

LABORATORIO DI DISEGNO E RILIEVO DELL'ARCHITETTURA

PRIMO ANNO

INDICE.

UNIFICAZIONE GRAFICA E NORME DEL DISEGNO	1
CLASSIFICAZIONE DELLA GEOMETRIA	3
LE PROIEZIONI ORTOGONALI	4
I SISTEMI DI QUOTATURA	5
INTERSEZIONI TRA SUPERFICI IN P.O.	6
CONVENZIONI GRAFICHE	7
ASSONOMETRIE	10
PROSPETTIVA	11
RILIEVO DIRETTO	13
LE VOLTE	15

UNIFICAZIONE GRAFICA E NORME DEL DISEGNO

Norme del Disegno Tecnico

Le norme regolano il linguaggio grafico utilizzato da ingegneri, architetti e pianificatori per assicurare una comunicazione chiara ed efficace.

Organismi di riferimento:

- **ISO:** Organizzazione internazionale per la standardizzazione.
- **UNI:** Ente italiano che emana norme basate sulle raccomandazioni ISO.

Non sempre le norme sono rispettate, causando disomogeneità nei progetti con impatti negativi su tempi e costi.

Formati e Piegature

Formati UNI: Basati su un rettangolo di 1 m², con rapporti tra i lati standardizzati (es. A0 = 1189 x 841 mm, A4 = 297x210 mm).

Piegatura:

- Fogli piegati per garantire uniformità e praticità nella gestione.
- Per disegni troppo grandi si utilizzano tavole multiple con indicazioni di sovrapposizione.

Cartiglio

Area del foglio riservata alle informazioni essenziali sul disegno, posto nell'angolo in basso a destra della tavola.

Contenuti:

- Numero del disegno o codice.
- Titolo del disegno.
- Ragione sociale (proprietà e autore).
- Metodo di proiezione.
- Scala di rappresentazione.
- Responsabilità e controllo (visti e firme).

Tipi di Linee e Spessori

Tipologie di linee:

- **Linea continua (groschezza variabile):** Contorni sezionati (grossa), profili visibili (media), dettagli e misure (fine).
- **Linea tratteggiata:** Contorni di parti nascoste (grossa), proiezioni di scale o volte (media/fine).
- **Linea a tratto e punto:** Assi di simmetria e piani di sezione.

Spessori:

- Rapporto tra spessore linea grossa e fine ≥ 2 .
- Spessori standard: 0,18 mm (minimo, da usare con cautela) fino a 2,00 mm.

Tratteggi e Retini

Utilizzati per rappresentare materiali sezionati:

- **Generici:** Aeriformi, liquidi, solidi, terreno.
- **Specifici:** Materiali come laterizi, legno, cemento armato, trasparenti.

Regole:

- Interspazio tra linee proporzionato alla superficie sezionata.
- Per superfici molto piccole: annerimento completo.
- Materiali descritti in legenda o distinta componenti, se necessario.

Scale di Rappresentazione

Rapporto tra le dimensioni del disegno e quelle reali.

Scala numerica: Esempio 1:100 (1 cm nel disegno corrisponde a 100 cm reali).

Scala grafica: Segmento graduato riportato sul disegno.

Indicatori di scala: Elementi visivi (persone, veicoli) per comunicare proporzioni.

- Disegni urbanistici (1:10000, 1:500).
- Disegni architettonici (1:100, 1:50, fino a dettagli costruttivi 1:1).

Rappresentazione Tridimensionale

- **Sistema Europeo:** Proiezioni ortogonali con viste "standard".
- **Sistema Americano:** Proiezioni ortogonali con posizionamenti invertiti rispetto al sistema europeo.

CLASSIFICAZIONE DELLA GEOMETRIA

GEOMETRIA EUCLIDEA, si basa sulla scomposizione dello spazio in elementi fondamentali ideali (punto, retta, segmento..) non deformabili.

GEOMETRIA PROIETTIVA, studia le proprietà proiettive delle figure, proprietà invarianti rispetto alle omografie.

GEOMETRIA ANALITICA, problemi geometrici con l'ausilio della matematica.

GEOMETRIA DESCRITTIVA, termini in cui vengono raccolte metodologie e metodi per rappresentare gli oggetti nel piano.

