

Storia degli strumenti di disegno

Premessa

- 1) Il disegno tecnico presenta molte affinità con altre tecniche grafiche basate sulla rappresentazione di oggetti o concetti mediante linee: la scrittura, il disegno geometrico, il disegno artistico. Per tale motivo gli strumenti di questi linguaggi grafici sono stati comuni o analoghi.
- 2) Il disegno tecnico ha avuto nella storia una crescente interazione con altri settori del sapere, quali la tecnologia e la scienza; ma ha avuto profonde connessioni con la cultura e con l'arte. Pertanto i suoi strumenti operativi o concettuali hanno risentito delle richieste che venivano dalla cultura, dalla scienza e dalla tecnologia, ma hanno anche fornito mezzi per la loro evoluzione. Si sarebbe mai evoluta la geometria senza strumenti di disegno sempre più raffinati? La rivoluzione industriale avrebbe potuto percorrere il suo fulminante percorso evolutivo senza il metodo delle proiezioni ortogonali, definito da Gaspard Monge alla fine del Settecento? Gli umili (perché spesso tenuti in scarsa considerazione dagli storici) strumenti del disegno tecnico hanno avuto una parte nella storia dell'umanità; attraverso la loro evoluzione si può percepire la rete di fattori che determinano il progresso umano.
- 3) Gli strumenti del disegno tecnico si possono raggruppare in diversi tipi:
 - a) Tracciatori (matite, penne, compassi);
 - b) Guide (righe, squadre, curvilinee, ecc.);
 - c) Piani di lavoro (tavoli e tavolette);
 - d) Supporti (carta, altri materiali);
 - e) Misuratori (righe millimetriche, goniometri, rapportatori);
 - f) Copiatori e rapportatori (pantografi, tecniche di duplicazione);
 - g) Macchine (macchine prospettiche, computer, ecc.).
- 4) In questa esposizione si cercherà di presentare una evoluzione cronologica degli strumenti di disegno con rinvio a specifiche schede sulle diverse tipologie degli strumenti stessi.

EVO ANTICO E MEDIOEVO

• Mesopotamia ed Egitto

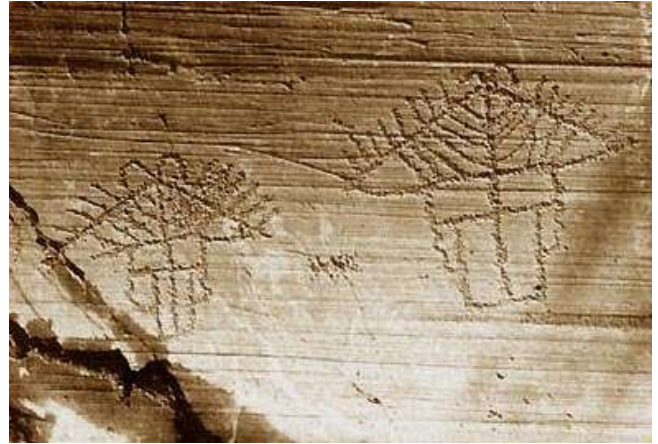
I più antichi strumenti di disegno sono rintracciabili in età preistorica con le prime manifestazioni di arte rupestre; in questi casi si possono distinguere due diverse tecniche di tracciatura:

- l'incisione, che scava nel supporto (pietra, argilla) un solco mediante strumenti in materiale duro (rocce, metalli);
- la pigmentazione, che deposita sul supporto una traccia colorata mediante materiali naturali (carbone da legna, terre colorate e diluite).

Con l'evolversi delle società primitive verso civiltà organizzate nascono forme di grafismi (cioè modalità di espressione grafica) più raffinati: la decorazione ceramica e la scrittura. Gli strumenti primitivi (mani, scalpelli) si trasformano in pennelli, stecche affilate, ceselli appuntiti.

In Mesopotamia la nascita della scrittura cuneiforme su tavolette di argilla permette di registrare in modo durevole informazioni comuni, ma anche il sapere scientifico nascente (astronomia, topografia, geometria). Si consolida una forma

di disegno strumentale abbastanza approssimativa, che con le sue linee spesse e non molto regolari forse limitò lo sviluppo delle teorie geometriche.



Incisioni rupestri della Val Camonica (Età del ferro).



Disegno di stambecco su ciottolo (Paleolitico).



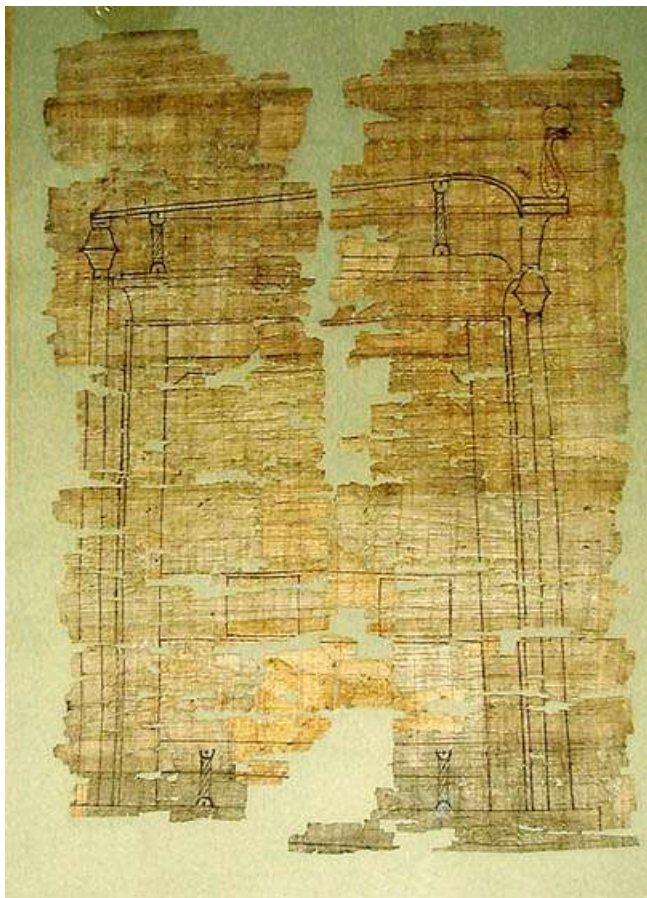
Tavoletta sumera con problema di geometria.

In Egitto invece con la scoperta del *papiro* si dispone di un supporto molto più adatto alla tracciatura di linee sottili e regolari; il disegno con *pennelle*, sottili pennelli, *righe* e *compassi*, può fornire a sapienti scribi e sacerdoti il mezzo per approfondire e verificare le prime conquiste della geometria. Il disegno architettonico fa le sue prime prove,



Papiro Rhind con problemi di geometria sui triangoli (1650 a.C.)

talvolta anche raffinate, per guidare la realizzazione di opere complesse (templi, edicole sacre).



Papiro proveniente da Gurob con prospetto laterale di tempio (1500 a.C.).

• Grecia e Roma

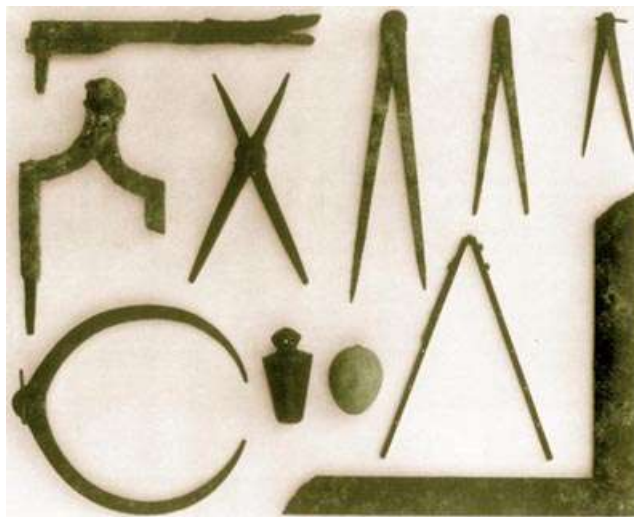
Il sapere scientifico e tecnico dell'antico Egitto è il piedistallo su cui poggia il monumentale patrimonio scientifico e culturale prodotto dalla Grecia antica. Anche se la strumentazione grafica resta sostanzialmente la stessa degli egizi, si sviluppa una qualità più elevata, adeguata alle esigenze della ricerca scientifica. La geometria, raccolta da Euclide in un corpo organico ancora oggi indispensabile, è basata sul rigore logico e sulla verifica grafica; la scienza astratta interagisce con il disegno geometrico, che si avvale solo di *righello* e *compasso*.

Anche in periodo romano non si verificano innovazioni sostanziali nella strumentazione del disegno; i reperti di questo periodo sono pertanto testimoni preziosi anche delle precedenti civiltà greca ed egizia. Oltre a righelli e compassi, nei diversi musei antichi si possono vedere *squadre*, *compassi rapportatori* (per ingrandire o ridurre in scala le misure), *tiralinee*.

Per gli schizzi sono impiegati strumenti per la scrittura, quali *tavolette di cera* e *stilo* in metallo o legno, oppure quelli del mondo dell'arte (pigmenti colorati, pennelli su supporti di legno o ceramica). La *pergamena* gradualmente soppianta il *papiro*, diventando il più diffuso, anche se costoso, supporto di scrittura e disegno fino al XIII sec.



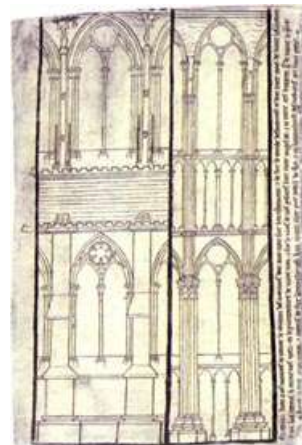
Stilo e calamai da Pompei (I sec. d.C.).



Compassi e squadre in bronzo da Pompei (I sec. d.C.).

• Medioevo

Con il risveglio di un'architettura sempre più monumentale e complessa (palazzi e grandi cattedrali con strutture a volta) il disegno architettonico diventa gradualmente più funzionale alle esigenze di cantieri con struttura più articolata (maestranze specializzate, capomastri e progettisti con forti responsabilità). Gli elaborati di progetto sono ancora approssimativi, ma in alcuni casi di buona qualità e precisione; gli strumenti di disegno sono ancora quelli antichi.

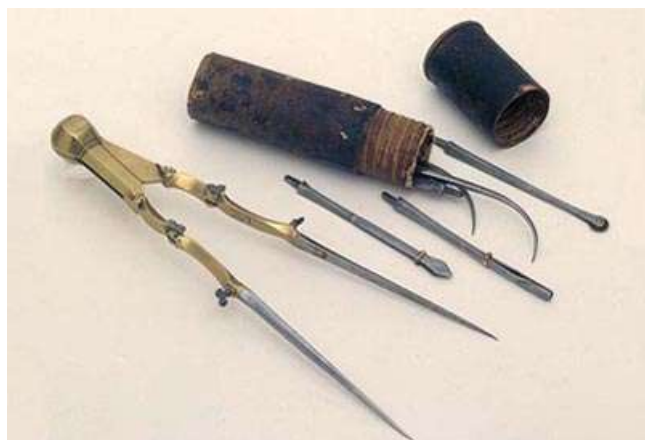


Disegno di Villard de Honnecourt sulla Cattedrale di Reims (XIII sec.).

EVO MODERNO

• Rinascimento

La fioritura della cultura e dell'economia dal XV secolo fa rinascere anche gli interessi per la scienza e l'arte. Gli scienziati richiedono strumenti sempre più precisi, gli architetti devono elaborare progetti esecutivi dettagliati per cantieri spesso guidati a distanza. La scoperta della prospettiva (Brunelleschi, 1413) impone ad artisti, disegnatori ed architetti l'uso di strumenti



Compasso attribuito in uso a Michelangelo (XVI sec.).

di precisione grafica. Dall'Italia alla Germania numerosi orafi e orologiai si convertono in artigiani provetti di strumentazione tecnico-grafica sotto la guida di scienziati, artisti e architetti (Leonardo, Piero della Francesca, Alberti, Dürer). La diffusione della *carta* (dal XIV sec.) fornisce al disegno e alla scrittura un nuovo supporto più economico della *pergamena*. Con l'invenzione della stampa a caratteri mobili (Gutenberg, 1447) si pone l'esigenza di realizzare anche disegni stampati.

