

DISEGNO E LABORATORIO CAD

a.a. 2022/2023



**Prof. Ing.
Domenica COSTANTINO**

domenica.costantino@unisalento.it
domenica.costantino@poliba.it

**Dott. Ing.
Vincenzo Saverio ALFIO**

vincenzosaverio.alfio@poliba.it

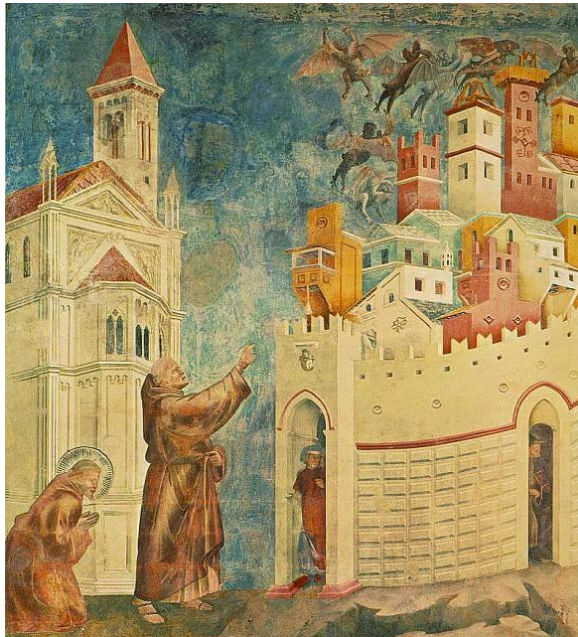
I metodi di proiezione sono definiti:

- dal **tipo di proiettanti**, che possono essere parallele o convergenti;
- dalla **posizione del piano di proiezione** relativamente alle proiettanti, che può essere ortogonale ed obliqua;
- dalla **posizione dell'oggetto** (delle sue parti principali), che può essere sia parallela/ortogonale, sia obliqua rispetto al piano di proiezione.

SISTEMI DI PROIEZIONE

Centro di proiezione	Posizione del piano di proiezione rispetto alle proiettanti	Parti principali dell'oggetto rispetto al piano di proiezione	Numero dei piani di proiezione	Tipo di vista	Tipo di proiezione
Infinito (proiettanti parallele)	Ortogonale	Parallele/ortogonali	Uno o più	Bidimensionale	Ortogonale (ISO 5456-2)
		Oblique	Uno	Tridimensionale	Assonometrica (ISO 5456-3)
	Obliqua	Parallele/ortogonali	Uno	Tridimensionale	
		Oblique	Uno	Tridimensionale	
Finito (proiettanti convergenti)	Obliqua	Oblique	Uno	Tridimensionale	Prospettica (ISO 5456-4)

Le tecniche prospettiche dell'antichità, protrattesi fino a tutto il Medioevo, ebbero sempre una connotazione di applicazione empirica funzionale agli scopi dell'artista. Per trovare una sistematica codificazione della prospettiva bisogna attendere il Rinascimento: gli artisti di questa epoca hanno una formazione culturale molto ampia con profonde conoscenze scientifiche e tecniche.



La cacciata dei diavoli, Storie di San Francesco d'Assisi, Giotto



Ferrer Bassa, Flagellazione, part., 1346 ca., Monastero di S. Maria, Pedralbes (Barcellona)



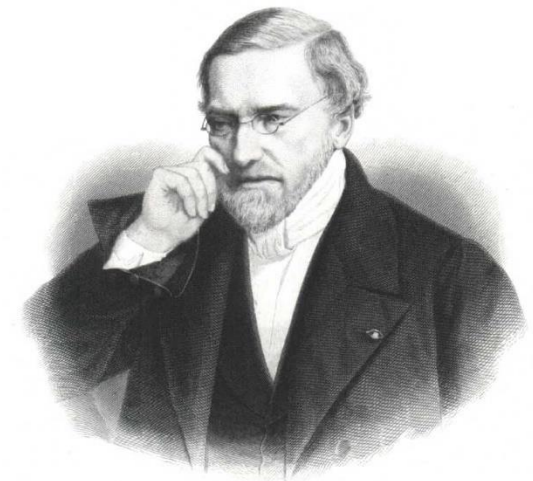
Ambrogio Lorenzetti, Annunciazione (1344), Pinacoteca nazionale di Siena



Gradualmente la prospettiva diviene un esercizio di virtuosismo artistico, ma perde la connotazione scientifica iniziale (fatta eccezione per alcuni contributi originali quali quelli di Guidobaldo Del Monte e Girard Desargues nel XVII sec.). Per veder rifiorire gli studi sulla prospettiva bisogna attendere la nascita della geometria descrittiva a opera di **Gaspard Monge** (1746-1818).

Tutte le tecniche di rappresentazione sono ricondotte a un sistema unitario basato sulla geometria e la matematica.

L'opera citata non contiene però riferimenti alla prospettiva, che ebbe comunque parte nelle lezioni del suo autore, e fu poi inserita nello stesso corpo della nuova scienza insieme al metodo che ne precisa ogni aspetto teorico, cioè quello della proiezione centrale, elaborato da **Jean-Victor Poncelet**, già allievo del Monge all'École Polytechnique.



