

Il disegno tecnico, strumento dello sviluppo industriale

Premessa

“La quantità di istruzione disponibile in un sistema economico è uno dei fattori più importanti nel determinarne la crescita” : in questa affermazione del Baumol del 1989,¹ accompagnata dalla constatazione che paesi con livello educativo simile tendono a valori corrispondenti del PIL/pro capite, trova una ennesima spiegazione il fatto che fin dagli inizi della rivoluzione industriale lo sviluppo tecnico ed economico si è accompagnato ad un corrispondente sviluppo dell’istruzione tecnica e professionale.

Pilastri di tale istruzione la Matematica ed il Disegno, sviluppati con ampiezza ed approfondimenti diversi a seconda del livello di formazione, ma sempre con una presenza quantitativamente rilevante.

Il disegno per il tecnico

“Il disegno costituisce per il meccanico un mezzo mediante il quale può rappresentare con chiarezza, acutezza e rigore i suoi pensieri e le sue riflessioni, in modo da non lasciare niente da desiderare. Una macchina disegnata è come una realizzazione ideale della stessa, ma fatta con un materiale di minor costo e più facile trattamento del ferro o dell’acciaio”: così nel 1842 il Redtenbacher sintetizzava il significato del disegno di tipo tecnico, in particolare meccanico.²

Ingegneri, progettisti, inventori, realizzano disegni come elementi del loro processo creativo. Disegnano per esprimere e rifinire concetti e particolari. Disegnano per convincere. Disegnano per dare istruzioni. Disegnano per registrare idee e scambiarle con altri.

Il problema della trasmissione di dati costruttivi precisi (ed il disegno risulta lo strumento più idoneo) si pone in pratica quando ideatore e costruttore non coincidono: si spiega così come il disegno di tipo tecnico, dagli albori della civiltà al XVIII secolo, non si discosti dall’arte figurativa e segua un’evoluzione parallela a questa, proprio perché ne rappresenta una applicazione specifica, a scopo di illustrazione informativa e non di prescrizione costruttiva.

Per secoli il disegno di costruzioni, macchine, attrezzi, non si è allontanato da rappresentazioni figurative, idonee a comunicare un’idea generale dell’oggetto, ma prive dell’esattezza necessaria per fornire indicazioni costruttive, scopo principale del disegno tecnico.

Verso la fine del ‘700 cominciano a presentarsi forme di disegno riconducibili a quelle attuali: gli inizi della produzione industriale, con manifatture dislocate in luoghi diversi, spesso lontane dai centri di progettazione, richiedono sempre più documenti affidabili e interpretabili senza errori. A questo scopo contribuiscono validamente i metodi della geometria descrittiva.

Gli esempi di impiego e caratterizzazione del disegno tecnico sarebbero molti, ma per tutti vale il principio che nel disegno devono comparire gli elementi che consentano la comprensione e la costruzione della macchina. A tale scopo non sempre le raffigurazioni richieste devono riprodurre tutti gli aspetti della realtà, ma possono basarsi su indicazioni convenzionali, rispondenti ad un codice semplificativo.

¹ cit. in Vasta M., *Capitale umano e ricerca scientifica e tecnologica*, in *Storia d’Italia, Annali, 15, L’industria*, Torino, Einaudi, 1999

² in Klemm F., *Technik, eine Geschichte ihrer Probleme*, Freiburg, Alber, 1954; trad.it. *Storia della tecnica*, Milano, Feltrinelli, 1966.

Ferdinand Redtenbacher, al Politecnico di Karlsruhe pose le basi per l’insegnamento della Costruzione di Macchine, elemento fondamentale dell’Ingegneria Meccanica

Nel disegno meccanico (e nel suo insegnamento) ad esempio si dà poco spazio a tecniche e regole che riguardino soprattutto l'illustrazione degli oggetti, con attenzione alla resa figurativa della tridimensionalità ed alla percezione spaziale (di contro assai curate nel disegno architettonico).³

Stabilito che il disegno svolge in ogni tempo un ruolo fondamentale per l'innovazione tecnologica , le forme e i modi con cui esso si esprime cambiano attraverso le epoche.