Strumenti antichi sono affinati o riscoperti, nuovi ne vengono inventati: *tiralinee con spessore regolabile*, *compassi con attacchi per portamatite* o *tiralinee* (dal 1550), *compassi parabolici* e *compassi proporzionali* (Leonardo), *compassi triangolari* (per cartografia e copiatura di disegni), *tramagli ellittici* o *ellissografi* (Dürer), *righe a T* (dal XVI sec.), *goniometri*, *macchine prospettiche* (Vignola, Dürer). Il disegno mette a disposizione di architetti e disegnatori una nuova gamma di strumenti per indagare, rilevare, progettare in modo sempre più sofisticato.



Ritratto dell'astronomo Nicola Kratzer, opera di Hans Holbein (1528). Vi appaiono dettagliate rappresentazioni di strumenti scientifici e di disegno (compassi, tiralinee, ecc.).

• Barocco

Nel secolo XVII la rivoluzione scientifica (Galileo, Cartesio, Newton, Keplero) apre nuovi orizzonti alla ricerca sperimentale, la tecnologia si evolve rapidamente creando le premesse per la nascita della rivoluzione industriale nel secolo XVIII (secolo dei Lumi). L'invenzione e lo sviluppo di strumenti scientifici sempre più precisi e complessi induce anche una produzione di strumenti di disegno più evoluti. Oltre a quelli già noti si segnalano: *parallelinei*, *righe a T* articolate, serie di *squadre triangolari*, *squadre zoppe* (ad angolo variabile), *goniometri* con nonio (Pierre Vernier, 1631), *scalimetri*, *pantografi*, ecc. Ma soprattutto fa la sua comparsa lo strumento principe del disegno moderno: la *matita*. Dalla prima commercializzazione in Inghilterra nel 1610, le bacchette di grafite (in inglese «black lead») si evolvono in modo consistente alla fine del XVIII sec. con i brevetti Faber (grafite incapsulata nel cilindro di legno) e Condé (mine di durezza variabile).

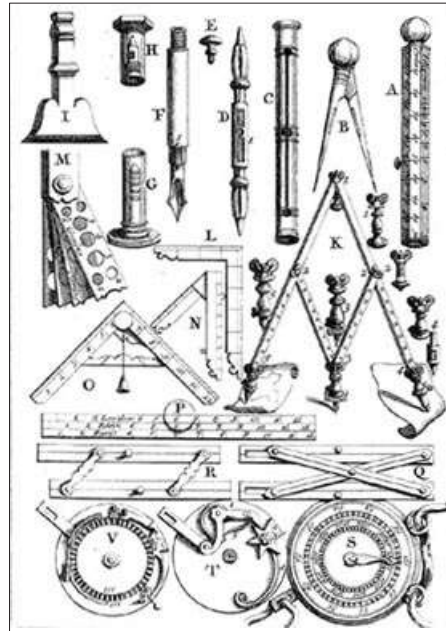


Tavola dal *Trattato sulla costruzione e sull'uso dei principali strumenti matematici* di Nicolas Bion (1709).

EVO CONTEMPORANEO

Con la sistematizzazione del metodo delle proiezioni ortogonali ad opera di Gaspard Monge (1798), il disegno tecnico fiorisce come fondamentale alleato della progettazione industriale; ovunque nascono scuole tecniche di ogni ordine, si moltiplicano i corsi di disegno, creando un vasto mercato per gli strumenti del disegno stesso.

Appaiono *matite* sempre più tecniche (in 16 durezze diverse), *compassi* con apertura a vite (che si evolveranno negli attuali balaustri e balaustri), *tavoli da disegno*, *parallelinei* a rullo, *squadre* e *righe a T* di precisione (dal 1870 anche in celluloidi), la *copiatura cianografica* (dal 1880).

Nell'Ottocento appaiono i primi *portamine* che si evolveranno in quelli a pinze per mine da 2 mm (1940) e in quelli per micromine (dal 1950). La plastica acrilica e l'alluminio soppiantano (dal 1960) il legno e la celluloidi nella costruzione di righe, squadre e goniometri. I tradizionali *tiralinee* si evolvono verso il *graphos* (1932), quindi verso il *rapidograph* (1952) e l'*isograph* (1977).

Dagli anni '60 appare un nuovo strumento rivoluzionario: il *computer*. Dalla fine degli anni '80 il personal computer entra prepotentemente anche sulla scena del disegno tecnico. Progettisti e disegnatori sono costretti a misurarsi non solo con il nuovo strumento, ma anche con una nuova modalità di pensare il disegno e di organizzare il processo progettuale.

Forse proprio quest'ultima fase della storia degli strumenti di disegno può fornire illuminanti spunti di riflessione sulla profonda interazione che questi strumenti hanno avuto con il sapere tecnico. I cimeli spesso ignorati, che vengono esposti nei musei di storia della scienza, ci ricordano che tra lo strumento e il disegnatore si instaura un rapporto dialettico: lo strumento costringe il disegnatore a pensare e seguire un particolare percorso nella strutturazione del prodotto grafico; altresì è vero che esigenze nuove o insoddisfatte possono provocare la morte di strumenti esistenti o la nascita di nuovi.

L'immaginazione e il pensiero sono convogliati lungo sentieri privilegiati dagli strumenti che usiamo?

Euclide ha concepito la sua geometria servendosi di compasso e riga, o al contrario essendone condizionato?

[Seguono schede specifiche]

TRACCIATORI

• Matita

I precursori della matita vera e propria sono rintracciabili in tutti gli strumenti impiegati per lasciare una traccia su una superficie.

Nella preistoria per ottenere disegni incisi nella roccia (graffiti) si impiegavano pietre dure e appuntite oppure, successivamente, scalpelli in metallo. In Mesopotamia l'uso di tavolette d'argilla permetteva di tracciare i segni di scrittura o di disegno con stecche di legno affilato. Nel mondo greco e romano questa modalità di tracciatura venne modificata con l'impiego di tavolette di legno cosparse di cera (in latino *pugillares*) sulle quali si tracciava il segno mediante uno *stilo* (astina di metallo con una estremità affilata e l'altra piatta per cancellare).

Per colorare invece le superfici di disegno si impiegavano sostanze naturali pigmentate, quali: carboncini (ottenuti da legna bruciata), argille, gesso. Nel XV secolo si diffuse l'impiego di barrette di ematite (*lapis aematitis*, cioè "pietra di ematite") un minerale di ferro di colore rosso bruno; ciò spiega il nome di disegno "a sanguigna" che fu attribuito a questa tecnica di disegno, con cui furono realizzati celebri disegni di Leonardo e di altri artisti del Rinascimento. È da notare anche che i termini italiani "lapis" e "matita" traggono origine proprio da *lapis aematitis*.



Portagessetti in canna dell'800 identico a quelli in uso da tempi antichi.



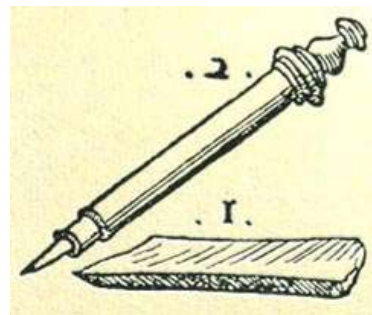
Portamatite da un'incisione di G. Pomodoro (1603).

La nascita della moderna matita è però riconducibile alla occasionale scoperta di un minerale allora sconosciuto: la grafite. Nel 1564 a Borrowdale in Inghilterra, una tempesta sradicò un gigantesco albero, creando un vasto cratere in cui affiorava una vena di minerale nero, a cui fu attribuito il nome di *black lead*, cioè «piombo nero», ancora oggi usato per indicare le mine di grafite in inglese. Già nel 1565 il naturalista svizzero Conrad Gesner descrive questo minerale adatto per il disegno, inserendo inoltre un disegno molto efficace di portamine. Barrette di *black lead* cominciarono ad essere commercializzate a Londra nel 1610 con il nome di *plumbago*. Solo alla fine del '700 fu appurato che esso era un minerale del carbonio e per il suo uso grafico venne battezzato col nome di *grafite*. Ma già nel 1662 Friedrich Staedtler a Norimberga mise in commercio barrette di black



Matita in legno di F. Staedtler (fine XVII sec.).

lead inglese incollato tra due strisce di legno; nel 1761 Kaspar Faber avvia la produzione di matite di forma rettangolare o ovale ottenute da un bastoncino di grafite inglese contenuto in due barrette di legno scanalate e incollate.



Portamatite da un'incisione di C. Gesner (1565).



Portamatite dorato (fine XIX sec.).

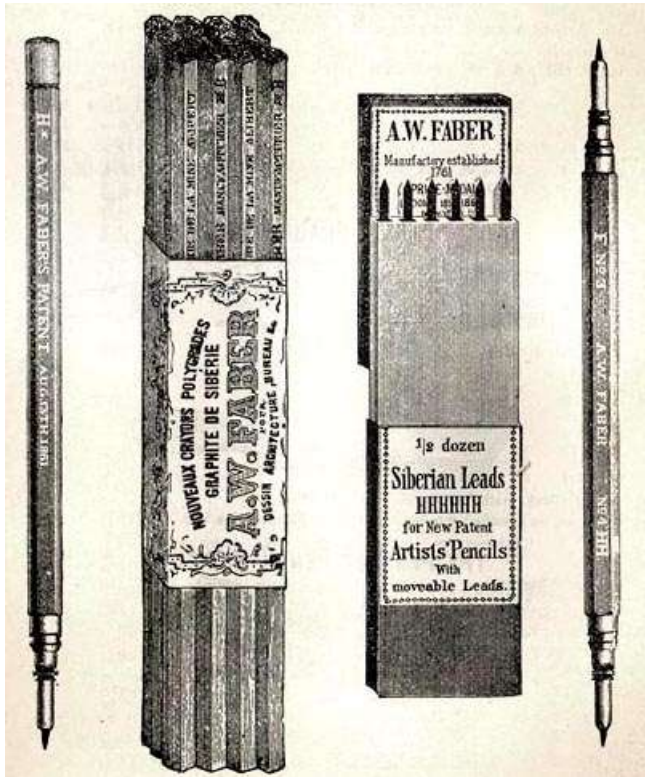
Durante la rivoluzione francese, il costo della rara grafite inglese costrinse il governo a trovare una soluzione più economica. Nel 1796 Nicolas Auguste Conté brevettò il processo per realizzare mine ottenute con la cottura di polvere di grafite mescolata ad argilla; secondo la percentuale di argilla si ottenevano mine di diversa durezza. Dal 1838 vengono classificate le durezze delle mine con le sigle 2H, H e B, che in seguito arriveranno al numero di 16. Dal 1900 compaiono i primi portamine, che dal 1930 si trasformeranno in quelli a pinza, ancora usati, per mine da 2 mm. Nel 1950 Faber Castell lancia i portamine per micromine da 0,3 – 0,5 – 0,7 mm di uso attuale; le micromine sono realizzate con grafite e polimeri.



Portamine in ebano e ottone della metà dell'800.



Portamine Faber da un catalogo del 1896.



Mine e matite Faber da un catalogo del 1900.



Uno dei primi portamine a pulsante con molla e frizione della Caran d'Ache (1929).



Matite in legno attuali per vari usi.

• Penna

Dall'antico Egitto fino al Medioevo la penna per scrivere o disegnare consisteva in una cannuccia o una penna di volatile (penna d'oca) inzuppata in inchiostro di origine animale (inchiostro di seppia) o vegetale (inchiostro ferrogallico e inchiostro cinese, noto come *inchiostro di china*).



