

La figura dell'ingegnere industriale e la sua evoluzione nel tempo

Introduzione

Parafrasando un comune modo di dire, possiamo dire che la professione più antica del mondo è quella dell'ingegnere industriale: l'uomo preistorico che abbatte un ramo per difendersi è, infatti, un "ingegnere progettista.". Egli, infatti, cerca un ramo con le dimensioni adatte al suo obiettivo: compie, cioè, un dimensionamento. Il ramo, inoltre, deve essere di forma adatta alla funzione (progettazione funzionale) e deve essere facile da raggiungere (progettazione orientata all'ottenimento). Il trovare, poi, un ramo con tutte queste caratteristiche è un esempio di "concurrent engineering".

I precursori

Fra le prime realizzazioni di "ingegneria industriale", eccone alcune:

- 2.500.000 a.C. prime lavorazioni (scalpellatura, raschiatura)
- 500.000 a.C. utilizzo del fuoco
- 20.000 a.C. arco e frecce
- 3.600 a.C. utilizzo del bronzo per oggetti di fusione
- 3.300 a.C. utilizzo della ruota

Un ignoto "ingegnere industriale" della preistoria ha scoperto che l'arco, oltre che un'arma, può essere uno strumento per trasformare il moto rettilineo (deformazione elastica dell'arco) in rotatorio (rotazione di un utensile) superando la

limitazione alle rotazioni imposta dall'articolazione del polso e del gomito (Fig. 1).

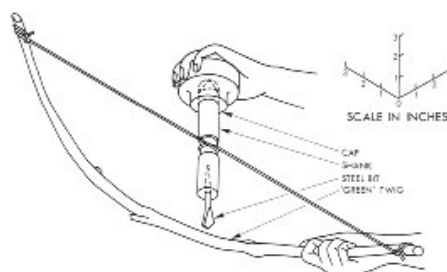


Fig. 1 - Esempio di creazione di un "ingegnere" industriale preistorico

Nell'evo antico iniziano le speculazioni scientifiche, ad opera principalmente dei filosofi della natura (Pitagora, Empedocle, gli Atomisti) e di personaggi come Aristotele, Archimede e gli studiosi della Scuola Alessandrina. Gli ingegneri progettano e realizzano, in generale, basandosi su osservazioni dirette, più che non su basi teoriche e senza troppe formalizzazioni. Si arriva, comunque, a realizzazioni notevoli: basti pensare alle macchine semplici ed alle loro combinazioni, alle costruzioni navali e dei carri, alle macchine di sollevamento. Compaiono in questo periodo le prime applicazioni dei cuscinetti volventi (a sfere ed a rulli), come testimoniato dalle navi romane rinvenute nel lago di Nemi.

Ma gli ingegneri industriali dell'antichità non si occupano solo di realizzazioni di macchine, ma iniziano ad essere "gestionali", occupandosi della nascente "organizzazione" del lavoro. Ne nascono, infatti, forme embrionali. L'antico artigiano lavora su commessa, realizzando ciò che è più adatto alle esigenze del cliente; con l'allargarsi dei mercati, invece, l'artigiano deve tenere conto delle esigenze presumibili dei clienti che non conosce direttamente. Si arriva, quindi, ad una rudimentale standardizzazione.

La Fig. 2 mostra un esempio di realizzazione di ingegneria industriale romana.

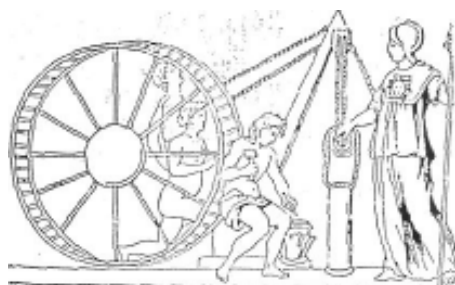


Fig. 2 - Macchina di sollevamento romana

Nel Medioevo gli sviluppi teorici sono molto modesti, riconducibili alla trasmissione di intuizioni soprattutto aristoteliche.

Le realizzazioni aumentano di dimensioni e di complessità. Basti pensare alle grandi cattedrali medioevali ed al contributo che esse hanno richiesto all'ingegneria industriale: macchine di sollevamento di dimensioni sempre maggiori ed organizzazione del lavoro sempre più spinta, senza la quale tutte le varie ca-

tegorie di artigiani che concorrevano alla costruzione di un edificio, come il Duomo di Milano, non sarebbero state in grado di operare in modo coordinato.