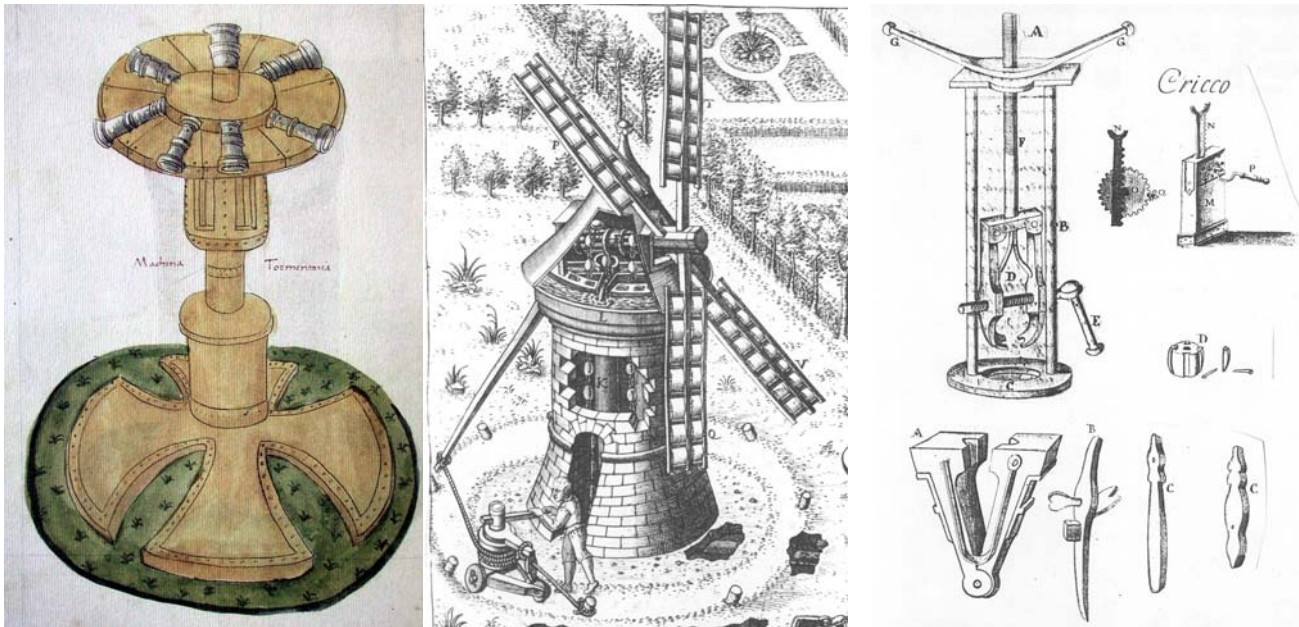


Fig.1 - Disegni di macchine in testi di diverse epoche: da sin., Valturio, *De re militari* (1464); Ramelli, *Le diverse et artificiose machine* (1588); d'Embser, *Libro de'Disegni* (1732).

Dalle figure più o meno comprensibili, attraverso le illustrazioni talora piacevoli ma anche poco funzionali, alle successive codificazioni sempre più aderenti alle necessità di una rapida e precisa comunicazione finalizzata all'elaborazione dei prodotti industriali, si percorre un cammino logico.⁴ E' possibile individuare alcuni elementi generali che caratterizzano il significato del disegno tecnico e la sua evoluzione, sostanzialmente riconducibili a quattro:

- capacità del disegno di supportare la divisione delle competenze e di conservare nel tempo informazioni su forme, relazioni ed utilizzo di elementi costruttivi;
- superamento dei confini della bottega artigiana e dell'apprendistato locale, con disegni miranti ad illustrare nuove tecnologie od invenzioni per le quali non era possibile basarsi solo sull'esperienza;
- documentazione idonea a sviluppare interessi più vasti possibile sulle possibilità di realizzare innovazioni utili per la società mediante macchine e meccanismi;
- supporto della modellizzazione matematico-geometrica per lo studio ed lo sviluppo delle conoscenze scientifiche

³ Oggi gli strumenti di rappresentazione su base digitale sempre più sviluppati cambiano però radicalmente questa scelta, obbligata in passato da esigenze di semplificazione e rapidità del disegno

⁴ A ben vedere si può ritenere che un simile cammino presumibilmente vada ancora oggi ripercorso per un utilizzo razionale dei nuovi e rivoluzionari metodi di comunicazione figurativa.

