CAPITOLO

1

Strumenti, norme e linguaggio del disegno

«Punto è ciò che non ha parti.» — Euclide, Elementi, libro I, definizione 1 (traduzione nostra)

OBIETTIVI

1. Riconoscere il disegno tecnico come linguaggio preciso e condiviso, distinto dallo schizzo, ed eseguire a mano libera lo schizzo di figure semplici e di oggetti, anche quotato.
2. Scegliere e usare correttamente matite, squadre, compasso e gli altri strumenti.
3. Preparare un foglio: formato, squadratura, cartiglio, tipi di linea e scritturazione.
4. Calcolare con sicurezza in scala, nei due sensi, e costruire una scala grafica.
5. Leggere e scrivere una quotatura semplice rispettando le regole di base.
6. Nominare con esattezza gli enti geometrici fondamentali: punti, rette, angoli, elementi della circonferenza.

INDICE DEL CAPITOLO

1.1 Il disegno, un linguaggio per descrivere lo spazio 2
1.2 Gli strumenti del disegno 4
1.3 Il foglio: formati, squadratura e cartiglio 9
1.4 Linee, scritturazione e ordine del lavoro 12
1.5 Le scale di rappresentazione e la quotatura 14
1.6 Gli enti geometrici fondamentali 17

Disegno e Storia dell'arte 1 · Parte I · Il disegno geometrico · versione 1.0
Capitolo 1: Strumenti, norme e linguaggio del disegno · pagine 23–48 del volume completo · estratto per lo studio

Prova a spiegare a un amico come è fatta la tua camera usando soltanto le parole: dove sta la porta, quanto è larga la finestra, a che distanza dal muro c'è il letto. Dopo pochi minuti ti accorgerai che le parole non bastano, e prenderai istintivamente una penna per tracciare un rettangolo con qualche segno dentro. In quel momento stai usando il linguaggio più antico e più universale che l'essere umano abbia inventato per descrivere lo spazio: il disegno.

In questo capitolo impariamo le regole di base di questo linguaggio. Come ogni lingua, anche il disegno tecnico ha un suo «alfabeto» (le linee, i segni, le lettere), una sua «grammatica» (le norme che stabiliscono come si usano) e un suo «vocabolario» (gli enti geometrici: punto, retta, angolo, circonferenza). Prima però dobbiamo conoscere gli attrezzi del mestiere: matite, squadre e compasso, che accompagneranno tutto il tuo lavoro di quest'anno. Le costruzioni geometriche vere e proprie cominceranno nel cap. 2; qui prepariamo il terreno, perché un disegno preciso nasce sempre da strumenti ben tenuti e da un foglio ben organizzato.

1.1 Il disegno, un linguaggio per descrivere lo spazio

1.1.1 Disegnare per capire e per comunicare

Disegniamo per due ragioni diverse. La prima è **capire**: quando osserviamo un edificio, una pianta o un oggetto e lo riportiamo sul foglio, siamo costretti a guardarlo davvero, a misurarne le parti, a capire come si collegano tra loro. La seconda è **comunicare**: un progetto deve passare dalla mente di chi lo ha pensato alle mani di chi lo realizzerà, e spesso queste persone non si conoscono nemmeno. Un ingegnere a Milano può disegnare un pezzo che verrà prodotto in un'officina in Giappone: perché ciò funzioni, il disegno deve essere comprensibile a chiunque conosca le stesse regole, indipendentemente dalla lingua parlata.

Per questo il disegno tecnico è un linguaggio **convenzionale** e **normato**: tipi di linee, formati dei fogli, modo di scrivere le misure sono fissati da norme tecniche. In Italia l'ente che pubblica le norme è l'UNI (Ente Italiano di Normazione); molte norme sono comuni all'Europa (sigla EN) e al mondo intero (sigla ISO). Per questo troverai sigle come «UNI EN ISO 216», che indicano una norma internazionale adottata anche in Europa e in Italia.

1.1.2 Schizzo e disegno tecnico

Non tutti i disegni sono uguali. Lo **schizzo** è un disegno a mano libera, rapido, eseguito senza strumenti: serve a fissare un'idea, a prendere appunti davanti a un monumento, a ragionare su una forma. Può essere molto espressivo, ma non è misurabile con precisione. Il **disegno tecnico**, invece, è eseguito con strumenti (o al computer), secondo norme precise e in una scala di-

chiarata: da esso si devono poter ricavare le misure reali dell'oggetto. Architetti e ingegneri usano entrambi: lo schizzo nella fase dell'invenzione, il disegno tecnico in quella della definizione e della costruzione.

Nei capitoli di storia dell'arte di questo libro vedrai molte *piante* e molti *alzati* di templi, tombe e basiliche: sono disegni tecnici, e saperli leggere ti permetterà di capire un edificio meglio che da una fotografia.

APPROFONDIMENTO

Vitruvio e i tre modi di rappresentare un edificio

L'architetto romano Vitruvio, nel trattato *De architectura* (seconda metà del I sec. a.C., dedicato ad Augusto), distingue tre modi di rappresentare un edificio. L'*ichnographia* è il disegno della pianta, tracciato con riga e compasso; l'*orthographia* è l'immagine della facciata vista di fronte, cioè l'alzato; la *scaenographia* è una veduta che mostra la facciata e i fianchi che si allontanano verso il fondo. A distanza di duemila anni le prime due corrispondono ancora alle viste che imparerai nel metodo delle proiezioni ortogonali (cap. 5); la terza anticipa la prospettiva, che studierai il prossimo anno.

1.1.3 Lo schizzo a mano libera

Prima di prendere riga e compasso conviene imparare a disegnare senza. Lo schizzo allena l'occhio a vedere le proporzioni e la mano a tracciare linee sicure, ed è il modo più rapido per prendere appunti davanti a un oggetto o a un monumento. Bastano una matita morbida (HB o B), impugnata un po' più lontano dalla punta che per scrivere, e un foglio fissato a un piano rigido. Alcuni accorgimenti aiutano molto:

- **linee rette**: segna i due estremi con un puntino e traccia la linea muovendo tutto il braccio, non solo il polso, con lo sguardo sul punto d'arrivo; una linea lunga si costruisce con tratti leggeri che si sovrappongono, poi si ripassa;
- **parallele e perpendicolari**: usa come riferimento i bordi del foglio, a cui le orizzontali e le verticali devono restare parallele;
- **circonferenze**: disegna leggero un quadrato con le mediane e le diagonali; segna gli estremi delle due mediane e, sulle diagonali, quattro punti a circa 7/10 della distanza tra il centro e i vertici; unisci gli otto punti con una curva continua;
- **proporzioni**: per confrontare le parti di un oggetto lontano, tieni la matita a braccio teso, sempre alla stessa distanza dall'occhio, e usa il pollice come cursore; misura una parte presa come unità (la larghezza di una finestra, per esempio) e conta quante volte sta nelle altre.

Uno schizzo dal vero procede dal generale al particolare: prima l'**ingombro**, cioè il rettangolo che contiene tutto l'oggetto, con il giusto rapporto tra larghezza e altezza; poi gli **assi** e le divisioni principali; infine i dettagli. All'inizio tutte le linee sono leggere, e si ripassano solo quelle

giuste. Se sullo schizzo scrivi le misure prese con il metro, ottieni uno **schizzo quotato** (o eidotipo): è da qui che si parte per rilevare un oggetto o un edificio e poi ridisegnarlo, con gli strumenti e in scala, come disegno tecnico.

ESEMPIO SVOLTO

Dalla porta dell'aula al disegno in scala

Problema. Disegna la porta della tua aula prima a mano libera, poi con gli strumenti in scala 1:20. Supponi che misuri 90 × 210 cm.

Soluzione. Il rapporto tra larghezza e altezza è 90 : 210 = 3 : 7. Nello schizzo traccia leggero un rettangolo che rispetti questo rapporto, per esempio largo 3 cm e alto 7 cm, controllandolo a occhio con la matita; aggiungi l'asse verticale, la maniglia e il telaio, poi scrivi le misure reali: è lo schizzo quotato. Per il disegno in scala 1:20 dividi le misure per 20: 900 mm : 20 = 45 mm e 2100 mm : 20 = 105 mm. Con riga e squadre traccia il rettangolo di 45 × 105 mm e riporta le quote reali, 90 e 210 cm, espresse in millimetri: 900 e 2100.

1.2 Gli strumenti del disegno

1.2.1 Il piano di lavoro e la carta

Si disegna su una superficie piana, rigida e liscia: un tavolo da disegno, una tavoletta oppure, nei laboratori, un tecnigrafo, cioè un tavolo inclinabile con un braccio snodato che porta righe sempre parallele a sé stesse. Il foglio si fissa agli angoli con nastro adesivo di carta, che si stacca senza strappare.

La carta da disegno si distingue per superficie e spessore. La carta **liscia** è adatta al disegno tecnico a matita e a china, perché il tratto vi scorre uniforme; la carta **ruvida** (con «grana») trattiene la grafite e il colore ed è preferita per lo schizzo, il chiaroscuro e l'acquerello. Lo spessore si esprime con la **grammatura**, cioè la massa in grammi di un metro quadrato di foglio (g/m²): la carta per fotocopie pesa di solito 80 g/m², mentre i fogli da disegno scolastici sono molto più robusti, spesso intorno ai 200–220 g/m², così da sopportare le cancellature senza rovinarsi.

1.2.2 Matite, mine e gomme

La **mina** di una matita è un impasto di grafite e argilla: più argilla contiene, più è dura e lascia un segno chiaro e sottile; più grafite contiene, più è tenera e lascia un segno scuro e largo. La durezza è indicata da una sigla. La lettera **H** (dall'inglese *hard*, duro) indica le mine dure, la lettera **B** (*black*, nero) quelle tenere; tra le due stanno **HB** e **F** (*fine*), di durezza media. Il numero davanti alla lettera indica il grado: una 4H è più dura di una 2H, una 6B è più tenera di una 2B. La scala completa va da circa 9H a 9B (Tavola E.3 in appendice).