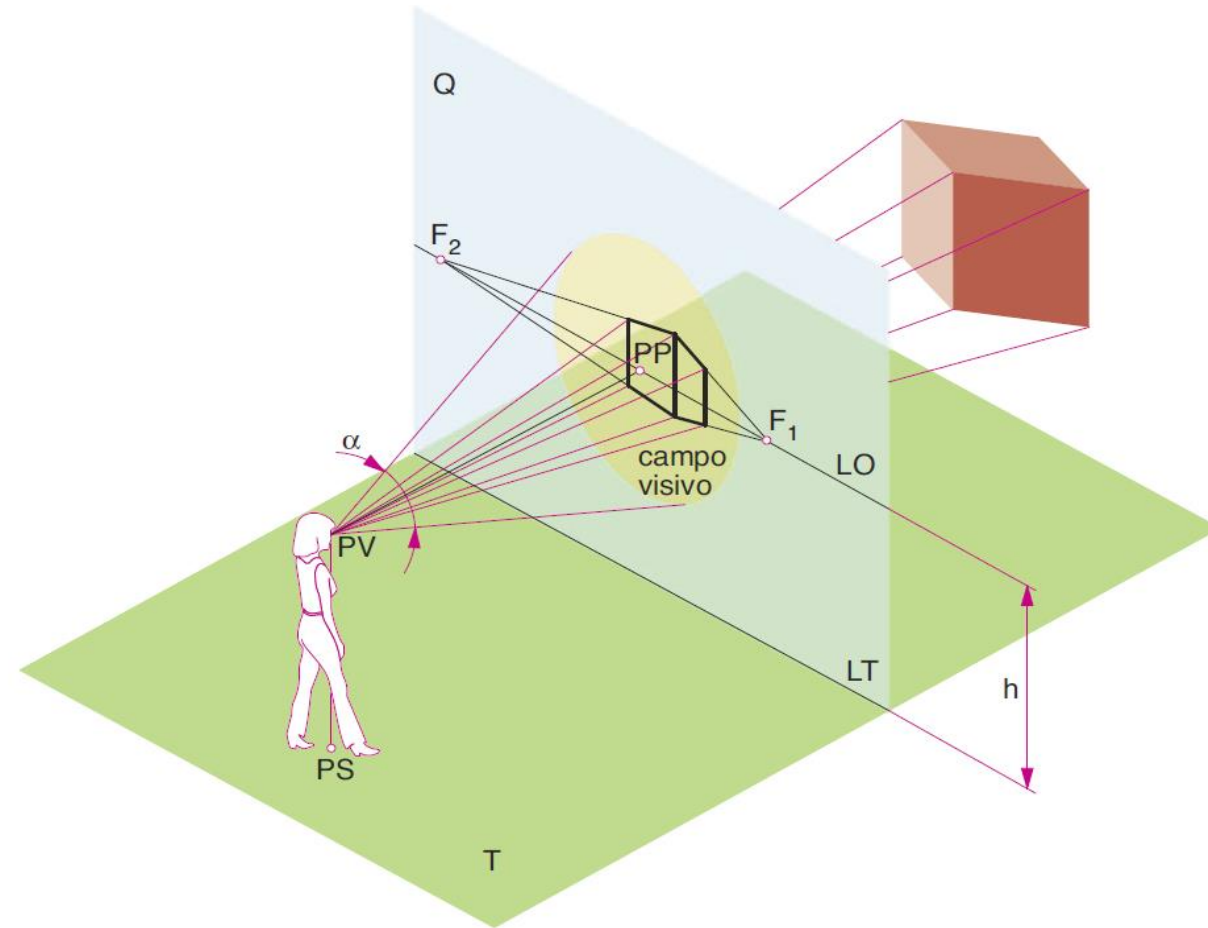


La prospettiva è originata dall'intersezione di un **quadro** con i **raggi proiettanti** passanti per i punti dell'oggetto e per un centro di proiezione a distanza finita, il cosiddetto punto di vista.

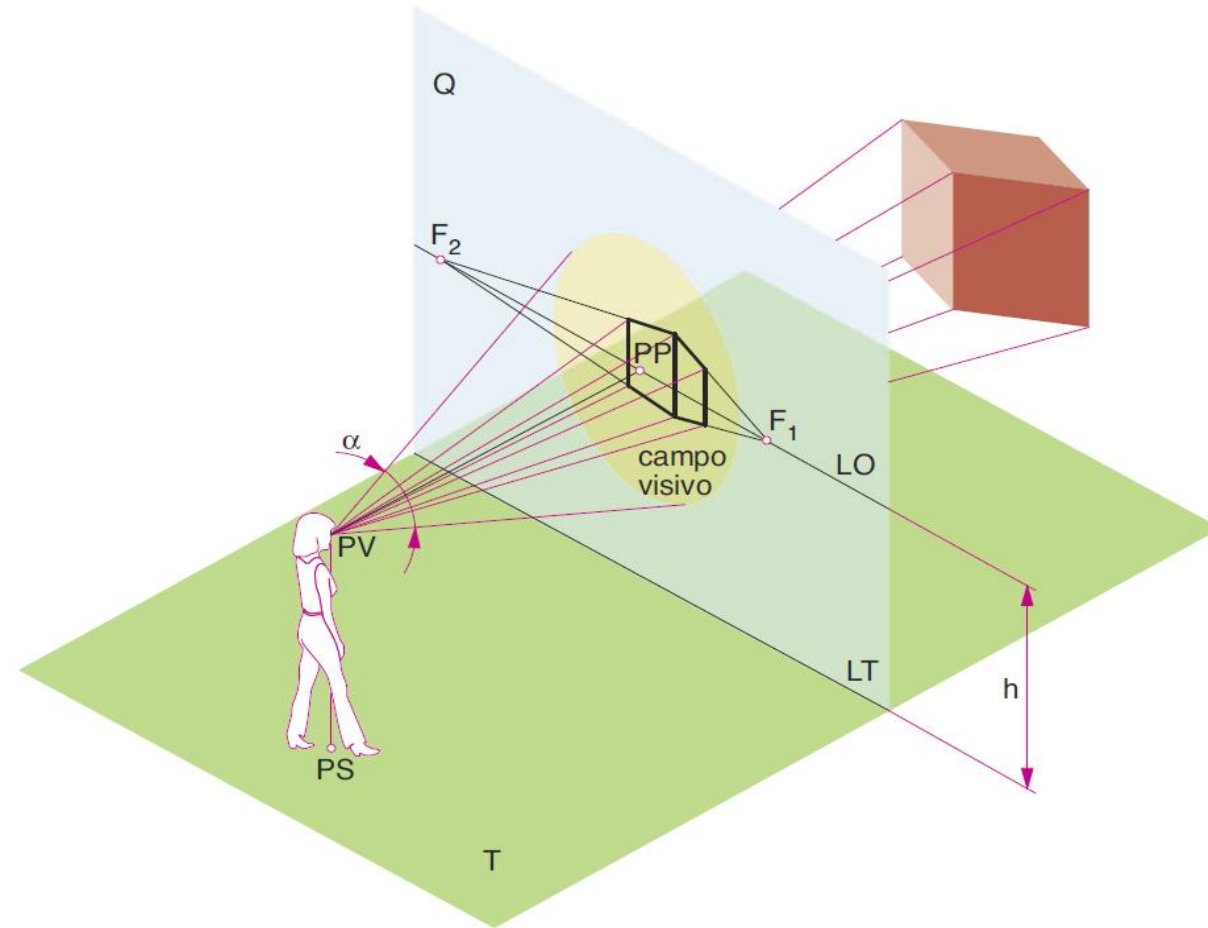
Mantenendo fisso il **punto di vista**, la prospettiva cambia spostando la posizione del quadro; come se si facessero diverse foto da uno stesso punto, ma cambiando l'inclinazione dell'apparecchio fotografico.

Le differenti posizioni del quadro hanno originato diversi tipi di prospettiva.

