

DISEGNO OMBREGGIATO

L'ombreggiatura è da sempre una tecnica utilizzata nelle rappresentazioni pittoriche, ed è volta all'ottenimento di effetti molto realistici, in particolare nella resa della tridimensionalità degli oggetti, come è possibile notare, a titolo di esempio, nella figura seguente:



Si tratta dell'opera di Piero della Francesca «Sacra Conversazione con la Madonna col Bambino», detta anche «Pala di Brera», 1472, olio e tempera su tavola 170 x 248 cm, Pinacoteca di Brera, Milano.

La parte superiore del quadro raffigura una nicchia sontuosa al cui fondo si trova un'edera semicircolare; nella calotta è alloggiata una conchiglia, alla quale è appeso un uovo: tramite un uso geometrico accurato delle ombre il pittore ottiene un effetto notevolissimo di tridimensionalità.

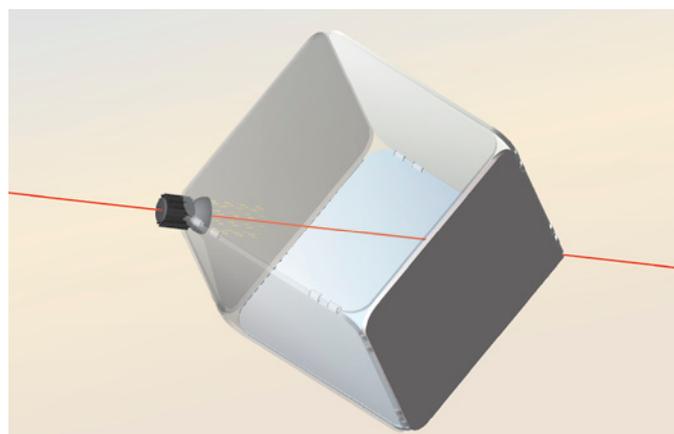
Anche nell'ambito del disegno tecnico l'ombreggiatura ha trovato largo impiego, e Monge stesso si impegnò nella definizione di tecniche per il disegno delle ombre in proiezioni ortogonali.

NOTA: occorre segnalare che recentemente in campo tecnico il disegno manuale di ombre trova un sempre minor campo di impiego a causa della diffusione di software per la generazione automatica di immagini ombreggiate (*rendering tramite raytracing*).

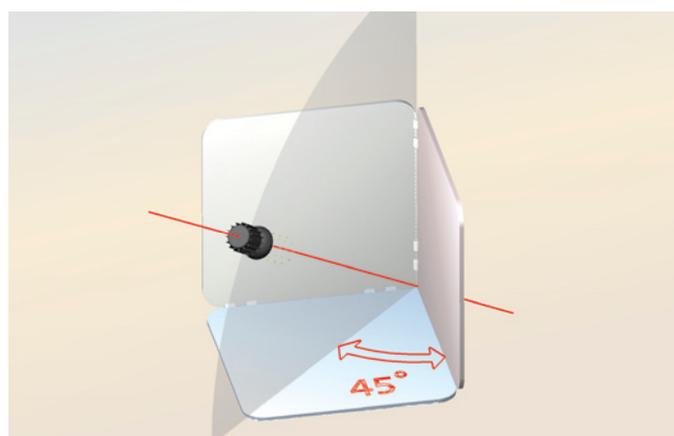
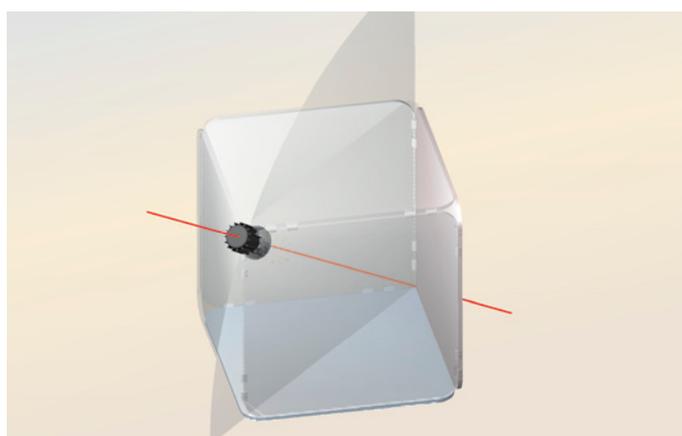
Lo studio approfondito della teoria e dei metodi per il disegno ombreggiato richiede quantità di tempo e di impegno che vanno oltre il livello di questi volumi.

Vista la natura non specialistica di questo corso, in seguito verranno presi in esame semplici casi di ombreggiatura di solidi elementari.

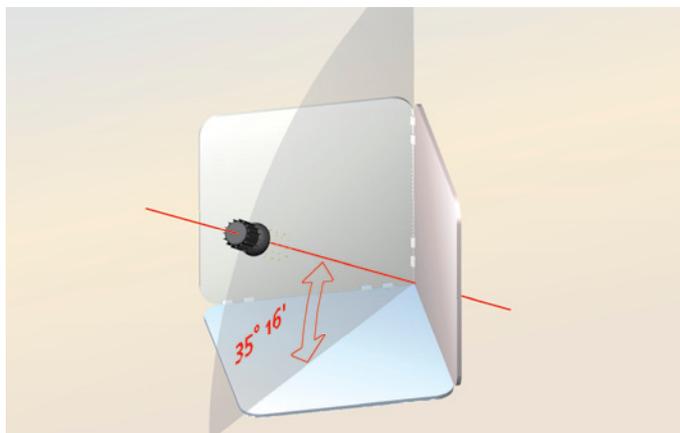
1 DISPOSIZIONE DELLA LUCE



Le due figure sopra mostrano il proiettore di luce **a fascio parallelo** (a questo proposito, ► vedere Volume 1, capitolo 5, pag. 177) posto in una particolare posizione e con un particolare orientamento: esso si trova esattamente nell'angolo superiore del cubo che rappresenta il sistema di riferimento, e il suo fascio luminoso punta altrettanto esattamente sullo spigolo opposto. La linea rossa indica la direzione della luce, e attraversa il cubo da spigolo a spigolo opposto.

