

Proiezioni
Prospettiva
Fotografia

IUAV – Interazioni digitali

Camillo Trevisan

**La fotografia (che è una
prospettiva, a meno delle
deformazioni dell'obiettivo)
rappresenta di per sé la realtà,
come 'prodotto finito'?**

NO

NO, perché una rappresentazione **bidimensionale non** può sostituire pienamente la realtà **tridimensionale**.

NO, perché di norma l'essere umano vede la realtà tridimensionale per mezzo di **due occhi** (visione binoculare o **stereoscopica**).

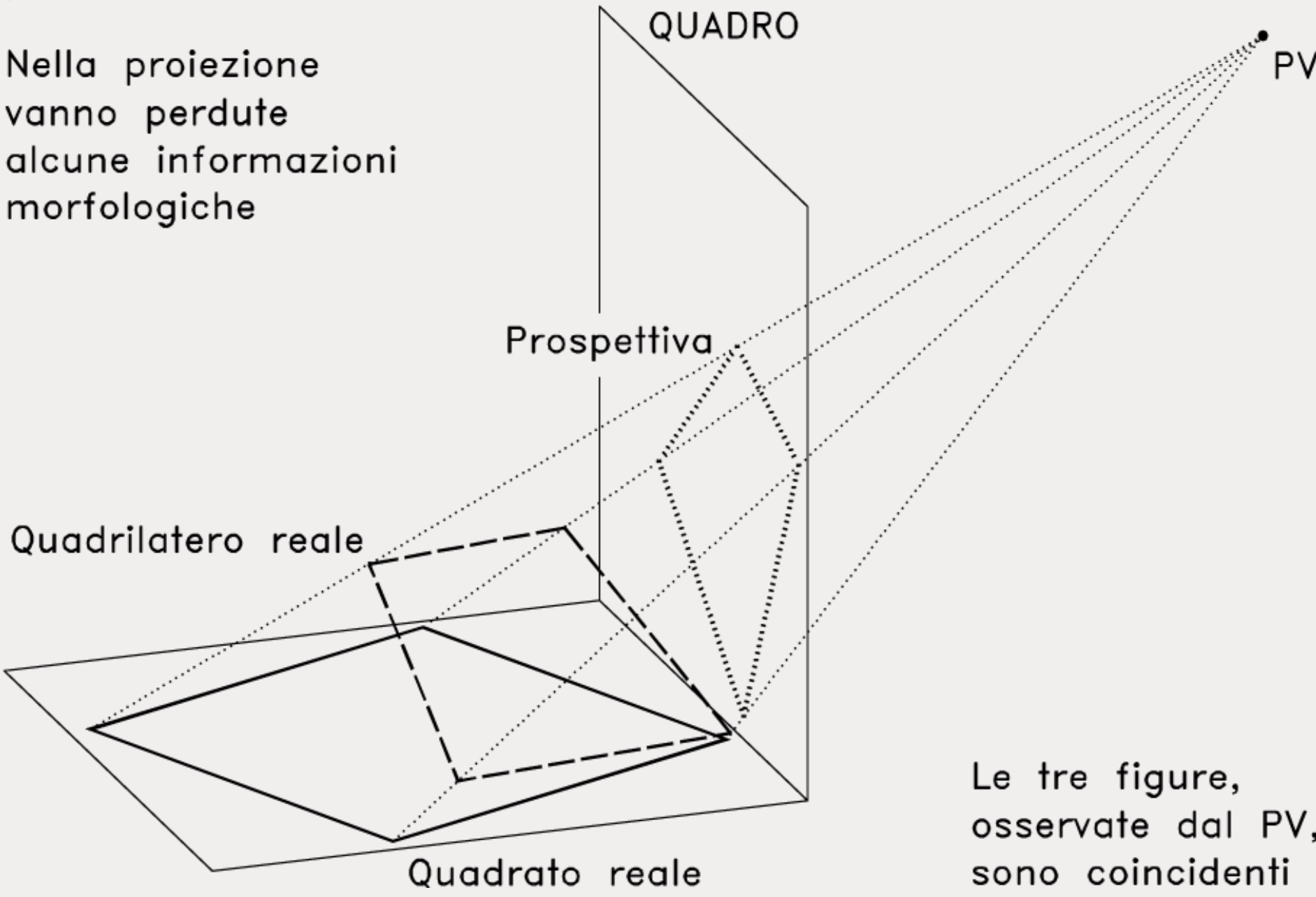
NO, perché l'occhio umano segue **regole diverse**.

Soprattutto, **NO** perché la prospettiva o la fotografia **non è in sé un 'prodotto finito'** ma viene vista a sua volta mediante lo stesso apparato visivo umano che osserva la realtà.

Inoltre, di norma, una immagine **non viene osservata dal corretto punto di vista**.

È noto che osservando una fotografia di un oggetto (o una prospettiva, poiché è lo stesso) non è generalmente possibile stabilire in modo univoco la forma di quest'ultimo: ad esempio un tronco di piramide può senz'altro costruire un'immagine prospettica identica a quella di un parallelepipedo. Vale a dire che, **nel passaggio dalle tre dimensioni dello spazio reale alle due dimensioni della prospettiva piana, vanno inevitabilmente perdute alcune informazioni metriche e morfologiche**. Ogni oggetto, fissato il centro di proiezione (PV) ed il piano di proiezione prospettica (Quadro), fornisce un'unica immagine su questo ma, viceversa, fissato ancora il PV, il Quadro e l'immagine prospettica, esistono infinite configurazioni tridimensionali alle quali questa può riferirsi. Tra queste potremo scegliere quella corretta solo possedendo alcune informazioni supplementari, che ci permettano di eliminare tutte le configurazioni errate mantenendo l'unica che verifica tutte le condizioni (sempre che una soluzione esista e sia unica).