Il Rinascimento

Con il Rinascimento iniziano, sia pure in forma embrionale, il calcolo e la sperimentazione e gli ingegneri industriali iniziavano ad avvalersene.

I disegni tecnici iniziano ad acquisire un carattere progettuale: tra la fine del XVI e l'inizio del XVII secolo iniziano a differenziarsi i disegni d'assieme e quelli costruttivi e le dimensioni iniziano ad essere indicate attraverso la scala grafica.

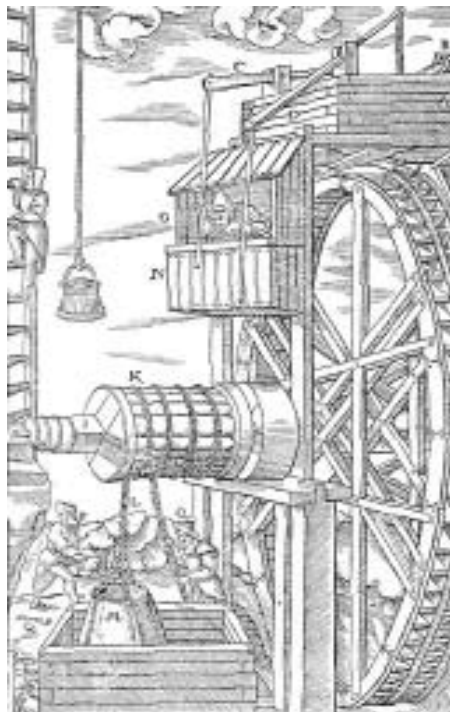


Fig. 3 - Macchina rinascimentale di sollevamento con azionamento idraulico

La Fig. 3 mostra un disegno “d’ assieme” di una macchina di sollevamento con azionamento idraulico. Si noti l’ “operatore” che, dalla sua “cabina di azionamento”, attraverso due leve dirige il getto d’acqua su una o sull’altra delle due palettature, invertendo il senso del moto.

La formazione degli ingegneri avviene in modo non formalizzato, per affiancamento e per osservazione diretta. I giovani aspiranti vanno “a bottega” dal maestro e lì, osservando, provando e riprovando, imparano il mestiere: così aveva fatto anche il giovane Leonardo che si era formato alla scuola del Verrocchio.

Nel 1563 nasce a Milano il Collegio degli Ingegneri. Esso rilascia le “patenti” che sono conferite solo a chi avesse esercitato la professione per almeno quattro anni presso un ingegnere più anziano ed appartenesse ad una “famiglia distinta”.

Il Seicento e il Settecento

Tra il XVII ed il XVIII secolo, avvengono tre grandi fatti che hanno un grosso impatto sull’attività degli ingegneri industriali (e non solo di quelli): la teoria dell’elasticità, ad opera di Hooke e De

Saint Venant, che costituirà le basi dei calcoli di resistenza, le proiezioni ortogonali, per opera di Monge, che costituiranno la base dei disegni tecnici e, quindi, del linguaggio fondamentale di comunicazione fra tecnici (Fig. 4) e l’introduzione dei logaritmi, ad opera di Nepero, base del regolo calcolatore che sarà lo strumento fondamentale di calcolo fino al 1970 (Fig. 5).

Il Collegio degli Ingegneri viene soppresso da Napoleone, che lascia all’Università di Pavia il compito di preparare gli ingegneri.

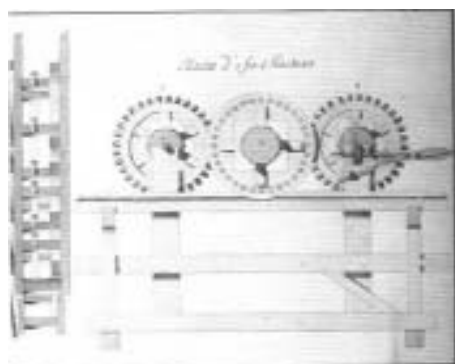


Fig. 4 - Disegno tecnico in proiezioni ortogonali (XVIII secolo).

Le proiezioni ortogonali, introdotte da Monge, sono la base dei disegni tecnici e, quindi, del mezzo di comunicazione fondamentale fra tecnici



Fig. 5 - Il regolo calcolatore, basato sui logaritmi, introdotto da Nepero, è lo strumento di calcolo fondamentale fino al 1970

L'Ottocento

Nella prima metà del XIX secolo, sulla spinta dei riflessi della rivoluzione industriale, si inizia ad avvertire l'ineadeguatezza di tale sistema formativo. Sulla rivista "Il Politecnico" viene teorizzata da Carlo Cattaneo la figura dell'ingegnere moderno, in grado di far fronte alle esigenze imposte dai tempi in rapida trasformazione.