ENTITÀ GEOMETRICHE FONDAMENTALI.

- Punto: idealizzazione di un corpo talmente piccolo del quale si può determinare solo la posizione e non grandezza o forma.
- Retta: insieme infinito di punti allineati che ha una direzione nello spazio.
- Piano: insieme infinito di punti privo di spessore ma con una superficie.

CONCETTO DI PROIEZIONE.

π : piano di proiezione

V: centro di proiezione

α : oggetto da proiettare

R: retta proiettante

Si definisce proiezione α' di α su π l'insieme di punti P' proiettati dal punto V sul piano π .

La proiezione dipende da:

- dalla distanza di π da α ,
- dall'inclinazione di π rispetto a V,
- dalla posizione reciproca di V - α - π .

CONCETTO DI SEZIONE.

Si definisce come sezione di α con π l'insieme di α dei punti P comuni al piano π e all'oggetto α .

OBIETTIVI DELLA GEOMETRIA DESCRITTIVA.

- Stabilire tutti i metodi per rappresentare su un foglio bidimensionale gli oggetti tridimensionali.
- Riconoscere dalla rappresentazione bidimensionale l'oggetto reale.

PROIEZIONI ORTOGONALI

La proiezione dell'oggetto da rappresentare sul primo e poi sul secondo piano di proiezione da luogo a:

- una prima proiezione sul piano π_1
- una seconda proiezione su π_2 . Il passaggio dalla configurazione tridimensionale dell'oggetto e dei piani di riferimento a quella bidimensionale, scopo ultimo di ogni metodo di rappresentazione, è ottenuto ruotando il piano verticale su quello orizzontale.

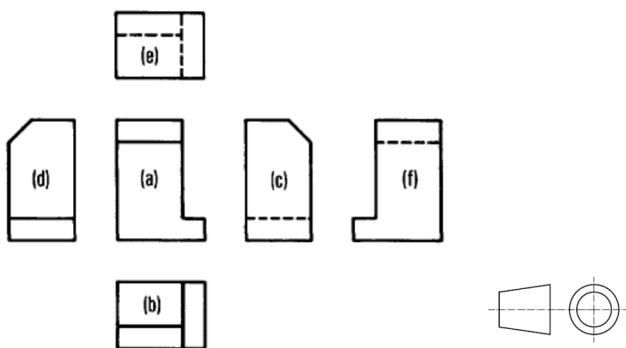
IL PUNTO. Il punto P si rappresenta mediante le sue proiezioni ortogonali P1 (prima proiezione del punto) e P2 (seconda proiezione del punto) sui due piani quadro π_1 e π_2 .

Condizione necessaria e sufficiente affinché P1 e P2 rappresentino le proiezioni ortogonali di un generico punto P è che entrambi giacciono su di una retta perpendicolare alla linea di terra (retta di richiamo)

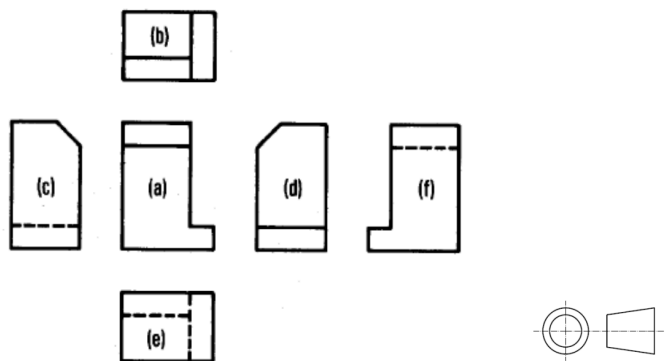
LA RETTA. La retta r si rappresenta mediante le sue proiezioni ortogonali r1 (prima proiezione della retta) e r2 (seconda proiezione della retta) sui due piani quadro π_1 e π_2 . La retta r è determinata se sono note le due proiezioni r1 e r2, oppure le due tracce: Sr e Tr. Normalmente vengono indicate sia le proiezioni che le tracce.

