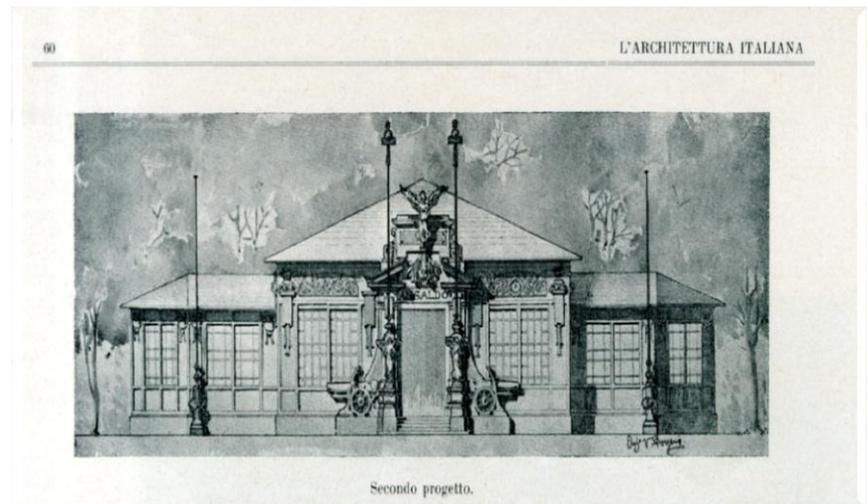
Il nostro vecchio Giornale anela a riprendere il suo posto di consigliere, di commentatore dei progetti che si affolleranno dinnanzi a noi, di incitatore convinto delle necessità che essi debbono assolvere, sicuro di portare così il suo contributo di opere, di compiere nel campo del giornalismo tecnico il suo doveroso compito. Diminuiranno presto, giova sperarlo, le difficoltà materiali che in questo periodo di tempo si sono accanite contro le pubblicazioni periodiche e diventerà possibile di migliorarle da ogni punto di vista, quando non venga loro meno, il consenso e l'appoggio dei cortesi lettori.

15

VENCESLAO BORZANI

Mostra di guerra per il dopo guerra, "L'Architettura italiana", XIII (1918) n. 8, p. 60

L'articolo, apparso sulla rivista "L'architettura Italiana" il 1° agosto 1918, riporta due progetti di Venceslao Borzani (1873-1926), architetto molto attivo a Genova, per un capannone espositivo in stile *art nouveau* che doveva servire ad esporre i prodotti industriali bellici dell'Ansaldo, la nota azienda siderurgica genovese, subito dopo la Prima Guerra Mondiale; il primo progetto era più grande e monumentale, il secondo invece una versione più economica da realizzare, prevalentemente in ferro, sul modello di una serra. Da ricerche effettuate a Genova presso gli eredi dell'architetto e in particolare presso gli archivi del nipote, Luca Borzani, sembra siano rimasti soltanto allo stadio di progetto e quindi non realizzati.



La rivista "L'Architettura Italiana, periodico mensile di costruzione e di Architettura pratica", pubblicata da Crudo & C. di Torino dal 1905 al 1943, è una rivista molto illustrata, dove troviamo progetti di vario tipo accuratamente documentati sia da disegni che da fotografie, quando realizzati. (R.I.)

16

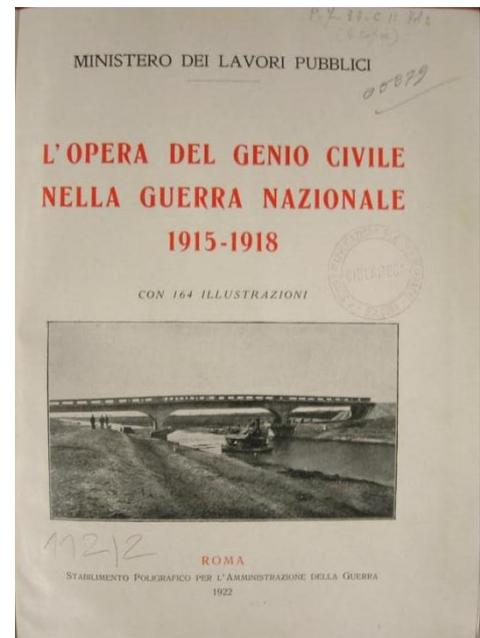
J. MARCEL AUBURTIN ET HENRI BLANCHARD

La cité de demain dans les régions dévastées. Paris, A. Colin, 1917

In Francia e in Belgio ci si pone già durante le ultime fasi della guerra il tema della ricostruzione. In questo volume sono riportate le leggi che trattano di pianificazione, abbellimento ed espansione delle città, leggi che risalgono al 1915. Gli autori affrontano particolarmente i temi specifici della ricostruzione delle zone devastate, cominciando da quelle più rurali e poi passando a quelle urbanizzate; sono riportati i rapporti tecnici degli architetti M. Jaussely, M. Aubertin, M. Le Boeuffle e M. E. Bertrand relativi a tipologie di edifici e a vari materiali da costruzione. Vengono affrontati anche i temi della valutazione economica, delle indennità e dei rimborsi. Sono descritti molti dettagli sull'uso di vari materiali nella ricostruzione. La parte finale dell'opera riporta una serie di regolamenti e normative sui piani regolatori, l'esproprio, l'igiene, l'edilizia e l'economia. (R.I.)

L'opera del Genio civile nella guerra nazionale 1915-1918, Ministero dei lavori pubblici. Roma, Stabilimento poligrafico per l'amministrazione della guerra, 1922, frontespizio

Il volume curato dal Ministero dei Lavori Pubblici nel 1922, descrive con cura e avvalendosi inoltre di un apparato iconografico composto di 164 fotografie scattate nel corso dei lavori, l'opera del Genio civile in Italia durante la prima guerra mondiale; il Regio Corpo del Genio civile, introdotto da Vittorio Emanuele I nel Regno di Sardegna, prima sottoposto al Ministero della Guerra, poi agli Affari Interni e, dal 1859, ai Lavori Pubblici, fu chiamato a prestare la propria opera a supporto dell'Esercito in particolare per quel che riguardava le strade, il rinforzo dei ponti, lo sgombrò della neve e delle valanghe, la costruzione di passerelle temporanee, la difesa idraulica dei fiumi e l'estrazione di ghiaia dagli alvei. I funzionari, i tecnici e i manovali del Genio civile operarono anche per ampliare e rinforzare acquedotti e fognature, per costruire velocemente ospedali, scuole, depositi per munizioni, baraccamenti per magazzini, cimiteri, fornire illuminazione e distribuire energia elettrica, riparare e puntellare edifici pubblici danneggiati, eseguire opere marittime e lavori di navigazione interna. (R. I.)



