

Il testo è stato sottoposto al processo di valutazione double-blind peer review

Immagini e disegni in copertina:

- Colata di calcestruzzo all'interno dei blocchi Isotex, blocchi cassero di legno-cemento (*Isotex S.r.l.*)
- Solaio contro terra realizzato con casseri a perdere di plastica riciclata (igloo) (*Cazzaniga Costruzioni civili ed industriali S.r.l.*)
- Montaggio della facciata a cellule indipendenti del Solar Carve Tower, grattacielo sulla High Line a Manhattan (NY) – 40 Tenth Avenue (*Focchi S.p.A.*)
- Ferri di armatura e casseri per la realizzazione di una fondazione a trave rovescia (*Cazzaniga Costruzioni civili ed industriali S.r.l.*)
- Sezione verticale di una parete realizzata con blocchi Ytong e serramento di PVC con cassonetto. Solaio di latero-cemento con travetti prefabbricati di tipo tralicciato con fondello di laterizio, pacchetto per il riscaldamento a pavimento e pavimentazione realizzata con listelli di parquet (*Elaborazione di Valentina Puglisi*)

ISBN 978-88-916-3058-2

© **Copyright 2019 Maggioli S.p.A.**

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, anche ad uso interno e didattico, non autorizzata.

Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.

Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2008

47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8

Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595

www.maggiolieditore.it

e-mail: clienti.editore@maggioli.it

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Il catalogo completo è disponibile su www.maggiolieditore.it area università

Finito di stampare nel mese di febbraio 2019 nello stabilimento Maggioli S.p.A
Santarcangelo di Romagna (RN)

Capitolo 2

LE CONVENZIONI GRAFICHE PER IL DISEGNO TECNICO

Valentina Puglisi

Essendo il disegno un sistema per trasmettere informazioni operative aventi ad oggetto un manufatto da realizzare di qualsiasi tipo, s'impone, pur nell'ambito delle varie tipologie ed esigenze della rappresentazione, la necessità di far comprendere quanto graficizzato alla più vasta generalità degli operatori interessati alla sua lettura ed alla traduzione in opera finita di quanto disegnato.

La nascita della normazione è avvenuta dopo il XVIII secolo, quando è iniziata la produzione industriale in serie la quale necessitava di un continuo controllo dell'intero processo produttivo per mantenere sempre le stesse caratteristiche tecniche e formali del prodotto.

La normazione definisce lo standard al quale fare riferimento per la produzione di un bene. Una norma non può rappresentare un'innovazione, ma la conferma di un'evoluzione che la stessa norma deve avere. Basti pensare alle norme per il disegno CAD, pochi anni fa queste non esistevano perché i disegni erano tutti realizzati manualmente. I principali organi che si occupano di codificare la rappresentazione, introducendo e aggiornando le normative sono:

- UNI - Ente Nazionale di Unificazione;
- EN - Normativa Europea;
- ISO - Organizzazione Internazionale di Normalizzazione.

Per operare una corretta lettura di quanto disegnato, occorre dunque assumere simboli grafici convenzionali facilmente comprensibili, in grado di descrivere con immediatezza le intenzioni progettuali. Le convenzioni rappresentative ed i simboli grafici sono codificati nelle tabelle unificate (Norme UNI per il disegno tecnico) che definiscono la misura dei fogli da usarsi nei progetti, i metodi di scritturazione, i tipi e gli spessori delle linee, la quotatura dei disegni, la rappresentazione grafica dei vari elementi (porte, finestre, ecc.).

Una norma è un documento che dice "come fare bene le cose", garantendo sicurezza, rispetto per l'ambiente e prestazioni certe. Secondo la Direttiva 98/34/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998⁴² una «norma è la specifica tecnica approvata da un

⁴² Direttiva 98/34/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998, *Procedure di informazione: norme, regolamentazioni tecniche e regole dei servizi della società dell'informazione.*

organismo riconosciuto a svolgere attività normativa (ISO – EN – UNI) per applicazione ripetuta o continua, la cui osservanza non sia obbligatoria». Le norme, quindi, sono documenti che definiscono le caratteristiche (dimensionali, prestazionali, ambientali, di qualità, di sicurezza, di organizzazione ecc.) di un prodotto, processo o servizio, secondo lo stato dell'arte e sono il risultato del lavoro di decine di migliaia di esperti in Italia e nel mondo. Le caratteristiche peculiari delle norme tecniche sono:

- *consensualità*: deve essere approvata con il consenso di coloro che hanno partecipato ai lavori;
- *democraticità*: tutte le parti economico/sociali interessate possono partecipare ai lavori e, soprattutto, chiunque è messo in grado di formulare osservazioni nell'iter che precede l'approvazione finale;
- *trasparenza*: UNI segnala le tappe fondamentali dell'iter di approvazione di un progetto di norma, tenendo il progetto stesso a disposizione degli interessati;
- *volontarietà*: le norme sono un riferimento che le parti interessate si impongono spontaneamente.

2.1. Il disegno e il disegno tecnico

Un disegno è la rappresentazione bidimensionale, per mezzo di linee e segni, di un oggetto reale o immaginario.

Un disegno tecnico è, invece, uno strumento che permette, attraverso un insieme convenzionale di linee, simboli ed altre indicazioni, di fornire delle informazioni sulla funzione, sulla forma, sulle dimensioni, sulla lavorazione e sul materiale relativi ad un determinato oggetto o di un progetto architettonico/urbanistico. Esso è quindi lo strumento che, utilizzando le tecniche rappresentative e grafiche convenzionali, esplicita la materializzazione dell'idea, la sua comprensione e comunicazione necessaria al fine della realizzazione dell'opera.

Gli oggetti reali sono in genere tridimensionali; con il disegno tecnico si riduce a forma bidimensionale lo spazio tridimensionale dell'architettura. La trasposizione del solido in un modello grafico è attuata tramite una serie di segni convenzionali tali, cioè, da assicurare a chi legge la comprensione di un aspetto dello spazio tridimensionale al quale ci si riferisce.

Le convenzioni adottate per la rappresentazione della realtà dal 3D al modello 2D devono essere tali da definire, senza alcuna incertezza, forme, dimensioni e caratteristiche tecniche della struttura e dei suoi aspetti costruttivi e funzionali.

Oggi con il disegno automatico (CAD) la rappresentazione grafica dell'idea o della realtà spesso parte come metodologia operativa dal modello digitale in 3D per giungere a quello 2D delle piante, prospetti e sezioni. I software più evoluti come il BIM, permettono di elaborare un modello 3D partendo dagli elementi finiti. Spesso chi si avvicina a tali modelli ignora come questi elementi finiti siano realmente composti nella realtà. Il disegno dell'ingegneria civile ed edile non è mai compiutamente realistico ma costituisce un linguaggio tecnico universale, chiaro a chiunque sia a conoscenza di queste convenzioni; da qui la necessità che queste abbiano carattere generale e vengano conosciute e applicate da tutti. In tal modo il disegno tecnico assume il valore di un "codice di linguaggio", che simultaneamente diviene anche un rigoroso codice interpretativo e operativo.

I disegni, quindi, non dovranno limitarsi all'individuazione della geometria dello spazio, ma dovranno comunicare, anche con opportuna simbologia, le informazioni sui materiali adottati, sia per le strutture che per gli elementi di completamento e per le finiture, in modo tale da ottenere una "chiarificazione" dei dettagli costruttivi.

Esistono tre tipologie di disegni:

- *disegni di informazione*: sono finalizzati a fornire le informazioni di base utili durante l'iter progettuale (cartografie, rilievi, metaprogetto, schizzi, schemi per la gestione e la manutenzione degli edifici, ecc.);
- *disegni di progetto*: appartengono a questa categoria tutti gli elaborati redatti in fase progettuale, sia preliminare che definitiva (piante, prospetti, sezioni, assonometrie, ecc.);
- *disegni di produzione*: costituiscono la connessione tra le decisioni prese in fase progettuale e il processo di produzione/realizzazione. Sono gli elaborati del progetto esecutivo (particolari costruttivi).

Gli elementi base del disegno rappresentano quegli oggetti che, opportunamente combinati, costituiscono il disegno stesso. Essi sono: i fogli, le linee, le quote, le scale dimensionali, i retini e i simboli.