IL PIANO. Un piano α si rappresenta mediante le sue tracce α_1 (prima traccia del piano) e α_2 (seconda traccia del piano); queste sono rispettivamente la retta d'intersezione tra i piani α e π_1 , e la retta di intersezione tra α e π_2 , sufficienti alla sua rappresentazione univoca.

METODO EUROPEO



METODO AMERICANO



I SISTEMI DI QUOTATURA

Nel disegno tecnico, non sempre è possibile rappresentare gli oggetti tramite proiezioni ortogonali in dimensioni reali. È quindi essenziale **specificare chiaramente la scala di rappresentazione**, ossia il rapporto tra le dimensioni dell'oggetto nel disegno e quelle effettive.

In alcuni casi, può essere necessario utilizzare scale differenti all'interno dello stesso disegno, rappresentando alcuni dettagli con scale diverse rispetto a quella generale principale.

Ogni disegno deve essere completo e includere tutte le indicazioni dimensionali necessarie per la costruzione e la verifica dell'oggetto. Queste indicazioni vengono fornite attraverso la quotatura, che non solo integra le informazioni sull'oggetto, ma ha anche un valore legale e fiscale.

È necessario indicare direttamente tutte le dimensioni fondamentali per definire completamente l'oggetto in relazione alla sua realizzazione, alla sua funzionalità e al suo controllo, evitando che le misure debbano essere calcolate tramite somme o sottrazioni.

Per garantire una lettura chiara e priva di ambiguità, la quotatura deve essere realizzata rispettando rigorosamente le norme UNI.

Gli elementi fondamentali della quotatura sono:

- **Linee di riferimento:** evidenziano la parte dell'elemento a cui si riferisce il valore dimensionale, devono essere continue, fini, devono sporgere leggermente al di là del punto d'intersezione con la linea di misura.
- **Linee di misura:** indicano il valore dimensionale e definiscono la porzione misurata. Devono essere continue, fini, si devono disporre di preferenza all'esterno della figura. **Frecce terminali:** segnano le estremità delle linee di misura, devono essere evidenti, grandezza congrua e proporzionata rispetto alla grossezza delle linee del disegno e disposte all'interno delle linee di riferimento.
- **Cifre o lettere:** riportano la misura del componente, devono essere chiare, leggibili e poste al di sopra della linea di misura.

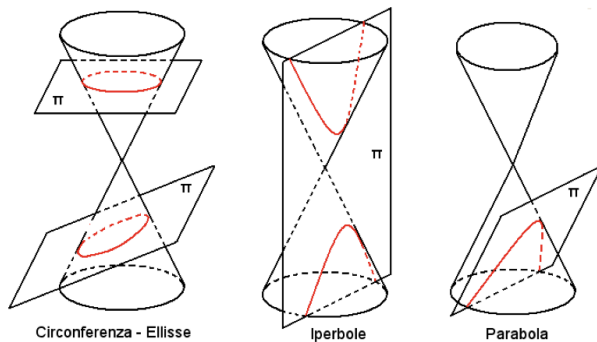
Ogni dimensione deve essere indicata una sola volta e su una sola proiezione. Le quote devono essere posizionate sulla proiezione in cui l'elemento risulta più chiaro, considerando gli aspetti costruttivi e funzionali. Le quote possono riguardare: la **funzione** dell'oggetto, la sua **realizzazione**, oppure la sua **verifica**.

Le quotature possono essere:

- **in serie**, le quote sono disposte in sequenza, una dopo l'altra, partendo da un punto di riferimento. Ogni quota dipende dalla precedente.
- **In parallelo**, le quote sono allineate e riferite tutte allo stesso asse.
- **Progressive**, tutte le quote partono dallo stesso punto di riferimento e ogni quota è indipendente.

LE INTERSEZIONI TRA SUPERFICI IN PROIEZIONI ORTOGONALI

SUPERFICI CONICHE. Dati una curva d e un punto V nello spazio, la superficie luogo delle rette passanti per V ed incidenti d si dice CONO di vertice V e direttrice d ; le rette che lo costituiscono si dicono generatrici.



SEZIONI CONICHE. Intersecando un cono circolare retto con un piano generico, si ottengono delle curve dette CONICHE, rispettivamente: ellissi, parabola e iperbole.

