

Università degli Studi di Trento - Facoltà di Ingegneria
Il Disegno Tecnico oggi
Giornata di studio in onore di Giorgio Wolf - 20 febbraio 2004

**L'evoluzione del Disegno Tecnico,
dal *blueprint* alla realtà virtuale**

Prof. Ing. Emilio Chirone ,

Università di Brescia

Presidente dell'Associazione nazionale Disegno di Macchine (ADM)

Premessa

Che cosa hanno in comune il carro graffito sulle rupi della Val Camonica e la navetta spaziale di figura 1, attraverso i 2500 anni che li separano?

Rappresentazioni grafiche entrambe, hanno come obiettivo la trasmissione di un'informazione, sfruttando la capacità di percezione visiva dell'uomo.

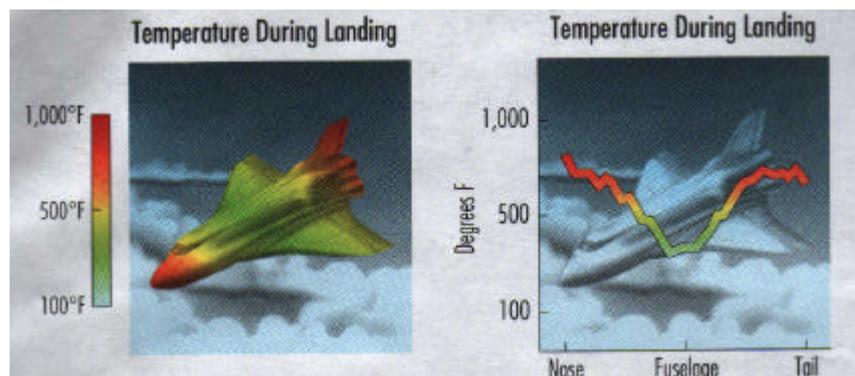


Fig.1 – Rappresentazioni grafiche

L'immagine è infatti un metodo immediato di comunicazione, sia essa la striscia colorata che nella figura rappresenta la variazione di temperatura, sia la testa bovina che attraverso tante rielaborazioni non riconosciamo più nella lettera A, ma che ci ricorda come anche la scrittura sia una forma di disegno.

La rappresentazione grafica procede in realtà lungo due strade parallele, una che si basa su immagini realistiche o tendenti a rappresentare la realtà come appare ai

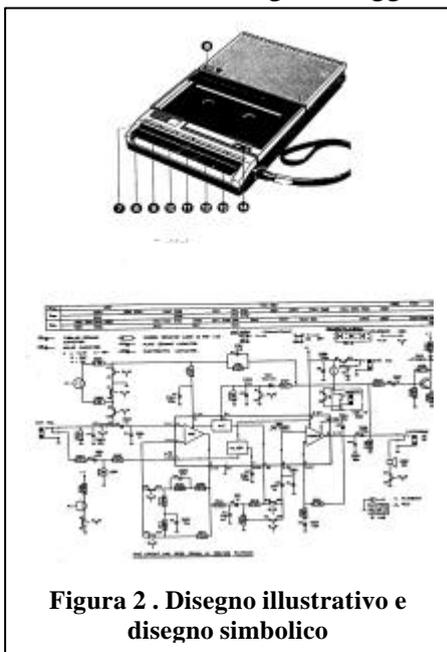
nostri occhi , l'altra che operando attraverso convenzioni e simboli vuole trasmettere indicazioni, finalizzate a diversi scopi.

Il disegno tecnico si pone su questo binario.

Come la scrittura a livello più generale, nel settore della tecnica il disegno tecnico ha rappresentato la più potente estensione del cervello umano ed il mezzo che ha consentito la trasmissione e la conservazione del sapere nei suoi aspetti costruttivi. Per ottenere questo risultato sono state elaborate nei secoli tecniche e regole, collegate allo sviluppo delle esigenze progettuali alle quali il disegno fa fronte.

Tali regole in realtà hanno reso il disegno tecnico ben lontano dall'essere, come spesso si dice, un «linguaggio universale», definizione che si può applicare a ragione al disegno figurativo (a parte le varianti «dialettali» derivanti da variabili geografiche e cronologiche). L'area di comprensione del disegno tecnico si commisura in pratica con coloro che utilizzano il disegno, come trascrizione di un progetto e di istruzioni per realizzarlo.

Che il disegno tecnico così inteso abbia scarsa efficacia nella trasmissione di dati ai non esperti lo si vede consultando una qualsiasi opera di divulgazione: nella maggior parte dei casi l'esemplificazione e la descrizione di apparecchi e meccanismi non compaiono secondo le norme tipiche del disegno meccanico ma sono affidate a disegni prospettici, ad assonometrie, generalmente con uso del colore. In tali casi il disegno è "tecnico" in quanto riguarda oggetti tecnici, ma concettualmente non si diversifica dal disegno con l'indicazione del metodo di potatura di un cespuglio di rose in un trattato di giardinaggio



Disegno tecnico è invece sicuramente quello di uno schema elettrico, anche se totalmente incomprensibile a chi non possieda il codice di traduzione. Perciò la raffigurazione del registratore a cassette ed il suo schema (fig.2) rappresentano la stessa realtà, ma con metodi e destinazioni diverse, e definiscono in pratica le due opposte zone terminali dell'area del disegno tecnico. In sintesi, il disegno tecnico intende rappresentare la realtà, presente, passata o futura (allo stadio di progetto), allo scopo di studiarla, di conoscerne il funzionamento ma anche di eventualmente ricostruirla.

«Il disegno costituisce per il meccanico un mezzo mediante il quale egli 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.

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».

Così il Redtenbacher, verso la metà del XIX secolo,¹ inquadrava significato ed importanza del disegno nella progettazione e fabbricazione di macchine, e questo significato e questa importanza non sono certo diminuiti con il passare degli anni.

Quel che si può però notare è che, come spesso accade, anche per periodi precedenti, in questo testo ottocentesco sono già contenuti gli sviluppi attuali, dovuti a strumenti e tecnologie allora impensabili, anche se per anni la definizione fondamentale poteva essere così espressa:

*«Disegno meccanico = rappresentazione grafica, generalmente su carta, di organi meccanici isolati o di intere macchine, accompagnata da tutti i dati necessari per la costruzione dei singoli organi e del loro corretto montaggio. Il disegno meccanico, soggetto a precise norme di unificazione di carattere generale, viene eseguito in genere tracciando i contorni delle superfici esterne e interne dell'organo, ricorrendo alla proiezione ortogonale o assonometrica e alla sezione ideale con piani ortogonali o inclinati. I dati più importanti che devono figurare sul disegno sono quelli riguardanti la forma e le dimensioni dell'oggetto, i materiali da impiegare, il grado di finitura delle superfici e le tolleranze».*²

Per secoli il disegno degli oggetti tecnici, costruzioni, macchine, attrezzi, non si è allontanato dalla rappresentazione figurativa, in genere idonea a comunicare un'idea generale dell'oggetto, ma priva dell'esattezza necessaria per fornire indicazioni costruttive.(fig.3) Le tavole dei trattatisti del '5-600, sono piacevoli illustrazioni (fig.4), che richiedono uno studio interpretativo per portare ad una concreta realizzazione degli oggetti rappresentati.