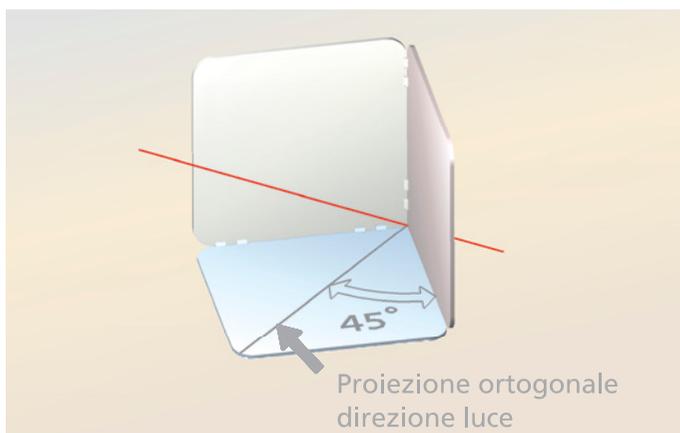


La figura a sinistra mostra una porzione di piano trasparente (un quarto di cerchio) che contiene sia la direzione della luce che lo spigolo Z del sistema di riferimento.
La figura a destra mette in evidenza che il piano XY è diviso in maniera simmetrica da questo piano di giacenza, e che l'angolo che ne risulta è di 45° .

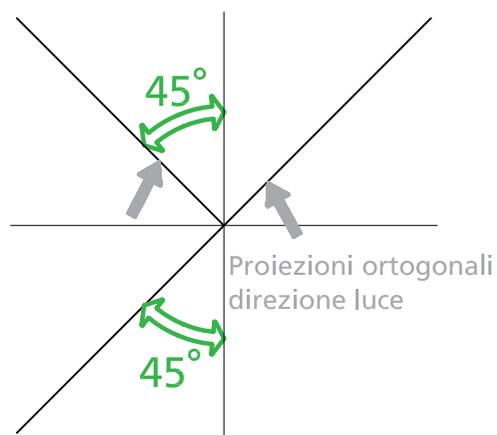
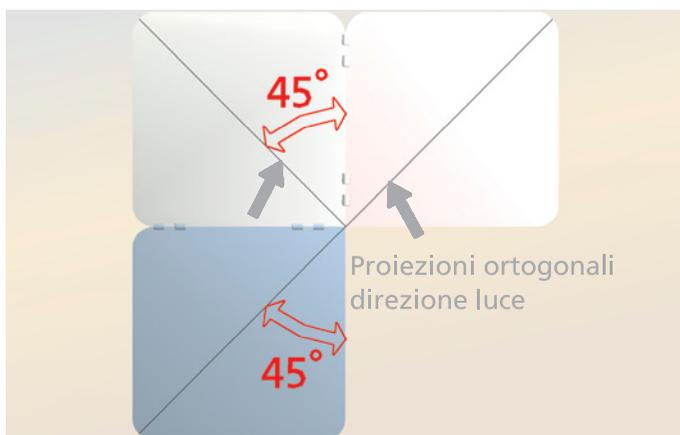


Non altrettanto però si può dire dell'angolo compreso tra la direzione della luce e il piano XY, che risulta essere invece poco più di 35° (figura a sinistra).

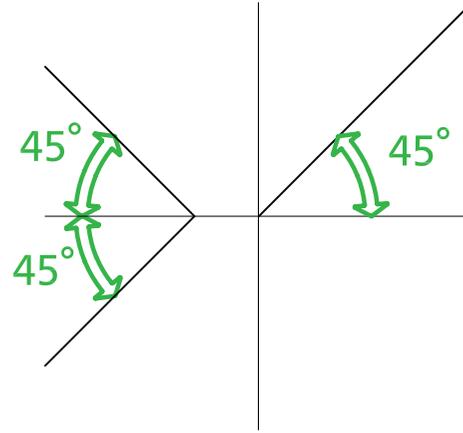
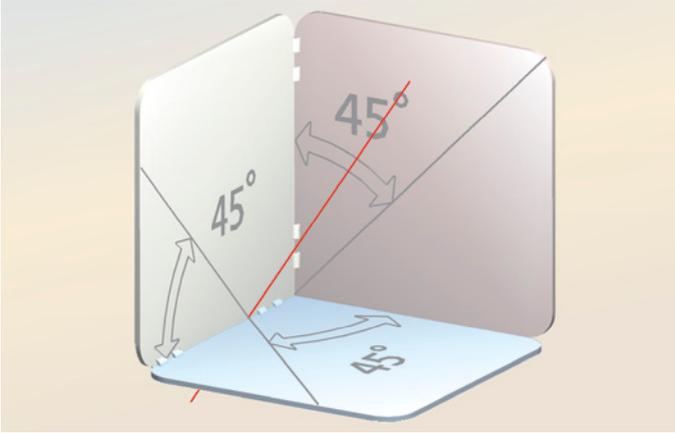
Nella figura di destra è mostrato chiaramente che la proiezione ortogonale, secondo il metodo europeo, della direzione della luce sul piano XZ taglia esattamente in maniera simmetrica il piano, con inclinazione di 45°.



Allo stesso modo si possono immaginare le proiezioni ortogonali sugli altri due piani coordinati, con inclinazioni sempre di 45°.



Le figure sopra mostrano la configurazione in proiezioni ortogonali del raggio luminoso che passa per l'origine del sistema di riferimento: si tratta in definitiva di tre segmenti inclinati di 45° passanti per l'origine.



