

### ◆ 1. Per cominciare...

L'anno scorso abbiamo imparato a disegnare le principali figure geometriche piane: triangolo, quadrato, rettangolo, pentagono, ecc. Quest'anno andremo oltre: impareremo come rappresentare oggetti tridimensionali (cioè che hanno larghezza, profondità e altezza) usando il metodo delle **proiezioni ortogonali**.

Tale metodo, come vedremo, consente di avere una visualizzazione chiara e intuitiva dell'oggetto da rappresentare, nonché di misurarne con precisione tutte le dimensioni.

### ◆ 2. Cos'è una proiezione?

La **geometria descrittiva** è una parte della geometria che ci permette di **rappresentare oggetti** (come una casa, una macchina, una sedia, ecc.) su un foglio, in modo chiaro e preciso.

La rappresentazione può essere finalizzata a visualizzare oggetti esistenti, come nel **rilievo** (oggetti dal vero), oppure oggetti immaginati, come nella **progettazione** di manufatti.

Esistono diversi metodi di rappresentazione, i principali dei quali si basano sulle **proiezioni**.

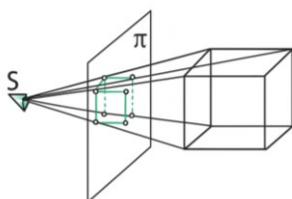
Per fare una proiezione servono tre elementi fondamentali:

- **l'oggetto** che vogliamo disegnare (es. un edificio, una barca, un cubo, ecc.);
- **il centro di proiezione**, cioè il punto da cui "guardiamo" l'oggetto (come se fosse il nostro occhio);
- **il piano di proiezione**, cioè il foglio su cui disegniamo.

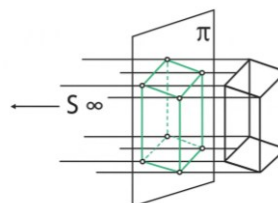
Esistono due tipi principali di proiezioni:

#### ◆ Proiezioni centrali (o coniche)

- Il punto da cui guardiamo è **vicino** all'oggetto (es. a 3 metri). In questo caso si dice che il **centro di proiezione** è un **punto proprio**.
- I raggi di proiezione partono **tutti da un solo punto** e si allargano come un cono.
- Questo tipo di proiezione è usato nella **prospettiva**, cioè nei disegni realistici.



PROIEZIONI CENTRALI



PROIEZIONI PARALLELE

### ◆ Proiezioni parallele (o cilindriche)

- Il punto da cui guardiamo è **molto lontano**, come se fosse all'infinito. In questo caso si dice che il **centro di proiezione** è un **punto improprio**.
- I raggi di proiezione sono **paralleli** tra loro:
  - se questi raggi sono **perpendicolari** al foglio, parliamo di **proiezioni ortogonali**;
  - se invece formano un angolo diverso da 90°, parliamo di **proiezioni oblique**.

Le proiezioni **centrali**, come quelle usate nella prospettiva, ci permettono di vedere un oggetto in modo **realistico**, come lo vedrebbe un occhio umano. Tuttavia, queste rappresentazioni **non sono adatte alle misurazioni**, perché le dimensioni cambiano con la distanza e la profondità (gli oggetti più lontani sembrano più piccoli).

Le proiezioni **parallele**, invece, rappresentano gli oggetti in modo **più schematico**, ma permettono di **mantenere le proporzioni reali**: un oggetto di 10 cm appare sempre lungo 10 cm nel disegno, indipendentemente dalla sua posizione.

Per questo motivo, in **disegno tecnico** si usano le proiezioni **parallele ortogonali**, che ci permettono di **misurare e costruire con precisione**.

### ◆ 3. Le proiezioni ortogonali

Le proiezioni ortogonali ci permettono di rappresentare un oggetto **tridimensionale** su un piano (il foglio), **guardandolo da tre diversi punti di vista**. È come **scattare tre “foto”** da tre diverse posizioni<sup>1</sup>:

- **dall'alto** → la “foto” si chiama **pianta** (o vista dall'alto);
- **dal davanti** → la “foto” si chiama **prospetto** (o vista frontale);
- **dal lato** → la “foto” si chiama **profilo** o **fianco** (o vista laterale).

[Clicca qui](#) e guarda il video per capire meglio!

Questa tecnica è stata formalizzata da **Gaspard Monge**, uno studioso francese, per scopi militari. Inizialmente era un metodo segreto!

Grazie alle proiezioni ortogonali possiamo:

- capire **com'è fatto un oggetto**;
- **misurarlo con precisione**, indicando lunghezza, larghezza e altezza attraverso la **quotatura**, cioè scrivendo nel disegno le misure importanti.

---

<sup>1</sup> **Attenzione!** In realtà, **non si tratta di vere fotografie**: una foto restituisce l'immagine così come la vedrebbe un occhio umano, con **effetto prospettico**. Le **proiezioni ortogonali**, invece, non hanno prospettiva: ogni vista mostra l'oggetto da una direzione precisa, **senza deformazioni**, e mantiene **le dimensioni reali**.

#### ◆ 4. Come funziona una proiezione ortogonale?

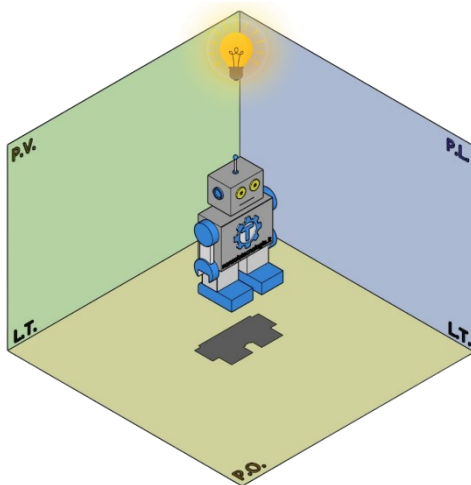
---

Quando si fa una proiezione ortogonale:

- **l'oggetto e i piani di riferimento NON cambiano mai;**
- quello che cambia è solo il **punto da cui osserviamo l'oggetto.**