- **Ellisse:** può essere ottenuta sezionando un cono circolare retto che poggia sul piano orizzontale con un piano secondo proiettante (perpendicolare al piano quadro).
- **Parabola:** può essere ottenuta sezionando un cono circolare retto che poggia sul piano orizzontale con un piano secondo proiettante parallelo alla generatrice.
- **Iperbole:** può essere ottenuta sezionando un cono circolare retto che poggia sul piano orizzontale con un piano di profilo (perpendicolare al piano orizzontale e a quello verticale) parallelo al piano laterale.

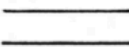
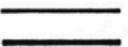
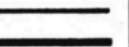
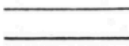
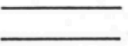
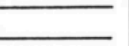

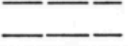

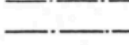
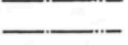
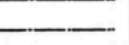

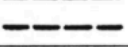
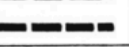
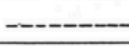
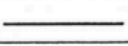
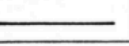


VERA FORMA. Il problema principale della geometria descrittiva, ossia quello di "misurare" le diverse entità geometriche, può risultare più o meno complesso a seconda della posizione che queste entità assumono rispetto al sistema di riferimento scelto.

METODI DI SOLUZIONE:

- **METODO DELLA ROTAZIONE**
Questo metodo consiste nel modificare la posizione di un elemento geometrico attraverso una o più rotazioni rigide attorno a un asse, fino a raggiungere la disposizione desiderata rispetto ai piani principali di proiezione.
- **METODO DEL CAMBIO DEI QUADRI DI PROIEZIONE**
In questo caso, l'elemento geometrico resta fisso, mentre si varia la posizione di uno o di entrambi i piani principali di proiezione.
- **METODO DEL RIBALTAMENTO**
Considerato una variante del metodo della rotazione, utilizza come asse di rotazione la traccia del piano contenente l'elemento geometrico, facendo ruotare quest'ultimo attorno a tale asse.

CONVENZIONI GRAFICHE PER IL DISEGNO TECNICO ARCHITETTONICO

Argomento	Norme UNI	Norme ISO
<u>Principi generali:</u> <ul style="list-style-type: none"> Fogli Tipi di linee Scale Riquadro iscrizioni Scritte 	UNI EN ISO 5457:02 UNI EN ISO 128-20:02; UNI ISO 128-24:06 UNI EN ISO 5455:98 UNI EN ISO 7200:2007 UNI EN ISO 3098-0/5:00	5457:99 128-20:96;128-24:99 5455:79 7200:04 3098-0/6:97,00
<u>Rappresentazione:</u> <ul style="list-style-type: none"> Metodi di rappresentazione Convenzioni particolari Sezioni 	UNI EN ISO 5456-1/3:01 UNI ISO 128-30,34:06 UNI ISO 128-40,44,50:06	5456-1/3:96 128-30,34:01 128-40,44,50:01
<u>Quotatura</u>	UNI 3973,3974,3975:89	129-1:04

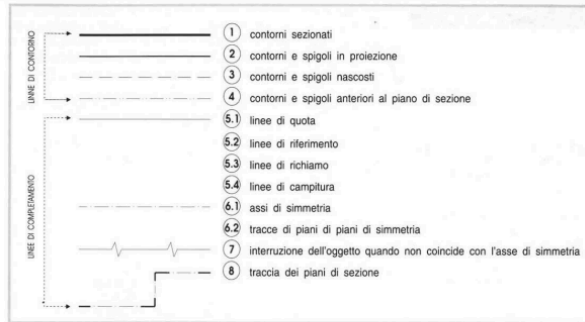
TIPI DI LINEA	SPESSORI			UTILIZZAZIONE
Scala del disegno	1 : 100	1 : 50	1 : 20 1 : 10 al vero	
continua	0.4 - 0.6 spessa 	0.8 - 1.0 spessa 	1.0 - 1.5 spessa 	contorno della figura di sezione
continua	0.1 - 0.2 sottile 	0.2 - 0.25 sottile 	0.2 - 0.25 sottile 	spigoli architettonici a vista
tratteggio (tratti lunghi)	0.1 - 0.2 sottile 	0.2 - 0.25 sottile 	0.2 - 0.25 sottile 	spigoli virtuali non visibili
tratto punto tratto due punti (tratti lunghi)	0.1 - 0.2 sottile 	0.2 - 0.25 sottile 	0.3 - 0.5 sottile 	tracce di piani sezionati, assi, allineamenti
tratteggio	0.4 - 0.6 spesso 	0.8 - 1.0 spesso 	1.0 - 1.5 spesso 	contorni ipotizzati della figura di sezione
punteggiata	0.1 - 0.2 medio 	0.3 - 0.5 medio 	0.2 - 0.4 medio 	informazioni secondarie, tracciati regolatori, ipotesi restitutive
continua	non si quota il rilievo	0.1 sottile 	0.2 sottile 	linea di quota (non si quota il rilievo al vero)

