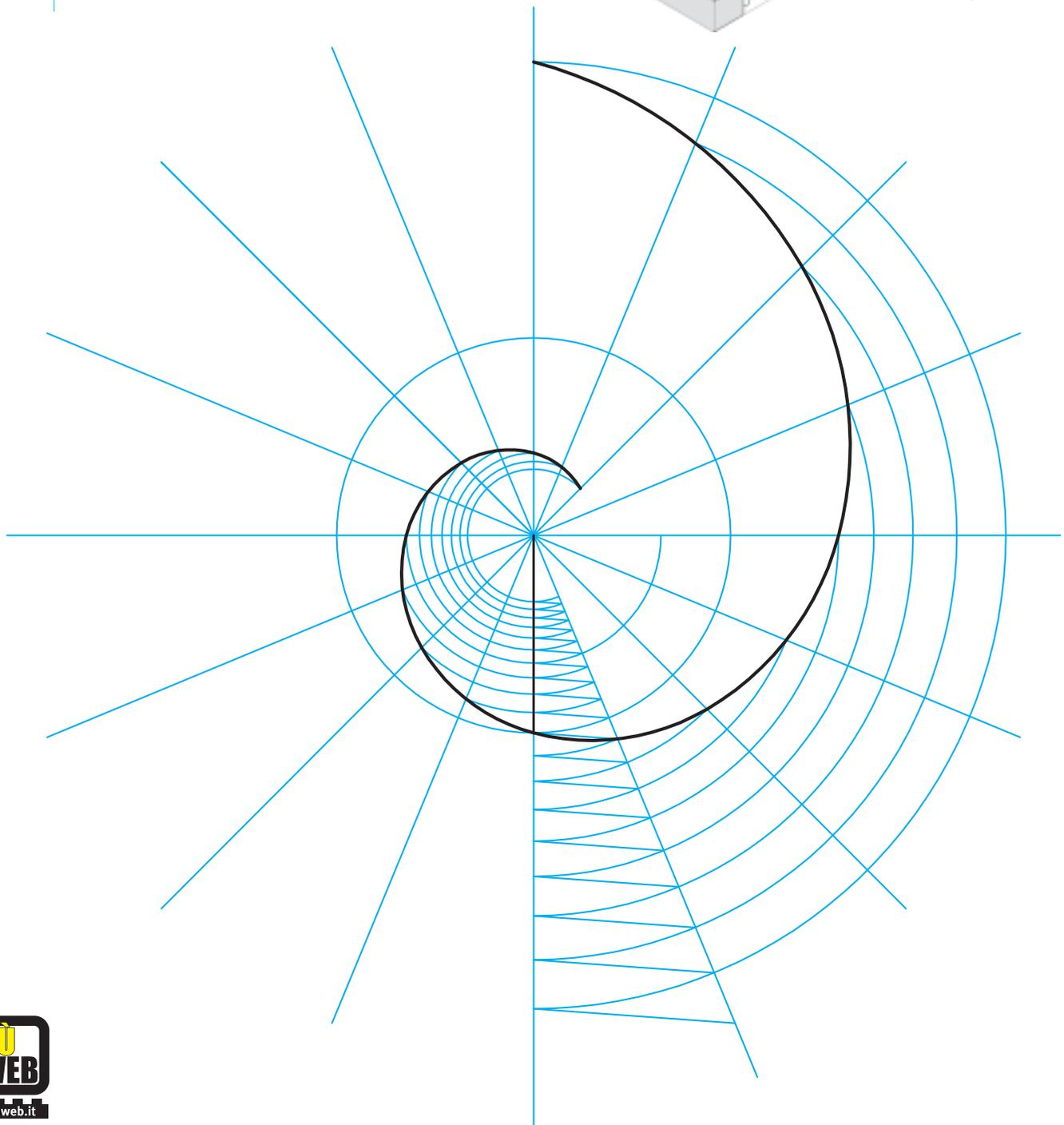
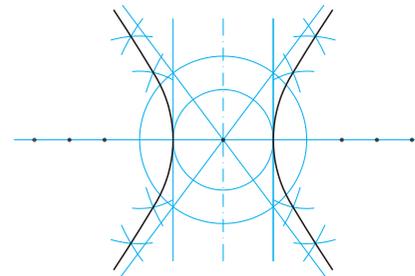
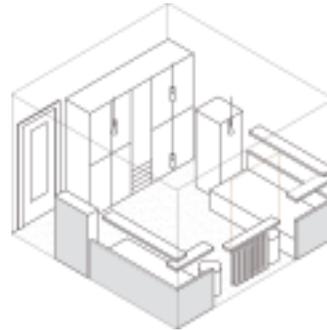
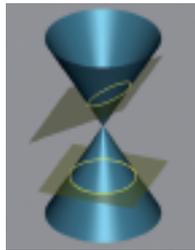
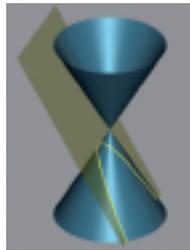
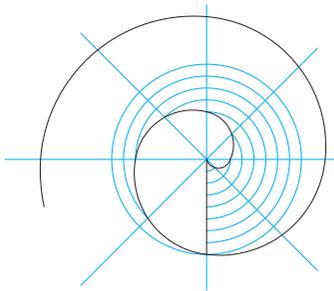


Elena Barbaglio

MANUALI D'ARTE

Disegno geometrico e architettonico


ELECTA SCUOLA



IL DISEGNO GEOMETRICO

1 Introduzione

- 1 Che cos'è il disegno geometrico?
- 2 Sull'importanza della geometria



2 Materiali e strumenti

- 1 Lavorare al tavolo da disegno
- 2 Lavorare al computer

3 Indicazioni operative e norme per il disegno tecnico e progettuale

- 1 I formati e la squadratura del foglio
Esercitazione guidata
- 2 La quotatura
- 3 I tipi di linea
- 4 Le scale dimensionali
- 5 Le simbologie grafiche
- 6 L'uso della riga e delle squadre
Esercitazione guidata
- 7 Il lettering

SCHEDA L'immagine architettonica e la scrittura

Tema Il rapporto testo-immagine

4 Gli elementi di base

- 1 Il punto, la linea, il piano
- 2 Le rette
Esercitazione guidata

SCHEDA Daniel Libeskind e il Museo Ebraico di Berlino

- 3 Gli angoli
Esercitazione guidata
- 4 Il triangolo
Esercitazione guidata

- 5 I quadrilateri
Esercitazione guidata

Tema I triangoli e i quadrati di Paul Klee

- 6 Il pentagono e l'esagono
Esercitazione guidata

SCHEDA Frank Lloyd Wright

Tema F.L. Wright, Casa Hanna

IV	7 Altri poligoni <i>Esercitazione guidata</i>	48
	8 Il cerchio <i>Esercitazione guidata</i>	50
3	9 Le curve policentriche <i>Esercitazione guidata</i>	52
4	10 La spirale e le curve cicliche <i>Esercitazione guidata</i>	54
6	11 Le curve coniche <i>Esercitazione guidata</i>	56
7	12 I raccordi <i>Esercitazione guidata</i>	58
8		
10	SCHEDA Le forme curvilinee nell'architettura: gli archi	60
13		
14	Tema Disegnare archi	61
16	13 I solidi e il loro sviluppo <i>Esercitazione guidata</i>	62
18	14 Gli ordini architettonici Tema Gli ordini architettonici	68
19		70
20	5 Le proiezioni ortogonali	71
22	1 I metodi di rappresentazione	72
24	2 Aspetti storici delle proiezioni ortogonali	73
26	3 Scopi ed esempi <i>Esercitazione guidata</i>	74
28	4 I piani di proiezione e la rappresentazione del punto <i>Esercitazione guidata</i>	76
29	SCHEDA I sistemi di riferimento	79
30	5 Le proiezioni di piani <i>Esercitazione guidata</i>	80
32	6 Le proiezioni di rette <i>Esercitazione guidata</i>	82
35	7 Le proiezioni di segmenti <i>Esercitazione guidata</i>	84
36	8 Le proiezioni di figure piane <i>Esercitazione guidata</i>	88
38		
40	Tema Le proiezioni di un dipinto inclinato rispetto ai tre piani fondamentali	93
43	9 Le proiezioni di solidi <i>Esercitazione guidata</i>	94
44	10 Le rotazioni di solidi <i>Esercitazione guidata</i>	98
46	11 Le intersezioni di solidi	102
47	<i>Esercitazione guidata</i>	



12 Le sezioni <i>Esercitazione guidata</i>	106	8 Le assonometrie dimetrica e trimetrica <i>Esercitazione guidata</i>	158
SCHEDA Le sezioni in architettura	112	9 Schema dei vari sistemi assonometrici <i>Esercitazione guidata</i>	161
Tema Proiezioni ortogonali del monumento a Sandro Pertini	114	SCHEDA Assonometria e lettering	164
2 LA PERCEZIONE DELLO SPAZIO	115	Tema Elaborazione di un monogramma in assonometria	165
1 Il campo visivo e il cono ottico <i>Esercitazione guidata</i>	116	10 Gli spaccati assonometrici <i>Esercitazione guidata</i>	166
2 La visione assonometrica <i>Esercitazione guidata</i>	118	11 Gli esplosi assonometrici <i>Esercitazione guidata</i>	168
3 La visione prospettica <i>Esercitazione guidata</i>	121	12 Le assonometrie trasparenti <i>Esercitazione guidata</i>	170
SCHEDA L'architettura greca e le correzioni prospettiche	123	SCHEDA Le volte	172
4 La lettura del paesaggio e dello spazio urbano <i>Esercitazione guidata</i>	124	Tema Le volte	173
5 La lettura dell'architettura <i>Esercitazione guidata</i>	126	2 La prospettiva	175
6 La lettura dell'oggetto <i>Esercitazione guidata</i>	130	1 Aspetti storici <i>Esercitazione guidata</i>	176
SCHEDA Rappresentazioni e interpretazioni delle sedie di Thonet	133	2 Introduzione: gli elementi di base e le regole generali	178
7 Il rilievo <i>Esercitazione guidata</i>	134	3 La prospettiva centrale con il metodo dei punti di distanza <i>Esercitazione guidata</i>	186
Tema Il rilievo di una modanatura	138	4 La prospettiva centrale con il metodo del taglio dei raggi visuali <i>Esercitazione guidata</i>	194
3 LA RAPPRESENTAZIONE TRIDIMENSIONALE	139	5 La prospettiva accidentale con il metodo dei punti di fuga <i>Esercitazione guidata</i>	200
1 L'assonometria	141	6 La prospettiva accidentale con il metodo del taglio dei raggi visuali <i>Esercitazione guidata</i>	206
1 Gli aspetti storici	142	7 La prospettiva accidentale con il metodo dei punti misuratori <i>Esercitazione guidata</i>	212
2 Introduzione	143	SCHEDA Prospettiva e scenografia teatrale	218
3 Le assonometrie oblique <i>Esercitazione guidata</i>	144	8 L'uso della pianta ausiliaria <i>Esercitazione guidata</i>	220
4 L'assonometria cavaliera <i>Esercitazione guidata</i>	146	9 Le prospettive a quadro inclinato e orizzontale <i>Esercitazione guidata</i>	222
5 L'assonometria monometrica <i>Esercitazione guidata</i>	150	Tema Il Tangram	225
6 Le assonometrie ortogonali <i>Esercitazione guidata</i>	154	10 Le prospettive di corpi riflessi <i>Esercitazione guidata</i>	226
7 L'assonometria isometrica <i>Esercitazione guidata</i>	156		

Contenuti on line

LEZIONE-ONLINE Lezioni accompagnate da esercitazioni per un percorso formativo essenziale. L'insieme delle lezioni-online viene a formare un percorso formativo essenziale lasciando la possibilità all'insegnante di soffermarsi sugli argomenti fondamentali e proporre agli studenti un maggior numero di esercitazioni.

PER PROGETTARE Raccolta di immagini e testi per lo sviluppo e la progettazione dei Temi proposti da utilizzare in fase pre-progettuale.

11 Le prospettive intuitive e i reticoli prospettici
Esercitazione guidata 228

3 La teoria delle ombre 231

1 Aspetti storici  232

SCHEDA Il teatro delle ombre  233

2 Introduzione: gli elementi di base  234

3 Le ombre nelle proiezioni ortogonali
Esercitazione guidata 236

4 Le ombre in assonometria
Esercitazione guidata 240

5 Le ombre in prospettiva
Esercitazione guidata 244

Tema Ombre, architettura e fotografia  248

4 IL LINGUAGGIO PROGETTUALE 249

1 Struttura e forma. La geometria interna  250
Esercitazione guidata

2 Altri aspetti della forma: il legame con la funzione, i valori simbolici e le qualità espressive  252
Esercitazione guidata

3 Simmetrie ed equilibrio  254
Esercitazione guidata

4 Modulo e ritmo  256
Esercitazione guidata

5 Le proporzioni e la sezione aurea 258
Esercitazione guidata

6 Spazio e volume  260
Esercitazione guidata

7 Materiali e superfici  262
Esercitazione guidata

8 La luce  264
Esercitazione guidata

9 Il colore  266
Esercitazione guidata

10 La decorazione  268
Esercitazione guidata

Tema Il metodo progettuale 270

GLOSSARIO 271



3 LA RAPPRESENTAZIONE TRIDIMENSIONALE

Simulare la terza dimensione su un foglio, che di dimensioni ne ha solo due: questo è quello che cercheremo di fare che in questo capitolo, in molti modi diversi.

Dopo aver introdotto il tema della percezione dello spazio e la sua rappresentazione intuitiva, passiamo alla conoscenza tecnica dei metodi più noti che ci permettono di disegnarlo. I concetti potranno sembrare, inizialmente, un po' astratti: ma i risultati finali, se opereremo delle scelte adeguate, saranno efficaci. Dopo aver descritto gli oggetti attraverso visioni staccate ma che mantengono misure e rapporti, ovvero le proiezioni ortogonali, cercheremo ora di acquisire una visione d'insieme delle forme. Attraverso il disegno tridimensionale (nel quale, come detto, la terza dimensione è solo simulata: altrimenti dovremmo ricorrere a un modello) metteremo in luce una parte dell'oggetto.



*Assonometria cavaliera
di Maura Paolon delle
architetture restituite
dagli affreschi sulle pareti
della Sala delle Maschere.
Palatino, Roma. Particolare.*

Per quanto ci sforziamo, un'altra parte di esso rimarrà sempre nascosta, perché la rappresentazione viene effettuata a partire da un unico punto di vista. Metodi come l'assonometria o la prospettiva forniscono informazioni sull'insieme dell'oggetto: si tratta però di informazioni parziali, poiché c'è sempre una parte che non vediamo.

Alcune applicazioni di questi metodi – gli spaccati, gli esplosi o le trasparenze – permettono di visualizzare contemporaneamente parti dell'oggetto che nella realtà non potremmo mai vedere insieme: questo può essere molto utile. Dal discorso appena fatto, e come già detto in precedenza, si evidenzia, ancora una volta, l'importanza della scelta di un metodo piuttosto che di un altro, di come lo si utilizza e delle finalità. Per poter fare questo è necessario comprendere appieno ogni sistema di rappresentazione.

GLI ARGOMENTI Nelle lezioni relative all'**assonometria** saranno analizzati i diversi sistemi operativi con le loro caratteristiche, i vantaggi e gli svantaggi, per poi procedere con rappresentazioni più complesse ma di grande efficacia ed effetto, quali gli spaccati e gli esplosi. Un confronto tra i diversi metodi, applicati a uno stesso oggetto, offrirà una visione immediata degli effetti ottenibili.

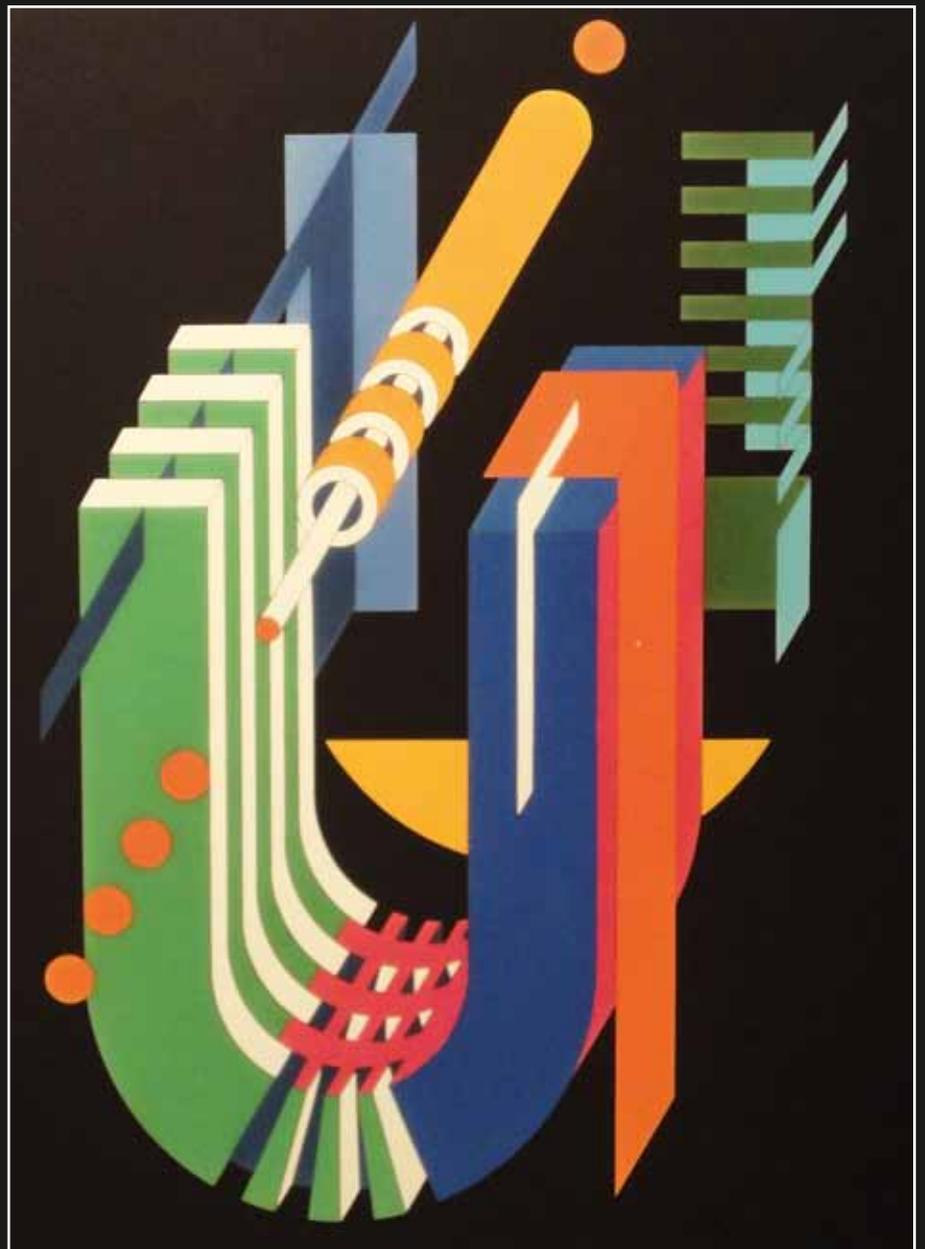
Il secondo argomento è la **prospettiva**, anche in questo caso presentata attraverso procedimenti e aspetti diversi per poi arrivare ad accennare due casi particolari: la prospettiva a quadro inclinato e quella di corpi riflessi. Vedremo, nell'ambito dello stesso metodo, come cambia l'immagine finale modificando alcune variabili, quali la distanza dall'oggetto e l'altezza della visione.

Quando ci si occupa di rappresentare situazioni ricche e articolate, per esempio l'interno di una stanza con tutti i suoi arredi, ognuno dei quali può essere caratterizzato da molti dettagli, il procedimento prospettico è spesso lungo e laborioso. Per questo, al termine del capitolo proveremo a realizzare delle prospettive intuitive basate sull'uso di una griglia: uno strumento efficace per una rappresentazione immediata e d'effetto di un ambiente.

L'ultimo argomento di questo terzo capitolo è la **teoria delle ombre**, applicata a tutti i metodi della geometria descrittiva, che a questo punto conosciamo, utile per dare maggiore realismo e tridimensionalità ai nostri disegni.

3.1 L'assonometria

Visualizzare i volumi attraverso i singoli metodi delle proiezioni assonometriche, riuscire a comunicare forme esistenti o progettate e imparare a leggere un'assonometria per comprendere in modo chiaro ciò che altri ci vogliono trasmettere: questi sono gli obiettivi di questo capitolo. Verranno esposti sia i caratteri astratti di questo tipo di rappresentazione sia, soprattutto, le sue applicazioni sul reale, come importante mezzo di illustrazione ma anche di progettazione.



Marcello Morandini, Lettera della serie Alfabeto per Rosenthal, 1986.

3 Le assonometrie oblique

L'assonometria obliqua è caratterizzata da un'ampia libertà di scelta, non essendo le misure dell'immagine legate da precisi rapporti a quelle dell'oggetto (come è invece nel caso delle assonometrie ortogonali), poiché l'inclinazione dei raggi proiettanti che la determinano è arbitraria. Per questo l'assonometria obliqua risulta più semplice e più rapida rispetto a quella ortogonale.

Di solito l'assonometria obliqua si esegue utilizzando le misure reali dell'oggetto, che vengono riportate sui tre assi. In alcuni casi, per esempio nell'assonometria cavaliera, si opera una riduzione delle misure per ottenere un'immagine meno deformata.

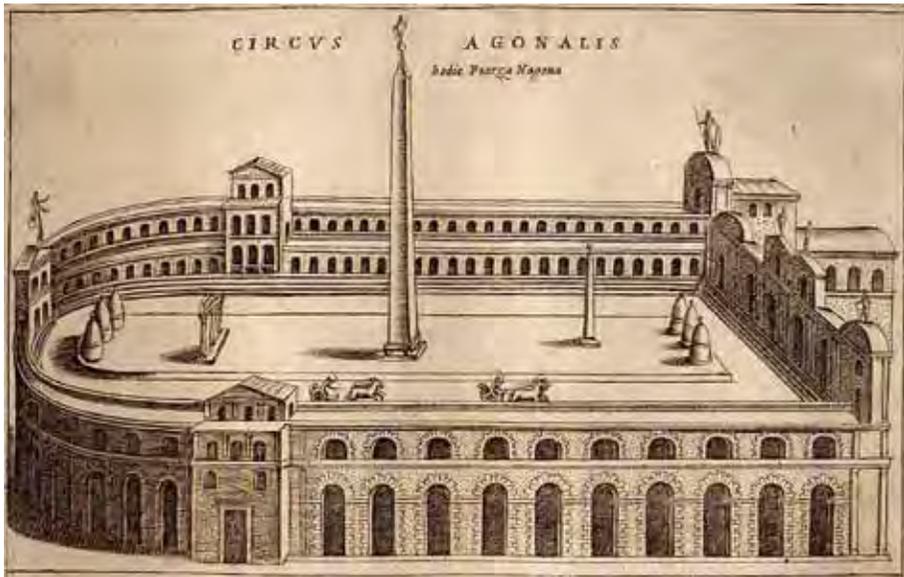
Le assonometrie più utilizzate di questo gruppo sono tre.

1 Assonometria obliqua cavaliera, a quadro verticale:

- **generica**, in forma monometrica, detta anche isometrica, cioè con le misure riportate direttamente sugli assi senza riduzioni oppure in forma dimetrica, ovvero con le misure ridotte in profondità (1-2);
- **rapida**, in forma di solito dimetrica, ovvero con le misure riportate in modo reale su due assi e ridotte alla metà sul terzo asse (y ; 3).

2 Assonometria obliqua monometrica, a quadro orizzontale (4).

3 Assonometria obliqua cavaliera militare, in forma isometrica, con misure reali sui tre assi, oppure dimetrica, la forma più utilizzata, con riduzione sull'asse delle altezze, o infine trimetrica, con riduzione diversa su ognuno dei tre assi (5).