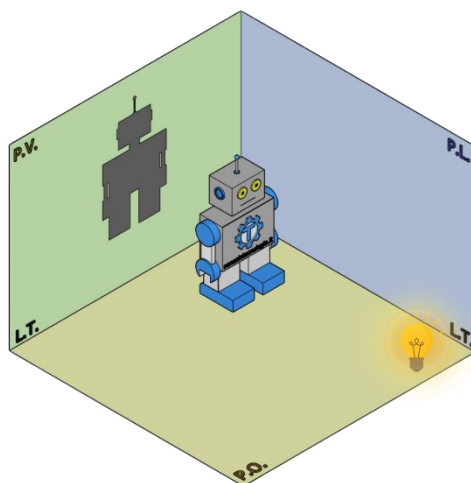
Immaginiamo di mettere l'oggetto (ad es. il robottino di nonsolotecnologia.it) **dentro una scatola** con tre facce visibili: la base e due pareti (**le tre facce sono, a due a due, ortogonali tra loro**).

Ora illuminiamo l'oggetto da tre direzioni diverse, e osserviamo le **ombre** che si proiettano sulle facce della scatola. Ecco cosa otteniamo:



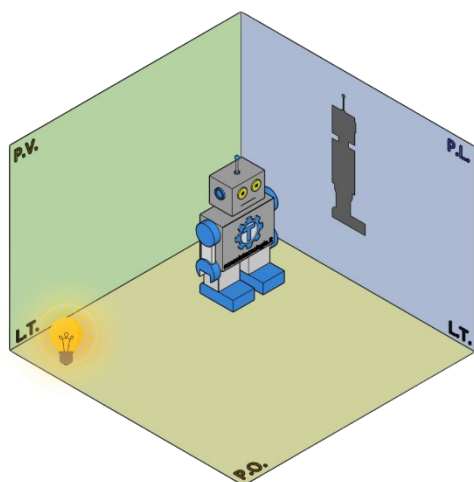
##### ◆ Vista dall'alto → Pianta

- luce dall'alto;
- ombra sul **piano orizzontale (P.O.)**.



##### ◆ Vista frontale → Prospetto

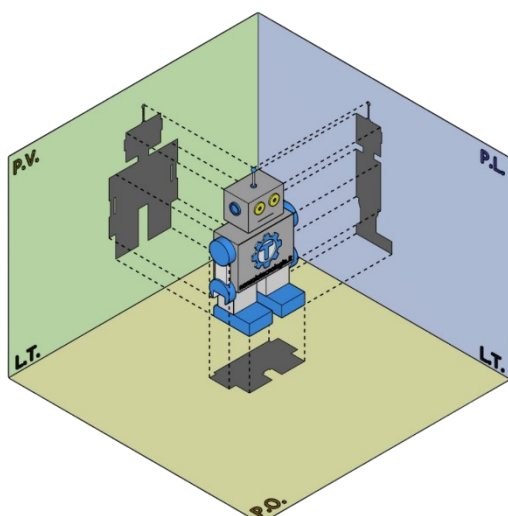
- luce di fronte;
- ombra sul **piano verticale (P.V.)**.



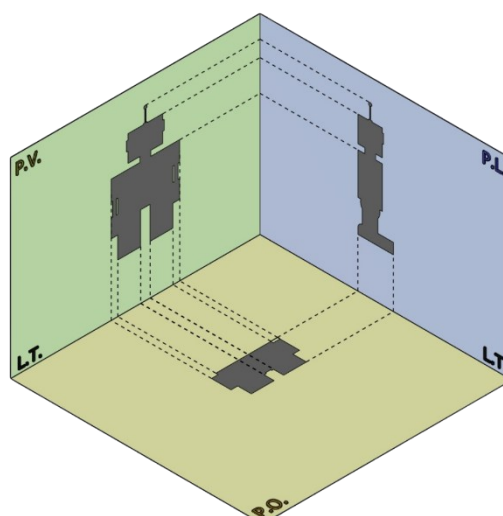
♦ **Vista laterale → Profilo**

- luce di lato;
- ombra sul **piano laterale (P.L.)**.

L'oggetto, quindi, proietta sui piani di riferimento le sue tre ombre. Come si vede nelle prossime immagini, le tre proiezioni sono tra di loro legate (si dice "**congruenti**"), in quanto riferite tutte allo stesso oggetto posizionato nella medesima posizione.



PROIEZIONI



CONGRUENZA PROIEZIONI

**Da questo momento in poi** non parleremo più di ombre e lampadine: l'idea di fondo dovrebbe ormai essere chiara. Useremo invece il **linguaggio corretto del disegno tecnico**, parlando di **viste** e **linee di proiezione**.

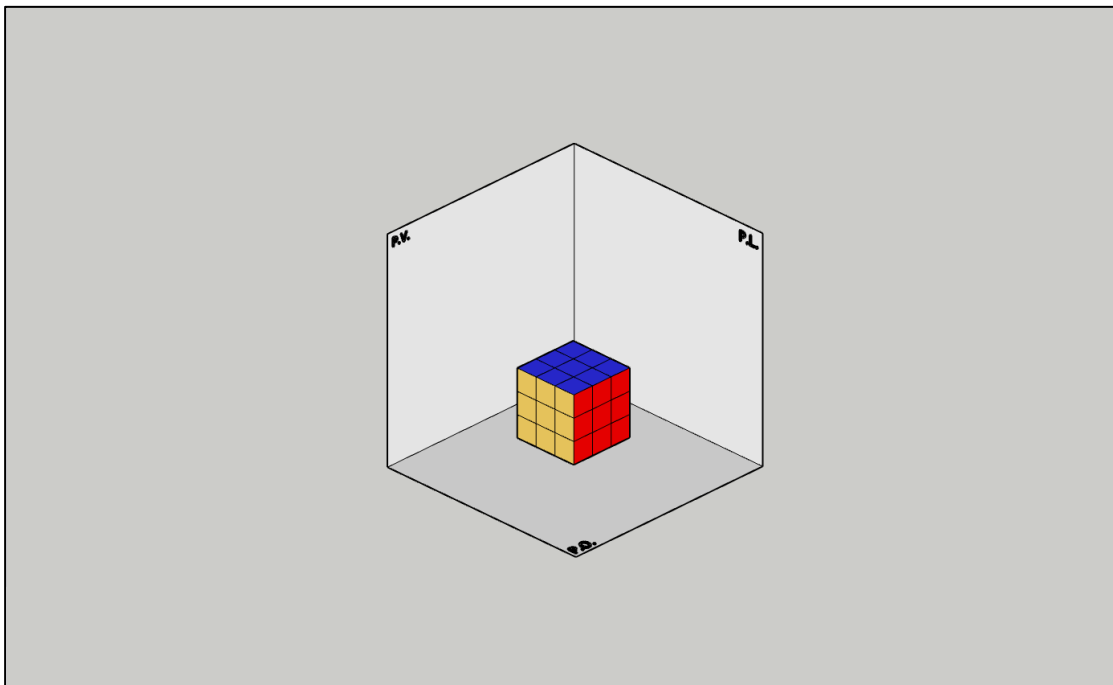
Ricorda: immaginiamo sempre che l'osservatore sia posto **all'infinito**, quindi le **linee di proiezione** sono:

- **parallele tra loro**, perché il punto di vista è molto lontano;
- **perpendicolari** al piano su cui proiettiamo.

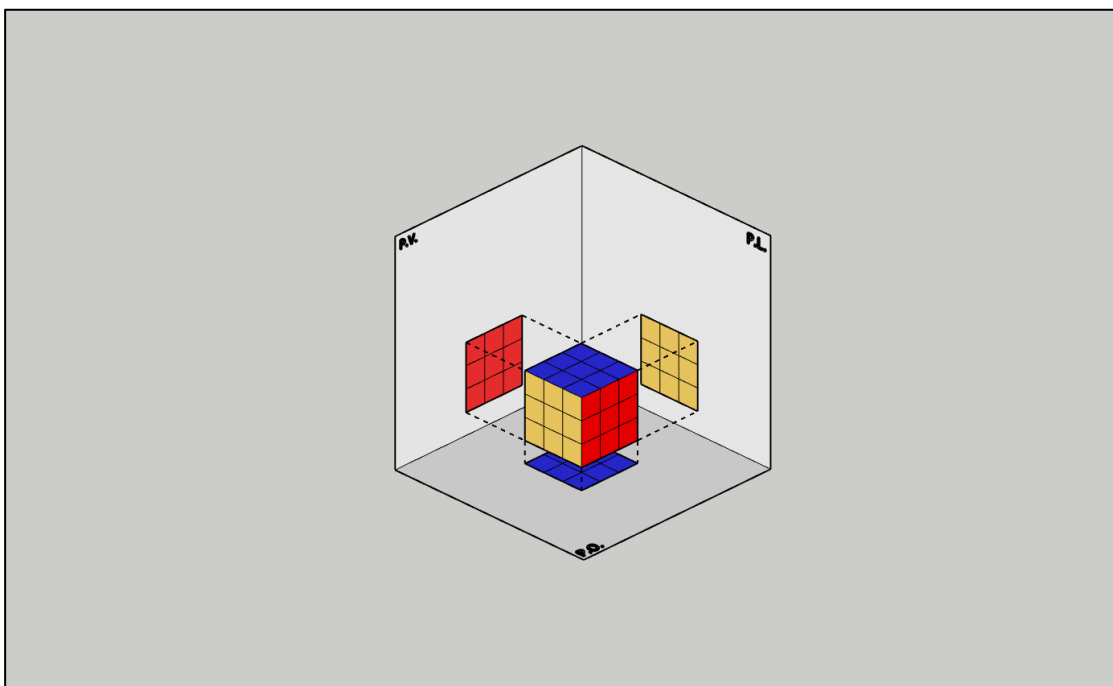
## ◆ 5. Come si rappresentano le proiezioni sul foglio?

Come detto, le tre **viste** dell'oggetto vengono disegnate su tre piani diversi (P.O., P.V. e P.L.), ma **si riferiscono sempre allo stesso oggetto**, che è nella stessa posizione (siamo noi che cambiamo punto di vista).

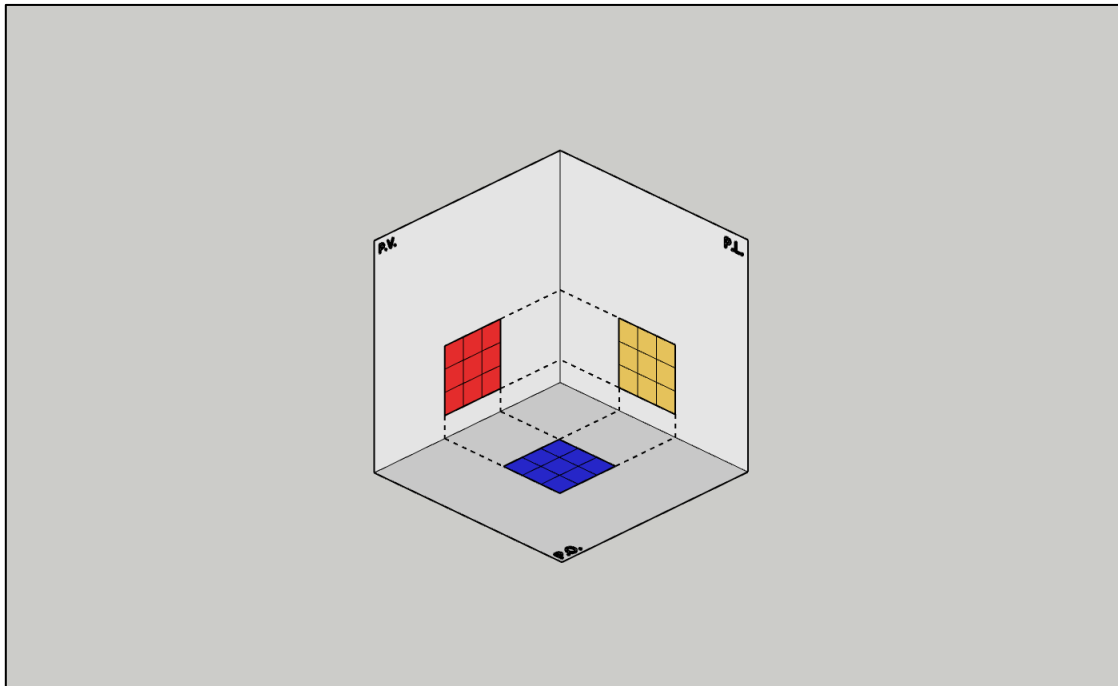
Facciamo un ulteriore esempio. Consideriamo il cubo di Rubik e mettiamolo nella nostra “scatola”.