Spostando il proiettore senza variarne l'inclinazione si ottengono configurazioni molto simili: in figura sopra a sinistra, il proiettore è stato traslato lungo la direzione X, e come conseguenza la linea rossa ha un punto di passaggio diverso dall'origine.

Anche in questo caso si ottengono proiezioni ortogonali consistenti in tre segmenti inclinati di 45° .

Nella trattazione seguente in ogni costruzione relativa alle ombre si ipotizzerà sempre una fonte luminosa a raggi paralleli aventi tutti questa inclinazione rispetto al sistema di riferimento.

2 OMBRA DI UN CONO

Def OMBRA: zona priva di luce a causa di un corpo opaco che si trova tra essa e la fonte luminosa

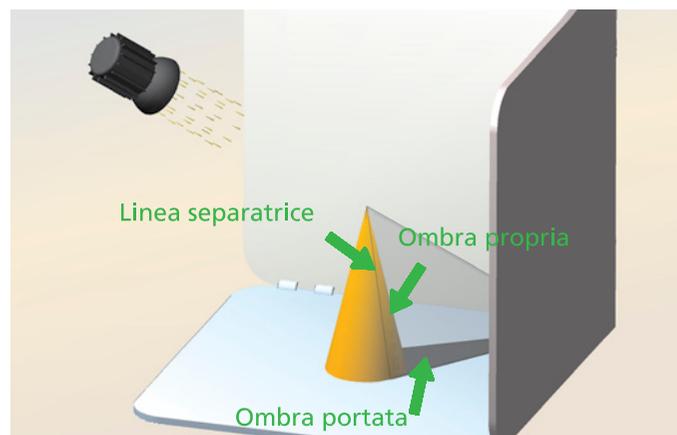
Def OMBRA PROPRIA (DI UN OGGETTO): porzione della superficie dell'oggetto stesso non investita direttamente dai raggi luminosi in quanto rivolta dalla parte opposta rispetto alla fonte luminosa

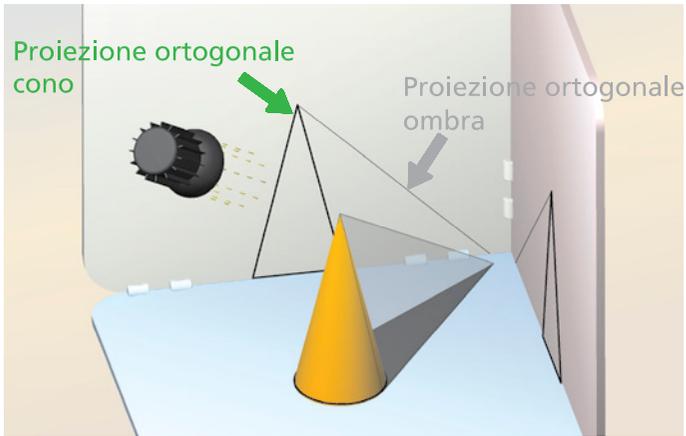
Def LINEA SEPARATRICE: linea di confine tra la porzione illuminata e quella in ombra (propria) della superficie di un oggetto

Def OMBRA PORTATA (DI UN OGGETTO A SU UN OGGETTO B): superficie appartenente all'oggetto B che non riceve raggi dalla fonte luminosa in quanto intercettati dall'oggetto A.

Def OMBRA AUTOPORTATA (DI UN OGGETTO SU SE STESSO): superficie appartenente all'oggetto che non riceve raggi dalla fonte luminosa in quanto intercettati da parti dell'oggetto stesso.

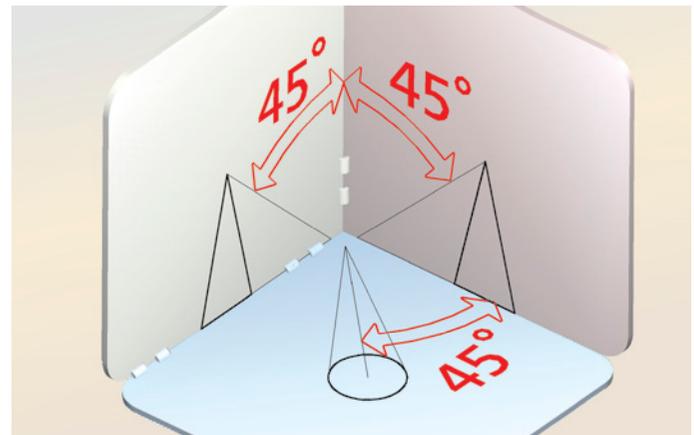
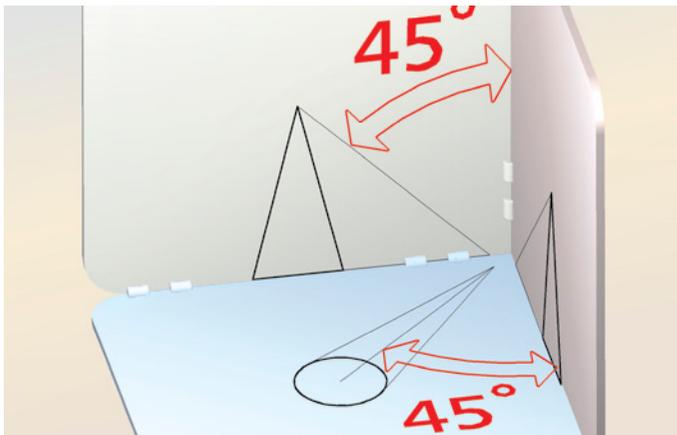
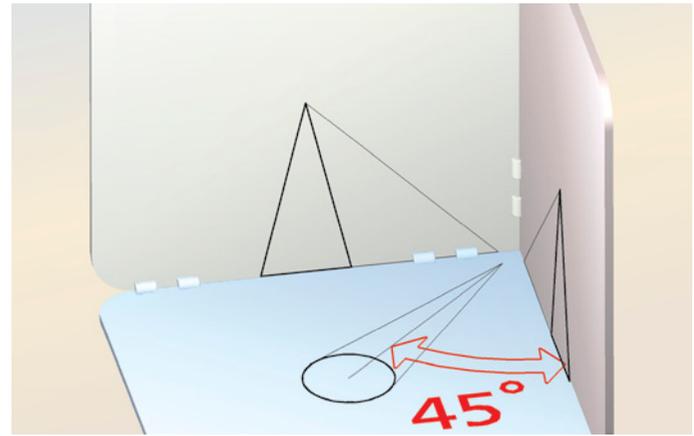
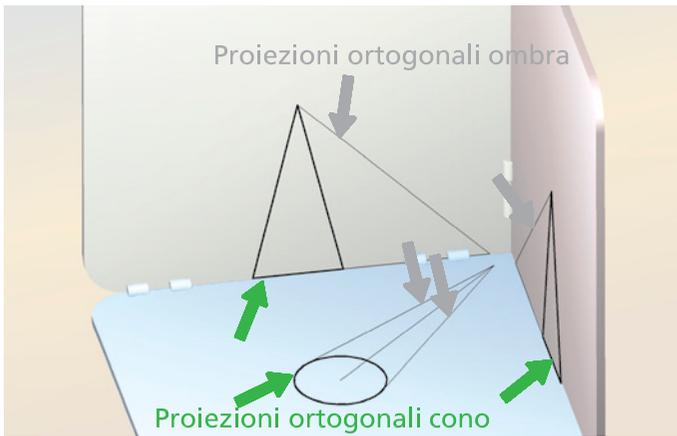
Nelle figure seguenti viene illuminato un oggetto conico, e vengono eseguite le proiezioni ortogonali di esso e delle relative zone d'ombra.