Ricostruzione di calamai e penne in canna di palude dell'Antico Egitto.

Già nel mondo antico romano erano in uso tiralinee in metallo, con estremità appuntita e ripiegata a V, nella quale si poneva l'inchiostro; la maggiore resistenza del metallo garantiva stabilità allo spessore della linea tracciata.

Altri tiralinee erano costituiti da due lamelle di metallo affilato, in cui si disponeva l'inchiostro; la distanza delle lamelle corrispondeva allo spessore della linea tracciata. Taluni tiralinee di questo tipo disponevano di un anello scorrevole che regolava la distanza delle lamelle e quindi lo spessore della linea. Questi tiralinee, con modifiche e miglioramenti, sono sopravvissuti nell'uso tecnico fino alla metà del Novecento.



Tiralinee romano a spessore fisso.



Tiralinee romano a spessore regolabile.



Tiralinee romano a spessore regolabile con portagessetto.



Tiralinee medievale a spessore fisso.



Tiralinee del 1515 a spessore regolabile, attribuito in proprietà a Dürer.



Tiralinee del XVI sec. da una incisione di Giovanni Pomodoro del 1603.



Tiralinee del XVII sec. a spessore regolabile, in acciaio e ottone.

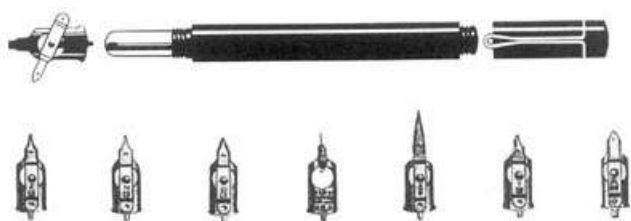


Tiralinee del XIX sec. a spessore regolabile mediante vite.

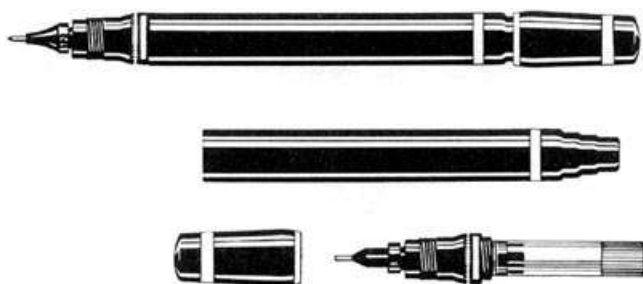
Dal 1930 compare sulla scena tecnica il *graphos* con pennini intercambiabili e corpo con serbatoio d'inchiostro. La difficoltà di tenere puliti i pennini fa maturare la nascita del *rapidograph* (nel 1952, prima a serbatoio e poi con cartuccia rimovibile) e successivamente altre penne tecniche (dal 1972 l'*isograph* della Rotring e in seguito altri tipi della Staedtler e della Faber Castell).

Con la comparsa del computer si mettono in produzione speciali pennini per plotter, ad alta velocità di stesura e autopulenti.

Tutti questi tipi di penne stanno lentamente scomparendo dall'uso tecnico professionale, soppiantati da stampanti e plotter che depositano sulla carta microscopiche gocce di inchiostro liquido o in polvere.



Graphos con pennini di spessore e forma diversi.



Rapidograph montato e smontato nelle sue parti fondamentali: cannello, cappuccio e pennino con cartuccia.



Isograph con pennini di spessore vario.



Penne con punta in fibra sintetica.

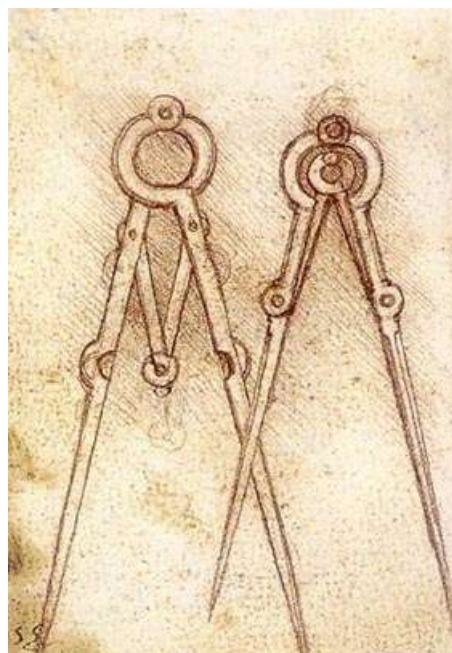
• **Compasso**

Questo antichissimo strumento di disegno, in uso già dall'antico Egitto, è stato per molti secoli provvisto solo di punte metalliche fisse; quindi con il compasso, oltre al riporto di misure, si potevano solo tracciare solchi sul supporto (papiro, pergamena o carta). Questi solchi, che fungevano



Compassi di età romana (I sec. d.C.)

da guida per la penna, si riempivano poi con l'inchiostro. Dal XVI sec. cominciano ad apparire compassi con attacco per portamatite o tiralinee. Da quell'epoca fiorisce un artigianato (specialmente a Norimberga in Germania) specializzato in compassi.



Compassi disegnati da Leonardo da Vinci (1494).



Bottega di compassi a Norimberga in una incisione di J. Amman (1568).

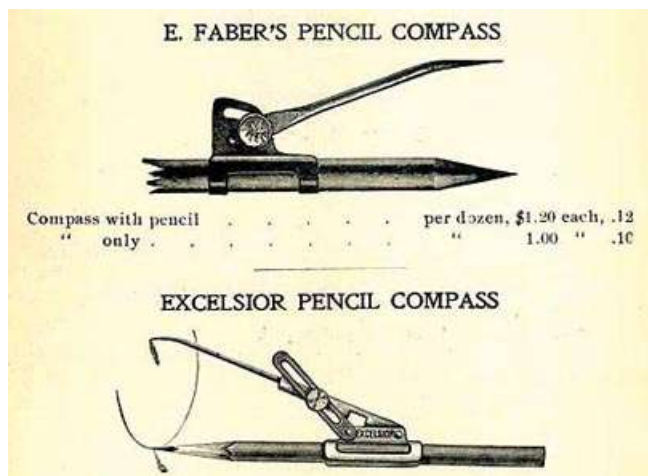
Specialmente dal Seicento si produssero compassi in tutte le varianti possibili, dal più semplice al più pregiato, per materiali (acciaio, ottone, bronzo), lavorazione e forma.



Compasso ad aletta in ottone dorato e punte d'acciaio (1604).



Compasso in ottone e punte d'acciaio (1810).



Compassi economici del XIX sec. da un catalogo del 1905.



Compassi economici del XX sec.

Tra le tante varianti sono da segnalare:

- il compasso a verga, che appare per la prima volta in un disegno di Leonardo del 1493;
- il compasso a vite (progenitore dell'attuale balaustrone) dal XVI sec.

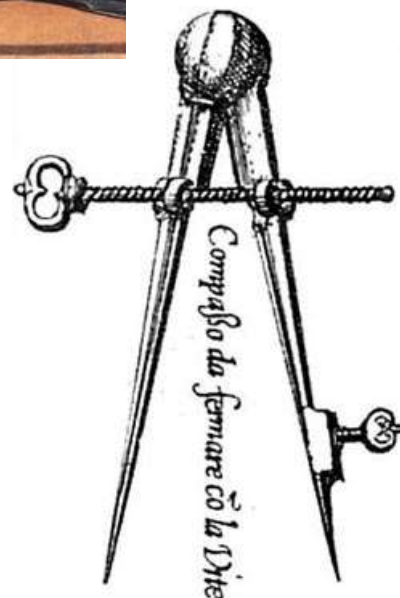
Scatole di compassi con accessori, in versioni di lusso, apparvero soprattutto dal Settecento e mantennero un certo mercato fino alla metà del Novecento.



Compasso a verga in acciaio e argento (1790).



Compasso a vite da un dipinto di H. Holbein (1528).



Compasso a vite da un'incisione di G. Pomodoro (1599).



Set tascabile di strumenti d'argento con custodia rivestita in tartaruga (1770).



Scatola in pelle e velluto con compassi di alta qualità in ottone e acciaio (1900).

GUIDE

Il disegno tecnico, per le sue esigenze di precisione e accuratezza, è un tipo di disegno strumentale, cioè realizzato con linee regolari (rette, circolari, ecc.) ottenibili mediante guide per la tracciatura. Le più importanti sono: righe e righelli, squadre, curvilinei, compassi. Di questi ultimi si è già parlato nella scheda riguardante i tracciatori; vediamo gli altri.

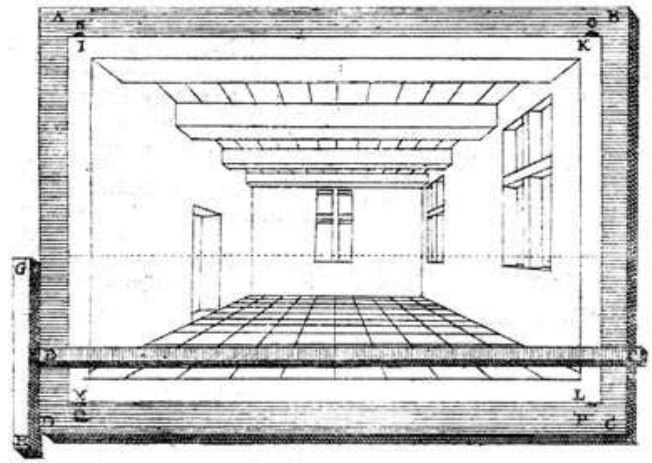
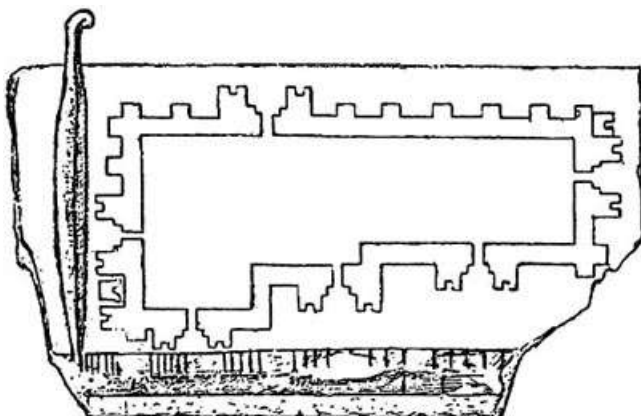
• Riga

Strumento fondamentale che consente la tracciatura di linee rette, fu impiegato dai primordi. Già nel mondo mesopotamico fu provvisto di divisioni per la misura di lunghezze (come ancora oggi lo sono le righe e i righelli millimetrati).

Dal '500 apparvero righe provviste di una battuta ad angolo retto, le cosiddette *righe a T*; poggiate sul bordo della tavoletta o del tavolo da disegno, esse consentivano di tracciare rette parallele in modo rapido e preciso. Nel '600 si cominciarono a realizzare *righe a T articolate*, cioè con angolo variabile, al fine di ottenere altri angoli oltre quello retto. Le righe a T furono un prezioso strumento per i disegnatori tecnici in funzione dell'alta produttività richiesta dalla progettazione industriale dall'800 alla metà del '900, quando si diffusero i *tecnigrafi*. Essi consistevano in coppie di righelli ad angolo retto, rotanti e bloccabili a piacere, fissati a bracci a molla o aste scorrevoli che ne consentivano lo spostamento sul tavolo da disegno cui erano agganciati. Di largo impiego professionale per tutto il '900, i tecnigrafi hanno avuto un rapido declino alla fine del secolo con l'avvento del disegno computerizzato.



Statua di Gudea, sovrano di Lagash, Mesopotamia (circa 2100 a.C.).
Sulle sue ginocchia una tavoletta con planimetria di città. La stessa planimetria è riportata nel disegno in basso, che mostra lo stilo per tracciare il disegno e un righello con divisioni di misure (nel bordo inferiore).