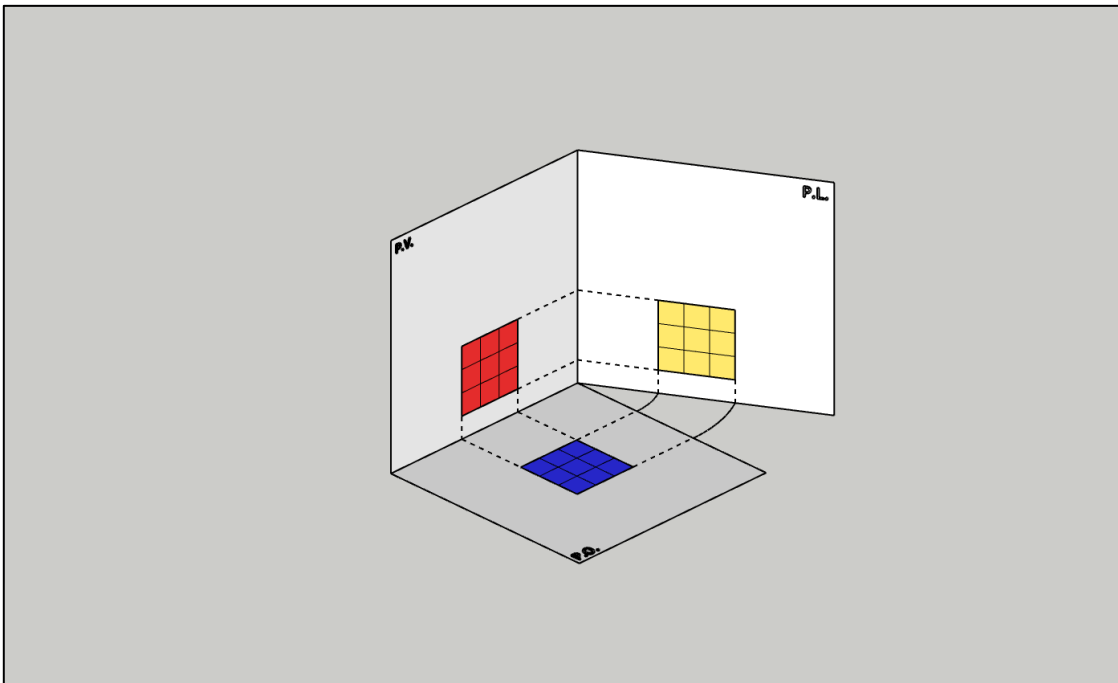
Eseguiamo le **proiezioni ortogonali del cubo** sui tre piani di riferimento. Si ottengono così: la **vista dall'alto** (o **pianta**) sul P.O.; la **vista frontale** (o **prospetto**) sul P.V.; la **vista laterale** (o **profilo**) sul P.L.



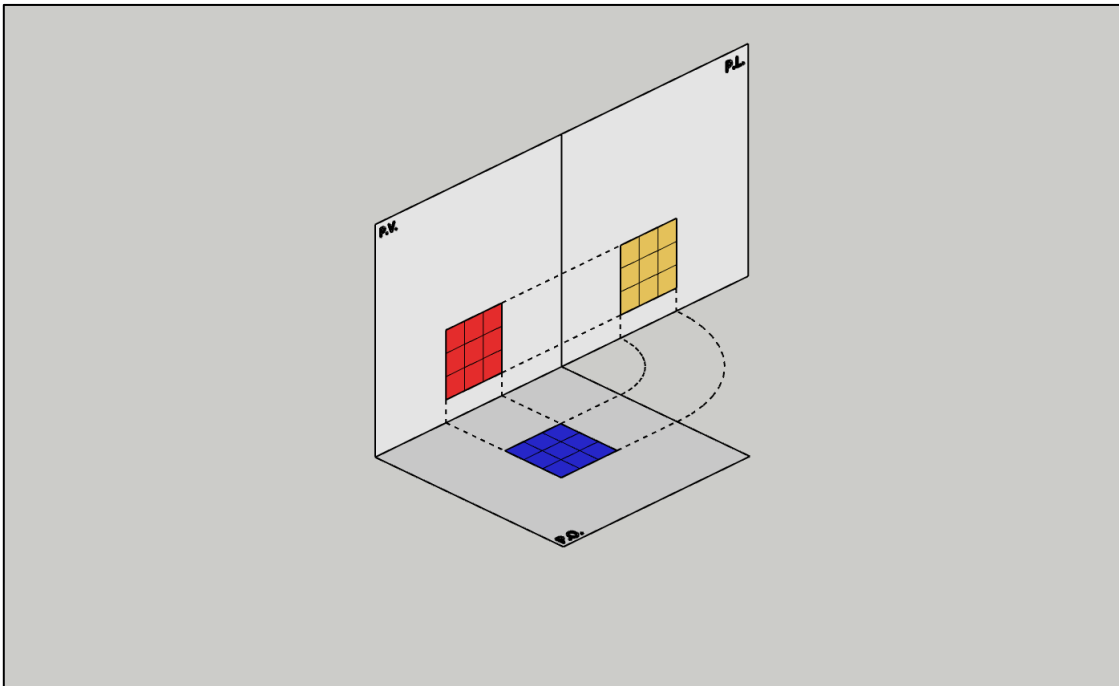
Rimuoviamo il solido, ma lasciamo visibili le **tre proiezioni ortogonali** che lo rappresentano. Ogni vista mostra una faccia diversa del cubo, osservata da una diversa direzione.