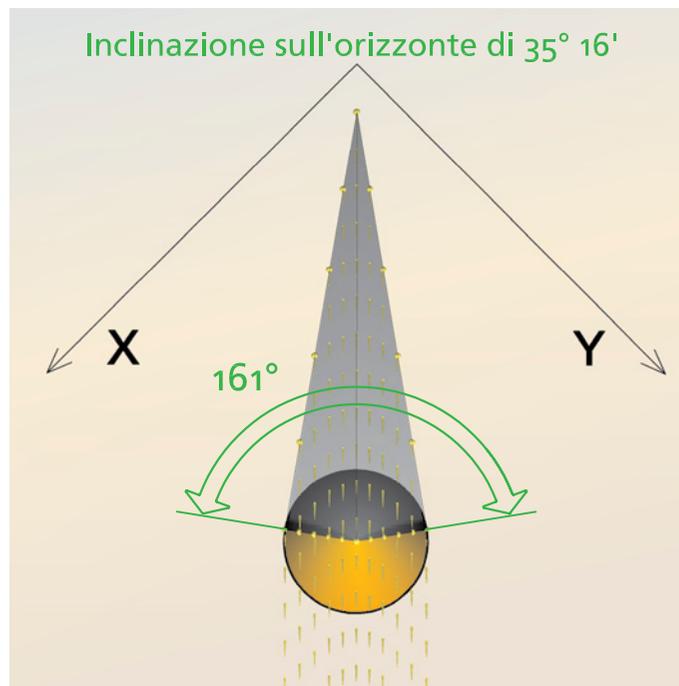
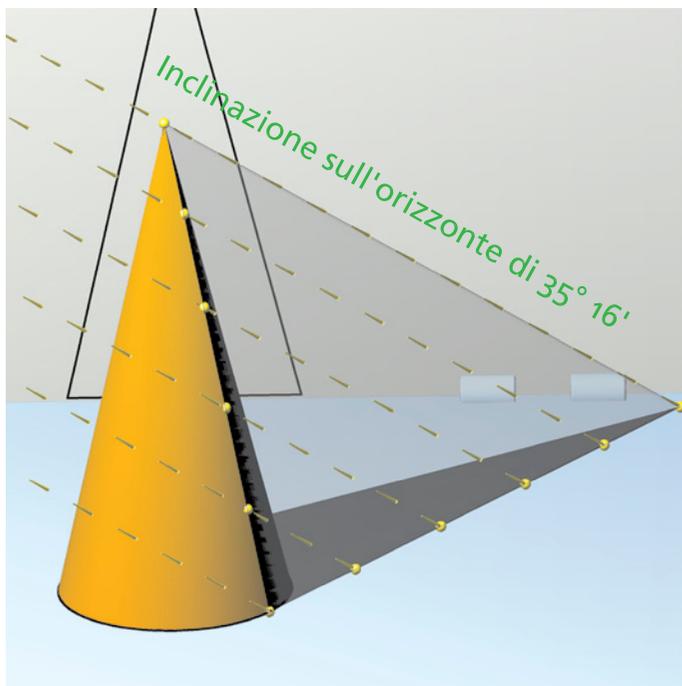


L'eliminazione del cono rende più chiara la disposizione delle proiezioni ortogonali sia del cono che delle ombre, come illustrato nelle figure seguenti.