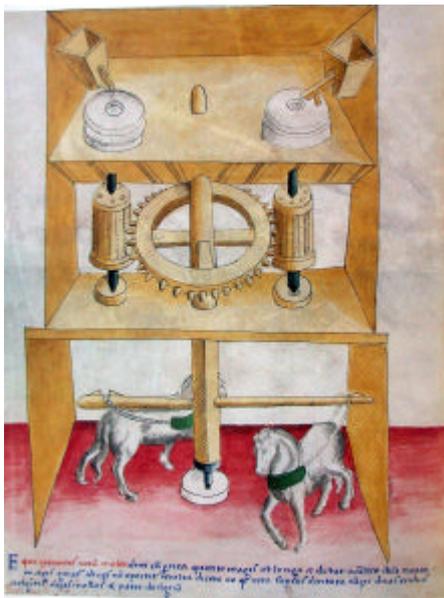


Figura 3. da Mariano di Jacopo, detto il Taccola, sec. XV



Figura 4, da J.Besson "Theatrum instrumentorum et machinarum", Lione. 1569

¹ F.Redtenbacher, *Prinzipien der Mechanik und des Maschinenbaum*, Mannheim, 1852

² *Dizionario Italiano*

D'altra parte la necessità della trasmissione di informazioni precise non appariva necessaria in un mondo in cui la produzione, di tipo artigianale (anche se talora interessava grandi lotti) era realizzata in ambiti locali.

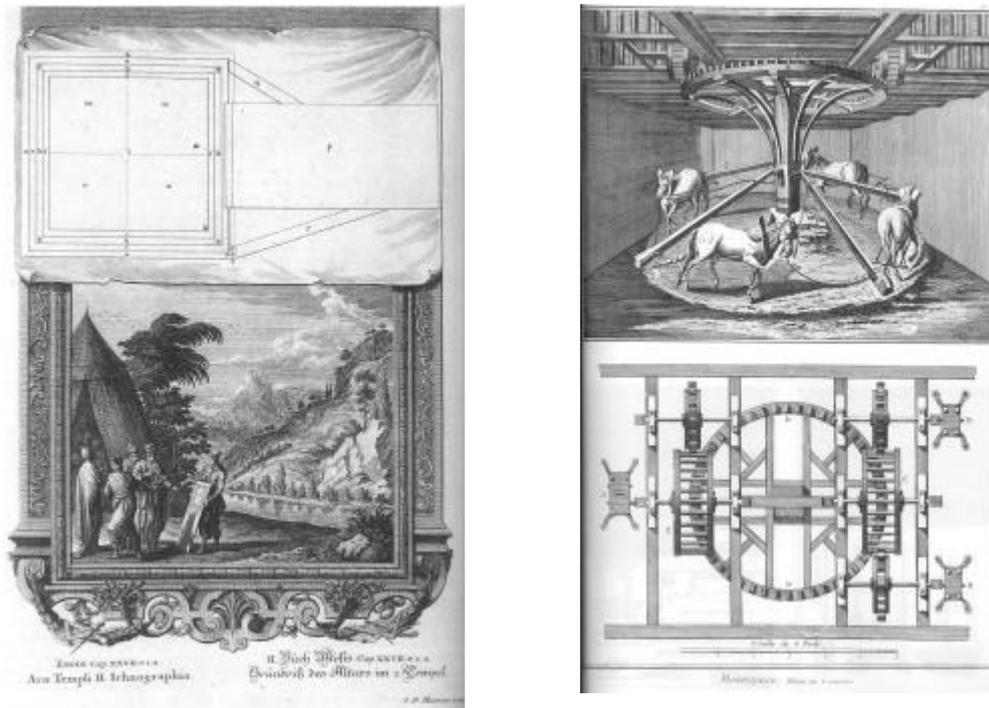


Fig. 5. Il disegno figurativo per poter fornire informazioni precise si accompagna ad illustrazioni geometriche o convenzionali (a sin. da *Physique Sacrée*, di J.Scheuchzer, Amsterdam, 1732, a destra dall'*Encyclopedie, Recueil de planches*, Parigi, 1762)

Nel '700 qualcosa cambia e nei disegni accanto alle illustrazioni compaiono raffigurazioni idonee ad fornire più precise informazioni correlate alla costruzione (fig.5 e 6)

La storia delle tecniche presenta spesso ciò che, se da un lato si può definire coincidenza, dall'altro appare il frutto, giunto a maturazione, di un'evoluzione socio-economica e tecnologica generalizzata su aree sufficientemente vaste.

Nel nostro caso vediamo presentarsi quasi contemporaneamente la rivoluzione industriale, con il suo corredo di macchine da costruire in quantità, ed in località diverse, e il metodo di rappresentazione con proiezioni ortogonali su piani concorrenti, che permette di realizzare, senza particolari difficoltà, immagini precise in grado di supportare adeguatamente le informazioni dimensionali ed accessorie che permettono la costruzione degli oggetti, come appare dallo scritto del Redtenbacher sopra richiamato.

Il sistema legato al nome di Monge e sviluppato dagli studiosi della Geometria descrittiva, come è noto, venne subito riconosciuto come uno strumento di

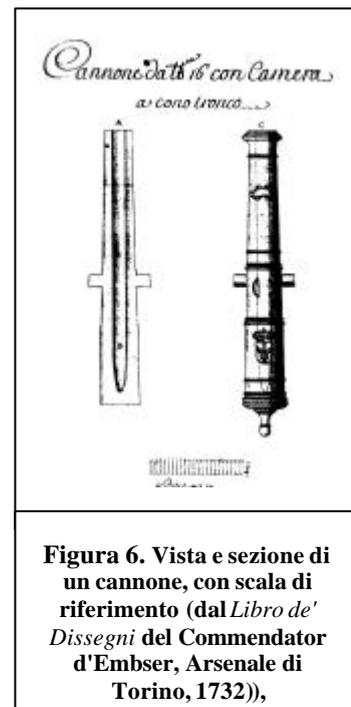
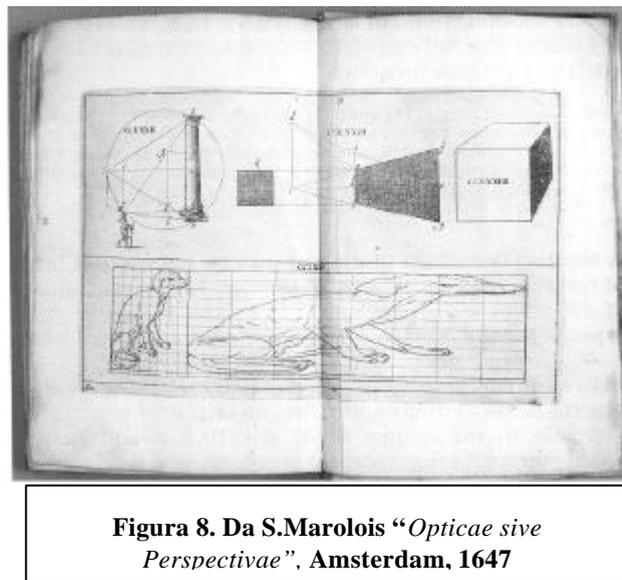
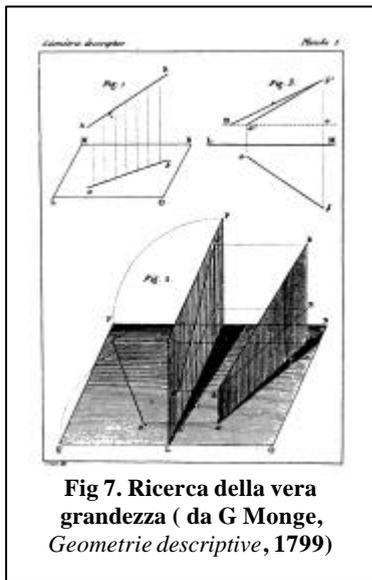


Figura 6. Vista e sezione di un cannone, con scala di riferimento (dal *Libro de' Disegni del Commendator d'Embser, Arsenale di Torino, 1732*),



importanza, tanto da essere agli inizi coperto da segreto militare. (fig.7) Non che non fosse nota anche in precedenza la tecnica di raffigurare un oggetto tramite immagini da diversi punti di vista, ma mancava una precisa codificazione che mettesse in relazione precisa e univoca la posizione degli elementi nelle diverse viste.