TIPI DI LINEE

Vengono distinte anche in:

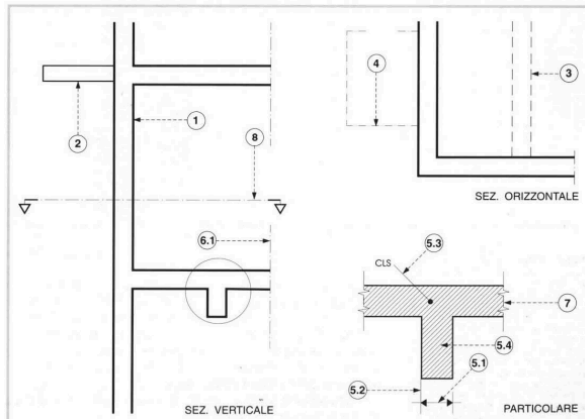
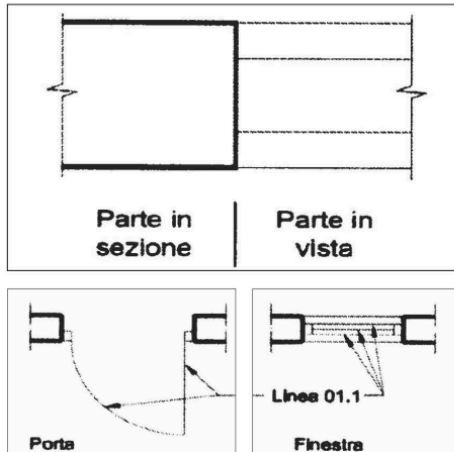
linee di contorno → definiscono le parti che costituiscono l'oggetto;

linee di completamento → quote, rimandi, assi di simmetria, tracce dei piani di sezione, etc.



↑2 Classificazione delle linee da usare nel disegno architettonico.

↓3 Esempio di utilizzazione dei diversi tipi di linee.



ELABORATI DI PROGETTO

Pianta: È un elaborato grafico ottenuto utilizzando un piano orizzontale di sezione posto convenzionalmente a circa 1,20 m dal calpestio. Questo piano attraversa porte e finestre per fornire il maggior numero di informazioni.

Gli elementi compresi tra il calpestio e il piano di sezione vengono proiettati, mentre quelli situati sopra il piano di sezione, se necessari, sono rappresentati con linee tratteggiate (vista virtuale).

Le parti murarie sezionate dal piano di riferimento vengono evidenziate con linee più spesse per migliorarne la leggibilità e possono includere simboli che descrivono i materiali. Gli elementi non sezionati sono rappresentati con linee sottili continue o tratteggiate, a seconda che siano visibili o virtuali.

Vista dall'alto: È un elaborato grafico ottenuto tramite un piano orizzontale posizionato sopra l'altezza massima dell'oggetto da rappresentare. Questo piano non seziona il manufatto, offrendo così una vista esterna che corrisponde alla proiezione completa della sua copertura.

Prospetto: È un elaborato grafico ottenuto utilizzando un piano verticale, solitamente parallelo a una delle facce dell'oggetto da rappresentare. Questo piano non seziona il manufatto, ma fornisce una vista esterna che corrisponde alla proiezione verticale della faccia del solido.