Nella proiezione
vanno perdute
alcune informazioni
morfologiche



Prospettiva

Quadrilatero reale

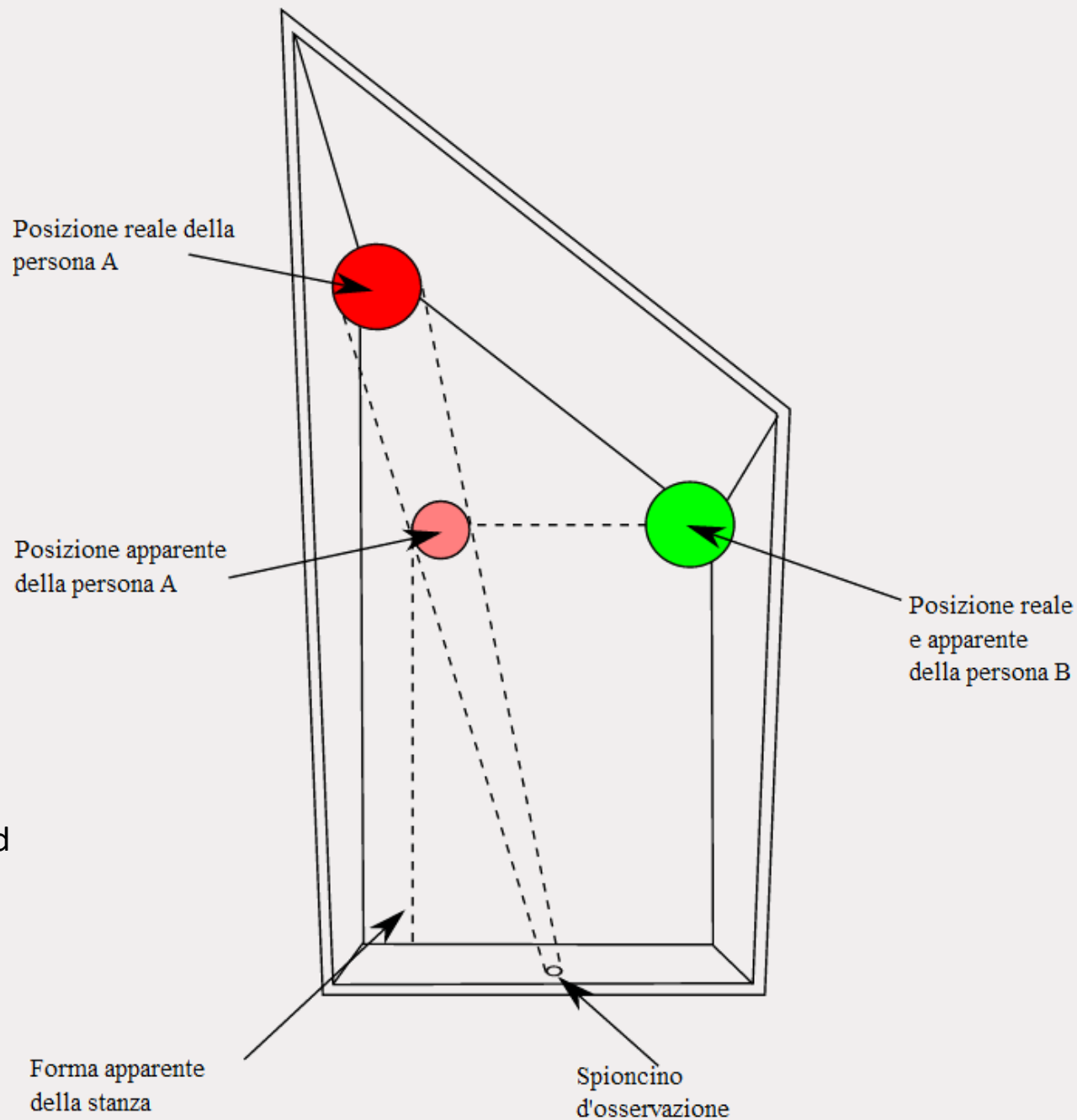
Quadrato reale

PV

Le tre figure,
osservate dal PV,
sono coincidenti



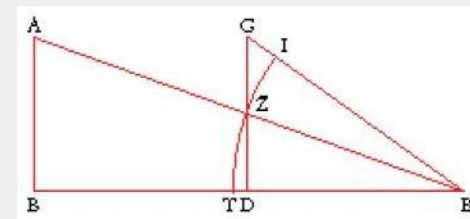
La stanza di Ames è una camera dalla forma distorta in modo tale da creare un'illusione ottica di alterazione della prospettiva. È stata inventata dall'oftalmologo americano Adelbert Ames nel 1946 su un'idea di Hermann Helmholtz. La stanza è costruita in modo che vista frontalmente appaia come una normale stanza a forma di parallelepipedo, con due pareti laterali verticali parallele, una parete di fondo, un soffitto ed un pavimento paralleli all'orizzonte. In realtà la pianta della stanza ha forma di quadrilatero, le pareti sono divergenti ed il pavimento ed il soffitto sono inclinati. Le inclinazioni e le proporzioni nella dimensione degli elementi posti alle diverse profondità sono calcolate tenendo conto delle regole della prospettiva.



La grandezza relativa degli oggetti osservati dall'occhio umano è in stretta relazione con l'**angolo** di vista.

La grandezza relativa degli oggetti rappresentati in una prospettiva o in una fotografia è invece in stretta relazione con la **distanza** degli oggetti rispetto al centro di proiezione (o Punto di Vista, PV).

Come sappiamo, **angoli e distanze non sono linearmente proporzionali tra loro**, legandosi l'angolo alla distanza per mezzo di una funzione sinusoidale, non rettilinea.