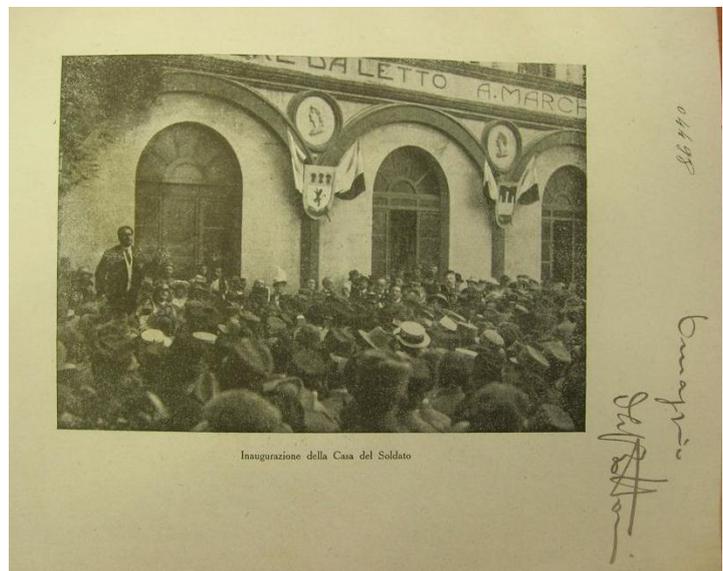
ANTONIO BOTTONI

La casa del soldato. Bologna, Tip. Cuppini, 1922

Il libro, omaggio dell'Autore, descrive la Casa del soldato che fu fondata a Bologna, da Don Antonio Bottoni, il 20 giugno 1915, in via San Vitale 40, in un vasto parco pieno di verdi alberi dove furono costruiti vari edifici su disegno dell'arch. Trebbi<sup>32</sup>. La Casa del Soldato aveva come fine quello di accogliere i soldati che sarebbero partiti per il fronte, di assisterli nelle loro necessità materiali e spirituali e di fornire loro diversi servizi in un ambiente confortevole e familiare.

La creazione di questi centri di svago, in diverse città italiane, fu appoggiata da Armando Diaz che ebbe una particolare attenzione alla qualità delle condizioni di vita per i soldati in trincea<sup>33</sup>, ma anche per quelli che ritornavano dal fronte, per i quali furono appunto edificati luoghi di ricreazione in cui

potevano assistere a rappresentazioni teatrali (ad esempio per Bologna gli spettacoli dei burattini) e cinematografiche, partecipare a manifestazioni sportive, leggere libri, inviare corrispondenza alle famiglie lontane. Nella Casa del Soldato di Bologna inoltre furono istituiti un ufficio di consulenza legale che



<sup>32</sup> ANTONIO BOTTONI, *La Casa del Soldato*, Bologna, Tip. Cuppini, 1922, p. 6.

<sup>33</sup> MARIO ISNENGI-GIORGIO ROCHAT, *La Grande Guerra 1914-1918*, Il Mulino, 2008, p. 452, cfr. inoltre cfr: #Grandeguerra. *L'Emilia-Romagna fra fronte e retrovia*. Catalogo della Mostra promossa dall'Assemblea legislativa della Regione Emilia-Romagna, a cura di MIRCO CARRATTIERI, CARLO DE MARIA, LUCA GORGOLINI, FABIO MONTELLA, Bologna, BraDypUS Communicating Cultural Heritage, 2014, p. 23-26, <<http://www.assemblea.emr.it/quotidianoer/notizie/grandeguerra/il-catalogo-della-mostra>> data ultima consultazione 11/12/2015.

assisteva i soldati nel disbrigo di pratiche legali quali ad esempio la redazione dei testamenti, e una scuola dotata di una biblioteca con oltre 5000 volumi in cui si insegnava ai soldati analfabeti a leggere e a scrivere. La casa del Soldato si sostenne con le generose donazioni fatte da parte del Comune, Enti pubblici, Ditte industriali e commerciali e da cittadini di ogni classe sociale e fu retta da un Comitato Direttivo il cui presidente fu il Conte Francesco Cavazza, Deputato del Parlamento. La cerimonia di chiusura avvenne il 29 giugno 1920<sup>34</sup>. L'esemplare posseduto dalla Biblioteca di cui si riproduce la fotografia dell'inaugurazione della Casa riporta la firma autografa dell'autore. (R. M.)

19

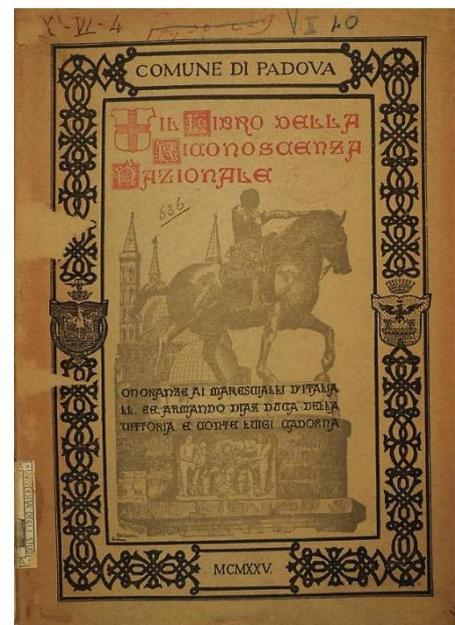
#### COMUNE DI PADOVA

Il libro della riconoscenza nazionale, onoranze ai marescialli d'Italia Armando Diaz duca della Vittoria e Conte Luigi Cadorna, Padova 14 giugno 1925, 2. Padova, La Garangola, 1926<sup>35</sup>

Gli anni Venti e Trenta sono caratterizzati dalla costruzione del mito della guerra stessa espresso con forme di rispetto quasi religioso riconducibili all'ideologia e alle esigenze propagandistiche del regime fascista che individuò nella grande guerra un suo elemento di fondazione.

Citando Mario Isnenghi possiamo dire che si generarono moltissimi esempi di "proliferazione di memoria e organizzazione della memoria", "protagonismo scolastico, oratorio, commemorativo e rituale"<sup>36</sup>.

In questo contesto si colloca questo volume a cura del Comune di Padova, che celebra le figure di Armando Diaz e Luigi Cadorna. (M. P. T.)