Nel disegno tecnico servono soprattutto due mine: una dura (H o 2H) per le linee di costruzione, leggere e precise, e una media (HB o F) per il ripasso delle linee definitive e per le scritte. Molti studenti preferiscono il **portamine**, una matita meccanica che usa mine sottili di diametro costante (0,5 mm è il più comune; esistono anche 0,3, 0,7 e 0,9 mm): non va mai temperato e dà un tratto di spessore uniforme. Le matite di legno vanno invece tenute appuntite con il temperamatite; per affilare la mina del compasso si usa un pezzetto di carta abrasiva fine.

La gomma deve essere morbida, bianca, pulita: una gomma sporca trascina la grafite e lascia aloni. Si cancella sempre in una sola direzione, tenendo fermo il foglio con l'altra mano.

> **DA RICORDARE**
>
> **H** = dura, segno chiaro e sottile (costruzioni). **B** = tenera, segno scuro e largo (schizzi, chiaroscuro). **HB** e **F** = medie (linee definitive e scritte). Più alto è il numero, più la mina è lontana dal centro della scala: 4H è più dura di 2H, 4B è più tenera di 2B.

1.2.3 Riga e squadre

La riga serve a tracciare segmenti rettilinei e a misurarli; deve essere graduata in millimetri, trasparente e con il bordo diritto e integro. Una riga scheggiata produce linee scheggiate.

Le **squadre** sono due triangoli rettangoli di plastica trasparente (fig. 1.1). La **squadra a 45°** è un triangolo rettangolo isoscele: ha un angolo retto e due angoli di 45°. La **squadra a 30°/60°** è un triangolo rettangolo con angoli di 30°, 60° e 90°: è esattamente la metà di un triangolo equilatero tagliato lungo un'altezza, per questo il suo cateto minore è lungo la metà dell'ipotenusa. Le due squadre si usano quasi sempre insieme, o appoggiate a una riga.

Il trucco più importante è lo **scorrimento**. Si appoggia un lato della squadra contro una riga tenuta ferma e si traccia una retta lungo un altro lato; poi si fa scorrere la squadra lungo la riga e si traccia un'altra retta: poiché la squadra ha mantenuto la stessa inclinazione, le due rette sono **parallele** (fig. 1.2a). Se si traccia la retta lungo il cateto perpendicolare alla riga, si ottengono rette **perpendicolari** alla riga e parallele tra loro (fig. 1.2b). Al posto della riga può fare da guida la seconda squadra: è il modo più comodo per tracciare parallele e perpendicolari a una retta inclinata qualsiasi.

Con le squadre si possono anche costruire angoli, sommando o sottraendo quelli che esse contengono (tabella 1.1). Per esempio, accostando l'angolo di 45° della prima squadra all'angolo di 30° della seconda si ottiene un angolo di 75°; sovrapponendo l'angolo di 45° a quello di 60° si legge la differenza, 15°.

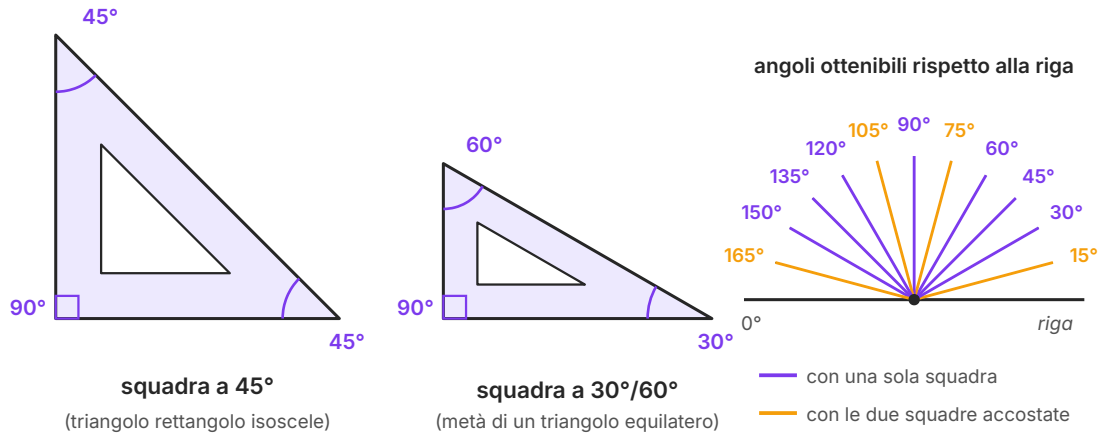

Figura 1.1 Le due squadre e gli angoli che permettono di tracciare. Appoggiando una squadra alla riga si ottengono 30°, 45°, 60°, 90° e i loro supplementari 120°, 135°, 150°; accostando le due squadre si ottengono anche 15°, 75°, 105° e 165°: tutti i multipli di 15° tra 0° e 180°.

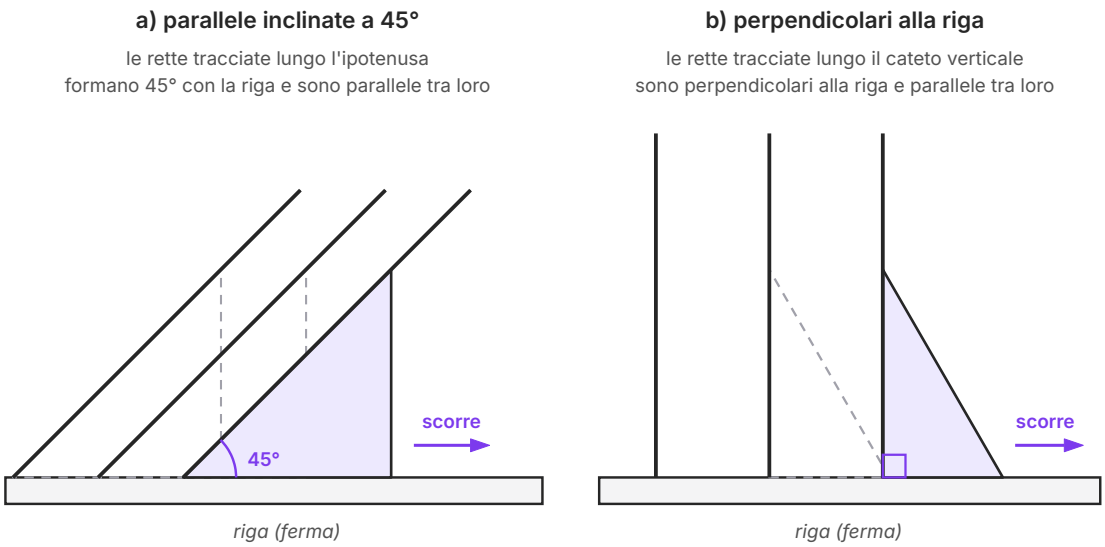

Figura 1.2 Parallele e perpendicolari con riga e squadre. La riga resta ferma e la squadra scorre appoggiata a essa: ogni posizione (in grigio tratteggiato le precedenti) dà una retta parallela alle altre.

Tabella 1.1 Angoli che si ottengono con le due squadre, misurati a partire dalla riga orizzontale.

Angolo	Come si ottiene	Angolo	Come si ottiene
15°	60° − 45° (oppure 45° − 30°)	105°	60° + 45°
30°	squadra 30°/60°	120°	180° − 60°
45°	squadra a 45°	135°	180° − 45°
60°	squadra 30°/60°	150°	180° − 30°
75°	45° + 30°	165°	180° − 15°
90°	angolo retto di una squadra	180°	la riga stessa (angolo piatto)

ERRORE FREQUENTE

Tracciare una «perpendicolare» a occhio, o appoggiando la squadra direttamente su una linea già disegnata senza una guida ferma. La squadra ruota di qualche grado e l'errore si accumula: dopo tre o quattro passaggi il rettangolo non si chiude più. La regola è semplice: **una squadra si muove solo scorrendo contro una guida ferma** (la riga o l'altra squadra).

1.2.4 Goniometro e compasso

Il **goniometro** è lo strumento per misurare e riportare gli angoli; quello scolastico è di solito un semicerchio graduato da 0° a 180° (esistono anche goniometri circolari a 360°). Per misurare un angolo si fa coincidere il centro del goniometro con il vertice e la linea dello zero con un lato, poi si legge il valore dove passa l'altro lato, facendo attenzione a leggere la scala che parte da zero.

Il **compasso** serve a tracciare circonferenze e archi e, cosa altrettanto importante, a **riportare lunghezze** senza misurarle con la riga. È formato da un'impugnatura, una testa con lo snodo e due gambe: una porta la punta metallica (l'ago), l'altra la mina (fig. 1.3). La distanza tra ago e mina, cioè l'apertura, è il raggio della circonferenza. Perché il compasso disegni bene bisogna curare tre cose:

- la mina, di durezza media o dura, va affilata «a scalpello», cioè con una sola faccia piana ottenuta strofinandola sulla carta abrasiva: lo spigolo sottile traccia una linea fine e costante;
- a compasso chiuso l'ago deve sporgere appena rispetto alla mina, perché quando si pianta nel foglio penetra di una frazione di millimetro;
- il compasso si tiene per l'impugnatura e si ruota in un solo verso, inclinandolo leggermente nella direzione del movimento, senza premere sull'ago.