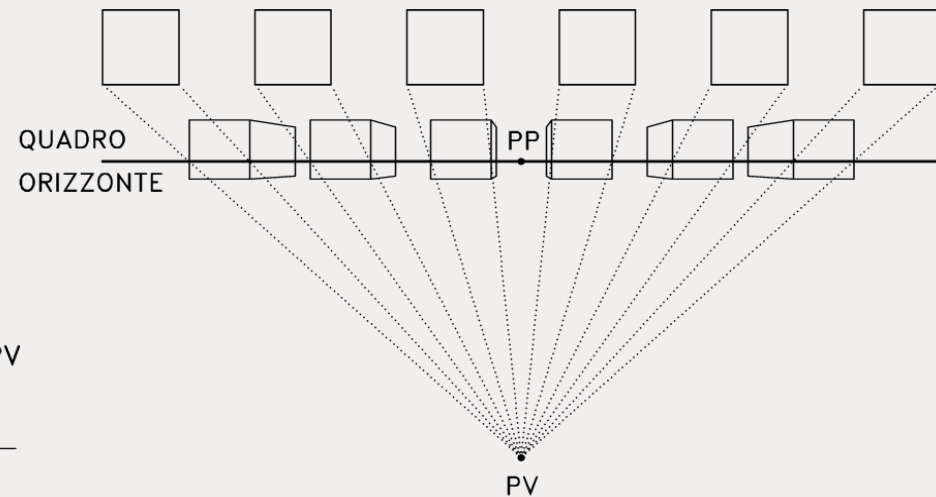
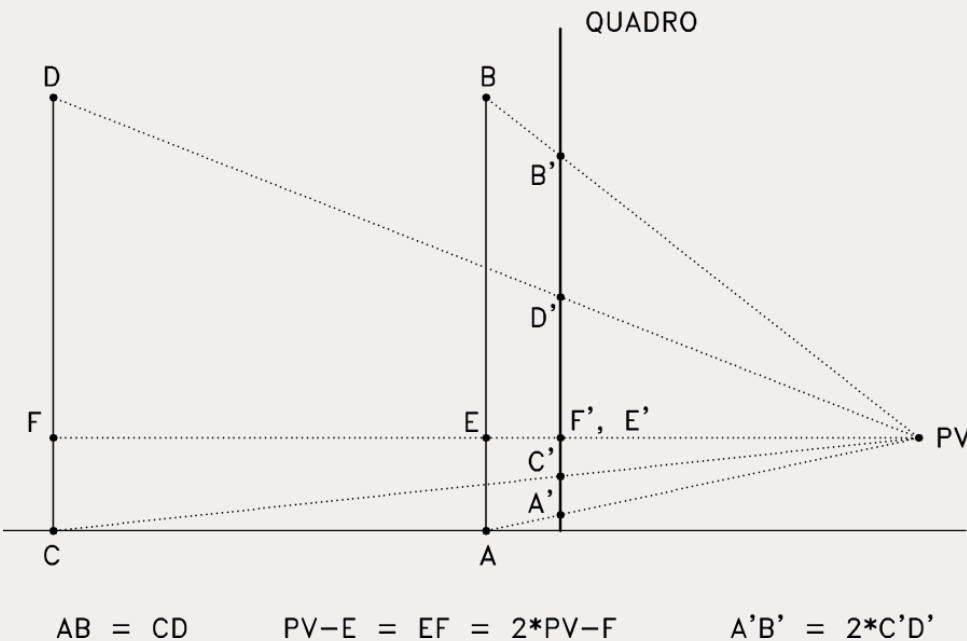
D'altra parte, se la fotografia o la prospettiva fossero una completa alternativa alla vista umana non dovrebbero essere viste dall'occhio umano. Infatti, le varie parti di una immagine fotografica o prospettica sono poste a distanze diverse dall'occhio e pertanto saranno necessariamente percepite con grandezze diverse, in relazione al loro angolo di vista.

Se la fotografia o la prospettiva fossero un 'prodotto finito', osservarle per mezzo dei nostri occhi introdurrebbe una doppia correzione delle grandezze percepite: quella intrinseca e quella prodotta dalla visione umana.

Dunque, la prospettiva o l'immagine fotografica costituiscono un '**prodotto intermedio**', che pertanto deve essere fruito seguendo alcune 'regole'.

Il grafico **a sinistra** dimostra che lo **scorciamento prospettico è in funzione inversa della distanza dell'oggetto dal Punti di Vista PV**. I segmenti AB e CD sono infatti uguali tra loro. Poiché la distanza E-PV è la metà di F-PV, ne segue che C'D' è la metà di A'B', per qualunque posizione del Quadro.

Infine, il grafico **a destra** illustra un'altra caratteristica della prospettiva lineare. Gli oggetti (cubi tutti uguali tra loro) sono disposti alla stessa distanza dal Quadro. La prospettiva mostra le loro facce frontali tutte uguali tra loro, anche per i cubi più distanti dal PV. Osservando la prospettiva dal giusto punto (posto sopra il Punto Principale, con distanza PP-PV), le facce più esterne saranno anche più lontane dall'occhio dell'osservatore e, dunque, saranno viste più piccole.



Distanza e punto di osservazione di una fotografia/prospettiva

Abbiamo fin qui notato che:

- Di norma **osserviamo con due occhi** gli oggetti che ci circondano, potendo così meglio **stimare distanze, grandezze assolute e forme** (stereoscopia).
- Quando osserviamo una fotografia o una prospettiva – eseguita usando un solo Punto di Vista, dunque un solo occhio – il **nostro cervello formula inconsapevolmente alcune ipotesi** circa le forme e le dimensioni relative e assolute degli oggetti rappresentati (vedi, ad esempio, la stanza di Ames).
- Come avviene quando osserviamo oggetti reali, anche osservando una immagine la grandezza apparente degli oggetti è in funzione dell'angolo di vista.
- Una prospettiva o una fotografia altro non è che una **proiezione 'congelata' della realtà**, definito un Punto di Vista e una superficie sulla quale l'immagine è proiettata. Infatti, l'operazione prospettico/fotografica corrisponde esattamente all'osservare, con un solo occhio e fisso, la realtà attraverso il vetro di una finestra, disegnando i contorni degli oggetti. Solo ponendo nuovamente l'occhio nella posizione originaria potremo far coincidere esattamente il grafico tracciato sul vetro con gli oggetti reali.
- Lo stesso meccanismo dovrebbe essere riprodotto quando si osserva una fotografia. Ad esempio, se una fotografia è stata ripresa con una focale di 25 mm (calcolata sul formato *full-frame* 24x36 mm), stampata nel formato 24x36 cm dovrebbe essere vista da 25 cm di distanza con l'occhio posto sulla retta perpendicolare al piano della fotografia e passante per il centro dell'immagine. Caso più unico che raro!