Per un lungo periodo le relazioni fra oggetto reale e rappresentazione trovarono nella prospettiva, studiata dall'inizio del Rinascimento, il campo di indagine per le elaborazioni teoriche e le applicazioni pratiche.(fig.8). Le difficoltà di ancorare la rappresentazione prospettica agli esatti rapporti dimensionali degli oggetti, non disgiunta dall'obiettiva necessità di possedere buone capacità di illustratore, ne limitarono comunque la diffusione al campo della raffigurazione e non a quello delle prescrizioni costruttive.



Figura 9. Modello del Duomo di Bressanone, (S. Föger, 1746)

Per le necessità pratiche, di visualizzazione di dimensioni e di rapporti, la soluzione più efficace rimaneva quella dell'uso di modelli, in scala, realizzati spesso con particolare cura nei dettagli e non limitati al campo architettonico, dove ebbero maggiore sviluppo e significato (fig.9), ma utilizzati anche per la rappresentazione di macchine ed oggetti, talora costruibili in officina. (fig. 10).



Figura 10. Modello del mulino di Edam (sec.XVII)

In realtà, come affermato da molti autori, anche il disegno può essere considerato un modello, sia pure bidimensionale, e di conseguenza meno efficace del modello fisico nel rendere una realtà spaziale.

Sarebbe quindi perciò possibile definire il disegno come un modello virtuale, e viceversa sarebbe possibile definire l'uso del modello per ricavare istruzioni costruttive come una procedura di Reverse Engineering.

Il disegno dal XVIII al XX secolo

Evitando in questa sede di allontanarsi troppo dalle considerazioni limitate al disegno tecnico "industriale", operante cioè nel settore della produzione di manufatti più o meno complessi, si potrebbero definire cinque periodi, su oltre due secoli, da Monge in poi, caratterizzati da metodi e strumenti diversi, ma sempre finalizzati a fornire le indicazioni più efficaci per la fabbricazione di oggetti, a costante conferma del significato del disegno come ponte fra la progettazione concettuale e la concreta realizzazione.

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

Tab. I . Il cambiamento nel tempo dei tipi di rappresentazione è collegato all'evoluzione degli strumenti per la rappresentazione e la sua riproduzione

Come tutti gli schemi, quello proposto rappresenta una semplificazione di una realtà complessa, in cui l'interazione fra metodi e strumenti si presenta variabile nei tempi e nei luoghi e nella quale l'accelerazione dei fenomeni evolutivi delle tecnologie, caratteristica del nostro tempo, è particolarmente avvertita.

Nel periodo iniziale il disegno tecnico ha visto quindi il progressivo affermarsi delle proiezioni ortogonali, con gli sviluppi delle basi geometriche della rappresentazione, tuttora valide (e necessarie!). L'esecuzione degli elaborati grafici su queste basi continuava a richiedere un addestramento che solo lentamente nell'Europa continentale si è esteso a livello delle scuole di livello secondario, ovviamente in questo caso con particolare attenzione agli aspetti pratici ed applicativi.

Verso la prima metà dell'800 il disegno tecnico si presentava già come uno dei pilastri della formazione del tecnico, ai diversi livelli, dall'operaio specializzato (aritmetica e disegno), ai tecnici superiori (matematica e disegno di macchine), giungendo al riconoscimento già ricordato in precedenza.

Il disegno restava tuttavia un documento tracciato in unico esemplare: le necessità di disporre di più copie erano soddisfatte da esecutori di repliche, e si sviluppa di qui la gerarchia delle diverse figure professionali legate al disegno, dal disegnatore progettista, che conosce caratteristiche e funzioni degli elementi da assemblare in una macchina complessa, al particolarista, che di tali elementi conosce quanto basta per disegnare degli esecutivi mirati alle esigenze d'officina, al "lucidatore", cui spetta il compito di ricopiare il disegno.

In questa fase, per rendere più efficace la trasmissione delle informazioni, si utilizza anche il colore, che viene codificato opportunamente per indicare caratteristiche particolari, ad esempio i materiali. Ovviamente si procede colorando manualmente le singole copie, e non mancano nei testi le indicazioni per ottenere i colori prescritti, con opportune dosature di colori base.

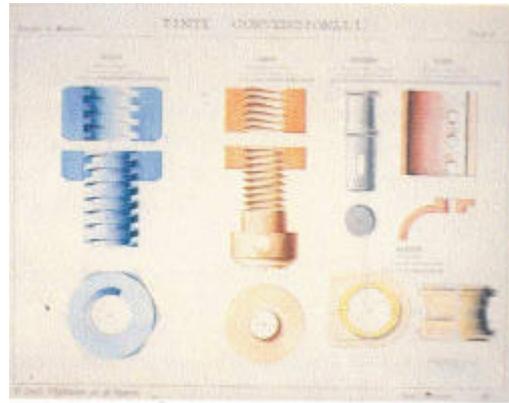


Figura 11. Colori convenzionali per indicare i materiali (1881)

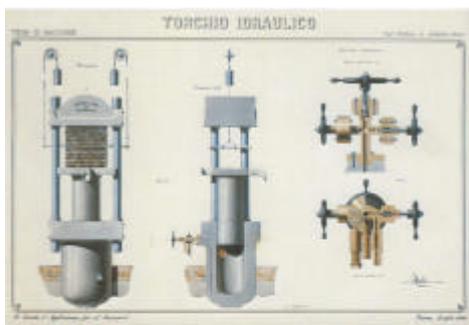


Figura 12. Tavole di allievi (Scuola d'Applicazione per Ingegneri, Torino, 1880 ca.)

La riproduzione basata sul contrasto (eliografica o cianografica) partendo da trasparenti, toglie ogni significato all'uso di diversi colori, che possono essere presenti solo negli originali. Con tecniche mutuata dalla tipografia e dall'araldica, il colore è allora sostituito dal tratteggio per le campiture e dallo spessore e continuità per le linee.