20

#### IL COMUNICATO DEL 4 NOVEMBRE

"Giornale del Genio Civile. Rivista dei lavori pubblici", Anno LVI (1918), p. 415/416

Iscrizione Scuola di Ingegneria (atrio) 1935

Armando Vittorio Diaz<sup>37</sup> nacque a Napoli nel 1861, ebbe una formazione militare e tecnico scientifica, frequentò l'Accademia militare e la Scuola di applicazione di artiglieria e genio di Torino. La brillante carriera militare di Diaz fu contraddistinta da notevoli successi sul campo, da una grande capacità organizzativa e da un'attenzione costante, e abbastanza inusuale all'epoca, verso il benessere dei soldati. Nel novembre del 1917 ricevette la nomina a capo di stato maggiore in sostituzione di Luigi Cadorna a cui era stata addebitata la colpa dell'andamento negativo della guerra. E' impossibile delineare qui tutte le sfaccettature connesse alla conclusione del primo conflitto mondiale o rendere in poche righe la complessità della sua fine che non vide un vincitore sul modello dei conflitti del secolo precedente. L'implosione dell'impero austro-ungarico, l'intervento militare statunitense, ma anche la prudenza, l'intelligenza umana e militare di Diaz consentirono una conclusione del conflitto favorevole all'Italia e portarono alla firma dell'armistizio di Villa Giusti del 4 novembre. In un contesto così confuso il bollettino della vittoria servì a

<sup>34</sup> BOTTONI, *La Casa*, p. 89.

<sup>35</sup> Immagine riprodotta su gentile concessione del Comune di Padova.

<sup>36</sup> ISNENGLI, ROCHAT, *La grande guerra*, p. 505.

<sup>37</sup> GIORGIO ROCHAT, *Armando Vittorio Diaz*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 39, p. 663-671.

sancire il ruolo dell'esercito e "a riconoscersi vincitori, a rendere chiaro e leggibile a tutti il senso degli avvenimenti, a mettere ordine fra le cose attribuendo e mettendo agli atti il ruolo degli uni e degli altri. Abbiamo vinto noi. Loro si ritirano, hanno perso"<sup>38</sup>. Un testo importante quindi per la costituzione del mito della grande guerra, anche a fini propagandistici, per questo diventò oggetto di studio mnemonico nelle scuole e fu riprodotto in moltissimi edifici, tra cui, nel 1935, la parete di fronte all'ingresso della nuova Scuola di Ingegneria di Bologna.

La guerra contro l'Austria-Ungheria che, sotto l'alta guida di S.M. il Re – Duce Supremo – l'Esercito Italiano, inferiore per numero e per mezzi, iniziò il 24 maggio 1915 e con fede incrollabile e tenace valore condusse, ininterrotta ed asprissima per 41 mesi, è vinta.

La gigantesca battaglia ingaggiata il 24 dello scorso ottobre ed alla quale prendevano parte 51 divisioni italiane, 3 britanniche, 2 francesi, 1 cecoslovacca ed un reggimento americano contro 73 divisioni austro-ungariche, è finita.

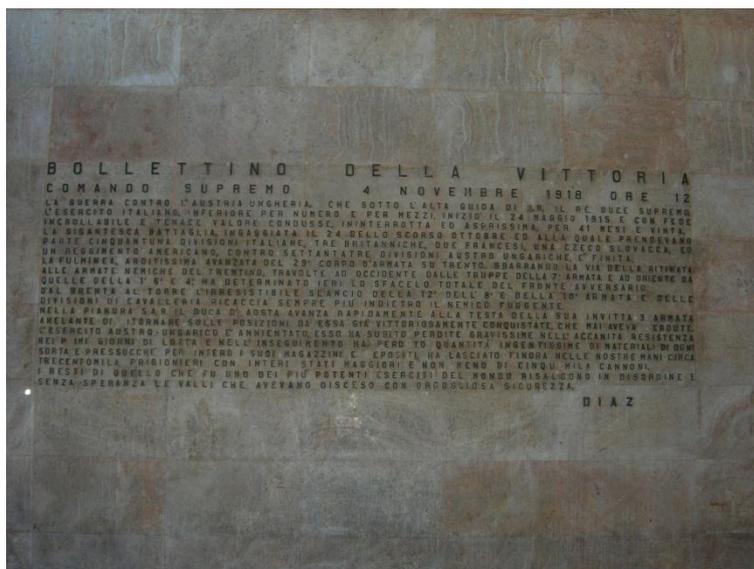
La fulminea arditissima avanzata del 29° Corpo d'armata su Trento, sbarrando la via della ritirata alle armate nemiche del Trentino, travolte ad occidente dalle truppe della Settima armata e ad oriente da quelle della Prima, Sesta e Quarta, ha determinato ieri lo sfacelo totale della fronte avversaria.

Dal Brenta al Torre l'irresistibile slancio della Dodicesima, dell'Ottava, della Decima armata e delle divisioni di cavalleria, ricaccia sempre più indietro il nemico fuggente.

Nella pianura S. A. R. il Duca d'Aosta avanza rapidamente alla testa della sua invitta Terza armata, anelante di ritornare sulle posizioni da essa già vittoriosamente conquistate, che mai aveva perdute.

L'Esercito austro-ungarico è annientato: esso ha subito perdite gravissime nell'accanita resistenza dei primi giorni e nell'inseguimento; ha perduto quantità ingentissime di materiale e i depositi; ha lasciato finora nelle nostre mani circa 300.000 prigionieri con interi stati maggiori e non meno di 5.000 cannoni.

I resti di quello che fu uno dei più potenti eserciti del mondo risalgono in disordine e senza speranza le valli, che avevano disceso con orgogliosa sicurezza.



21

## LA CELEBRAZIONE DELLA MEMORIA

Tra i molti studenti della Scuola che parteciparono alla prima guerra mondiale sono attestati da diverse fonti trentasei caduti; si tratta nella quasi totalità di sottufficiali, nati tra il 1887 e il 1897 e morti tra il 1915 e il 1918, e appartenenti a differenti corpi militari: artiglieria, artiglieria da campagna, artiglieria da fortezza, artiglieria da montagna, bersaglieri, fanteria, genio e aviazione. L'Archivio Storico dell'Ateneo di Bologna conserva per molti di loro memoria degli eventi che ne causarono la scomparsa, eventi, nella loro tragicità, emblematici di quello che fu il destino di milioni di giovani appartenenti alle diverse nazioni coinvolte nel conflitto. La causa principale della scomparsa di molti di questi studenti fu la morte in combattimento, ma

<sup>38</sup> ISNENGLI, ROCHAT, *La grande guerra*, p.468.

non meno statisticamente rilevanti furono le perdite dovute ad incidenti nelle retrovie, malattie o ferite contratte in zona di guerra.