Hans Holbein il Giovane - Ambasciatori



Vedi anamorfofi e illusioni ottiche.

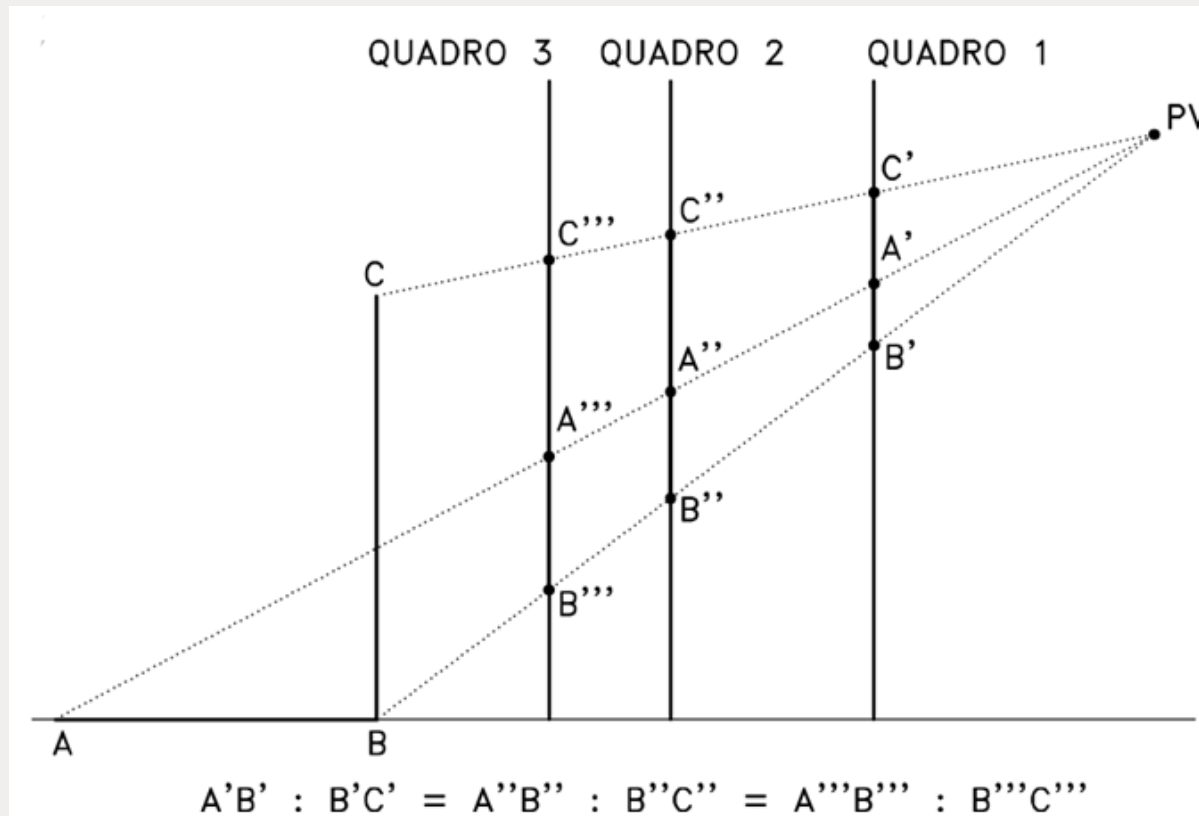
Ad esempio: <https://www.sagrafica.it/anamorfofi-e-illusioni-ottiche/>