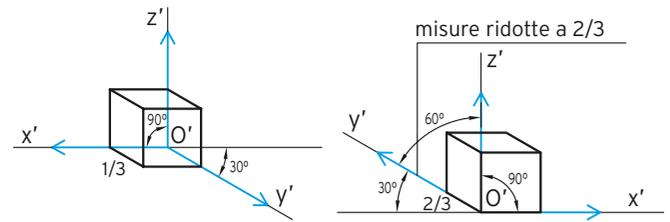
6 Assonometria dell'antico Circus Agonalis (86 d.C.).

Consigli

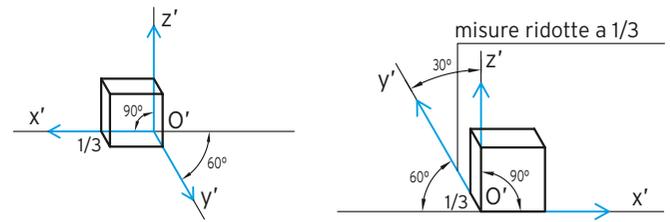
Negli esercizi che seguono, e soprattutto all'inizio del nostro percorso sulle assonometrie, ripassiamo la pianta con un tratto colorato leggero prima di procedere con le altezze. Il colore darà un riferimento preciso durante l'esecuzione del pro-

cedimento. La leggerezza del tratto consentirà di ripassare poi, con un segno più pesante, gli spigoli in vista e quelli nascosti dell'immagine ottenuta. È sempre opportuno disegnare, o possedere un disegno, in proiezione ortogonale di ciò che andremo a rappresentare in prospettiva.

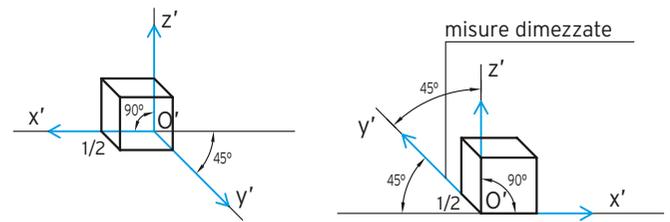
Raggi proiettanti inclinati al quadro assonometrico, che è parallelo a uno dei piani di riferimento.



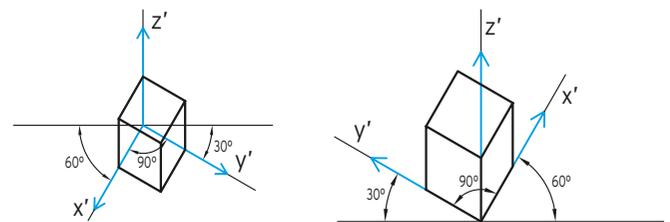
1 Assonometria obliqua cavaliera generica, avente l'asse y' inclinato di 30° rispetto al prolungamento dell'asse x' . Le misure in profondità devono essere ridotte a $2/3$. Il prospetto frontale, e tutto ciò che a esso è parallelo, rimane invariato.



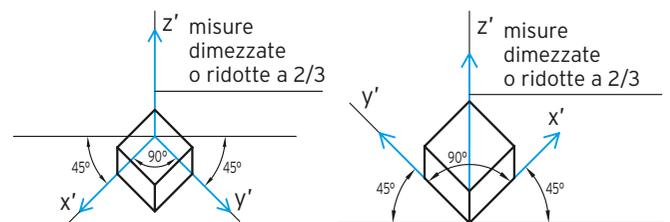
2 Assonometria obliqua cavaliera generica, avente l'asse y' inclinato di 60° rispetto al prolungamento dell'asse x' . Le misure in profondità devono essere ridotte a $1/3$. Il prospetto frontale, e tutto ciò che a esso è parallelo, rimane invariato.



3 Assonometria obliqua cavaliera rapida. Le misure in profondità devono essere dimezzate. Il prospetto frontale, e tutto ciò che a esso è parallelo, rimane invariato.



4 Assonometria obliqua monometrica. La pianta, e tutto ciò che a essa è parallelo, rimane invariata.



5 Assonometria obliqua militare. Le altezze, di solito, vengono dimezzate o ridotte a $2/3$. La pianta, e tutto ciò che a essa è parallelo, rimane invariata.

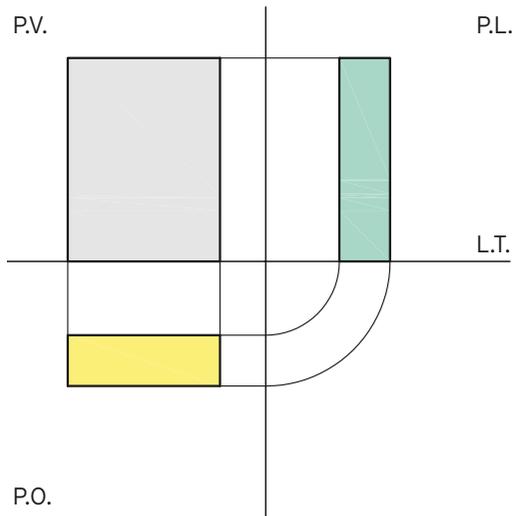
Esercitazione guidata

Disegnare con l'assonometria obliqua

⊙ **OBIETTIVO:** disegnare un solido semplice nelle diverse modalità della rappresentazione assonometrica obliqua.

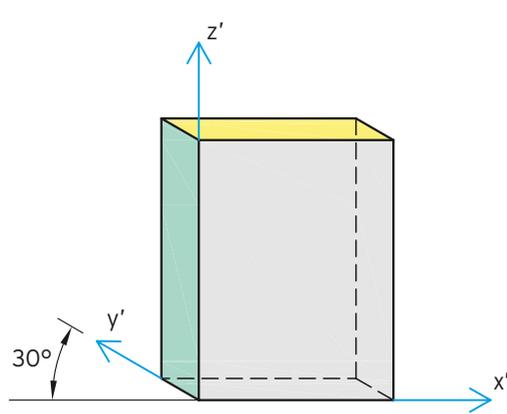
⊙ **TEMPO TOTALE:** 2 ore.

⊙ **ARGOMENTI CORRELATI:** L'assonometria obliqua cavaliera, L'assonometria obliqua monometrica.

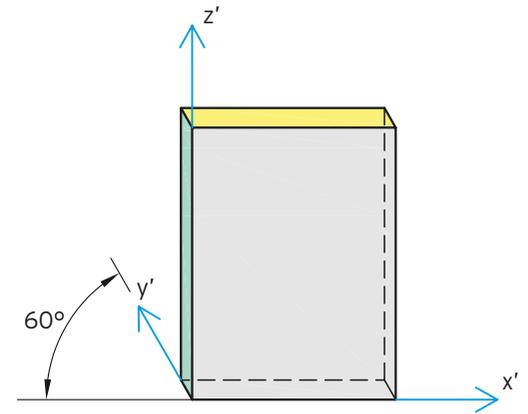


Proiezioni ortogonali di un parallelepipedo.

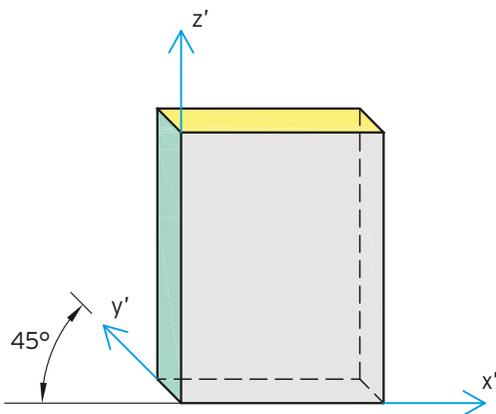
Partiamo da un semplice parallelepipedo per definire un procedimento poi applicabile a qualsiasi oggetto e mostrare i risultati finali cui danno luogo le diverse assonometrie oblique. Cominceremo disegnando la pianta, riportando sull'asse x' e sull'asse y' le misure della base, per poi procedere con le altezze sull'asse z' . Per mantenere il controllo della situazione è bene ricordare che i segmenti paralleli dell'oggetto (gli spigoli) rimangono paralleli in assonometria.



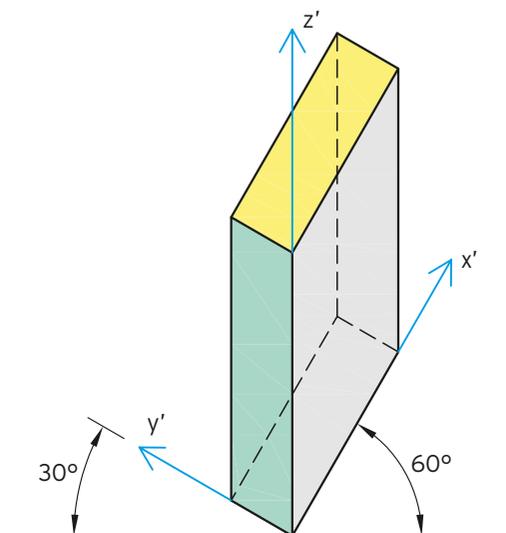
Esercizio 1 Disegnare il parallelepipedo in assonometria cavaliera generica. Inclinazione dell'asse $y' = 30^\circ$. Riportare la larghezza sull'asse x' e la profondità, ridotta a $2/3$, sull'asse y' . Tracciare le parallele e determinare la pianta in assonometria. Riportare l'altezza sull'asse z' e sulle sue parallele uscenti dagli altri tre vertici della pianta. Completare con la faccia superiore.



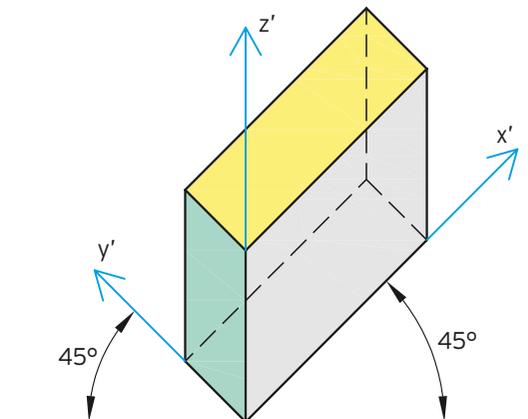
Esercizio 2 Disegnare il parallelepipedo in assonometria cavaliera generica. Inclinazione dell'asse $y' = 60^\circ$. Il procedimento è analogo all'esercizio 1, le misure sull'asse y' devono però essere ridotte a $1/3$.



Esercizio 3 Disegnare il parallelepipedo in assonometria cavaliera rapida. Inclinazione dell'asse $y' = 45^\circ$. Il procedimento è analogo all'esercizio 1, le misure sull'asse y' devono però essere dimezzate.



Esercizio 4 Disegnare il parallelepipedo in assonometria obliqua monometrica. Inclinazioni degli assi x' e $y' = 30^\circ$ e 60° o viceversa. Il procedimento è analogo ai precedenti, ma senza riduzione delle misure.



Esercizio 5 Disegnare il parallelepipedo in assonometria obliqua militare. Inclinazioni degli assi x' e $y' = 45^\circ$. Il procedimento è analogo ai precedenti. Le misure sull'asse z' devono essere dimezzate o ridotte a $2/3$.

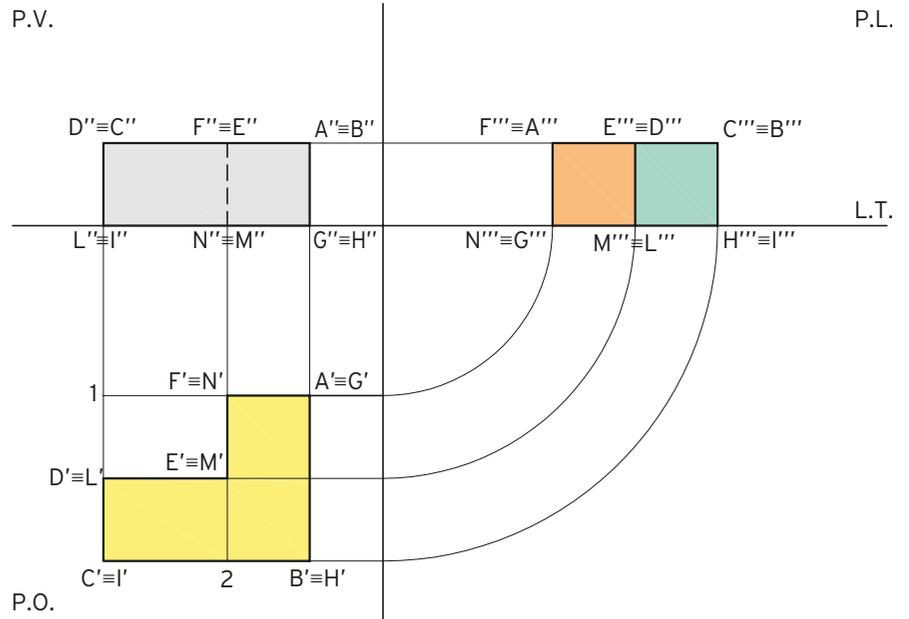
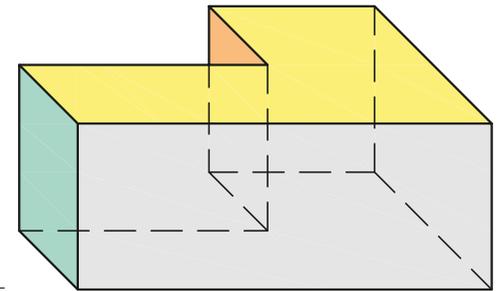
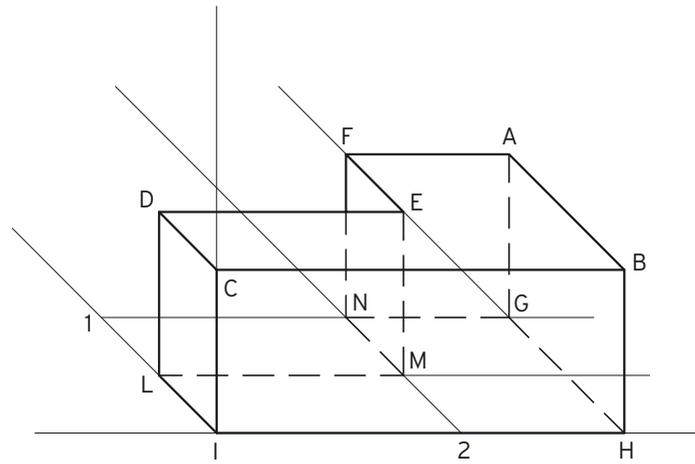
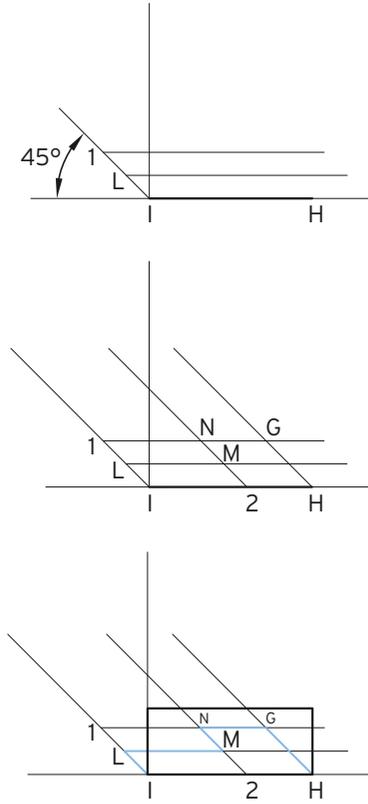
Esercitazione guidata

Disegnare in assonometria cavaliere

⊙ **OBIETTIVO:** comprendere l'assonometria cavaliere.

⊙ **TEMPO TOTALE:** 6 ore.

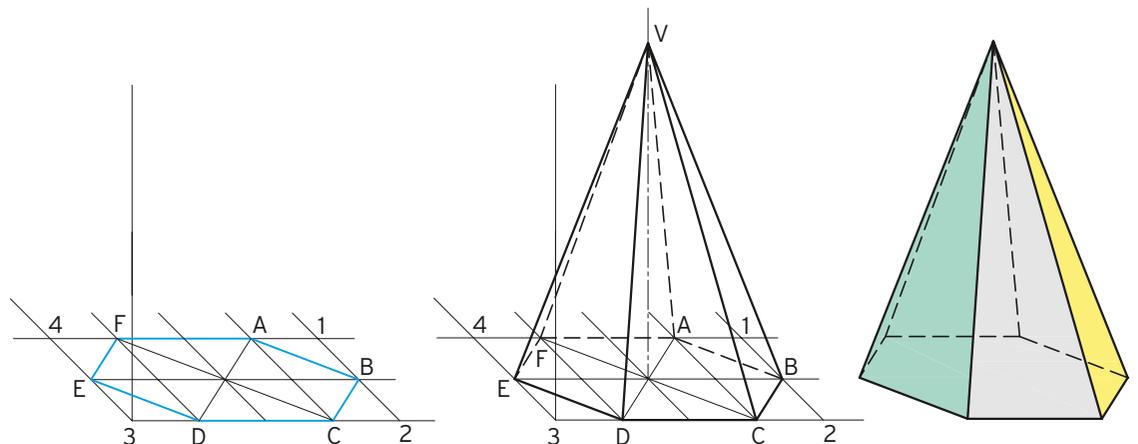
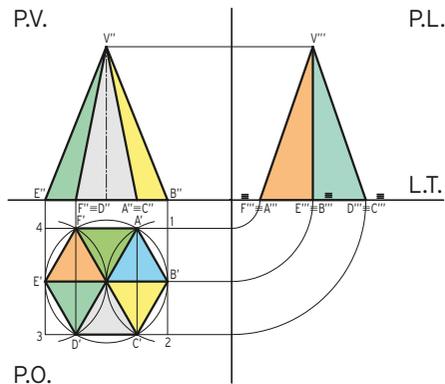
⊙ **ARGOMENTI CORRELATI:** *Gli elementi di base.*



Esercizio 1 Assonometria cavaliere rapida di un solido a L.

- Inserire la pianta del solido (P.O.) all'interno di una figura più semplice (un rettangolo).
- Costruire il sistema di riferimento.
- Riportare il lato IH sull'asse orizzontale.
- Individuare i punti 1 e L sull'asse inclinato di 45° (le misure sono dimezzate rispetto alla proiezione ortogonale) e da essi portare le parallele alla linea su cui si trova IH.

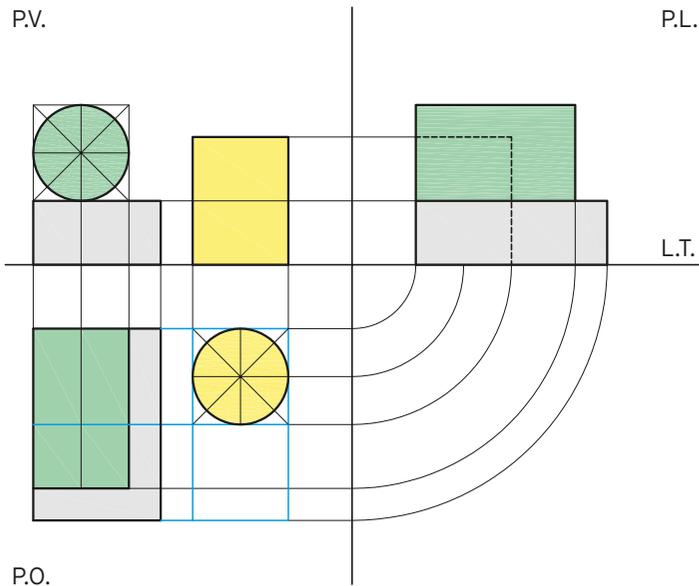
- Posizionare il punto 2, compreso tra I e H. Portare da 2 e da H le parallele all'asse inclinato di 45°.
- Evidenziare la pianta del solido a L, inserita nel rettangolo che scorciato diventa un parallelogramma.
- Riportare sul quadrante compreso tra asse verticale e asse orizzontale il prospetto frontale (P.V.).
- Alzare gli altri vertici (altezza del solido data) congiungendoli tra loro mediante linee parallele agli assi di riferimento.



Esercizio 2 Assonometria cavaliere rapida di una piramide a base esagonale.

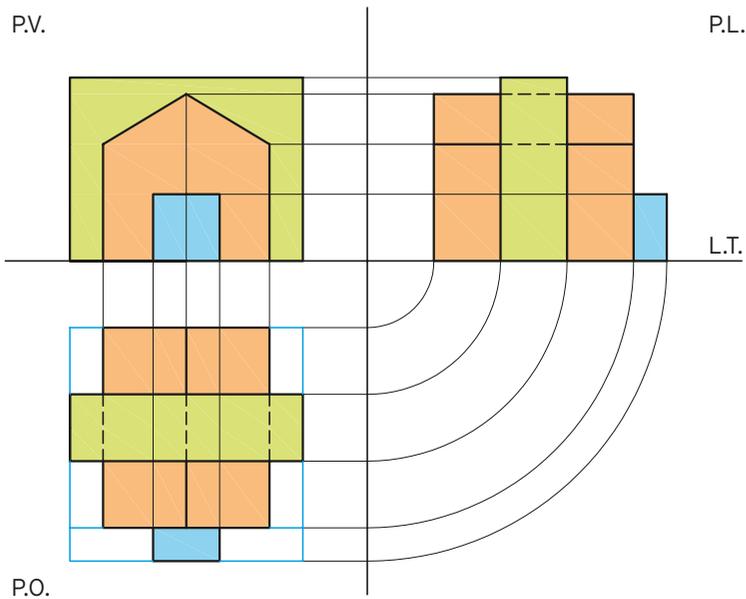
Il procedimento è il medesimo del precedente: prima si riporta la pianta in modo da

individuare l'esatta collocazione dei diversi punti nello spazio, poi si procede alzando il vertice della piramide e congiungendolo con i vertici dell'esagono di base.

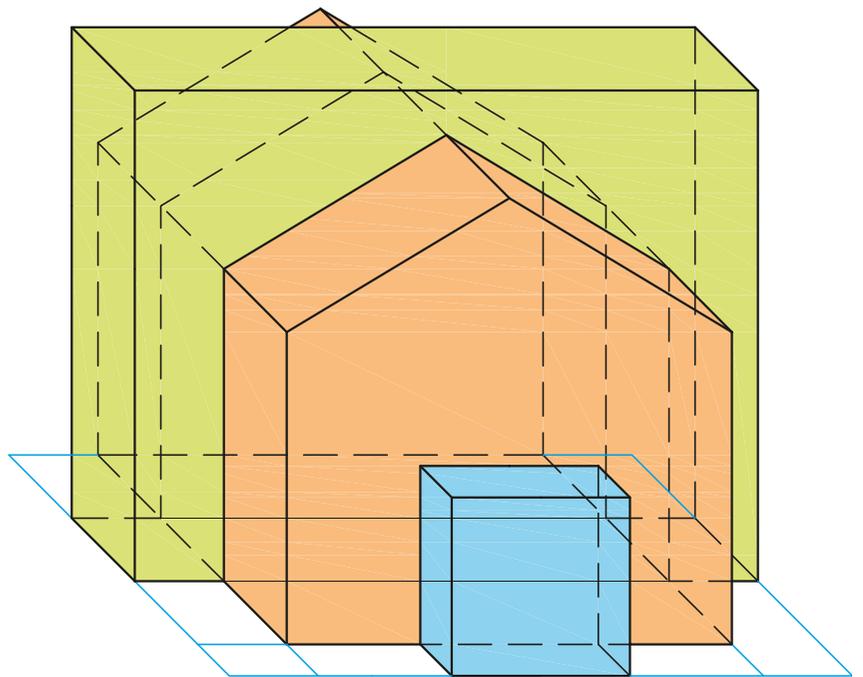


Esercizio 3 *Assonometria cavaliera rapida di un gruppo di solidi.*
 Il procedimento è analogo ai precedenti, è da notare, però, che cosa succede ai due cilindri diversamente posizionati nello spazio. Il cilindro avente l'asse perpendicolare al P.V. mantiene il cerchio di base, parallelo al piano verticale, in

deformato, mentre il cilindro avente l'asse perpendicolare al P.O. vede i cerchi delle basi, paralleli al piano orizzontale, trasformarsi in ellissi. Queste ultime vanno costruite individuando, mediante un'operazione di ribaltamento, alcuni punti significativi che andranno poi uniti con un curvilinee.