2.2. I fogli formato UNI

La norma UNI EN ISO 5457 del 2002⁴³ definisce una serie di formati unificati denominata serie ISO – A, che comprende 5 formati (da A0 ad A4), in ordine decrescente di area:

⁴³ Norma UNI EN ISO 5457:2002, *Documentazione tecnica di prodotto - Formati e disposizione degli elementi grafici dei fogli da disegno*. È stata sostituita dalla norma UNI

- A0: 841 x 1189;
- A1: 594 x 841;
- A2: 420 x 594;
- A3: 297 x 420;
- A4: 210 x 297.

I fogli da disegno sono oggetto di normazione per vari aspetti, quali: la squadratura, i segni di centratura, il cartiglio e la piegatura dei fogli.

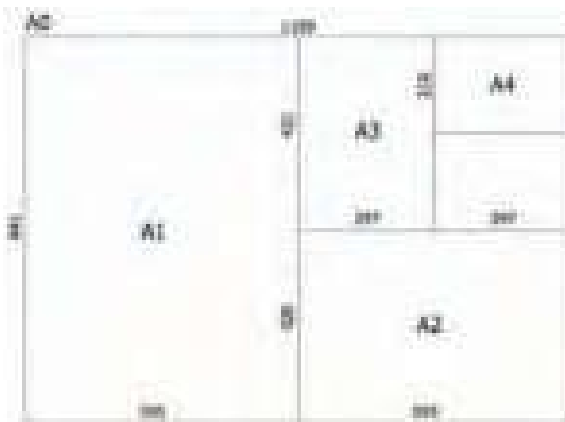


Fig. 2.1: I fogli formato UNI.
Fonte: Norma UNI EN ISO 5457:2002.

2.2.1. La squadratura dei fogli

Nella tabella seguente sono riportati i valori (in millimetri) per effettuare la squadratura del foglio

	a1	b1	a2	b2
A0	841	1.189	821	1.159
A1	594	841	574	811
A2	420	594	400	564
A3	297	420	277	390
A4	210	297	180	277

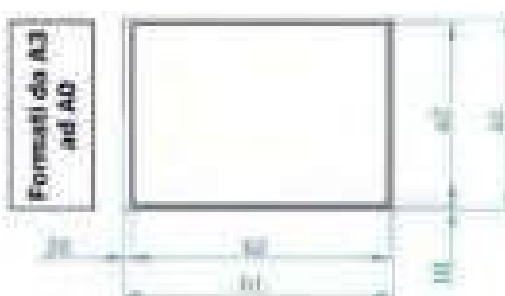


Fig. 2.2: La squadratura dei fogli (valori in millimetri).
Fonte: Norma UNI EN ISO 5457:2002.

2.2.2. I segni di centratura

I fogli possono essere dotati di un sistema di coordinate per consentire l'individuazione sul disegno di particolari, aggiunte e revisioni (nonché per la piegatura). Le singole divisioni dovrebbero essere contraddistinte

EN ISO 5457:2010, *Documentazione tecnica di prodotto - Formati e disposizione degli elementi grafici dei fogli da disegno.*

da lettere (lato verticale) e da numeri (lato orizzontale). La lunghezza delle divisioni è di 5 centimetri a partire dai segni di centratura.

	A0	A1	A2	A3	A4
Lato lungo	24	16	12	8	6
Lato corto	16	12	8	6	4

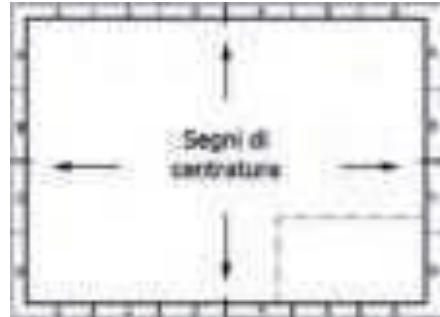


Fig. 2.3: I segni di centratura.
Fonte: Norma UNI EN ISO 5457:2002.

2.2.3. Il cartiglio

La norma UNI EN 8187 del 1982⁴⁴ stabilisce che il cartiglio deve essere posizionato in basso a destra della tavola progettuale e deve avere larghezza massima di 190 millimetri (formato A4).

NO	Quantità	Titolo/Specie/Intestazione/Intestazione/Intestazione, ecc.	N. di esemplari/Varianti
Progettato da	Calcolato da	Approvato da - Data	Data
XXX	XXX	XXX - 20/2000	20/2000
		Nome	Page
		XXX	1/1

Fig. 2.4: Le informazioni da inserire nel cartiglio.
Fonte: Norma UNI EN 8187:1982.

La presente norma stabilisce alcune direttive di base, tendenti ad uniformare la configurazione ed il contenuto informativo delle iscrizioni poste nel riquadro. Il riquadro delle iscrizioni⁴⁵ è previsto per essere utilizzato sui fogli per disegni tecnici di ogni tipo e può ugualmente essere utilizzato per i relativi documenti tecnici.

⁴⁴ Norma UNI EN 8187:1982, *Disegni tecnici. Riquadro delle iscrizioni*. È stata sostituita dalla norma UNI EN ISO 7200:2007, *Documentazione tecnica di prodotto - Aree dei dati nei riquadri delle iscrizioni e delle intestazioni dei documenti*.

⁴⁵ Per riquadro delle iscrizioni si intende la zona del foglio per disegno tecnico graficamente strutturata e predisposta per contenere le informazioni relative alla identificazione, interpretazione e gestione del disegno.

2.2.4. La piegatura dei fogli

La norma UNI 938 del 1981⁴⁶ definisce come devono essere piegati i fogli.

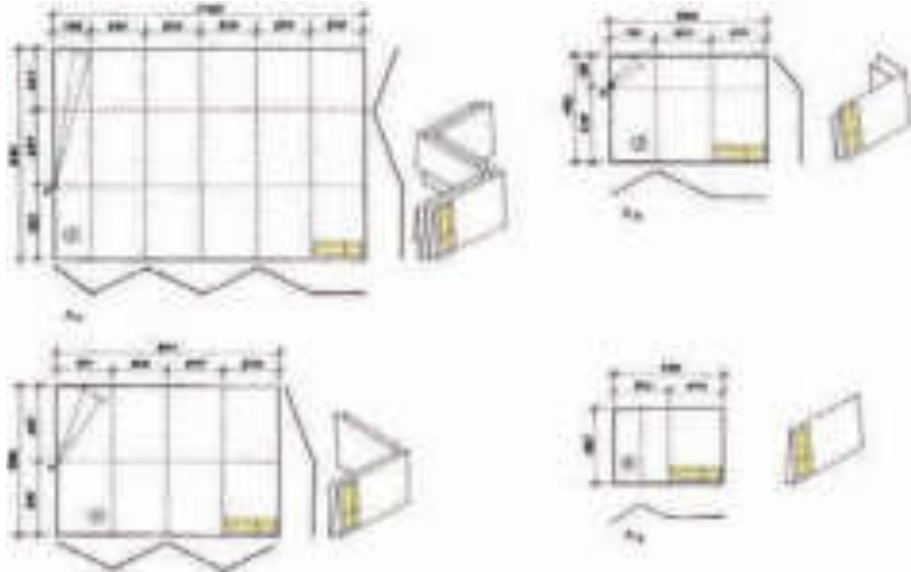


Fig. 2.5: La piegatura dei fogli.
Fonte: Norma UNI 938:1981.

2.3. Le linee

Le linee rappresentano gli elementi fondamentali di un disegno tecnico. Esse si distinguono in base a due attributi: il tipo e lo spessore. In un disegno tecnico, ad una linea di determinato spessore e tipo si associa un significato specifico. La normativa sulle linee è stata recentemente modificata. In Italia, fino al primo aprile 2002 era in vigore la norma UNI 3968 del 1986⁴⁷, sostituita prima dalla norma UNI EN ISO 128-20 del 2002⁴⁸ e poi dalla ISO 128-24 del 2006⁴⁹. Sebbene la norma UNI 3968 del 1986 sia stata ritirata, è comunque opportuno conoscerla, in quanto

⁴⁶ Norma UNI 938:1981, *Disegni tecnici. Piegatura dei fogli.*

⁴⁷ Norma UNI 3968:1986, *Disegni tecnici. Tipi, grossezze ed applicazione delle linee.*

⁴⁸ Norma UNI EN ISO 128-20:2002, *Disegni tecnici - Principi generali di rappresentazione - Convenzioni di base delle linee.*

⁴⁹ Norma UNI ISO 128-24:2006, *Disegni tecnici - Principi generali di rappresentazione - Parte 24: Linee utilizzate nei disegni di meccanica e di ingegneria industriale.*

gran parte dei disegni tecnici civili ed industriali, nonché, ovviamente, lo storico esistente, fanno riferimento ad essa.