In una fase di transizione, fino agli anni 30, permangono tuttavia possibilità di diversi colori nel tracciamento degli originali a china. Nei testi si trovano prescritti in alternativa colori (limitati a tre) o tratti: linea blu continua o nera a tratto e punto per tracciare gli assi, linee a punti rossi o neri per spigoli non in vista, rosse o nere fini continue le linee di quota. Dovrebbe già essere in vigore la norma UNIM sull'esecuzione delle linee (datata 1924), ma la tradizione resiste: nello stesso periodo i disegni delle scuole serali per disegnatori meccanici mantengono

assi e linee di quota in rosso, ma anche un tratto nero più spesso per i contorni "in ombra" rispetto alla sorgente di luce posta in alto a sinistra del foglio!

E' stato fatto cenno alle norme, infatti con l'inizio del XX secolo lo sviluppo industriale si estende ad un buon numero di paesi, non esclusa l'Italia, e porta con sé la necessità di documentazione progettuale da inserire nei cicli produttivi senza ambiguità o difficoltà interpretative, anche nello scambio di informazioni fra paesi diversi. La standardizzazione delle informazioni si accompagna alla standardizzazione dei prodotti, nascono le organizzazioni nazionali ed internazionali che operano in questo campo. In Italia l'UNI nasce nel 1921. ed è significativo che i primi documenti normativi riguardino il disegno tecnico.

Da tale anno ogni discorso sul disegno non può prescindere dalla normativa, che diventa l'asse portante dell'insegnamento a tutti i livelli, talvolta con scontri con una realtà spesso restia, soprattutto nelle più piccole strutture aziendali, ad adeguarsi alle prescrizioni UNI.

E' una situazione che si ritrova anche oggi, in un momento in cui la normativa deve far fronte sia alle esigenze di rinnovamento connesse alle nuove realtà politiche, sia all'evoluzione rapida dei mezzi di elaborazione delle informazioni.

Già si è fatto qualche cenno all'influenza degli strumenti per l'esecuzione e la riproduzione dei disegni sulle modalità di rappresentazione.

E' chiaro che se per la prima tracciatura manuale dei disegni gli strumenti essenziali, riga, squadre, compassi, non cambiano essenzialmente nei secoli (fig. 13), anche se strumenti di più comodo uso si affiancano ad essi negli studi ed uffici tecnici, culminando con i tecnigrafi, sempre più perfezionati. Anche le matite sempre più affidabili nella loro anima di grafite lasciano il posto ai portamine a scatto ed alle mine calibrate, mentre l'uso dell'inchiostro di china passa dal tiralinee alle penne a serbatoio e poi a cartuccia.



Figura 13. Attrezzi per disegno dell'arch. J.Burchart, 1686
(Kassel, Staatliche Museum für Technikgeschichte)

I processi di copiatura per contatto, basati su processi fotochimica 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*.

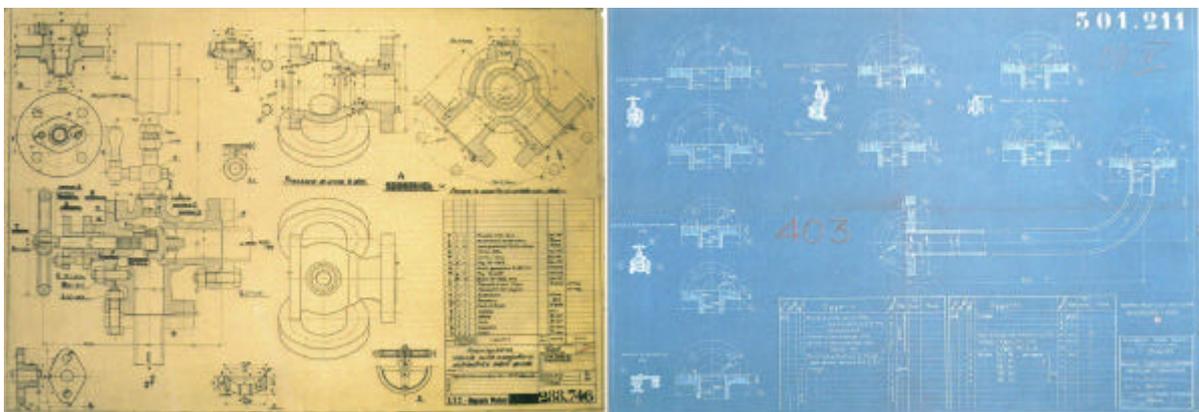


Fig. 14 . A destra un disegno a china su carta semitrasparente che può essere riprodotto come a sinistra, riproduzione cianografica (*blueprint*)

Negli anni '40 dello scorso secolo le esigenze di maggior efficienza qualitativa, di riduzione degli spazi di archiviazione e di riduzioni di costo (ovviamente sempre presenti nel mondo della produzione, ma esaltate dal periodo bellico) portarono ad uno sviluppo di tecniche di riproduzione ancora in uso, anche se in rapido abbandono di fronte alle tecniche informatiche.

I processi diazotipici, nati negli anni '20, lasciano permanere sui fogli di materiale da riproduzione la traccia scura di quanto su lucido è disegnato o scritto, schiarendo tutto il rimanente, (*whiteprint*), consentendo la riproduzione di dettagli anche minimi e dagli anni '50 hanno sostituito i processi precedenti. La possibilità di copiatura di fogli di grandi dimensioni rendono questi processi riproduttivi ancora di largo impiego, specialmente nel campo del disegno civile, e spiegano la più lenta introduzione di mezzi informatizzati in tale settore.

Nella seconda parte del secolo scorso il massimo successo nella riduzione degli ingombri è stato però rappresentato dalla microfilmatura (in realtà nata nell'800), grazie alla sensibilità del materiale fotografico ed all'uso di validi apparecchi ingranditori, la lettura (ed anche la riproduzione in formati standard) di immagini raccolte in pellicole da 35 od anche 16 mm. Anche in questo caso il mezzo ha influito sul codice: sono ben note le norme relative allo spessore delle linee da impiegare nella microfilmatura, che a loro volta hanno portato alla costruzione dei corrispondenti tracciatori a china calibrati.

Le figure da 15 a 18 rappresentano una rapida sintesi dei due secoli.

La prima, illustrazione di un rapporto "tecnico"³, settecentesco, mostra un'attenzione ai particolari costruttivi non sostenuta da tecniche di rappresentazione adeguate alla trasmissione di esatte informazioni.

La seconda⁴, ottocentesca, raffigura gli oggetti (particolari di una macchina a vapore), secondo codifiche ed indicazioni parzialmente ancora valide

La terza⁵, datata 1931, ma che potrebbe anche essere di oggi in molte officine, è una copia da lucido a china, di un particolare completo di indicazioni costruttive e tolleranze.

Infine un disegno d'impianti, anch'esso della metà degli anni '30,⁶ accanto all'abilità esecutiva, accompagnata dall'uso dei diversi colori in funzione di codice interpretativo, dimostra quale livello di complessità possa essere raggiunto da un disegno tecnico e come questa complessità potrà trovare nelle nuove tecniche uno strumento di semplificazione esecutiva.