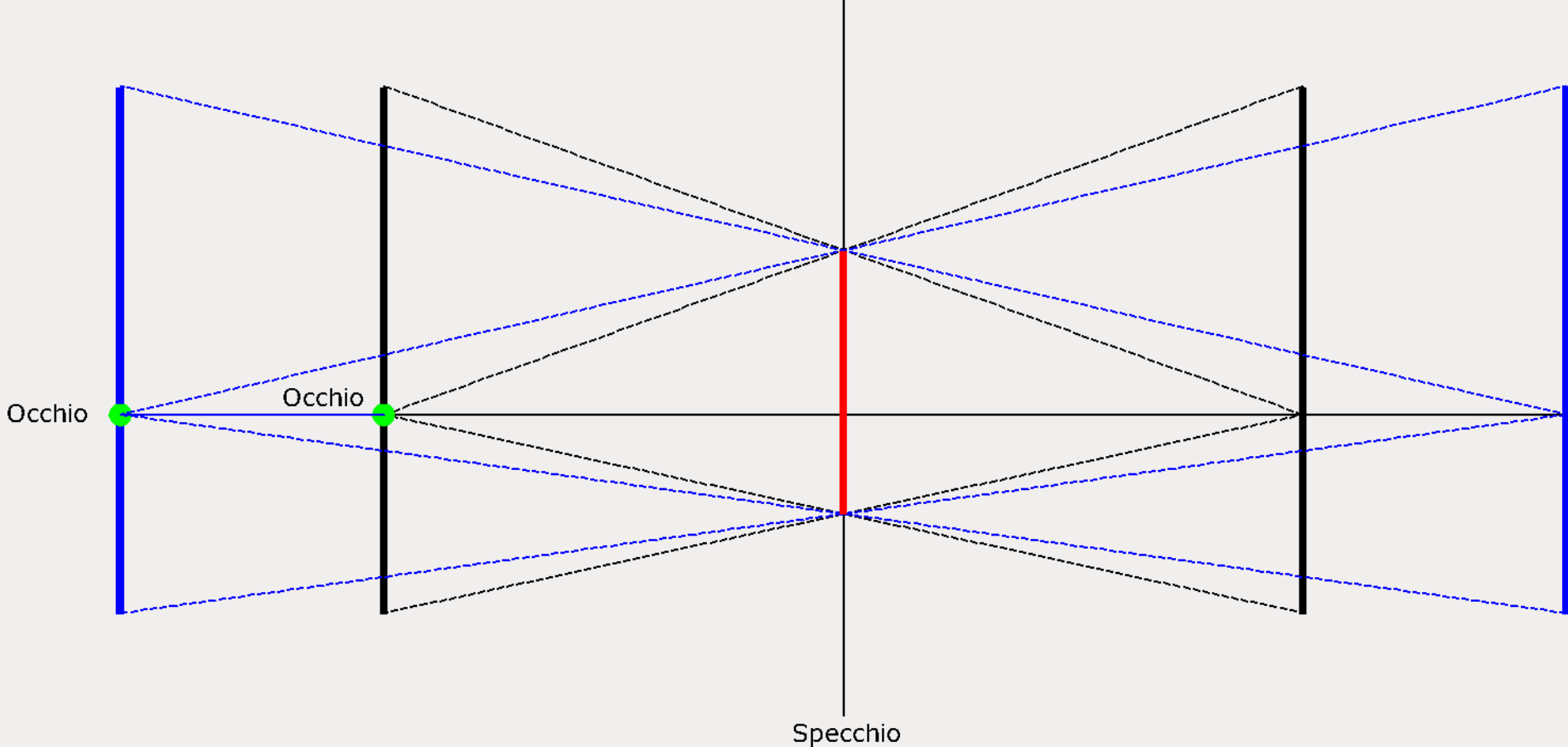


Il grafico illustra la proporzione esistente tra i segmenti reali proiettati su piani diversi, tra loro paralleli. Questo comporta che, traslando il Quadro parallelamente a se stesso (escludendo il caso del Quadro contenente il Punto di Vista, che annullerebbe tutti i segmenti), l'immagine prospettica non cambia, a meno di un fattore di scala: non vengono però modificati i rapporti tra i segmenti proiettati, né l'angolo che essi formano tra loro sul Quadro.

In una fotografia, dunque, mantenendo fisso il centro ottico dell'obiettivo e la direzione di ripresa, la prospettiva non è affatto modificata dal variare della lunghezza focale dell'obiettivo, sia esso un grandangolo, un 'normale' o un teleobiettivo: cambia esclusivamente la porzione di spazio reale proiettato sul fotogramma ma i rapporti tra le grandezze degli oggetti rappresentati rimangono gli stessi.

In altri termini, se un oggetto fermo viene proiettato sul piano del sensore digitale con grandezza doppia rispetto ad un altro oggetto fermo, se la fotocamera rimane fissa, quel rapporto rimarrà sempre il medesimo, sia che si usi un grandangolare spinto, sia un teleobiettivo. Cambierà solo la porzione di spazio inquadrata nel fotogramma.



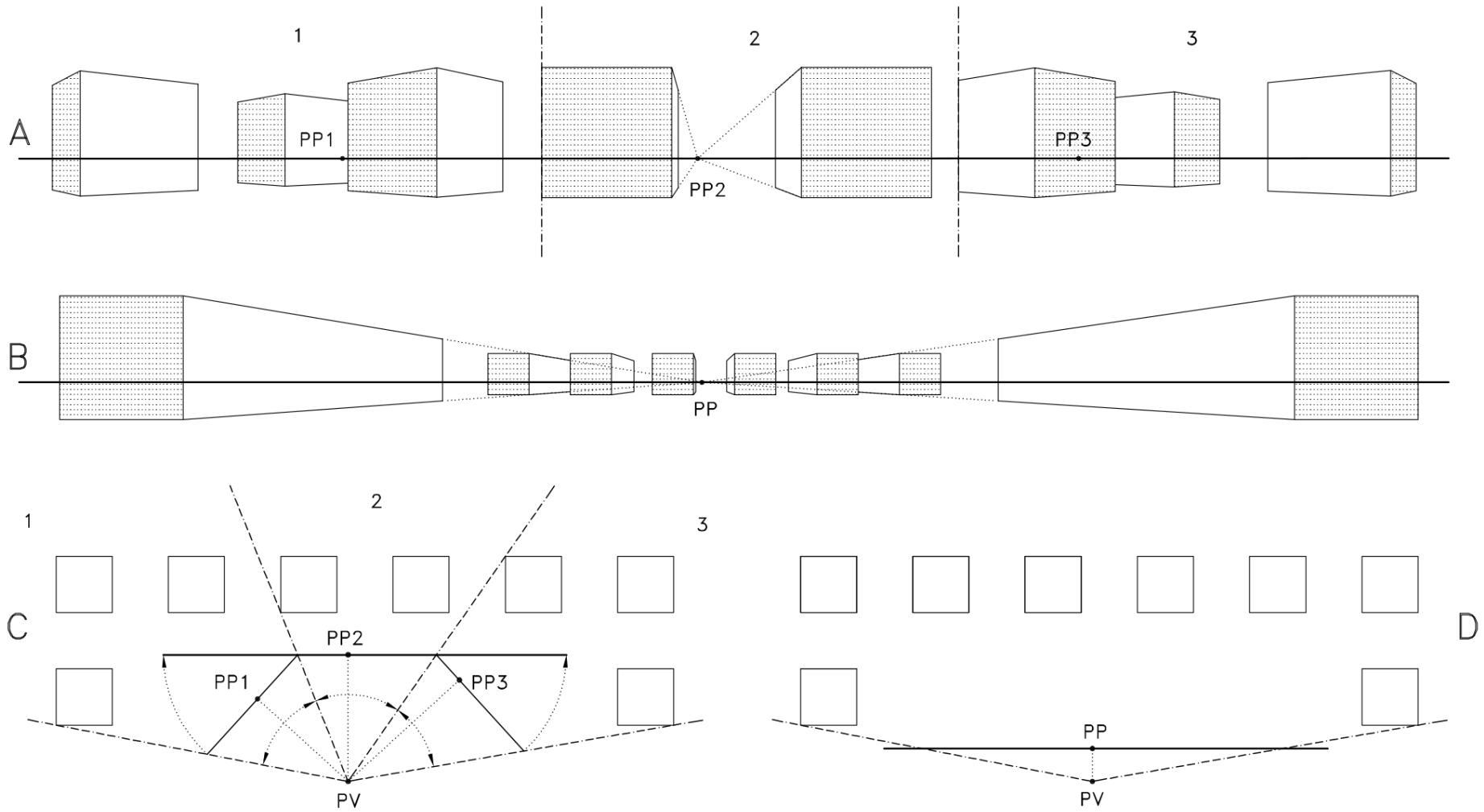


L'immagine riflessa di un segmento posto parallelamente a uno specchio, vista da un punto posto sul segmento stesso, è sempre della medesima lunghezza, qualunque sia la distanza del segmento dallo specchio ed è pari alla metà della lunghezza del segmento.