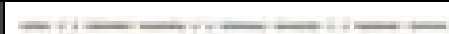


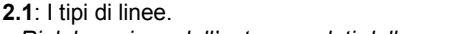
2.3.1. Gli spessori delle linee

La norma UNI 3968 del 1986⁵⁰ definisce tre tipologie di segni:

- *segni sottili*: da 0,1 a 0,2 millimetri;
- *segni medio sottili*: da 0,3 a 0,5 millimetri;
- *segni di grosso spessore*: da 0,6 a 1 millimetri e più.

Tale norma raccomanda che la distanza minima fra tratti paralleli non sia mai minore di 0,1 millimetri. In un disegno è possibile utilizzare al più tre grossezze. In un disegno il rapporto tra la dimensione trasversale delle linee extra-grosse, grosse e fini non deve essere inferiore a 4:2:1.

2.3.2. Le tipologie di linee

	Disegno della linea	Tipologia di linea
01		Linea continua
02		Linea a tratti
03		Linea a tratti distanziati
04		Linea mista punto e tratto lungo
05		Linea mista due punti e tratto lungo
06		Linea mista tre punti e tratto lungo
07		Linea punteggiata
08		Linea tratto lungo e tratto breve
09		Linea tratto lungo e due tratti brevi
10		Linea mista punto e tratto
11		Linea mista due punti e un tratto
12		Linea mista due punti e due tratti
13		Linea mista due punti e due tratti
14		Linea mista tre punti e un tratto
15		Linea mista tre punti e due tratti









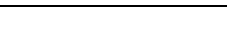

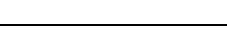
Tab. 2.1: I tipi di linee.

Fonte: Rielaborazione dell'autore su dati della norma ISO 128-20:2002.

La norma UNI EN ISO 128-20 del 2002⁵¹ definisce le tipologie di linee che possono essere utilizzate nella rappresentazione grafica di un

⁵⁰ Norma UNI 3968:1986, *Op. cit.*

progetto al fine di tramettere precise informazioni relativamente all'oggetto da rappresentare. Le linee, il loro tracciamento e lo spessore del tratto sono utili ad evidenziare le varie componenti del manufatto edilizio rappresentato. La norma ISO 128-24 del 2006⁵² definisce, invece, il campo di applicazione delle varie tipologie di linee.

	Tipi di linea	Denominazione	Applicazioni	Spessore
A		Continua grossa	Contorni e spigoli in vista della figura di sezione	0,4÷1,5
B		Continua fine	Spigoli architettonici fittizi in vista, linee di riferimento, di richiamo, tratteggi di parti sezionate, contorni di sezioni ribaltate in loco	0,1÷0,25
C		Continua fine irregolare	Interruzioni di viste e sezioni non coincidenti con l'asse di simmetria	0,1÷0,25
D		Continua fine regolare con zig-zag		0,1÷0,25
E		A tratti grossa	Contorni e spigoli reali non visibili	0,4÷1,5
F		A tratti fine ($L_{\text{tratto}} \geq L_{\text{interspazio}} \geq 0,8 \text{ mm}$)	Contorni e spigoli fittizi non visibili	0,1÷0,25
G		Mista fine	Assi di simmetria, tracce di piani di simmetria, parti situate anteriormente al piano di sezione	0,1÷0,25
H		Mista fine e grossa	Tracce dei piani di sezione	0,1÷0,5
I		Mista grossa	Indicazione di superfici o zone oggetto di prescrizioni particolari	0,4÷1,5
L		Mista fine a due tratti brevi	Posizioni intermedie, parti mobili, contorni	0,1÷0,25
M		Punteggiata	Informazioni secondarie	0,1÷0,4

Tab. 2.2: Tipi di linee, loro applicazione e codifica dello spessore.

Fonte: Rielaborazione dell'autore su dati della norma ISO 128-24:2006.

⁵¹ Norma UNI EN ISO 128-20:2002, *Op. cit.*

⁵² Norma UNI ISO 128-24:2006, *Op. cit.*

2.4. Le scale dimensionali

La scala di rappresentazione è il rapporto tra la dimensione di un oggetto, come rappresentato, e la dimensione reale dello stesso.

La norma UNI 3967 del 1980⁵³ afferma che «la scelta della scala di rappresentazione deve essere tale che tutti gli elementi geometrici del disegno o relative dimensioni caratteristiche, per ragioni di chiarezza e di leggibilità, non siano minori di 2 millimetri per il disegno in formato A3 e minori di 3 millimetri per il disegno in formato A2 e maggiori».

2.4.1. La scala numerica e la scala grafica

La scala numerica è una frazione avente per numeratore l'unità e per denominatore il numero che indica quante volte bisogna moltiplicare una lunghezza misurata sulla carta per ottenere la corrispondente misura reale (es: 1:10.000 oppure 1/10.000).

Quanto più piccolo è il denominatore, tanto più grande è la scala e quindi la zona rappresentata è meno estesa e la carta più dettagliata (es: una rappresentazione 1:100 ha maggior dettaglio di 1:10.000). «Dire che un prospetto è stato disegnato in scala 1:50 significa dire che il disegno è 50 volte più piccolo dell'originale in ogni sua parte e a prescindere dall'unità di misura adottata»⁵⁴. Riducendosi il rapporto dimensionale, ci si deve attenere a segni grafici di minor dettaglio.

È importante ricordare che a parte il drastico aumento delle dimensioni e del grado di dettaglio, ogni passaggio di scala comporta un trattamento grafico differente.



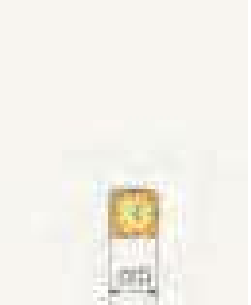



Il rapporto fra l'oggetto reale e la sua rappresentazione deve sempre essere indicato numericamente e/o meglio, attraverso un segmento graduato, che riproduce la grandezza reale e consente di controllare eventuali deformazioni prodotte dalle riproduzioni.

Difatti, la scala numerica è spesso accompagnata da una scala grafica, cioè da un segmento suddiviso in parti uguali con l'indicazione delle corrispondenti misure reali. «La scelta delle partizioni della scala grafica varia a seconda del rapporto di riduzione ma, in genere, si usa indicare sempre il metro, la sua metà ed alcuni suoi sottomultipli»⁵⁵.

⁵³ Norma UNI 3967:1980, *Disegni tecnici. Scale*. È stata sostituita dalla norma UNI EN ISO 5455:1998, *Disegni tecnici - Scale*.

⁵⁴ Cherubini, A. (2008), *Manuale di rilievo e documentazione grafica delle strutture architettoniche e archeologiche*, Il mio libro, Roma (RM).

⁵⁵ Cherubini, A. (2008), *Ibidem*.

Scala 1 : 1	Scala 1 : 2	Scala 1 : 5
		
Scala 1 : 1	Scala 2 : 1	Scala 4 : 1
		

Tab. 2.3: La scala numerica: riduzione (in alto) ingrandimento (in basso).

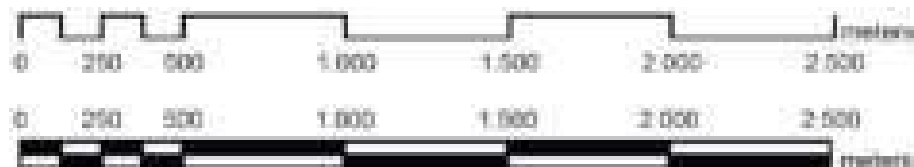


Fig. 2.6: Rappresentazione del sistema inglese (in alto) e del sistema metrico decimale (in basso).