Esercizio 4 *Assonometria cavaliera rapida di un gruppo di solidi.*
 Il procedimento è il medesimo dei precedenti: disegnare la pianta e poi riportare in verticale l'altezza dei suoi punti significativi.



Esercizio 5 Assonometria cavaliera rapida della casa progettata dall'architetto giapponese Tadao Ando a Kobe (2001-2003).

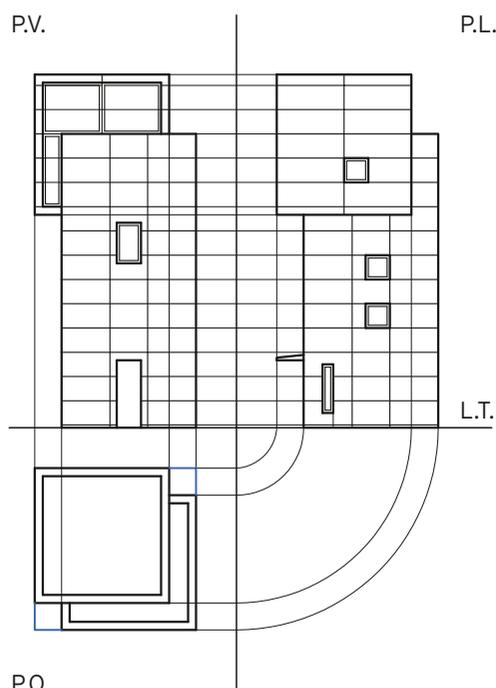
La casa è il risultato dell'incastro tra un parallelepipedo e un cubo delle dimensioni di 4 x 4 m, su di un sito estremamente piccolo. È una sorta di essenziale casatorre che permette di godere di una splendida vista dalla parete completamente vetrata del cubo proteso verso il mare.



Vista della casa e schizzo di progetto.

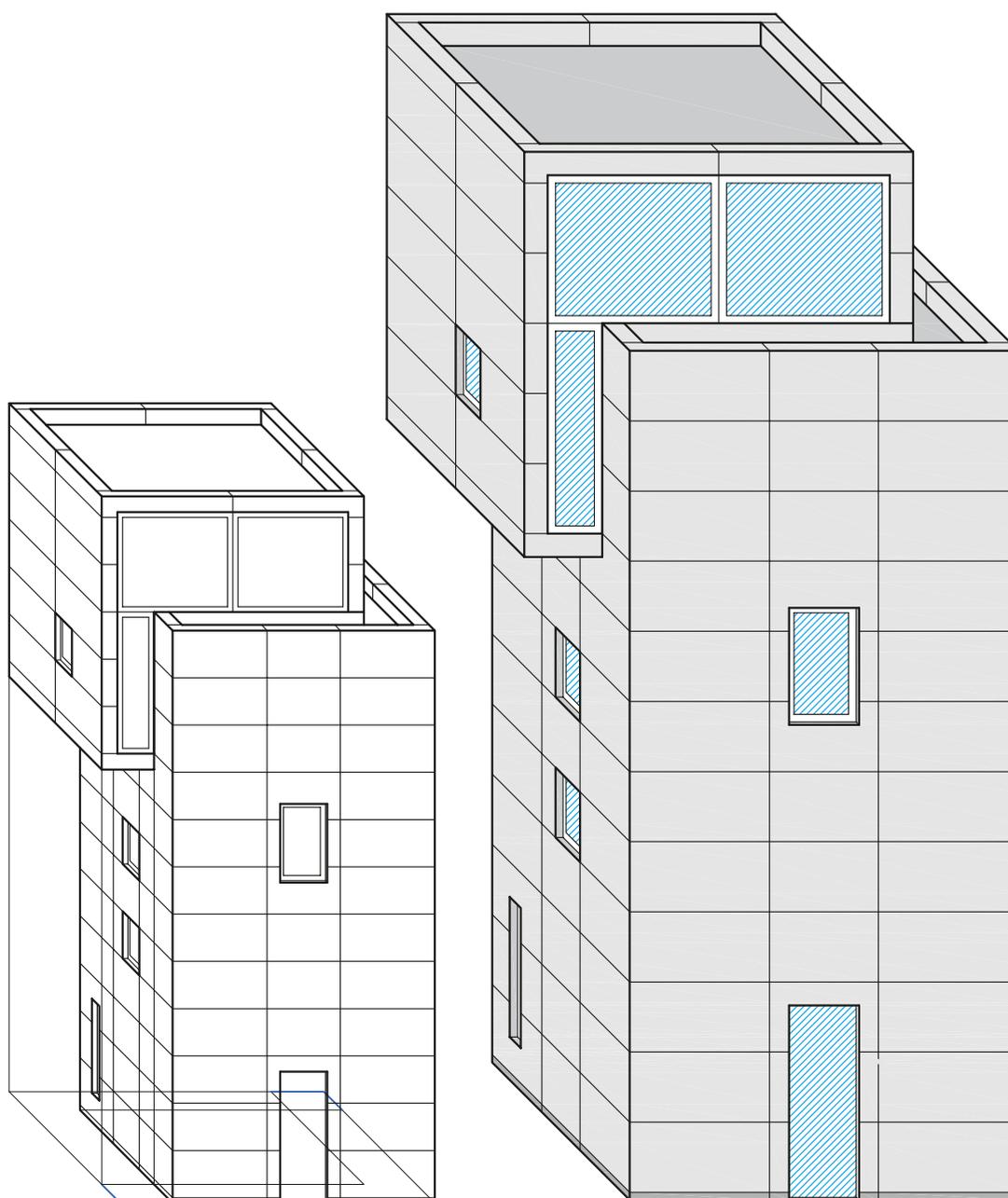


Vista dal lato mare.



P.O.

Proiezioni ortogonali.



Assonometria obliqua cavaliera rapida.

5 L'assonometria monometrica

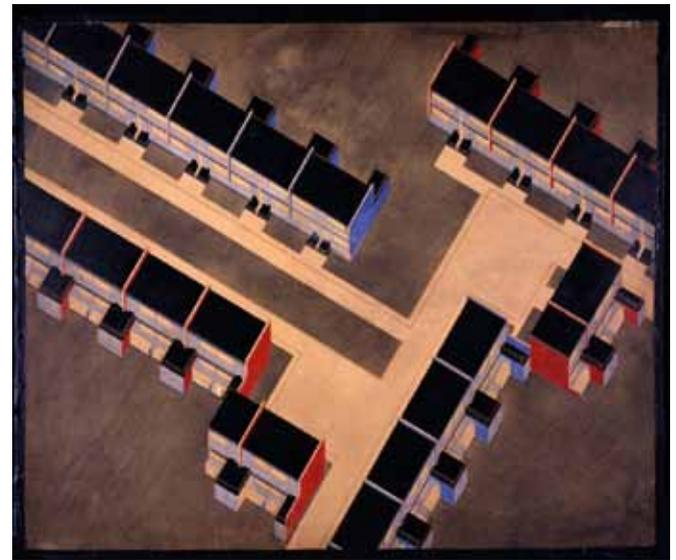
L'assonometria viene disegnata su un quadro posto parallelamente al piano orizzontale di riferimento, ponendo l'oggetto con la faccia superiore parallela o adiacente al quadro stesso (1). Questo ci permette di capire perché non viene alterata la pianta di ciò che stiamo rappresentando: gli angoli di 90° rimangono infatti di 90° .

Questo tipo di rappresentazione (2-5) risulta essere molto veloce, poiché per la sua realizzazione non è necessario riportare le misure a una a una sugli assi x e y ma basta ruotare la pianta che, abbiamo detto, rimane inalterata in quanto coincidente con quella reale, e poi alzarne i punti significativi (cioè riportare le altezze).

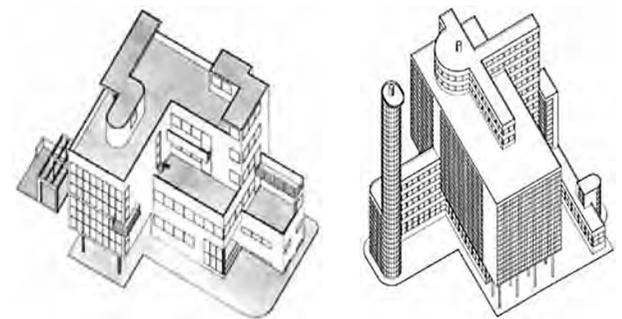
L'inclinazione del sistema di riferimento può essere scelta, ma per un'esecuzione rapida consigliamo di utilizzare gli angoli delle squadre da disegno. Di solito si utilizzano un angolo di 30° e uno di 60° (6), come raccomandato dalle norme UNI.

Nel caso si utilizzino angoli scelti arbitrariamente, ponendo attenzione a mantenere di 90° l'angolo tra gli assi x e y, l'assonometria viene detta non convenzionale o generica.

Un caso particolare è rappresentato dall'assonometria militare, il cui nome è legato al suo uso frequente nell'ambito della progettazione difensiva, in quanto permette di osservare dall'alto (viene anche chiamata *assonometria aerea*). Come nell'assonometria sopra descritta, il quadro è parallelo al piano orizzontale, gli assi x e y sono ortogonali tra loro e formano, con la linea orizzontale di riferimento passante per O, due angoli di 45° . Sugli assi x e y si riportano le misure reali, mentre le altezze si dimezzano o si riducono a $\frac{2}{3}$, accentuando così l'idea della vista aerea (dall'alto).



2 Walter Gropius, *Casa a schiera a Dessau*, disegno assonometrico. Harvard, Museo d'Arte Busch-Reisinger.

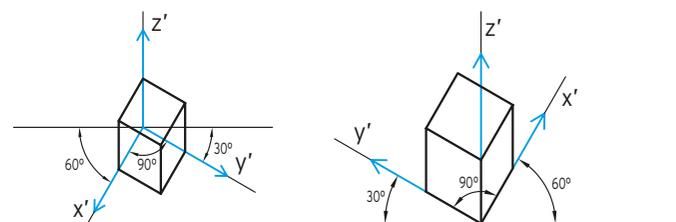


3 Alberto Sartoris, *Casa per il pittore Jean Saladin Van Berchem ad Auteuil*, assonometria di progetto, 1930.

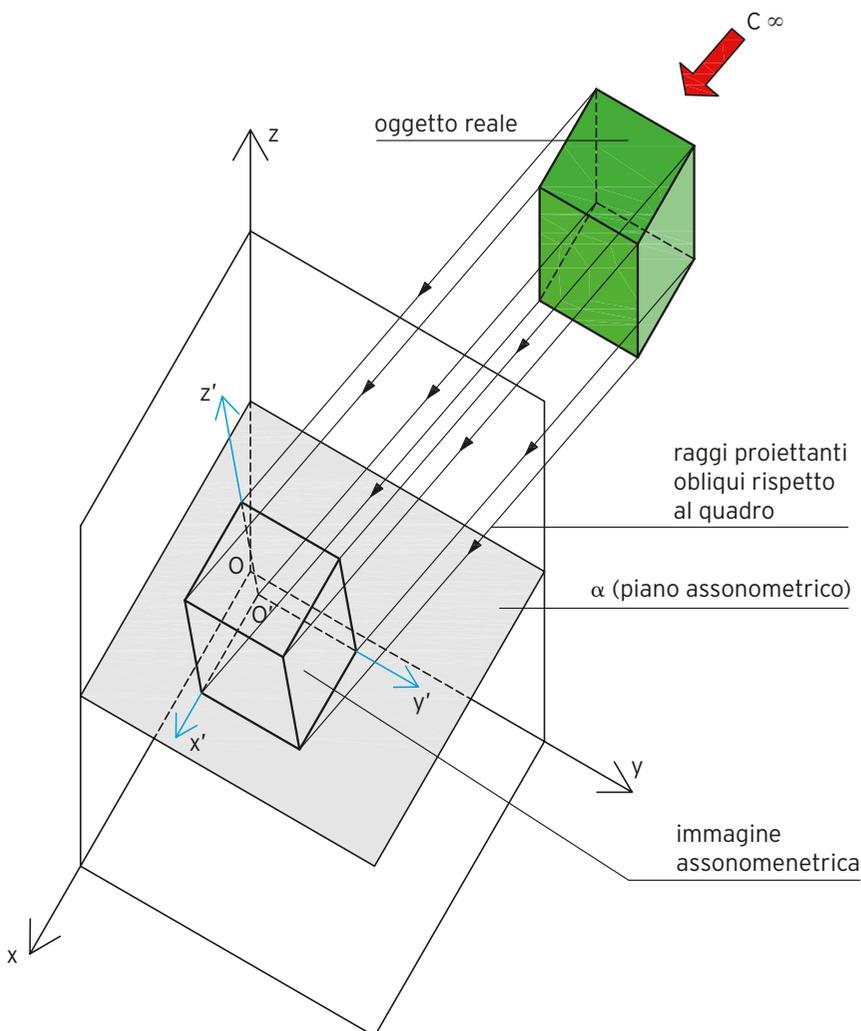
4 Alberto Sartoris, *Notre Dame di Phare*, assonometria di progetto, 1931.



5 Massimo Carmassi, *Nuovo polo culturale M9 di Mestre*, assonometria di progetto per il concorso, 2010.



6 Assonometria obliqua monometrica. Sistema di riferimento.



1 Vista spaziale, all'interno del triedro di riferimento, di un'assonometria obliqua monometrica.

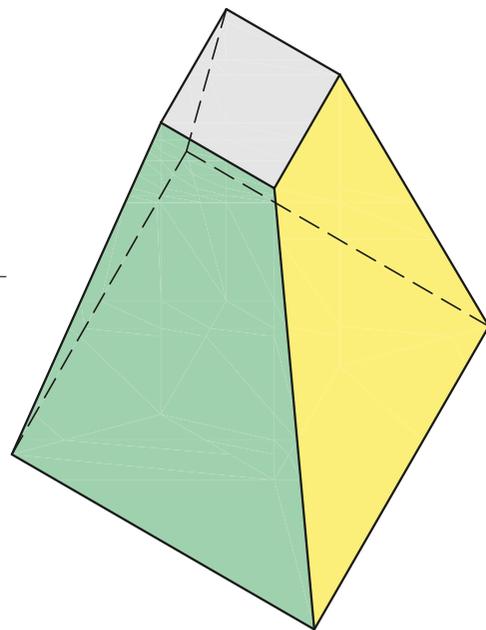
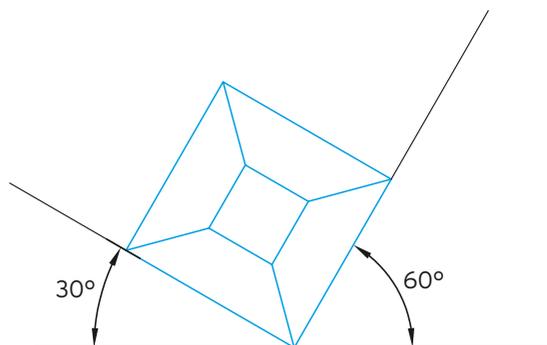
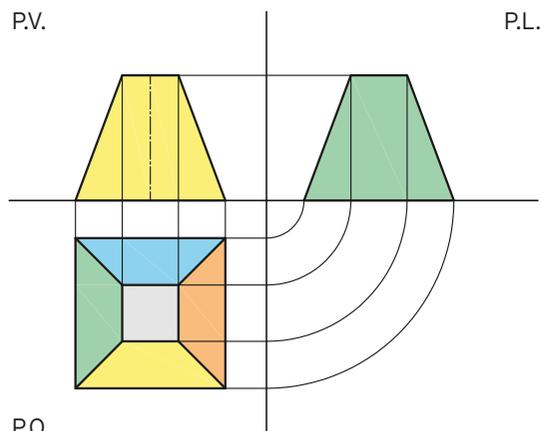
Esercitazione guidata

Disegnare in assonometria monometrica

⊙ **OBIETTIVO:** comprendere l'assonometria monometrica.

⊙ **TEMPO TOTALE:** 6 ore.

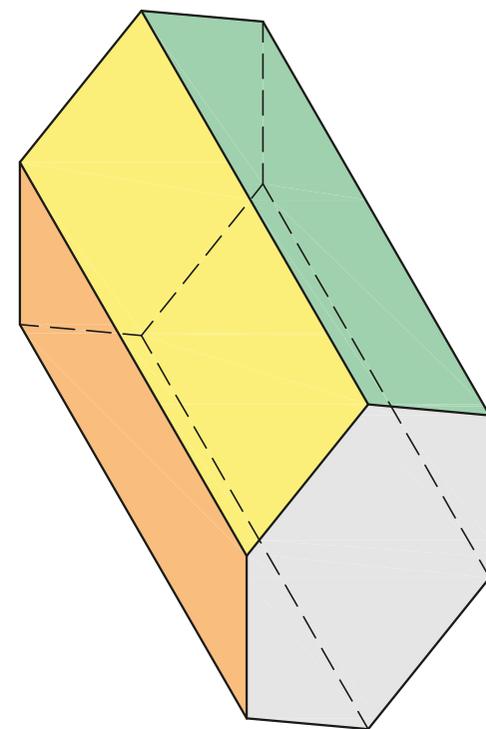
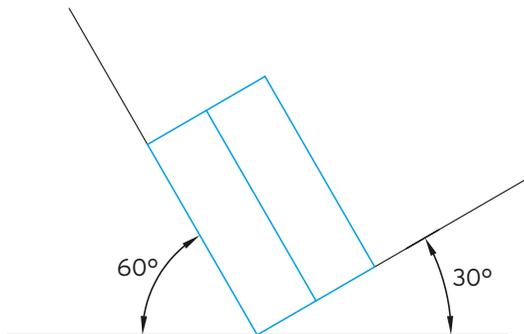
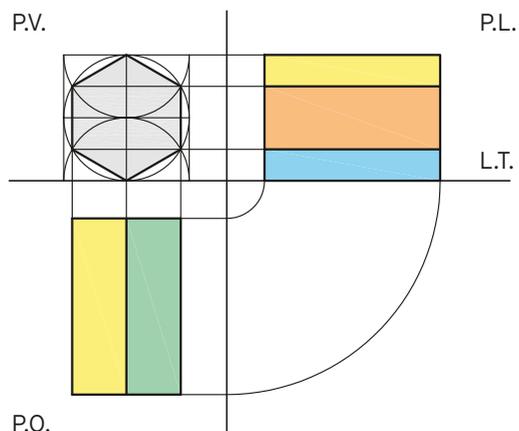
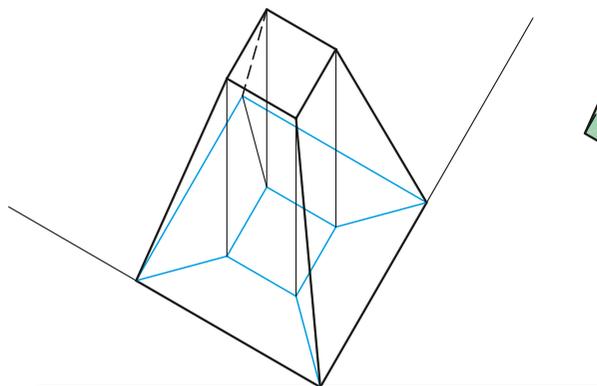
⊙ **ARGOMENTI CORRELATI:** *Gli elementi di base.*



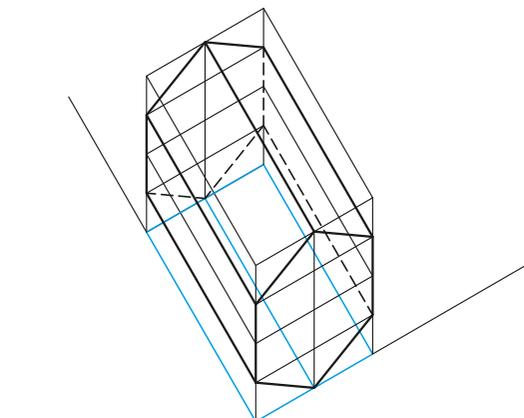
P.O.

Esercizio 1 Disegnare un tronco di piramide a base quadrata in assonometria monometrica.

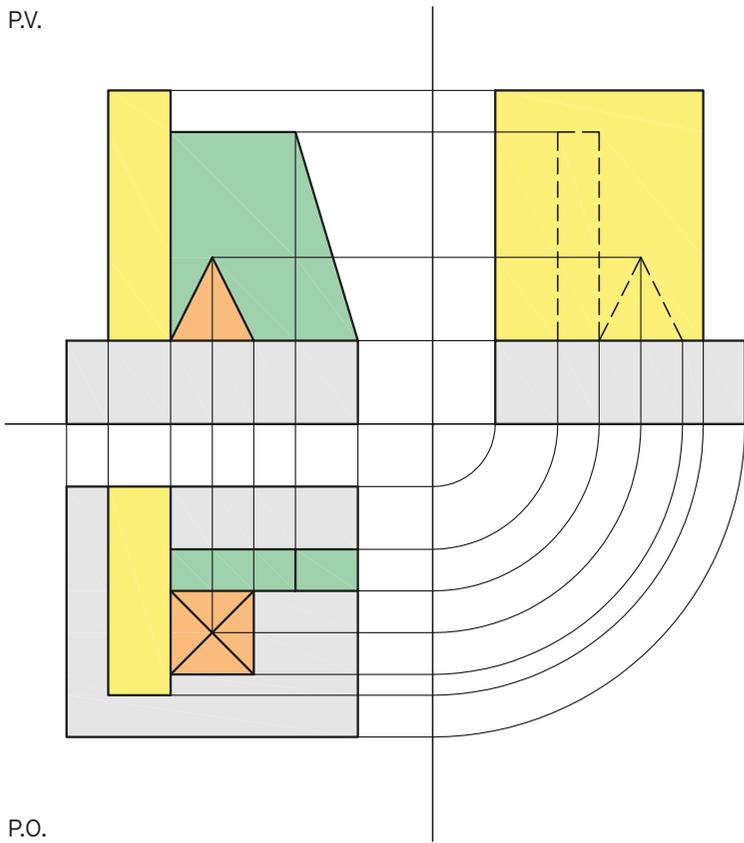
- Costruire la pianta, ruotando quella originaria all'interno del quadrante compreso tra i due assi inclinati.
- Riportare in verticale le altezze dei punti che individuano la faccia superiore del tronco di piramide.
- Unire i punti in altezza con i vertici del quadrato di base.