Tra gli studenti della Scuola dei quali conosciamo le circostanze della morte colpisce la tragica fine di Giambattista Lodrini caduto “sulla linea di battaglia il 29 giugno 1916 a causa di gas velenosi asfissianti”, vittima quindi di uno dei dispositivi di attacco più terrificanti della guerra e mai usati in precedenza. Mentre la tragica vicenda di Vittorio Moruzzi, “Sotto tenente pilota aviatore morto in seguito ad accidente aviatorio nell’atterrare sul campo di aviazione dopo avere eseguito un efficace bombardamento delle posizioni nemiche nei primi di febbraio 1918”<sup>39</sup>, testimonia della ancora scarsa sicurezza dei velivoli.

I direttori Silvio Canevazzi, tra il 1915 e il 1918 e Luigi Donati, nel 1918, sono le prime figure istituzionali ad occuparsi della commemorazione dei giovani caduti. Sfogliando i fascicoli degli studenti conservati presso l’Archivio Storico, si possono leggere le lettere inviate alle famiglie dei caduti per porgere le condoglianze della Scuola, alle autorità militari, per avere notizie certe sulla morte e sulle eventuali onorificenze riconosciute ai caduti, e, infine, alle autorità universitarie e ministeriali per l’organizzazione delle commemorazioni. Sono testi formali che seguono le prassi epistolari di circostanza dell’epoca, molto simili l’uno all’altro; ciò nonostante traspare, in alcuni più che in altri, la volontà di descrivere lo studente morto con caratteristiche peculiari come la diligenza nello studio, l’umanità o la simpatia. Le molte correzioni presenti nelle minute ci fanno intuire la difficile ricerca delle espressioni più giuste e nelle ultime lettere di Donati, alla retorica del sacrificio per la patria, si affianca la tristezza per una Scuola ormai vuota. Spesso leggiamo infatti l’espressione accorata “ne ho dato comunicazione ai colleghi e ai pochi studenti rimasti”. E così era effettivamente, l’Annuario del 1923 pubblica i nominativi dei laureati negli anni di guerra e risultano: 57 nel 1914, 38 nel 1915, 35 nel 1916, 7 nel 1917, 17 nel 1918<sup>40</sup>. Si riportano di seguito alcuni esempi di questa corrispondenza.

Archivio Storico Università di Bologna, Scuola d’applicazione. Minuta di lettera di Silvio Canevazzi alla famiglia di Ottavio Gibertini, 24 gennaio 1916

Bologna, li 24 gennaio 1916

Al pre.gmo signore  
Amilcare Gibertini  
Ozzano dell’Emilia

Preg.mo signore,

ho appreso dal Comando del 9° reggimento artiglieria da campagna la notizia della morte gloriosa del suo diletto figliuolo Ottavio caduto valorosamente sul campo dell’onore il 10 corrente e con vivo dolore e rimpianto ne ho dato comunicazione ai Colleghi ed agli Studenti i quali tutti si uniscono a me nel porgere alla S. V. ed alla Famiglia di Lei le più sentite condoglianze.

Questa Scuola ricorda le ottime qualità del Suo amato figliuolo, uno dei migliori nostri studenti, che dette prova del suo amore e della sua costanza negli studi, superando le difficoltà frapostegli dal servizio militare per compiere con diligenza il suo dovere di studente.

Il corpo insegnante di questa Scuola si riserva di onorare e di perpetuare la memoria degli Studenti caduti per la Patria, e sarà mia cura d’informare a suo tempo la S. V. Pertanto Le partecipo che ho disposto che il nome di Ottavio Gibertini sia inserito nell’Albo d’onore di questa Scuola, da pubblicarsi nel nostro Annuario e nel Bollettino ufficiale del Ministero dell’Istruzione.

Con particolare considerazione

Il Direttore  
S. Canevazzi

Archivio Storico Università di Bologna, Scuola d’applicazione. Minuta di lettera di Luigi Donati al Segretariato generale del Ministero dell’Istruzione, con la quale si comunica la morte dello studente Silvestro Martinelli, 18 aprile 1918

Bologna, 18 aprile 1918

<sup>39</sup> ASUB, *Sc. ap. in.*, fasc. dello studente Vittorio Moruzzi.

<sup>40</sup> *Annuario della R. Scuola d’applicazione per gli ingegneri in Bologna per gli anni scolastici dal 1916-1917 al 1922-23*, Bologna, Società Tipografica già Compositori, 1923, p. 93-95.

All'on. Ministro della Istruzione, Segretariato generale

Con vivo rammarico partecipo a codesto onor. Ministero la morte dello studente del 3° anno d'ingegneria civile Silvestro Martinelli, di Americo, nato a Roma il 19 dicembre 1894, tenete di artiglieria, avvenuta nel cielo della Macedonia Serba il 7 gennaio 1918, in seguito a combattimento.

Con ossequio

p. Il Direttore  
L. Donati

Archivio Storico Università di Bologna, Scuola d'applicazione. Minuta di lettera di Luigi Donati alla famiglia di Silvestro Martinelli, 11 maggio 1918

Bologna 11 maggio 1918

Ill.mo signore  
Americo Martinelli

Avendo appreso con molto ritardo e per via indiretta la notizia della morte gloriosa del suo amato figliuolo Silvestro, allievo della nostra Scuola, mi sono riservato di porgerle a nome di questo Corpo Insegnante e mio le più vive sincere condoglianze, volendo nel contempo inviare alla S. V. Ill.ma il diploma di laurea "ad honorem" d'ingegnere civile, conferito alla cara memoria del valoroso Estinto.

Ho disposto subito perché il nome di Lui sia inserito nell'Albo d'onore del bollettino ufficiale del Ministero della Istruzione e in quello affisso alla nostra Scuola, quale dovuto e affettuoso omaggio. Il ricordo dei valorosi nostri Studenti caduti per la Patria è sempre vivo e doloroso negli animi di tutti noi ed a suo tempo verranno loro tributate onoranze degne e solenni, sarà mia premura informare la S. V. Ill.ma.

Con particolare considerazione.