2.4.2. I campi di applicazione

Cartografia	
1:100.000	Ambito geografico e territoriale.
1:50.000	Quadri di insieme e riferimento regionale per la pianificazione alla grande scala e per i tracciati dei sistemi infrastrutturali maggiori.

1:25.000	Non fa parte del sistema normalizzato. È la scala nella quale sono redatte le mappe dell'Istituto Geografico Nazionale.
1:20.000	Scala normalizzata poco usata.
1:10.000	Ambito urbanistico. Utilizzata nella pianificazione territoriale di pertinenza regionale, provinciale, intercomunale e comunale. Utilizzata anche per i quadri di unione dei PGT delle città maggiori.
1:5.000	Ambito urbanistico. PGT, in particolare: quadri di insieme di città minori, piani di settore (viabilità e rete dei trasporti). Per restituzioni cartografiche dei rilievi aerofotogrammetrici (equidistanza delle isotermitiche 5 metri).
1:2.000	Ambito urbanistico. PGT, in particolare: elaborati attinenti gli insediamenti urbani completi (centri minori) o ripartiti in fogli (centri maggiori). Utilizzato per restituzioni cartografiche dei rilievi aerofotogrammetrici (equidistanza delle isotermitiche 2 metri).
1:1.000	Ambito urbanistico di attuazione. Utilizzato per: Piani Particolareggiati di Esecuzione, Piani di Recupero, piani di lottizzazione.

Tab. 2.4: I campi di applicazione delle scale dimensionali in cartografia.

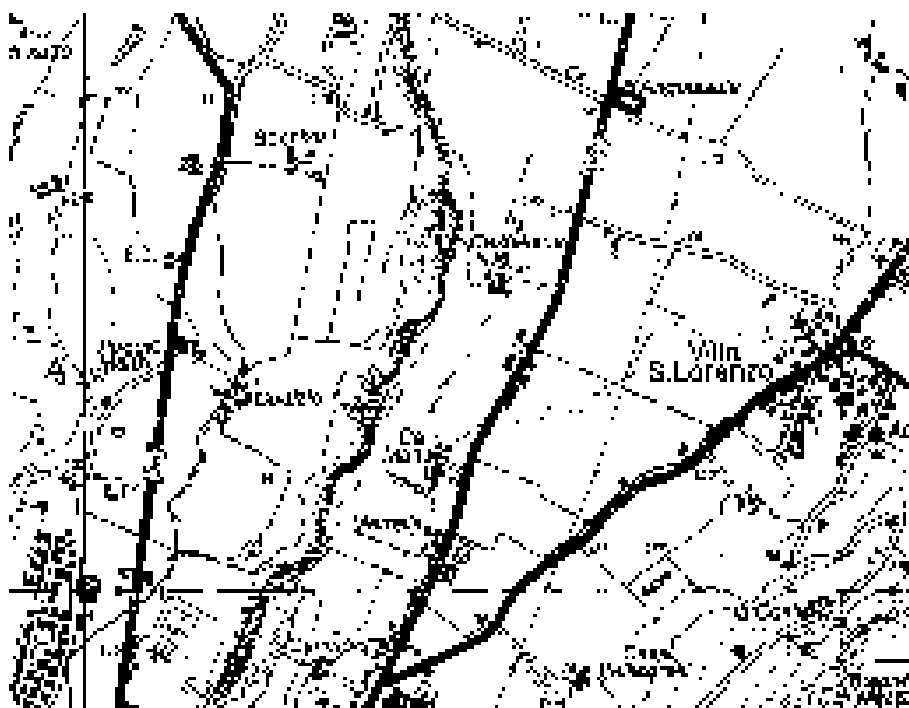


Fig. 2.7: Carta topografica dell'Istituto Geografico Nazionale 1:25.000.
Fonte: Istituto Geografico Militare (IGM).

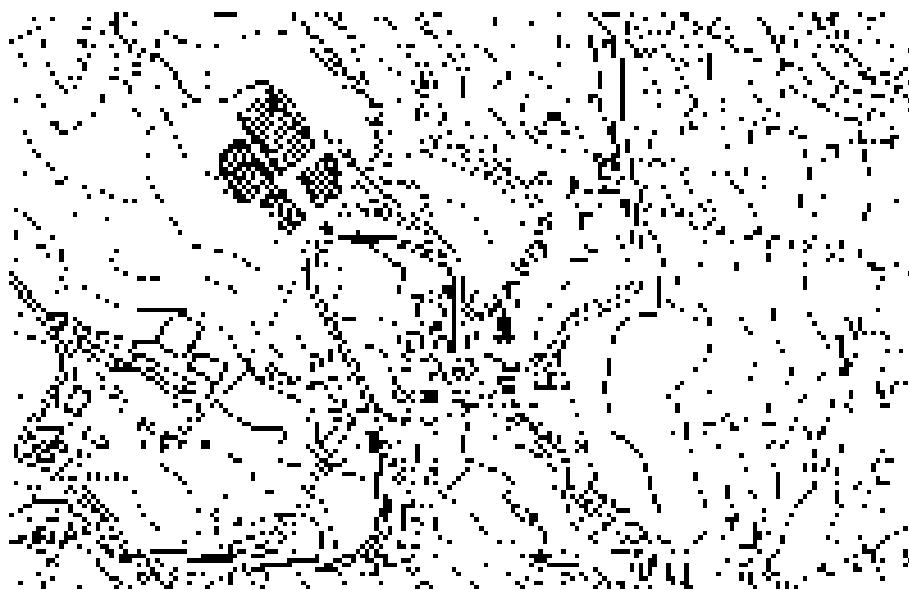


Fig. 2.8: Rilievo aerofotogrammetrico 1:5.000 (distanza isoterme 5 metri).

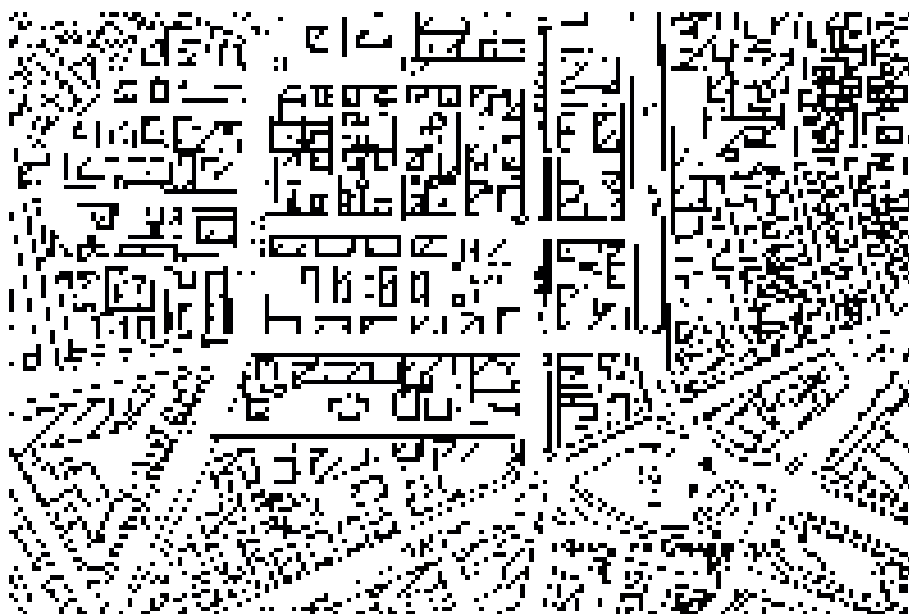


Fig. 2.9: Carta Tecnica Regionale 1:5.000.
Fonte: Carta Tecnica Regionale (CTR).

Disegno architettonico	
1:500	Ambito edilizio ed urbanistico di attuazione. Utilizzata nelle planimetrie generali, nei tracciati di massima delle infrastrutture, nel piano particolareggiato e nei piani esecutivi.
1:200	Ambito edilizio. Progetti preliminari, progetti di massima e progetti di strade.
1:100	Ambito edilizio. Elaborati del progetto architettonico definitivo: piante, prospetti e sezioni (è la scala maggiormente utilizzata).
1:50	Elaborati di insieme del progetto esecutivo: piante, prospetti e sezioni. Layout arredamento.
1:20	Ambito edilizio: particolari costruttivi di piante sezioni, prospetti e componenti di arredo. Approfondimento di parti complesse o rappresentazione della costruzione dell'edificio (particolari di bagni, cucine, scale o ascensori).