Anche le crescenti esigenze di documentazione per invenzioni e miglioramenti costruttivi derivanti dallo sviluppo industriale danno importanza a disegni eseguiti correttamente, in grado di fornire informazioni precise, in particolare per evidenziare la novità proposta e tutelare i diritti di sfruttamento. I disegni per i brevetti costituiscono così un interessante documento sull'evoluzione dell'espressione grafica.

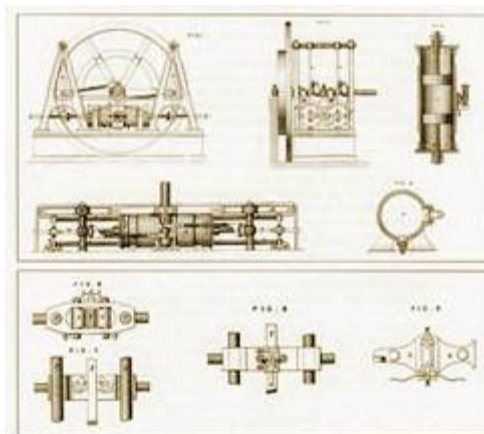
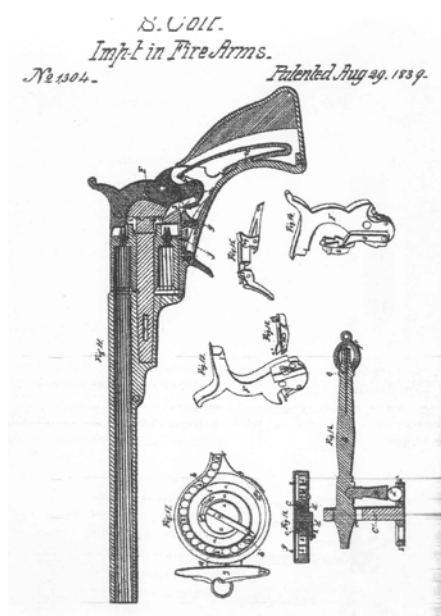


Fig. 2- A sin. il disegno per il brevetto Colt del 1839; sopra per il brevetto in Inghilterra nel 1861 del motore di Barsanti e Matteucci

L'insegnamento del disegno

I primi decenni del XIX secolo vedono contemporaneamente allo sviluppo dell'industria quello, ad essa correlato, dell'istruzione professionale.

Pilastri di questa istruzione sono la matematica ed il disegno.

Alla fine del secolo precedente Monge aveva formalizzato la Geometria descrittiva e la teoria delle proiezioni, che rendono possibile un insegnamento del disegno in base a regole precise che lo pongono alla portata di tutti gli interessati.

Lo studio della prospettiva, più legato alle esigenze del disegno architettonico e studiato fin dal Rinascimento, per il disegno tecnico lascia il posto alla prospettiva parallela (assonometria) cui sono legati i nomi di Farish in Inghilterra (1820) e di Pohlke in Germania (1860)

In Italia Quintino Sella introduce nell'insegnamento i principi teorici delle proiezioni assonometriche⁵

Le istituzioni scolastiche in cui il disegno viene formalizzato come base per la formazione professionale compaiono in anni diversi nei vari paesi europei: prima la Francia, cui fanno seguito Inghilterra e Germania. Anche in Italia sorgono, a partire dal terzo decennio del XIX secolo, scuole professionali per l'istruzione degli operai, a Napoli, a Milano, a Torino ed in altre città.

L'insegnamento del disegno è reso obbligatorio in Francia nel 1833, in Inghilterra nel 1851, in Italia a partire dai primi anni del Regno

La legge Casati, del 1859, prevede l'istituzione di scuole tecniche in cui si insegnino letteratura, storia, matematica, scienze naturali, **disegno**.

A conferma della risposta ad una esigenza reale, il successo delle scuole tecniche e professionali è grandissimo: nei primi cinquant'anni del Regno d'Italia, fra il 1862 ed il 1911, a fronte di un

⁵ Q.Sella "Sui principi del disegno e specialmente del disegno axonometrico", Milano, 1861

aumento del tasso generale di scolarizzazione di circa quattro volte, gli iscritti a scuole ed istituti tecnici aumentano di quasi sette volte mentre i ginnasi raddoppiano gli allievi (che sono comunque il 20% del totale); le scuole di arti e mestieri di nuova istituzione raggiungono a loro volta circa 60.000 allievi su un totale di 230.000