Incisione da *La perspective pratique* di J. Dubreuil (1643), che mostra una tavoletta da disegno con riga a T.

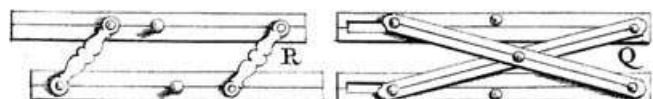


Studente dell'Ecole des ponts et chaussées a Parigi (metà dell'800).

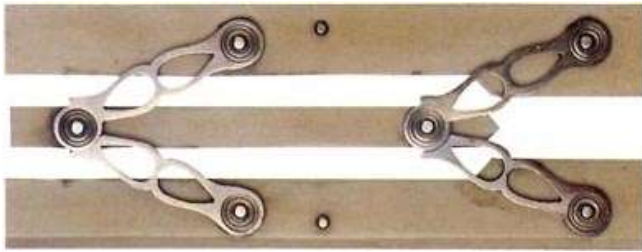


Riga a T in legno ad inclinazione regolabile (circa 1900).

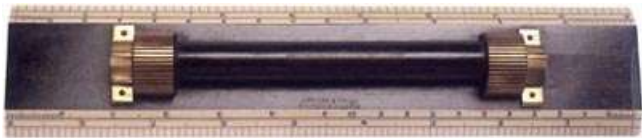
Un particolare tipo di riga, diffuso dal '700 in poi, fu il *parallelineo*; consisteva in due righe collegate da bracci metallici articolati, in modo da tenere una riga fissa e spostare l'altra parallelamente. Dal '900 si diffusero anche in forma di una riga con rotelline in cui scorreva un filo da fissare al tavolo da disegno. Altra versione del parallelineo fu il *parallelineo a rullo*, costituito da una riga che racchiudeva un rullo zigrinato che consentiva movimenti paralleli. Il parallelineo fu valido ausilio per il disegno tecnico, soprattutto dei tratteggi delle sezioni. Quest'ultima simbologia si diffuse in concomitanza della duplicazione cianografica, che non consentiva l'uso del colore e delle mezze tinte (grigi, sfumature).



Parallelinei da un'incisione del *Trattato sulla costruzione e sui principali usi degli strumenti matematici* di Nicolas Bion (1723).



Parallelineo in avorio e ottone (circa 1810).



Parallelineo a rullo (circa 1900).



Parallelinei con rotelle e filo (sopra in legno e a sinistra in alluminio).



Dal 1930 si cominciò a diffondere l'uso del *tecnigrafo*: due righe erano agganciate ad un dispositivo in metallo con goniometro e manopola di regolazione delle inclinazioni; per consentire lo spostamento sul tavolo, il complesso era collegato a due bracci metallici a parallelogramma con molle, agganciati al tavolo. I bracci a molla, verso la metà del '900, furono sostituiti da due aste perpendicolari: una era fissata sul bordo superiore del tavolo, mentre l'altra era scorrevole sulla precedente. Il tecnigrafo per tutto il '900 fu attrezzatura immancabile in qualsiasi studio di progettazione e disegno.

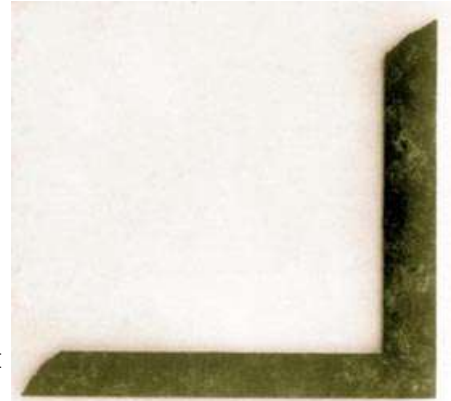
I materiali più impiegati per tutti i tipi di riga nel mondo antico erano il legno, il metallo (ferro o bronzo), l'avorio e l'osso; dalla fine dell'800 si impiegarono anche la celluloido, successivamente l'alluminio e, dalla metà del '900, l'acrilico (sostanza sintetica e trasparente).



Tecnigrafi da tavolo: a sinistra, tecnigrafo a molle e contrappeso degli anni '50; sopra, tecnigrafo a rotaia degli anni '70.

• Squadra

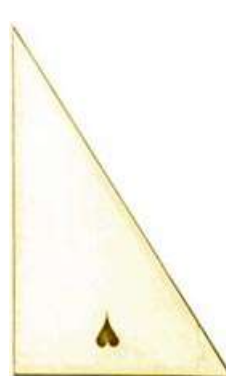
Nata per tracciare rette *a squadra*, cioè ad angolo retto, dal periodo greco e romano prese la forma di due bracci fissati tra loro. Talvolta le squadre erano provviste di battuta (le cosiddette *squadre a cappello*) di largo impiego anche nelle officine e nei cantieri. Dal '600 acquisì una forma triangolare (triangolo pieno o formato da tre asticelle, come nelle attuali) con angoli particolari (45°, 30° e 60°).



Squadra a due bracci in bronzo di età romana (I sec. d.C.).



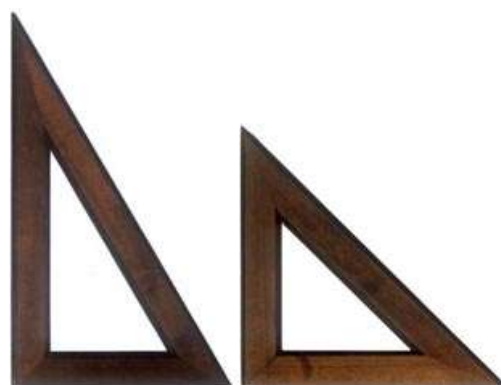
Squadre a cappello: a sinistra, squadra a cappello in bronzo di età romana (I sec. d.C.); a destra, squadra a cappello in acciaio da officina (contemporanea).



Squadra in avorio (1619).



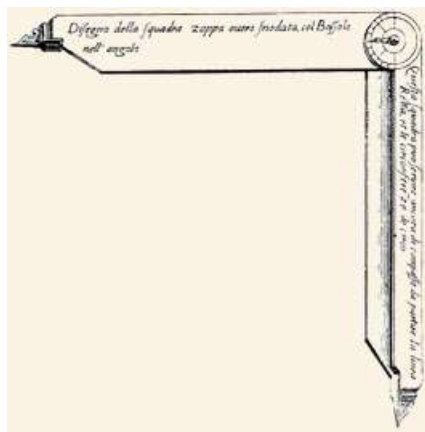
Squadra in ottone dorato (1630).



Squadre in legno (circa 1900).

Nello stesso periodo apparvero anche *squadre zoppe*, con due bracci articolati intorno a un perno con vite di fissaggio, per ottenere angoli vari.

Come per le righe, le squadre erano realizzate in materiali tradizionali (legno, metallo), a cui subentrarono la celluloido e l'alluminio, e infine l'acrilico.



Squadra zoppa da un'incisione di G. Pomodoro (1599).

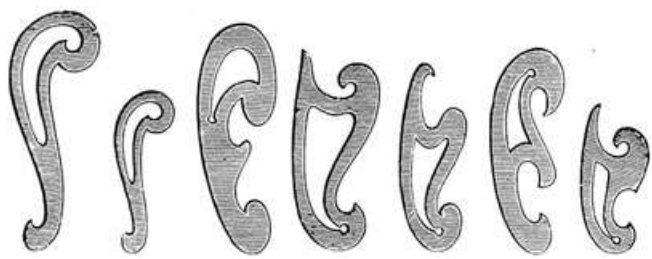


Squadra zoppa in acciaio e ottone da officina (contemporanea).

• **Curvilineo**

Consiste in una mascherina di forma regolare (per curve ellittiche o paraboliche) o irregolare. Dal '600 apparve come accessorio realizzato in legno duro (pero) o avorio. Nel tardo '800 apparvero curvilinei industriali (i primi realizzati dalla Stanley nel 1860) in legno, alluminio e celluloido; nel secolo scorso si diffuse l'impiego dell'acrilico.

Curvilinei flessibili erano un tempo ottenuti da un sottilissimo listello di legno; dal 1925 sino ad oggi sono realizzati con una striscia di gomma con anima di piombo.



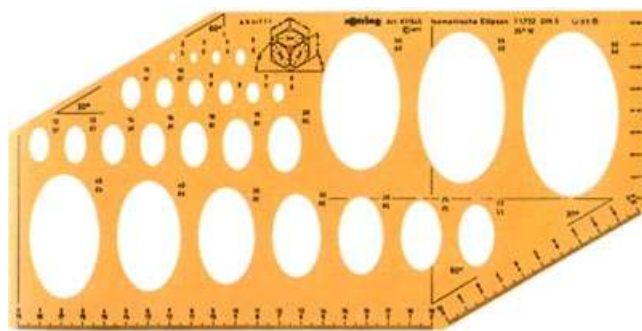
Serie di curvilinei in legno: illustrazione da un catalogo del 1904.



Curvilineo Stanley composto da un listello di legno e vari pesi in piombo rivestito di legno (1866).



Curvilineo di gomma con anima di piombo (contemporaneo).

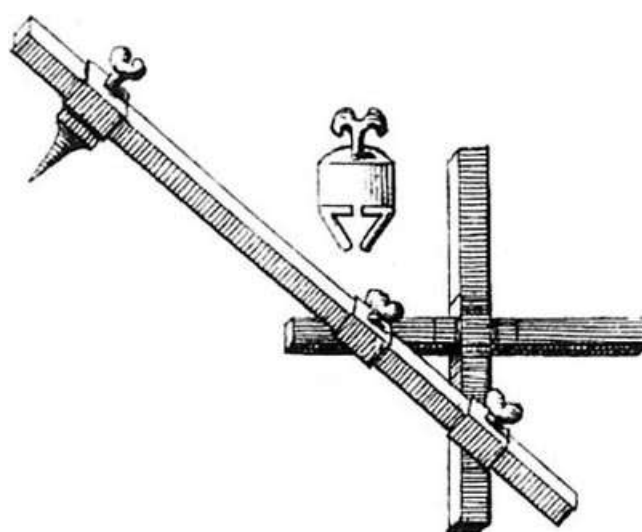


Ellissografo in acrilico (contemporaneo).

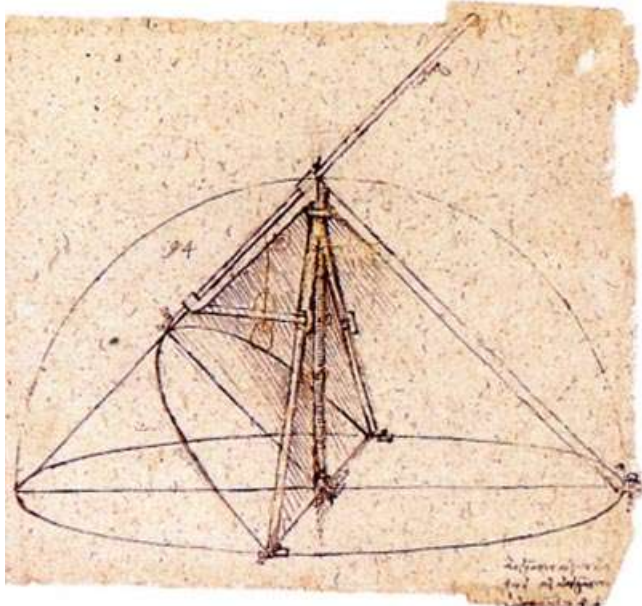
Una grande famiglia di curvilinei è costituita da congegni, spesso complessi, per realizzare curve regolari: ellissi, parabole, iperboli, spirali, ecc.

Il più semplice *ellissografo*, usato da tempi lontani, consiste in una cordicella fissata in due punti, messa in tensione da una punta tracciante (matita o altro) che si muove sul piano disegnando un'ellissi (*metodo del giardiniere*). Da questo strumento l'ingegnosi di scienziati e artisti sviluppò ellissoografi sempre più complessi e precisi. Un'invenzione del grande Dürer risale al 1540: il *tramaglio ellittico*. Consiste in due aste perpendicolari sulle quali si muove una terza asta poggiata su due punti liberamente scelti sulle prime due; l'asta mobile porta in una sua estremità la punta tracciante. Altri ellissoografi in metallo (vere macchine di precisione) furono inventate e commercializzate in particolare nel XIX secolo, ma ancora oggi in produzione.