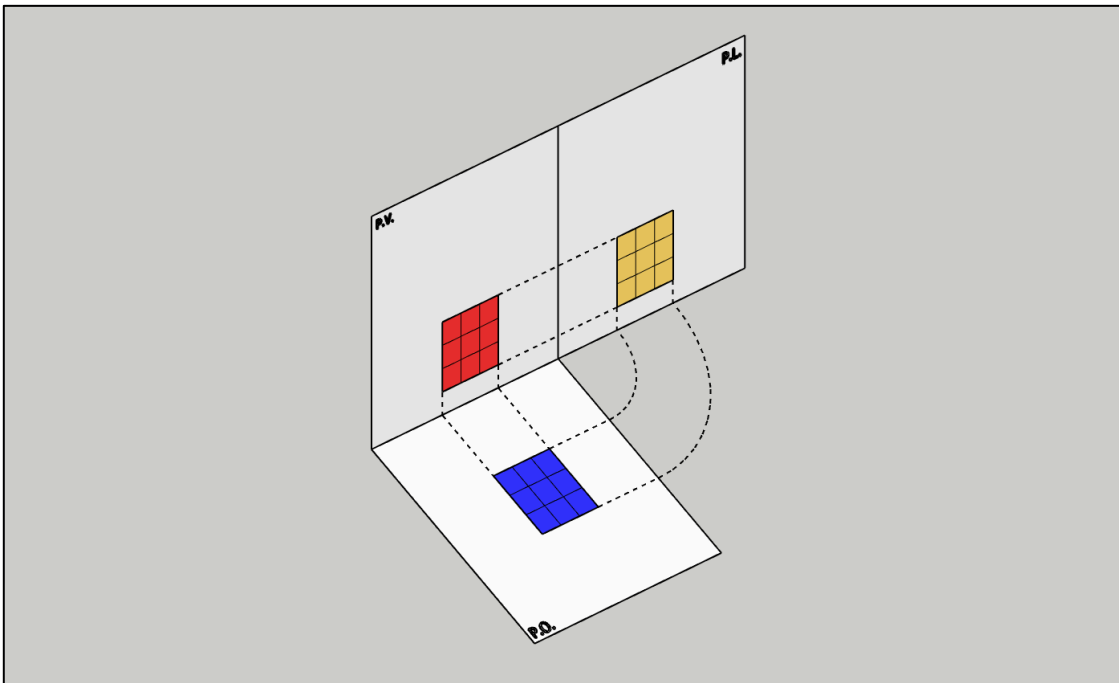
Ora immaginiamo di **aprire la scatola** e di stendere i tre piani su un unico foglio, come se fossero **pieghevoli**. Il primo a ruotare è il P.L. (piano laterale), che si apre verso l'esterno.



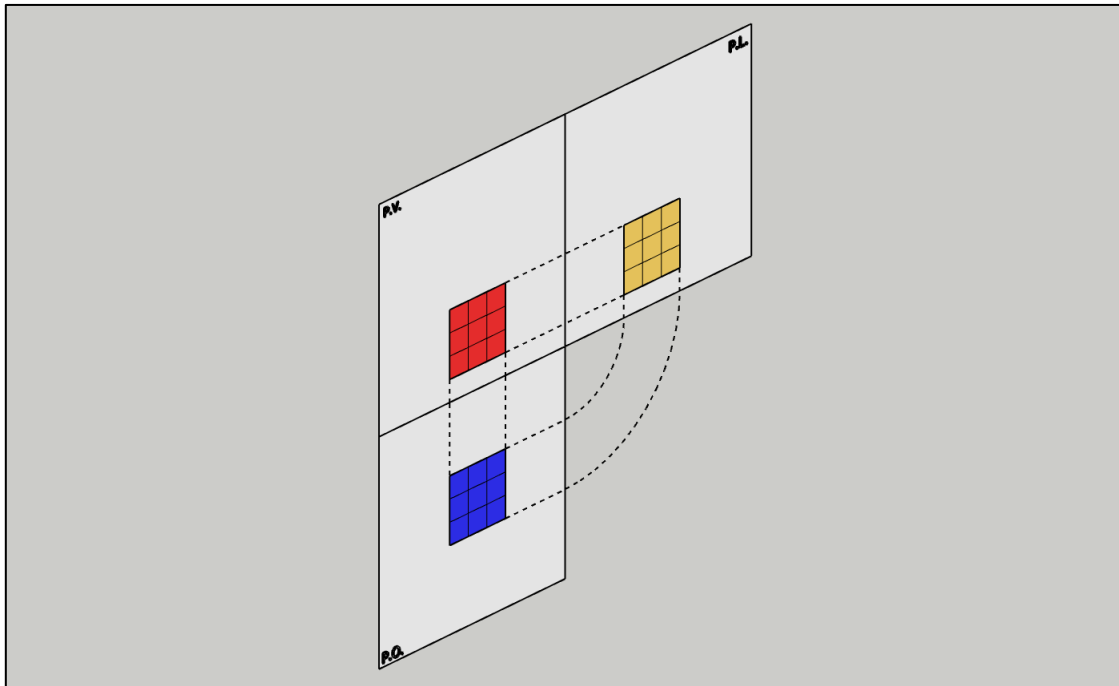
Il P.L. (piano laterale) è stato completamente aperto. Ora è affiancato al prospetto e pronto a essere rappresentato sullo stesso foglio.



Anche il P.O. (piano orizzontale) viene ruotato verso l'esterno. La **vista dall'alto (pianta)** si prepara a essere affiancata alle altre.