Contemporanea all'unificazione italiana è anche la nascita delle grandi scuole di Ingegneria, i futuri Politecnici (1859, Torino, Regia Scuola di Applicazione per Ingegneri; 1862, Milano, Regio Istituto Tecnico Superiore)

Il Disegno per gli Ingegneri, come nelle scuole tecniche di livello inferiore era comprensivo di tematiche diverse:

- un disegno basato sulla geometria descrittiva, spesso definito “disegno lineare”
- un disegno essenzialmente figurativo ed illustrativo, “disegno d’ornato”, che nelle finalità e nelle applicazioni può corrispondere a molti aspetti dell’attuale “industrial design”
- il disegno più direttamente collegato ai corsi di costruzioni (di macchine o di edifici, a seconda degli indirizzi di studio) e di supporto a questi.

Anche nelle scuole professionali l’insegnamento si sviluppa con rigore scientifico attento alle formulazioni geometriche, ma con attenzione anche alla resa figurativa.

Ad esempio nelle Scuole Tecniche Operaie San Carlo di Torino troviamo tre corsi (triennali):

- Disegno d’Ornato
- Disegno Meccanico
- Disegno Architettonico

Ed è interessante osservare che per i due ultimi corsi il primo anno è comune, con insegnamento del disegno geometrico e delle proiezioni, mentre la prospettiva viene insegnata all’ultimo anno della sezione architettonica, dove per la meccanica sono previsti disegni di macchine dal vero.

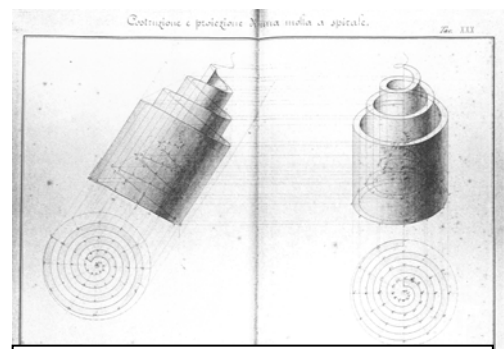


Fig.3- Dalla Scuola S. Carlo di Torino, 1880

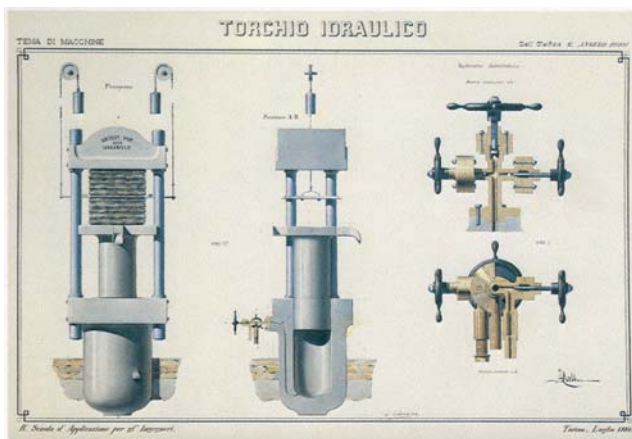


Fig. 4 - Un elaborato di uno studente del Politecnico di Torino nel 1880 : si nota la cura per la resa grafica dell'immagine

motivata dai testi di riferimento in cui a trattazioni spesso molto approfondite di geometria descrittiva, facevano seguito applicazioni agli organi di macchine per lo più ancora limitate.

Alla fine del XIX secolo il disegno nelle scuole di ingegneria dà ancora molta importanza agli aspetti estetici (ombre, colori) ed i disegni sono eseguiti in esemplare unico, a china ed acquerello.

⁶ L'esigenza di disporre di modelli ed il disegno dal vero di macchine e componenti, necessaria per una conoscenza diretta ed un'acquisizione concreta della realtà fisica è stata progressivamente dimenticata.