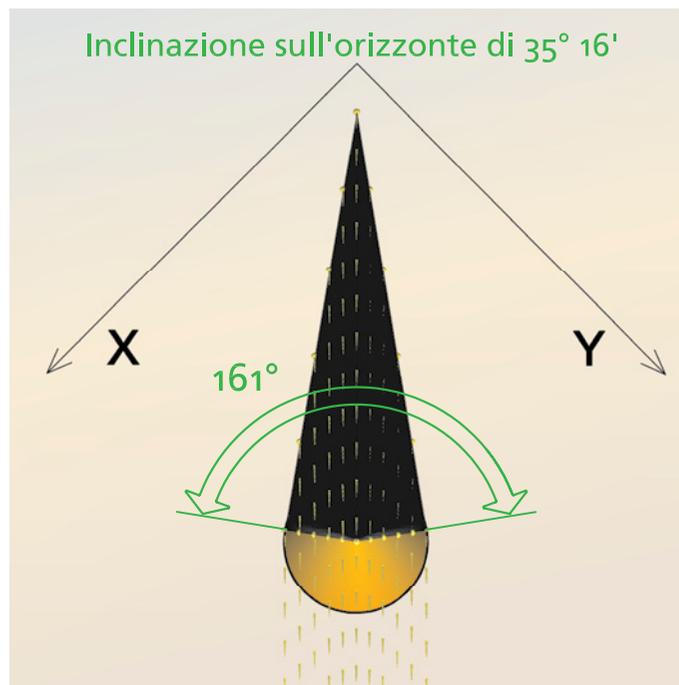
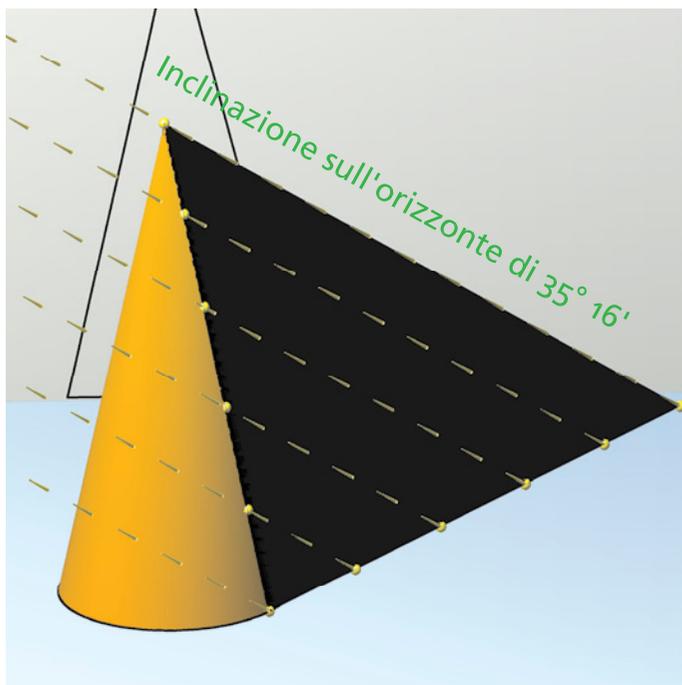
Come già osservato, le proiezioni ortogonali dei raggi luminosi hanno una identica inclinazione, pari a 45° , rispetto a qualsiasi asse coordinato.



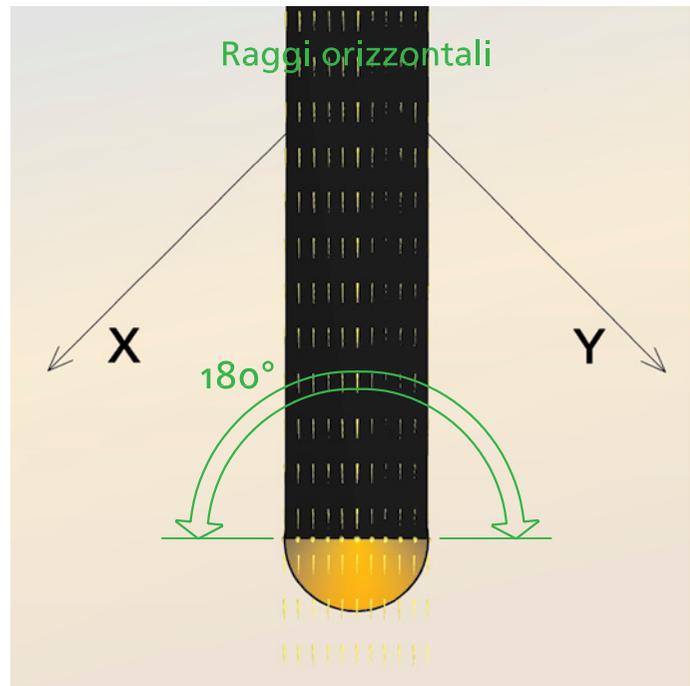
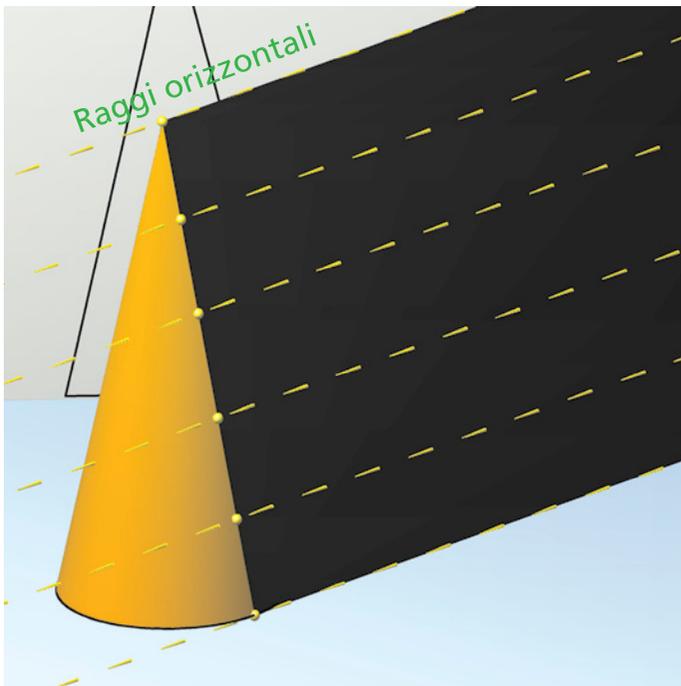
OMBRA DI UN CONO AL VARIARE DELLA INCLINAZIONE DEI RAGGI LUMINOSI