³ *Raccolta di tutti li disegni relativi.....sulle miniere e macchine della Sassonia...* del cap. Nicolis di Robilant (*Bibl. Accademia delle Scienze di Torino, ms. o391*)

⁴ H.Haeder, *Dampfmaschinen, Zeichnungen*, 1890

⁵ Particolare di motore FIAT tipo 108

⁶ da Archivio di Stato di Trieste, *Fondo Museo Henriquez*, n. 197

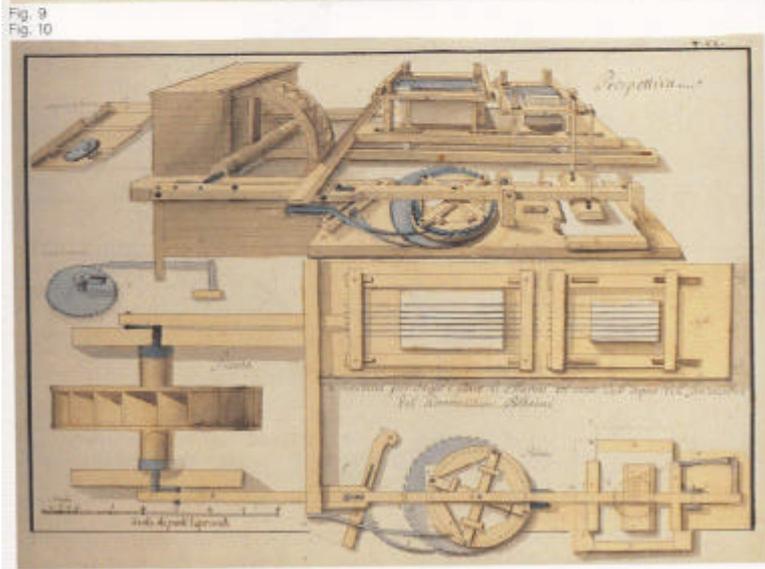
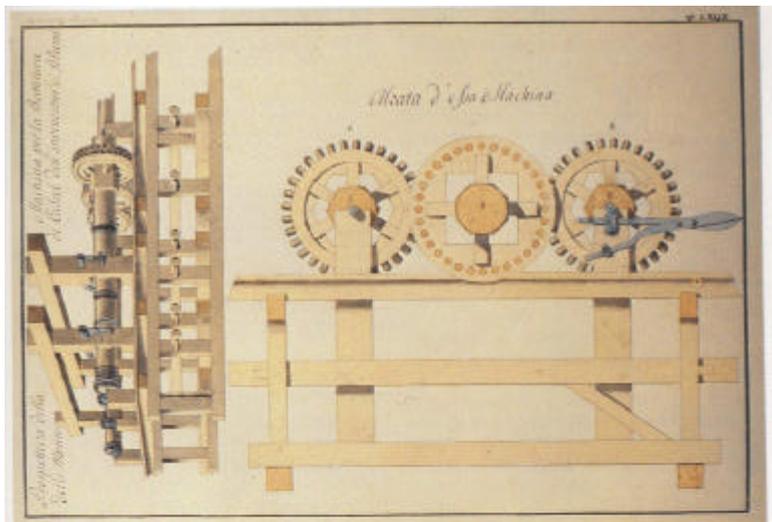


Fig. 15

Dampfmaschine D. 400, 60, 700.
Reguliergeblänge.