Anche i disegni dell'industria, in tutto il mondo tecnologico, mantengono aspetti "pittorici, come testimoniano due esempi (del 1883, a sinistra, e del 1899, a destra)

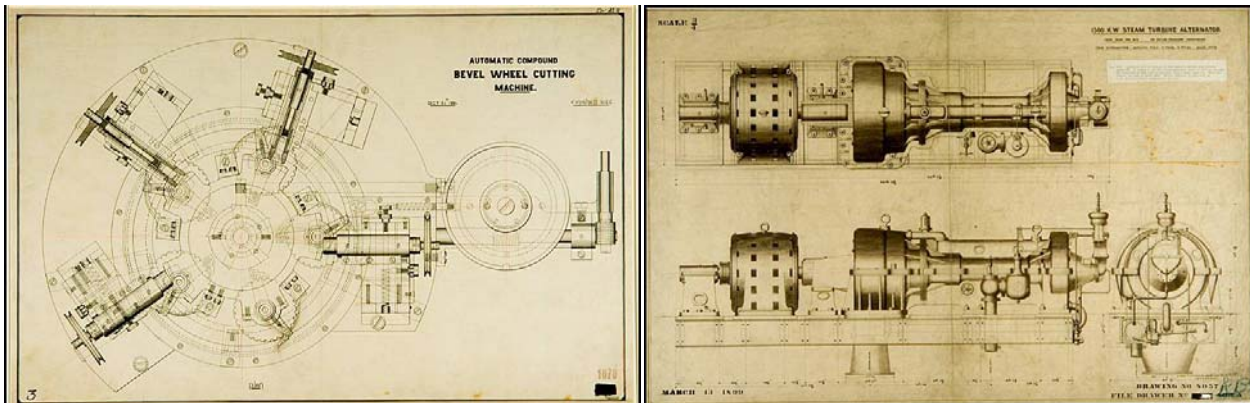


Fig. 5 - Due disegni dagli archivi della *Smithsonian Institution* di Washington

Strumenti e tecniche

E' evidente che si evolvono contemporaneamente gli strumenti per eseguire i disegni e le modalità di esecuzione.

L'esigenza di produrre più rapidamente disegni e di riprodurli in diverse copie porta alla creazione di nuovi strumenti che si affiancano a quelli tradizionali (matite, squadre, compassi).

IL TIRALINEE STILOGRAFICO
"TIME IS MONEY,"
 Che costa Lire 25

Abolisce le interruzioni per rifornire di inchiostro le punte. Risparmia un'ora su ogni giornata di lavoro ed il risparmio paga così il tiralinee nel primo mese di uso. — Il prezzo d'acquisto è quindi impiegato all'interesse del 100% al mese. — Disegna più nitido, più agevole, più preciso e si usa con inchiostro di china.

Chiederlo alla
SOCIETA ANONIMA ITALIANA
TIRALINEE STILOGRAFICO
 Via Manzoni, 3 - MILANO

unica proprietaria per tutto il mondo dei brevetti
 TIRALINEE "TIME IS MONEY."

Che cosa è?.....; A che cosa serve?.....

È il "TECNIGRAFO", un apparecchio che racchiude in sé tutti gli antichi strumenti da disegno, come: squadre, righe, goniometro, doppio decimetro, righe a T, scale, ecc. È di facile uso, non richiede manutenzione, non si guasta, non importa che un'unica spesa, mentre dà costantemente ed illimitatamente gran rendimento.

Serve a tutti i generi di disegni, che con esso possono venire eseguiti con immensa rapidità e precisione. Il "Tecnigrafo", elimina tutti gli antichi strumenti che oggi non rispondono più alle esigenze della tecnica; che sono incomodi, facilmente deteriorabili, e per nulla sicuri. Rende il disegnare piacevole, senza stancare chi lo adopera; risparmia tempo e danaro ed è tanto pratico e sicuro che in poco tempo è diventato di uso in Italia.

GRATIS CATALOGO E SCHIARIMENTI

GIOVANNI FERRARIS - TORINO
 Telefono 949 Piazza Solferino, 8

Nella libreria citare questo periodico

Fig. 6 - Strumenti innovativi per il disegno tecnico ad inizio '900: a sin. un precursore nel 1911 delle penne a china tipo Rapidograph; a destra la pubblicità del 1913 per il "tecnigrafo" (che la prestigiosa *Encyclopaedia Britannica* data al 1930 !)

I processi di copiatura per contatto, basati su processi fotochimici legati alla sensibilità alla luce di composti ferrocianici, per cui in corrispondenza delle linee tracciate in originale su fogli traslucidi, restavano sulla copia sviluppata delle linee bianche su un fondo uniformemente blu di Prussia, sono

comparsi intorno al 1840 e per decenni hanno caratterizzato i disegni d'officina, di cui il termine *blueprint* è divenuto in inglese sinonimo, mentre in Italia si usa il più scientifico *cianografia*.