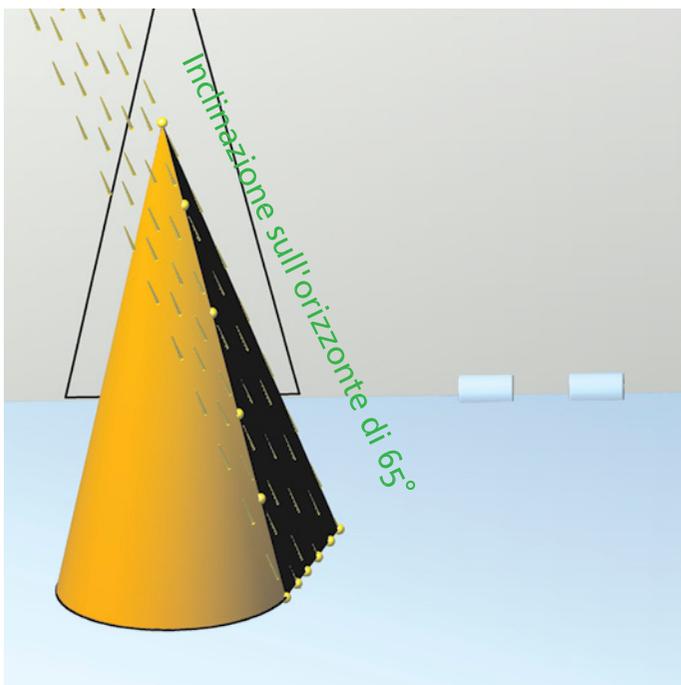
Un contrasto più marcato tra zone in luce e zone in ombra permette di cogliere meglio le geometrie, come nelle figure seguenti.



La luce potrebbe anche provenire da una **direzione orizzontale**, vale a dire una direzione con angolo nullo rispetto all'orizzonte, come illustrato nelle due figure seguenti; nella vista dall'alto si può notare sul cono un angolo di apertura tra le linee separatrici luceombra di esattamente 180°.



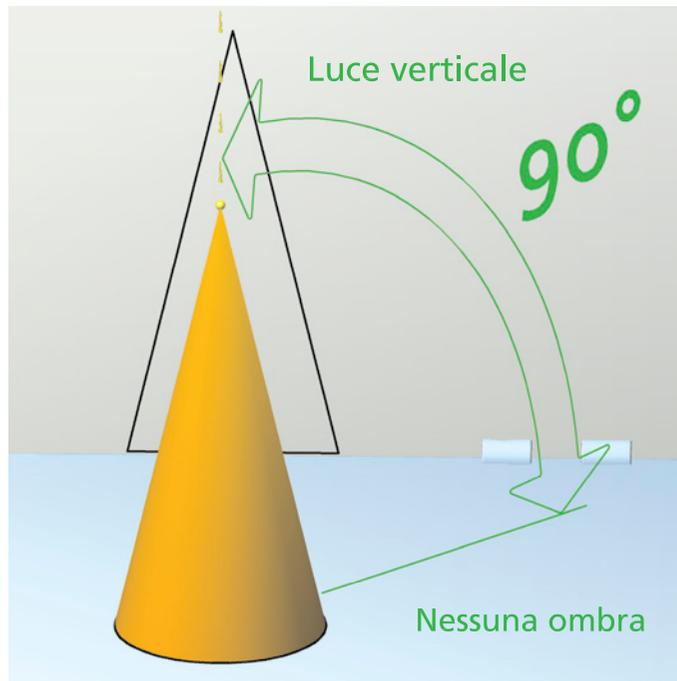
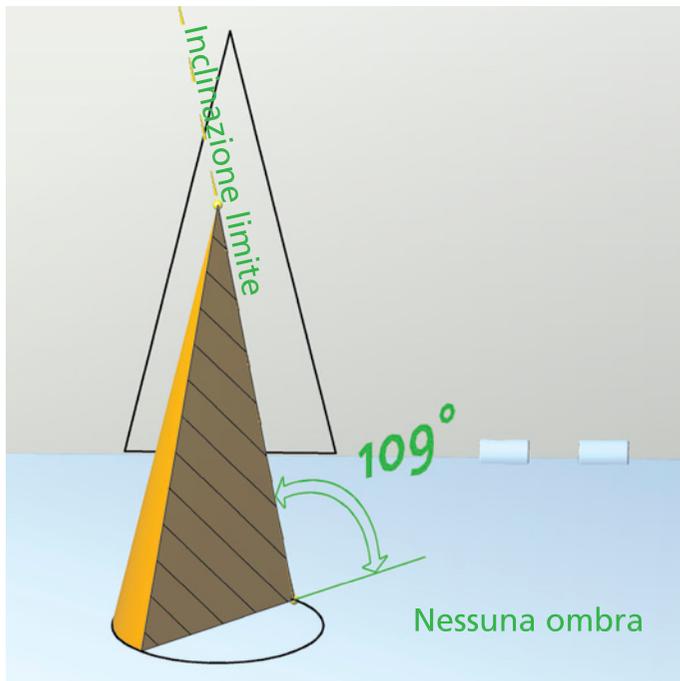
Con luce proveniente da una direzione **con angolo di 65°** rispetto all'orizzonte il risultato è quello illustrato nelle due figure seguenti: l'ombra portata si è nettamente accorciata, e nella vista dall'alto si può notare sul cono un angolo di apertura tra le linee separatrici luce-ombra di 119°.