Nascono, allora, sulla scorta della preoccupazione con cui si inizia a vedere il nascere delle scuole tecniche un po' in tutta Europa, la Scuola di ponti e strade a Napoli nel 1811 e la Scuola per gli Ingegneri di Roma nel 1817.

Queste iniziative, pur valide ed interessanti, sono comunque "viziate" dall'equivoco del primato delle scienze pure su quelle applicate e sono quindi caratterizzate da una prevalenza di studi astratti che portano ad una preparazione eccessivamente teorica.

D'altra parte, le esigenze di formazione di personale tecnico da parte dell'industria sono pressanti e crescenti. Nell'arco del XIX secolo, solo limitan-

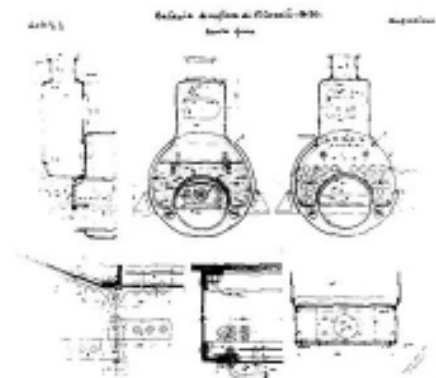


Fig. 6 - Esempio di disegno dell'industria (fine XIX secolo).

dosi all'area della "grande Milano", nascono: Badoni (fine '700), Breda e Falck (1840), Riva Calzoni (1861), Tecnomasio Italiano Brown Boveri (1863), Filotecnica Salmoiraghi (1875), Franco Tosi (1876), Pomini (1886), Borletti (1895) (Fig. 6).

Si tratta di aziende attive nei più svariati settori della meccanica, dell'elettromeccanica, dell'energia, molto spesso produttrici di prodotti di eccellenza e di avanguardia nell'innovazione: proprio per tali ragioni, esse richiedono tecnici a tutti i livelli preparati ed aggiornati.

Un'importante iniziativa volta a soddisfare questa esigenza è la fondazione della Società di Incoraggiamento Arti e Mestieri, avvenuta a Milano nel 1838.

Nel 1859 la Legge Casati contempla l'istituzione a Milano di un "Regio Istituto Tecnico Superiore": nel dibattito che ne nasce, in cui una parte particolarmente attiva è rivestita da Francesco Brioschi, emerge la necessità che, accanto all'ingegneria civile, siano presenti altri indirizzi, a carattere squisitamente industriale.

Nel 1863 nasce l'Istituto (la denominazione "Politecnico", pur non ufficiale, viene usata da sempre ed ufficializzata solo nel 1937).

Fin dall'inizio, compaiono gli indirizzi seguenti:

- Ingegneria Civile
- Ingegneria Meccanica
- Normale per la formazione di insegnanti per le discipline scientifiche.

Nel 1865 compare l'Ingegneria Industriale, come evoluzione della meccanica, alla quale ultima si affiancano

nel 1887 l'Ingegneria Elettrotecnica e nel 1899 l'Ingegneria Chimica.

L'evoluzione dell'ingegneria industriale si lega ora, in larga misura, a quella del Politecnico di Milano.

Il Politecnico, grazie alla sua struttura amministrativamente più agile, può avviare immediati scambi con il mondo produttivo. Oltre all'ovvia destinazione dei laureati, che portano cultura e progettualità nelle aziende dove vanno ad operare (ed, in alcuni casi, ne fondano essi stessi di nuove) c'è da osservare che molti docenti collaborano con le imprese, stimolando innovazione e molti ingegneri delle imprese collaborano alla didattica, svolgendo seminari, esercitazioni e seguendo laureandi nell'elaborazione della tesi. Molte imprese, poi, finanziano laboratori del Politecnico: ad esempio, il cotoniere Eugenio Cantoni fa una donazione per l'istituzione di un corso di Economia Industriale, l'industriale Carlo Erba, nel 1886, dona 400.000 £ per l'Istituzione Elettrotecnica che prenderà il suo nome, gruppi di industriali lombardi nel 1893 fondano il Laboratorio di Meccanica Industriale, sul modello di quelli americani.

Un ruolo importante, per l'innovazione dell'ingegneria industriale italiana di questo periodo è svolto dai viaggi di studio che imprenditori e tecnici compiono, soprattutto nel periodo 1880-1890, in Francia, Belgio, Germania, Gran Bretagna, Stati Uniti. Essi, in questi Paesi, studiano la realtà produttiva, visitano imprese e laboratori, conoscono metodi di progettazione e di produzione e di organizzazione del lavoro.