Tab. 2.5: I campi di applicazione delle scale dimensionali nel disegno architettonico.

Disegno tecnico e meccanico	
1:10	Ambito edilizio.
1:5	Dettagli costruttivi.
1:2	Abaco dei nodi degli infissi.
1:1	Dettaglio di particolari soluzioni strutturali (sezioni di travi e pilastri, nodi delle strutture metalliche). Dettagli costruttivi delle finiture di pietra, metallo e legno. Dettagli e componenti impiantistici.

Tab. 2.6: I campi di applicazione delle scale dimensionali nel disegno tecnico e meccanico.

Il disegno tecnico è un particolare tipo di disegno utilizzato per l'edilizia. Esso è finalizzato alla rappresentazione degli edifici e degli elementi che li compongono. Anche il disegno tecnico risponde a precise norme internazionali che regolamentano le modalità di rappresentazione in base alle varie esigenze. Alcuni simboli impiegati nel disegno edile servono a mettere in evidenza i tipi di materiali che costituiscono le varie parti di una costruzione. In altri casi i simboli rappresentano in modo stilizzato gli elementi che costituiscono l'edificio nel disegno di progetto. Alcuni simboli riguardano, per esempio, pareti, intercapedini, canne fumarie, porte e finestre; altri raffigurano elementi di arredo, quali tavoli, sedie, divani, armadi, letti, apparecchi sanitari, ecc. I simboli da utilizzare nel disegno edile possono variare in relazione alla scala di grandezza usata che varia, a sua volta, in base alla tipologia del disegno. Lo scopo principale del disegno tecnico è quello di fornire, mediante opportune rappresentazioni, tutte le informazioni utili per il destinatario del disegno. La rappresentazione di un edificio, infatti, deve consentire al committente di verificare se questo risponde alle sue aspettative, all'ente preposto per

Le eventuali autorizzazioni di accertare se vi sono i requisiti necessari per il rilascio delle medesime, al costruttore di ricavare tutte le informazioni tecniche, dimensionali e relative ai materiali richiesti per la realizzazione.

2.5. I sistemi di quotatura

I disegni vengono completati con le quote che possono essere espresse a seconda dell'oggetto rappresentato:

- in *millimetri* = sezioni in metallo e in cemento armato;
- in *centimetri* = spessori di muri, diametri di canalizzazioni, ecc.;
- in *metri* = per tutte le altre parti.

Una volta scelta l'unità di misura, è bene mantenere sempre la stessa. Un disegno deve avere tutte le quote indispensabili a definire l'oggetto, in quanto l'unica misura valida è quella scritta e non quella misurata sul disegno. I sistemi di quotatura sono normati dalla norma UNI 3973 del 1989⁵⁶. Lo scopo dei sistemi di quotatura è associare alla rappresentazione informazioni quantitative esplicite su dimensioni lineari ed angolari. Le linee di misura individuano la dimensione di un oggetto. Esse:

- vanno tracciate parallele alla dimensione alla quale si riferiscono;
- non devono coincidere con altre linee (assi, linee di contorno, linee di riferimento);
- non devono intersecare, per quanto possibile, altre linee del disegno;
- devono essere tracciate, per quanto possibile, all'esterno della figura ed essere sufficientemente distanziate fra di loro e dalle linee di contorno.

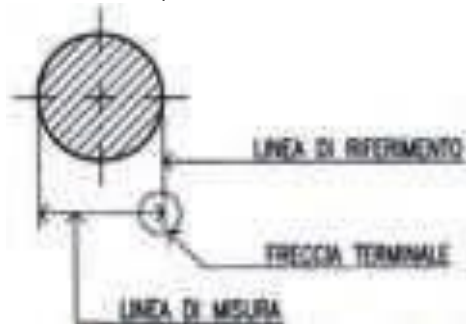


Fig. 2.10: Le linee di misura.
Fonte: Norma UNI 3973:1989.

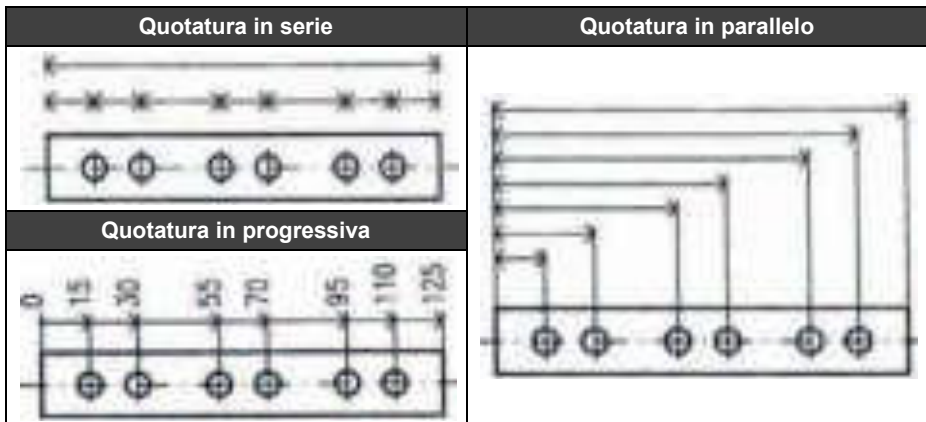
Le linee di riferimento servono a collegare la dimensione considerata alla linea di misura.

⁵⁶ Norma UNI 3973:1989, *Disegni tecnici. Quotatura. Linee di misura e di riferimento e criteri di indicazione delle quote*. È stata sostituita dalla norma UNI ISO 129-1:2011, *Disegni tecnici - Quotatura e indicazione delle tolleranze - Parte 1: Principi generali*.

2.5.1. Le tipologie di quote

La norma UNI 3974 del 1989⁵⁷ definisce tre tipologie di quotatura:

- in *serie*: ogni elemento viene quotato singolarmente ed indipendentemente dall'elemento contiguo. Si usa quando è importante conoscere la distanza tra elementi adiacenti;
- in *parallelo*: viene utilizzata quando si hanno più quote aventi medesima origine ed uguale direzione, per evitare cumulo di errori costruttivi;
- in *progressiva*: è una variante grafica della quotatura in parallelo che utilizza un'unica linea di misura indicante un andamento progressivo la cui origine è quotata al punto 0. Le frecce devono essere disposte nel senso di allontanamento dall'origine.



Tab. 2.7: Tipologie di quote.
Fonte: Norma UNI 3974:1989.

2.5.2. Il posizionamento delle quote

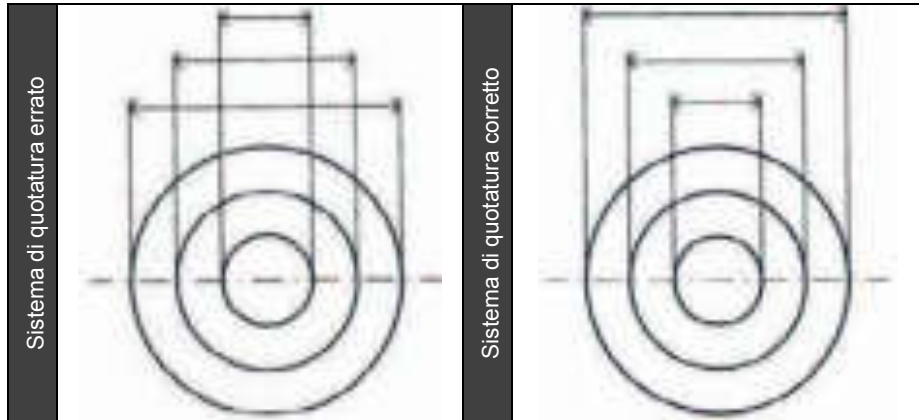
Secondo la Norma UNI 3973 del 1989⁵⁸ le quote devono essere tracciate, per quanto possibile, all'esterno della figura ed essere sufficientemente distanziate fra di loro e dalle linee di contorno.