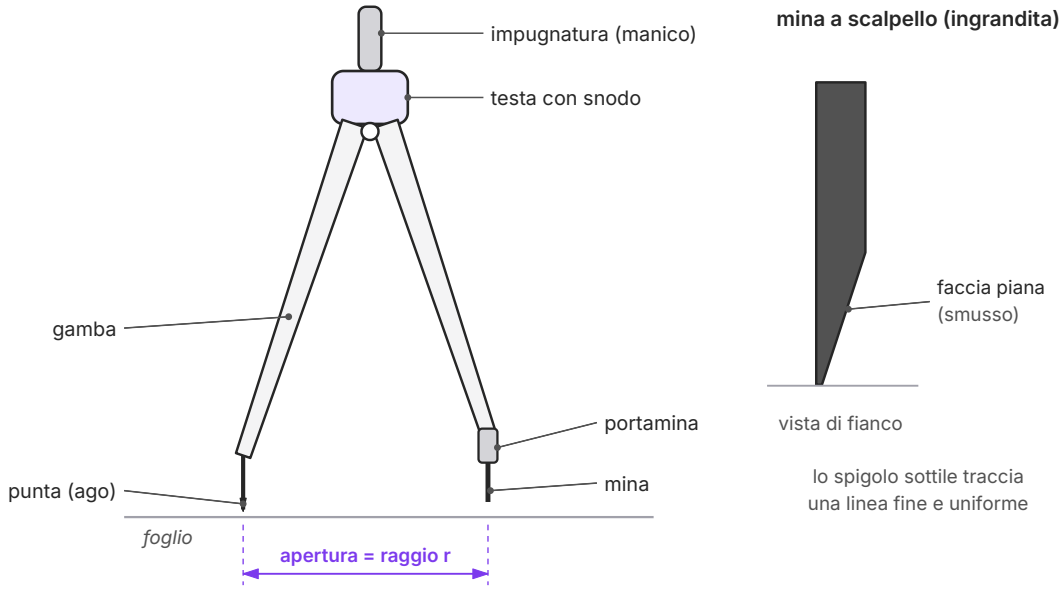

Figura 1.3 Schema del compasso e della mina a scalpello. L'apertura del compasso, misurata tra la punta e la mina, è il raggio della circonferenza tracciata.

Per i cerchi molto piccoli si usano il **balaustrone** e il balaustrino, compassi con una vite di regolazione che mantiene l'apertura senza scatti; per i cerchi molto grandi si inserisce nel compasso una **prolunga**, un'asta che allunga la gamba della mina.

1.2.5 Curvilinei, normografi e computer

Alcune curve non sono archi di circonferenza e non si tracciano con il compasso: per raccordarne i punti si usa il **curvilineo**, una sagoma di plastica dal contorno variabile, che si appoggia di volta in volta al tratto di curva da ripassare. Il **normografo** è invece una mascherina con lettere e numeri traforati, utile per eseguire scritte regolari di altezza normalizzata.

Oggi la grande maggioranza dei disegni professionali si esegue al computer con programmi **CAD** (dall'inglese *Computer-Aided Design*, progettazione assistita dal calcolatore). Nel CAD si disegna con le misure reali e si sceglie la scala solo al momento della stampa; gli strumenti tradizionali diventano comandi («parallela», «perpendicolare», «cerchio per tre punti»). Ma la logica è la stessa: chi conosce le costruzioni con riga e compasso capisce che cosa il programma sta facendo e si accorge quando il risultato è sbagliato. Per questo, al liceo, si impara prima a mano.

1.3 Il foglio: formati, squadratura e cartiglio

1.3.1 I formati della serie A

I fogli usati nel disegno tecnico hanno dimensioni unificate, fissate dalla norma UNI EN ISO 216: sono i **formati** della serie A. Il formato più grande, A0, ha un'area di circa un metro quadrato (841 × 1189 mm). Tagliando a metà il lato lungo dell'A0 si ottengono due fogli A1; dimezzando l'A1 si ottengono due A2, e così via fino all'A4, il foglio di quaderni, stampanti e fotocopie (fig. 1.4; Tavola E.1 in appendice).

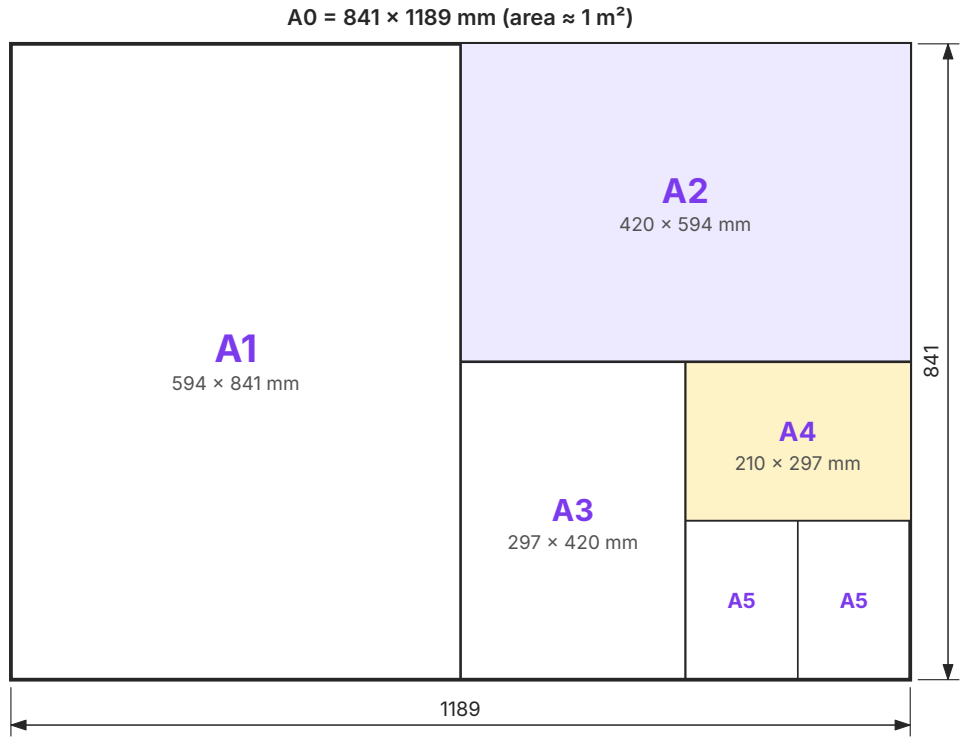

Figura 1.4 I formati della serie A ricavati dall'A0. Ogni formato si ottiene dimezzando il lato lungo del precedente; le misure sono in millimetri e il disegno è in proporzione.

Il sistema funziona grazie a una proprietà geometrica. Il rapporto tra lato lungo e lato corto di ogni formato è sempre lo stesso, circa 1,414, cioè $\sqrt{2}$. Un rettangolo con questo rapporto ha una caratteristica speciale: tagliato a metà, dà due rettangoli **simili** a quello di partenza, cioè con la stessa forma. Puoi verificarlo con l'A4: 297 : 210 ≈ 1,414. Per questo una fotocopiatrice può ridur-

re un A3 su un A4 senza lasciare bordi vuoti: basta un rapporto di riduzione di circa il 71% (cioè $1/\sqrt{2}$).

COLLEGAMENTI

Matematica. Se un rettangolo ha lati a (lungo) e b (corto) e la sua metà ha lati b e $a/2$, la condizione di similitudine è $a : b = b : (a/2)$, da cui $a^2 = 2b^2$, cioè $a/b = \sqrt{2}$. È un bell'esempio di proporzione e di numero irrazionale «nascosto» in un oggetto che usi ogni giorno. Il sistema dei formati fu normalizzato in Germania nel 1922 (norma DIN 476) e poi adottato a livello internazionale.

1.3.2 La squadratura

Prima di disegnare, il foglio va **squadrato**: la **squadratura** è la cornice rettangolare, tracciata con linea continua grossa, che delimita lo spazio del disegno e lascia un margine libero lungo i bordi. Nelle tavole scolastiche su A4 si usa spesso un margine di 10 mm su tutti i lati: la cornice misura allora 190 × 277 mm (fig. 1.5). Si tratta di una convenzione scolastica: alcuni insegnanti preferiscono margini diversi, per esempio un margine sinistro più largo per la rilegatura; segui sempre le indicazioni che ricevi.

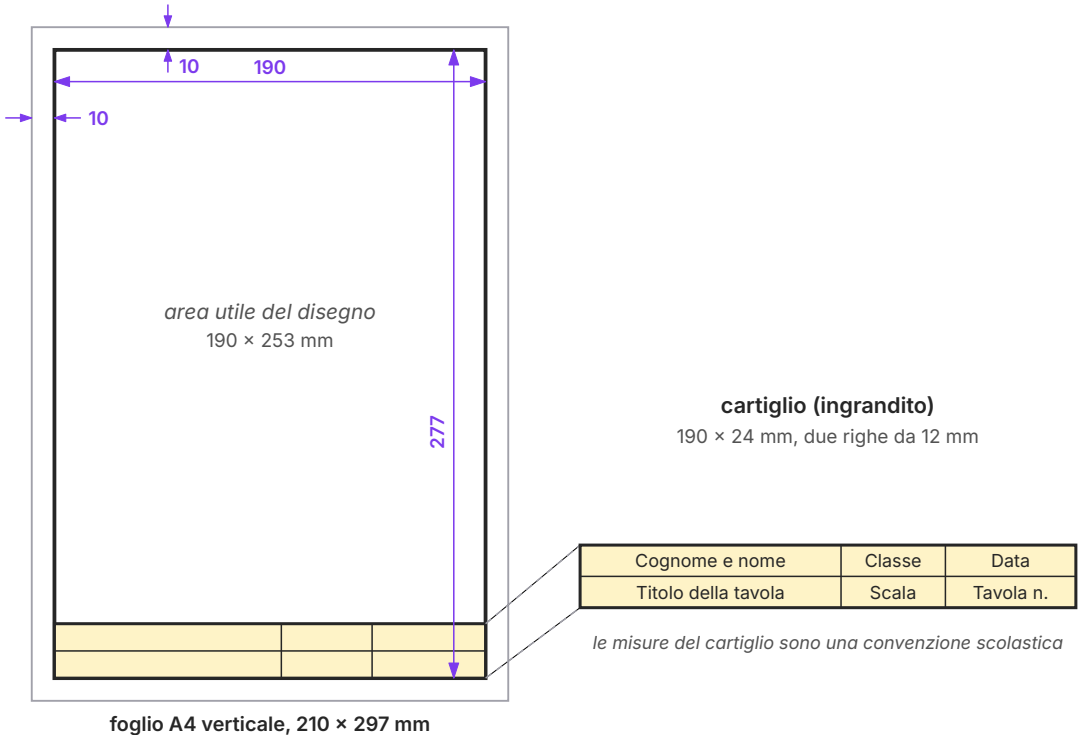

Figura 1.5 Un foglio A4 squadrato con cartiglio. Margini di 10 mm, cornice di 190 × 277 mm e cartiglio di 190 × 24 mm: sono misure di una convenzione scolastica possibile, non di una norma.