Le loro esperienze, portate in Italia, si riveleranno preziose per lo sviluppo industriale del nostro Paese. Vale la pena di ricordare, a questo proposito, due esperienze:

- G.B. Pirelli, su spinta dei suoi professori Brioschi e Colombo, va in Germania, Belgio e Francia per studiare la nascente industria della gomma: tornato in Italia, nel 1872 fonderà l'azienda che porta il suo nome;
- Alberto Riva, subito dopo la laurea, nel 1870, compie un tirocinio nello stabilimento Caspar Honegger in Svizzera: l'esperienza acquisita lo porterà alla fondazione della Riva.

Il Novecento

Il nuovo secolo, il XX, è ormai alle porte. L'industria si sviluppa ed evolve. Nascono industrie nuove e quelle già esistenti si espandono, almeno inizialmente (Fig. 7).

Nascono Falck (1908), Alfa Romeo (1910), Aeronautica Macchi (1913), Grazioli (1919), Loro e Parigini (1921), Innocenti (1933). In esse, ed in moltissime altre, grandi, medie o piccole, gli ingegneri industriali del Politecnico di Milano portano il loro contributo progettuale e realizzativo.

Avvenimento molto importante a cavallo fra i due secoli, è la nascita della normazione. Ogni attività umana e particolarmente le attività tecniche, richiedono regole, norme che fissino criteri e modalità di svolgimento (Fig. 8).

Il XX secolo è segnato pesantemente dalle due guerre mondiali. Gli ingegneri industriali sono chiamati in prima

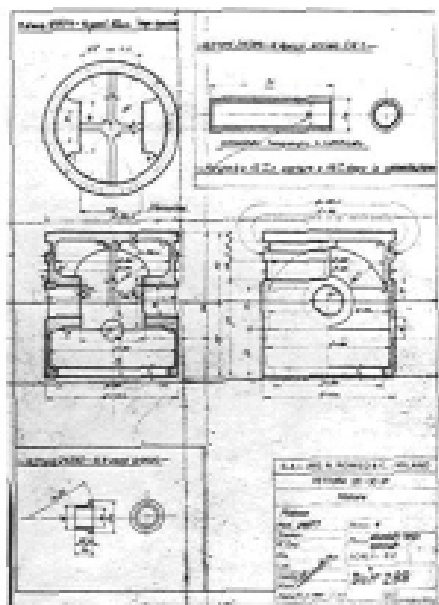


Fig. 7 - Disegno dell'industria
(1910 ca.)

persona a contribuire allo sforzo a cui tutto il Paese è impegnato.

Essi hanno anche il grosso compito di contribuire ad affrontare la crisi dei due dopoguerra. Il secondo, in modo particolare, vede le industrie ed i servizi pesantemente colpiti.

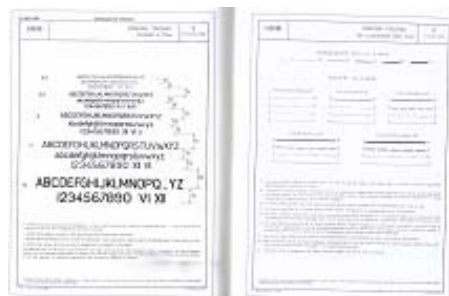


Fig. 8 - Due delle prime norme tecniche emesse dall'Ente formatore italiano
(UNI 1922-24)

I problemi sono, soprattutto, riconducibili ai seguenti:

- ricostruire gli stabilimenti, parzialmente o totalmente distrutti;
- riconquistare i mercati;
- aggiornare le tecnologie, in buona parte rimaste al livello anteguerra, mentre la guerra aveva portato innovazioni in ogni campo.

Gli anni dal 1950 al 1960 vedono un grande sviluppo in tutto il Paese e rendono la frase "miracolo italiano" non solo una frase fatta giornalistica. A tale miracolo, un grosso contributo è dato dagli ingegneri industriali, in tutti i campi produttivi e nei servizi.

Ormai siamo ai giorni nostri e la storia è diventata cronaca.

Il presente e il futuro

L'ingegneria industriale, in modo sempre più massiccio, acquisisce le nuove metodologie ed i nuovi strumenti ed affronta con essi i problemi dei tempi, dalla crisi energetica, alla progettazione sostenibile, dallo sviluppo del "virtuale" sul "reale", alla tendenza alle nano-tecnologie.