Per evitare l'intersezione tra linee di misura e linee di riferimento, le linee di misura maggiori vanno disposte più lontane dal disegno di quelle minori. Le quote devono essere scritte in corrispondenza della linea di

⁵⁷ Norma UNI 3974:1989, *Disegni tecnici. Sistemi di quotatura*. È stata sostituita dalla norma UNI ISO 129-1:2011, *Op. cit.*

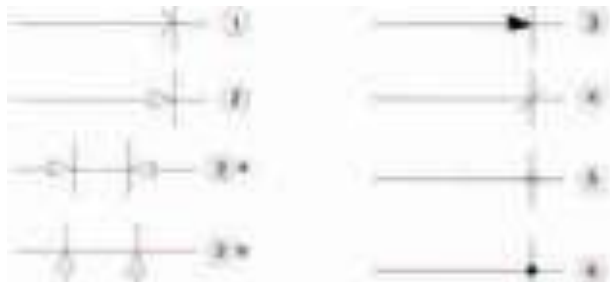
⁵⁸ Norma UNI 3973:1989, *Op. cit.*

misura, con caratteri di dimensioni sufficienti per una buona leggibilità. Le quote non devono essere sovrapposte alle linee del disegno.



Tab. 2.8: Il posizionamento delle quote.
Fonte: Norma UNI 3973:1989.

2.5.3. I terminali delle quote





Le linee di misura nel disegno civile ed edile sono tutte uguali e terminano generalmente con tacche tracciate con un'inclinazione di 30°.

Fig. 2.11: I terminali delle quote.

2.5.4. L'orientamento delle quote


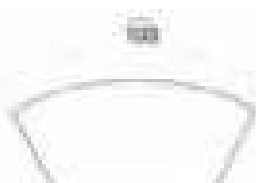

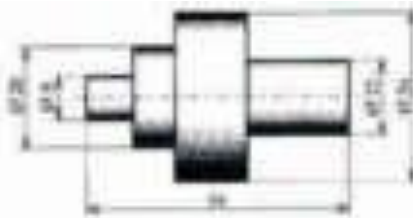

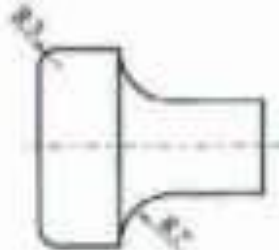

L'orientamento delle quote può seguire due criteri:

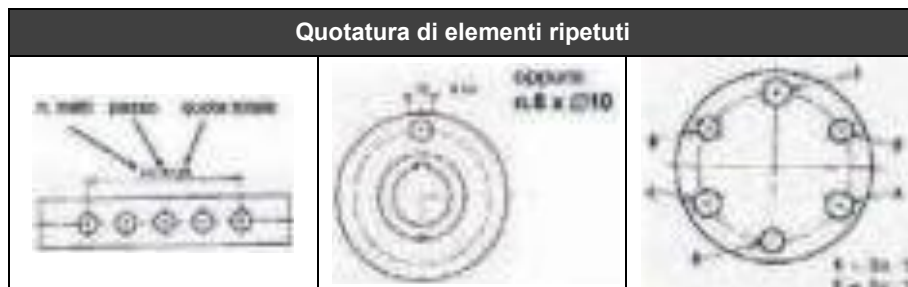
- il *criterio A*: le cifre devono essere disposte parallelamente alle linee di misura, al di sopra e staccate da esse. I valori devono essere letti dalla base o dal lato destro del disegno;
- il *criterio B*: le cifre devono essere lette solo dalla base del disegno. Le linee di misura verticali e oblique devono essere interrotte nella loro parte mediana per l'inserimento della quota.

Criterio A	Criterio B
	

Tab. 2.9: I criteri per l'orientamento delle quote.

2.5.5. Alcune convenzioni particolari

Quotatura di angoli	Quotatura di archi	Quotatura di corde
		
Quotatura di diametri		
		 <p data-bbox="860 991 1029 1098">Quotando le circonferenze, il simbolo Ø può essere omesso</p>
Quotatura di raggi	Quotatura di elementi sferici	
		



Tab. 2.10: Quotatura di elementi particolari.

2.5.6. Le quote altimetriche

«Le quote altimetriche servono a indicare le varie altezze su cui insistono i vari elementi che costituiscono la struttura di un edificio. Tali indicazioni sono necessarie alla lettura generale del manufatto e a chiarire le relazioni spaziali esistenti tra le sue diverse parti e l'ambiente circostante, pertanto vanno riportate su tutti gli elaborati (piante, prospetti e sezioni)»⁵⁹.

Le quote altimetriche possono essere assolute o relative a seconda, rispettivamente, che si riferiscano al livello del mare (quelle usate in cartografia) oppure ad altri elementi notevoli della struttura. Le quote relative sono, di norma, indicate con il segno + o -; quando non sono presenti quote negative si omette il segno di quelle positive. Le quote altimetriche si esprimono quasi sempre in metri lineari e sono indicate da numeri decimali aventi sempre due cifre dopo la virgola.

	Piano al rustico	Piano al finito
Quote in alzato		
Quote in planimetria		

Tab. 2.11: Le quote altimetriche.

⁵⁹ Cherubini, A. (2008), *Op. cit.*

2.6. I retini

Fig. 2.12: I retini e la loro rappresentazione in relazione al materiale.

Fonte: CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche (2010)⁶⁰.

Nel disegno tecnico l'indicazione della tipologia dei materiali è affidata ad un simbolismo ben preciso, spesso capita di vedere indicazioni di materiali o elementi costruttivi di pura fantasia. Grazie alle norme, tutti i materiali sono normati, con riferimento alla scala del disegno.

2.7. Gli elaborati progettuali

Gli elaborati grafici tipici utilizzati per la redazione di un progetto sono riconducibili principalmente al “Metodo di Monge”⁶¹. Si tratta cioè di effettuare tante proiezioni ortogonali dell’oggetto su altrettanti distinti quadri di rappresentazione (quanti se ne ritengono necessari), ciascuno parallelo ad una delle facce del solido.

⁶⁰ CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche (2010), *Il manuale dell'architetto*, Sapere 2000 Edizioni Multimediali, Roma (RM).

⁶¹ In geometria descrittiva il “Metodo di Monge” (o metodo delle doppie proiezioni ortogonali) è un metodo di rappresentazione piana di un oggetto nello spazio euclideo.

2.7.1. Le piante

La pianta è un elaborato grafico ottenuto ricorrendo ad un piano orizzontale (che seziona l'oggetto), posto convenzionalmente ad una quota di circa 1,2 metri rispetto al calpestio del piano da rappresentare. Tale quota permette di sezionare, oltre i muri, le scale, i vani tecnici, la struttura portante, ecc., anche la maggior parte dei vani destinati a porte e finestre, fornendo così quante più informazioni possibili. Sul disegno devono essere rappresentati tutti gli elementi presenti tra il calpestio e il piano in questione e, qualora la complessità dell'edificio lo richieda, gli elementi posti al di sopra del piano di sezione (elemento del soffitto, lucernaio, ecc.) devono essere indicati con linea tratteggiata (in quanto proiettati in vista virtuale). Per rendere il disegno chiaro e leggibile, le parti murarie sezionate devono essere evidenziate (attraverso l'utilizzo di linee più spesse) rispetto agli elementi non sezionati. Questi ultimi possono essere elementi proiettati (rappresentati attraverso una linea sottile) oppure proiettati virtualmente (linea tratteggiata).

In una **pianta quotata** è fondamentale inserire le seguenti informazioni:

- *quote interne*: identificano la dimensione dei vari locali (in metri);
- *quote esterne*: identificano, dall'interno verso l'esterno:
 - o la mezzeria delle aperture/finestre;
 - o i piani e i vuoti generati dalle aperture/finestre;
 - o i salti di volume dell'edificio;
 - o la lunghezza totale dell'edificio;
- *quote altimetriche*: devono essere rappresentate in corrispondenza di ogni cambio di altezza del piano rappresentato;
- *nome dell'alloggio*: es. "D.4.3" dove "D" rappresenta la scala, "4" il piano e "3" il numero dell'appartamento in progressiva;
- *nome del locale*: può essere utilizzato il nome intero del locale in questione (cucina, soggiorno, ecc.) o delle sigle (K, S, ecc.);
- *quote porte e finestre*: indicano rispettivamente la larghezza e l'altezza del serramento (in metri o in centimetri). Deve inoltre essere rappresentato, con una linea tratteggiata, il senso di apertura del serramento;
- *arredi fissi*: del bagno (sanitari, vasca, doccia, lavabo e lavatrice) e della cucina (fuochi, lavandino e frigorifero);
- *retinatura*: di tutti gli spazi aperti (balconi, logge, ecc.);
- *struttura portante e cavedi*: rappresentati con la loro ombra.