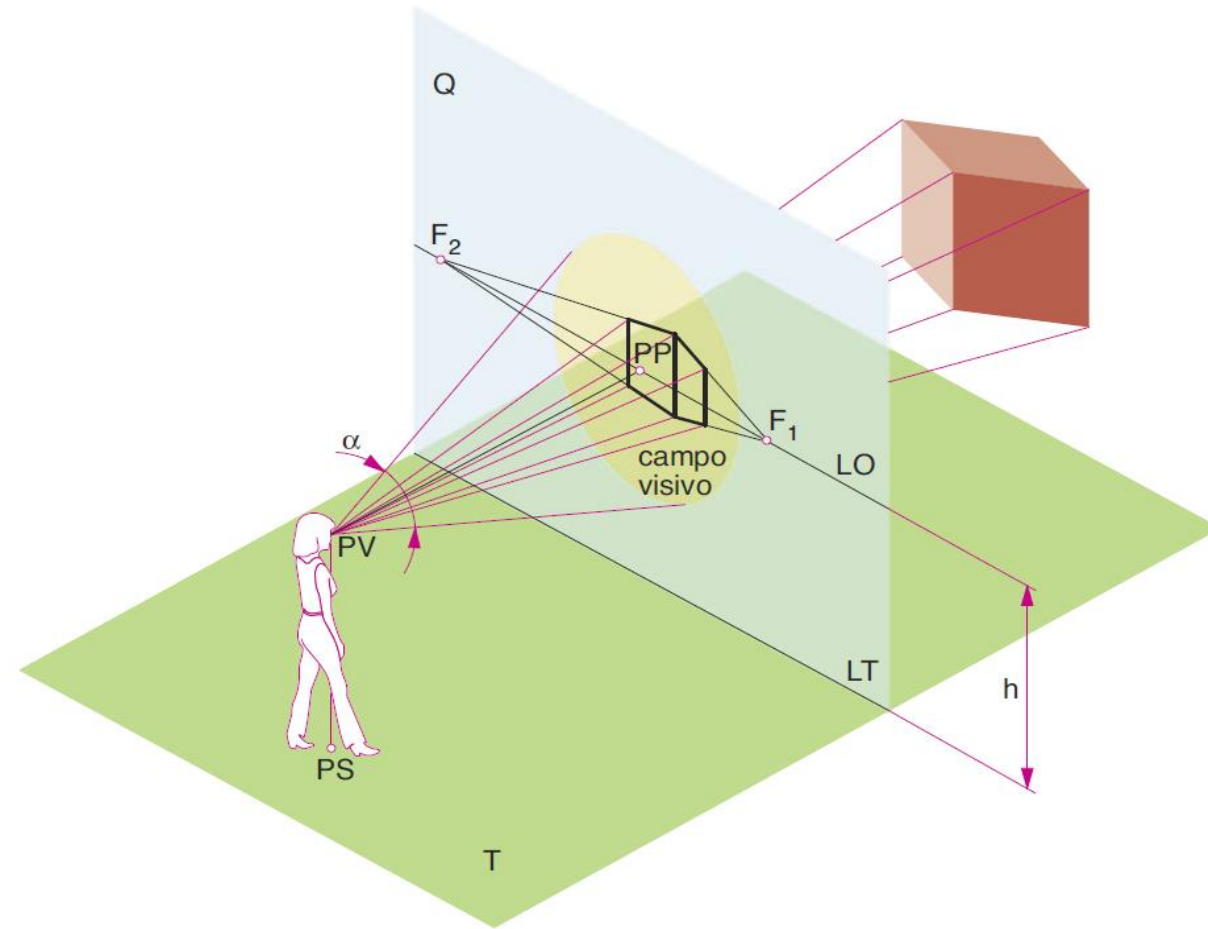
- **Quadro prospettico (Q).** È il piano su cui si proiettano i punti dell'oggetto; è posto tra l'osservatore e l'oggetto da rappresentare.
- **Piano di terra (T).** È il piano orizzontale di riferimento.
- **Linea di terra (LT).** È l'intersezione tra quadro e piano di terra.
- **Punto di vista (PV).** È il centro di proiezione, coincidente in pratica con l'occhio dell'osservatore.
- **Punto di stazione (PS).** È la proiezione ortogonale del punto di vista sul piano di terra.



- **Proiezione laterale del punto di vista (pv).** È la vista da sinistra o da destra del punto di vista in proiezione ortogonale.
- **Punto principale (PP).** È la proiezione ortogonale del punto di vista sul quadro prospettico.
- **Proiezione del punto principale sul piano di terra (pp).** È la vista dall'alto del punto principale.
- **Linea d'orizzonte (LO).** È l'intersezione tra il quadro e il piano orizzontale passante per il punto di vista.



- **Punto di fuga (F).** È il punto di concorso di rette parallele nella realtà, ma convergenti in prospettiva.
- **Altezza d'orizzonte (h).** È l'altezza del punto di vista, coincidente con la distanza tra linea d'orizzonte e linea di terra.
- **Distanza principale (d).** È la distanza tra il punto di vista e il più prossimo spigolo dell'oggetto osservato.
- **Angolo del cono visivo (α).** È l'angolo del cono formato dai raggi di proiezione; il suo valore determina l'ampiezza del campo visivo.



La prospettiva consente, quindi, di vedere gli oggetti esattamente come li percepisce l'occhio umano.

Immaginiamo, quindi, di guardare un oggetto senza muovere la testa e contemporaneamente con tutti e due gli occhi (visione binoculare).

Possiamo definire un **cono visivo** che partendo dall'occhio dell'osservatore includa tutto l'oggetto da osservare. Questo dipende ovviamente dalla dimensione dell'oggetto e dalla distanza dell'osservatore da questo. Dall'esperienza condotta scientificamente, si è dimostrato che l'angolo migliore di apertura del cono visivo deve essere compreso tra i **30°** e i **40°**.

Coni ottici con apertura maggiore generano aberrazioni ottiche simili a quelle che i fotografi ottengono usando un grandangolare come obiettivo per la loro macchina fotografica.

L'altro fattore fondamentale per una buona riuscita della prospettiva è la scelta del **punto di vista**.

E' facile intuire come sia possibile guardare un oggetto in infiniti modi e di come questo dipenda da tre parametri fondamentali: **posizione** dell'osservatore, **distanza** tra l'osservatore e l'oggetto e l'**altezza** del punto di vista.

Ad esempio, nella prospettiva accidentale, l'asse visuale va collocato in corrispondenza della parte dell'oggetto che si vuole evidenziare (ad esempio un lato dell'oggetto piuttosto che un altro).



COME SI COSTRUISCE UNA VISTA PROSPETTICA?

In molti casi, la realizzazione di una prospettiva corretta, richiede la preparazione di un disegno che rappresenti in vista dall'alto (pianta) l'oggetto da rappresentare e sul quale siano note e indicate le dimensioni dell'oggetto stesso.

Questo disegno prende il nome di **figura preparatoria**.

La realizzazione di questa figura, su foglio a parte o su un angolo dello stesso foglio, permette di realizzare una prospettiva in modo più semplice e diretto, e in molti casi anche in scala diversa generalmente più grande.

Per cui, la figura preparatoria, rappresenta in molti casi un grande vantaggio nella realizzazione della prospettiva.

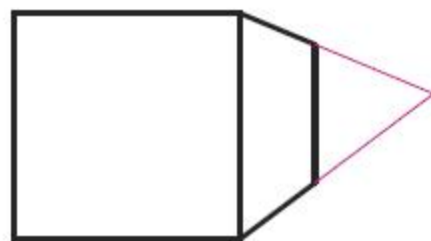
Sulla base delle teorizzazioni sviluppate da allora, possiamo dire che esistono tre tipi di rappresentazione prospettica che variano in base alla posizione che l'oggetto assume rispetto a un piano di proiezione detto **quadro**.