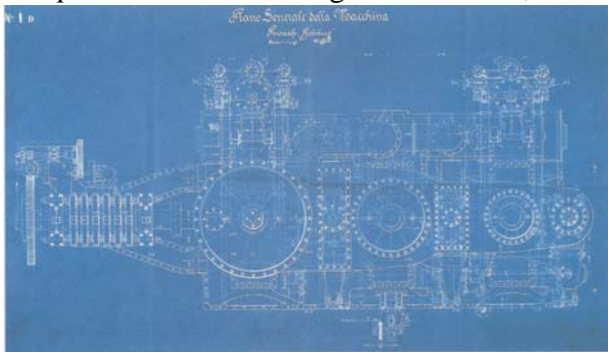
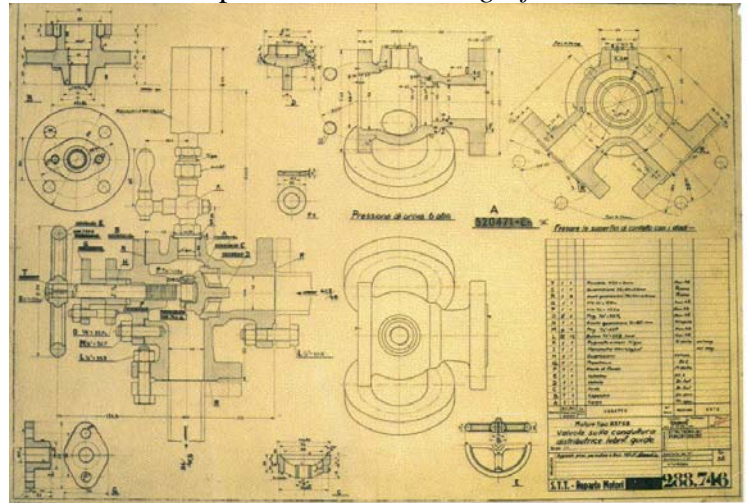


Fig. 7 - Una riproduzione cianografica di inizio '900 (sopra) ed un disegno a china, del 1929, su carta semitrasparente che può essere riprodotto per contatto (a dx.)



Il disegno tecnico per fornire con esattezza e rapidità informazioni essenziali per la costruzione degli oggetti ricorre a rappresentazioni sempre più semplificate e schematiche e ad indicazioni simboliche.

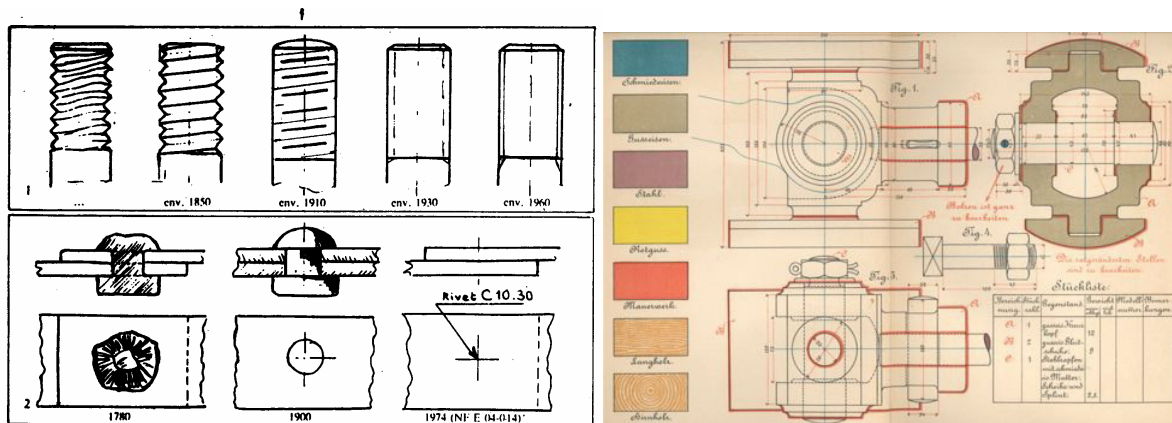


Fig. 8 - A sin., l'evoluzione del disegno di elementi filettati, a dx. l'indicazione dei materiali mediante un codice colore

All'inizio del XX secolo nascono gli enti normatori nei diversi paesi europei, legati alle esigenze di scambio di informazioni precise e senza possibili equivoci interpretativi.