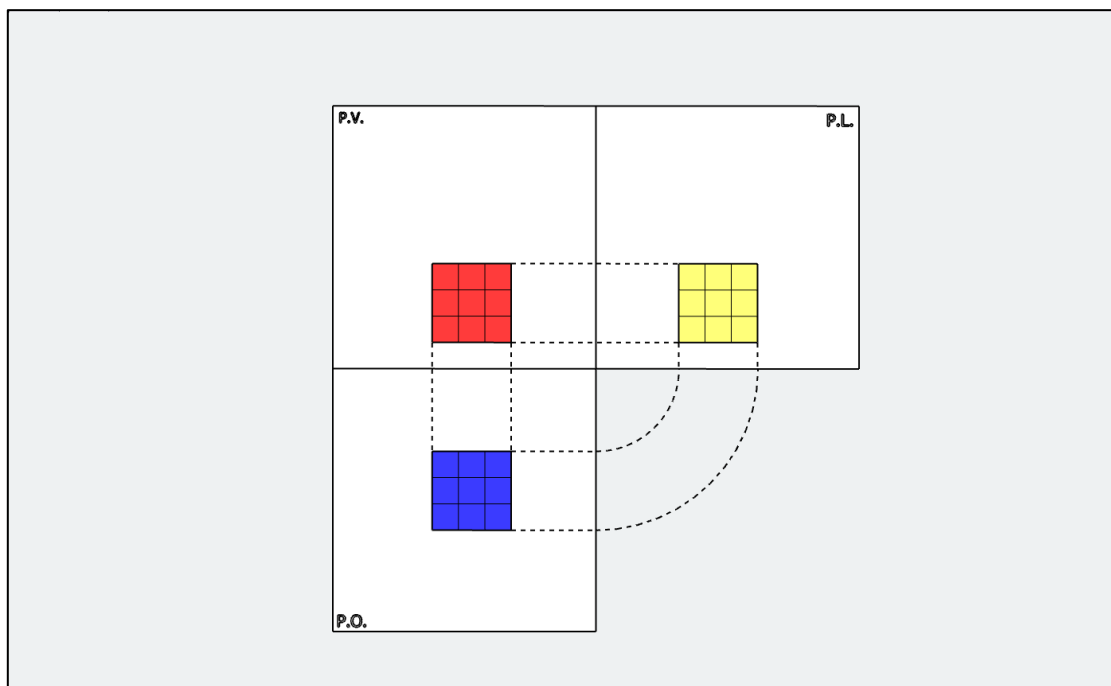
I tre piani di proiezione sono ora **sviluppati su un'unica superficie**. Le tre viste sono ordinate e pronte per essere lette e confrontate.



Questa è la **rappresentazione finale in proiezione ortogonale**:

- **prospetto** in alto a sinistra;
- **profilo** in alto a destra;
- **pianta** in basso a sinistra.

Si tratta di una rappresentazione precisa, chiara e leggibile dell'oggetto.



## APPROFONDIMENTO 1 – “Non solo oggetti!”

Le **proiezioni ortogonali** non servono solo per rappresentare oggetti tridimensionali come sedie, case o cubi.

Con la stessa tecnica possiamo anche rappresentare:

- **punti**, per sapere esattamente dove si trovano nello spazio;
- **linee**, per capire inclinazioni e posizioni;
- **figure piane** (come triangoli o cerchi), viste da diverse angolazioni.

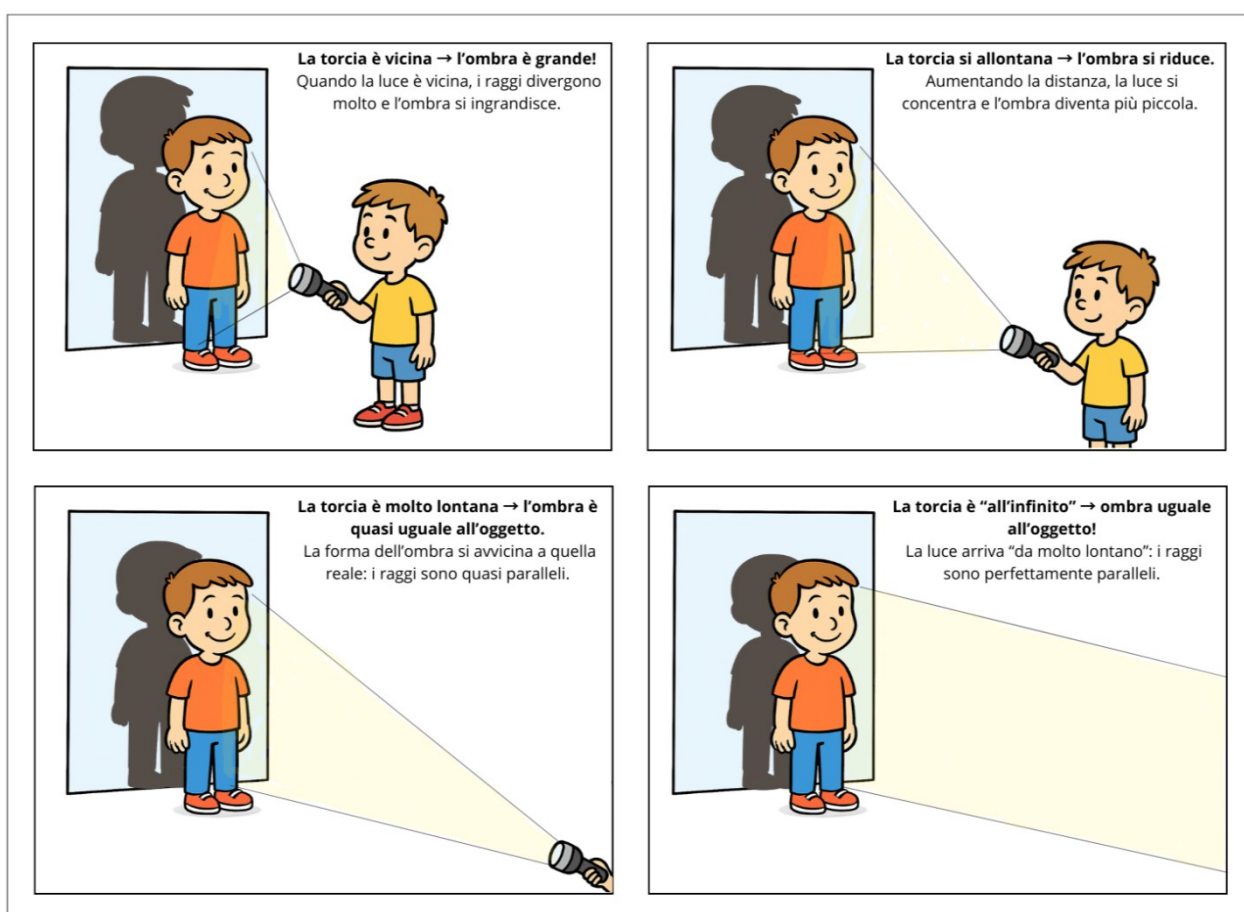
È una tecnica **potente e precisa**, usata non solo nel disegno tecnico, ma anche in matematica, geometria, architettura e ingegneria!