Per tracciare la squadratura si misurano i margini a partire da due lati del foglio, si traccia una prima orizzontale con la riga, poi le verticali con la squadra appoggiata alla riga, e si controlla alla fine che le diagonali della cornice siano uguali: se lo sono, la cornice è davvero un rettangolo.

1.3.3 Il cartiglio

Il **cartiglio**, detto anche riquadro delle iscrizioni, è il riquadro, di solito in basso a destra o lungo il lato inferiore della cornice, che contiene i dati della tavola. Nella versione scolastica riporta almeno: cognome e nome, classe, data, titolo della tavola, **scala** e numero della tavola. Un disegno senza cartiglio è come una lettera senza firma né data: non si sa chi l'ha fatto, quando e, soprattutto, in quale scala va letto.

1.4 Linee, scritturazione e ordine del lavoro

1.4.1 I tipi di linea

Nel disegno tecnico ogni linea ha un significato, stabilito dalla norma UNI EN ISO 128. Cambiare tipo di linea è come cambiare parola: una linea tratteggiata al posto di una continua dice una cosa diversa. Le linee si distinguono per **forma** (continua, tratteggiata, mista punto-linea) e per **spessore** (grossa o fine). I tipi che userai più spesso sono quattro (fig. 1.6; elenco completo nella Tavola E.2 in appendice):

- la **continua grossa**, per i contorni e gli spigoli in vista, cioè le parti dell'oggetto che l'osservatore vede;
- la **continua fine**, per le linee di costruzione, di misura e di riferimento;
- la **tratteggiata**, per i contorni e gli spigoli nascosti, che ci sono ma restano dietro altre parti;
- la **mista fine punto-linea**, per gli assi di simmetria e le linee di centro di circonferenze e archi.

Tra linea grossa e linea fine il rapporto di spessore è di **2 : 1**. Gli spessori sono scelti da una serie unificata (0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1 mm…), in cui ogni valore è circa √2 volte il precedente, come per i formati: una coppia tipica per le tavole scolastiche è 0,5 mm per la grossa e 0,25 mm per la fine.

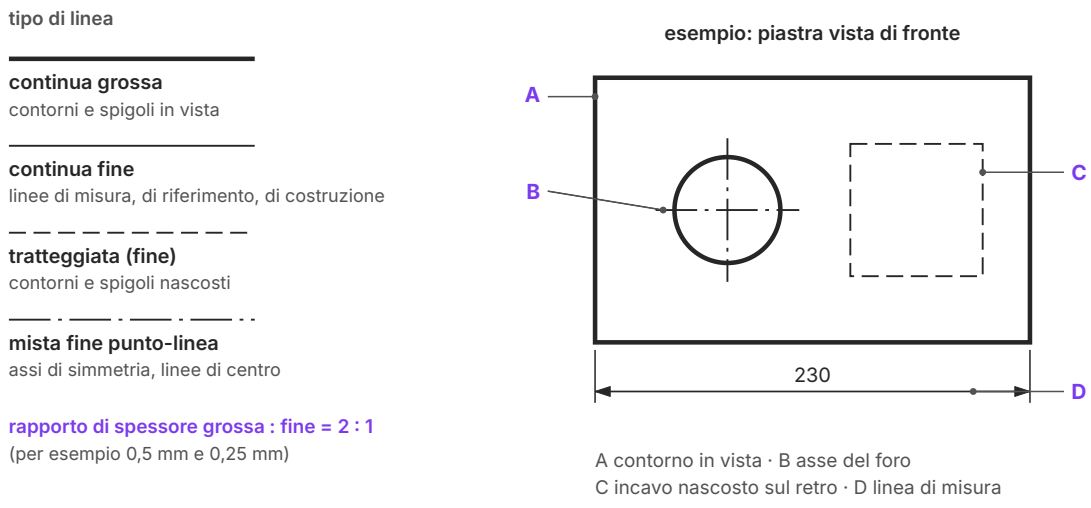

Figura 1.6 I quattro tipi di linea più usati e un esempio d'impiego. Nella piastra vista di fronte il contorno e il foro sono in vista (linea grossa), l'incavo sul retro è nascosto (tratteggiata), gli assi del foro sono linee miste e la quota è in linea fine.

Una buona linea è **uniforme** (stesso spessore e stessa intensità dall'inizio alla fine), **netta** (senza ripassi sfalsati) e **finisce esattamente dove deve**. Con la matita si ottiene ruotando lentamente la matita tra le dita mentre la si trascina, così la mina si consuma in modo uniforme; il tratto si traccia tirando la matita, non spingendola, da sinistra verso destra per le orizzontali e dal basso verso l'alto per le verticali (per chi è mancino, spesso nel verso opposto). Nelle linee tratteggiate e miste i trattini devono avere lunghezza e intervalli regolari, e due linee che si incontrano devono toccarsi con due tratti pieni, non con due spazi vuoti.

1.4.2 La scritturazione

Le scritte di un disegno tecnico (titoli, nomi dei punti, valori delle quote, dati del cartiglio) non sono lasciate alla calligrafia personale. La **scritturazione** tecnica, regolata dalla norma UNI EN ISO 3098, usa un carattere stampatello semplice, senza grazie, verticale oppure inclinato di 15° rispetto alla verticale. Le altezze dei caratteri sono unificate: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 mm, ancora una volta in progressione di circa $\sqrt{2}$. Nelle tavole scolastiche si usano in genere 3,5 mm per le quote e i dati del cartiglio e 5 o 7 mm per i titoli. Per scrivere in modo regolare si tracciano prima, con la mina dura, due righe guida leggerissime alla distanza dell'altezza scelta.

1.4.3 L'ordine del lavoro e la valutazione di una tavola

Una **tavola** è un foglio di disegno completo, squadrato e firmato, che contiene una o più costruzioni. Si esegue sempre nello stesso ordine:

1. **Squadratura e cartiglio**, con le scritte del cartiglio.
2. **Impaginazione**: si stima l'ingombro di ogni figura e la si dispone nel foglio, centrata e con spazi regolari tra una figura e l'altra.
3. **Costruzione**: con la mina dura si tracciano tutte le **linee di costruzione**, sottili e leggere. Nel disegno geometrico queste linee **non si cancellano**: mostrano il procedimento seguito, e il docente le valuta.
4. **Ripasso**: con la mina media si ripassano con linea grossa i risultati (la figura costruita) e si completano assi, tratteggi e quote con linea fine.
5. **Scritte e controllo finale**: nomi dei punti, titoli, pulizia del foglio.

Una tavola si valuta di solito secondo pochi criteri: la **correttezza** delle costruzioni; la **precisione** (i punti devono cadere dove devono, con errori di pochi decimi di millimetro); la **leggibilità** dei tratti, cioè il contrasto chiaro tra linee grosse e fini; l'**impaginazione**; la **pulizia**; la **completezza** (cartiglio compilato, costruzioni visibili, nomi dei punti).

ERRORE FREQUENTE

Disegnare subito con linea grossa e scura «per far prima». Il risultato è un foglio in cui non si distinguono più costruzioni e risultati, e in cui ogni correzione lascia un alone. Le linee di costruzione devono essere così leggere da sparire quasi in una fotocopia: il contrasto con il ripasso finale è ciò che rende chiaro il disegno.

1.5 Le scale di rappresentazione e la quotatura

1.5.1 Che cos'è una scala

Una cattedrale non entra in un foglio A4, e la testa di una vite è troppo piccola per essere disegnata con chiarezza. Per questo gli oggetti si rappresentano rimpiccioliti o ingranditi, ma sempre **in proporzione**: tutte le misure vengono moltiplicate per lo stesso numero. Questo numero è la **scala**, cioè il rapporto tra una dimensione misurata sul disegno e la corrispondente dimensione reale.

Una scala si scrive come un rapporto con il primo termine uguale a 1 (o il secondo uguale a 1, se si ingrandisce). Si distinguono:

- la **scala di riduzione**, quando il disegno è più piccolo dell'oggetto: 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000… In scala 1:100 ogni centimetro del disegno rappresenta 100 cm, cioè 1 m, della realtà;
- la scala **al vero** 1:1, quando disegno e oggetto hanno le stesse dimensioni;
- la **scala d'ingrandimento**, quando il disegno è più grande dell'oggetto: 2:1, 5:1, 10:1… In scala 5:1 un pezzo lungo 4 mm è disegnato lungo 20 mm.

IN SINTESI

$$\text{scala} = \frac{\text{dimensione del disegno}}{\text{dimensione reale}}$$

Indicando con D la misura sul disegno, con R la misura reale e con $1 : n$ la scala di riduzione: $D = R : n$ e $R = D \times n$. Le due misure vanno espresse nella **stessa unità** (di solito i millimetri).

Le scale da usare sono quelle unificate appena elencate, che seguono la sequenza 1, 2, 5, 10 e i suoi multipli: si scelgono numeri «tondi» perché i calcoli siano facili e le misure rapide. Ogni campo del disegno ha le sue scale tipiche (tabella 1.2).