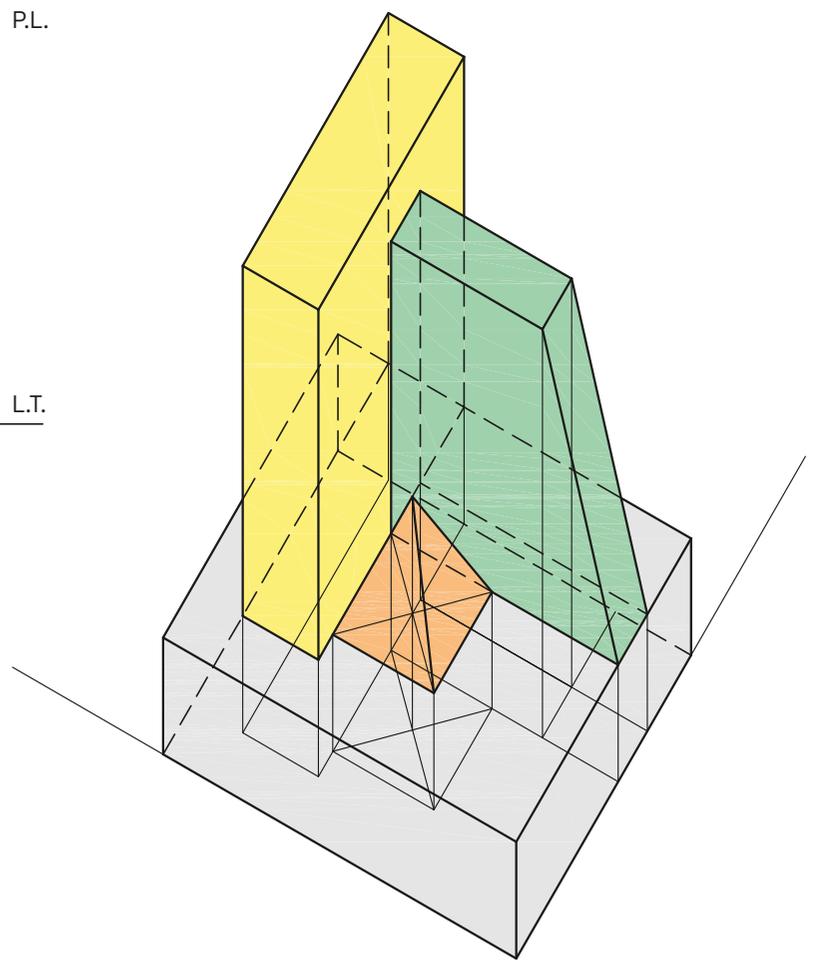
Esercizio 2 Disegnare un prisma a base esagonale in assonometria monometrica.



P.V.



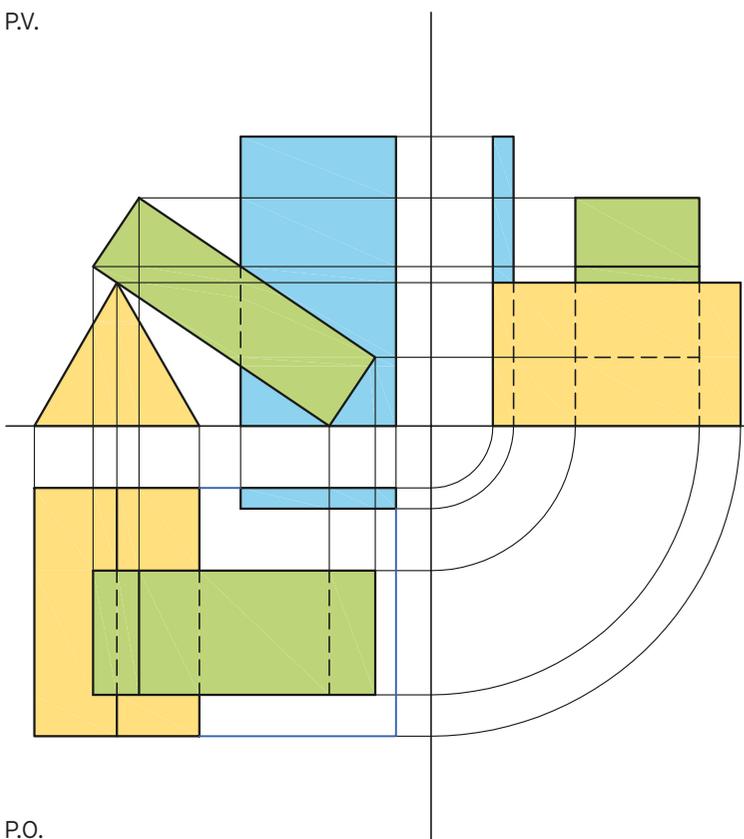
P.L.



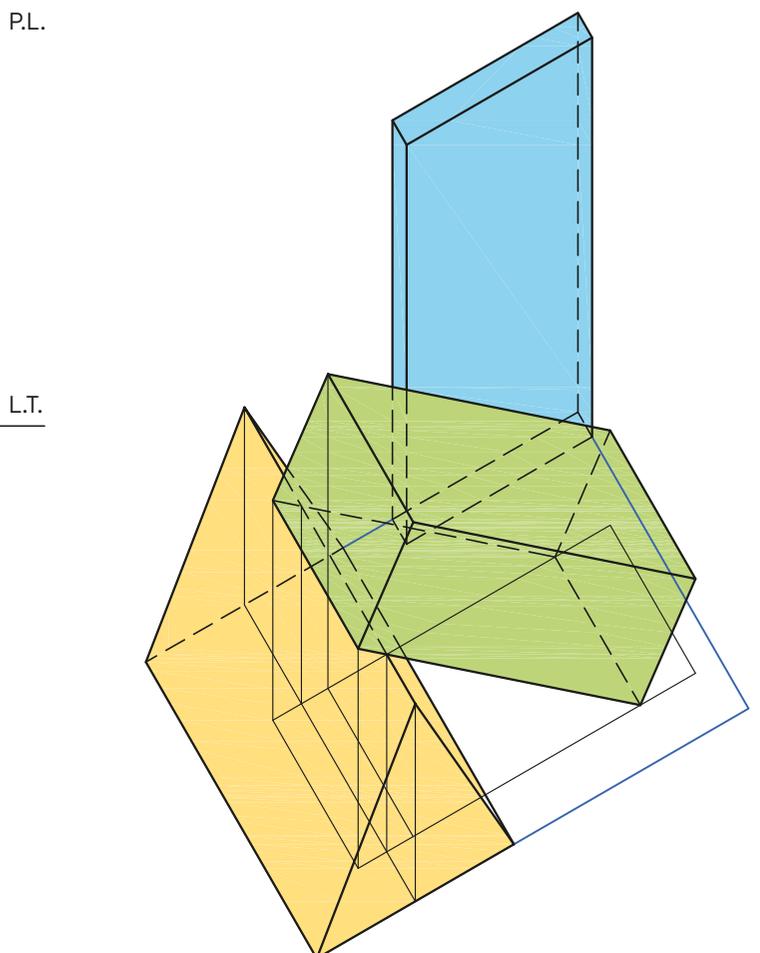
P.O.

Esercizio 3 Disegnare una composizione di solidi in assonometria monometrica.

P.V.



P.L.



L.T.

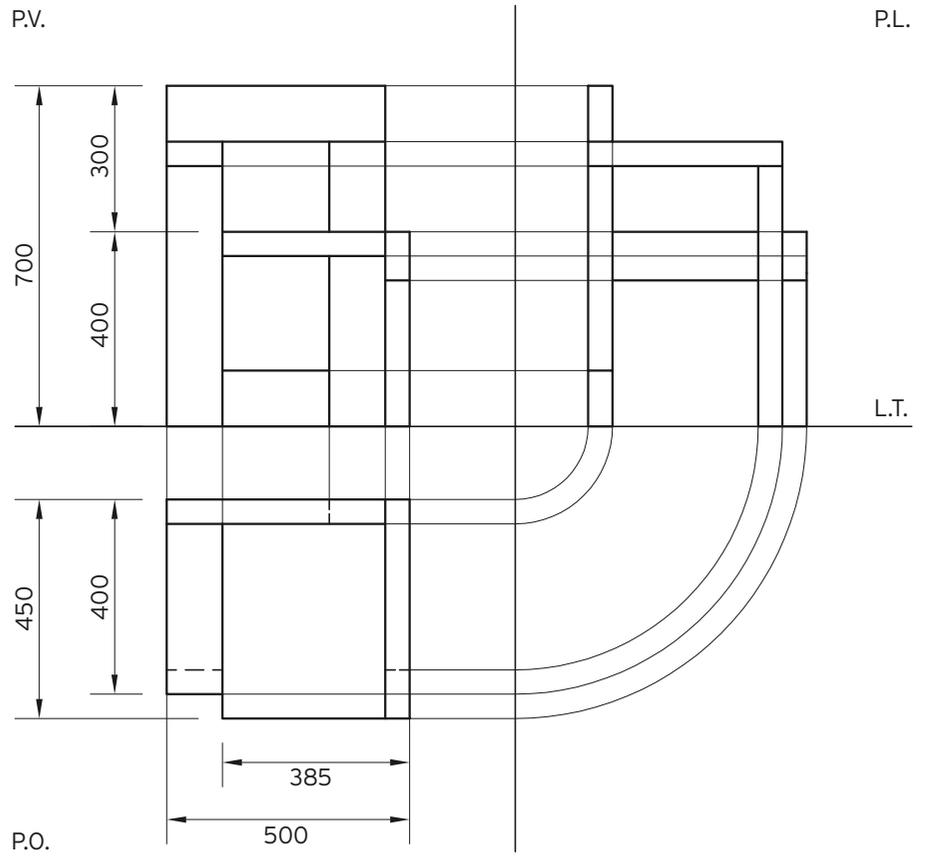
P.O.

Esercizio 4 Disegnare una composizione di solidi in assonometria monometrica.

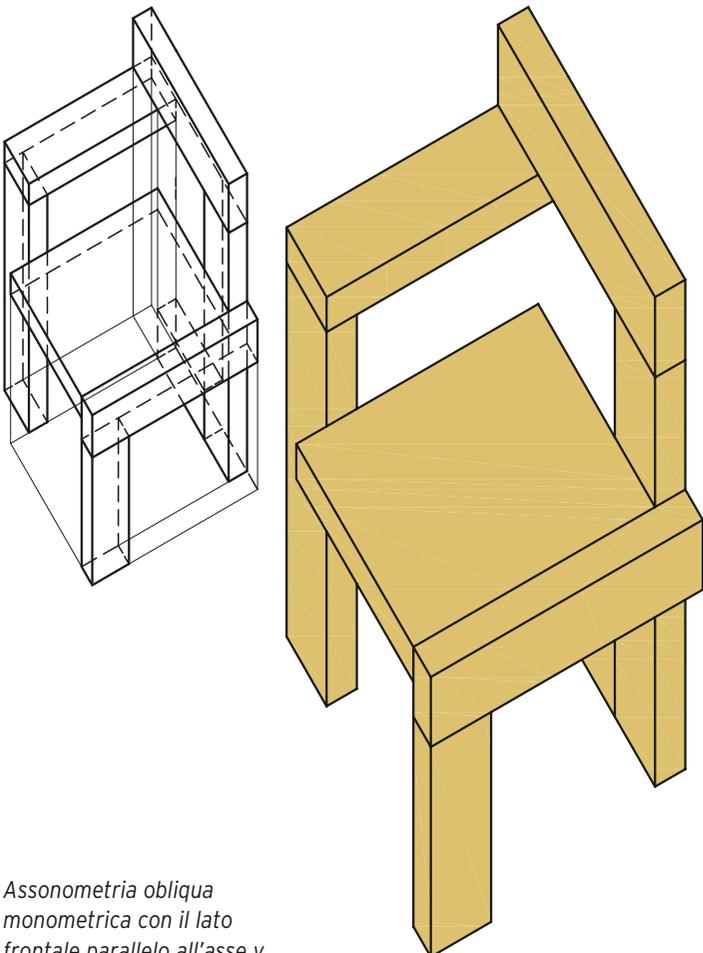
Esercizio 5 Disegnare la sedia Steltman di Gerrit Thomas Rietveld.
 Questa sedia fu progettata da Gerrit Thomas Rietveld (1888-1964) nel 1963 per la gioielleria Steltman. La composizione è basata sugli elementi ortogonali, che si incastrano e sovrappongono, creando una struttura semplice ma asimmetrica, che esprime pienamente i concetti del Neoplasticismo, corrente artistica nata in Olanda nel 1917, a cui Rietveld apparteneva.



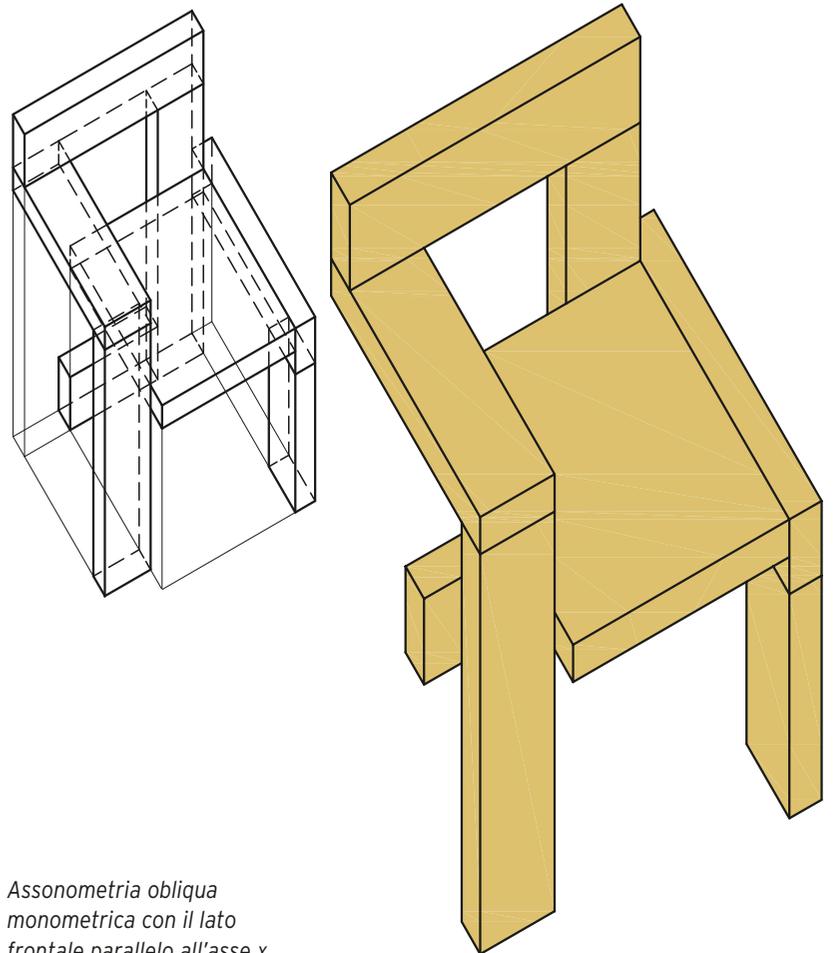
Gerrit Thomas Rietveld, sedia Steltman, 1963.



Proiezioni ortogonali (misure in mm).



Assonometria obliqua monometrica con il lato frontale parallelo all'asse y.



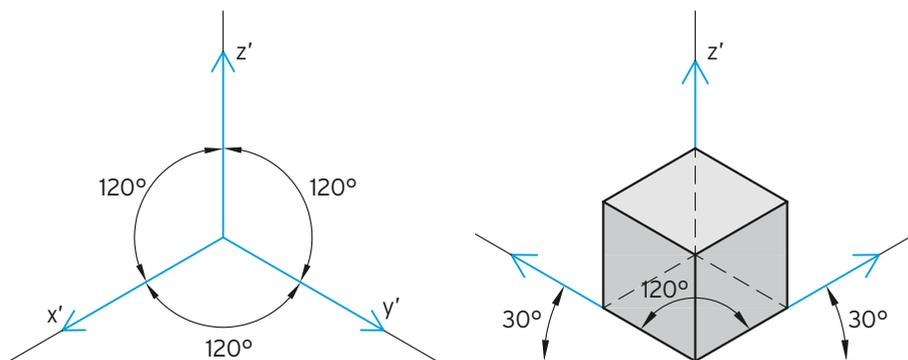
Assonometria obliqua monometrica con il lato frontale parallelo all'asse x.

7 L'assonometria isometrica

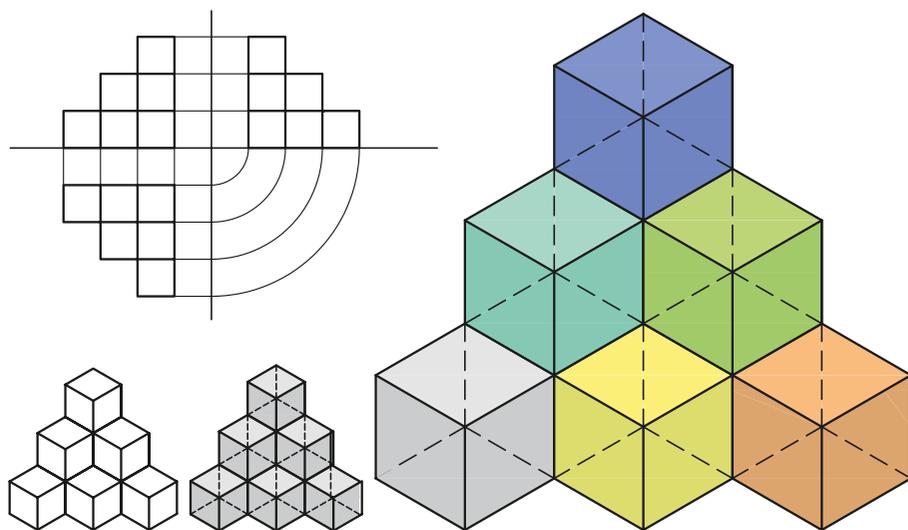
Come in tutte le assonometrie ortogonali, anche in quella isometrica il quadro è inclinato rispetto ai tre piani fondamentali, ma la posizione è tale che le sue tracce formano un triangolo equilatero. Gli assi assonometrici formano angoli di 120° (1). L'intersezione del quadro con i raggi proiettanti perpendicolari a esso e obliqui rispetto all'oggetto (in quanto disposto obliquamente rispetto al quadro), dà origine a un'immagine scorciata nello stesso modo sui tre piani.

Tra le assonometrie ortogonali quella isometrica (3-4) è la più semplice e la più utilizzata poiché il rapporto di riduzione, da applicare a tutte le misure dell'oggetto di partenza, è uguale su tutti gli assi. Producendo solo un leggero rimpicciolimento che viene tralasciato o che, potremmo dire, è considerato pari a 1, è possibile riportare sul disegno le misure reali. Se volessimo avere l'esatta riduzione dovremmo applicare il metodo visto nell'esercitazione precedente "Assonometria trimetrica", ottenendo così una riduzione di 0,816 volte.

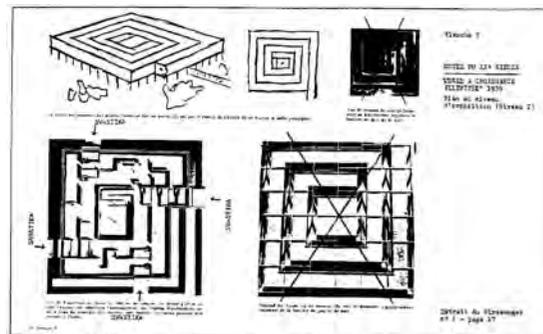
In pratica, per realizzarla incliniamo di 30° sia l'asse x sia l'asse y, rispetto alla linea di riferimento perpendicolare a z e passante per l'origine O, ottenendo tre angoli uguali da 120° (1). Questo produce però immagini di solidi simmetriche e un po' appiattite, spesso ambigue se i solidi sono regolari, in quanto gli spigoli si sovrappongono (2). In particolare un cubo diventa un esagono regolare con le diagonali. Per questi motivi questo tipo di assonometria è spesso utilizzata per immagini decorative bidimensionali.



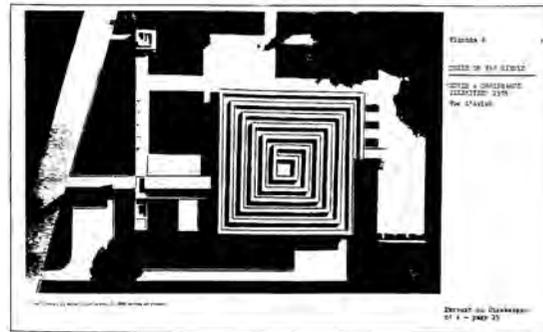
1 Assonometria ortogonale isometrica. Sistema di riferimento.



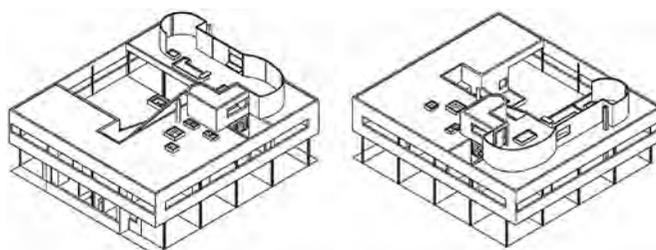
2 Proiezioni ortogonali e assonometrie isometriche (solo spigoli, con scala di grigi e con il colore) di una composizione di cubi. Il disegno evidenzia l'ambiguità dell'effetto assonometrico: la regolarità dei solidi, l'uguale riduzione sui tre assi e la sovrapposizione delle linee annullano la tridimensionalità dell'immagine. Il risultato finale, simile all'effetto di alcuni pavimenti, sembra essere una decorativa composizione di esagoni.



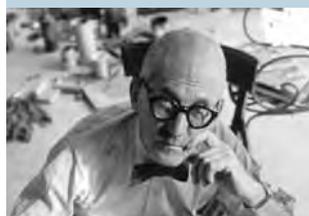
3 Le Corbusier, Studi per un museo a crescita illimitata, 1939. L'assonometria viene qui utilizzata in fase di progettazione per elaborare la forma.



4 Assonometrie isometriche di Villa Savoye di Le Corbusier, 1929-1931. L'assonometria mostra l'essenzialità delle forme pure e rigorose proprie di questo architetto.



Le Corbusier



la decorazione è completamente assente. Fu un sostenitore dei nuovi materiali, soprattutto del cemento armato, in grado di portare notevoli innovazioni nell'ambito delle strutture della nuova architettura. Le sue prime architetture, come Villa Savoye, furono volumi geometrici semplici e rigorosi. Le Corbusier, come tutti i maestri di un'architettura che ricercava l'oggettività, predilesse l'assonometria sia nella fase progettuale sia in quella finale, poiché ben si prestava a evidenziare l'ortogonalità e il rigore delle forme.

Le Corbusier, pseudonimo di Charles-Edouard Jeanneret (La Chaux-de-Fonds, 1887 - Cap Martin, 1965) è stato un architetto, urbanista, designer e pittore di fondamentale importanza per l'architettura del XX secolo e, in particolare, per lo sviluppo dello stile razionalista, basato su forme funzionali, nelle quali

Esercitazione guidata

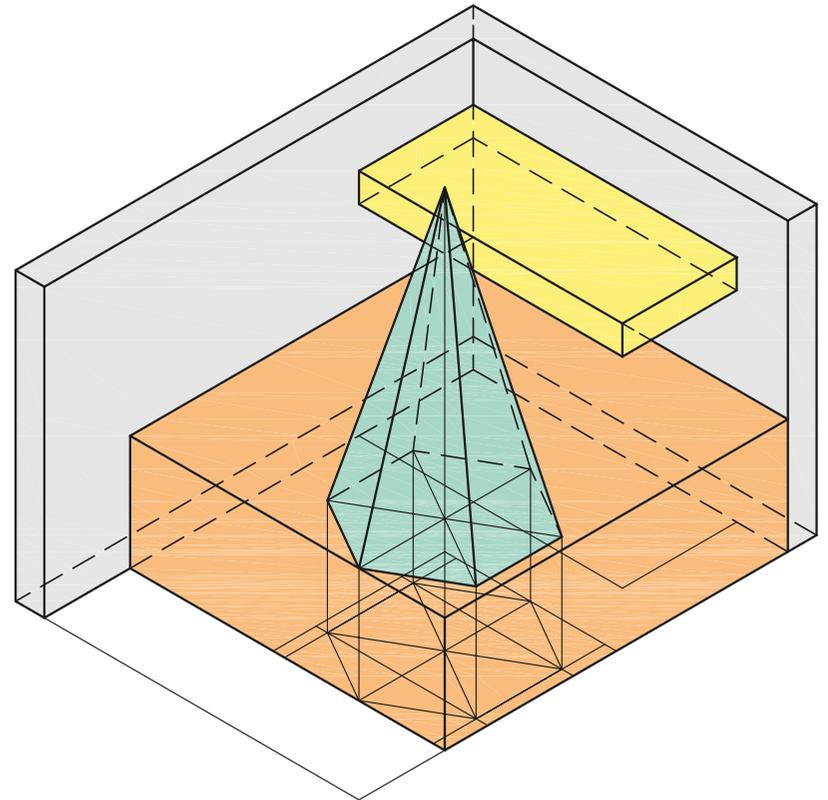
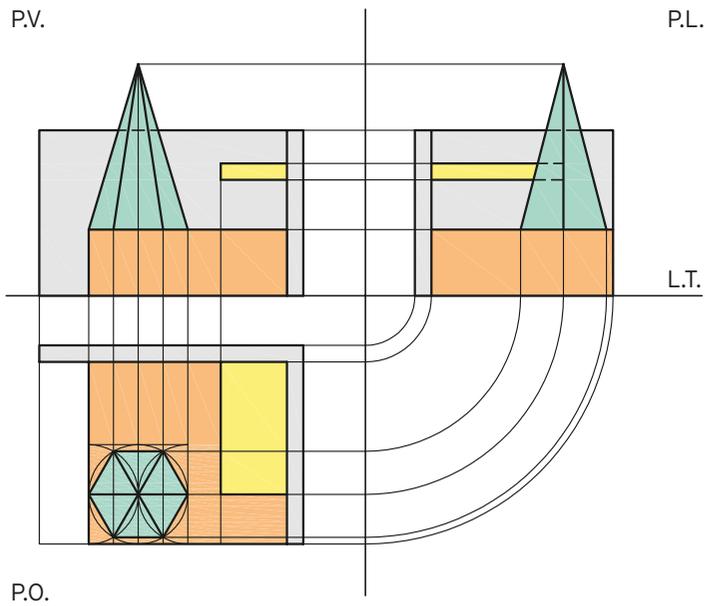
Il rapporto di riduzione viene considerato pari a 1 e quindi sui tre assi si riportano le misure reali.