Il Direttore  
L. Donati

Alla corrispondenza indirizzata alle famiglie dei caduti si affianca quella ai comandi militari per avere notizie certe sulla sorte degli studenti in guerra e su eventuali onorificenze loro riconosciute<sup>41</sup>; in realtà le risposte che la Scuola riceve non sono sempre quelle sperate, o temute, e denotano la difficile situazione di disordine delle zone di guerra a cui si aggiunge la difficoltà nelle comunicazioni.

Archivio Storico Università di Bologna, Scuola d'applicazione. Comunicazione del Colonnello Giuseppe Brandi del 17° Comando di Raggruppamento Artiglieria Assedio, del 26 agosto 1918 (lettera dattiloscritta)

Addì, 26 agosto 1918

Alla R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri in Bologna

Con riferimento al foglio n. 673, questo Comando è spiacente di non poter dare le informazioni richieste, giacché il predetto ufficiale non prestò mai servizio alle dipendenze del 17° Raggruppamento Assedi.

Giuseppe Brandi  
Colonnello Comandante del Raggruppamento

---

<sup>41</sup> ASUB, *Sc. ap. in.*, minuta di lettera di Silvio Canevazzi al Comando del 35° Reggimento di Fanteria di Bologna per avere notizie delle onorificenze riconosciute allo studente Guido Gambara, 24 gennaio 1916, e molte altre.

Un'altra fonte importante, a cui la Scuola ricorre per raccogliere notizie sui caduti, sono i giornali; nei fascicoli personali degli studenti spesso si conservano articoli accuratamente ritagliati con i precisi riferimenti bibliografici al periodico da cui la notizia è tratta<sup>42</sup>.

Le lettere inviate dal Direttore della Scuola alle famiglie dei caduti non restano mai senza una risposta; e da queste risposte, di genitori e congiunti, emerge un dolore composto e rassegnato, ma alla sofferenza per il lutto si mescola, con le forme retoriche proprie dell'epoca, un sentimento di orgoglio per il figlio, il fratello o il marito che hanno perso la vita per una nobile causa. Appare fortissima l'aspirazione a trovare nell'esperienza della guerra un significato più alto, una giustificazione al sacrificio e alla perdita, aspirazione che si concretizza nel richiamo ai valori della patria.

Archivio Storico Università di Bologna, Scuola d'applicazione. Lettera del padre dello studente Gianbattista Lodrini indirizzata al Direttore della Scuola Silvio Canevazzi, 4 luglio 1916

Desolatissimo le comunico la morte di mio figlio Giambattista, sottotenente 1° Genio – 48ma Compagnia, sul Carso. Laureando, iscritto regolarmente al 3° anno del Corso d'ingegneria civile, ne aveva frequentato con diligenza le lezioni, come da certificato in data 20 maggio 1915 n. 539, rilasciatogli per la sua informazione all'Accademia militare di Torino.

La sua perdita è avvenuta il 29 giugno ed è dovuta a gas velenosi asfissianti che l'uccisero mentre compiva serenamente e valorosamente il suo dovere per la maggiore grandezza della sua cara Patria.

Con animo esacerbato, ne do partecipazione alla sua Scuola prediletta ed all'Insigne e stimato Suo Maestro.

Archivio Storico Università di Bologna, Scuola d'applicazione. Lettera del padre dello studente Ottavio Garrone al Direttore della Scuola Silvio Canevazzi, 27 gennaio 1916

I nobili sentimenti espressi dalla S. V. Ill.ma alla memoria del nostro adorato Ottavio, sono certamente un conforto per me e famiglia, ma purtroppo non sappiamo come fare per rassegnarci ai voleri del Destino. Fatalità ha voluto che una terribile improvvisa valanga si abbattesse il giorno 12 corrente su una baracca dove si trovava mio figlio insieme ad alcuni suoi dipendenti ed ivi li sorprese tragicamente la morte. Esso dopo la nomina a Sottotenente fu assegnato al 3° Reggimento Artiglieria di fortezza di residenza a Roma e di là nel novembre scorso fu inviato in Carnia: ora giace nel Cimitero di Saletto. Povero figliuolo!

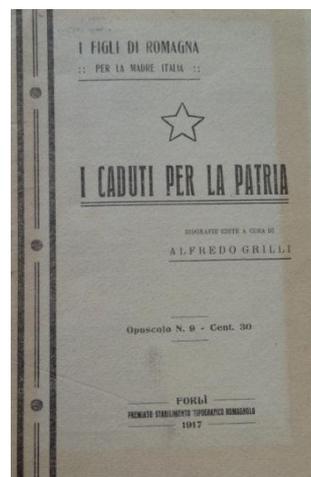
[...]

A Lei, Ill.mo Sig.r Direttore, agli Egregi Professori, che hanno voluto unirsi al nostro immenso dolore, io ed i miei di famiglia porgiamo i nostri più sentiti ringraziamenti e la nostra più grande riconoscenza per gli onori che intendono tributare alla memoria del caro Ottavio, che dopo aver vissuto per la famiglia e per la scuola, è morto per la nostra Santa causa sacrificando la sua giovane esistenza per la Patria.

I familiari, inoltre, arricchiscono, frequentemente, i fascicoli inviando fotografie, ricordi funebri e scritti memorialistici a penna o a stampa. Sono manoscritti o opuscoli editi in contesti locali, voluti probabilmente da familiari e amici dei caduti dove si raccolgono immagini, note biografiche, lettere dal fronte, testimonianze di vario genere<sup>43</sup>. A titolo di esempio riproduciamo il frontespizio di un opuscolo dedicato alla memoria del giovane studente di ingegneria Giulio Vannoni<sup>44</sup>.

Nel verso della coperta si legge:

Collana contenente pubblicazioni biografiche dei Romagnoli caduti combattendo, o morti comunque per ferite e malattie contratte in guerra, vuole essere un omaggio di regionale gratitudine e un'attestazione di pubblica lode a tutti quei figli di Romagna, che, col loro sangue, hanno affermato una patria fiera e gloriosa.



<sup>42</sup> ASUB, *Sc. ap. in.*, fasc. dello studente Alberto Mayr, ritaglio da "Avvenire d'Italia" (9 settembre 1917).

<sup>43</sup> ISNENGLI, ROCHAT, *La grande guerra*, p. 502.

<sup>44</sup> ASUB, *Sc. ap. in.*, fasc. dello studente Giulio Vannoni, ALFREDO GRILLI, *I caduti per la Patria*, Forlì, 1917.