Sezione: È un elaborato grafico ottenuto utilizzando un piano verticale che seziona l'oggetto da rappresentare. Dopo aver scelto la porzione dell'edificio da descrivere, il fabbricato viene diviso in due parti. Le tracce delle superfici di contorno degli elementi sezionati sono indicate con linee spesse. Vengono proiettati anche gli elementi situati tra il piano di sezione e la superficie di fondo della porzione di edificio considerata.

Concettualmente, tra pianta e sezione non c'è differenza, poiché entrambe sono proiezioni ortogonali effettuate su un piano di sezione scelto come quadro. La pianta di un manufatto può quindi essere vista come una sezione orizzontale. La posizione del piano di sezione verticale deve essere indicata in tutte le piante e scelta in modo da evidenziare situazioni difficili da rappresentare chiaramente in pianta, come scale, rampe e altre situazioni che si sviluppano sia in orizzontale che in verticale.

QUOTATURE

I disegni vengono completati con le quote, che possono essere espresse in metri (m), centimetri (cm) o millimetri (mm), a seconda dell'oggetto rappresentato. Una volta scelta l'unità di misura, è importante mantenerla costante in tutto il disegno.

Un disegno deve contenere tutte le quote necessarie per definire l'oggetto, poiché l'unica misura valida è quella scritta, non quella ricavata misurando direttamente sul disegno.

Le quote devono essere scritte parallelamente alle linee di misura a cui si riferiscono, in modo che siano facilmente leggibili senza dover ruotare il foglio. Le quotature degli elementi verticali possono essere scritte sia in orizzontale (come nei disegni CAD) che in verticale, per consentirne la lettura inclinando la testa verso sinistra (secondo la norma UNI).

Nelle piante, le quote vengono disposte in ordine, partendo dall'esterno del disegno verso l'interno:

- **Quote esterne:** comprendono la dimensione totale dell'edificio, lo spessore dei muri portanti, le distanze tra i muri, e le distanze tra gli assi di simmetria delle aperture.
- **Quote interne:** indicano il posizionamento dei tramezzi e degli accessori.

Le **quote di livello (altimetriche)** sono riferite alla quota 0,00, che corrisponde al pianerottolo del piano terreno al finito. Vanno segnate sia sui piani al rustico che su quelli al finito, precedute dal segno + o - a seconda che si trovino sopra o sotto la quota 0,00.

Per quanto riguarda le unità di misura, è consigliabile utilizzare:

- **mm** per le sezioni in metallo e in cemento armato (c.a.).
- **cm** per gli spessori dei muri, i diametri delle canalizzazioni, ecc.
- **m** per tutte le altre parti.

ASSONOMETRIE ORTOGONALI E OBLIQUE

L'assonometria è una tecnica della geometria descrittiva che permette di rappresentare oggetti tridimensionali su un piano in modo rapido e semplice. Si basa sulla proiezione da un punto improprio su un piano di proiezione.

Concetti fondamentali

- Un sistema di riferimento tridimensionale è formato da tre piani ortogonali (π_1, π_2, π_3) che si intersecano nei tre assi cartesiani (x, y, z).
- L'assonometria consente di rappresentare un oggetto in un'unica immagine con tutte e tre le sue dimensioni, introducendo deformazioni angolari e metriche.

Tipi di Assonometria

1. Assonometria ortogonale

- Le rette proiettanti sono ortogonali al piano di proiezione.
- Suddivisione in:
 - **Monometrica**: i coefficienti di riduzione lungo gli assi sono uguali.
 - **Dimetrica**: due coefficienti uguali, uno diverso.
 - **Trimetrica**: tre coefficienti di riduzione diversi.

2. Assonometria obliqua

- Le rette proiettanti sono inclinate rispetto al piano di proiezione.
- Suddivisione in:
 - **A prospetto indeformato**: il piano di proiezione è parallelo a un piano verticale.
 - **A pianta indeformata**: il piano di proiezione è parallelo al piano orizzontale.
 - **Cavaliera**: molto usata, con riduzione di 0,5 lungo l'asse obliquo.
 - **Militare**: usata in ambito storico, con specifici coefficienti di riduzione.

Costruzione di elementi geometrici

- **Punti**: definiti dalle loro coordinate rispetto agli assi.
- **Rette**: individuate tramite le loro tracce sui piani coordinati.
- **Piani**: identificati tramite le intersezioni con i piani coordinati.