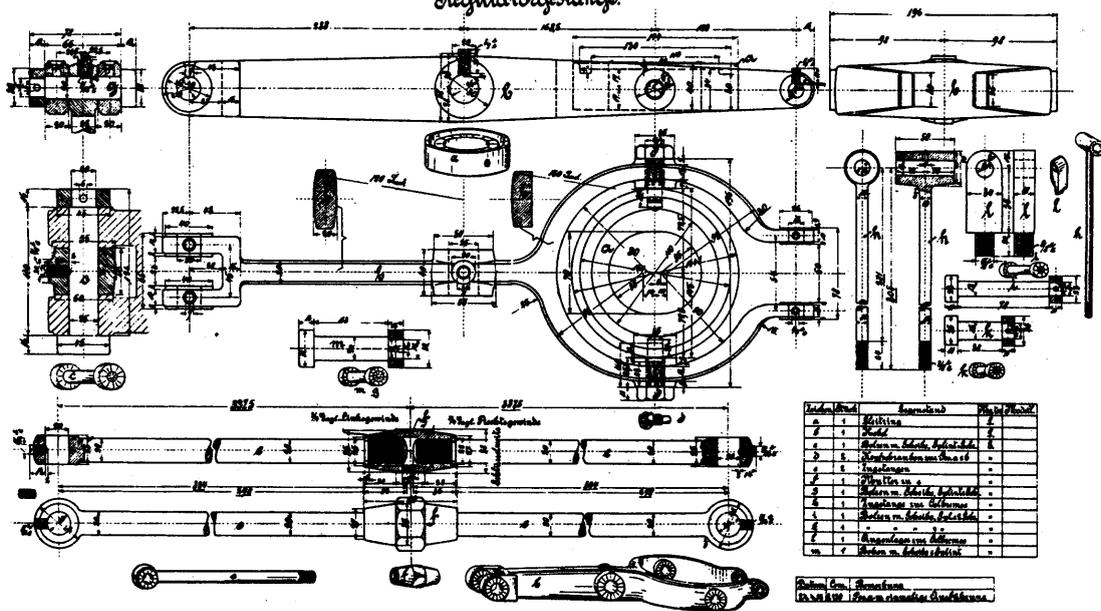


Fig. 16

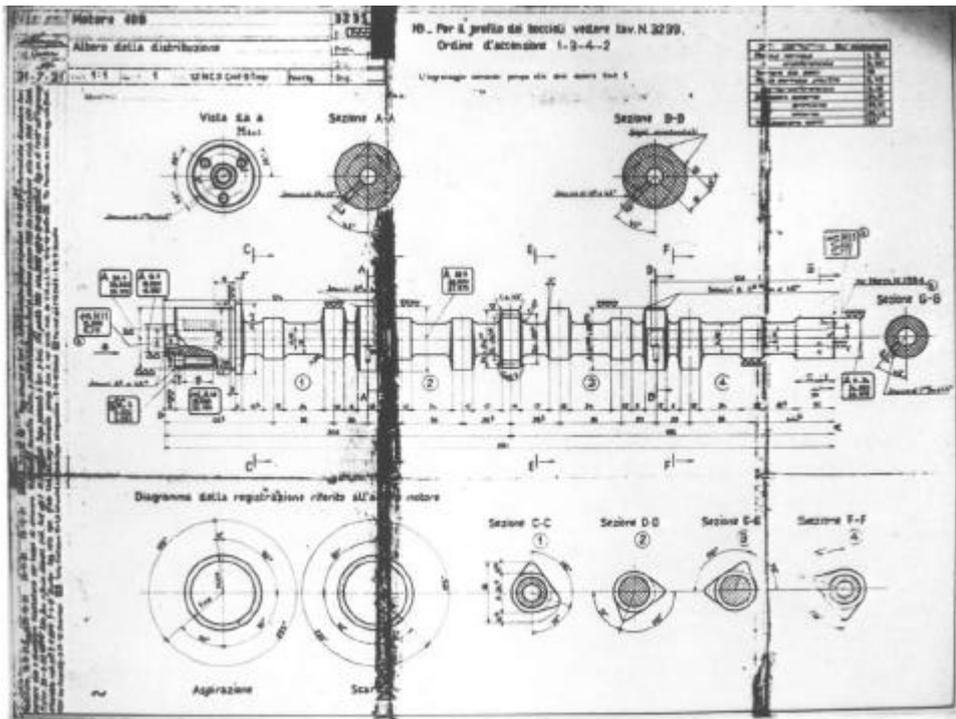


Fig. 17

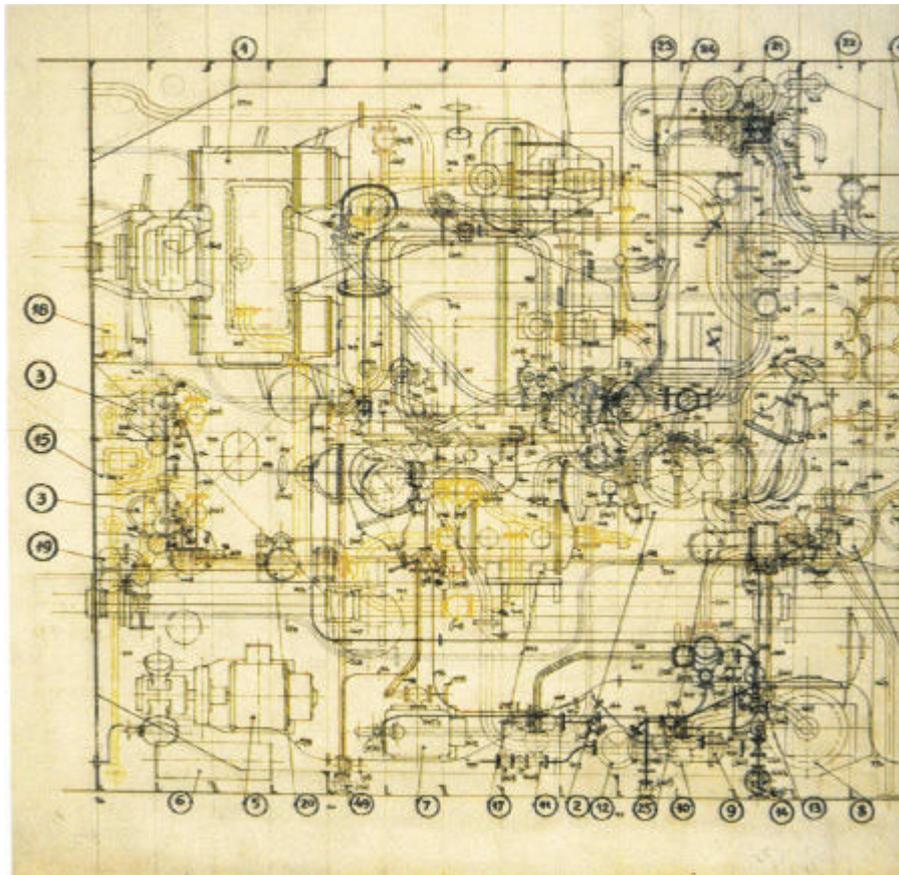


Fig. 18

Fra oggi e domani

Lo sviluppo degli strumenti e dei metodi di riproduzione ha portato a disporre, alla fine del XX secolo, dei mezzi più idonei per tracciare con rapidità, precisione e nel numero di copie voluto i disegni realizzati con le tecniche di rappresentazione codificate dalla geometria descrittiva e dalle norme derivate dalle esigenze della produzione industriale. In altri termini il disegno tecnico aveva raggiunto nel miglior modo possibile il suo scopo di essere ponte fra la progettazione concettuale e la pratica costruttiva.

A questo punto scoppia la bomba che incrina il ponte, e probabilmente lo porterà a crollare, quanto meno nella sua struttura attuale!

La cosiddetta “rivoluzione informatica” fa sentire i suoi effetti sul disegno, inizialmente come efficace ausilio, ma poi come sconvolgimento di metodi e concezioni stabilizzate.

Dapprima infatti ci siamo trovati di fronte all’automatizzazione del disegno: tracciamento di linee, esecuzione di curve e raccordi, tratteggi e quotature, venivano realizzati con la pressione di pulsanti e lo spostamento di cursori.

E’ il periodo del cosiddetto “tecnigrafo elettronico”, con programmi di tracciamento bidimensionale e visualizzazione su schermo, con tutte le possibilità di correzione, ingrandimento, archiviazione che rendevano obsoleti i mezzi precedenti, per quanto perfezionati.

Un esempio di possibilità offerte dal nuovo mezzo per rispondere ad esigenze già presenti nel passato ma poi tralasciate per esigenze tecniche è relativa all’uso del colore.

In questo caso non cambia nulla nell’impostazione dei disegni, per quanto riguarda i metodi di rappresentazione, ma si aggiunge una ulteriore codificazione, in grado di fornire informazioni su specifiche caratteristiche, siano esse indicazioni di lavorazione o classificazioni funzionali dei componenti (fig. 19)

Poi in considerazione che ai punti dello spazio tridimensionale non erano più associati soltanto dei punti sul piano, ma coordinate che li collocavano in uno spazio anch’esso tridimensionale, ma virtuale, esistente negli algoritmi del calcolatore, si è aperto uno scenario completamente diverso.

Gli oggetti continuano infatti ad essere rappresentati sul piano, ma in modo dinamico: la raffigurazione può cambiare continuamente, variando il punto di vista, muovendo l’oggetto nello spazio, sezionando con piani mobili anch’essi.

E poi, trattandosi di correlazioni matematiche che definiscono gli elementi dell’oggetto, si può associare ad esse altre formulazioni, consentendo la valutazione di caratteristiche, il comportamento in determinate condizioni.

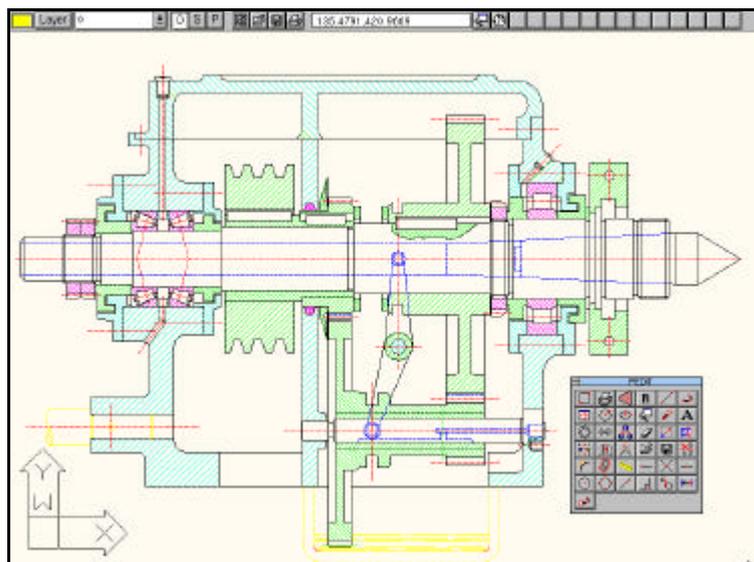


Figura 19. L’uso del colore per indicare diverse condizioni funzionali in un complessivo

Si può in sintesi operare sull'oggetto rappresentato come se fosse realmente esistente, verificarne il comportamento, studiarne le relazioni con altri in un montaggio, modificarne parti.

Basta a questo punto rileggere l'elogio del disegno fatto dal Redtenbacher, sostituendo al termine "disegno" il termine "modello virtuale" e si ritrova già tutto descritto.

A questo punto non resta che ribadire che quanto già percorso dal disegno tecnico, verrà ripercorso, con le dovute modifiche, dalla modellazione solida.