Assonometria isometrica

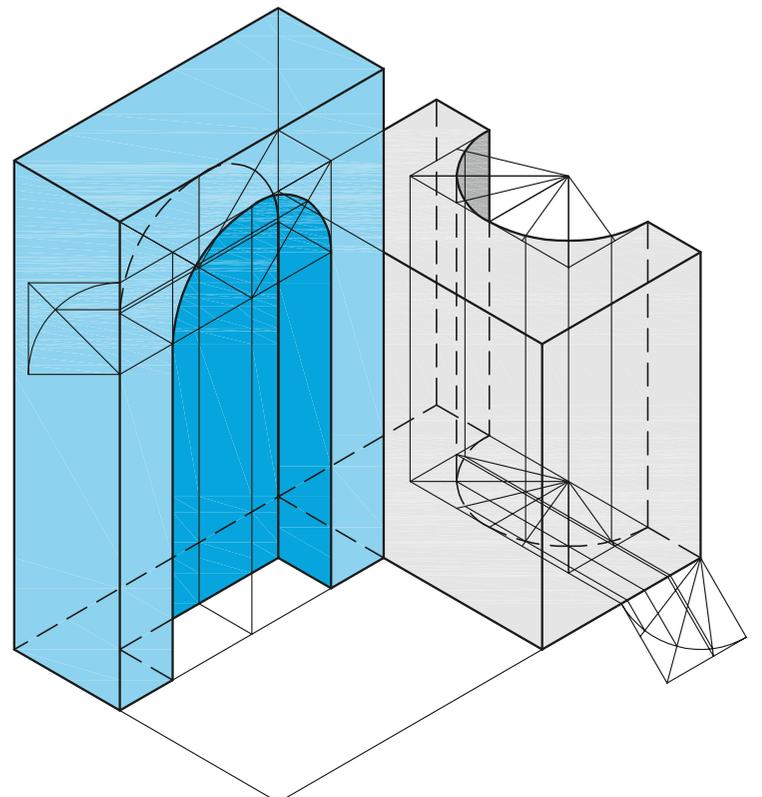
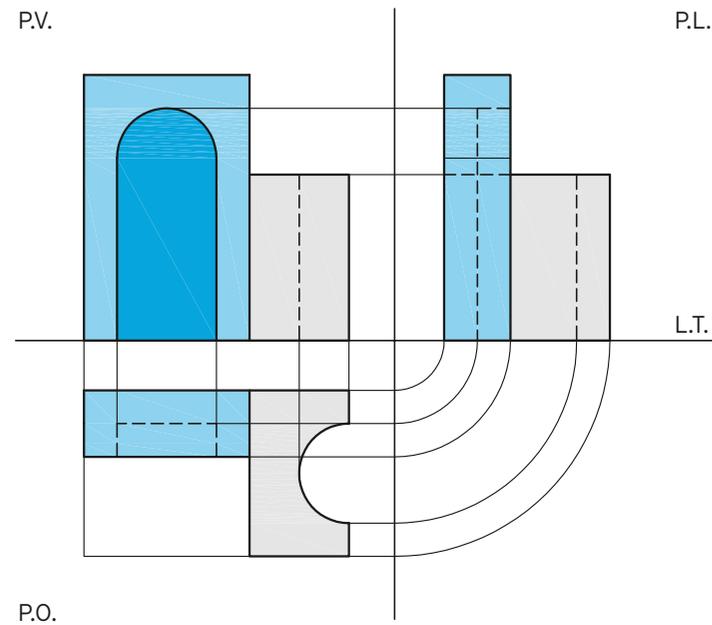
⊙ **OGGETTIVO:** comprendere l'assonometria isometrica.

⊙ **TEMPO TOTALE:** 2 ore.

⊙ **ARGOMENTI CORRELATI:** *Gli elementi di base.*



Esercizio 1 Assonometria isometrica di una composizione di solidi.



Esercizio 2 Assonometria isometrica di una composizione di solidi.

8 Le assonometrie dimetrica e trimetrica

Anche in questi due casi il quadro è inclinato ai tre piani fondamentali, ma la sua posizione è tale che le tracce formano un triangolo scaleno, nel caso dell'assonometria trimetrica, e isoscele, per l'assonometria dimetrica. L'intersezione del quadro con i raggi proiettanti, perpendicolari a esso e obliqui rispetto all'oggetto, dà origine a un'immagine scorciata. Si pone quindi il problema di determinare i rapporti di riduzione sui diversi assi, in modo da passare dalle dimensioni reali a quelle in assonometria. Questo problema si può risolvere graficamente con il sistema illustrato precedentemente, detto *metodo diretto* o *grafico*.

Vi è anche un'altra possibilità, chiamata *metodo indiretto*: conoscendo il rapporto di riduzione tra la misura reale e quella da riportare sugli assi, esprimibile attraverso un coefficiente di riduzione (Tabella 1), si può moltiplicare tale coefficiente per la misura reale: si ottiene così quella assonometrica. Questo sistema si applica in particolare quando le dimensioni dell'oggetto sono così grandi e la sua struttura così articolata che il metodo diretto, che prevede il ribaltamento della pianta e dei prospetti, occuperebbe troppo spazio sul foglio.

Tabella 1 Principali coefficienti di riduzioni per le assonometrie ortogonali

Tipi di assonometria ortogonale	Valori angolari			Valori dimensionali	
	X' Y'	X' Z'	Z' Y'	Teorici	Pratici
isometrica	120°	120°	120°	$x' = 0,816$ $y' = 0,816$ $z' = 0,816$	$x' = 1$ $y' = 1$ $z' = 1$
dimetrica	131° 25'	97° 10'	131° 25'	$x' = 0,942$ $y' = 0,471$ $z' = 0,942$	$x' = 1$ $y' = 1/2$ $z' = 1$
trimetrica	157°	95°	108°	$x' = 0,886$ $y' = 0,492$ $z' = 0,985$	$x' = 9/10$ $y' = 1/2$ $z' = 1$

Per la dimetrica e la trimetrica sono indicati quelli del sistema cosiddetto pratico, in quanto permette di ottenere un'immagine di poco approssimata ma che non richiede l'applicazione del laborioso metodo diretto.

Alcuni coefficienti sono riportati come esempio in figura: come si può vedere, sono direttamente legati alle aperture degli angoli degli assi cartesiani di riferimento. Questi angoli sono a loro volta scelti arbitrariamente in base alle caratteristiche formali dell'oggetto o dell'immagine che si vuole ottenere.

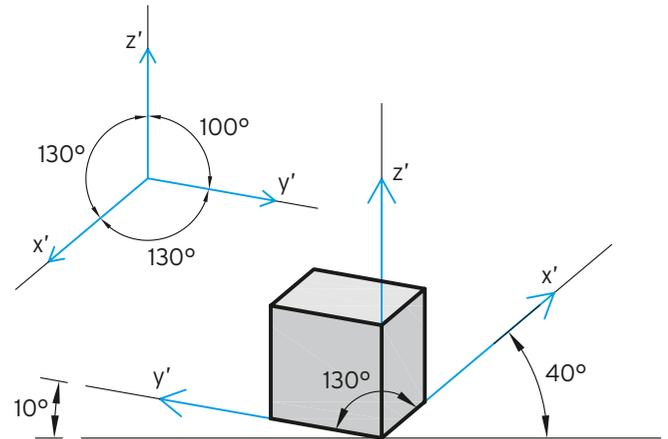
Nell'assonometria trimetrica (2) i tre angoli sono tutti diversi, in quella dimetrica (1) due sono uguali e uno è diverso. Nell'assonometria dimetrica il rapporto di riduzione è lo stesso su due assi (larghezza e altezza, cioè x e z), mentre in quella trimetrica abbiamo un diverso rapporto su ogni asse. Ogni terna di angoli, quindi, prevede una coppia (assonometria dimetrica) o una terna (assonometria trimetrica) di coefficienti.

Essendo l'assonometria trimetrica in grado di portare a scorci molto diversificati, di solito viene preferita alle altre ortogonali nel caso di solidi, o di composizioni, semplici e fortemente simmetrici, in quanto li rende più facilmente leggibili.

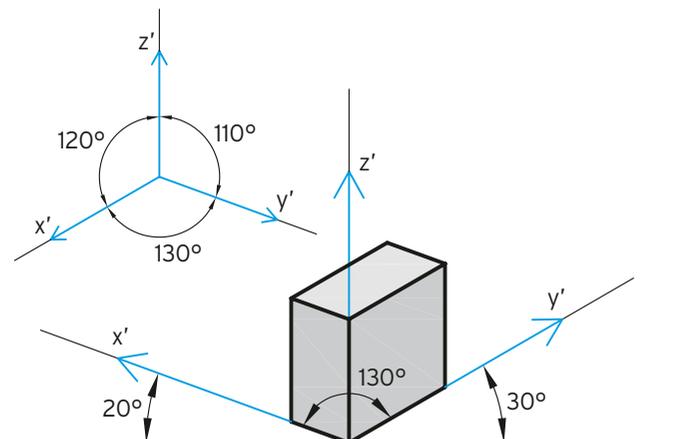
Consigli

Per ottenere la migliore organizzazione possibile nel disegnare un'assonometria, è bene inserire una forma più complessa all'interno

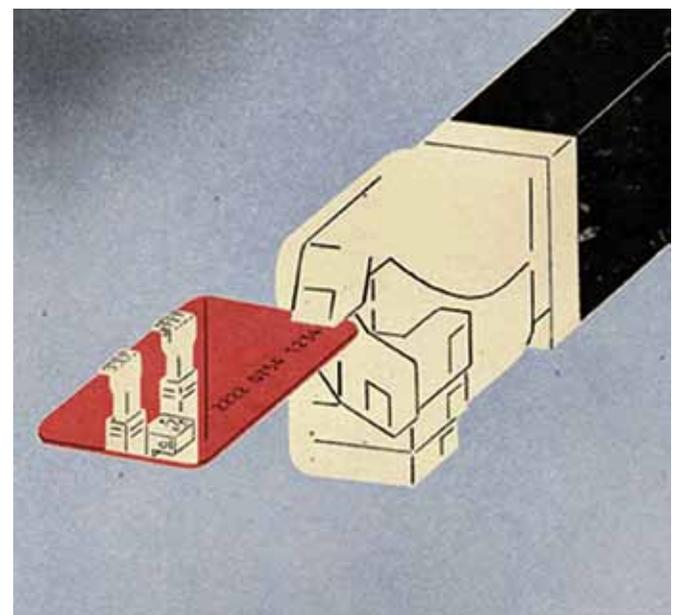
di una semplice (per esempio un cilindro in un parallelepipedo). In questo modo avremo sempre una struttura più generale a cui fare riferimento nel riportare le nostre misure.



1 Assonometria ortogonale dimetrica. Sistema di riferimento (esempio).



2 Assonometria ortogonale trimetrica. Sistema di riferimento (esempio).



3 George Hardie, illustrazione. Le illustrazioni del grafico George Hardie si basano spesso sull'assonometria per realizzare situazioni a volte ambigue e provocatorie.

Esercitazione guidata

Metodi diretto e indiretto

⊙ **OGGETTIVO:** comprendere il metodo diretto, o grafico, e quello indiretto.

⊙ **TEMPO TOTALE:** 6 ore.

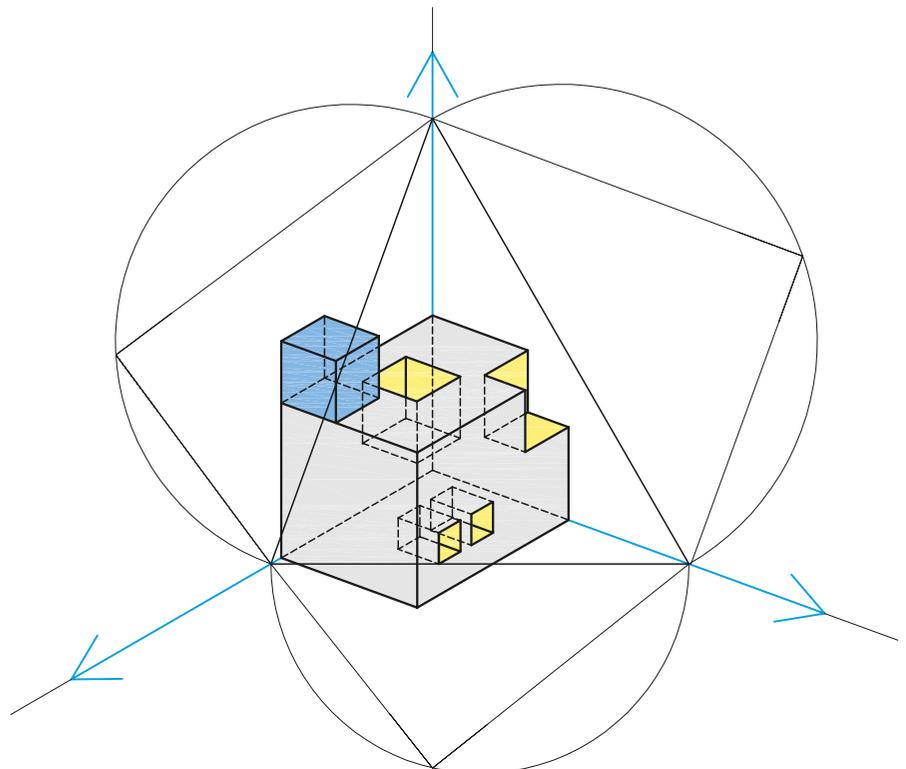
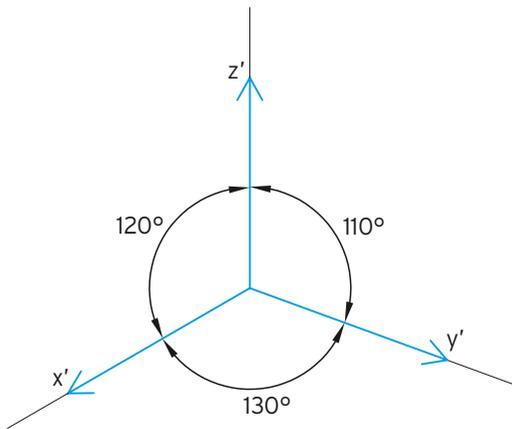
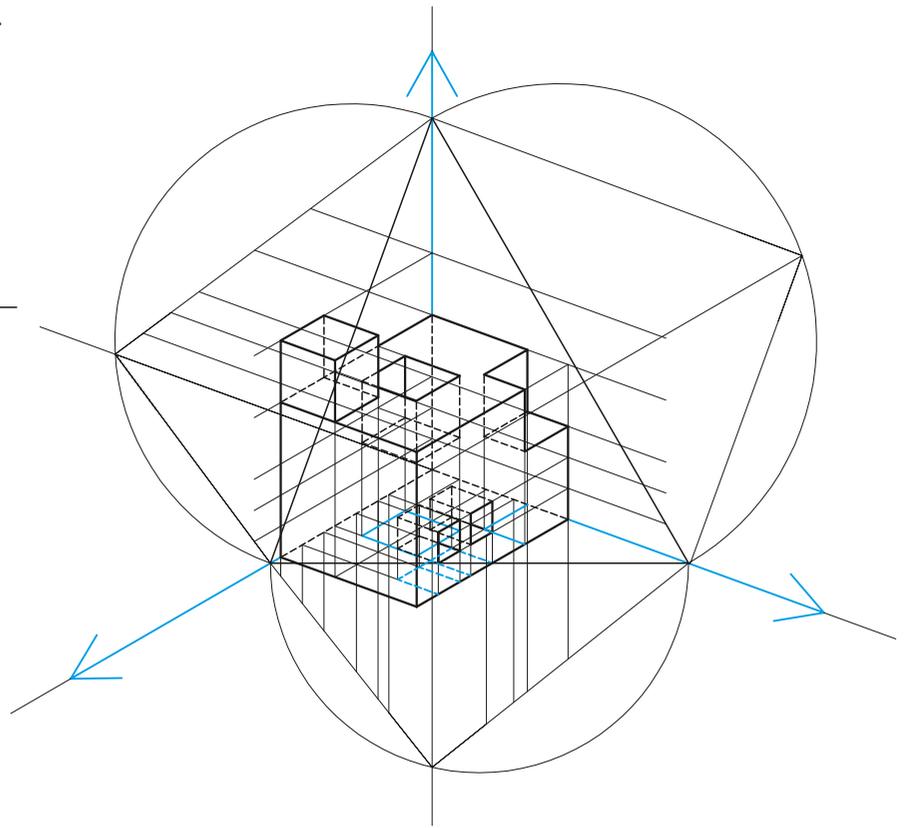
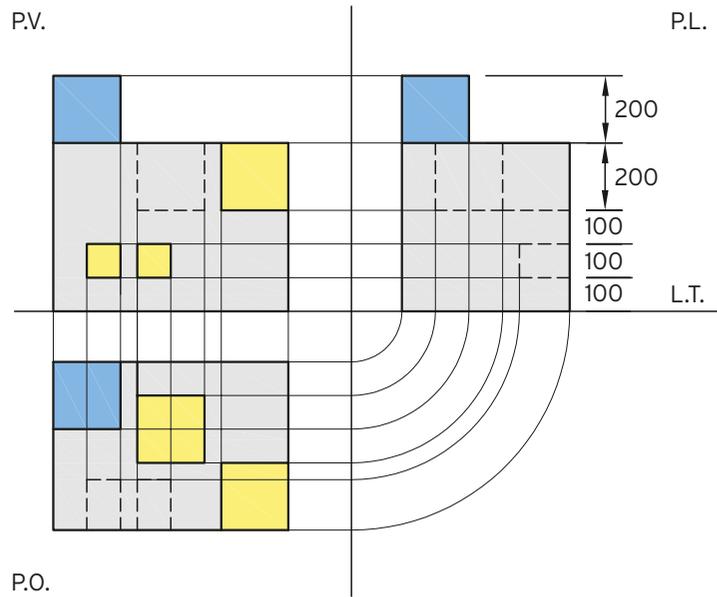
⊙ **ARGOMENTI CORRELATI:** *Le assonometrie ortogonali.*

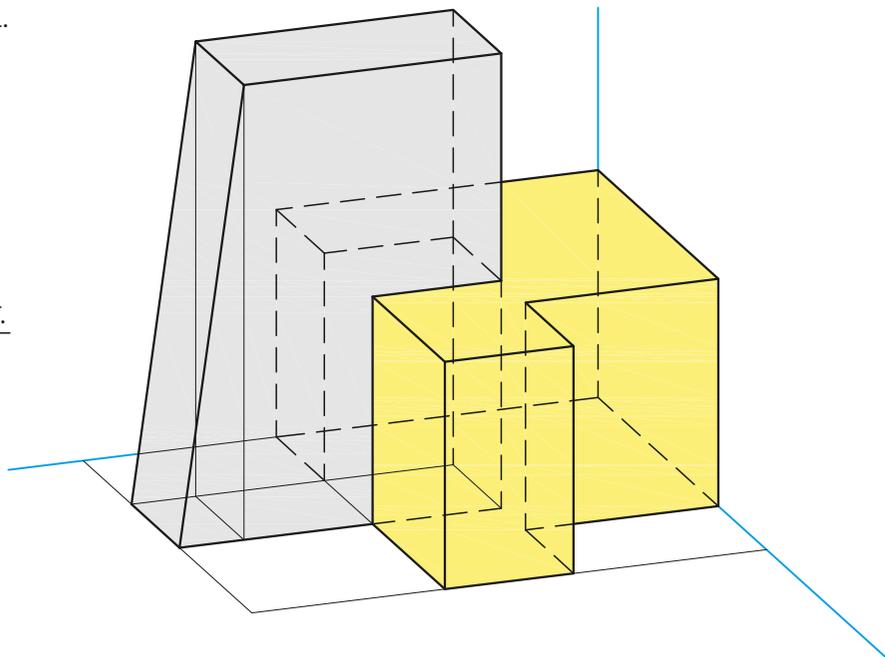
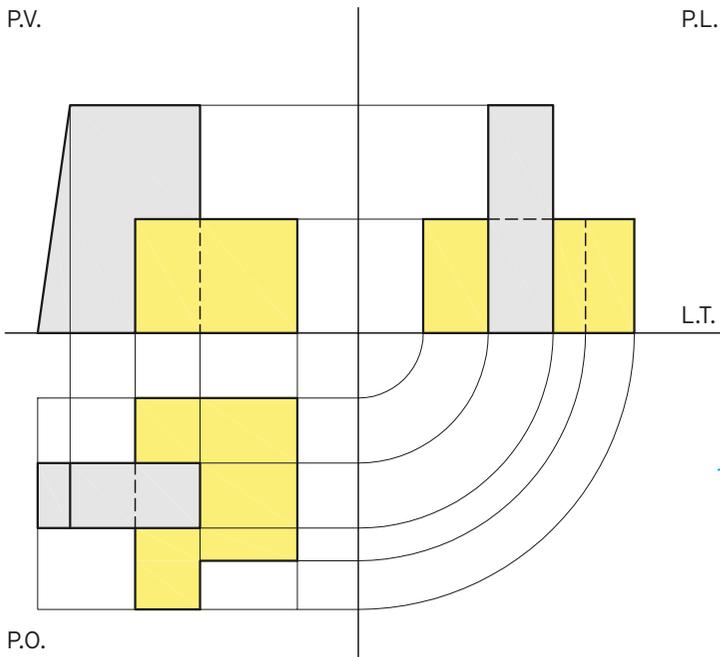
Esercizio 1 Disegnare un'assonometria trimetrica, dati gli angoli tra gli assi (110° , 120° e 130°), di un solido articolato.

• Disegnare gli assi di riferimento.

• Applicare la riduzione delle misure sui diversi assi utilizzando il metodo grafico o diretto (vedi esercitazione guidata, *Le assonometrie ortogonali*).