In Italia, l'UNI nasce nel 1921 (fra gli ultimi) e fra le prime norme emesse, ci sono quelle sui disegni tecnici.

Di conseguenza i disegni diventano meno apprezzabili esteticamente e più uniformi: le norme riducono gli stili ed i modi di disegnare

Anche l'insegnamento del disegno diviene soprattutto insegnamento delle norme⁷.

⁷ Ai molti e noti aspetti positivi derivanti da una normativa rigorosa ed uniforme si affiancano anche elementi negativi, legati in parte ai tempi di elaborazione delle norme (che ostacolano l'innovazione) ed in parte alla non sempre adeguata competenza di chi le norme elabora, talora portatore di interessi particolari.

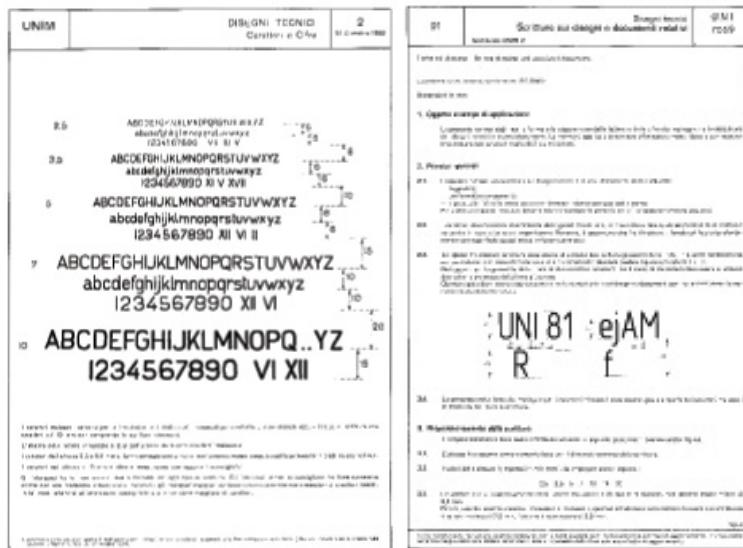


Fig. 9 - Dal 1922 le norme emanate dall'ente nazionale di unificazione UNI accompagnano l'esecuzione dei disegni tecnici (non senza resistenze e polemiche).

A sin. la prima norma sui caratteri da usare per le scritte nei disegni; a destra la rielaborazione della stessa norma nel 1989 (sostituita nel 2005 da una nuova norma)

Disegno, progettazione e industria

Negli ultimi due secoli nell'industria cresce costantemente il numero dei tecnici a tutti i livelli, con competenze sempre più ampie ed approfondite, in grado di:

- esprimere principi e soluzioni costruttive che svolgano una data funzione
- formalizzare una situazione fisica con un modello matematico
- eseguire calcoli
- **esprimere i risultati di un progetto con un disegno**
- **leggere in modo corretto e completo disegni eseguiti da colleghi**

“Ma il disegno non è solo estremamente importante per il progetto, bensì anche per la costruzione vera e propria, in quanto con questo metodo le dimensioni e la forma di tutte le parti sono fissate in modo esatto e sicuro fin dal principio, di modo che la costruzione consiste nel riprodurre con il materiale di costruzione esattamente tutto quanto il disegno rappresenta.

Ciascuna parte costituente la macchina può in generale venire costruita indipendentemente dalle altre: in tal modo è possibile suddividere il complesso del lavoro fra un gran numero di operai ed organizzare l'intera costruzione in modo che tutti i lavori possano venire eseguiti a tempo debito, nel luogo più appropriato con il minimo impiego di tempo e materiale, con esattezza e sicurezza. Con simile procedura non è possibile che si compiano errori molto gravi e qualora capitasse di trovare un errore si può subito individuare a chi è dovuto.”

Ben poco vi è da aggiungere a questa lunga citazione, sempre del Redtenbacher⁸, che sintetizza la collocazione del disegno nel processo industriale.

Grazie a simboli e codici alfanumerici aumentano le informazioni trasmesse (materiali, tolleranze, finiture, particolari semplificati).

L'evoluzione avviene gradualmente ed i cambiamenti si inseriscono su un aspetto grafico sostanzialmente immutato nelle sue regole fondamentali.

Gli esempi di seguito riportati documentano rapidamente questa situazione, che corrisponde al XX secolo.