Per cui avremo:

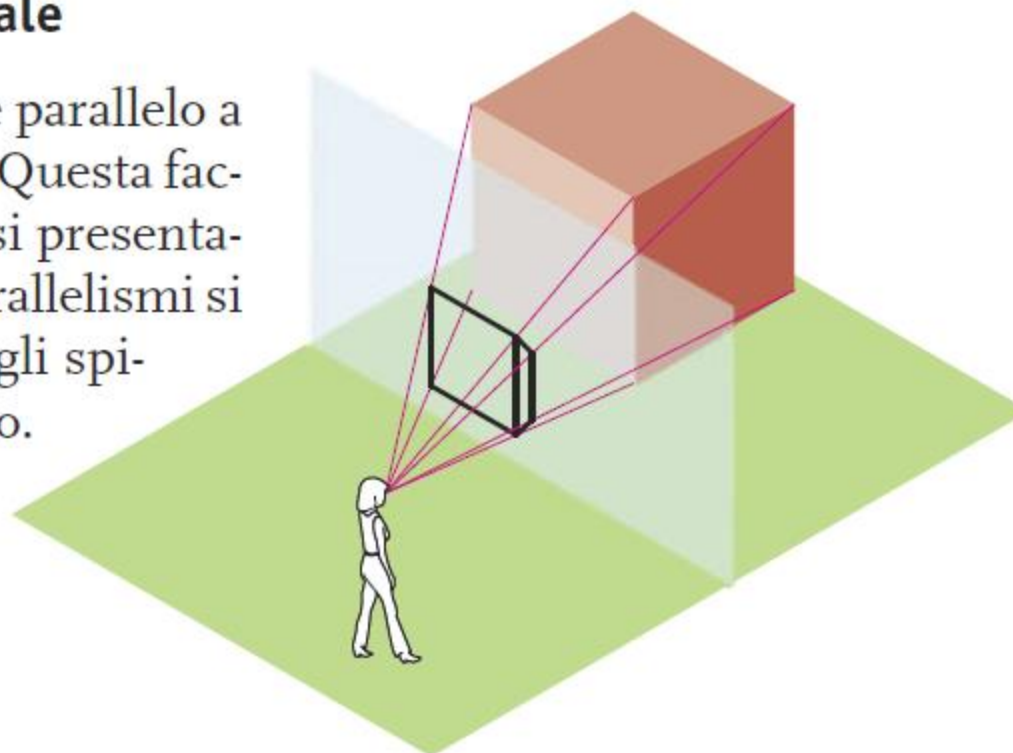
- **Prospettiva centrale o frontale**
- **Prospettiva accidentale o d'angolo**
- **Prospettiva obliqua o razionale o a quadro inclinato**

■ Prospettiva frontale

Il quadro è verticale e parallelo a una faccia del solido. Questa faccia e le sue parallele si presentano in vera forma; i parallelismi si conservano solo per gli spigoli paralleli al quadro.