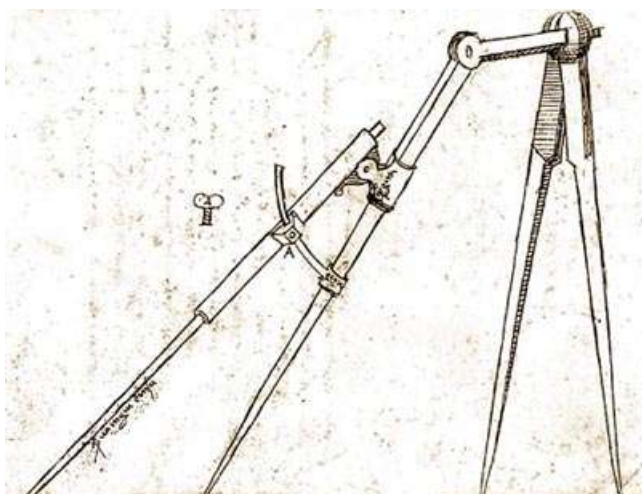
Altri meccanismi furono messi a punto in quei secoli per disegnare parabole, iperboli e spirali. È da ricordare tra questi il *compasso parabolico* di Leonardo del 1514.



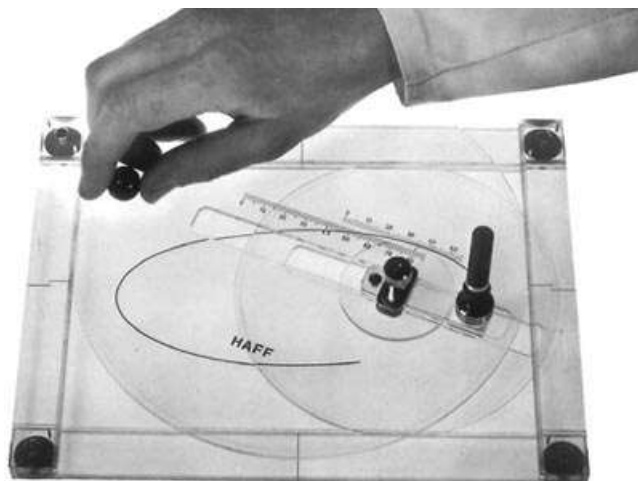
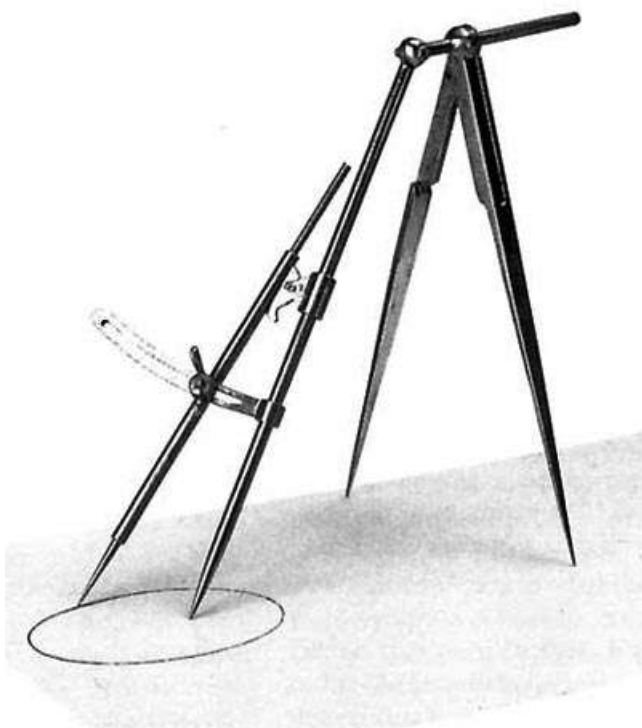
Tramaglio ellittico di Dürer illustrato da Nicolas Bion (1723).



Compasso parabolico di Leonardo in un suo disegno (1514).



Compasso ellittico di Leonardo illustrato in una incisione di B. della Volpaia (1578). In basso ricostruzione dello stesso compasso ellittico di Leonardo.



Ellissografo Haff in acrilico (contemporaneo).



Spiraligrafo di Johnson (1857).

PIANI DI LAVORO

Dal '400 la professione dell'architetto si specializzò per produrre elaborati precisi e numerosi per le maestranze di cantiere che avrebbero dovuto realizzare l'opera senza la presenza costante del progettista. Gli strumenti del disegnatore si affinarono per far fronte alle nuove esigenze qualitative e quantitative. Anche il piano di lavoro del disegnatore trovò soluzioni specifiche: tavolo da disegno e tavoletta portatile.

• Tavolo da disegno

Il tavolo, da semplice piano di legno, divenne gradualmente più regolare nella planarità e nei bordi, perpendicolari per appoggiarvi le righe a T; la sua robustezza doveva reggere a sollecitazioni notevoli: incollaggio del foglio di carta sui bordi, bagnatura e asciugatura dello stesso per farlo distendere bene (fino ad anni recenti il tavolo era chiamato *stiratore*), infine taglio del disegno a fine lavoro. Per rendere più comodo il lavoro, nei secoli XVII e XVIII, cominciarono ad apparire tavoli con cavalletti regolabili, in modo da inclinare il piano. Ancor più professionali divennero i tavoli nel XIX secolo, con la fioritura delle grandi scuole politecniche e degli uffici di progettazione delle aziende industriali. La loro struttura era studiata per regolarne altezza e inclinazione, mediante congegni scorrevoli o rotanti, nonché dispositivi di blocco. Con il tempo vennero provvisti di accessori, quali vaschetta porta-strumenti di lavoro, attacco per lampada e per il tecnigrafo. Dalla metà del '900 la struttura dei tavoli fu realizzata prevalentemente in metallo.



Aula da disegno dell'Ecole des ponts et chaussées a Parigi (metà dell'800).



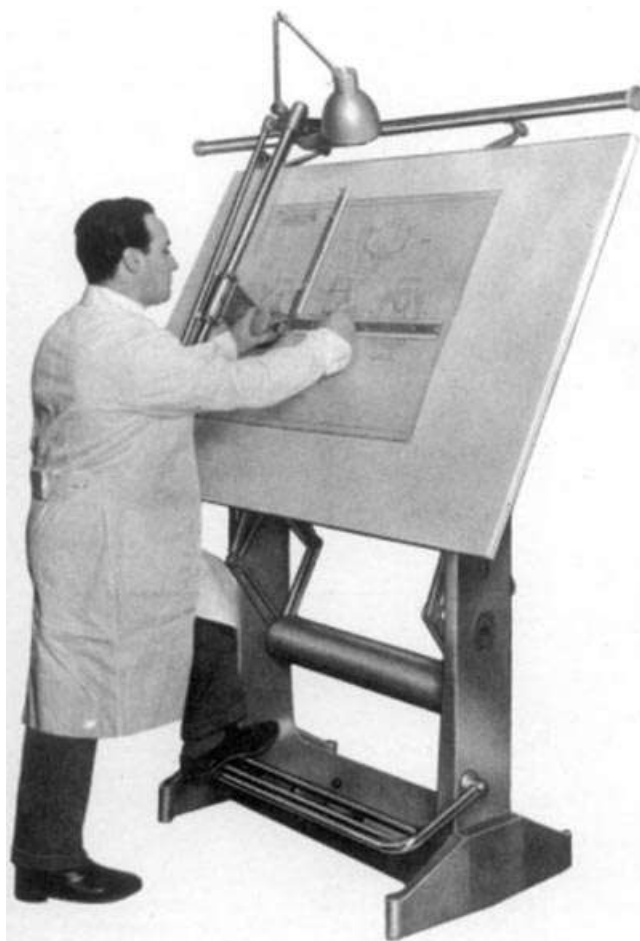
Ufficio progettazione delle Officine Galileo di Firenze (inizi del '900).



Cavalletti regolabili in legno.



Tavolo da disegno con tecnigrafo a molle (anni '60).



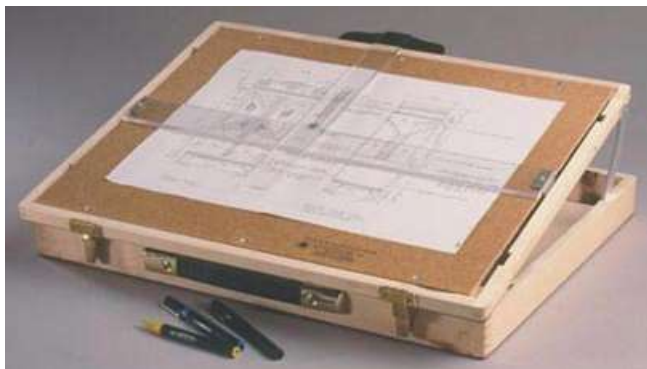
Tavolo da disegno con tecnigrafo a rotaia (anni '60).



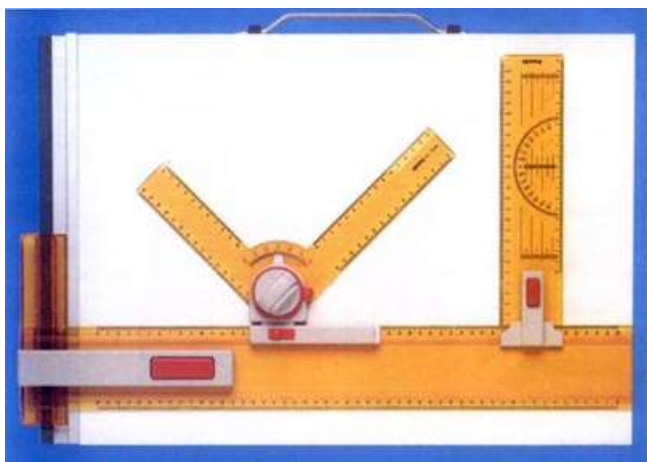
Tavolo da disegno con tecnigrafo a rotaia (anni '90).

- **Tavoletta portatile**

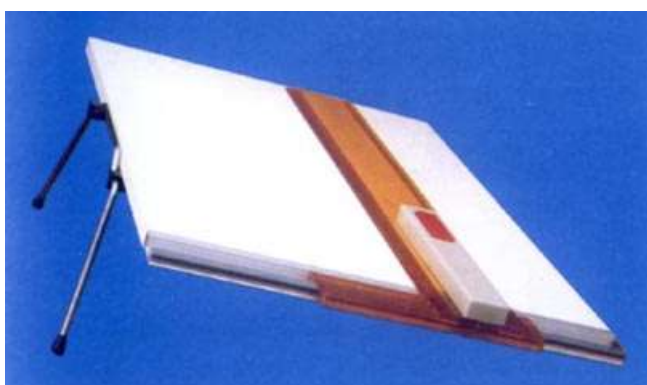
Sin dal Rinascimento furono impiegate tavolette di legno, che nei secoli successivi si perfezionarono con cavalletti, con cornici per l'appoggio di righe a T. Nel '900 si cominciarono a produrre specifiche tavolette con parallelineo; dalla metà del '900 si realizzarono in plastica dei tavoli da disegno in miniatura, con scanalature per parallelineo o minitecnigrafo.



Tavoletta da disegno in legno con parallelineo (anni '70).



Tavoletta da disegno in plastica con tecnigrafo (anni '90).



Tavoletta da disegno in plastica con parallelineo a rotaia (anni '90).