Condizioni geometriche

- **Appartenenza**: un punto appartiene a una retta o a un piano se le sue proiezioni rispettano determinate condizioni.
- **Parallelismo**: due rette, due piani o una retta e un piano sono paralleli se le loro proiezioni mantengono il parallelismo.

PROSPETTIVA

È un metodo grafico che simula la visione monoculare umana, costruendo immagini bidimensionali di oggetti tridimensionali tramite **raggi visivi** che collegano il punto di vista al quadro prospettico.

Elementi fondamentali.

- **Piano geometrico (π_1)**: piano orizzontale, base della scena
- **Quadro (π)**: piano verticale su cui si proietta
- **V (punto di vista)**: centro di proiezione
- **Linea di terra (LT)**: intersezione tra geometrico e quadro
- **Linea d'orizzonte**: intersezione tra un piano orizzontale per V e il quadro
- **V_0** : punto principale (proiezione di V sul quadro)
- **V_1** : punto di stazione (proiezione di V sul geometrico)
- **Cerchio di distanza**: cerchio sul quadro con raggio pari alla distanza principale, usato per individuare punti di fuga a 45°

Tipi di prospettiva.

1. **A quadro verticale**
 - **Centrale o frontale**: oggetto parallelo al quadro
 - **Accidentale**: oggetto in posizione generica
2. **A quadro inclinato**
3. **A quadro orizzontale**: quadro coincidente con il geometrico

Proiezione degli enti geometrici.

- **Punto**: proiezione è l'intersezione tra la retta da V al punto e il quadro
- **Retta**: proiezione è la retta tra:
 - **Traccia (Tr)**: intersezione con il quadro
 - **Fuga (Fr)**: intersezione tra il quadro e la retta parallela alla retta reale passante per V

Casi particolari di rette:

- **Sul geometrico**: Fr sulla linea d'orizzonte
- **Perpendicolare al quadro**: fuga in V_0
- **Inclinata a 45°** : fuga in Dd o Ds (cerchio di distanza)
- **Parallela al quadro**: immagine parallela alla LT, ma determinata da un punto noto

- **Perpendicolare al geometricale:** immagine verticale, posizione trovata tramite punto d'appoggio
- **Piano:** determinato da due rette. Traccia e fuga del piano sono parallele tra loro e perpendicolari alla LT se il piano è perpendicolare al geometricale

Metodi principali per disegnare in prospettiva.

1. **Metodo dei punti di fuga:** costruzione basata su fuga e traccia delle rette
2. **Metodo dei raggi visuali (o del taglio):** diretto, veloce, usa raggi dai punti all'occhio
3. **Metodo dei punti di distanza:** usa rette a 90° e 45° rispetto al quadro
4. **Metodo dei punti di misura:** utile per riportare misure esatte direttamente sulla LT

Accorgimenti.

- Posizione del punto di vista:
 - **Alta:** vista a volo d'uccello
 - **Media:** ad altezza d'uomo
 - **Bassa:** occhi di formica
- **Angolo visivo ideale:** $< 60^\circ$, oltre può generare distorsioni
- **Distanza:** maggiore distanza = minore deformazione, troppo poca = distorsione eccessiva

RILIEVO DIRETTO

Cos'è il rilievo diretto?

È una **tecnica di misurazione manuale** a contatto diretto con l'oggetto architettonico, con strumenti semplici e facilmente trasportabili. I dati raccolti sono subito verificabili.

Strumenti utilizzati:

- Fettuccia metrica
- Filo a piombo
- Cordini
- Livelle
- Fogli e matite per schizzi

Differenza con rilievo indiretto:

- Utilizza **strumenti ottici, meccanici o digitali** (es. stazione totale, fotogrammetria, laser scanner)
- Richiede calcoli complessi e restituzione grafica tramite software in coordinate spaziali.

Fasi principali del rilievo diretto.

1. **Progetto**
2. **Redazione degli eidotipi**
3. **Tracciamento della poligonale**
4. **Rilievo delle piante** (trilaterazioni, coordinate, quotature)
5. **Rilievo degli alzati**
6. **Restituzione grafica**

Eidotipo.