Tabella 1.2 Scale tipiche nel disegno di architettura e nel disegno tecnico, e che cosa permettono di vedere.

Scala	Uso tipico	1 cm sul disegno corrisponde a
1:1000 – 1:500	planimetrie generali: un edificio nel suo isolato, un'area archeologica	10 m – 5 m
1:200 – 1:100	piante, prospetti e sezioni di un edificio intero	2 m – 1 m
1:50	piante di un appartamento con gli arredi, rilievo di una stanza	50 cm
1:20 – 1:1	particolari costruttivi: una finestra, una cornice, un capitello	20 cm – 1 cm
2:1 – 10:1	piccoli pezzi meccanici, minuterie, gioielli	5 mm – 1 mm

ESEMPIO SVOLTO

L'aula in scala 1:50

Problema. Un'aula misura 8,40 m × 6,30 m. Quali dimensioni avrà la sua pianta in scala 1:50? Entra in un A4 squadrato?

Soluzione. Si porta tutto in millimetri: 8,40 m = 8400 mm; 6,30 m = 6300 mm. In scala 1:50 si divide per 50: 8400 : 50 = 168 mm e 6300 : 50 = 126 mm. Il rettangolo 168 × 126 mm entra nella cornice 190 × 277 mm, con il lato di 168 mm in orizzontale.

Il percorso inverso. Sulla stessa pianta la porta misura 18 mm: in realtà è larga 18 × 50 = 900 mm, cioè 90 cm.

ESEMPIO SVOLTO

Scegliere la scala

Problema. Devi disegnare la facciata di un edificio larga 12 m in uno spazio orizzontale di 150 mm. Quale scala unificata scegli?

Soluzione. La scala massima possibile è 150 : 12 000 = 1 : 80. Una scala «più grande» di 1:80 (per esempio 1:50) non entrerebbe: 12 000 : 50 = 240 mm. Si sceglie quindi la prima scala unificata più piccola di 1:80, cioè **1:100**: la facciata misura 12 000 : 100 = 120 mm e lascia un po' di spazio ai lati per le quote.

1.5.2 La scala grafica

Se un disegno viene fotocopiato con un ingrandimento o rimpicciolito sullo schermo di un telefono, la scala numerica scritta nel cartiglio non vale più. Per questo nelle carte geografiche e nei disegni di architettura si aggiunge la **scala grafica**: un segmento suddiviso in parti uguali, ciascuna delle quali corrisponde a una lunghezza reale scritta accanto (fig. 1.7, in basso). Poi-

ché la scala grafica si ingrandisce o si riduce insieme al disegno, resta sempre corretta. A sinistra dello zero si aggiunge di solito un tratto più fitto, il «talloncino», per leggere le frazioni dell'unità.

Si usa così: con il compasso (o un foglietto di carta) si prende la lunghezza da misurare sul disegno e la si riporta sulla scala grafica, con una punta su una divisione intera; il resto si legge sul talloncino.

COLLEGAMENTI

Geografia. Le carte topografiche usano le stesse scale: nelle classiche tavolette dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25 000, 1 cm sulla carta corrisponde a 250 m sul terreno. Una carta «a grande scala» (1:5000) mostra poco territorio con molti dettagli; una carta «a piccola scala» (1:1 000 000) ne mostra molto con pochi dettagli. Attento: è grande la scala con il denominatore *piccolo*, perché la frazione 1/5000 è più grande di 1/1 000 000.

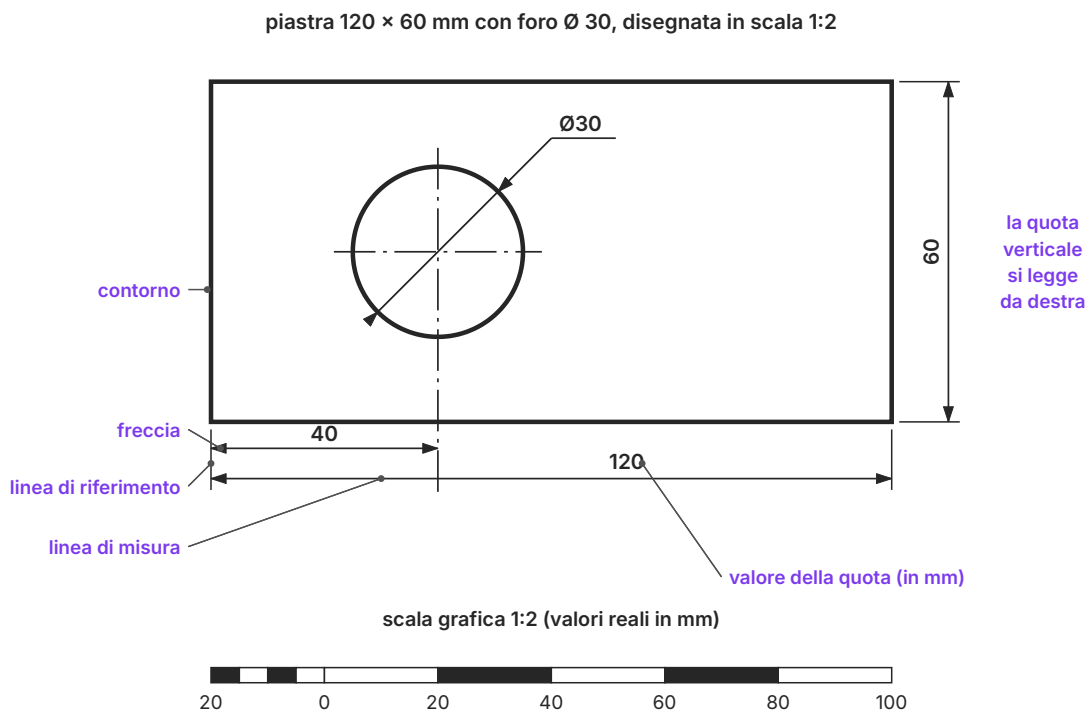

Figura 1.7 Gli elementi della quotatura e la scala grafica. La piastra è disegnata in scala 1:2, ma le quote riportano le misure reali in millimetri; la scala grafica sotto il disegno permette di misurare direttamente le lunghezze reali.

1.5.3 Introduzione alla quotatura

Un disegno in scala permette di misurare l'oggetto con la riga, ma è scomodo e poco preciso. Per questo le misure importanti si scrivono direttamente sul disegno: è la **quotatura**, regolata dalla norma UNI ISO 129. Una quota è formata da quattro elementi (fig. 1.7):

- la **linea di misura**, in linea continua fine, parallela al tratto da misurare;
- le due **linee di riferimento**, fini e perpendicolari alla linea di misura, che prolungano gli estremi del tratto misurato e superano la linea di misura di circa 2 mm;
- le **frecce** (o, nel disegno di architettura, brevi trattini obliqui o punti), che segnano gli estremi della linea di misura;
- il **valore della quota**, scritto al centro e sopra la linea di misura.

DA RICORDARE

Regole di base della quotatura: **1.** le quote sono in millimetri e il simbolo «mm» non si scrive; **2.** il valore è sempre la **misura reale**, qualunque sia la scala del disegno; **3.** ogni misura si scrive **una sola volta**; **4.** i valori si leggono **dal basso** (quote orizzontali) **o da destra** (quote verticali); **5.** le quote più corte stanno più vicine alla figura, quelle più lunghe più esterne, così le linee non si incrociano; **6.** per il diametro si scrive il simbolo Ø davanti al numero (Ø30), per il raggio la lettera R (R15).

ERRORE FREQUENTE

Scrivere come quota la misura presa con la riga sul disegno. Nella piastra della figura 1.7, in scala 1:2, il lato lungo misura sul foglio 60 mm, ma la quota da scrivere è **120**, la misura reale. La quota descrive l'oggetto, non il disegno: per questo un pezzo quotato correttamente si può costruire anche se il disegno è stato stampato in una scala diversa.

1.6 Gli enti geometrici fondamentali

1.6.1 Punto, retta, semiretta, segmento, piano

Le costruzioni dei prossimi capitoli usano un piccolo vocabolario di «enti geometrici», che la geometria di Euclide (III sec. a.C.) assume come punto di partenza (fig. 1.8). Sul foglio li rappresentiamo con segni che hanno inevitabilmente uno spessore, ma il loro significato geometrico è ideale.

- Il **punto** indica una posizione e non ha dimensioni. Si indica con una lettera maiuscola (A, B, P) e, nel disegno, con l'incrocio di due trattini sottili o con un puntino.

- La **retta** è illimitata nei due versi e ha una sola dimensione, la lunghezza. Per due punti distinti passa una e una sola retta. Si indica con una lettera minuscola (*r*, *s*).
- La **semiretta** è ciascuna delle due parti in cui un punto, detto origine, divide una retta.
- Il **segmento** è la parte di retta compresa tra due punti, i suoi estremi: si indica con le lettere degli estremi (AB) e ha una lunghezza misurabile.
- Il **piano** è una superficie illimitata, perfettamente piatta, che ha due dimensioni: il foglio da disegno ne è un'immagine limitata. Nel metodo delle proiezioni (cap. 5) lavorerai con tre piani nello spazio.

Due rette di un piano possono incontrarsi in un punto (rette **incidenti**) o non incontrarsi mai (rette **parallele**). Due rette incidenti che formano quattro angoli retti sono **perpendicolari**: le costruzioni esatte di parallele e perpendicolari con il compasso sono l'argomento del cap. 2.

1.6.2 Gli angoli

Un **angolo** è ciascuna delle due parti di piano delimitate da due semirette con la stessa origine: le semirette sono i **lati**, l'origine è il **vertice**. Gli angoli si misurano in gradi sessagesimali: l'angolo giro, cioè l'intero piano attorno al vertice, misura 360°; un grado si divide in 60 primi (60′) e un primo in 60 secondi (60″). Secondo l'ampiezza, un angolo si dice:

- **acuto**, se è minore di 90°;
- **retto**, se misura 90° (nel disegno si segna con un piccolo quadrato nel vertice);
- **ottuso**, se è maggiore di 90° e minore di 180°;
- **piatto**, se misura 180°: i suoi lati stanno sulla stessa retta.