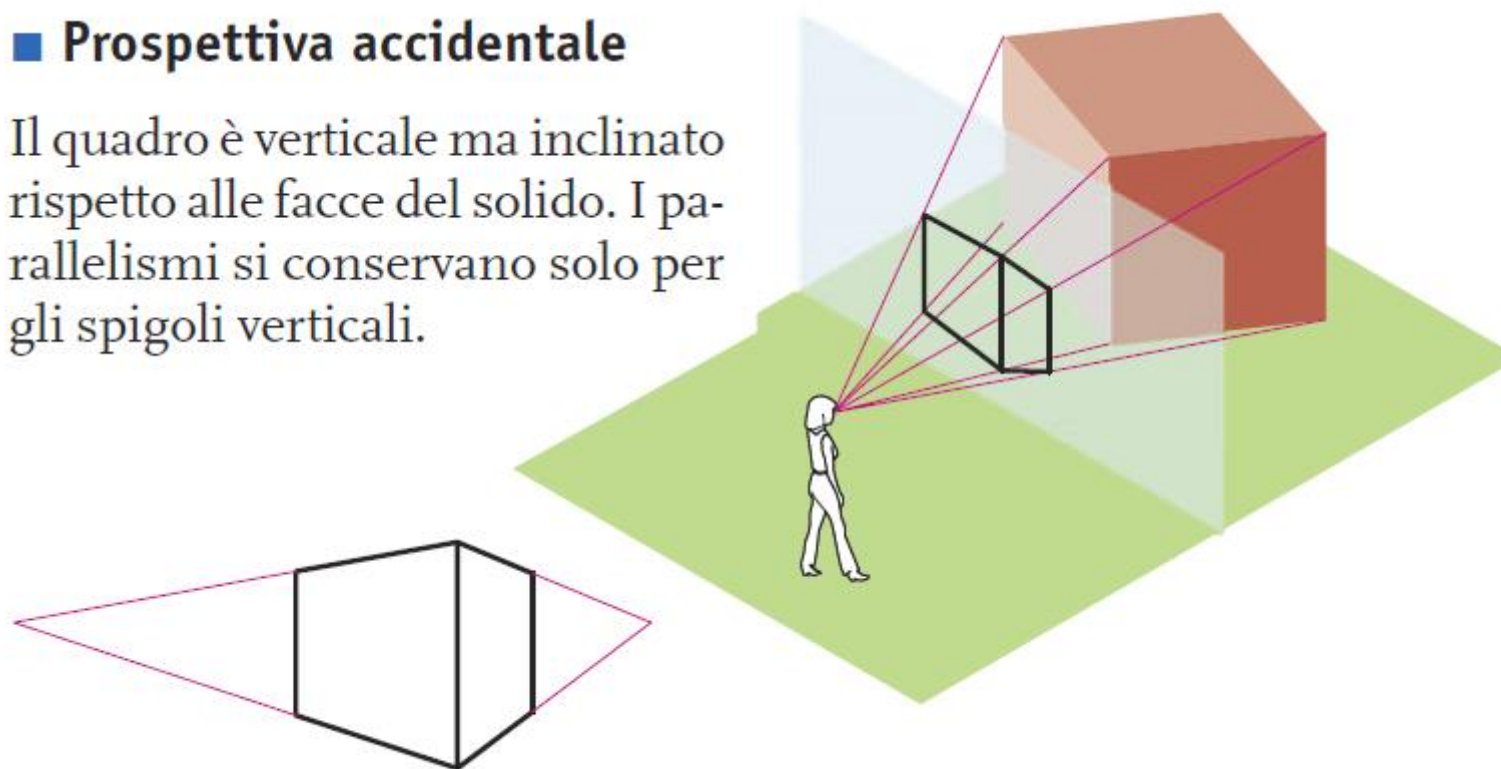


Disegno in prospettiva



■ Prospettiva accidentale

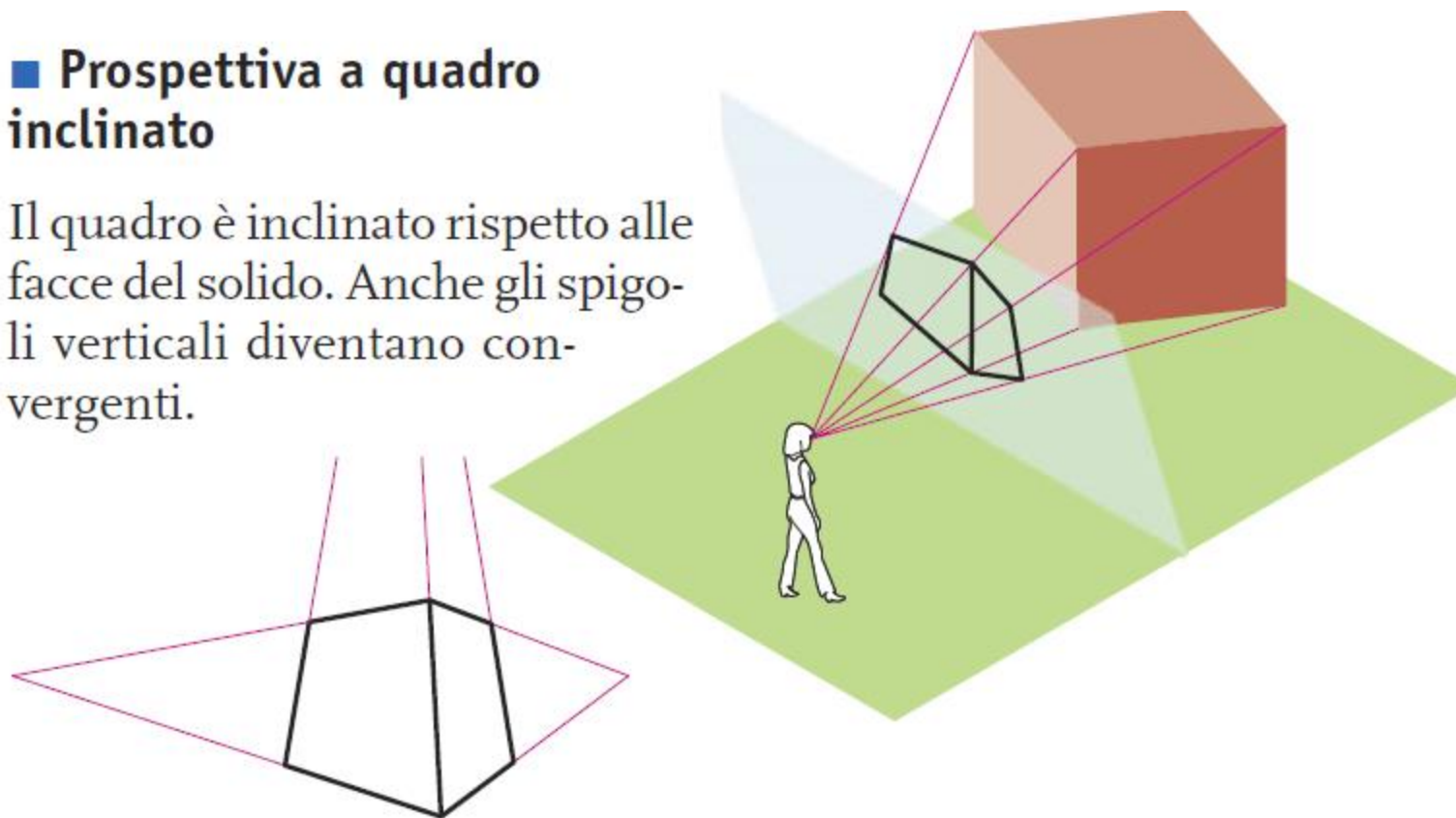
Il quadro è verticale ma inclinato rispetto alle facce del solido. I parallelismi si conservano solo per gli spigoli verticali.



Disegno in prospettiva

■ Prospettiva a quadro inclinato

Il quadro è inclinato rispetto alle facce del solido. Anche gli spigoli verticali diventano convergenti.



PROSPETTIVA CENTRALE O FRONTALE

Come detto precedentemente, nella prospettiva centrale, la posizione del **piano di quadro Q** è sempre parallela a un lato della figura o a un lato del quadrato o rettangolo che la contiene. Le rette parallele al quadro restano parallele anche in prospettiva e le rette verticali restano tali anche in prospettiva.

L'operazione preliminare per la prospettiva centrale, è la definizione in proiezione ortogonale delle dimensioni della figura. Bisogna quindi disegnare una figura preparatoria che prevede i seguenti passaggi:

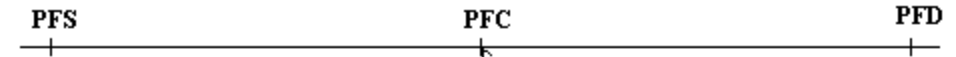
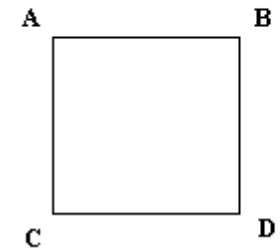
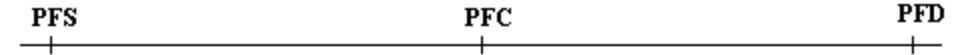
PROSPETTIVA CENTRALE O FRONTALE

- disegnare la pianta della figura da rappresentare in prospettiva della quale, ovviamente, bisogna conoscere le dimensioni corrette;
- costruire il piano di quadro (**Q**) in posizione parallela ad uno dei lati della figura;
- si posiziona il punto di vista (**PV**) a una distanza tale che la figura rientri completamente nel cono visivo (normalmente una visuale con angolo di apertura non superiore ai 35° e in una posizione tale che l'asse visivo passi all'interno della figura, nel suo centro o vicino a questo);
- si ribalta il punto di vista **PV** sulla linea di orizzonte **LO** individuando il punto di distanza **PD**;
- si ribaltano i punti utili alla definizione della prospettiva sul lato opposto a **PD** tracciando delle rette inclinate a 45° .

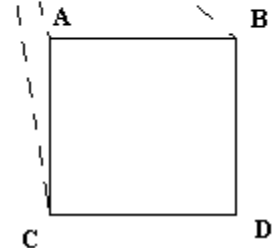
Nella prospettiva centrale si possono utilizzare diversi metodi per ottenere l'immagine desiderata. Quelli più utilizzati sono: **Il metodo dei raggi visuali; Il metodo del prolungamento dei lati; Il metodo dei punti di distanza; Il sistema del ribaltamento.**

ESEMPIO PROSPETTIVA CENTRALE O FRONTALE

Si comincia a tracciare la linea d'orizzonte, i punti focali e la faccia del cubo, con vertici ABCD, parallela al piano di proiezione. Ricordiamo che la distanza dei punti focali laterali da quello centrale equivale alla distanza dell'osservatore dal piano di proiezione.