## APPROFONDIMENTO 2 – Ombre, luce e proiezioni: perché i raggi devono essere paralleli?

Quando abbiamo parlato di proiezioni, abbiamo detto che i **raggi di proiezione devono essere paralleli**. Ma perché?

Ecco un piccolo esempio con **una torcia**: più è lontana, più l'ombra è simile all'oggetto.

Alla fine, se fosse **infinitamente lontana**, i raggi sarebbero perfettamente paralleli... ed è proprio ciò che immaginiamo nelle **proiezioni ortogonali**!

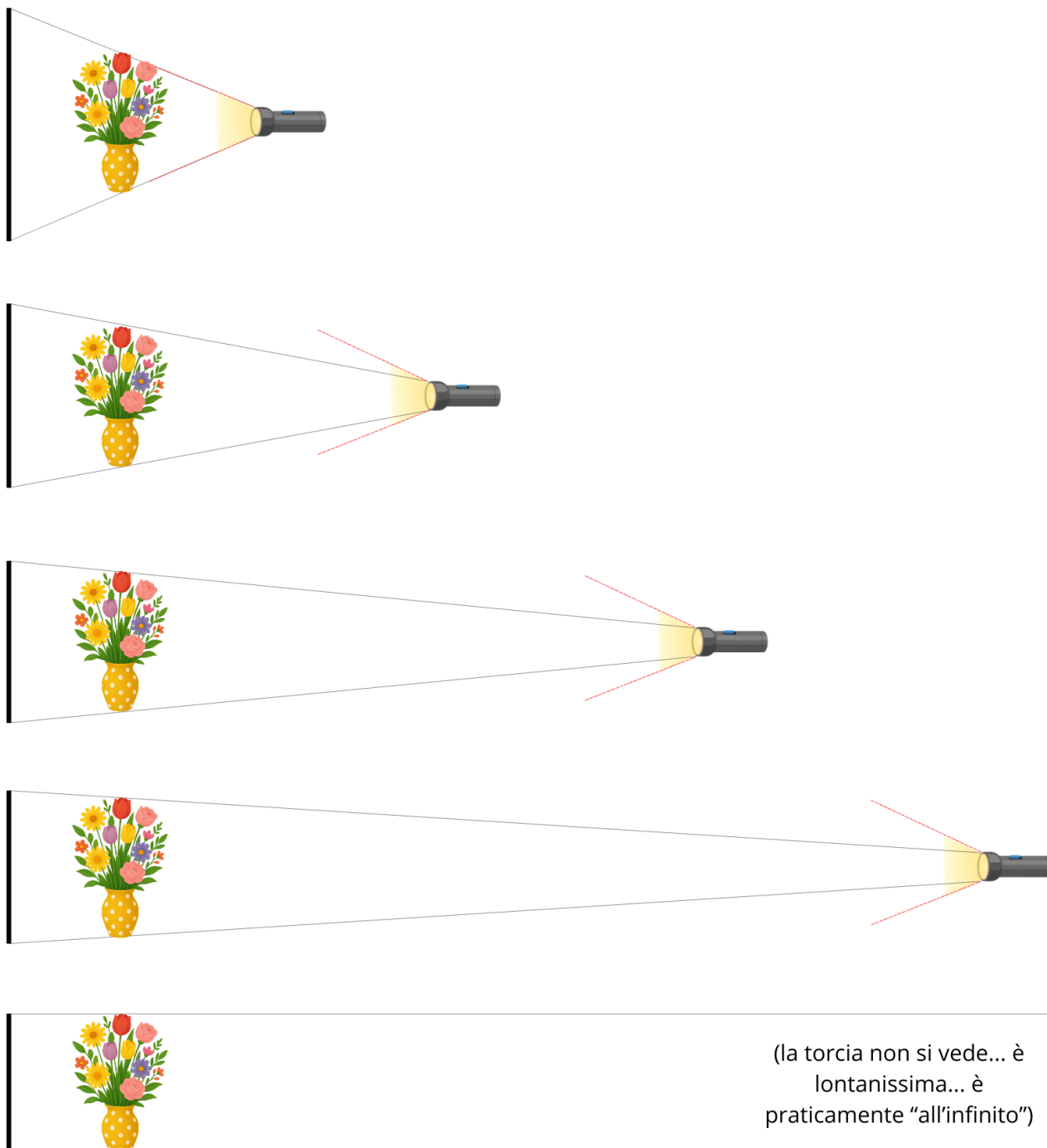


**Osserviamo ora un altro esempio simile**, con un vaso illuminato da una torcia.

Anche qui, più la torcia si allontana, più i raggi diventano **quasi paralleli**, e l'ombra si avvicina sempre di più alla forma reale dell'oggetto.

**È facile notare come cambia l'ombra man mano che la torcia si allontana... fino a diventare praticamente una proiezione ortogonale!**

Anche il Sole fa qualcosa di simile! Poiché è lontanissimo da noi, i suoi raggi arrivano quasi paralleli. Per questo, quando c'è il sole, le ombre che vediamo sono ben definite e molto "simili" a quelle delle proiezioni ortogonali, soprattutto quando la luce arriva perpendicolare al terreno.



### **APPROFONDIMENTO 3 – Attenzione alla congruenza tra le viste!**

Quando rappresentiamo un oggetto in proiezione ortogonale, dobbiamo sempre ricordare che **le tre viste (pianta, prospetto e profilo)** devono descrivere **lo stesso oggetto**, visto da direzioni diverse (siamo noi a spostarci, l'oggetto è sempre nella **stessa posizione**).