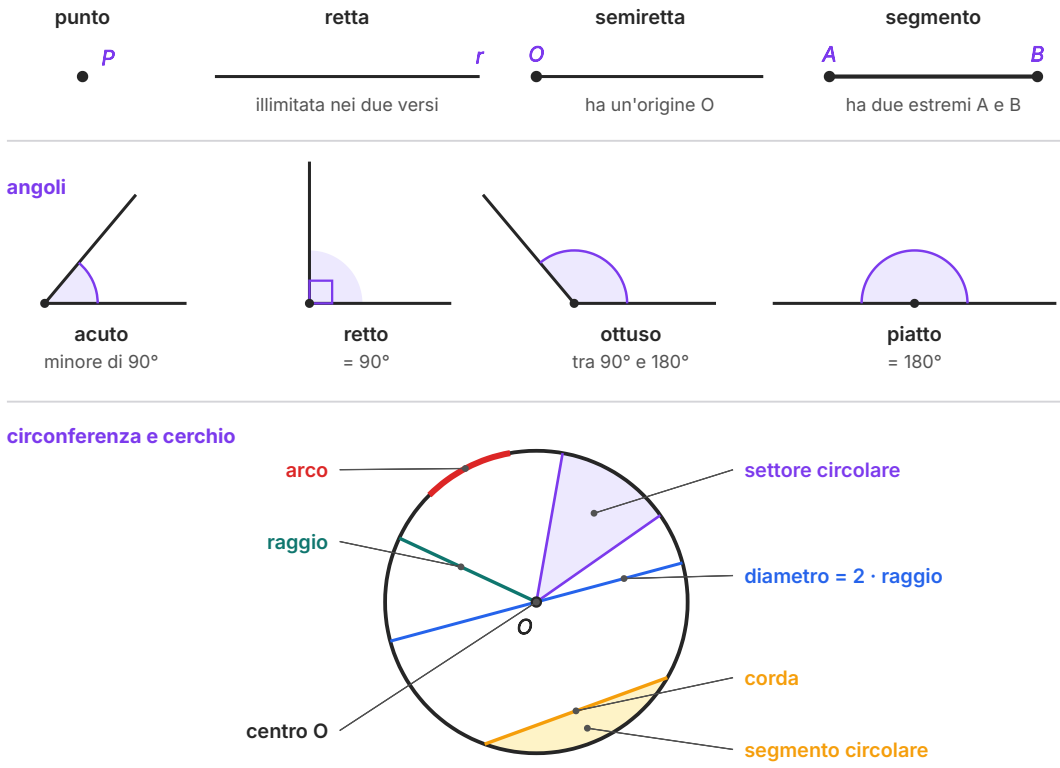

Figura 1.8 Gli enti geometrici fondamentali. In alto punto, retta, semiretta e segmento; al centro i quattro tipi di angolo; in basso la circonferenza con i suoi elementi e le parti del cerchio.

Due angoli si dicono **angoli complementari** se la loro somma è 90°, **angoli supplementari** se la loro somma è 180°. Per esempio 30° e 60° sono complementari (sono i due angoli acuti della squadra 30°/60°), mentre 45° e 135° sono supplementari: è per questo che, girando la squadra a 45° dall'altra parte, si traccia una retta inclinata di 135° rispetto alla riga.

1.6.3 La circonferenza e il cerchio

La **circonferenza** è l'insieme dei punti del piano che hanno la stessa distanza da un punto fisso, il **centro**: è proprio quello che traccia il compasso, la cui mina resta sempre alla stessa distanza dall'ago. Il **cerchio** è invece la parte di piano delimitata dalla circonferenza: la circonferenza è la «linea», il cerchio è la «superficie». Gli elementi da conoscere sono (fig. 1.8, in basso):

- il **raggio**, segmento che unisce il centro a un punto della circonferenza;
- la **corda**, segmento che unisce due punti qualsiasi della circonferenza;
- il **diametro**, corda che passa per il centro: è la corda più lunga ed è il doppio del raggio;
- l'**arco**, parte di circonferenza compresa tra due suoi punti;

- il **settore circolare**, parte di cerchio compresa tra due raggi e l'arco che essi staccano: ha la forma di una fetta di torta;
- il **segmento circolare**, parte di cerchio compresa tra una corda e uno dei due archi che essa stacca.

L'angolo formato da due raggi si chiama **angolo al centro**: dividere la circonferenza in parti uguali significa dividere l'angolo giro in angoli al centro uguali. Su questa idea si fondano le costruzioni dei poligoni regolari del cap. 3, e su archi e raggi tangenti si fondano gli archi dell'architettura del cap. 4.

> **ERRORE FREQUENTE**
> Confondere circonferenza e cerchio, o segmento e segmento circolare. La circonferenza è una linea e ha una **lunghezza** ($2\pi r$); il cerchio è una superficie e ha un'**area** (πr^2). Il segmento è un tratto di retta; il segmento circolare è una regione del cerchio.

Gli enti di questo paragrafo ritornano in ogni monumento antico: la pianta circolare di una *tholos* greca è una circonferenza, il profilo di un arco romano è un arco di circonferenza, il frontone di un tempio è un triangolo con un angolo ottuso al vertice.

Con questi strumenti, queste norme e questo vocabolario sei pronto per le prime costruzioni con riga e compasso. Quest'anno studierai le costruzioni geometriche e le proiezioni ortogonali; l'assonometria e la prospettiva, che danno l'illusione della profondità, le vedrai il prossimo anno.

SINTESI

- Il disegno tecnico è un linguaggio convenzionale e normato (norme UNI, EN, ISO); lo schizzo è a mano libera e serve a fissare idee.
- Lo schizzo a mano libera procede dall'ingombro agli assi e ai dettagli; con le misure scritte diventa uno schizzo quotato, base del rilievo e del disegno in scala.
- Le mine H sono dure e chiare (costruzioni), le B tenere e scure (schizzi); HB e F sono medie (linee definitive e scritte).
- La squadra a 45° e quella a 30°/60°, usate insieme o con la riga, danno tutti i multipli di 15°; facendole scorrere su una guida ferma si tracciano parallele e perpendicolari.
- Il compasso traccia circonferenze e riporta lunghezze; la mina va affilata a scalpello.
- I formati della serie A (UNI EN ISO 216) hanno lati in rapporto $\sqrt{2}$; l'A4 misura 210 × 297 mm e l'A0 circa 1 m^2.
- La squadratura è la cornice del disegno (a scuola spesso con margini di 10 mm); il cartiglio riporta autore, classe, data, titolo, scala e numero della tavola.
- Linee (UNI EN ISO 128): continua grossa per i contorni in vista, fine per costruzioni e quote, tratteggiata per le parti nascoste, mista punto-linea per gli assi; grossa : fine = 2 : 1.
- Ordine del lavoro: squadratura, impaginazione, costruzione leggera, ripasso, scritte; nel disegno geometrico le costruzioni restano visibili.
- Scala = dimensione del disegno : dimensione reale; 1:*n* riduce, *n*:1 ingrandisce; la scala grafica resta valida anche se il disegno viene ingrandito o ridotto.
- Le quote indicano sempre la misura reale in mm, senza unità, una sola volta, leggibili dal basso o da destra.
- Angoli acuti, retti, ottusi, piatti; complementari (somma 90°) e supplementari (somma 180°).
- Circonferenza (linea) e cerchio (superficie); raggio, diametro, corda, arco, settore e segmento circolare.

ESERCIZI

Comprendere e ricordare

1. ● Rispetto a una mina 2B, una mina 2H è:
   - **A.** più tenera e lascia un segno più scuro
   - **B.** più dura e lascia un segno più chiaro e sottile
   - **C.** della stessa durezza, ma di diametro maggiore
   - **D.** adatta soprattutto agli schizzi e al chiaroscuro

2. ● Il formato A4 misura:
   - **A.** 210 × 297 mm
   - **B.** 200 × 300 mm
   - **C.** 297 × 420 mm
   - **D.** 148 × 210 mm

3. ● In un disegno in scala 1:50, un centimetro sul foglio corrisponde nella realtà a:
   - **A.** 5 cm
   - **B.** 50 mm
   - **C.** 0,5 m
   - **D.** 5 m

4. ● La linea mista fine punto-linea si usa per:
   - **A.** i contorni in vista
   - **B.** gli spigoli nascosti
   - **C.** le linee di misura
   - **D.** gli assi di simmetria e le linee di centro

5. ●● Quale di questi angoli **non** si può tracciare usando soltanto le due squadre e la riga?
   - **A.** 50°
   - **B.** 75°
   - **C.** 105°
   - **D.** 165°

6. ● Il numero scritto su una linea di misura indica:
   - **A.** la lunghezza del tratto misurata sul foglio, in centimetri
   - **B.** la misura reale dell'oggetto, in millimetri
   - **C.** il numero della tavola
   - **D.** la scala del disegno

7. ● Due angoli supplementari:
   - **A.** hanno somma 90°
   - **B.** sono sempre uguali
   - **C.** hanno somma 180°
   - **D.** hanno somma 360°

8. ● Il diametro di una circonferenza è:
   - **A.** la corda che passa per il centro, la più lunga di tutte
   - **B.** il segmento che unisce il centro a un punto della circonferenza
   - **C.** la parte di cerchio tra due raggi
   - **D.** la lunghezza della circonferenza

9. ●● Il rapporto tra lato lungo e lato corto dei formati della serie A è:

   A. 2

   B. 1,5

   C. 1

   D. √2 ≈ 1,414

Lessico e norme

10. ● Completa: «La _____ è il rapporto tra una dimensione misurata sul disegno e la corrispondente dimensione _____. Se il disegno è più piccolo dell'oggetto si parla di scala di _____, se è più grande di scala d' _____.»