L'ombra portata diviene nulla quando la direzione dei raggi luminosi differisce dalla verticale di un angolo pari alla metà dell'angolo di apertura del cono stesso: visto che in questo caso l'angolo al vertice del cono è pari a 38°, l'inclinazione dei raggi luminosi rispetto al piano di base oltre la quale non vi è più formazione di ombra è pari a $90^\circ - 38^\circ/2 = 90^\circ - 19^\circ = 71^\circ$. In figura è indicato l'angolo supplementare corrispondente, vale a dire $180^\circ - 71^\circ = 109^\circ$. Per meglio comprendere il fenomeno, inoltre, il cono è sezionato verticalmente.

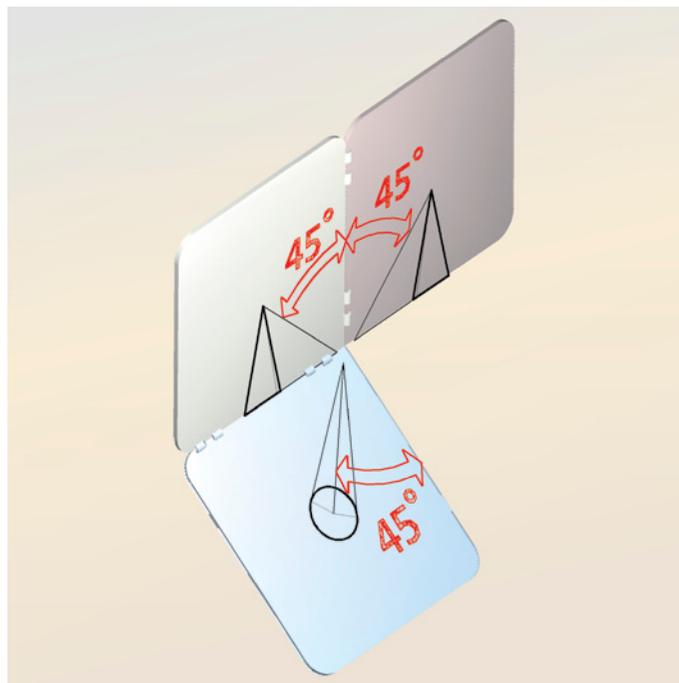
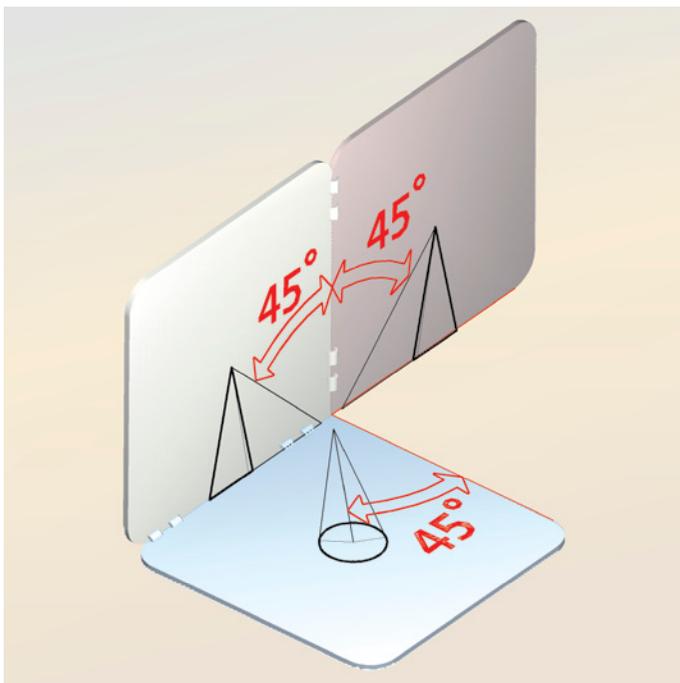
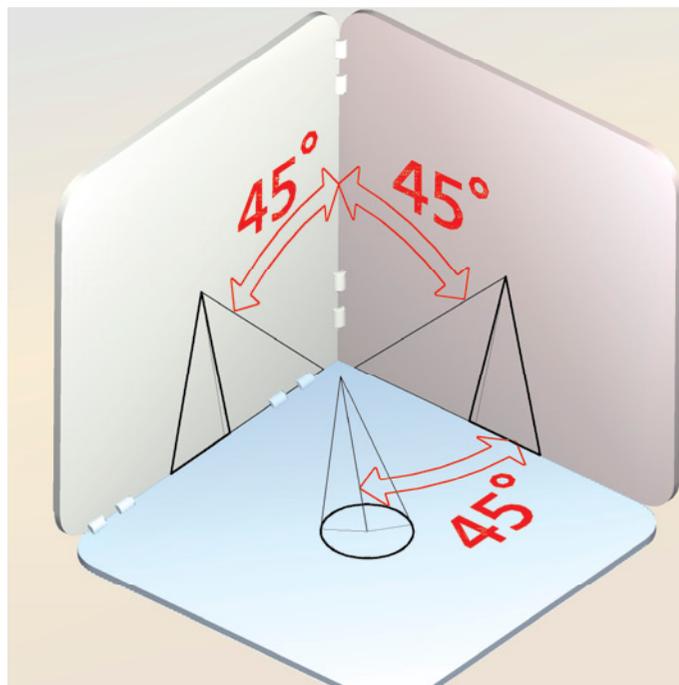
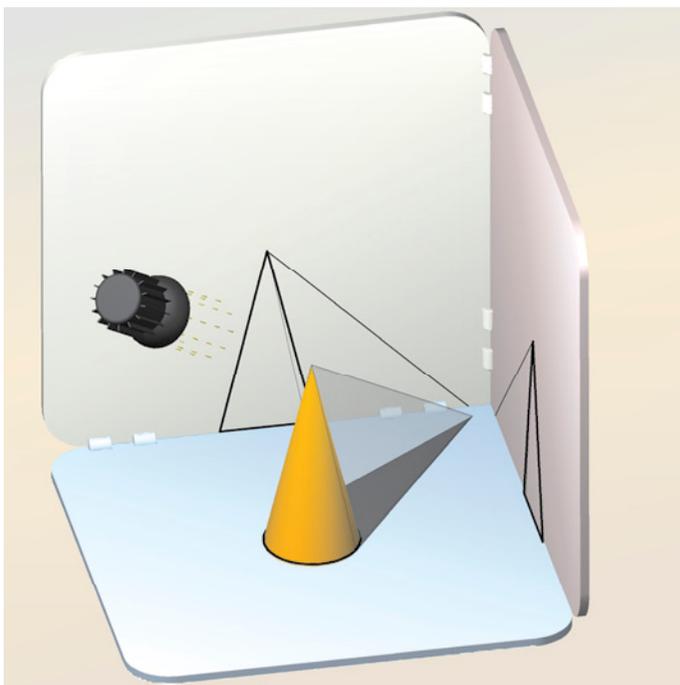
DISEGNO OMBREGGIATO