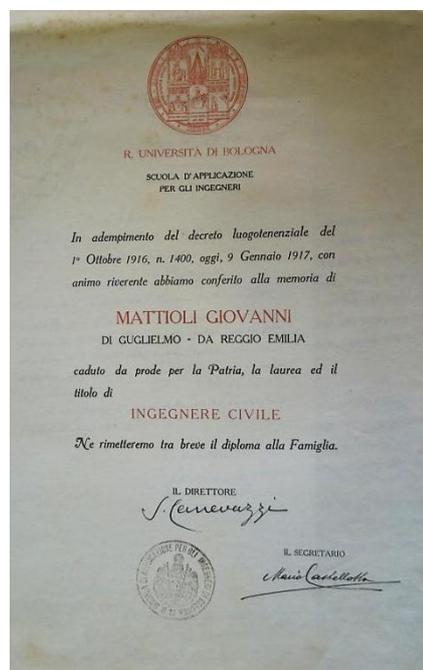
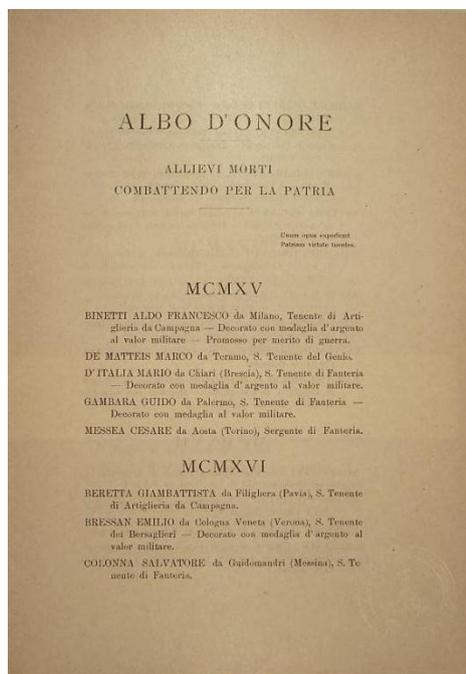
Nel medesimo fascicolo di Giulio Vannoni si conserva anche una monografia manoscritta in cui è raccontata la sua breve vita e sono trascritti vari documenti e lettere che lo riguardano. (M. P. T.)

22

ALBO D'ONORE - ALLIEVI MORTI COMBATTENDO PER LA PATRIA  
Annuario della R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri in Bologna per gli anni scolastici dal 1916-1917 al 1922-23. Bologna, Società Tipografica già Compositori, 1923

L'inserimento del nome dello studente nell'Albo d'onore dei caduti della Scuola e il riconoscimento della laurea *ad honorem* completano questa prima fase di celebrazione della memoria dei caduti. Si tratta di gesti importanti e pubblicamente rilevanti leggibili su diversi piani semantici. L'Albo d'Onore, la laurea *ad honorem*, così come le molte meste cerimonie commemorative che si tennero in memoria dei caduti, avevano una valenza di gesto consolatorio, apprezzatissimo dalle famiglie dei defunti e di simbolica conclusione della carriera accademica tragicamente stroncata dalla guerra, ma segnavano anche l'appropriazione, da parte dell'Università, del valore dell'eroico discepolo caduto per la Patria<sup>45</sup> ad esaltazione del proprio ruolo formativo sia sul piano scientifico che etico-politico.

Durante gli anni del conflitto, immediatamente dopo, e per molti anni ancora, la Scuola ricorda i propri allievi caduti. Nell'Annuario troviamo pubblicato l'Albo d'onore in cui si riportano, oltre all'origine geografica del giovane caduto, il corpo militare di appartenenza e le eventuali onorificenze ricevute. E' la sintesi delle indagini che la direzione della Scuola conduce, appena ricevuta la notizia del lutto, presso i Comandi militari, la famiglia e la stampa locale. Alla pubblicazione del nome dello studente nell'Albo d'onore si affianca il riconoscimento della laurea *ad honorem*, di cui riproduciamo un esempio conservato presso l'Archivio Storico dell'Università di Bologna<sup>46</sup>. (M. P. T.)



<sup>45</sup> ELISA ERIOLI, *Esposizione nazionale della guerra: il coinvolgimento delle istituzioni bolognesi*, in *Grande guerra e costruzione della memoria. L'esposizione nazionale della guerra del 1918 a Bologna*, a cura di ELENA ROSSONI, Bologna, Compositori, 2009, p. 32-34; ELISA SIGNORI, *Tra Minerva e Marte: università e guerra in epoca fascista*, in *Le Università e le guerre dal Medioevo alla Seconda guerra mondiale*, a cura di Piero Del Negro, Bologna, Clueb, 2011, p. 154-159, *Studenti grandi firme*, Bologna, Clueb, 2016, pp. 39-45.

<sup>46</sup> Tutti gli studenti caduti ricevettero il riconoscimento postumo della laurea *ad honorem*, l'esempio riprodotto è tratto da ASUB, *Sc. ap. in.*, fasc. dello studente Giovanni Mattioli.

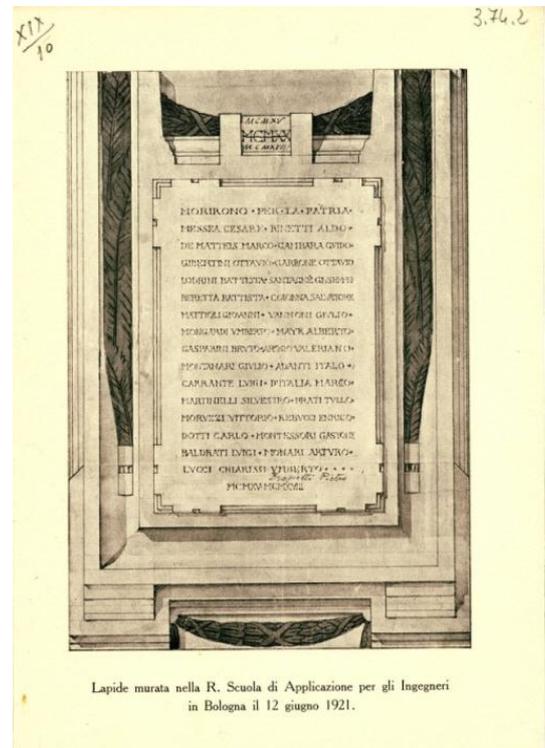
**IL PRIMO MEMORIALE DELLA SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**  
Edificio di Piazza dei Celestini anni Venti del '900

Dopo la celebrazione scritta sulle pagine dell'Annuario, si scoprono lapidi commemorative. Una lapide in stile liberty, ora perduta, si trovava nella prima sede della Scuola d'applicazione per gli ingegneri, ora occupata dall'Archivio di Stato di Bologna<sup>47</sup>.