11. ● Vero o falso? Correggi le affermazioni false. a) Il formato A3 ha un'area doppia dell'A4. b) Le quote si scrivono in centimetri, seguite dal simbolo «cm». c) Le linee di costruzione si ripassano tutte con linea grossa. d) Tra linea grossa e linea fine il rapporto di spessore è 2 : 1.

12. ● Abbina ogni strumento al suo uso: 1) balaustrone; 2) curvilineo; 3) normografo; 4) goniometro. a) misurare e riportare angoli; b) tracciare scritte regolari; c) tracciare cerchi molto piccoli; d) ripassare curve che non sono archi di circonferenza.

13. ● Spiega con parole tue che cosa sono la squadratura e il cartiglio, e perché un disegno senza cartiglio è difficile da usare.

14. ●● Vero o falso? Correggi le affermazioni false. a) Una stessa quota va ripetuta in tutte le viste in cui compare, per sicurezza. b) Le quote verticali si leggono da destra. c) Cerchio e circonferenza sono sinonimi. d) Il simbolo Ø davanti a un numero indica un diametro.

15. ●● Indica il tipo di linea corretto per ciascun elemento: contorno di un foro in vista: _____; asse di simmetria di una finestra: _____; spigolo nascosto: _____; linea di misura: _____.

Costruire

16. ● **Tavola 1 · Squadratura.** Su un foglio A4 verticale traccia la squadratura con margini di 10 mm e un cartiglio di 190 × 24 mm diviso come nella figura 1.5. Controlla con la riga la larghezza e l'altezza della cornice e l'altezza dell'area utile sopra il cartiglio, poi verifica che le due diagonali della cornice siano uguali.

17. ● **Fascio di parallele.** Nella metà superiore della cornice disegna un rettangolo di 160 × 100 mm. Usando riga e squadre, traccia al suo interno rette orizzontali distanti 10 mm l'una dall'altra, includendo i due lati orizzontali del rettangolo. Quante orizzontali ottieni in tutto?

18. ● **Ventaglio di angoli.** Su una retta orizzontale fissa un punto O. Con le sole squadre traccia da O tutte le semirette inclinate di 15°, 30°, 45° … fino a 165° rispetto alla semiretta di destra, ciascuna lunga 80 mm. Controlla ogni angolo con il goniometro e scrivi accanto a ciascuna semiretta come lo hai ottenuto (una squadra o due squadre accostate).

19. ● **Campionario di linee.** Traccia quattro segmenti orizzontali lunghi 120 mm, distanti 15 mm l'uno dall'altro: continua grossa, continua fine, tratteggiata, mista fine punto-linea. Accanto a ciascuno scrivi in stampatello alto 3,5 mm il nome e un uso.

20. ● **Circonferenze concentriche.** Con centro in un punto O traccia sei circonferenze di raggio 10, 20, 30, 40, 50 e 60 mm. Indica il diametro della circonferenza più grande e calcolane la lunghezza (usa $\pi \approx 3{,}1416$, arrotonda al decimo di millimetro).

21. ●● **L'aula.** Disegna in scala 1:50 la pianta di un'aula rettangolare di 8,40 × 6,30 m, con una porta larga 90 cm. Scrivi la scala nel cartiglio e riporta le quote reali.

22. ●● **Lo stilobate del Partenone.** Lo stilobate del Partenone (la piattaforma su cui poggiano le colonne) misura circa 69,5 × 30,9 m. Disegnalo in scala 1:500 come rettangolo, con le quote reali. Poi spiega perché non potresti disegnarlo in scala 1:200 nella cornice dell'A4.

23. ●● **Scala grafica.** Costruisci la scala grafica di un disegno in scala 1:100 che rappresenti da 0 a 10 m, con divisioni di 1 m, e aggiungi a sinistra dello zero un talloncino di 1 m diviso in 5 parti. Quanto è lungo ogni intervallo di 1 m? Quanto è lunga in tutto la scala, talloncino compreso? Quanto vale ciascuna parte del talloncino?

24. ● **Ingrandimento.** Una moneta da 1 euro ha un diametro di 23,25 mm. Disegnane il contorno in scala 2:1 e scrivi la quota corretta del diametro.

25. ●● **La piastra quotata.** Ridisegna in scala 1:1 la piastra della figura 1.7 (120 × 60 mm, foro Ø30 con il centro a 40 mm dal lato sinistro e a metà altezza). Traccia gli assi del foro con la linea mista e completa la quotatura seguendo le regole del paragrafo 1.5.3.

26. ●● **Elementi della circonferenza.** Traccia una circonferenza di raggio 50 mm. Disegna una corda lunga 80 mm e misura la sua distanza dal centro; colora il segmento circolare minore che essa stacca. Poi disegna un settore circolare con angolo al centro di 60° e misura la corda che unisce gli estremi del suo arco. Spiega il risultato.

A mano libera

27. ● **Linee e cerchi a mano libera.** Su un foglio A4 senza squadratura traccia a mano libera cinque orizzontali lunghe 150 mm e distanti 10 mm, poi cinque verticali; poi un quadrato di 80 mm di lato con le mediane e le diagonali e la circonferenza inscritta, con il metodo degli otto punti. Infine controlla con riga e compasso di quanto ti sei allontanato.

28. ●● **Schizzo dal vero.** Scegli un oggetto semplice che hai sul banco (un astuccio, un libro, una scatola) e disegnalo a mano libera visto di fronte e visto dall'alto, partendo dall'ingombro e controllando le proporzioni con la matita a braccio teso. Poi misuralo con il righello e scrivi le quote sullo schizzo.

29. ●● **Dallo schizzo al disegno.** Fai lo schizzo quotato della finestra della tua aula. Poi ridisegnala con gli strumenti in scala 1:20, con le quote reali. Che rapporto c'è tra larghezza e altezza, e lo schizzo lo rispettava?

Leggere il disegno

30. ● Nella figura 1.7 la piastra è disegnata in scala 1:2. Quanto sarebbero lunghi sul foglio il lato di 120 mm e il diametro del foro? Che cosa si deve scrivere invece come quote?

31. ●● In una pianta in scala 1:100 una stanza rettangolare misura 38 × 52 mm. Quali sono le sue dimensioni reali? Qual è la sua superficie in m^2?

32. ●● Un compagno ha quotato un rettangolo disegnato in scala 1:2 scrivendo «6 cm» sul lato orizzontale, ha ripetuto la stessa quota sul lato opposto e ha scritto la quota verticale capovolta, leggibile da sinistra. Il lato orizzontale misura sul foglio 60 mm. Trova e correggi gli errori.

33. ● Osserva la figura 1.6. Quanti tipi di linea compaiono nella piastra? Per ciascuno indica che cosa rappresenta. Perché l'incavo sul retro è disegnato tratteggiato?

34. ●●● Su una carta la scala grafica indica che un tratto di 25 mm corrisponde a 500 m. Qual è la scala numerica della carta? Quanto è lunga in realtà una strada che sulla carta misura 68 mm?

Verso la verifica

35. ●●● Devi disegnare il prospetto di un edificio largo 24 m e alto 15 m in un'area libera di 250 × 140 mm. Tra le scale 1:50, 1:100 e 1:200, quali sono possibili? Quale scegli e perché? Calcola le dimensioni del disegno.

36. ●● Descrivi, in 8–10 righe, l'ordine di lavoro per eseguire una tavola di disegno geometrico, dalla squadratura alla consegna, e i criteri con cui sarà valutata.

37. ●●● Il plastico di un tempio è in scala 1:20. Una colonna alta 10 m quanto è alta nel plastico? Un compagno sostiene che anche la superficie del pavimento del plastico è 20 volte più piccola di quella reale: ha ragione? Motiva la risposta con un esempio numerico.

PER APPROFONDIRE

- [EUC] Euclide, *Elementi*, libro I: le definizioni di punto, linea, angolo e cerchio da cui parte tutta la geometria del disegno.
- [VIT] Vitruvio, *De architectura*, libro I, cap. 2: i tre modi di rappresentare un edificio (*ichnographia*, *orthographia*, *scaenographia*).
- [MON] G. Monge, *Géométrie descriptive*: il trattato che fonda il metodo delle proiezioni ortogonali del cap. 5.

Glossario del capitolo

Angoli supplementari
Coppia di angoli la cui somma è 180°; due angoli complementari hanno invece somma 90°.

Cartiglio
Riquadro delle iscrizioni con i dati della tavola: autore, classe, data, titolo, scala e numero.

Circonferenza
Insieme dei punti del piano equidistanti da un punto fisso detto centro; il cerchio è la parte di piano da essa delimitata.

Compasso
Strumento con una gamba ad ago e una con la mina, per tracciare circonferenze e archi e riportare lunghezze.

Corda
Segmento che unisce due punti di una circonferenza; la corda che passa per il centro è il diametro.

Disegno tecnico
Disegno eseguito con strumenti o al computer secondo norme precise e in una scala dichiarata, da cui si ricavano le misure reali dell'oggetto.

Formati della serie A
Dimensioni unificate dei fogli (UNI EN ISO 216), dall'A0 di circa 1 m^2 all'A4 di 210 × 297 mm; i lati sono in rapporto √2.

Goniometro
Strumento graduato per misurare e riportare gli angoli, di solito da 0° a 180°.

Grammatura
Massa in grammi di un metro quadrato di carta (g/m^2); indica lo spessore e la robustezza del foglio.

Linea di misura
Linea continua fine, parallela al tratto misurato, terminata da frecce, sopra la quale si scrive il valore della quota.

Mina
Impasto di grafite e argilla; le mine H sono dure (segno chiaro), le B tenere (segno scuro), HB e F medie.