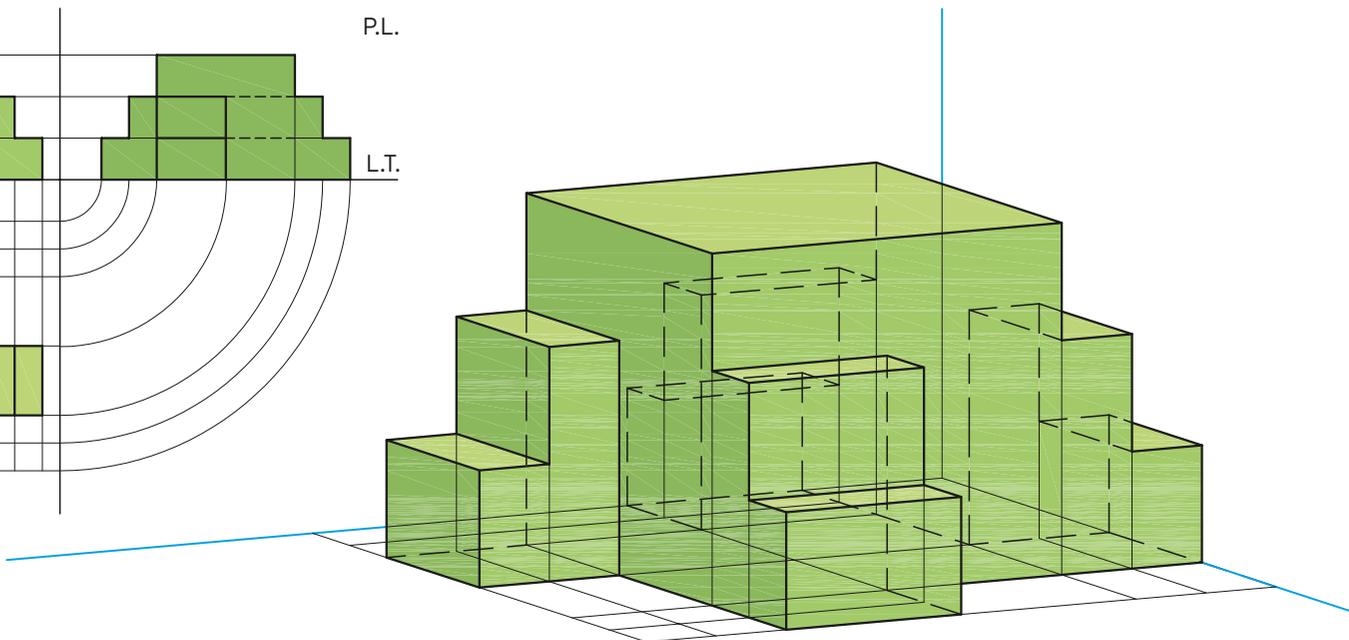
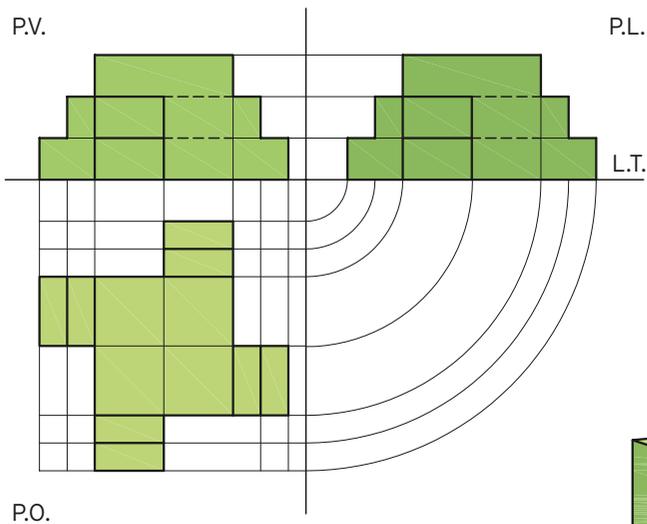
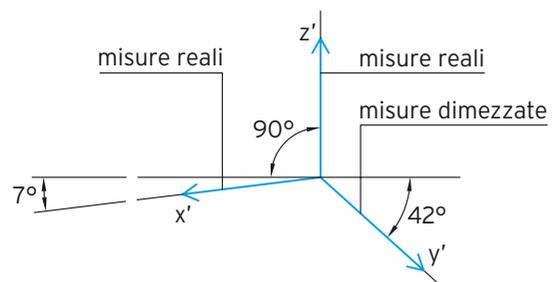
• Proseguire applicando il procedimento utilizzato per tutte le assonometrie, mantenendo i parallelismi.





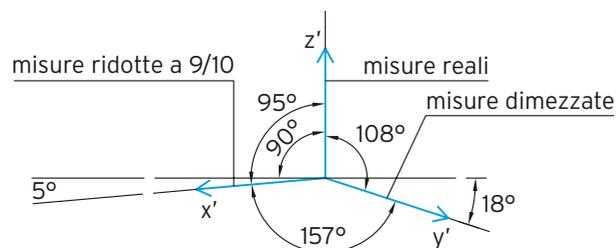
Esercizio 2 Disegnare un'assonometria dimetrica pratica di una composizione di solidi.

L'UNI riporta nelle sue tabelle un'assonometria dimetrica in cui gli assi x' e y' formano, rispetto alla linea di riferimento orizzontale passante per l'origine, un angolo di 42° e l'altro di 7° . In questo caso i coefficienti di riduzione vengono approssimati e considerati, in modo pratico appunto, uguali a $1/2$, 1 . L'assonometria finale realizzata applicando tali coefficienti produrrà un'immagine $1,06$ volte più grande dell'oggetto iniziale.



Esercizio 3 Disegnare un'assonometria trimetrica pratica di una composizione di solidi.

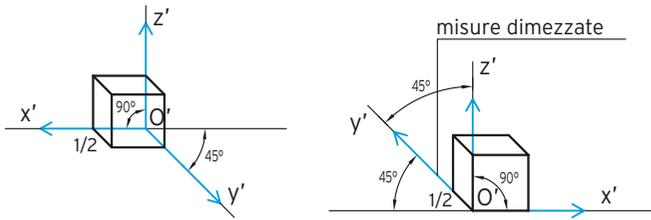
Sempre mediante opportune approssimazioni si può ottenere, anche nel caso trimetrico, un'assonometria cosiddetta "pratica" che permette di ottenere in modo abbastanza rapido un'assonometria che altrimenti sarebbe troppo laboriosa. Gli angoli tra gli assi di riferimento sono di 5° e 18° rispetto alla linea orizzontale di riferimento passante per l'origine. I rapporti di riduzione sono: $9/10$, $1/2$, 1 . L'immagine finale risulterà di $1,01$ volte più grande rispetto all'oggetto iniziale.



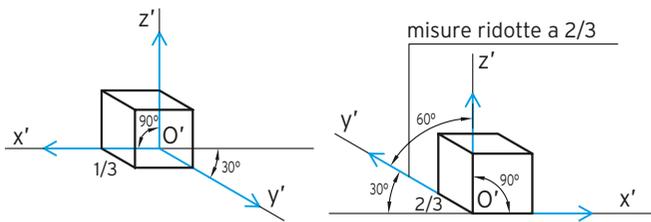
Riassumiamo qui le caratteristiche di ciascuna assonometria, in modo da aver ben chiaro come devono essere realizzate e quale sarà il risultato finale. Questo schema costituirà un utile riferimento per sviluppare qualsiasi tipo di elaborato eseguito con questo metodo.

Ricordiamo anche che gli aggettivi *monometrica* o *isometrica*, *dimetrica* e *trimetrica* indicano le variazioni delle misure sugli assi cartesiani, sia nel caso delle assonometrie oblique sia nel caso di quelle ortogonali. Dove non specificato le misure vanno riportate sugli assi senza riduzioni (misure reali).

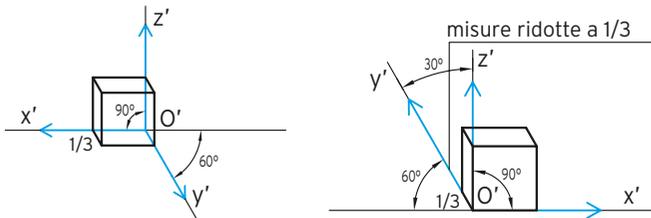
Assonometrie oblique



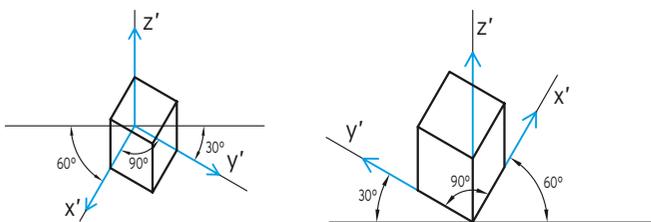
1 Assonometria obliqua cavaliera rapida.



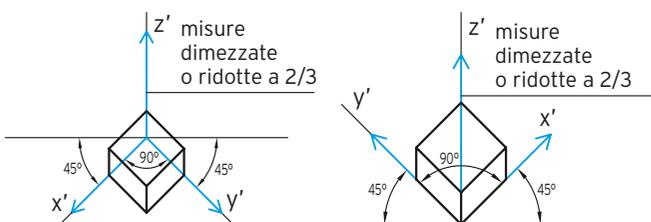
2 Assonometria obliqua cavaliera generica (asse y inclinato di 30°).



3 Assonometria obliqua cavaliera generica (asse y inclinato di 60°).

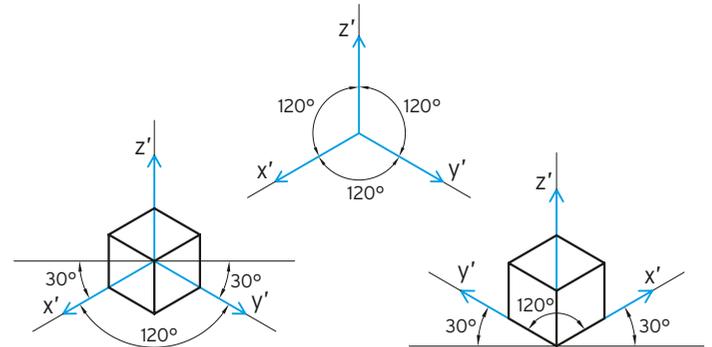


4 Assonometria obliqua monometrica.

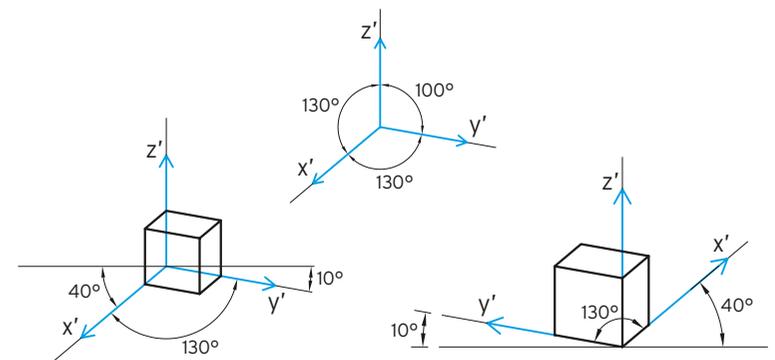


5 Assonometria obliqua cavaliera militare.

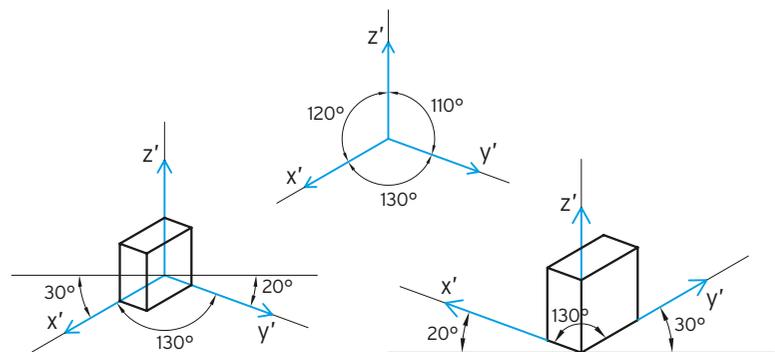
Assonometrie ortogonali



1 Assonometria ortogonale isometrica.



2 Assonometria ortogonale dimetrica (gli angoli qui individuati sono solo un esempio, rimane fisso che due devono essere uguali e uno diverso).



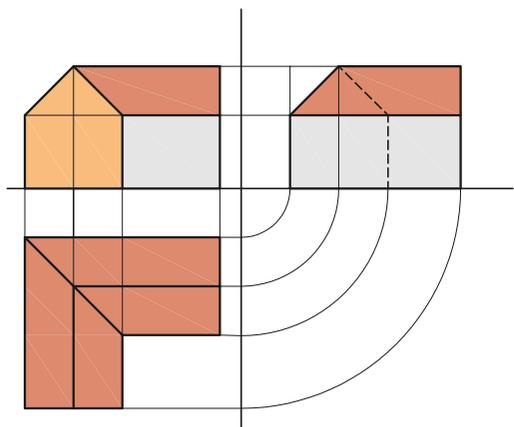
3 Assonometria ortogonale trimetrica (gli angoli qui individuati sono solo un esempio, rimane fisso che devono essere tutti diversi).

Seguendo lo schema della lezione proveremo a disegnare lo stesso volume utilizzando le diverse impostazioni assonometriche.

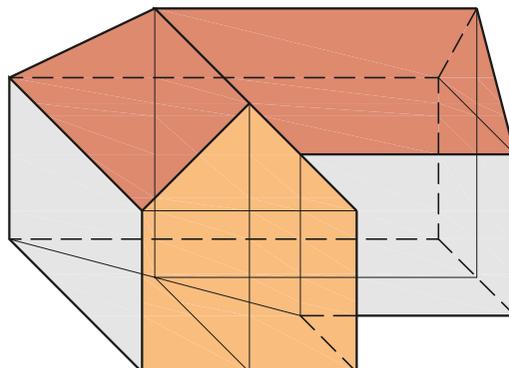
Esercitazione guidata

Uno stesso volume e diverse assonometrie

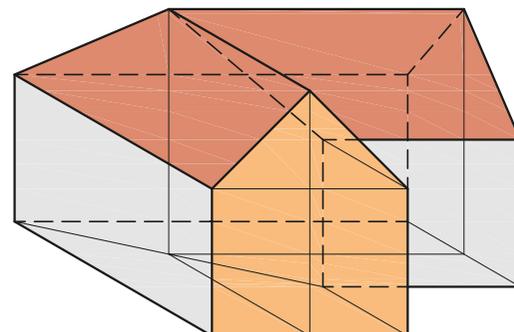
- ⊙ **OBIETTIVO:** osservare la variazione dell'immagine assonometrica al variare del tipo di assonometria.
- ⊙ **TEMPO TOTALE:** 4 ore.



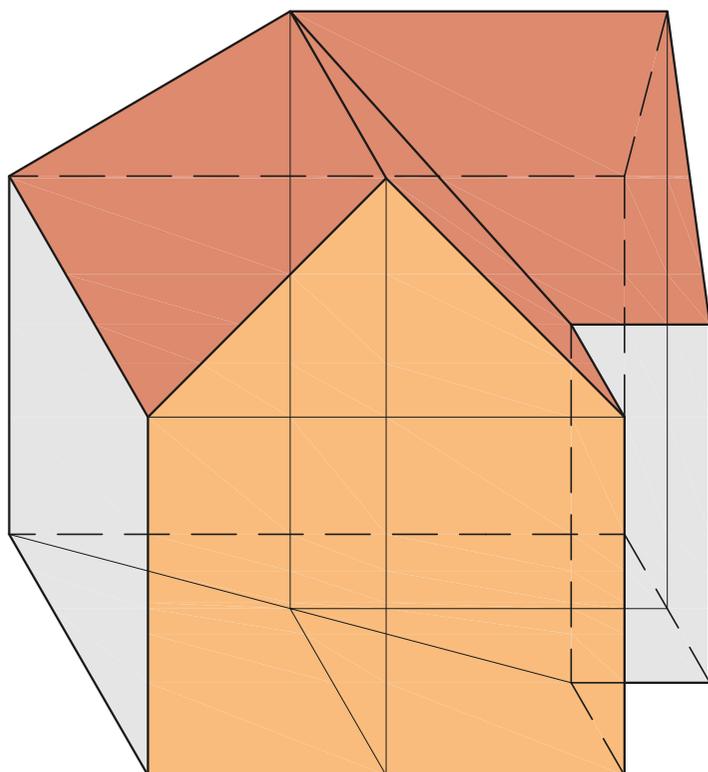
Proiezioni ortogonali di un volume architettonico semplice.



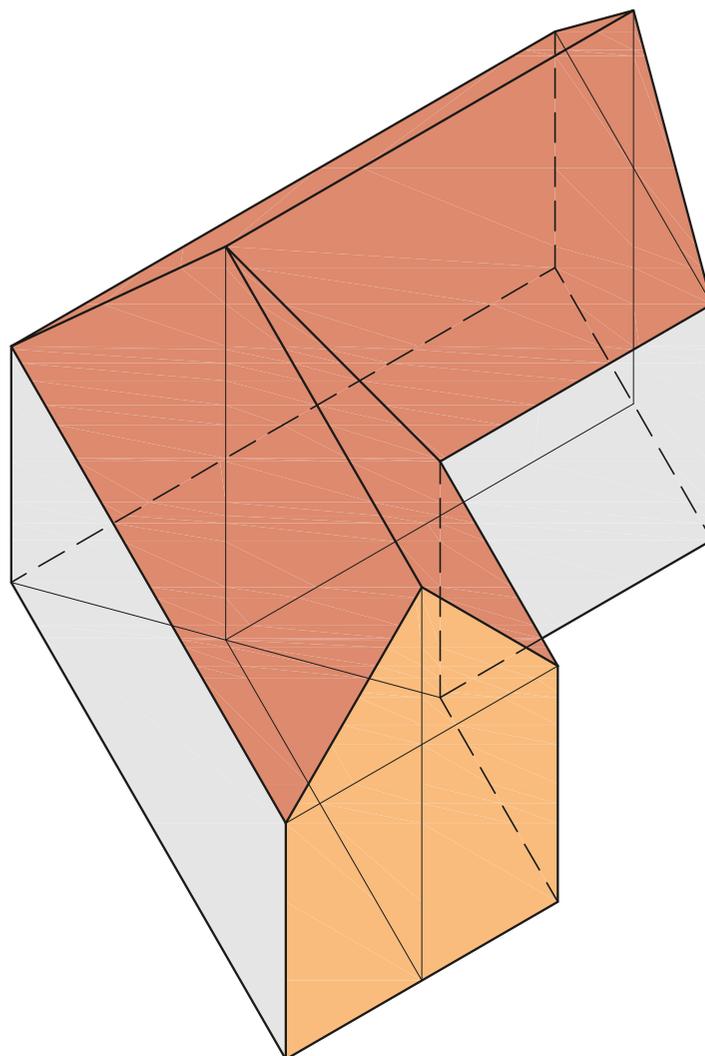
Esercizio 1 Disegnare l'assonometria obliqua cavaliera rapida.



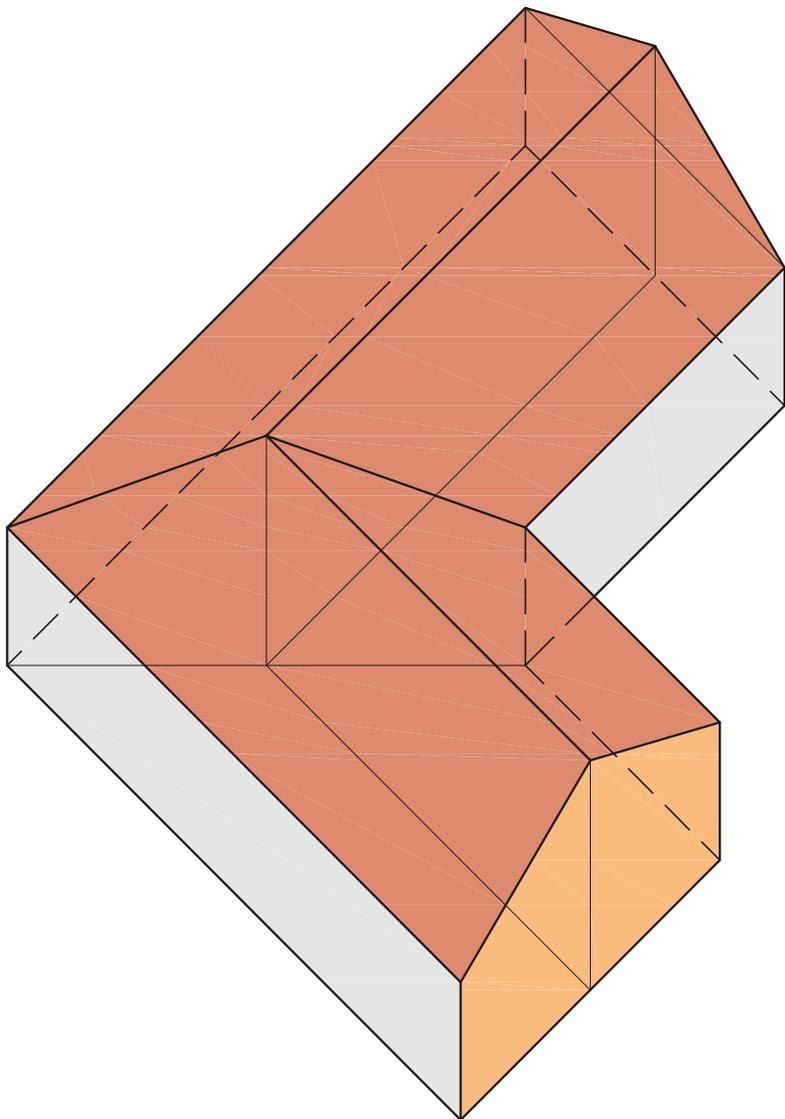
Esercizio 2 Disegnare l'assonometria obliqua cavaliera generica (asse y , ovvero profondità, inclinato di 30°).



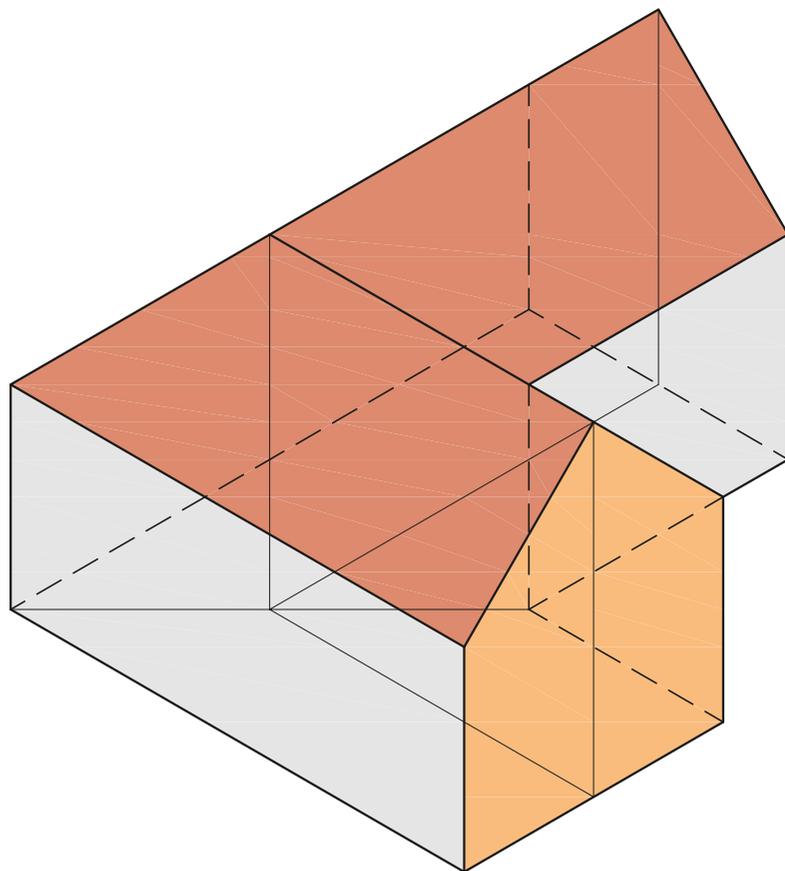
Esercizio 3 Disegnare l'assonometria obliqua cavaliera generica (asse y , ovvero profondità, inclinato di 60°).