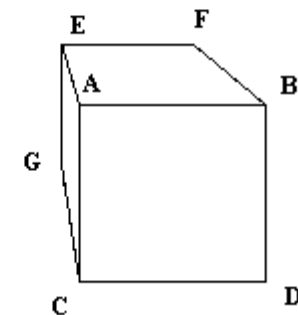
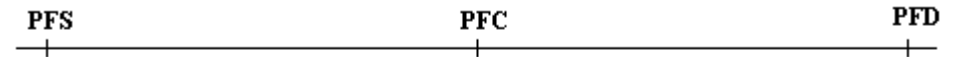
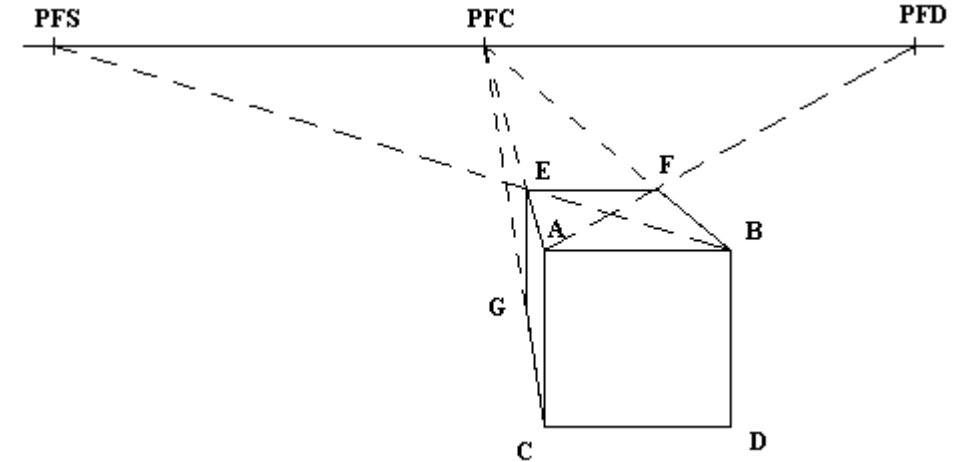


Facciamo convergere tutti i vertici verso il punto focale centrale.



ESEMPIO PROSPETTIVA CENTRALE O FRONTALE

A questo punto la domanda è: quando sarà profondo il nostro cubo in prospettiva in modo tale che essa sembri uguale al segmento AB? Uniamo i punti A e B ai punti focali laterali. Le rette di unione toccheranno le linee prospettiche nei punti E e F. Dal punto E tracciamo poi una verticale che tocca la linea prospettica che parte dal punto C in G



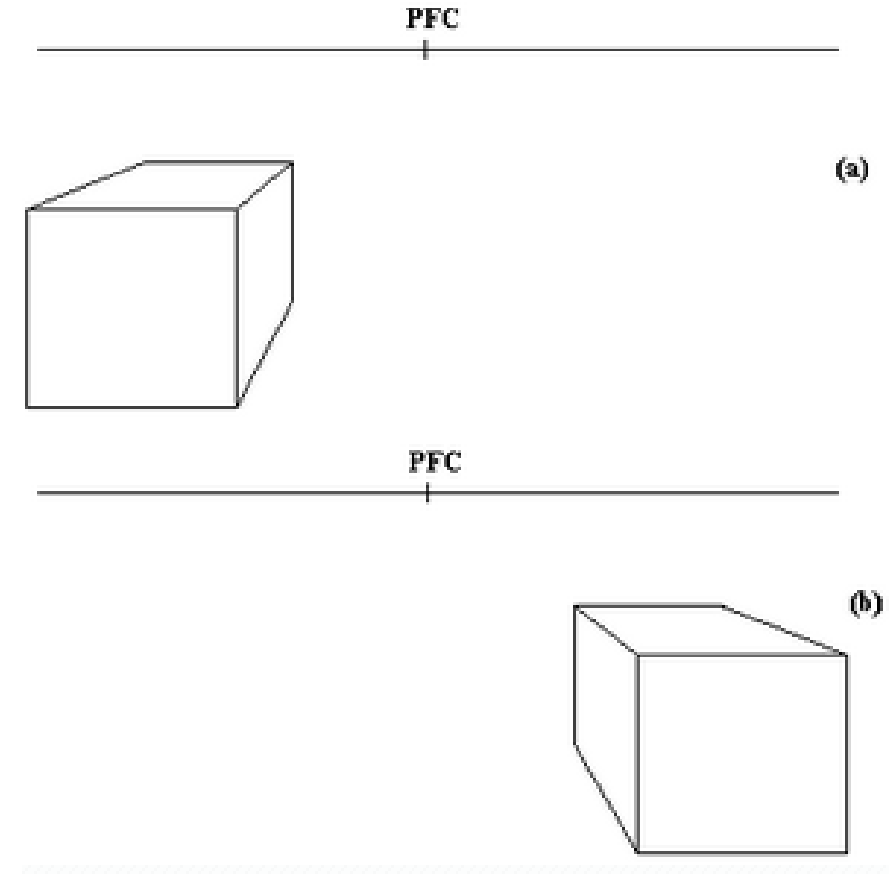
Uniamo i punti fin qui ottenuti per ottenere il nostro cubo.

ESEMPIO PROSPETTIVA CENTRALE O FRONTALE

Il punto focale centrale, come sappiamo, è posizionato di fronte all'osservatore. Se questi si sposta a sinistra o destra, automaticamente il punto focale centrale si sposta nella medesima direzione alterando la visualizzazione del cubo.

Nella figura (a) l'osservatore si è spostato verso destra, per cui quel lato del cubo sarà maggiormente visibile.

Nella figura (b) l'osservatore si è spostato a sinistra rendendo così visibile il lato sinistro del cubo. L'osservatore può spostarsi a sinistra o destra fino ad un certo punto, oltre il quale il cubo verrà visto in prospettiva accidentale (o d'angolo).



PROSPETTIVA ACCIDENTALE O D'ANGOLO

Nella prospettiva accidentale, come detto, il piano di quadro Q non è parallelo ai lati dell'oggetto da rappresentare. La disposizione del piano dipende dall'effetto prospettico che si vuole ottenere.

Una buona prospettiva si ottiene disponendo il quadro, nella figura preparatoria, con inclinazioni di **30°** o **60°** rispetto ai lati del rettangolo che contiene l'oggetto.

E' importante che l'angolo minore stia dal lato più importante della costruzione, cioè quello che vogliamo mettere in evidenza nella rappresentazione.

PROSPETTIVA ACCIDENTALE O D'ANGOLO

La scelta del punto di vista è importantissima per una buona riuscita del disegno. Anche in questo caso la sua posizione è arbitraria ma è consigliabile posizionare PV a una distanza tale che l'angolo formato tra i raggi visuali r' ed r'' (i raggi che da PV vengono diretti verso gli estremi della figura rappresentata in pianta), sia minore di 45° . In questo modo, i raggi visuali staranno all'interno del cono ottico e quindi l'immagine risultante sarà percettivamente corretta, quindi senza aberrazioni ottiche.