Quotatura
Insieme delle indicazioni delle misure reali sul disegno, formata da linee di misura, linee di riferimento, frecce e valori.

Scala
Rapporto tra una dimensione misurata sul disegno e la corrispondente dimensione reale.

Scala grafica
Segmento suddiviso che traduce le lunghezze del disegno in lunghezze reali; resta valido anche se il disegno viene ingrandito o ridotto.

Schizzo
Disegno rapido a mano libera, senza strumenti, usato per fissare un'idea o prendere appunti; non è misurabile con precisione.

Schizzo quotato
Schizzo a mano libera su cui sono scritte le misure reali dell'oggetto; detto anche eidotipo, è la base del rilievo e del disegno in scala.

Scritturazione
Scrittura tecnica in stampatello con altezze unificate dei caratteri (2,5; 3,5; 5; 7; 10 mm...).

Settore circolare
Parte di cerchio compresa tra due raggi e l'arco che essi staccano; il segmento circolare è invece compreso tra una corda e un arco.

Squadratura
Cornice in linea continua grossa che delimita lo spazio del disegno lasciando un margine lungo i bordi del foglio.

Squadre
Coppia di triangoli rettangoli da disegno: uno isoscele (45°, 45°, 90°) e uno con angoli di 30°, 60° e 90°.

Tipi di linea
Linee normalizzate (UNI EN ISO 128): continua grossa per i contorni in vista, fine per costruzioni e quote, tratteggiata per le parti nascoste, mista punto-linea per gli assi.

Soluzioni

1. B. La lettera H indica le mine dure: segno più chiaro e sottile, adatto alle costruzioni.

2. A. 210 × 297 mm (UNI EN ISO 216).

3. C. 1 cm × 50 = 50 cm = 0,5 m.

4. D. Assi di simmetria e linee di centro di circonferenze e archi.

5. A. Con le squadre si ottengono solo i multipli di 15°; 50° non lo è. 75° = 45° + 30°, 105° = 45° + 60°, 165° = 180° − 15°.

6. B. La quota è sempre la misura reale, in millimetri, senza simbolo di unità.

7. C. Supplementari: somma 180°; complementari: somma 90°.

8. A. Il diametro è la corda passante per il centro, la più lunga; misura il doppio del raggio.

9. D. $\sqrt{2} \approx 1{,}414$; per esempio 297 : 210 ≈ 1,414.

10. scala; reale; riduzione; ingrandimento.

11. a) V (A3 = 297 × 420 mm, due A4 affiancati). b) F: le quote si scrivono in millimetri e senza simbolo dell'unità. c) F: le linee di costruzione restano fini e leggere; con linea grossa si ripassano solo i risultati (contorni in vista). d) V.

12. 1–c; 2–d; 3–b; 4–a.

13. Traccia: la squadratura è la cornice in linea continua grossa che delimita lo spazio del disegno lasciando un margine (a scuola spesso 10 mm); il cartiglio è il riquadro con autore, classe, data, titolo, scala e numero della tavola. Senza cartiglio non si sa chi ha fatto il disegno, quando e soprattutto in quale scala va letto, quindi non se ne possono ricavare le misure reali.

14. a) F: ogni misura si scrive una sola volta. b) V. c) F: la circonferenza è la linea, il cerchio la parte di piano che essa delimita. d) V.

15. continua grossa; mista fine punto-linea; tratteggiata (fine); continua fine.

16. Cornice 190 × 277 mm; area utile sopra il cartiglio 190 × 253 mm (277 − 24). Diagonali uguali, ciascuna ≈ 335,9 mm ($\sqrt{(190^2 + 277^2)}$); se differiscono di più di qualche decimo di millimetro la cornice non è rettangolare.

17. 100 : 10 = 10 intervalli, quindi 11 rette orizzontali (i due lati del rettangolo più 9 interne). Si tiene ferma una riga in verticale, vi si appoggia una squadra e la si fa scorrere, tracciando le orizzontali lungo il cateto perpendicolare alla riga.

18. 11 semirette. Con una sola squadra: 30°, 45°, 60°, 90°, 120°, 135°, 150°. Con due squadre accostate: 15° (60° − 45°), 75° (45° + 30°), 105° (45° + 60°), 165° (180° − 15°). Il goniometro deve confermare ogni valore entro circa ±0,5°.

19. Controllo: quattro segmenti di 120 mm a 15 mm di distanza; grossa circa doppia della fine (per esempio 0,5 e 0,25 mm); tratteggi e tratti misti regolari; scritte alte 3,5 mm (per esempio «tratteggiata – spigoli nascosti»).

20. Diametro della circonferenza maggiore = 120 mm. Lunghezza = $2\pi \cdot 60 \approx 377{,}0$ mm. Le circonferenze devono risultare equidistanti 10 mm lungo ogni raggio.

21. 8400 : 50 = 168 mm; 6300 : 50 = 126 mm; porta 900 : 50 = 18 mm. Quote da scrivere: 8400, 6300, 900 (misure reali in mm). Nel cartiglio: scala 1:50.

22. In scala 1:500: 69 500 : 500 = 139 mm; 30 900 : 500 = 61,8 mm. Quote 69500 e 30900. In scala 1:200 il lato lungo misurerebbe 69 500 : 200 = 347,5 mm, più dei 277 mm disponibili (e il lato corto 154,5 mm).

23. In scala 1:100, 1 m = 1000 mm diventa 10 mm. Scala 0–10 m = 100 mm; con il talloncino di 10 mm la lunghezza totale è 110 mm. Ogni parte del talloncino misura 2 mm e vale 20 cm.

24. Diametro sul disegno 23,25 × 2 = 46,5 mm (raggio di compasso 23,25 mm). La quota da scrivere è quella reale: Ø23,25.

25. Rettangolo 120 × 60 mm; centro del foro a 40 mm dal lato sinistro e 30 mm dal lato inferiore; circonferenza di raggio 15 mm in linea grossa; assi in linea mista che sporgono di qualche mm dal foro. Quote: 120 (sotto, esterna), 40 (sotto, più vicina alla figura, dal lato sinistro all'asse verticale del foro), 60 (a destra, leggibile da destra), Ø30.

26. Distanza della corda dal centro = $\sqrt{(50^2 - 40^2)}$ = 30 mm (la perpendicolare dal centro dimezza la corda). La corda del settore di 60° misura 50 mm, come il raggio: il triangolo formato dai due raggi e dalla corda è isoscele con angolo al vertice di 60°, quindi equilatero.

27. Traccia: le linee vanno tracciate con il braccio, per tratti leggeri, poi ripassate. Nel quadrato di 80 mm la circonferenza inscritta ha raggio 40 mm: passa per gli estremi delle mediane (a 40 mm dal centro) e, sulle diagonali, per i punti a 40 mm dal centro, cioè a circa 7/10 dei 56,6 mm che separano il centro dai vertici. Uno scarto di 2–3 mm è normale nei primi esercizi.

28. Traccia: per ciascuna vista si traccia prima il rettangolo d'ingombro con il rapporto giusto tra i lati, poi le divisioni principali (coperchio, cerniera, dorso), infine i dettagli; le due viste vanno allineate, come nelle proiezioni ortogonali. Le quote riportano le misure reali dell'oggetto, non quelle dello schizzo, che non è in scala.

29. Traccia: dipende dalla finestra. Per esempio, una finestra di 120 × 150 cm ha rapporto 4 : 5; in scala 1:20 diventa un rettangolo di 60 × 75 mm, con le quote 1200 e 1500. Lo schizzo è corretto se il suo rapporto tra i lati è vicino a quello reale.

30. Sul foglio: 120 : 2 = 60 mm e 30 : 2 = 15 mm. Come quote si scrivono le misure reali: 120 e Ø30.

31. 38 × 100 = 3800 mm = 3,8 m; 52 × 100 = 5200 mm = 5,2 m. Superficie 3,8 × 5,2 = 19,76 m^2.

32. Errori: 1) unità «cm» scritta (le quote sono in mm senza simbolo); 2) valore sbagliato: 60 mm sul foglio in scala 1:2 corrispondono a 120 mm reali, e la quota corretta è «120», non «6 cm» che vale 60 mm; 3) quota ripetuta sul lato opposto (ogni misura si scrive una volta); 4) quota verticale da scrivere leggibile da destra.

33. Quattro tipi: continua grossa (contorno della piastra e foro, in vista); mista fine punto-linea (assi del foro); tratteggiata (incavo); continua fine (linea di misura e di riferimento della quota 230). L'incavo è tratteggiato perché si trova sul retro: esiste, ma non è visibile da chi guarda la piastra di fronte.

34. 500 m = 500 000 mm; 500 000 : 25 = 20 000, quindi scala 1:20 000. Strada: 68 × 20 000 = 1 360 000 mm = 1360 m ≈ 1,36 km.

35. 1:50 → 480 × 300 mm, non entra. 1:100 → 240 × 150 mm: la larghezza entra, ma l'altezza supera i 140 mm. 1:200 → 120 × 75 mm: entra. Si sceglie 1:200, l'unica delle tre possibile (e la più grande che entra).

36. Traccia: squadratura e cartiglio; impaginazione (stima degli ingombri, figure centrate); costruzione con mina dura e linee leggere, che restano visibili; ripasso con mina media (linea grossa per i risultati, fine per assi e quote, rapporto 2:1); scritte in stampatello normalizzato; controllo e pulizia. Criteri: correttezza, precisione, leggibilità dei tratti, impaginazione, pulizia, completezza.

37. 10 m = 10 000 mm; 10 000 : 20 = 500 mm = 50 cm. Il compagno sbaglia: le lunghezze si riducono di 20 volte, le superfici di 20 × 20 = 400 volte. Esempio: un pavimento di 10 × 20 m (200 m^2) nel plastico misura 0,5 × 1 m (0,5 m^2); 200 : 0,5 = 400.