Canaletto – Panoramica del Bacino di San Marco



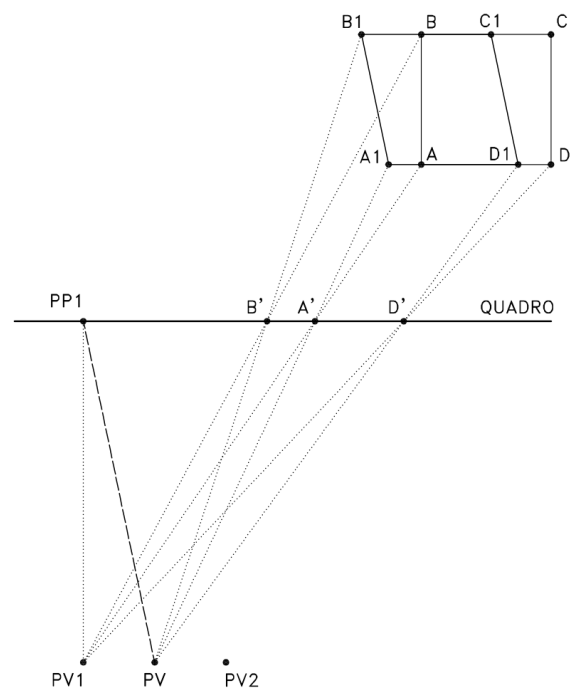
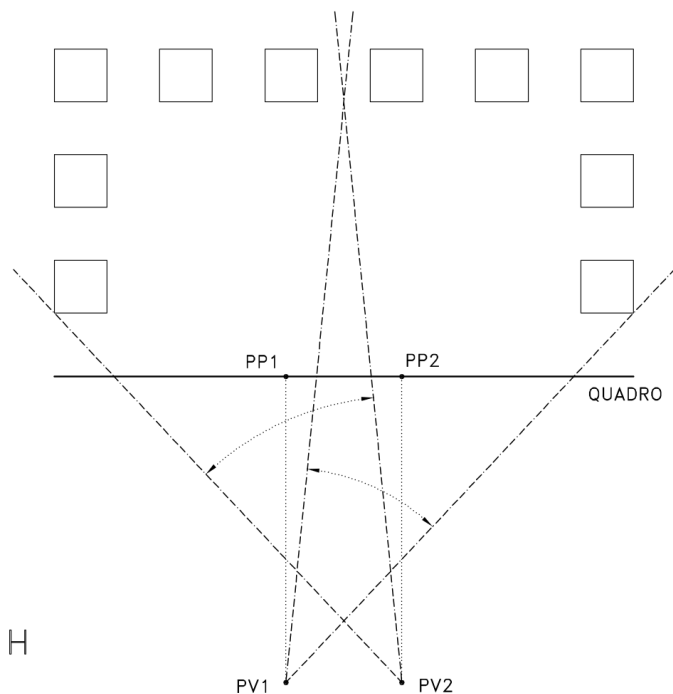
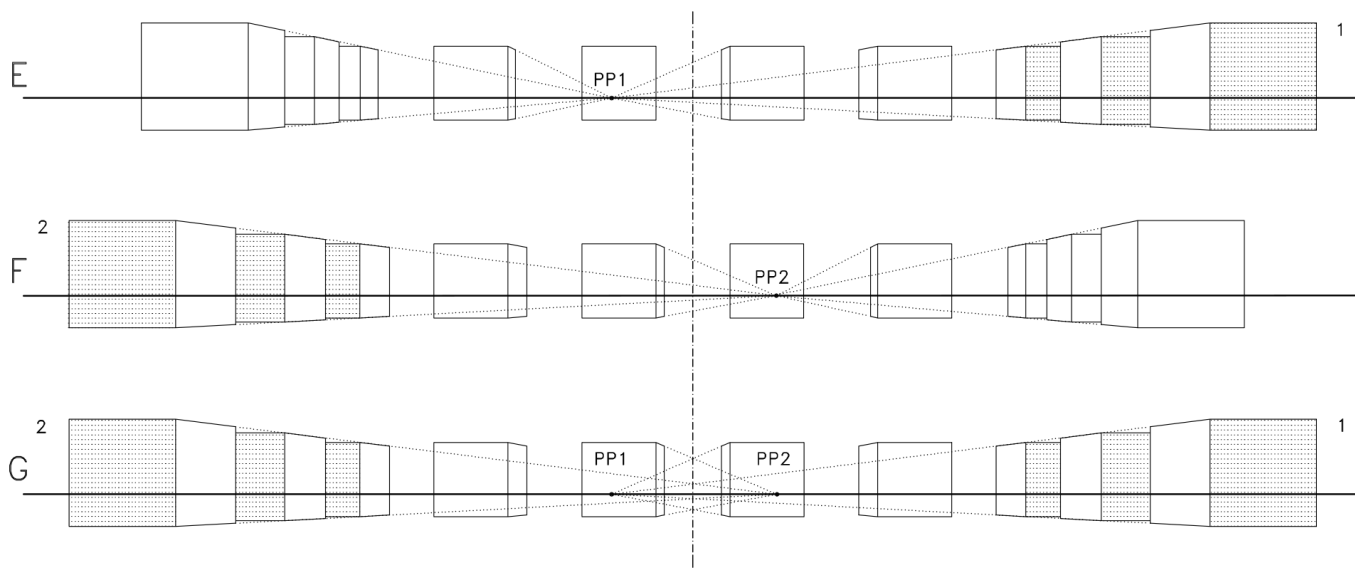
Il grafico **A** si riferisce allo schema **C**, prevedendo il ribaltamento dei tre quadri prospettici, come avviene per le panoramiche create con lo smartphone o con appositi software <https://expertphotography.com/best-photo-stitching-software/>
Il grafico **B** (schema **D**) è relativo ad una prospettiva (o fotografia) con angolo di campo di circa 160° , evidenziando fortissime aberrazioni marginali, tuttavia mantenendo un unico Punto Principale anziché tre, come nel caso precedente. Entrambi i grafici, pur molto diversi tra loro, mostrano le stesse parti degli oggetti: questo perché il Punto di Vista è unico.