Dalla documentazione conservata presso l'Archivio Storico dell'Università sappiamo che vi si svolgevano ogni anno cerimonie in memoria dei caduti con il coinvolgimento delle autorità scolastiche e delle famiglie. Si conserva la minuta di un breve discorso pronunciato da Attilio Muggia, direttore della Scuola dal 1923 al 1927, il 24 maggio 1927, cerimonia di cui diede conto anche la stampa locale:

Inchiamoci riverenti davanti a questo marmo che ricorda i valorosi allievi di questa Scuola i quali fecero olocausto della loro balda giovinezza per la grandezza e l'avvenire della Patria.  
[...]

Spetta a voi giovani che vi affacciate ora sulla soglia di una carriera, che è fattiva di opere e di progresso, di contribuire con tutte le vostre energie disciplinate dai severi studi che state compiendo. E vi riuscirete se, da questo esempio di sacrificio che oggi ricordiamo e che vi hanno dato coloro che vi precedettero in queste aule, trarrete incitamento e monito per il sacrificio che pure richiedono le opere riparatrici e costruttive della pace se si vogliono rivolte al bene supremo dell'Italia nostra. E' questo il significato di questa cerimonia.



Lapide murata nella R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri in Bologna il 12 giugno 1921.

Tornano evidenti quelli che in questi anni sono divenuti luoghi comuni della memoria, il lutto sublimato dall'orgoglio per il contributo dato alla Patria, la celebrazione dell'Università, quale istituzione educativa suscitatrice, in qualche modo, del valore e dell'eroismo per la Patria, la guerra e la vittoria come miti fondativi dell'ideologia fascista. In questi anni si moltiplicano in tutte le sedi universitarie italiane monumenti e lapidi che danno alla guerra una straordinaria visibilità proprio nei luoghi del sapere<sup>48</sup>. Il discorso di Muggia si chiude con un evidente richiamo al mito dell'ingegnere e dell'architetto che andò a costituirsi nel dopoguerra, alimentato anch'esso dall'ideologia fascista<sup>49</sup>. (M. P. T.)

**MEMORIALE DELLA SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**  
Architetto di Giuseppe Vaccaro, 1936

In Italia la maggior parte dei memoriali in ricordo dei caduti della grande guerra (edifici, fontane, lapidi, e monumenti) furono edificati durante il ventennio fascista. In questo contesto si inserisce anche la lapide ai caduti nel piccolo cortile a prato, attornata da un'alta siepe, della Scuola di Ingegneria e Architettura. L'edificio fu progettato negli anni Trenta da Giuseppe Vaccaro e inaugurato nel 1936; ben visibile sopra la collinetta, al di là del piccolo parco che ricopre una zona ricca di reperti archeologici, è caratterizzato dalla torre libraria e dall'aspetto lineare e razionale.

<sup>47</sup> La riproduzione del disegno raffigurante la lapide è pubblicata in BIBLIOTECA DELL'ARCHIGINNASIO, *Raccolta iconografica Augusto Suppini* <<http://badigit.comune.bologna.it/fondi/fondi/53.htm>> data ultima di consultazione 9/12/2015, grazie alla cortese segnalazione dell'Archivio di Stato. Immagine riprodotta su gentile concessione della Biblioteca Comunale dell'Archiginnasio.

<sup>48</sup> ELISA SIGNORI, *Tra Minerva e Marte*, p. 154-159.

<sup>49</sup> CALCAGNO, *Il nuovo ingegnere (1923-1961)*, p. 319-330.

La lapide, collocata nel giardino interno, ma visibilissima dall'atrio monumentale, riporta semplicemente le date di inizio e fine della guerra in numeri romani, i nomi e i cognomi in ordine alfabetico degli studenti di ingegneria che persero la vita durante la prima guerra mondiale<sup>50</sup>. (R. I.)



---

<sup>50</sup> Cfr PAUL FUSSELL, *La grande guerra e la memoria moderna*, Bologna, Il Mulino, 2014.

# BIBLIOGRAFIA

a cura di Rosalia Miceli

*Annuario della R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri in Bologna per gli anni scolastici dal 1906-1907 al 1914-1915*, Bologna, Società Tipografica già Compositori, 1915

*Annuario della R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri in Bologna per gli anni scolastici dal 1916-1917 al 1922-23*, Bologna, Società Tipografica già Compositori, 1923

ARCHIVIO STORICO UNIVERSITA' DI BOLOGNA (ASUB), *Sc. ap. in., Amministrazione*, b. 5, pos. 20 a, 20 febbraio 1922

BARILE LAURA, *La divulgazione scientifica (1870-1910)*, in *La cassetta degli strumenti*, a cura di VALERIO CASTRONOVO, Milano, Franco Angeli, 1986, p. 81-114

BECKETT IAN F., *La prima guerra mondiale. Dodici punti di svolta*, Torino, Einaudi, 2013

BENASSI CAPUANO MILENA, *La Scuola d'Appliazione per gli ingegneri in Bologna (1877-1915)*, "Strenna storica bolognese", 50 (2000), p. 39-79

BOTTONI ANTONIO, *La Casa del Soldato*, Bologna, Tip. Cuppini, 1922

BUCCHIONI CINZIA - TORRICELLI MARIA PIA, *Ingegneri e biblioteche*, "L'Archiginnasio", 93 (1998), p. 267-343

CALCAGNO GIAN CARLO, *Un istituto per la formazione degli ingegneri: la Scuola d'applicazione di Bologna*, in *Innovazione e modernizzazione in Italia fra Otto e Novecento*, a cura di ENRICO DECLAVA-CARLO G. LACAITA - ANGELO VENTURA, Milano, Franco Angeli, 1995, p. 262-296

CALCAGNO GIAN CARLO, *Il nuovo ingegnere (1923-1961)*, in *Storia d'Italia. Annali 10, I professionisti*, a cura di MARIA MALATESTA, Torino, Einaudi, 1996, p. 305-336

CALCAGNO GIAN CARLO, *La Scuola per gli ingegneri dell'Università di Bologna tra Otto e Novecento*, "Annali di storia delle università italiane", 1 (1997), p. 149-163

CAMPAGNA ENZO, *La nave subacquea, sottomarini e sommergibili*, Milano, Hoepli, 1915

CATINI RAFFAELLA, *Achille Manfredini*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 68, Roma, Istituto della Enciclopedia italiana, 2007, p. 743-744