- È un **disegno a mano libera**, accurato e proporzionato, dell'oggetto da rilevare.
- Vi si annotano **misure, osservazioni e dettagli** utili per la restituzione.
- Deve essere **leggibile da tutti**, non è un documento personale.

Discretizzazione: semplificazione del disegno con un numero limitato di segni per mantenere le proporzioni.

Rilievo delle piante.

Metodo delle trilaterazioni:

- Misurazione delle distanze tra punti noti per costruire triangoli.
- Utilizzo di archi e cerchi per determinare le posizioni.

Metodo delle coordinate cartesiane:

- Posizionamento dei punti tramite misure ortogonali riferite a un asse X-Y tracciato sul campo.

Quotatura in serie o in parallelo:

- Misurazioni prese in sequenza lungo una linea o su linee parallele per tracciati regolari.

Restituzione grafica.

- Avviene in studio, sulla base degli eidotipi e delle misure raccolte.
- Può essere fatta a mano o con strumenti digitali.
- Fondamentale: **precisione e coerenza tra i dati raccolti.**

LE VOLTE

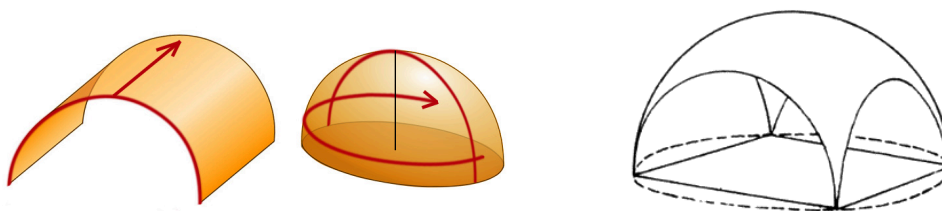
Si definisce volta la **superficie di copertura di uno spazio delimitato da muri o da pilastri**. La volta è data dalla **traslazione o rotazione** di una **curva direttrice** lungo una **retta generatrice**.

La sua forma consente di distribuire i carichi verso i sostegni laterali, rendendola particolarmente adatta alla copertura di ambienti ampi.

La sua sezione, in almeno una direzione, è una linea curva.

Si dividono le volte in due categorie:

- **VOLTE SEMPLICI:** definite da una superficie di intradosso sulla quale non compaiono spigoli o cuspidi. Sono ottenute dalla **proiezione di un solo arco** (detto generatore) in una direzione. La loro forma è geometrica e regolare. Vi sono:
 - **volta a botte (1)**, l'arco che la genera darà il nome specifico alla volta, come ad esempio: volta a botte a tutto sesto, volta a botte ellittica (arco ellittico), volta a botte a tre centri (arco a tre centri), volta a botte a giro (arco a giro).
 - **cupola (2)**, è a base circolare o ellittica e il profilo può essere semicircolare, a semi parabola, ovoidale.
 - **volta a vela (3)**, la sua base è quadrata, su ognuno dei lati della base si alzano degli archi a tutto sesto, dai vertici del quadrato partono delle **superfici sferiche** (chiamate vele) che si curvano verso l'alto e si incontrano in un **unico punto centrale**, più alto rispetto agli archi.



- **VOLTE COMPOSTE:** definite da una superficie di intradosso sulla quale compaiono spigoli o cuspidi, dovute dalle intersezioni di volte semplici. Vi sono:
 - **volta a padiglione (1)**, si ottiene elevando archi dai lati di una base poligonale, solitamente quadrata. Tra gli archi si formano superfici curve che si incontrano in un punto centrale più alto detto chiave della volta.
 - **volta a botte con testata a padiglione (2)**, copre superfici di base rettangolari, appare più "allungata".
 - **volta a schifo (3)**, è una volta a padiglione sezionata orizzontalmente.
 - **volta a crociera (4)**, si ottiene dall'intersezione perpendicolare di due volte a botte della stessa altezza e larghezza. L'incrocio delle due volte genera quattro superfici curve, chiamate "unghie", che si incontrano lungo due linee curve dette archi di intersezione.
 - **volta a botte con lunette (5)**, ottenuta dall'intersezione perpendicolare di due volte a botte con raggio e altezza diversi.