Nella prospettiva accidentale si possono utilizzare diversi metodi per ottenere l'immagine desiderata. Quelli più utilizzati sono:

Il metodo dei raggi visuali;

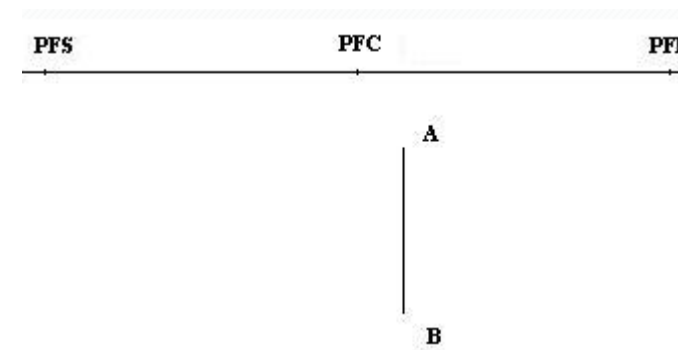
Il metodo dei punti di distanza;

Il metodo dei punti di fuga e delle perpendicolari al quadro;

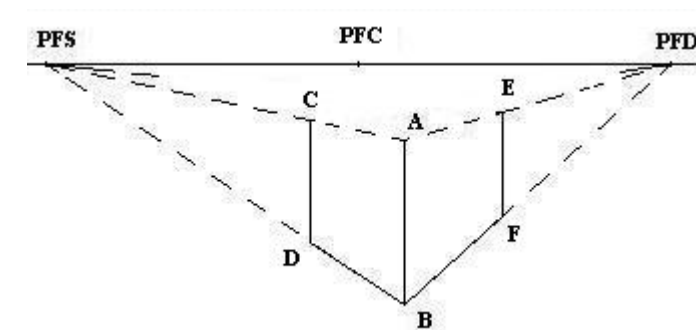
Il metodo dei punti misuratori.

ESEMPIO PROSPETTIVA ACCIDENTALE O D'ANGOLO

Tracciamo la linea d'orizzonte con i punti di fuga laterali equidistanti dal punto focale centrale (classica prospettiva accidentale 45/45). Tracciamo, infine, lo spigolo AB del cubo leggermente spostato a destra rispetto al punto focale centrale.



Tracciamo dai punti A e B le linee prospettiche verso i punti focali laterali e tracciamo gli spigoli CD e EF.

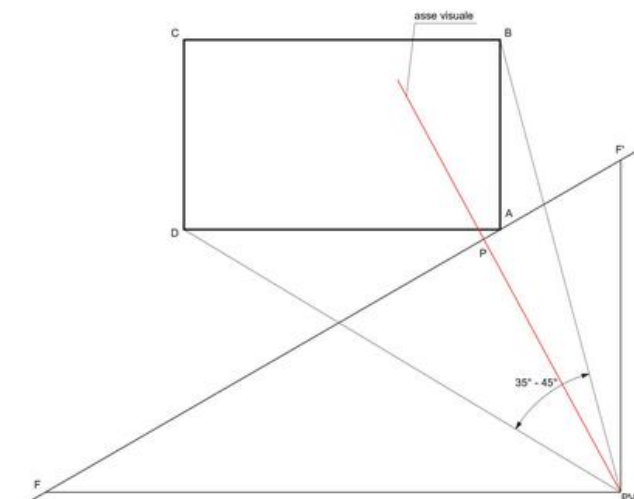
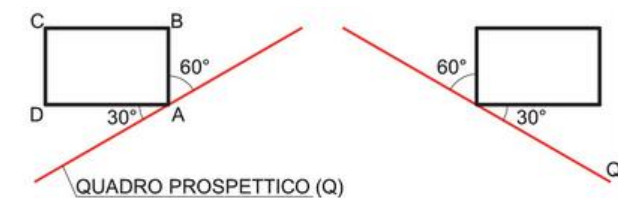


ESEMPIO PROSPETTIVA ACCIDENTALE O D'ANGOLO

La prospettiva accidentale differisce dalla centrale per la posizione del quadro prospettico che non è più frontale rispetto all'oggetto ma obliquo.

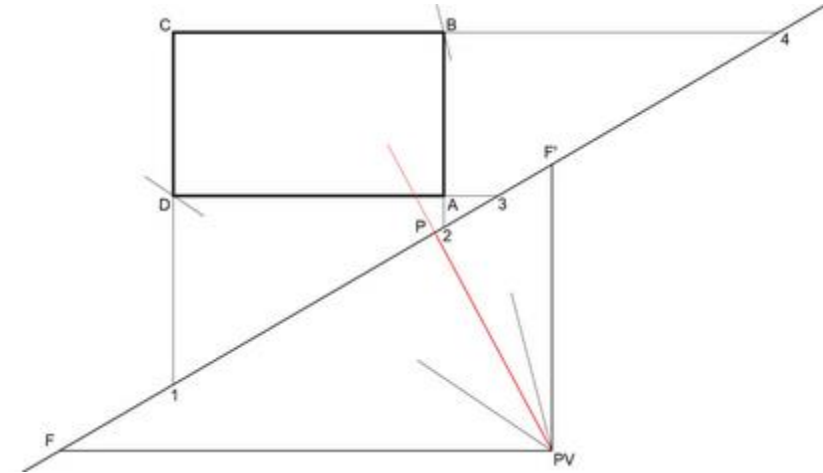
Dati quindi il rettangolo ABCD in figura preparatoria, la posizione del quadro rispetto ad esso presenterà variabile inclinazione anche se si raccomanda, per una buona prospettiva, di creare un angolo di circa 30° fra il quadro e la parte notevole della figura

Posto quindi l'osservatore ad una distanza opportuna (v. ampiezza del cono ottico nel cap. *le variabili della prospettiva*), si ricavino i due punti di fuga F ed F' proiettando dal PV sul quadro due rette parallele ai lati della figura. Se la figura è irregolare, la si inglobi prima entro una forma base rettangolare o quadra. In questa prima fase è consigliabile valutare anche la posizione dell'asse visuale che dovrà cadere all'interno della figura stessa: si verifichi proiettando da PV una retta (asse visuale) perpendicolare al quadro in P e la si prolunghi. Se la figura in pianta risulta intersecata da tale retta, la posizione dell'osservatore è ottimale