COCCHI GIOVANNI, *Cento anni di Scuola di Ingegneria a Bologna*, in *L'Università a Bologna, maestri, studenti e luoghi dal XVI al XX secolo*, a cura di GIAN PAOLO BRIZZI, Bologna, Cassa di Risparmio in Bologna, 1988, p. 195-205

DE LUCCHI GIANLUCA, *Prima guerra mondiale*, Firenze, Giunti, 1997

*Dizionario Biografico degli italiani*, s. v. *Ettore Bravetta*, vol. 14, Roma, Istituto della Enciclopedia italiana, 1972, p. 72-73

FUSSELL PAUL, *La grande guerra e la memoria moderna*, Bologna, Il mulino, 2014

GENTILE EMILIO, *Due colpi di pistola, dieci milioni di morti, la fine di un mondo: storia illustrata della grande guerra*, Roma-Bari, GLF editori Laterza, 2014

*Grande guerra e costruzione della memoria: L'Esposizione nazionale della guerra del 1918 a Bologna*, a cura di ELENA ROSSONI, con la collaborazione di SONJA MOCERI, Bologna, Compositori, 2009

*#Grandeguerra. L'Emilia Romagna fra fronte e retrovia*. Catalogo della mostra promossa dall'Assemblea legislativa della Regione Emilia-Romagna, a cura di MIRCO CARRATTIERI - CARLO DE MARIA - LUCA GORGOLINI - FABIO MONTELLA, Bologna, BraDypUS Communicating Cultural Heritage, 2014,

<<http://www.assemblea.emr.it/quotidianoer/notizie/grandeguerra/il-catalogo-della-mostra>> (consultato il 10 Marzo 2016)

ISNENGI MARIO - ROCHAT GIORGIO, *La grande guerra*, BOLOGNA, Il mulino, 2014

*Istituto Storico e di cultura dell'Arma del Genio. Panoramica e introduzione* <[http://www.iscag.it/202\\_000%20panoramica%20e%20intro.htm](http://www.iscag.it/202_000%20panoramica%20e%20intro.htm)> (consultato il 7 Marzo 2016)

LUSSU EMILIO, *Un anno sull'altipiano*, Torino, Einaudi, 2000

MERLI FRANCESCO, *Tecnici e professionisti nell'Italia liberale: gli ingegneri italiani tra guerra e fascismo*, [Tesi di Laurea], Università di Bologna, a. a. 1994-95

MINESIO MICHELA, *L'ingegnere dall'età napoleonica al fascismo*, in *Storia d'Italia. Annali 10, I professionisti*, a cura di MARIA MALATESTA, Torino, Einaudi, 1996, p. 295-302

MONDINI MARCO, *La guerra italiana: partire, raccontare, tornare, 1914-18*, Bologna, Il mulino, 2014

MOSSE GEORGE L., *Le guerre mondiali. Dalla tragedia al mito dei caduti*, Roma-Bari, Laterza, 2002

*Il Museo*. Castel Sant'Angelo. <<http://www.castelsantangelo.com/museo.asp>> (consultato il 7 Marzo 2016)

*Il patrimonio librario antico della Biblioteca di Ingegneria*, a cura di BENITO BRUNELLI - CINZIA BUCCHIONI - MARIA PIA TORRICELLI, Bologna, Pitagora, 1992

PIRRONTI TOMMASO - BOLDRINI LUCA, *La radiologia italiana durante la grande guerra*, Roma, Ecoedizioni, 2013

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN BOLOGNA, *Catalogo metodico della biblioteca*, Bologna, Compositori, 1881

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN BOLOGNA, *Notizie concernenti la Scuola e monografie dei gabinetti*, Bologna, Compositori, 1881

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN BOLOGNA, *Catalogo metodico della biblioteca. Primo supplemento*, Bologna, Compositori, 1888

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN BOLOGNA, *Notizie concernenti la Scuola, monografie dei gabinetti, delle collezioni e catalogo delle pubblicazioni degli insegnanti in continuazione di quelle edite nel 1881*, Bologna, Compositori, 1888

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN BOLOGNA, *Commentari dell'organizzazione e di un triennio di vita della Scuola ed Annuario per l'anno scolastico 1908-1909*, Bologna, Stabilimento poligrafico emiliano, 1909.

REYNIER ANDRE', *Art militaire*, "Le Genie Civil", LXVI (1915), p. 94-95

ROCHAT GIORGIO, *Armando Vittorio Diaz*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 39, Roma, Istituto della Enciclopedia italiana, 1991, p. 663-671

ROCHAT GIORGIO, *Giulio Douhet*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 41, Roma, Istituto della Enciclopedia italiana, 1992, p. 561-566

SANI LUIGI, *S. E. il generale Mariano Borgatti bondenese*, Bondeno, Tip. Commerciale, 1933

SIGNORI ELISA, *Tra Minerva e Marte. Università e guerra in epoca fascista*, in *Le Università e le guerre dal Medioevo alla Seconda guerra mondiale*, a cura di PIERO DEL NEGRO, Bologna, Clueb, 2011, p. 154-159

SILVESTRI ANDREA, *Le ragioni di un titolo: "Politecnico"*, in "Politecnico", 1 (1988), p. 4-15

*Studenti grandi firme*, Bologna, Clueb, 2016, pp. 39-45

TELMON VITTORIO, *Professionalità e accademia fra il declinare del XIX e gli inizi del xx secolo: l'inizio dell'ingegneria a Bologna*, in *Cento anni di università: l'istruzione superiore in Italia dall'unità ai nostri*

giorni. *Atti del 3 Convegno nazionale (Padova, 9-10 Novembre 1984)*, a cura di FRANCESCO DE VIVO – GIOVANNI GENOVESI, Napoli, Edizioni scientifiche italiane, 1986, p. 64-97

TOMASSINI LUIGI, *L'Italia nella grande guerra, 1915-18*, Milano, Fenice, 2000

TORRICELLI MARIA PIA, “*Reperti*” d’archivio presso la Biblioteca G.P. Dore della Facoltà di Ingegneria, in *Gli archivi universitari ed accademici per la storia della scienza e della tecnologia*, Bologna, CUSL, 1984, p. 93-96

TORRICELLI MARIA PIA, *Le biblioteche per la formazione alle professioni tra '800 e '900: il caso della Scuola per gli ingegneri e della Scuola di agraria dell'Università di Bologna*, “*Annali di storia delle università italiane*”, 13 (2009), p. 411-418

*Ulrico Hoepli 1847-1935 editore e libraio*, a cura di ENRICO DECLEVA, Milano, Hoepli, 2001