In una **pianta arredata** è fondamentale, oltre ad arredare bene e con gusto, inserire le seguenti informazioni: nome dell'alloggio, retinatura degli spazi aperti, struttura portante e cavedi.

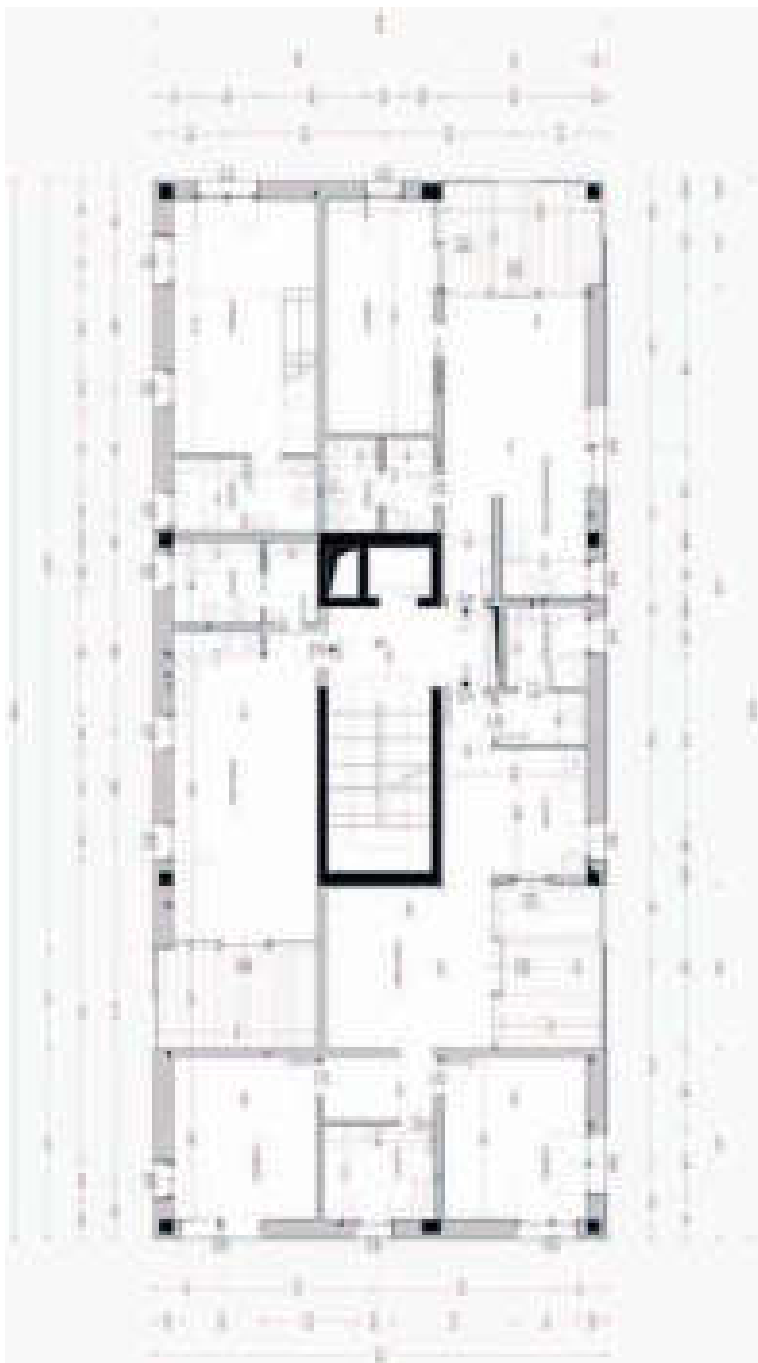


Fig. 2.13: Esempio di pianta quotata.
Fonte: "Laboratorio di architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUIC. Docente: Valentina Puglisi.



Fig. 2.14: Esempio di pianta arredata.
Fonte: "Laboratorio di progetto e costruzioni dell'architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUIC. Docente: Valentina Puglisi.

2.7.2. I prospetti

Il prospetto è un elaborato grafico ottenuto ricorrendo ad un piano verticale, generalmente assunto parallelo ad una delle facce dell'oggetto da rappresentare. Il piano così scelto non seziona il manufatto e fornisce una vista esterna della faccia del solido da rappresentare. «Essendo i prospetti delle proiezioni di punti su un piano, questi sezionano anche quello che si trova al di fuori dell'oggetto che si vuole rappresentare. Nel caso di un edificio, per esempio, anche i prospetti sezionano il terreno circostante, permettendo di rappresentare l'andamento altimetrico oppure eventuali scale, muri di contenimento, ecc.»⁶².



Fig. 2.15: Esempio di prospetto quotato.

Fonte: Fonte: "Laboratorio di progetto e costruzioni dell'architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUIC. Docente: Valentina Puglisi.

In un prospetto è fondamentale inserire le seguenti informazioni:

- la quota del livello 0 e del colmo dell'edificio (in metri);

⁶² Cherubini, A. (2008), *Op. cit.*

- le ombre (derivanti da aggetti, rientranze, cambi di volume, ecc. dell'edificio stesso);
- l'indicazione puntuale di tutti i materiali utilizzati in facciata con relativa colorazione;
- il profilo degli edifici circostanti o dell'intorno;
- la sezione del terreno.

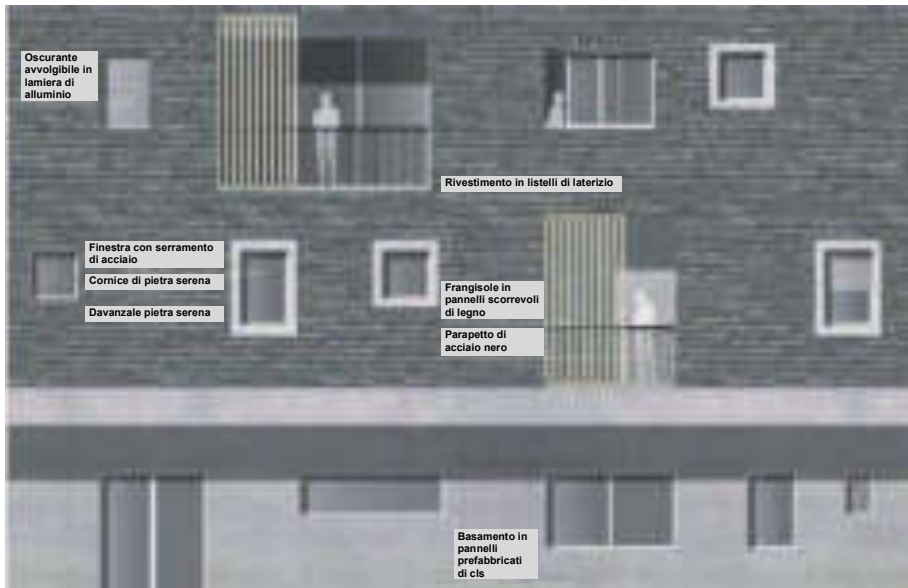


Fig. 2.16: Dettaglio di un prospetto.

Fonte: "Laboratorio di progetto e costruzioni dell'architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUIC. Docente: Valentina Puglisi.

2.7.3. Le sezioni

La sezione è un elaborato grafico che si ottiene ricorrendo ad un piano verticale che seziona l'oggetto da rappresentare. I vari elementi sezionati devono essere indicati con una linea grossa. Sul quadro devono essere altresì proiettati tutti gli elementi posti tra il piano stesso e la superficie di fondo della porzione di fabbricato presa in considerazione.

«Talvolta le sezioni, anziché essere disposte su un solo piano, si trovano su piani paralleli al fine di evidenziare alcuni aspetti particolari dell'oggetto. Sono le cosiddette sezioni a baionetta che si indicano con una linea tratto-punto spezzata e che vengono disegnate proiettando i punti che si trovano in corrispondenza dei punti paralleli»⁶³.