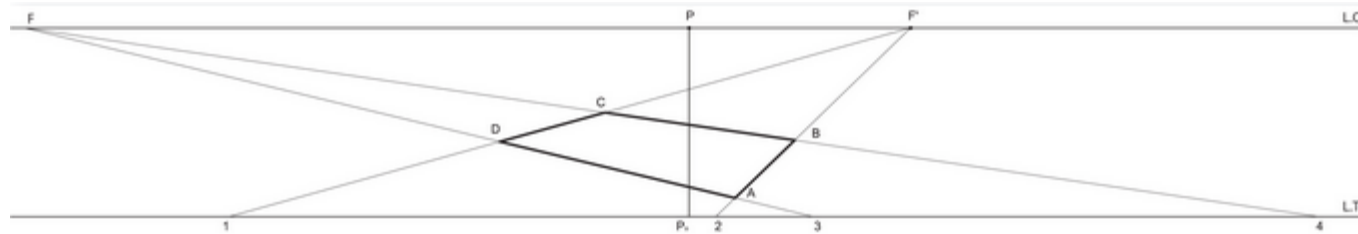


ESEMPIO PROSPETTIVA ACCIDENTALE O D'ANGOLO

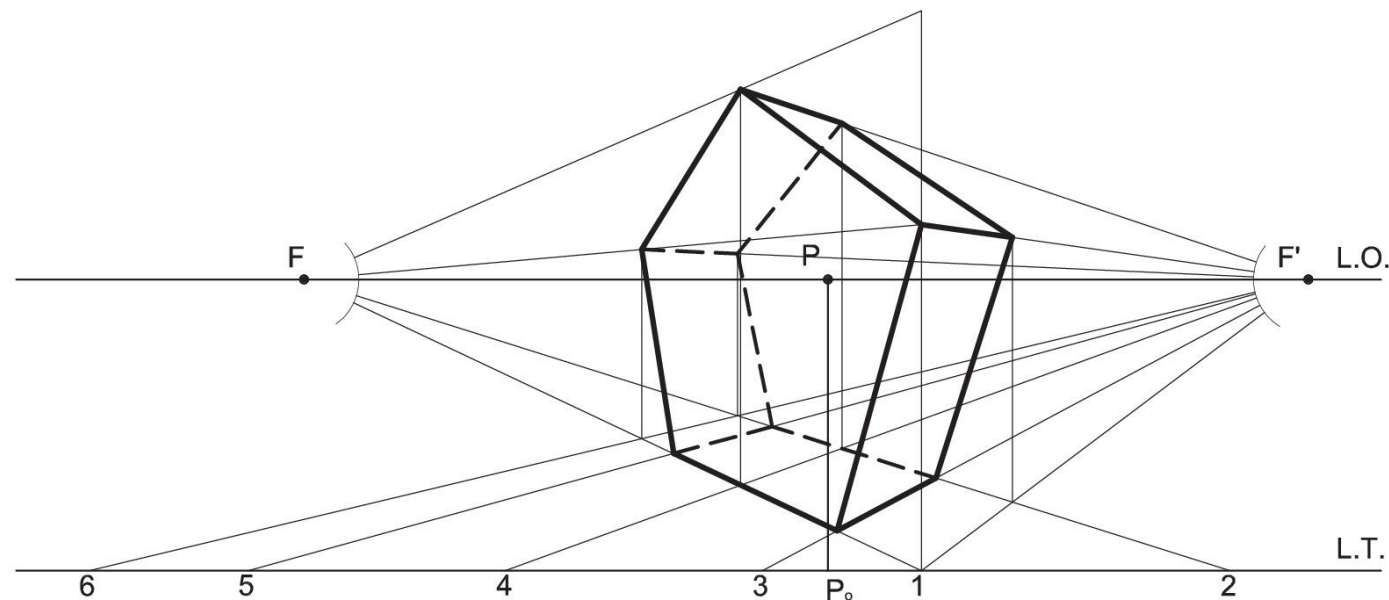
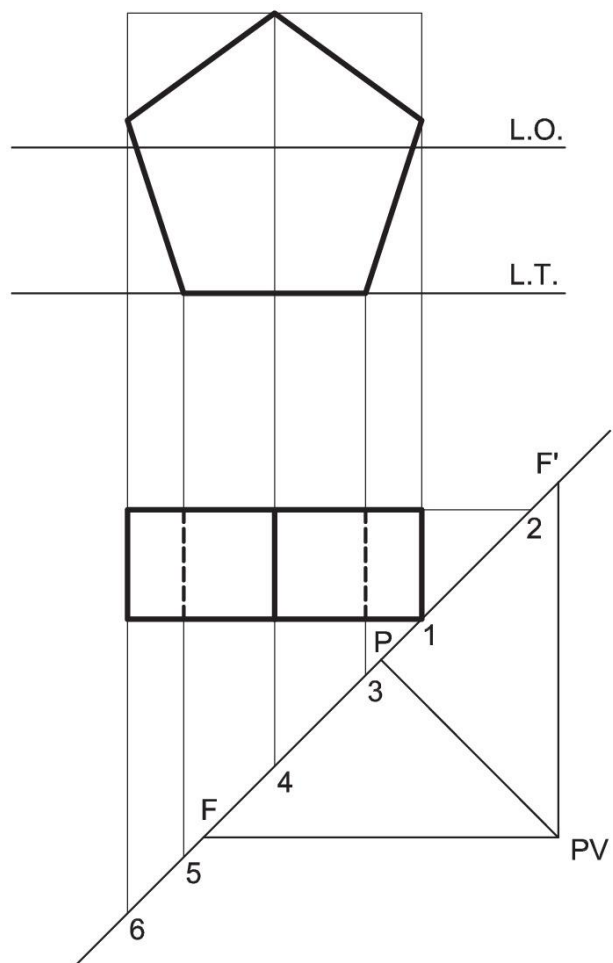
Il metodo a cui si fa riferimento è quello già utilizzato in prospettiva centrale. In pratica, data la figura preparatoria del rettangolo ABCD, stabiliti PV, P, F ed F', da CD e BA, si mandino al quadro tracce parallele alla fuga PV-F' individuando i punti 1, 2 e da DA e CB tracce parallele alla fuga PV-F, individuando 3, 4



Passando al disegno prospettico, utilizzando la scala di ingrandimento che si reputi più conveniente, stabilita la distanza L.T.-L.O., sulla L.O. si riportino F ed F' relazionandoli per comodità a P e sulla L.T. si riportino i punti 1,2,3,4 riferendoli, a loro volta, a Po che è la traccia perpendicolare di P sulla L.T. Si uniscano 1 e 2 ad F' e 3, 4 ad F; l'intersezione di tali tracce determina i punti A,B,C,D prospettici e, conseguentemente, il rettangolo prospettico cercato.



ESEMPIO PROSPETTIVA ACCIDENTALE O D'ANGOLO



PROSPETTIVA OBLIQUA

In questo caso, pure il **Piano di Quadro Q** è inclinato rispetto all'oggetto per cui anche le facce verticali dell'oggetto avranno un punto di fuga. Possiamo scegliere se il **Piano di Quadro** debba essere inclinato verso l'oggetto o verso l'osservatore.

- **dal basso**, quando il punto di vista è molto vicino alla **Linea di terra LT** fino a giacere su di essa. Avremo una prospettiva a raso terra, nella quale di conseguenza la linea di orizzonte coincide con la linea di terra;
- **ad altezza uomo**, quando il punto di vista viene disposto a una quota variabile fra i **150** e **170** centimetri da terra. Questa rappresentazione ci consente di vedere gli oggetti come ci appaiono normalmente;
- **dall'alto**, quando il punto di vista è situato a un'altezza maggiore di quella degli oggetti da rappresentare, così come avviene nelle viste dette a volo d'uccello.