Canaletto – Dalla Piazzetta di San Marco



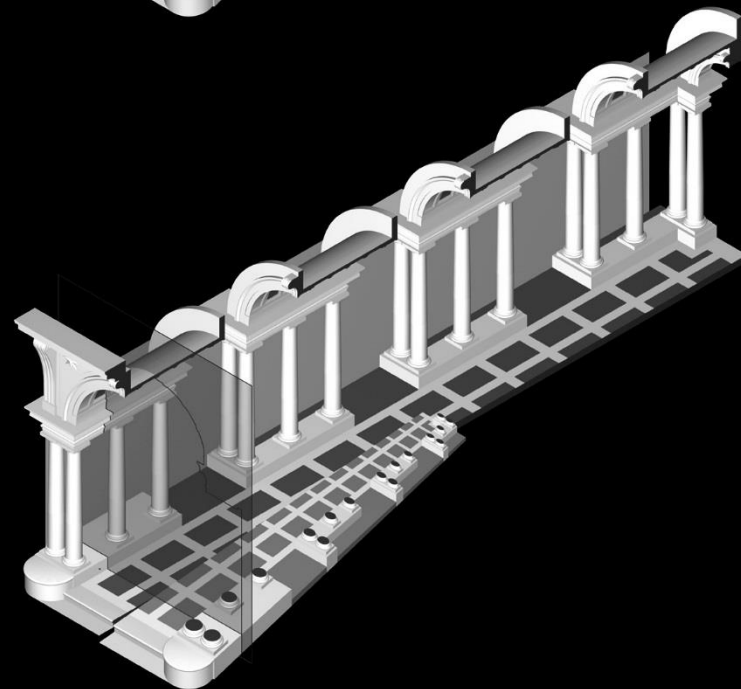
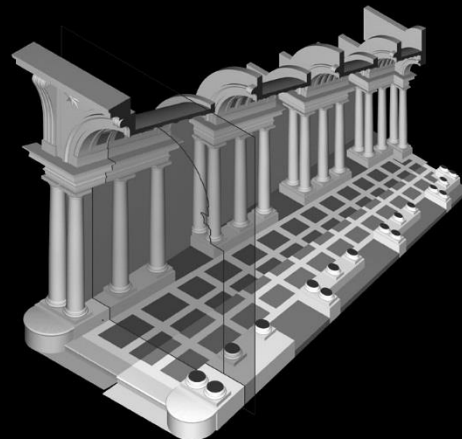
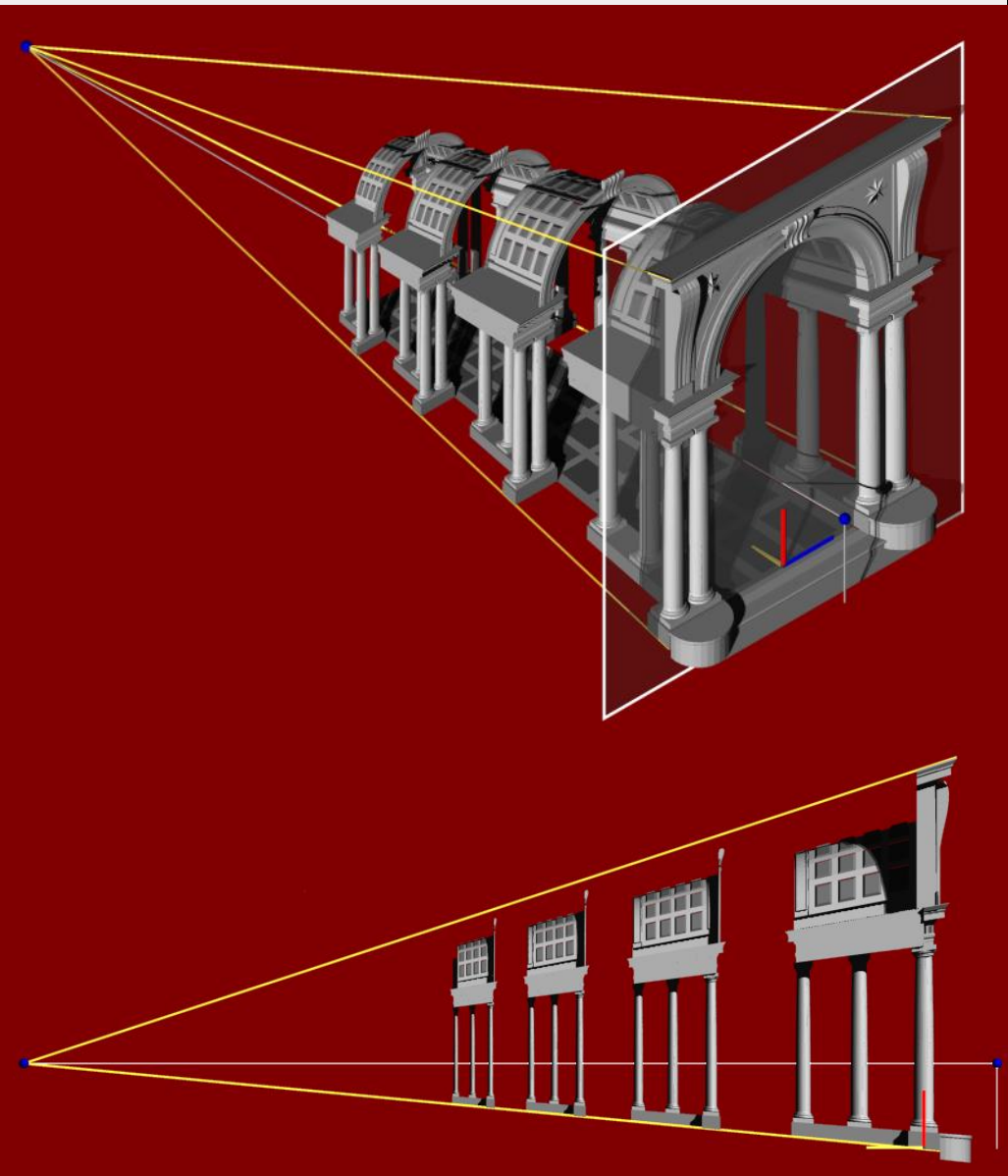
Da notare la diversa distanza tra le due colonne nel dipinto rispetto alla realtà. Da notare anche il punto di vista rialzato (l'orizzonte, che definisce l'altezza del PV, è posto a circa un terzo dell'altezza delle colonne), mantenendo la verticalità del quadro prospettico. In tal modo le linee nella realtà verticali rimarranno tali anche nella proiezione.