⁶³ Cherubini, A. (2008), *Ibidem*.

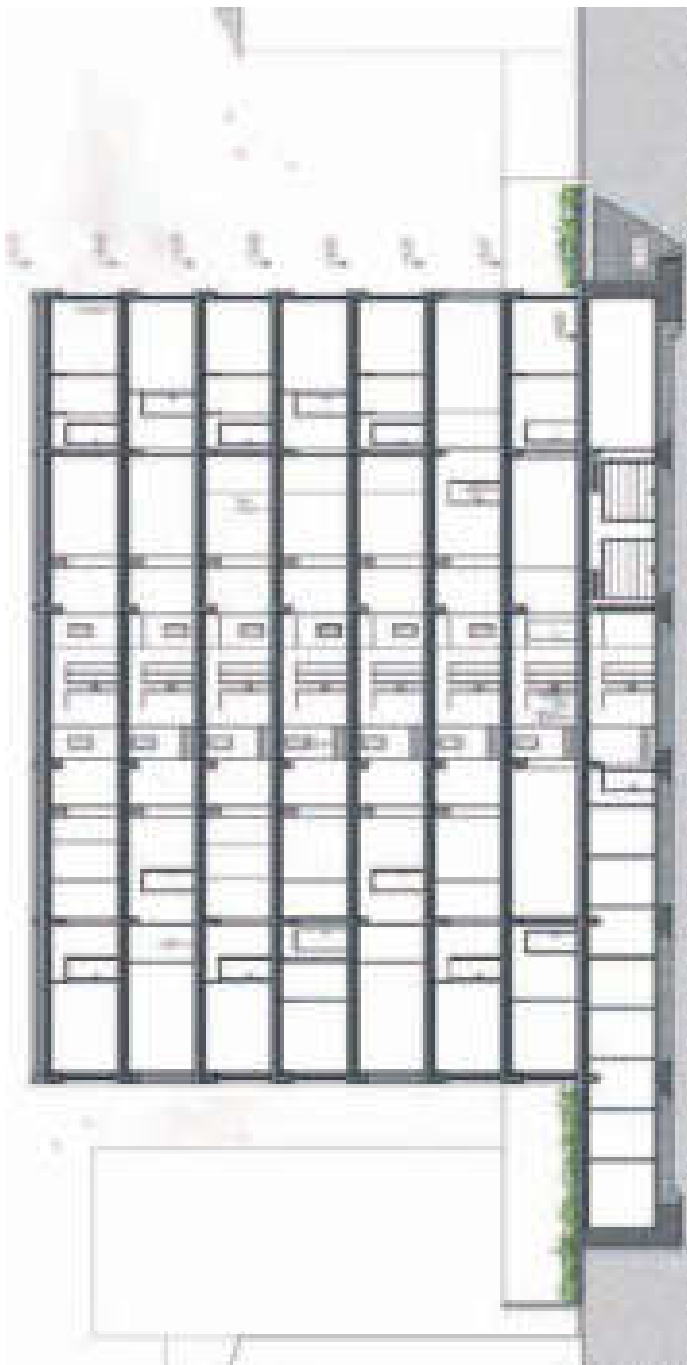


Fig. 2.17: Esempio di sezione quotata.
Fonte: "Laboratorio di progetto e costruzioni dell'architettura", Politecnico di Milano, Scuola AUC. Docente: Valentina Puglisi.

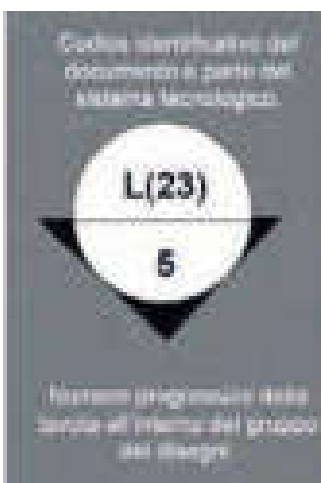
In una sezione è fondamentale inserire le seguenti informazioni:

- la quota altimetrica di ogni solaio realizzato (in metri);
- la distinzione (attraverso l'utilizzo di spessori adeguati delle linee utilizzate) tra la struttura portante, la struttura portata e gli elementi rappresentati in proiezione;
- la tipologia di fondazione utilizzata e lo scavo realizzato;
- le porte e le finestre che si vedono sia in sezione che in prospetto.

2.7.3.1. I simboli di sezione

«Le sezioni, oltre ad essere disegnate come proiezioni, devono anche essere indicate sugli elaborati per far capire all'osservatore i punti per cui passano i rispettivi piani ed il loro verso. Le sezioni vengono denominate generalmente con delle coppie di lettere o di numeri che vengono indicati sulle estremità della linea tratteggiata e che, a seconda dell'ordine con cui vengono indicate, ne definiscono ulteriormente il verso, specie nei casi in cui ne esistono due passanti per la stessa linea con versi opposti»⁶⁴.

I simboli di sezione sono definiti dalla Norma ISO 128-24 del 2006⁶⁵.



Essa stabilisce che i tagli e le sezioni devono essere indicati mediante la stessa lettera maiuscola ripetuta due volte, in corrispondenza delle due frecce di riferimento (disegnate con linea continua grossa) che indicano la direzione di osservazione per il relativo taglio o sezione, alle estremità della traccia del piano di sezione.

Le sezioni devono essere indicate sulle varie piante dell'edificio con la freccia o un altro simbolo indicante la direzione di lettura della sezione stessa. Spesso per necessità occorre "spezzare" il piano di sezione, questo andrà fatto nello spazio libero e non attraversando setti murari.

Fig. 2.18: Simbologia per l'identificazione di una sezione o un prospetto.

⁶⁴ Cherubini, A. (2008), *Ibidem*.

⁶⁵ Norma UNI ISO 128-24:2006, *Op. cit.*

2.8. La scrittura

Anche per la scrittura i caratteri e le cifre che occorre usare nel disegno tecnico sono normati dalla UNI.

Le altezze da impiegarsi sono fissate in 2,5 - 3,5 - 7,0 - 10,0 millimetri. Ogni tipo comprende il carattere maiuscolo, il minuscolo e le cifre, eccetto il "tipo 10" che non comprende la scrittura minuscola, ma solo la maiuscola e i numeri.

L'altezza delle minuscole deve corrispondere a $\frac{2}{3}$ dell'altezza delle corrispondenti maiuscole. Tra le linee di testo si deve lasciare un interspazio pari a due dimensioni del tipo di carattere usato; fra le linee successive, scritte con dimensioni di carattere diversi si consiglia un interspazio maggiore.

Con il disegno CAD tutte le relazioni tra l'altezza dei caratteri, l'interlinea e le proporzioni maiuscola/minuscola, sono demandate al software mentre la definizione dell'altezza del testo resta facoltà dell'operatore.

2.9. L'impaginazione del disegno

L'impaginazione del disegno deve essere realizzata secondo i seguenti criteri:

- il margine sinistro del foglio deve essere libero per almeno 3 centimetri;
- se in uno stesso foglio si rappresentano due o più disegni, per ognuno di questi deve essere scelta la scala più adatta;
- tra le varie finestre occorre lasciare una spaziatura sufficiente.

Secondo una convenzione europea, la pianta si dispone, di preferenza, in basso a sinistra, il prospetto in alto, le sezioni lateralmente ai prospetti; a parte vanno rappresentate le piante delle murature, degli infissi e degli arredi fissi. La disposizione delle piante, dei prospetti e delle sezioni ravvicinate resta legata alla dimensione del supporto cartaceo, quindi l'impaginazione del progetto può cambiare. Questo tipo di vista, richiama fortemente il disegno delle proiezioni ortogonali, che dispone sul primo quadrante, in basso a sinistra, la vista dall'alto dell'oggetto; sul secondo quadro, in alto a destra, la vista frontale.

Fondamentale è porre sempre l'orientamento delle piante che si indica attraverso l'utilizzo di una freccia Nord-Sud.

Altro elemento grafico della tavola è l'indicazione della scala metrica, sia numerica sia grafica, in modo che nelle riproduzioni del disegno sia sempre possibile risalire all'esatta scala grafica.