SUPPORTI

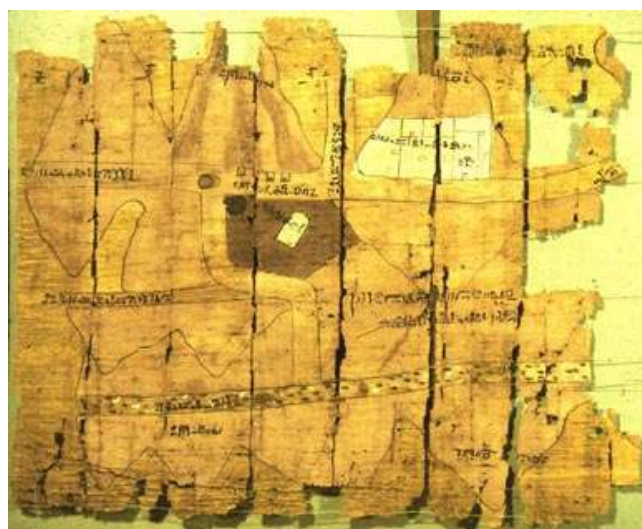
Le superfici su cui disegnare sono state di molti materiali; ma, oltre al legno, alla tela e alla terracotta (soprattutto per schizzi di bottega o di cantiere), i principali sono stati: il papiro, la pergamena e la carta. Dalla metà del '900 si sono aggiunti vari materiali sintetici.

- **Papiro**

Grazie alla disponibilità naturale di questa pianta fluviale, abbondante sulle rive del Nilo, gli antichi egizi crearono questo supporto maneggevole e abbastanza liscio; realizzato

in rotoli (in latino *volumen*, da cui il termine «volume») di modesta larghezza, ma di notevole lunghezza, il foglio di papiro permise di sviluppare una scrittura evoluta e complessa (vari tipi di geroglifico) e un disegno geometrico notevolmente preciso, contribuendo così allo sviluppo di questa scienza nel mondo antico.

Poiché la produzione del papiro era monopolio regale, con la caduta del regno d'Egitto e l'annessione all'impero romano, la sua diffusione entrò in crisi dal I secolo, per i costi elevati e la scarsa disponibilità. La memoria del papiro permane nei termini inglese (*paper*) e francese (*papier*) che indica la carta.

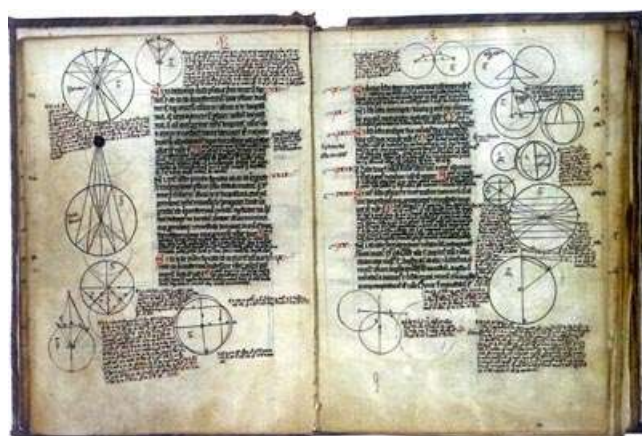


Mapa di miniere, Museo Egizio di Torino (XI sec. a.C.).

- **Pergamena**

Dal II secolo d.C. il papiro venne soppiantato dalla pergamena, già nota dal II sec. a.C. nella città di Pergamo, da cui prese il nome. Ricavata dalla conciatura di pelli di capra o pecora, lisciate con pomice, essa presentava una superficie liscia e resistente, ma di piccole dimensioni; veniva prodotta in fogli rettangolari, che potevano essere rilegati in libri (*codici*), molto simili a quelli attuali. Anche se la materia prima era diffusa, la lavorazione complessa la rendeva costosa, quindi disponibile solo per ambienti ristretti (biblioteche monastiche, intellettuali e aristocratici). Spesso la pergamena veniva riutilizzata, grattando testi o disegni con lame (*palinsesto*) oppure scrivendo sul retro.

Dal XV secolo l'uso della pergamena sopravvisse solo in ristretti ambiti di rappresentanza (documenti ufficiali, ecc.) per l'avvento della carta.

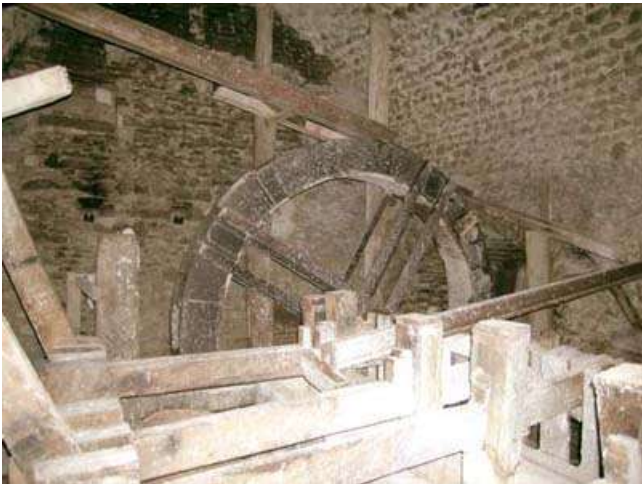


Codice in pergamena del sec. XIII contenente gli *Elementi* di Euclide.

- **Carta**

Nota ai cinesi dal II sec. d.C., attraverso gli arabi, che attivarono cartiere dal X secolo, si diffuse nel Mediterraneo dal XIII secolo. Le cartiere italiane, in particolare quelle di Fabriano divennero famose per la qualità della loro carta. La materia prima della carta erano stracci di lino messi a macerare e pestati fino ad ottenerne una pasta, da cui si ricavano fogli mediante telai di rete metallica; pressati e messi ad asciugare i fogli venivano poi raschiati, battuti o rullati per lisciarne la superficie. L'aggiunta di colle animali nella pasta di carta rese i fogli più resistenti ai liquidi e quindi adatti alla scrittura.

Le foto seguenti illustrano il ciclo di lavorazione della carta in una cartiera artigiana identica a quelle del XV secolo.



In alto, mortaio per la formazione della pasta di carta.



A sinistra, estrazione della pasta con il telaio.



Posatura del foglio.



Torchiatura.



Asciugatura.

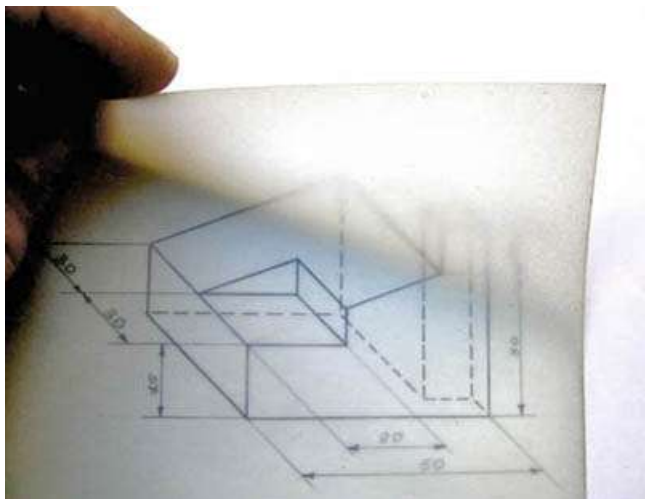


Fogli grezzi da lisciare con pestelli o raschiotti.

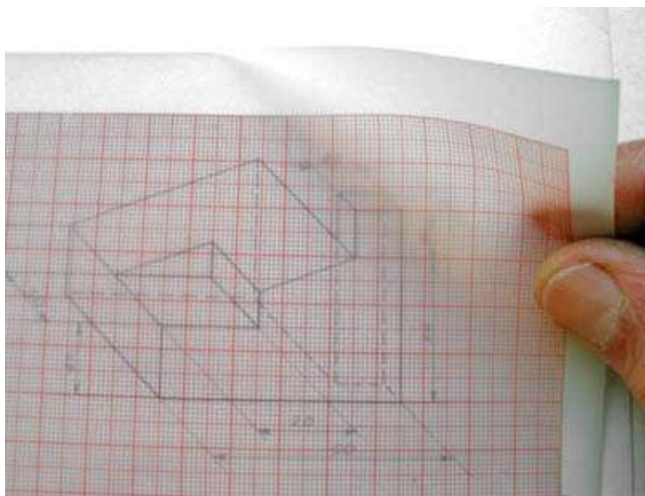
Innovazioni tecniche resero sempre più raffinato il prodotto in carta, ma la scarsa disponibilità della materia prima (gli stracci di lino) ne limitava l'uso per gli alti costi. Solo nella seconda metà dell'800, con la scoperta del processo di estrazione della cellulosa dal legno, si aprì una nuova stagione per la produzione industriale della carta. Le conquiste della chimica e della meccanica permisero inoltre di migliorare e differenziare notevolmente la qualità della carta (per la stampa, la scrittura, il disegno, l'imballaggio). Tra le carte speciali per il disegno è da ricordare la *carta da lucido*; semitrasparente e resistente, consentiva la copiatura di disegni sottostanti (*lucidatura*), la correzione di segni a penna con raschiatura, ma soprattutto la *riproduzione cianografica ed eliografica*.

La carta divenne onnipresente nel mondo industriale e nella vita quotidiana.

La crisi dovuta alla deforestazione del pianeta ha indotto una nuova sensibilità sullo sperpero di carta e sulla necessità del suo riciclaggio.



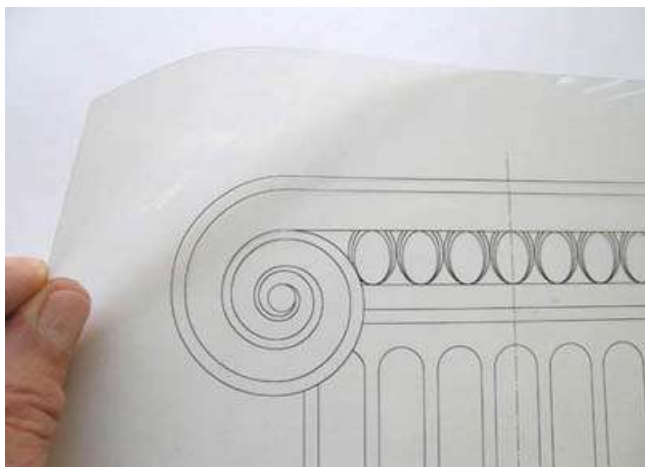
Carta da lucido.



Carta da lucido millimetrata.

• Materiali sintetici

Dalla metà degli anni cinquanta, con lo sviluppo della chimica, si resero disponibili supporti sintetici per il disegno e la stampa. Carte sintetiche trasparenti, traslucide e opache, colorate e non, si ottengono da acetati e poliesteri.



Foglio di acetato, perfettamente trasparente, adatto per proiezioni su lavagna luminosa e riproduzioni.

MISURATORI

• Strumenti per misure lineari

Righelli con scale metriche sono noti da tempi lontanissimi (Mesopotamia ed Egitto).

In legno, metallo, dall'800 in cellulose e alluminio, quindi in acrilico, ancora oggi sono di larghissimo impiego.

Le squadre da disegno sono stampate quasi sempre con scale metriche.

Particolari righelli metrici sono gli scalimetri, righelli con misure in diverse scale, realizzati già dal XV secolo.



Cubito egizio in legno del X sec. a.C. (Museo del Louvre a Parigi).



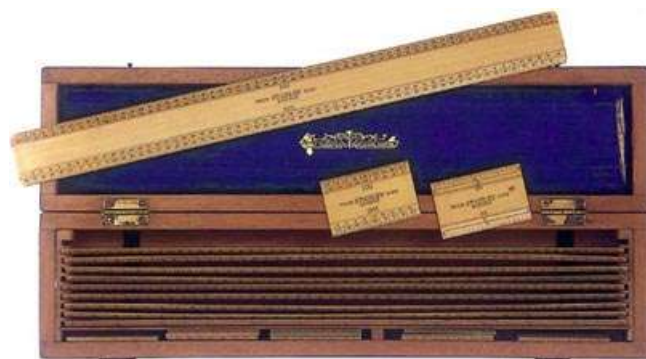
Righello millimetrato in legno degli anni '50.