Grandi progressi sono stati compiuti da quando i primi "computer" si affacciarono sulla scena della ricerca scientifica e tecnologica.

Si trattava di macchine elettromeccaniche, di dimensioni enormi e pesanti diverse tonnellate, che si evolsero dapprima nei calcolatori analogici e quindi in quelli digitali, che, grazie al progresso della tecnologia elettronica, sono divenuti quello che oggi chiamiamo computer.

Parallelamente all'evoluzione dell'"hardware", si sono sviluppati numerosi "software" applicativi che hanno aiutato e tuttora aiutano grandemente i progettisti nello svolgimento del loro compito. L'impiego di software sempre più evoluti su "macchine" sempre più potenti è ancora oggi fonte di continue rivoluzioni tanto nelle metodologie di sintesi progettuale, quanto nell'analisi di sistemi esistenti o comunque già definiti.

Molta strada è stata percorsa dai primi software CAD, semplici "sostituti" elettronici dei tecnografi, agli attuali modellatori tridimensionali parametrici, variazionali ed associativi in grado di rigenerare ed adattare automaticamente il modello dell'intero sistema al variare di alcune sue dimensioni e caratteristiche secondo leggi definibili dall'utente. A valle di tali software si collocano i sistemi CAM e CAPP, i primi tesi a stilare il programma di lavoro nel linguaggio delle moderne macchine utensili (anch'esse controllate da computer), i secondi utilizzati per definire l'intero ciclo di lavorazione di un prodotto.

Accanto ai sistemi di modellazione, anche se oggi sono sempre più frequentemente integrati in essi, si collocano i software dedicati alla simulazione della realtà, basati sull'implementazione di metodi analitici e numerici, che furono ideati nei secoli precedenti, ma che hanno avuto un grande impulso nelle ultime decadi.

Il più noto è sicuramente il metodo degli elementi finiti (Finite Element Method, FEM) sempre più ampiamente impiegato per la realizzazione di simula-

zioni di svariate categorie e tipologie di sistemi, anche molto complessi.

Si tratta, infatti, di un metodo nato per la soluzione di equazioni differenziali alle derivate parziali, per cui può essere utilizzato per lo studio della meccanica tanto dei continui, quanto dei fluidi, oltre che all'analisi di fenomeni di trasporto e diffusione ed allo studio di campi elettromagnetici.

Le richieste nate negli ambiti dell'industria e della ricerca hanno poi guidato lo sviluppo di software ed elementi specifici per la simulazione di situazioni tipiche per l'ingegneria industriale.

Trasversalmente o, forse, prima di tutti essi nella cronologia della nascita di un progetto, si collocano poi i software che aiutano il progettista a sviluppare nuovi "concept" mediante un approccio razionale alla progettazione (TRIZ e DfX sono tra i metodi più noti), i sistemi Knowledge Based, sviluppati per "caturare" la conoscenza del progettista per renderla poi disponibile per lo sviluppo del prodotto ed infine i sistemi PDM (Product Data Management) e PLM (Product Life-Cycle Management) destinati alla gestione di tutte le informazioni indispensabili per la gestione del prodotto non solo nelle fasi di progettazione e realizzazione, ma anche di impiego, dismissione e riciclaggio.

Come già accennato l'utilizzo dei computer si è ampiamente diffuso non soltanto nella fase progettuale, ma anche nelle macchine stesse, dando vita all'automazione sia degli impianti industriali destinati alla produzione di beni e servizi, sia alla nascita di prodotti sem-

pre più essi stessi automatizzati, fatto questo che ha portato l'ingegnere industriale a doversi "intendere" anche di elettronica, perlomeno da un punto di vista applicativo.

Conclusioni

Si può quindi concludere che l'ingegneria industriale affronta una ampia gamma di problemi con una visione decisamente trasversale. Essa si rinnova continuamente e si può a buon diritto affermare che è una scienza tecnica che porta molto bene la sua "età", ormai di alcuni millenni.

Note bibliografiche

AA.VV., *Il Centenario del Politecnico di Milano*, ivi 1963

AA.VV., *Il Politecnico di Milano. 1863-1914*, Catalogo della Mostra, Milano, Electa, 1981

V. MARCHIS, *Storia delle macchine. Tre millenni di cultura tecnologica*, Roma-Bari, Laterza, 1994

AA.VV., *Innovazione e sviluppo a Milano*, AIM (Associazione Interessi Metro-politani), 1996

SINGER, *Storia della tecnologia*, Boringhieri