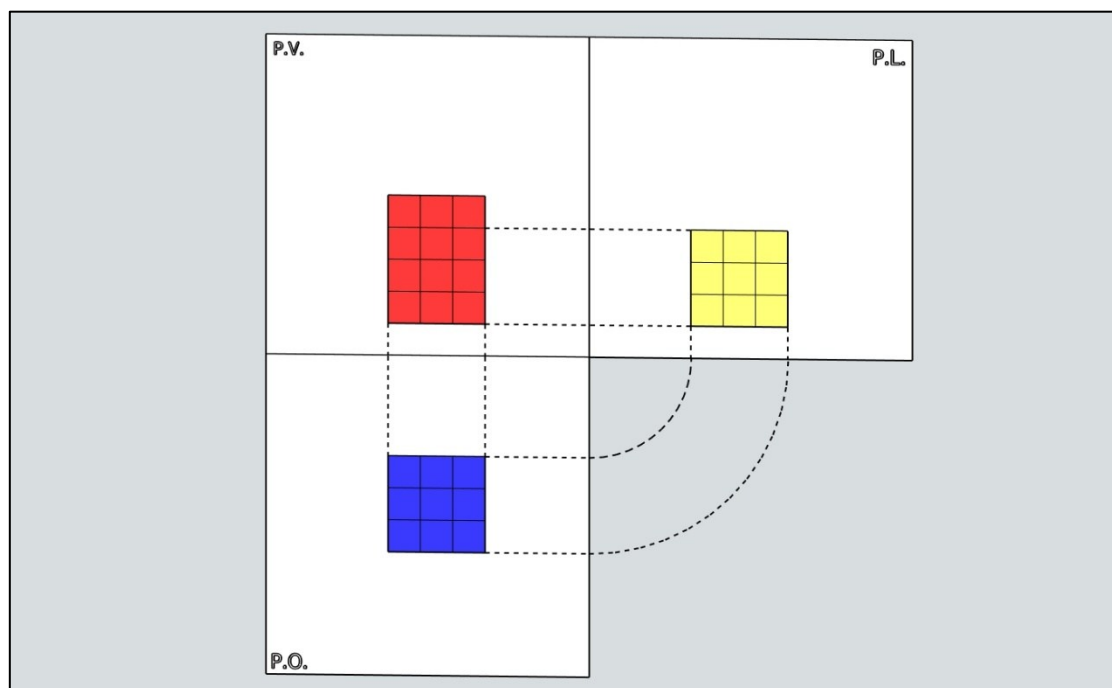
Se modifichiamo la forma, la posizione o la dimensione in una delle viste senza rispettare le altre, allora **le proiezioni non sono più congruenti**: è come se stessimo disegnando **tre oggetti diversi!**

Guarda le immagini qui sotto: si nota subito che **le facce colorate non corrispondono** tra pianta, prospetto e profilo. Questo errore capita spesso quando non si rispettano allineamenti, proporzioni o punti di riferimento comuni tra le viste.

**Controlla sempre la congruenza**: le viste devono combaciare perfettamente come se fossero ombre dello stesso oggetto. Solo così il disegno sarà davvero utile e leggibile!

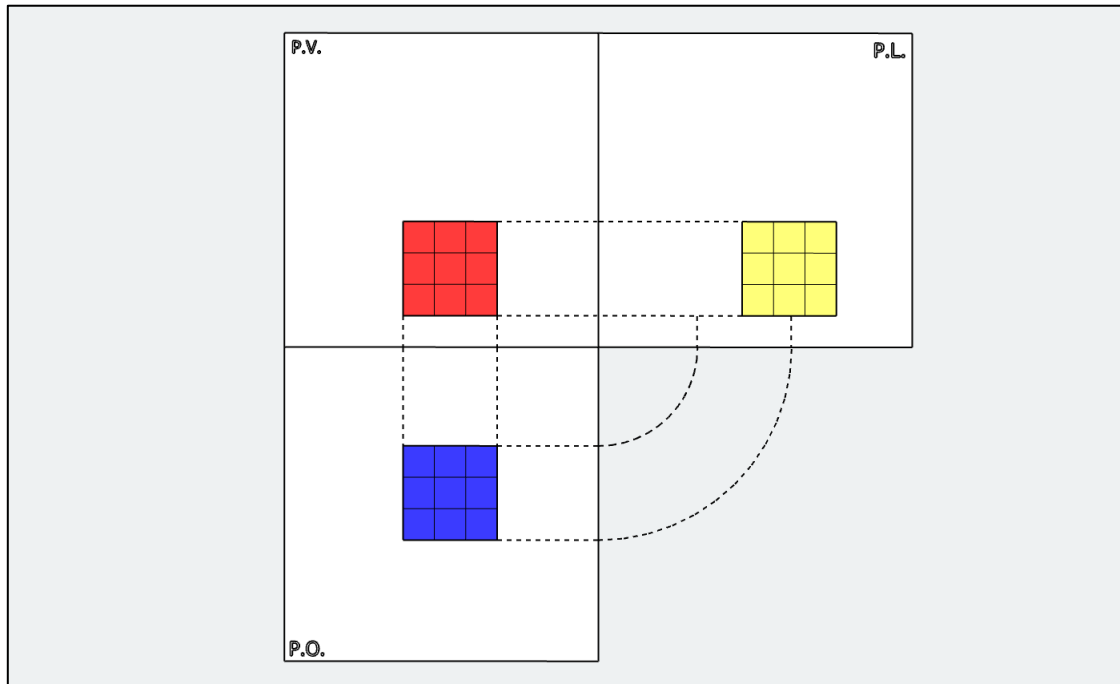
#### **Esempio 1: forma non congruente**

Nel prospetto (P.V.) appare un rettangolo 3×4, ma nella realtà l'oggetto è un cubo: **abbiamo cambiato la forma** in una vista.



### Esempio 2: posizione non congruente

Nel profilo (P.L.) il quadrato è spostato: **tutte le viste devono essere allineate!!!**



### Esempio 3: dimensione non congruente

Nella pianta (P.O.) il quadrato è più grande: se stiamo rappresentando un cubo, **le dimensioni devono coincidere** in tutte le viste.