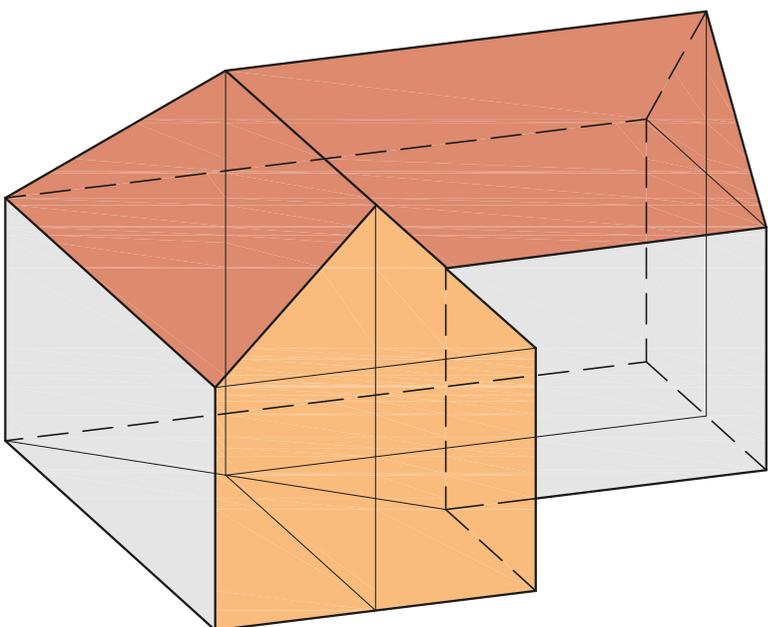
Esercizio 4 Disegnare l'assonometria obliqua monometrica.



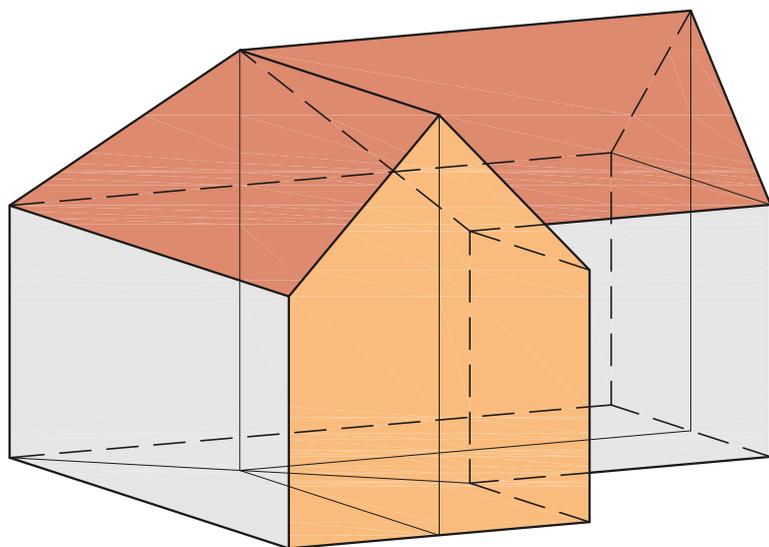
Esercizio 5 Disegnare l'assonometria obliqua militare.



Esercizio 6 Disegnare l'assonometria ortogonale isometrica.



Esercizio 7 Disegnare l'assonometria ortogonale dimetrica.



Esercizio 8 Disegnare l'assonometria ortogonale trimetrica.

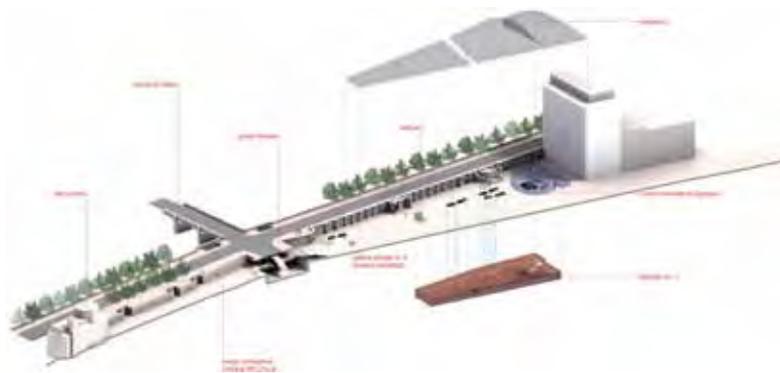
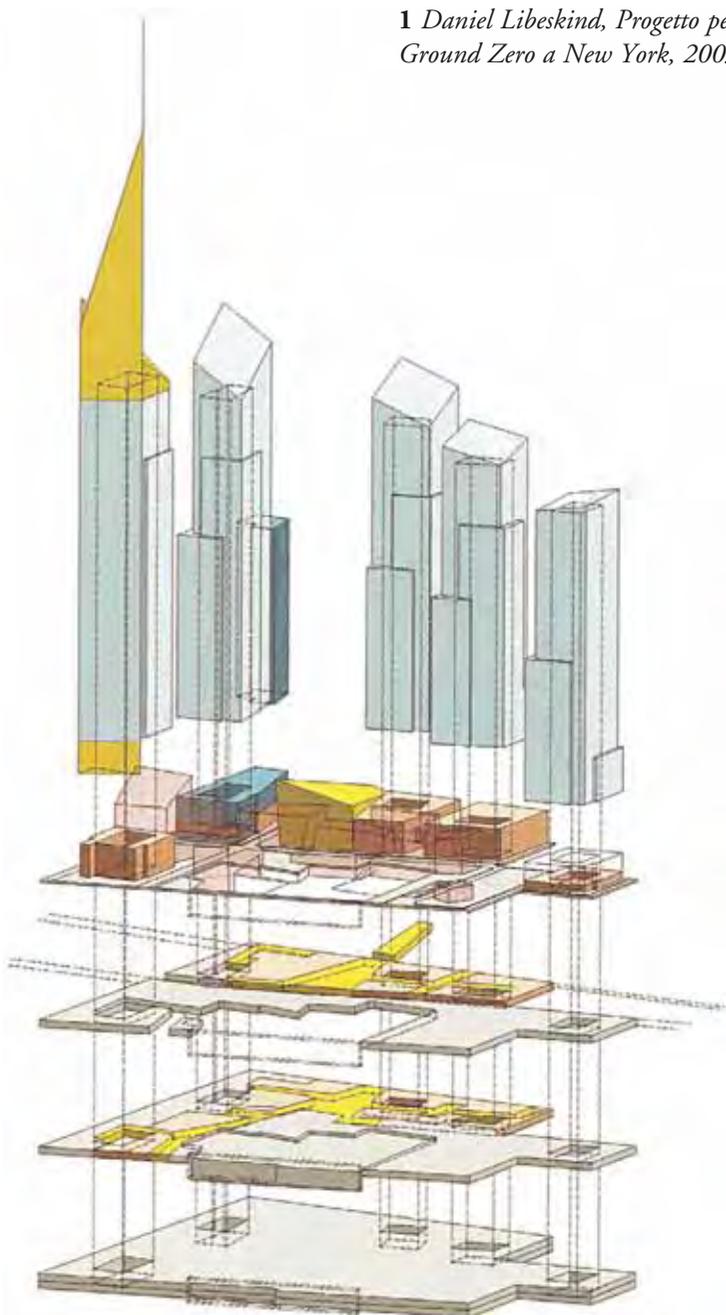
11 Gli esplosi assometrici

LEZIONE ON LINE

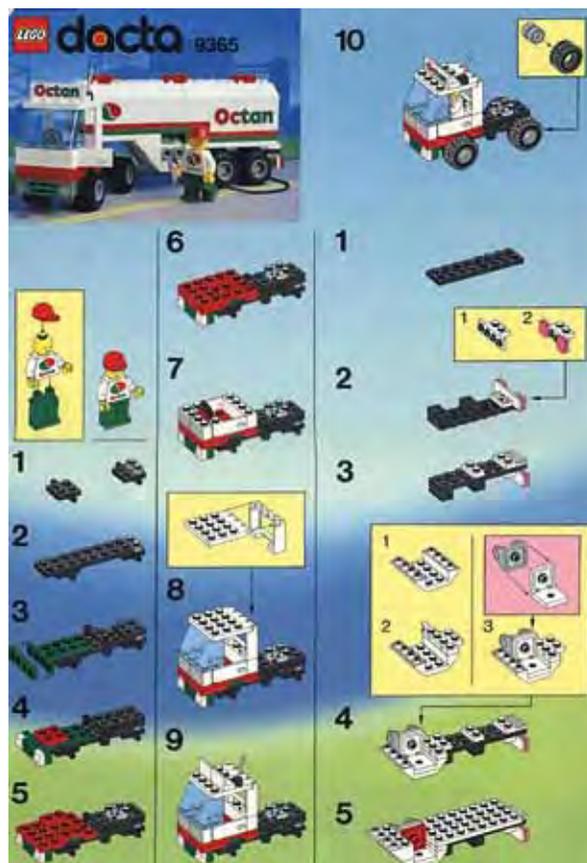
Gli esplosi assometrici sono modalità di rappresentazione che mostrano tutte le parti di cui è composto un oggetto, allontanandole una dall'altra lungo una delle loro direzioni, come fossero su un binario (1-2). Si tratta di una scomposizione senza tagli.

Chi guarda percepisce contemporaneamente l'oggetto nel suo insieme e come un aggregato di componenti distinte, che vengono analizzate singolarmente per poi essere mentalmente ricomposte. Questo sistema viene spesso utilizzato nelle istruzioni di montaggio (3-4), per far vedere per esempio come e dove si devono inserire gli elementi che compongono un oggetto, o nell'ambito dei prodotti tecnici e dei manuali, o ancora come mappa grafica di una procedura. Nel disegnare le diverse parti, soprattutto se numerose, ogni pezzo può essere parzialmente sovrapposto al precedente, in modo da ridurre lo spazio occupato sul foglio da disegno, facendo sempre in modo che rimangano chiari i rapporti tra i diversi elementi.

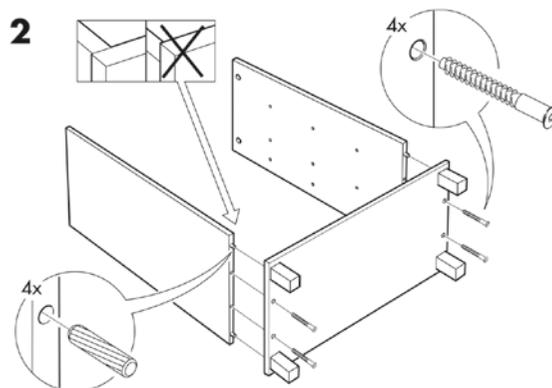
1 Daniel Libeskind, Progetto per Ground Zero a New York, 2003.



2 Riqualficazione di piazza Ghiaia a Parma, 2007.



3 Istruzioni per l'assemblaggio di costruzioni.



4 Particolare delle istruzioni di montaggio di un mobile Ikea.

Esercitazione guidata

L'esploso assonometrico di un teatro

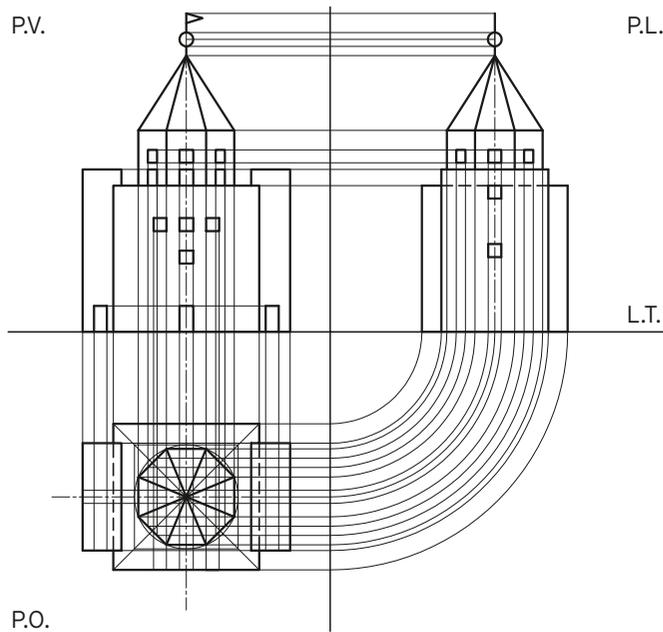
🕒 **OBBIETTIVO:** realizzare un esploso assonometrico.

🕒 **TEMPO TOTALE:** 2 ore.

📖 **ARGOMENTI CORRELATI:** *Gli elementi di base.*

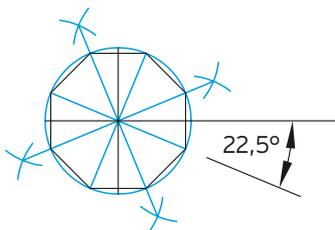


Fotografia del 1979 con il Teatro nella Laguna.



a Proiezioni ortogonali.

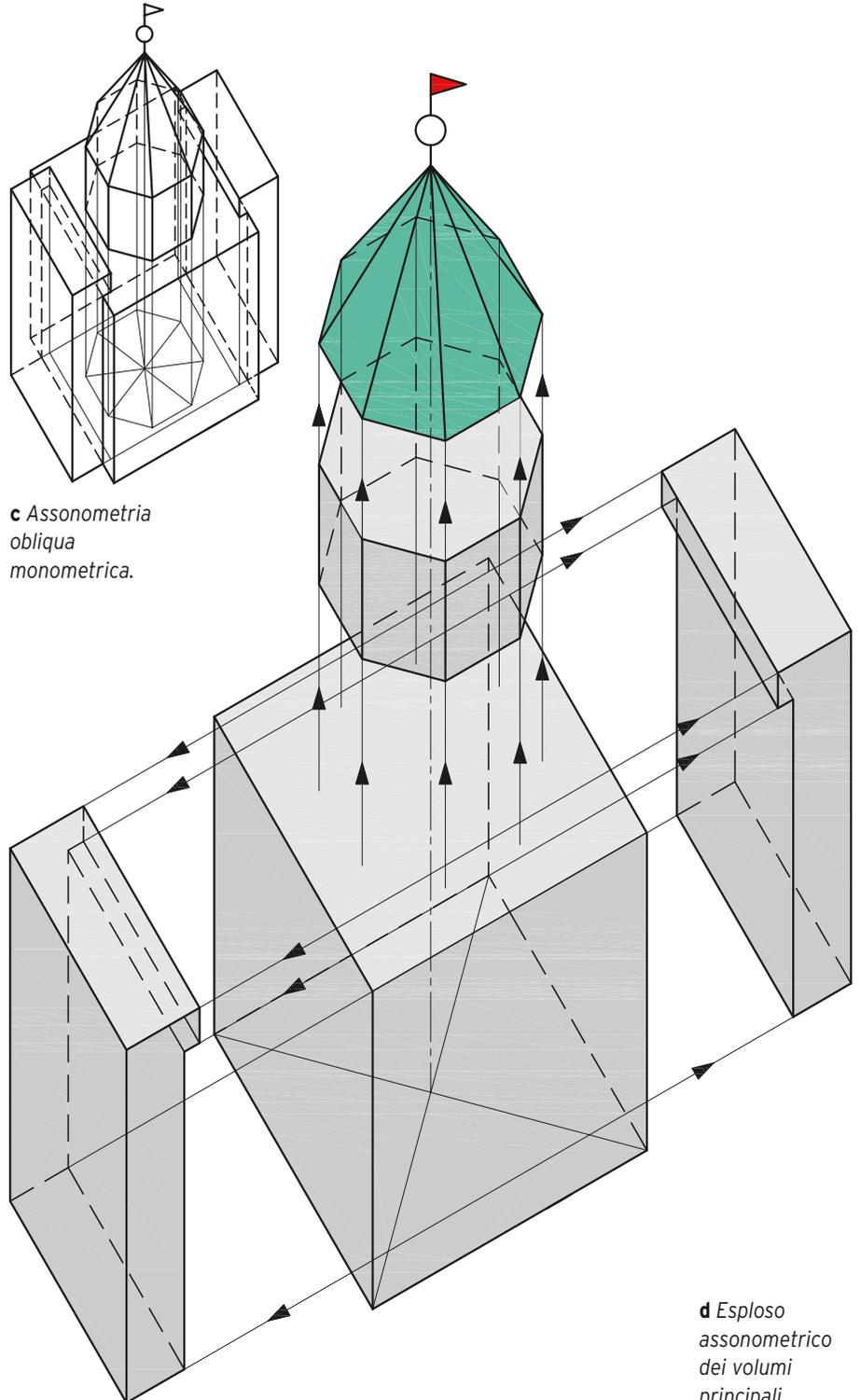
b Realizzazione dell'ottagono. Il diametro orizzontale, usato normalmente come riferimento per la costruzione dell'ottagono, viene ruotato di $22,5^\circ$ (tale apertura si trova facendo la bisettrice di un angolo di 45°) in modo che il poligono finale si posizioni correttamente rispetto al resto della pianta.



Prendiamo un edificio composto di volumi semplici, il Teatro del Mondo di Aldo Rossi, progettato nel 1979 in occasione della Biennale di Architettura di Venezia con riferimento ai teatri galleggianti che si usavano in città durante le festività nel Settecento. Un piccolo teatro concepito soprattutto per essere visto dall'esterno e il cui interno è un ambiente semplice in legno, in grado di accogliere circa 200 persone.

«Il progetto per il Teatro del Mondo – spiegava Aldo Rossi – si caratterizza da tre fatti: l'aver uno spazio usabile preciso anche se non precisato, il collocarsi come volume secondo la forma dei movimenti veneziani e l'essere sull'acqua. Appare evidente come essere sull'acqua – una zattera, una barca – sia la sua caratteristica principale nonché il limite o il confine della costruzione di Venezia.»

Disegneremo le proiezioni ortogonali dell'edificio e l'assonometria obliqua monometrica, poi cercheremo di individuare chiaramente i volumi che lo compongono e li allontaneremo uno dall'altro come fossero su binari, verso destra, verso sinistra e verso l'alto. Avremo così realizzato un esploso volumetrico della struttura.



c Assonometria obliqua monometrica.

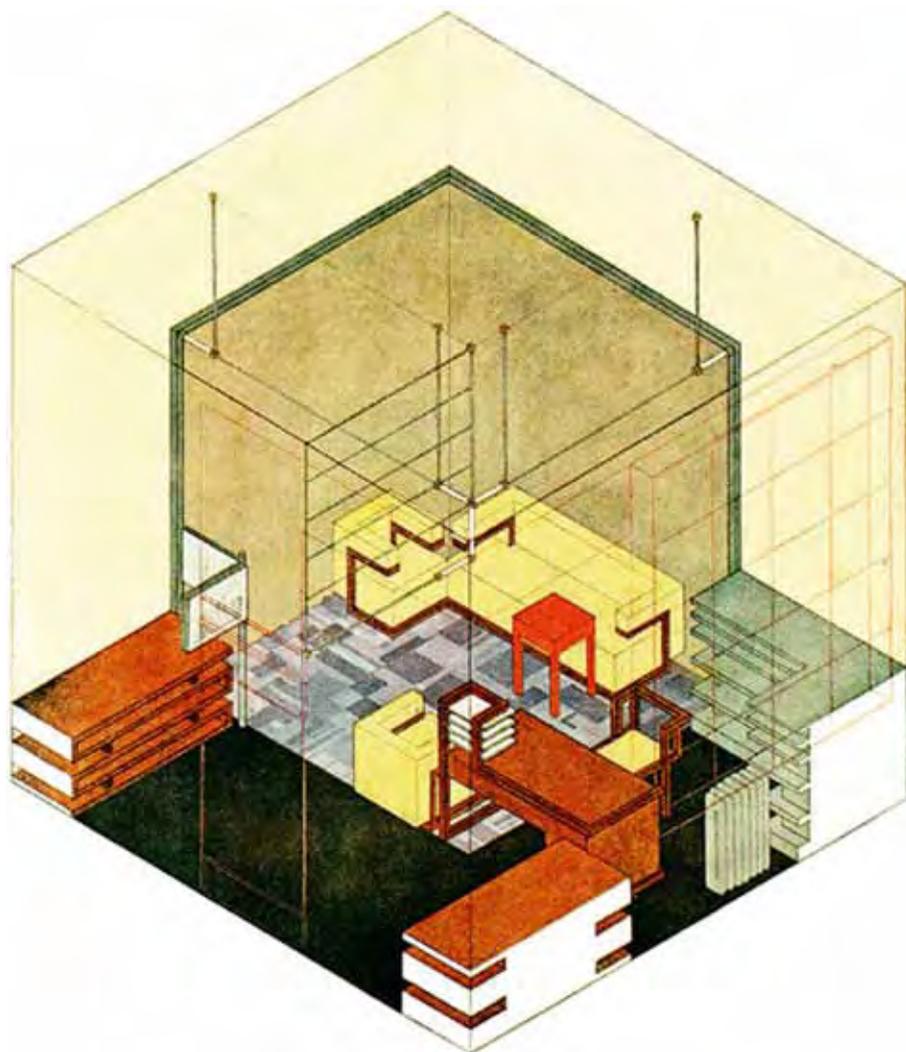
d Esploso assonometrico dei volumi principali.

12 Le assonometrie trasparenti

Attraverso questa modalità di rappresentazione, detta anche a raggi x, si possono vedere contemporaneamente l'interno e l'esterno di un oggetto senza effettuare un'operazione di sezione ma semplicemente alleggerendo l'involucro fino a farlo diventare trasparente. Questo effetto si ottiene tracciando i contorni delle parti esterne con una linea sottile, mentre le parti interne saranno disegnate con un tratto più pesante e con maggiore definizione, a volte anche usando i colori.

Questo sistema è particolarmente indicato quando vogliamo siano chiari i rapporti tra le parti interne, per esempio se vogliamo mostrare come sono disposti gli arredi in una stanza (1): lo spaccato assonometrico ne mostrerebbe solo una parte, mentre in questo modo si ha un'idea più completa dell'organizzazione interna dello spazio. Le assonometrie trasparenti vengono utilizzate, a volte, anche per illustrazioni tecniche di impianti e circuiti, oppure nel campo del design (2-4).

LEZIONE ON LINE



1 Herbert Bayer, Stanza della casa di Walter Gropius a Weimar, 1923.



2 Takeshi Hosokawa, Modello di automobile.



3 Takeshi Hosokawa, Modello di automobile.



4 Yasuhide Ishizaki, Modello di automobile.

Esercitazione guidata

La nostra stanza in assonometria trasparente

⊙ **OBIETTIVO:** Realizzare un'assonometria trasparente.