Un ritorno alle origini, all'uso dei modelli, mediato ancora una volta dalle tecniche di rappresentazione (non dimentichiamo che sono ancora le relazioni matematicizzate della geometria degli oggetti che stanno dietro alle immagini che vediamo) ed il cui sviluppo è nel complesso ancora nelle fasi iniziali.

Si è appena detto come le nuove possibilità possano cancellare il significato del disegno come ponte fra idea e fabbricazione: ad un esame più approfondito si vede come ciò non sia affatto vero. Può infatti via via ridursi la necessità del disegno come trascrizione di prescrizioni costruttive, mediatrice fra l'uomo e la macchina: il futuro dovrebbe vedere il collegamento diretto fra il modello definitivo e la macchina che lo realizza, in un colloquio fra algoritmi che non coinvolge più l'uomo.

Rimane piena la validità della rappresentazione come modello, su cui direttamente possono essere sperimentate le modifiche, le condizioni di montaggio e di uso, le tolleranze ed i processi costruttivi.

Il modello a sua volta può però raggiungere livelli di simulazione tali da superare ciò che per secoli lo ha caratterizzato, indipendentemente se rappresentazione bidimensionale o modello spaziale, cioè la visualizzazione, l'uso della vista come strumento di valutazione. La realtà virtuale coinvolge infatti anche gli altri sensi, in primo luogo le sensazioni tattili, ma negli sviluppi ipotizzabili anche gli altri sensi, verso un realismo che effettivamente consente una sperimentazione completa.

In sintesi oggi il disegno si trova ad operare fra tradizione e futuro, con diversi metodi interagenti e con possibilità di applicazione da esplorare (tab. II)

CAMPO DI SVILUPPO	TIPO DI ATTIVITA'	ESEMPLIFICAZIONE DI PRODOTTO
Rappresentazione bidimensionale dinamica	Processi di fabbricazione	Disegni esecutivi
Modellazione tridimensionale	Elaborazione progettuale	Digital Mock-up
Acquisizione di forme ed immagini	Reverse Engineering	Rapid Prototyping
Realtà virtuale	Sperimentazione ergonomica	Customer test

Tab. II - Lo sviluppo del disegno

Gli esecutivi verranno ricavati direttamente dai modelli 3D, elaborati nelle varie fasi progettuali, con l'indicazione delle particolarità costruttive, tolleranze ed indicazioni operative.

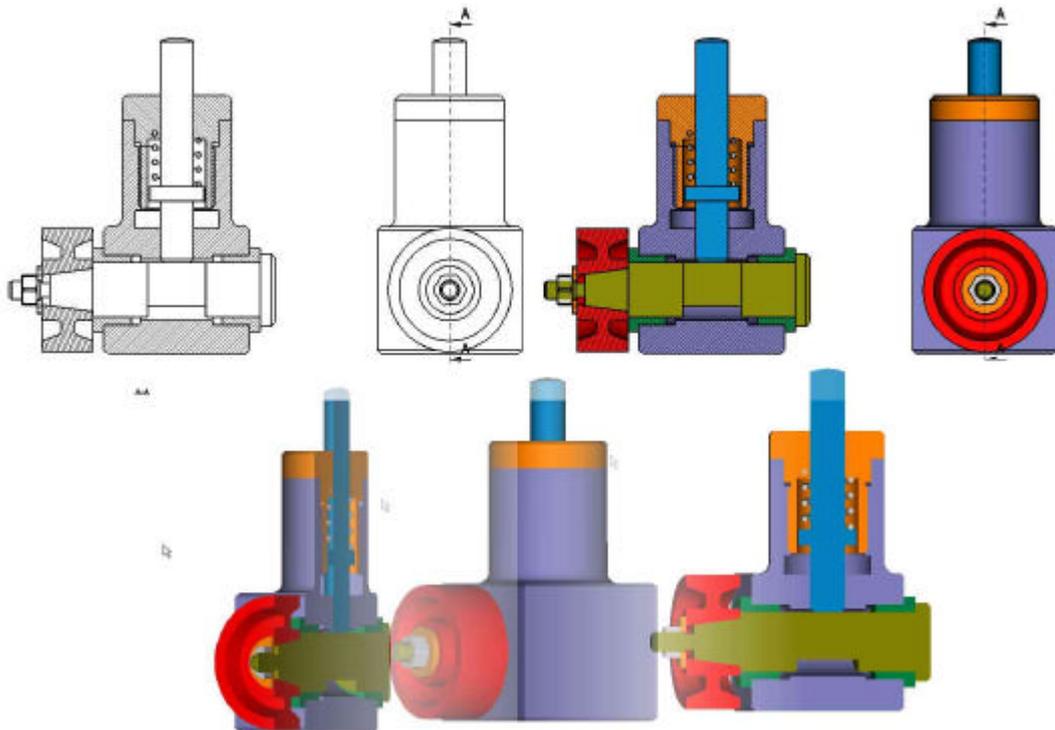


Figura 20:. Il disegno può passare facilmente dalle proiezioni 2D a quelle 3D animate, ed è in grado di distinguere il modo in cui le viste sono in relazione reciproca al fine di rappresentare un modello progettuale completo, eliminando il problema dell'interpretazione o di errata comprensione di un elaborato tecnico anche complesso) *(applicativo edrawings di SolidWorks)*

La modellazione a sua volta coinvolge le diverse fasi del progetto, dai primi abbozzi iniziali (che a livello creativo continueranno però probabilmente a vedere l'uso dello schizzo manuale del progettista), al modello finale definitivo, analogo all'attuale "disegno come costruito", passando attraverso diverse fasi di visualizzazione che consentono di valutare non solo l'aspetto, ma condizioni di sollecitazioni, di montaggio, di alternative funzionali.(fig.21)

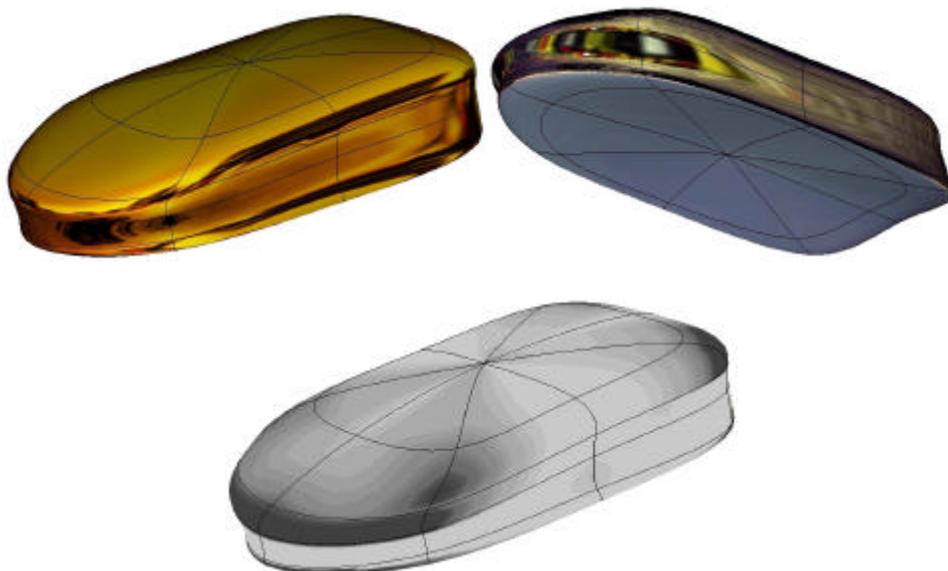


Fig. 21 . Visualizzazione fotorealistica su un modello 3D (in alto); visualizzazione della curvatura sullo stesso modello (in basso)

Un altro aspetto che abbiamo già detto può concettualmente trovare le sue radici nel passato nell'interpretazione dei modelli come base per la costruzione è legato alla Reverse Engineering, in cui il modello informatico (e di conseguenza il disegno da esso derivato) nasce dalla rilevazione con strumenti di digitalizzazione ottica o di rilevazione numerica di oggetti esistenti o fisicamente modellati ad hoc.