Scalimetro in avorio (XVIII sec.).



Scalimetro in avorio (XIX sec.).



Scatola contenente serie di scalimetri in legno della Stanley (inizi del XX sec.).



Scalimetro triangolare in plastica (contemporaneo).

• Strumenti per misure angolari

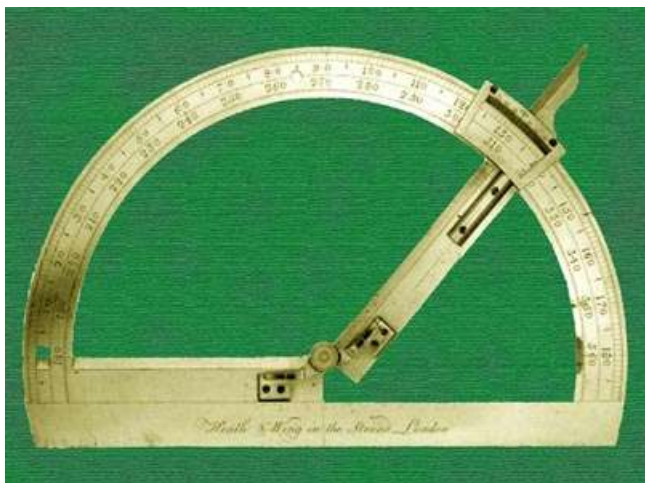
Goniometri di forma circolare, semicircolare o rettangolare sono noti dal '400. Dal '500 vennero in uso goniometri con braccio articolato, incernierato sul centro della scala angolare. Goniometri di precisione si ottennero nel XVII secolo con l'invenzione del *nonio*, scala aggiuntiva per le frazioni di grado, ad opera di Paul Vernier nel 1631. Dall'800 si produssero goniometri inseriti su squadre (in particolare squadre nautiche).



Goniometro in argento (1709).



Goniometro in argento su placca rettangolare (1770).



Goniometro di precisione con nonio (1750).



Squadretta nautica in acrilico con goniometro (fine XX sec.).

COPIATORI E RAPPORTATORI

• Strumenti di copiatura

Il compasso, in particolare quello a due punte, è stato dalle origini uno strumento di riporto delle misure lineari. Per copiare disegni sul piano si impiegavano *compassi a tre punte*, in uso dal '500, che servivano a riportare tre punti alla volta, secondo il metodo della *trilaterazione*, ancora oggi usato nel rilievo topografico.

Altri strumenti di copiatura erano:

- il punteruolo e il bulino, per realizzare piccoli fori su punti cospicui del disegno da copiare, in modo da lasciare tracce sul foglio sottostante, sul quale poi si univano i punti mediante linee; è un metodo che si diffuse a partire dal '400, quando era pratica comune nel mondo dell'arte. Infatti spesso si realizzavano affreschi mediante cartoni preparatori, foratura e spolvero di carbone (tecnica dello *spolvero*).
- punte da ricalco, che si ripassavano sul disegno in modo da lasciare sul foglio sottostante un solco da ripassare; la tecnica del ricalco ebbe grande diffusione da quando si utilizzò la *carta copiativa* (1806) nel disegno e nelle macchine dattilografiche. Ancora oggi esistente, essa consiste in fogli leggeri cosparsi su una faccia di uno strato di inchiostro colorato o nero (in questo caso si parla di *carta carbone*).



Punteruolo da dipinto di H. Holbein (1528).

Compasso a tre punte (XVII sec.).



Stilo da ricalco da un'incisione di G. Pomodoro (1599).

Questi sistemi di copiatura furono soppiantati nel disegno tecnico da metodi chimici (cianografia, eliografia, ecc.).

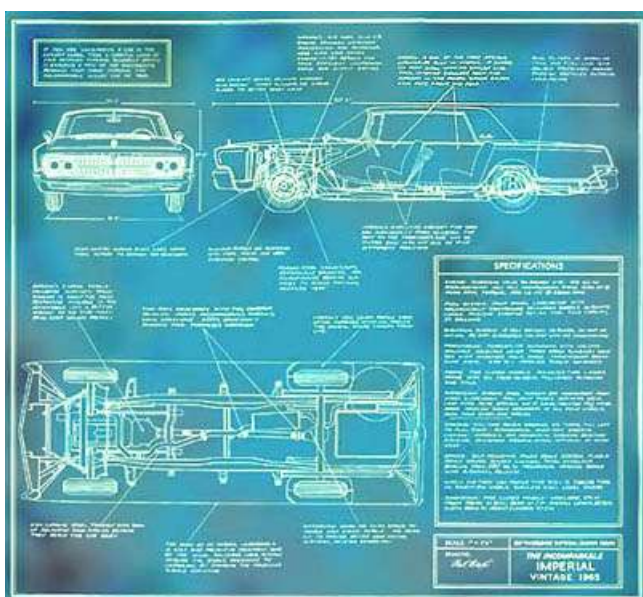
La *cianografia* è un processo chimico, inventato da John Herschel nel 1822 e diffuso dal 1880, consiste nell'esposizione alla luce ultravioletta di carta cosparsa di una emulsione di sali di ferro (ferrocianuro di potassio); il colore di questi sali vira dal giallo pallido al blu. Le stampe ottenute con questo metodo (commerciale dal 1880) presentavano linee bianche su fondo blu, donde il nome inglese di *blueprint*.

Successivamente si sviluppò un processo analogo, l'*eliografia* o *diazografia*, che si serviva di carta fotosensibile ai sali di ferro, sviluppata in vapori ammoniacali; il disegno appariva nero o color seppia su fondo bianco.

La scarsa durevolezza delle riproduzioni cianografiche ed eliografiche era compensata da una notevole economicità.

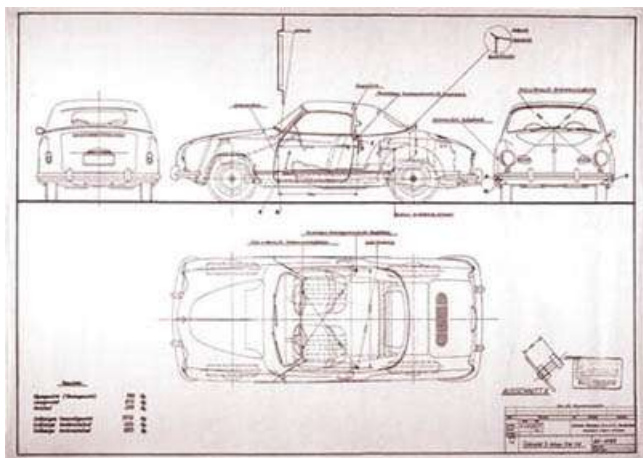


Cianografia artistica di Anna Atkins del 1844, primi passi verso la fotografia.



Cianografia di progetto di auto (1955).

Fino ad anni recenti l'eliografia è stata la principale tecnica di riproduzione dei disegni tecnici. Lo sviluppo della fotocopiatura a secco (xerografia) dal 1960 e poi della stampa digitale hanno eclissato l'eliografia.



Eliografia color seppia di progetto di auto (anni '60).

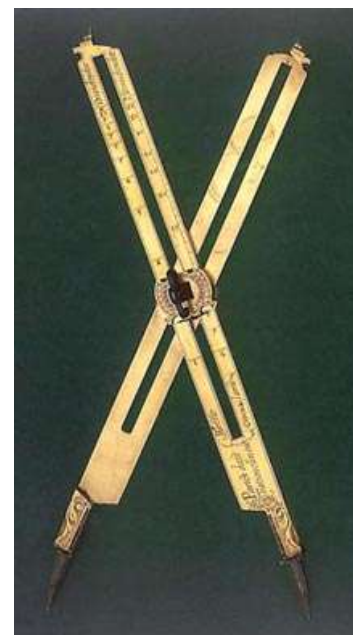
• Strumenti rapportatori (per ingrandimento e riduzione)

Compassi rapportatori, costituiti da aste che superano il punto di snodo, furono impiegati sin dall'antichità greca e romana (vedi foto), di cui si hanno reperti o descrizioni (Erone nel V sec. d.C.). Compassi di questo tipo potevano avere la cerniera fissa (e quindi un preciso rapporto di ingrandimento o riduzione), oppure mobile (con vite di fissaggio) per avere rapporti variabili.

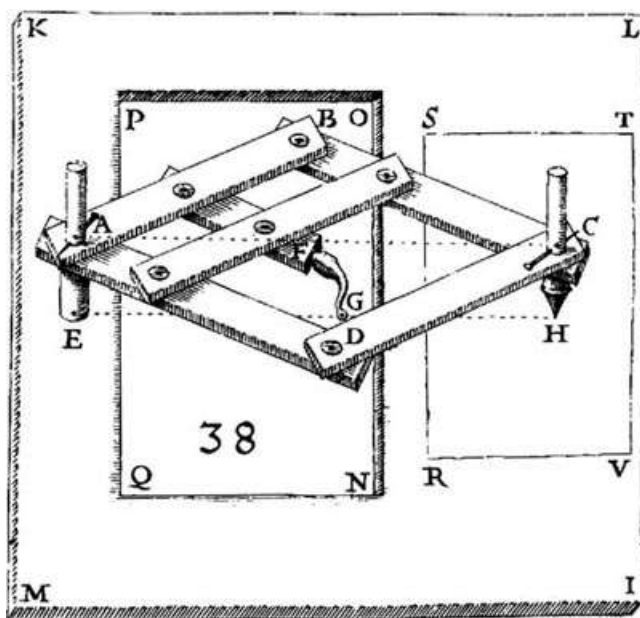
Il *pantografo* fu inventato da Christoph Scheiner nel 1603; era fondamentalmente un parallelogramma articolato con aste di legno e tre punte: una da fissare sul piano, una che seguiva i contorni del disegno originale e l'altra per tracciare la copia in scala. Tra le molte varianti realizzate, soprattutto dal '600 all'800, vanno ricordate quelle con articolazioni regolabili in modo da ottenere diversi rapporti di ingrandimento o riduzione. Oltre al legno, venivano impiegati metalli (acciaio, bronzo, ottone) e, in anni recenti, anche l'acrilico, per versioni economiche.



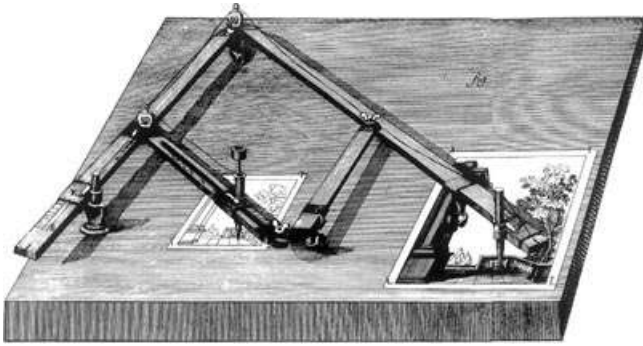
In alto, compasso rapportatore in bronzo di età romana (I sec. d.C.).



A destra, compasso rapportatore in ottone dorato (inizi del XVII sec.).



Pantografo di C. Scheiner nella illustrazione dal suo libro *Pantographiche* del 1631.



Pantografo in una illustrazione della *Encyclopédie* di Diderot e D'Alembert del 1762.



Pantografo economico in plastica (anni '80).

MACCHINE

• Macchine prospettiche

Fin dai primi trattati teorici sulla prospettiva traspariva la tendenza a rendere la descrizione di questa nuova scienza funzionale ad usi pratici da parte di pittori o architetti. A questi artisti non interessava la giustificazione teorica dei vari procedimenti prospettici, ma solo una chiara e semplice esposizione che ne facilitasse la padronanza tecnica per applicazioni anche complesse.

Già il *De Pictura* di Alberti, primo trattato di questa disciplina, manifesta un chiaro intento divulgativo ad uso degli artisti; non è un caso che esso fu redatto sia in latino sia in lingua volgare, proprio per facilitarne la comprensione da parte di artisti formati in botteghe artigiane e scarsamente acculturati.