Il grafico **G** è stato ottenuto dalla somma della parte destra del grafico **E** e dalla parte sinistra del grafico **F**. Le due porzioni possono essere traslate avvicinandole o allontanandole tra loro. Mantenendo costante la scena reale, non esiste la possibilità di riprodurre la stessa rappresentazione per mezzo di un unico punto di vista, ma è necessario modificare la geometria degli oggetti reali.

Il grafico **I** illustra questa deformazione. Il quadrato ABCD, proiettato dal punto PV1, si sovrappone, nel quadro, alla proiezione del parallelogramma A₁B₁C₁D₁, dal punto PV. Le due figure, osservate dai rispettivi punti di vista, sono pertanto equivalenti e dunque il grafico **G** può essere ottenuto deformando opportunamente gli oggetti reali e osservandoli poi dal punto di vista adottato per la loro deformazione.

Galleria di Palazzo Spada - Borromini



I Principi

In alto a sinistra è presentato il modello regolare "standard" e il suo deformato, ottenuto usando un punto di vista posto esternamente alla galleria, un piano delle tracce posto sull'asse delle prime colonne e un punto di fuga collocato nella stessa posizione del punto di fuga della Galleria del Borromini.



Si suppone dato, in pianta e in prospetto, l'oggetto da riprodurre, nel nostro caso una scatola.

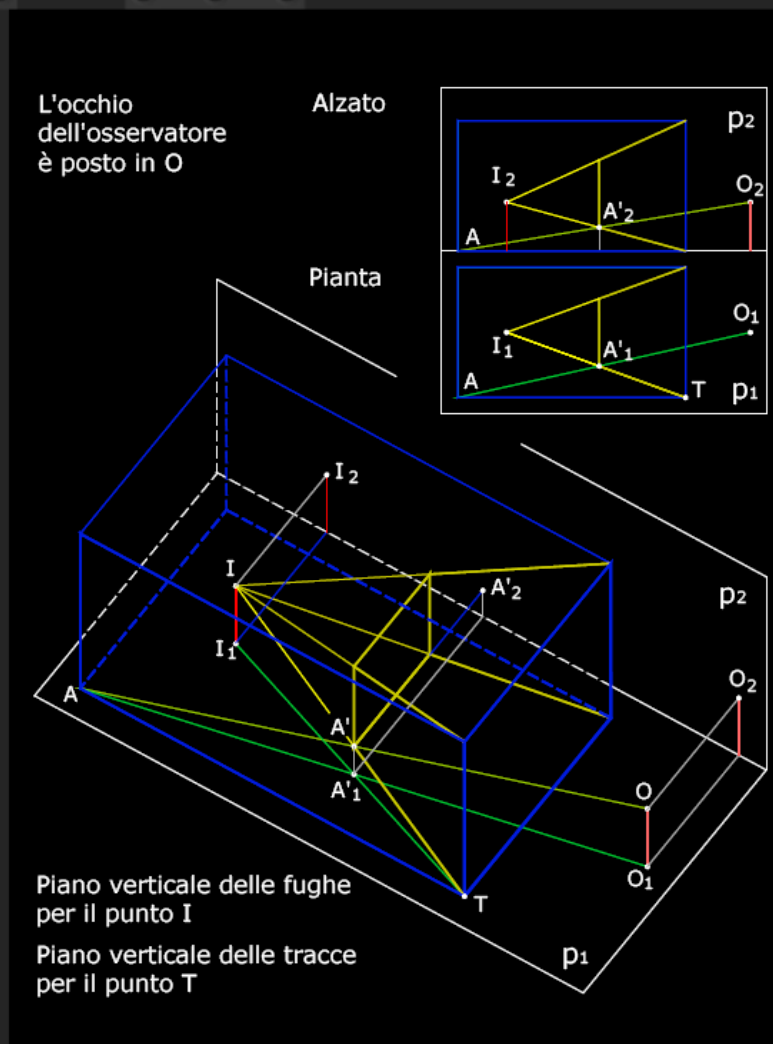
Si fissa la posizione dell'occhio in O_1 e O_2 ; si assegnano il piano delle tracce e il piano del pavimento, inclinato rispetto al piano orizzontale.

Il punto A avrà come immagine nello spazio illusorio il punto individuato da A'_1 , in pianta, e A'_2 , in alzato.

Tramite la pianta e l'alzato di ogni singolo punto, possiamo senz'altro ricostruire nello spazio la prospettiva solida dell'oggetto dato.

Se per O tracciamo la parallela al piano p_2 , I è il punto di fuga della prospettiva solida, per dove passa il piano delle fughe.

L'occhio, posto nel punto O , vedrà coincidere la scatola oggetto con la scatola deformata



Per un più approfondito studio dei concetti qui esposti, si veda: Rocco Sinigalli, **Una storia della scena prospettica, dal Rinascimento al Barocco. Borromini a quattro dimensioni**, Cadmo, Firenze 1998.