⁸ ved. nota 2

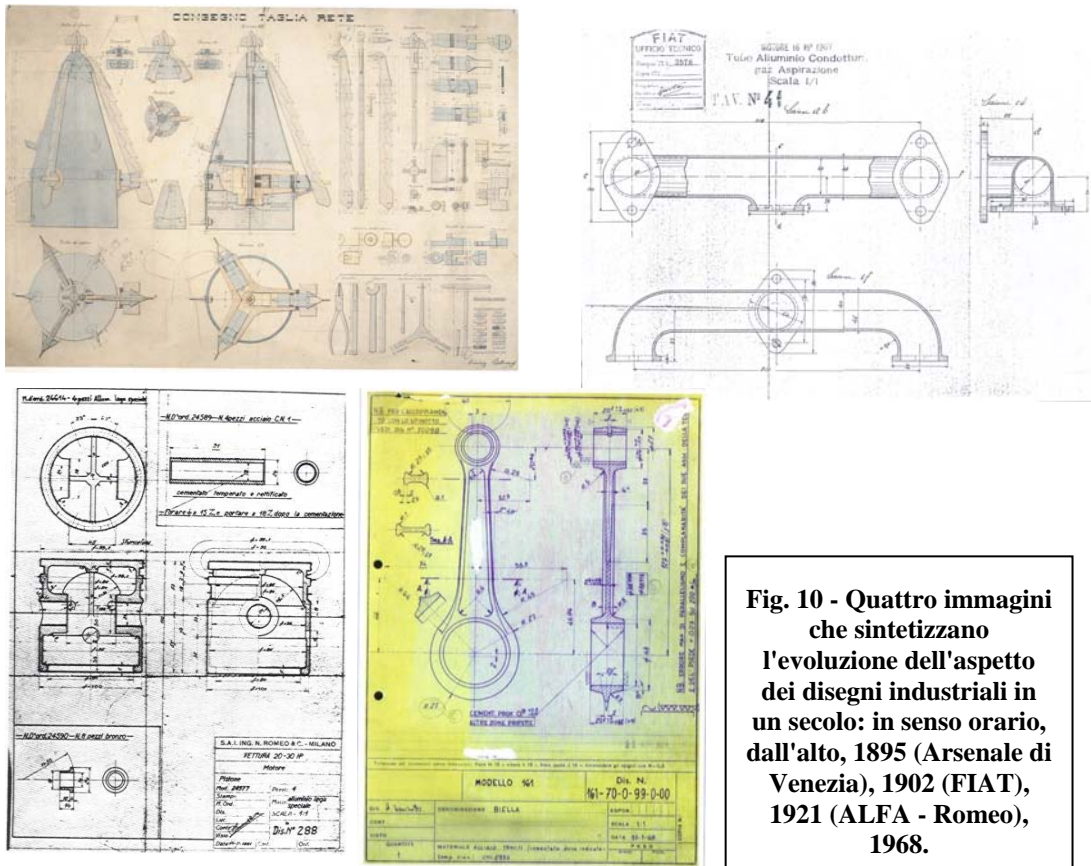


Fig. 10 - Quattro immagini che sintetizzano l'evoluzione dell'aspetto dei disegni industriali in un secolo: in senso orario, dall'alto, 1895 (Arsenale di Venezia), 1902 (FIAT), 1921 (ALFA - Romeo), 1968.

E, a conclusione, una scheda riassuntiva sugli elementi fondamentali di cambiamento nel disegno tecnico industriale

PERIODO	TIPOLOGIA	STRUMENTI	TECNICHE DI RIPRODUZIONE
seconda metà del XVIII sec.	disegno manuale	Tradizionali (righe, squadre, compassi)	Copie manuali
fine del XIX sec	Disegno manuale	Strumenti ausiliari (tecnigrafi)	Copie per trasparenza, microfilmatura
seconda metà del XX sec.	Disegno automatizzato 2D	Elaboratori elettronici	File su memorie esterne (nastri, dischetti)
fine XX sec	Modellazione 3D	Personal computer	File su dischetti, CD e DVD, collegamenti Web
inizio XXI sec	Realtà virtuale	Stazioni di lavoro, strumenti di immersione operativa	c.s.

Emilio Chirone, *Università degli Studi di Brescia*
 Edoardo Rovida, *Politecnico di Milano*