Nel trattato di Alberti, oltre ad uno stile semplice ed efficace, incomincia ad affacciarsi anche la descrizione di *macchine prospettiche* (o *prospettografi*); il *velo* che egli propone ha soprattutto l'intento di fornire una prova sperimentale della validità della prospettiva, come «intersecazione» della piramide visiva con il quadro.

Il *velo* di Alberti è sostanzialmente un telaio di legno con fili (di cordicelle o di rame) che formano una griglia quadrata; la posizione dei diversi punti dell'immagine nella griglia viene riportata dall'osservatore su un foglio quadrato. Questo dispositivo di scarsa utilità pratica, data la mobilità della posizione dell'occhio, ebbe in seguito ingegnose varianti tecniche che fecero la fortuna della prospettiva nel mondo delle arti applicate.

Leonardo da Vinci descrive una macchina prospettica più efficace, il «*vetro*». «Abbi un vetro grande come uno mezzo foglio regale e quello ferma bene dinanzi ali occhi tua, cioè tra l'occhio e la cosa che tu vuoi ritrare, e di poi ti poni lontano col occhio al detto vetro $\frac{2}{3}$ di braccio, e ferma la testa con uno strumento in modo che non possi muovere punto la testa; dipoi serra o ti copri un occhio, e col penello o con lapis a matita macinata segna in sul vetro ciò che di

là appare e poi lucida con la carta dal vetro e spolverizzata sopra bona carta e dipingila, se ti piace, usando bene la prospettiva aerea». Questo nuovo dispositivo consente di fissare la posizione dell'occhio, disegnare direttamente su vetro, quindi *lucidare* il disegno su carta e riportarlo con la tecnica dello *spolvero* [vedi scheda sulla copiatura] sulla superficie da dipingere.

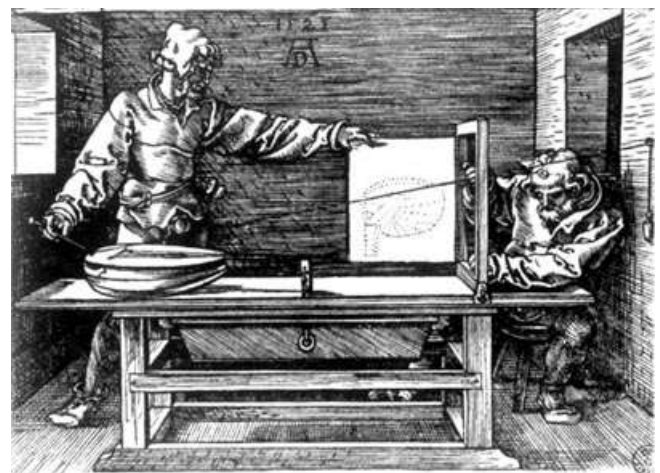
Dalla fine del '400 si moltiplicarono le opere divulgative delle tecniche prospettiche; trattati pratici, *manuali* ad uso degli artisti furono scritti da grandi o modesti ingegni.



Il *velo* di Alberti secondo la versione di Albrecht Dürer (1538), che aggiunge il miraglio a forma di obelisco per fissare la posizione dell'occhio.



Il *vetro* di Leonardo da Vinci (1510).



Lo *sportello* in una incisione di Dürer (1514).

Tra questi manuali quello che conobbe la fama più vasta e duratura fu *Le due regole della prospettiva pratica* del Vignola, pubblicato postumo nel 1583 con commenti di Egnazio Danti, matematico di grande levatura.

In questo trattato trovò spazio anche la descrizione di una tecnica di tracciatura di prospettive, invenzione del Vignola; essa consisteva nell'impiego di due regole, uno imperniato nel punto di fuga e l'altro nel punto di distanza, per evitare la tracciature delle linee di costruzione, che avrebbero arrecato confusione al disegno.

Questa sorta di prospettografo si andava ad aggiungere a quelli già noti e che conobbero grande fortuna ed evoluzione fino a tutto il XVIII secolo.



Il *vetro* in una variante con mirino vincolato da un filo, in una incisione di Dürer (1481).

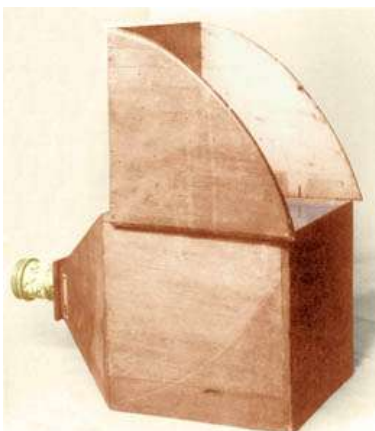
Le macchine prospettiche inventate da Alberti e da Leonardo in forme semplici furono trasformate in congegni sempre più efficaci e complessi. Una delle versioni più famose fu lo *sportello* di Dürer. Esso era costituito da un telaio con due fili mobili che intersecandosi definivano un punto; l'operatore manovra un filo legato in punto fisso e ne sposta l'estremità sui punti dell'oggetto da rappresentare, consentendo così ad un collaboratore di regolare i fili del telaio. Il punto individuato dai due fili viene poi segnato su uno sportello incernierato sul telaio e provvisto di foglio da disegno.



Strumento prospettico da *Le due regole della prospettiva pratica* del Vignola (1583).

Molte altre varianti allo *sportello*, al *velo* e al *vetro* furono inventate da ingegnosi prospettici.

È infine da ricordare che nel XVIII secolo prese piede l'uso della *camera oscura*, una sorta di progenitrice della macchina fotografica. Essa consisteva in una scatola con un foro provvisto di lenti, che riproducevano sul fondo della camera un'immagine rovesciata dell'inquadratura; con vetri e specchi si poteva facilitare la lucidatura da parte del disegnatore. Molti *vedutisti* si servirono della camera oscura, in particolare il Canaletto, la cui grandezza però non è dovuta a questa tecnica; l'uso di questi espedienti non poteva infatti sopperire alla carenza di genio, come acutamente osservava Leonardo: «Ce n'è alcuni che per vetri ed altre carte, o veli trasparenti riguardano le cose fatte dalla natura et quivi nelle superfittie delle trasparenzie le profilano ma questa tale invenzione è da essere vituperata in quelli che non sanno per sé ritrarre né discorrere con l'ingegno loro e questi sono poveri e meschini d'ogni loro invenzione o componimento di storie, la qual cosa è il fine di tale scienza.»



Camera oscura di proprietà del Canaletto (1697-1768).

• Computer

Nella seconda metà del '900 apparve questa macchina rivoluzionaria, che dall'iniziale ambito del calcolo invase presto il campo del disegno. I primi programmi di costruzione dell'immagine grafica furono quelli di tipo *paint* che realizzavano disegni *bitmap*, di scarso interesse per la qualità richiesta dal disegno tecnico. Negli anni settanta si misero a punto specifici *programmi vettoriali* (l'immagine è costruita tramite coordinate ed equazioni), tra i quali il CAD (Computer Aided Design), realizzato per la prima volta al MIT di Boston. Negli anni ottanta apparvero i primi personal computer, gradualmente più potenti, economici, con interfaccia utente amichevole, con eccellenti qualità di visualizzazione grafica.

I personal computer lavoravano grazie a *Sistemi operativi* che dialogavano con l'utente, inizialmente mediante istruzioni da tastiera (MS-DOS), in seguito attraverso mouse o tavoletta grafica, icone e finestre (Mac-OS e Windows).

Attraverso la diffusione dei personal computer i programmi CAD, dall'ambito ristretto degli uffici di progettazione delle grandi aziende, negli anni novanta dilagarono nel mondo dei professionisti (architetti, ingegneri); nel 1990 furono vendute 500.000 copie di AutoCad.

Condizione fondamentale per la diffusione del CAD fu lo sviluppo dei *plotter*, periferiche di stampa ad alta qualità e velocità. A partire dal 1959, la commercializzazione dei plotter si estese dagli ambienti di ricerca scientifica e militare



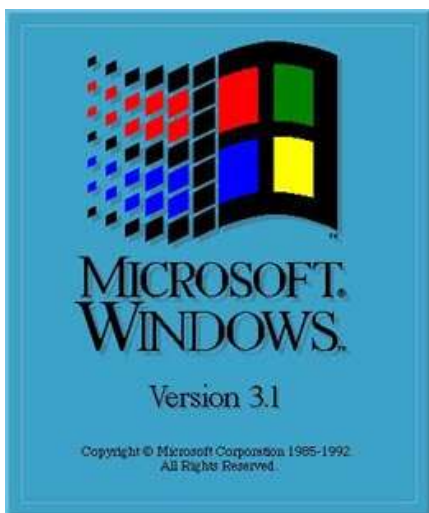
Il primo personal computer, *Lisa* della Apple (1978).



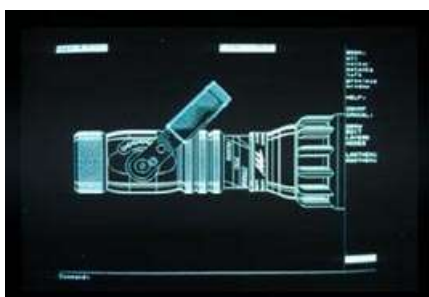
Il *Macintosh Plus* della Apple, primo personal in grado di usare programmi CAD (1984).



L'Amiga 500 della Commodore aprì nei personal computer la strada della grafica a colori, con eccellente qualità nella visualizzazione(1986).



Windows nasce nel 1985, ma con la versione 3.0 del 1990 conosce il grande successo, fino a diventare un sostanziale monopolista dei sistemi operativi.



Videata di Autocad 2.1 della Autodesk (1985), che operava mediante comandi da tastiera e qualche menu.



Con Autocad 2000 si impartiscono istruzioni con menu, finestre e tavolozze.

a quelli delle professioni grafiche; negli anni '80 qualità e dimensioni dei plotter consentivano ai progettisti di stampare ottimi elaborati grafici.

Mentre inizialmente i programmi CAD potevano operare esclusivamente nel piano bidimensionale (*disegno 2D*), successivamente riuscivano a creare entità tridimensionali (*disegno 3D*). Lo sviluppo impetuoso delle tecnologie infor-



Ricercatori della Calcomp per lo sviluppo di plotter per il CAD (1960).



Ricercatrice della Calcomp per lo sviluppo di tavolette grafiche per il CAD (1960).



Il plotter Calcomp 565 aprì la strada alla diffusione commerciale di questo tipo di periferica di stampa (1959).



Attuale plotter professionale di grandi dimensioni e ottima qualità di stampa.

matiche ha portato ad elaborazioni grafiche molto complesse che forniscono restituzioni fotorealistiche (*rendering, ray tracing*) degli oggetti disegnati.



Con i programmi di raytracing (in questo caso *3DStudio*) si hanno restituzioni fotorealistiche di ottima qualità.



Con l'*iMac* della Apple, il personal computer diventa anche un oggetto di arredo (1998).

INDICE

Premessa	pag. 1
Evo antico e Medioevo	
Mesopotamia ed Egitto	pag. 1
Grecia e Roma	pag. 2
Evo moderno	
Rinascimento	pag. 2
Barocco	pag. 3
Evo contemporaneo	pag. 3
Tracciatori	
Matita	pag. 4
Penna	pag. 5
Compasso	pag. 6
Guide	
Riga	pag. 8
Squadra	pag. 9
Curvilineo	pag. 10
Piani di lavoro	
Tavolo da disegno	pag. 11
Tavoletta portatile	pag. 13
Supporti	
Papiro	pag. 13
Pergamena	pag. 13
Carta	pag. 14
Misuratori	
Strumenti per misure lineari	pag. 15
Strumenti per misure angolari	pag. 16
Copiatori e rapportatori	
Strumenti di copiatura	pag. 16
Strumenti rapportatori	pag. 17
Macchine	
Macchine prospettiche	pag. 18
Computer	pag. 19