Anche la costruzione di modelli mediante tecniche di prototipazione rapida, derivino da rilevazioni dell'esistente o da elaborati puramente digitali, costituisce una forma di rappresentazione, al di là della possibilità di essere considerato un processo di fabbricazione vero e proprio.

Naturalmente è facile estendere questo tipo di elaborazioni a settori diversi dalla produzione industriale e le tecniche di rappresentazione tendono quindi ad operare in campi che finora non coinvolgevano gli operatori del disegno, ma che aprono certamente nuove prospettive di ricerca ed applicazione.

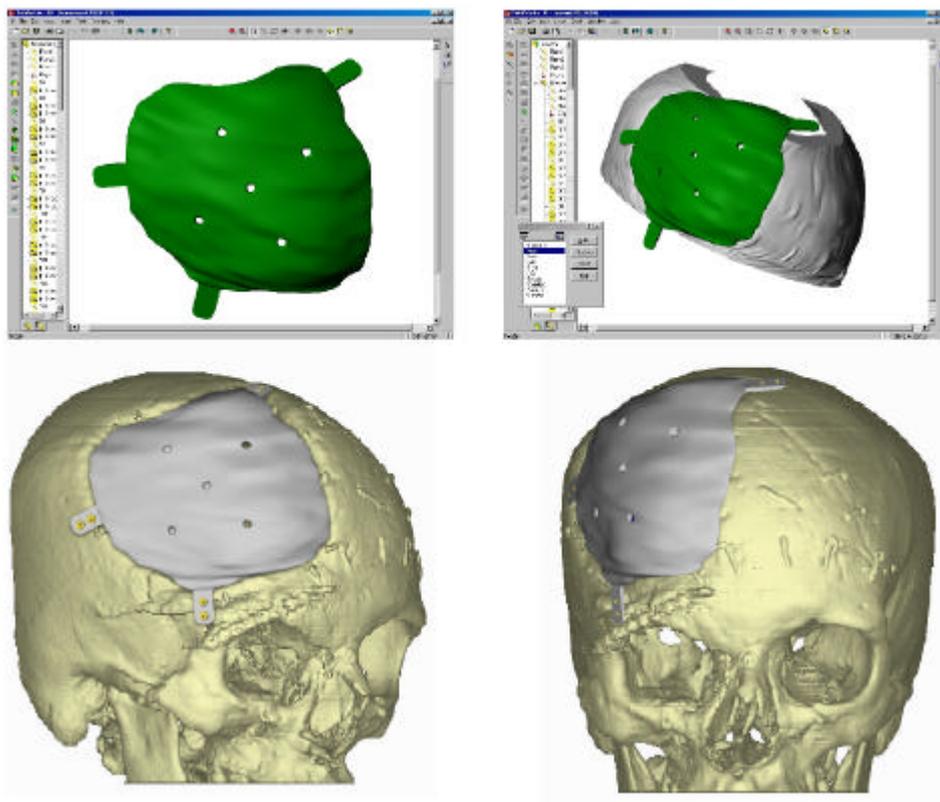


Fig. 22. Applicazioni di disegno e modellazione in campo biomedico

Conclusioni

Si è visto, con una rapida carrellata attraverso i secoli, come il disegno tecnico considerato strumento per operare nel campo della progettazione e della costruzione, si sia evoluto nei metodi e negli strumenti di rappresentazione, mantenendo il suo ruolo centrale nella comunicazione.

Oggi si aprono, grazie all'elaborazione informatica dei dati, nuovi campi di applicazione. Oltre a quelli accennati, altri sono di primario interesse, ad esempio

quelli che collegano l'immagine dell'oggetto a fini costruttivi con la documentazione per la manutenzione e l'uso del prodotto.

In breve esiste un campo di lavoro che anziché restringersi a causa dell'automatizzazione di procedimenti esecutivi, si amplia su nuovi orizzonti, in cui la creatività trova modo di esprimersi con nuovi mezzi inseriti su radici ben consolidate nella storia delle attività umane.

Bibliografia ragionata

Per la storia del disegno:

E.Chirone, G.Colosi, "Alcune note sull'evoluzione del disegno meccanico", Atti Meeting Disegno Industriale", Fiera del Levante, Bari, 1984

K. Baynes, "Forme della rappresentazione", in "Storia del Disegno Industriale",v.I, Electa, Milano, 1989

AA. VV., "Disegni di Macchine" , Catalogo Mostra omonima, Museo Naz.Scienza e Tecnica, Milano, 1987

E.Chirone , S.Tornincasa: "Colore nel disegno tecnico?", Il Progettista Industriale, XIV, 3, 1994, p.70-77

E.Rovida, "Dallo scalpello al mouse", Torino, Paravia, 1999

Per tecniche e norme di disegno tecnico:

Atti Workshop "Normalizzazione di Linee, Colori, Livelli nel CAD", Trento, 1995

Chirone E, Tornincasa S., "Disegno Tecnico Industriale", 2 voll., Torino, Il Capitello, 1997

Per un aggiornamento sull'evoluzione del disegno:

Proc. 11th Int. Congress of Graphics Engineering, Logroño/Pamplona, 1999

Atti XI Convegno. Naz. ADM, Palermo, 1999

Proc. 12th Int. Conference on Engineering Design, ICED 99, München, 1999

Proc. 13th Int. Conference on Engineering Design, ICED 01, Glasgow, 2001

Proc. XII ADM – Int.Conf. Design Tools and Methods in Industrial Engineering. Rimini, 2001.

Prototipazione Digitale, *Disegno e Design Digitale*,I, 04, ott/dic 2002

Proc. XIII ADM- XV INGEGRAF Int. Conf. Tools and Methods Evolution in Eng. Design, Napoli-Salerno, 2003

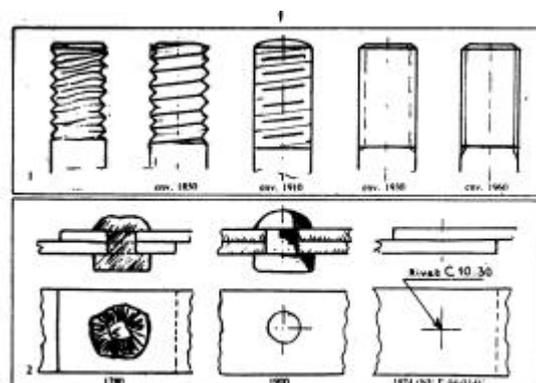


Fig. 23. Evoluzione della rappresentazione delle filettature