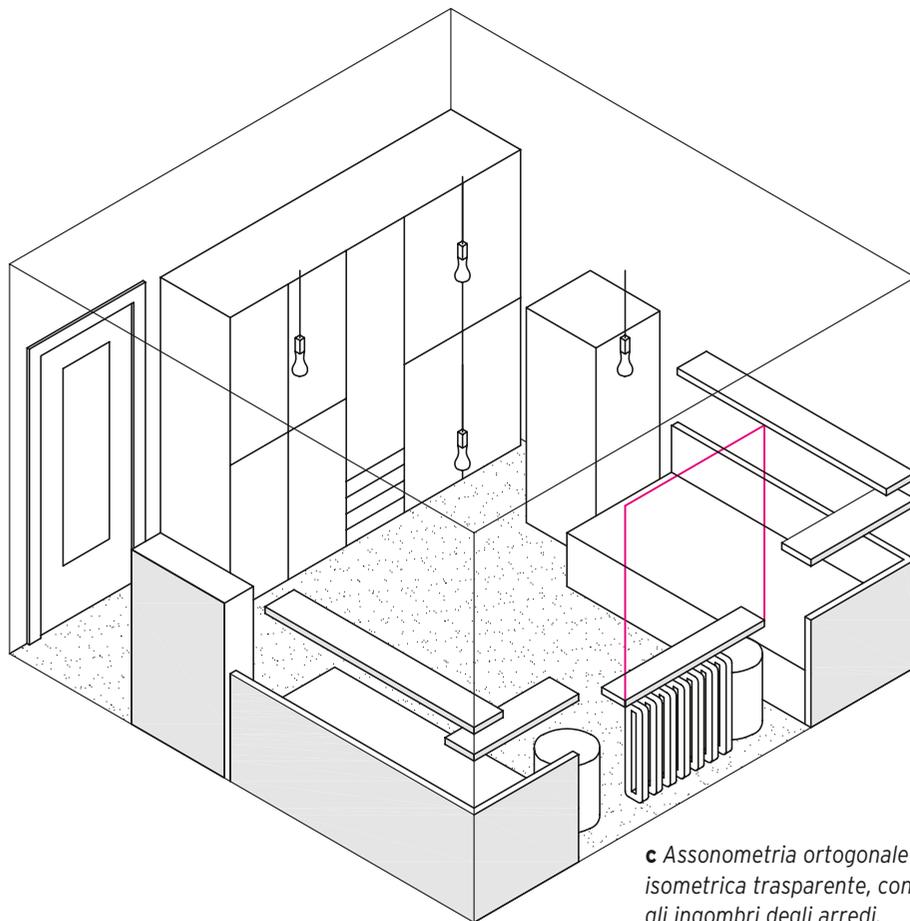
⊙ **TEMPO TOTALE:** 3 ore.

⊙ **ARGOMENTI CORRELATI:** *Il rilievo.*

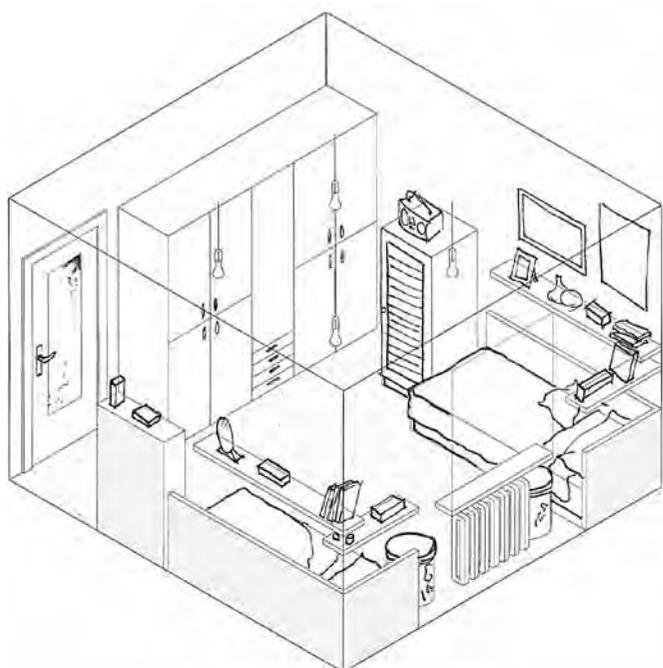
Utilizziamo le proiezioni ortogonali della nostra stanza, che abbiamo già misurato, e realizziamo un'assonometria isometrica di tutti gli ingombri degli elementi che la compongono. Disegniamo con tratto leggero le pareti esterne che la delimitano, riempiamo in modo uniforme le parti degli oggetti appoggiate ai muri e rivolte verso di noi (la cui vista reale sarebbe impossibile) e, per completare, aggiungiamo, anche a mano libera, i dettagli. Abbiamo così ottenuto un'assonometria trasparente simile a quella realizzata da Herbert Bayer vista nella lezione, che permette di visualizzare il volume della stanza e la disposizione degli oggetti al suo interno.



a Proiezioni ortogonali della nostra camera.



c Assonometria ortogonale isometrica trasparente, con gli ingombri degli arredi.



b Assonometria ortogonale isometrica trasparente, con l'aggiunta dei dettagli.

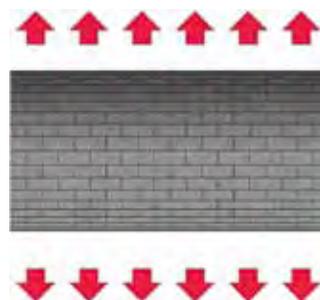
Uno spazio può essere coperto da un elemento rettilineo piano oppure da una struttura curvilinea chiamata *volta*. Questi due sistemi di copertura prendono rispettivamente il nome di *architratavato* e *archivoltato*. Il sistema *archivoltato* deriva dagli archi lo si può infatti considerare come la traslazione o la rotazione di un arco. Per questo motivo rimangono quasi identici la nomenclatura, il metodo di costruzione e il funzionamento. Quest'ultimo, tuttavia, è leggermente diverso se la volta è formata da conci che si reggono per compressione, ed è quindi una volta vera e propria, o se invece si tratta di una struttura in cemento armato o legno. L'uso del cemento armato permette di realizzare volte innovative, capaci di coprire grandissime luci (6). In tutte le volte i pesi si scaricano su appoggi continui o puntiformi, che vengono spinti verso l'esterno in quanto sottoposti a uno sforzo obliquo, a volte determinando problemi strutturali che possono essere risolti, nel caso dell'arco: mediante irrobustimento dei piedritti; realizzando contrafforti o archi rampanti, per contrastare la spinta verso l'esterno; posizionando delle catene alla base della volta sempre con la funzione di contrastare la spinta verso l'esterno.

In relazione agli appoggi (1-2) le volte si dividono in:

- **continue**, se presentano appoggi che non vengono interrotti, per esempio da grandi aperture;
- **discontinue**, se appoggiano su punti isolati.

In base alla conformazione della superficie interna le volte si dividono in:

- **semplici**, se l'intradosso è una superficie continua, senza cambi di curvatura.
 - *Volte a botte*. La più comune è quella retta: una porzione di cilindro che copre uno spazio rettangolare appoggiandosi su due muri di sostegno. Ne esistono anche di coniche (lo spazio sottostante è un trapezio isoscele), di oblique (che coprono un parallelogramma) e di circolari (a copertura di una corona circolare). In funzione del tipo di arco la volta può essere ribassata, policentrica, parabolica ecc. (5).
 - *Volte a bacino* o cupole, sferiche, ellittiche o paraboliche, generate dalla rotazione di un arco intorno a un asse verticale o da una simmetria centrale (3).
 - *Volte a vela*, che si ottengono sezionando le cupole con piani verticali passanti per i sostegni. Queste volte permettono la copertura modulare di ampi spazi mediante sostegni puntiformi.
- **composte**, se l'intradosso è formato dall'intersezione di curvature diverse.
 - *Volte a crociera*, generate dall'incrocio di due volte a botte che, essendo su appoggi puntiformi, consentono la copertura modulare di grandi spazi (4).
 - *Volte a padiglione*, generate dall'unione di quattro fusi.
 - *Volte a botte* con teste di padiglione.
 - *Volte a schifo*, coperture a padiglione sezionate da un piano orizzontale, che permette di avere a soffitto un'ampia superficie piana per la decorazione.
 - *Cupole composte*, che nascono dalla sovrapposizione e intersezione di più cupole semplici.
 - *Volte a creste e vele*, ovvero suddivise in più spicchi mediante costoloni.
 - *Volte lunettate*.



1 Appoggio continuo in una volta a botte. Pianta.



2 Appoggio puntiforme in una volta a crociera. Pianta.



3 Norman Foster, Cupola del Reichstag, 1992-1999, Berlino.



4 Volte a crociera con catene (tiranti) nel portico del palazzo-giardino di Sabbioneta (Mantova).



5 Antoni Gaudí, Volta parabolica nella Casa Milà, 1905-1912, Barcellona.

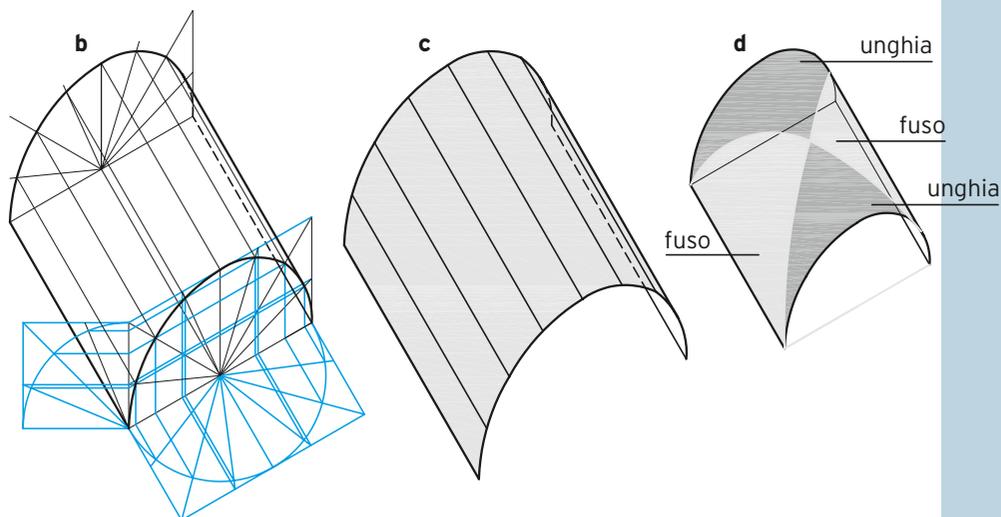
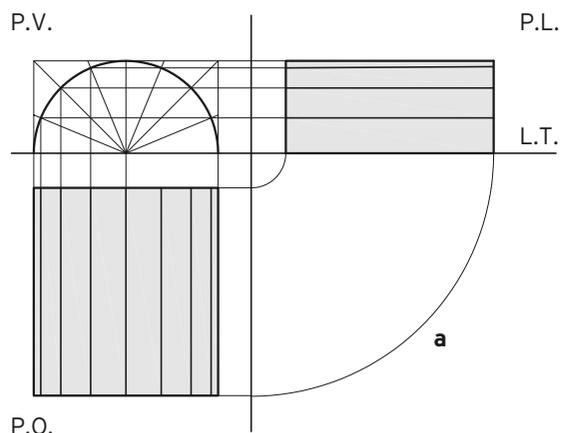


6 Santiago Calatrava, volta a paraboloidale iperbolico in uno degli edifici della Città delle Scienze e delle Arti, 2002. Valencia.

Le volte

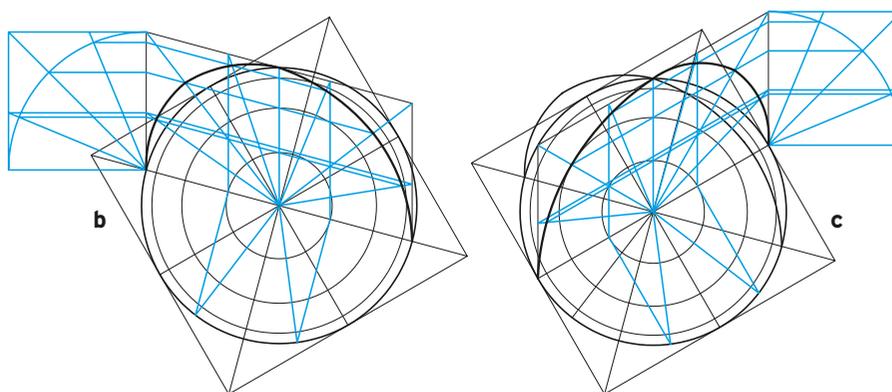
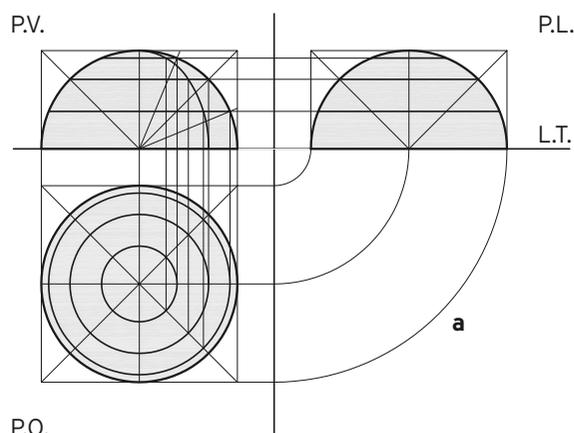
Proviamo ora a disegnare, in assonometria monometrica (la più adatta a una visione d'insieme), i diversi tipi di volta: questo ci permetterà di consolidare le conoscenze acquisite relativamente al procedimento da applicare nell'esecuzione di questo metodo e, soprattutto, ci aiuterà a comprendere la struttura di questi elementi architettonici.

Le volte semplici

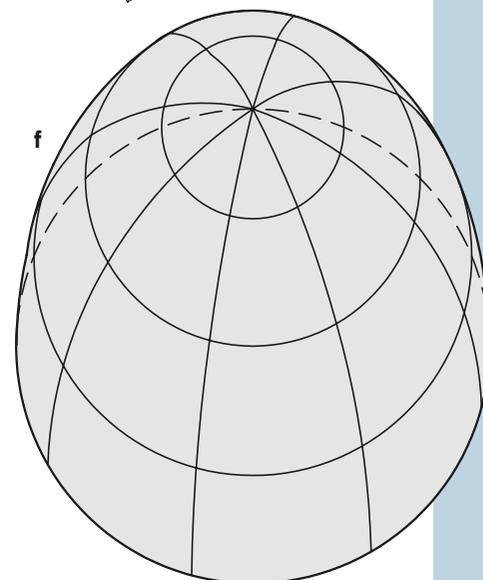
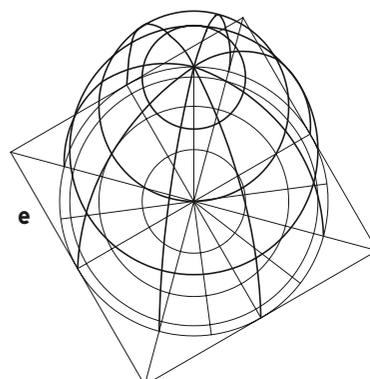
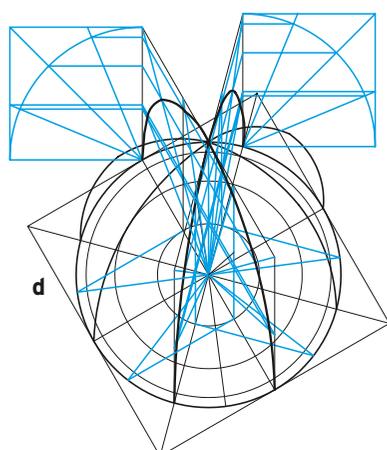


Esercizio 1 Disegnare la volta a botte semicilindrica.

- Proiezioni ortogonali.
- Costruzione assonometrica.
- Assonometria finale.
- Nomenclatura delle parti.

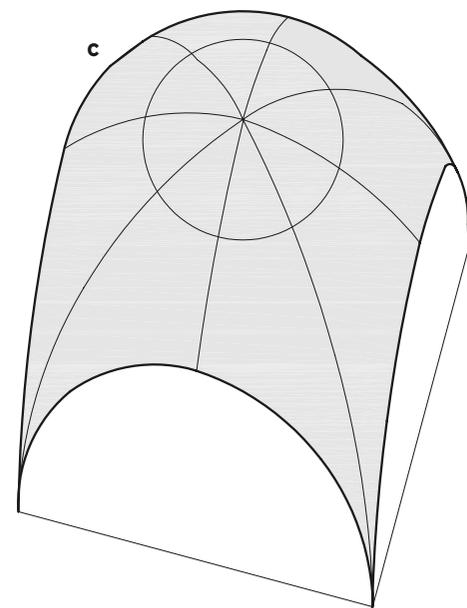
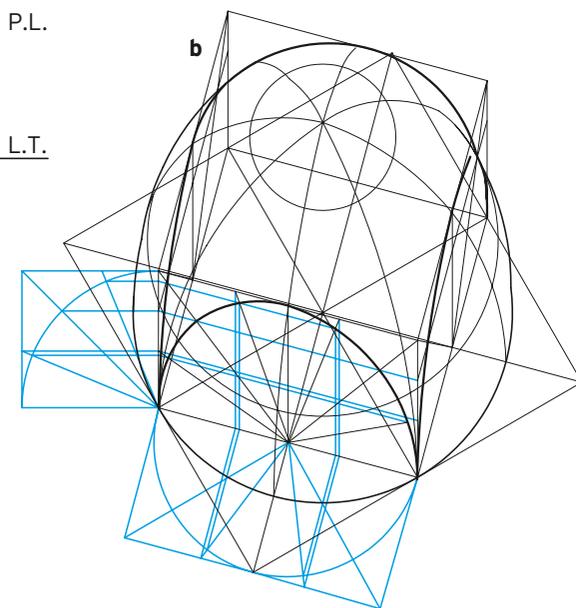
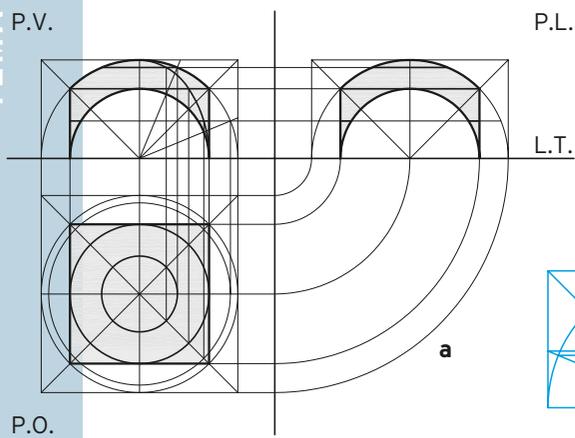


P.O.



Esercizio 2 Disegnare la volta a bacino o cupola emisferica.

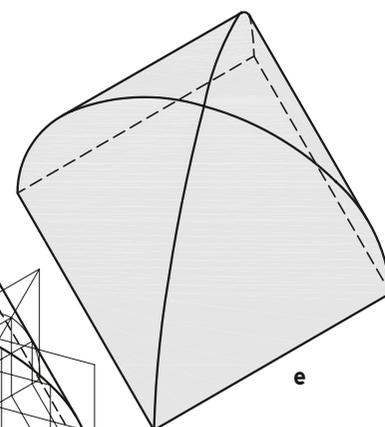
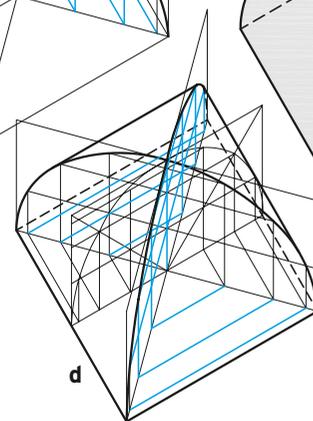
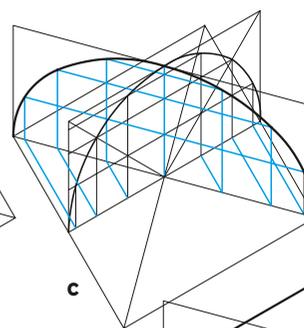
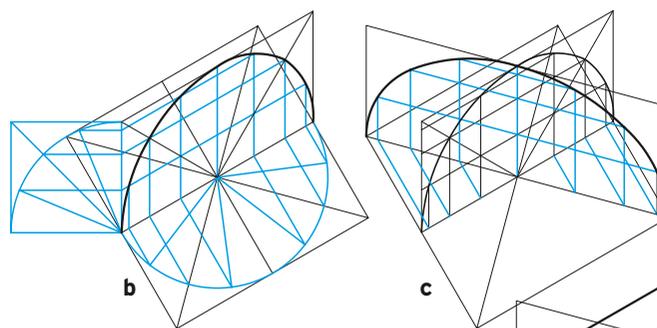
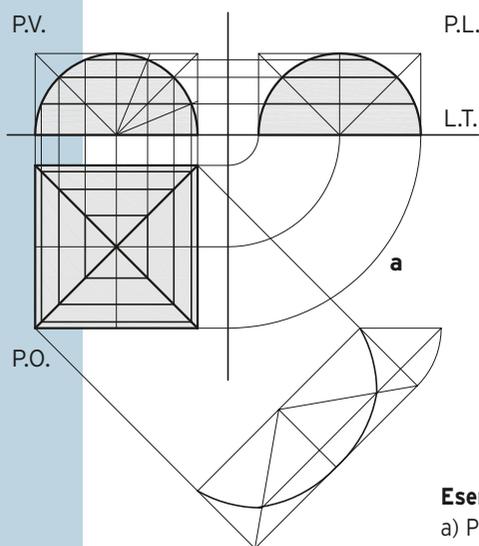
- Proiezioni ortogonali.
- b), c), d), e) Costruzione assonometrica.
- f) Assonometria finale.



Esercizio 3 Disegnare la volta a vela.

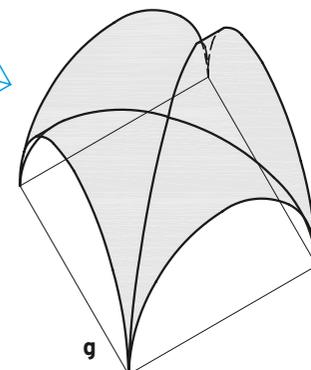
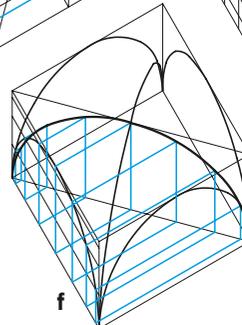
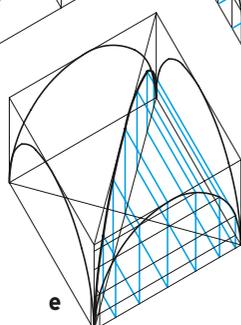
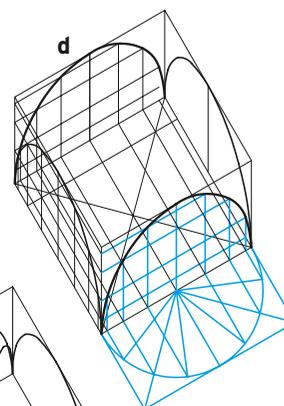
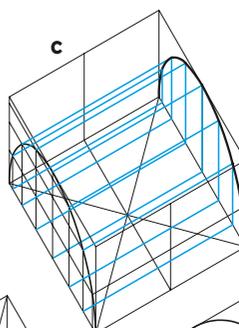
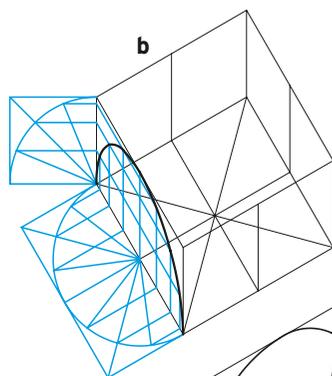
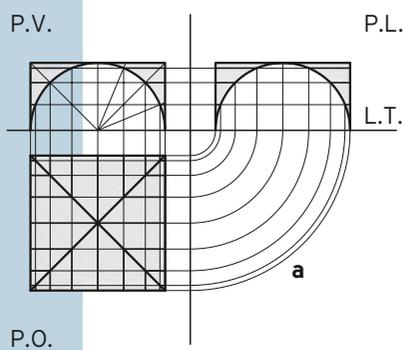
- Proiezioni ortogonali.
- Costruzione assonometrica.
- Assonometria finale.

Le volte composte



Esercizio 4 Disegnare la volta a padiglione.

- Proiezioni ortogonali.
- b), c), d) Costruzione assonometrica.
- e) Assonometria finale.



Esercizio 5 Disegnare la volta a crociera.

- Proiezioni ortogonali.
- b), c), d), e), f) Costruzione assonometrica.
- g) Assonometria finale.