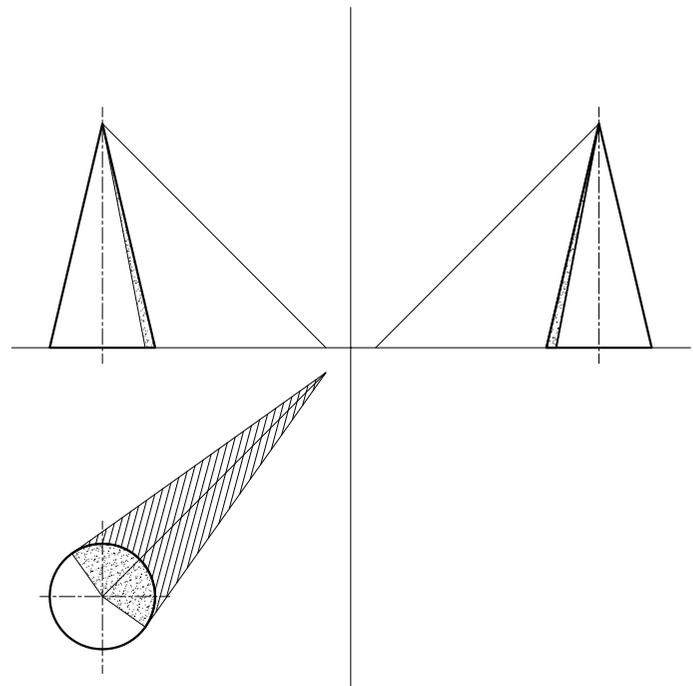
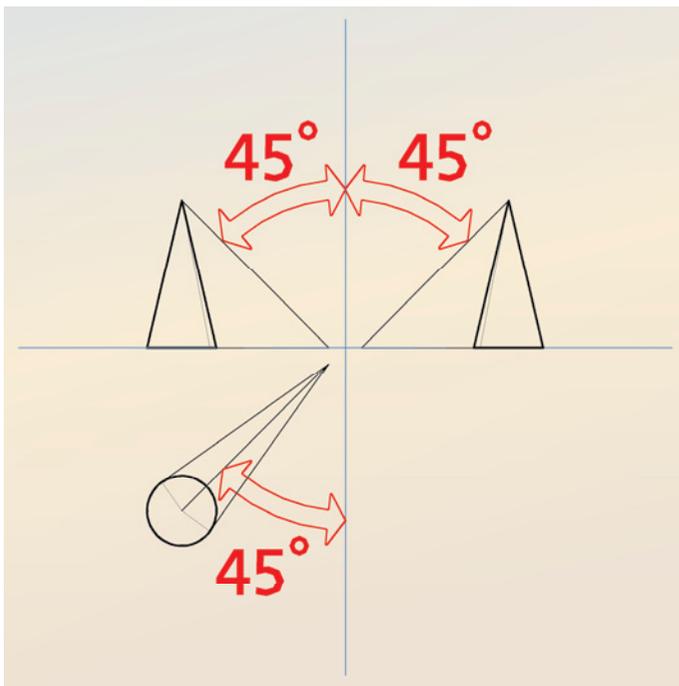
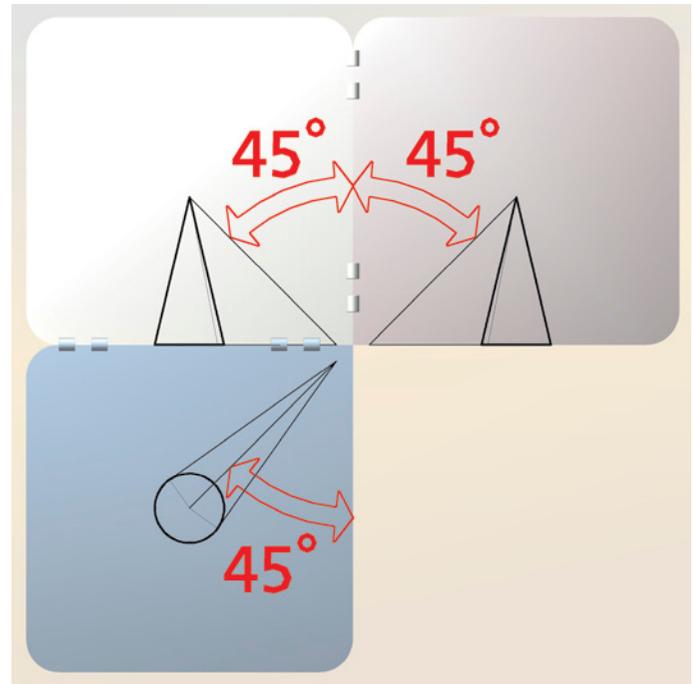
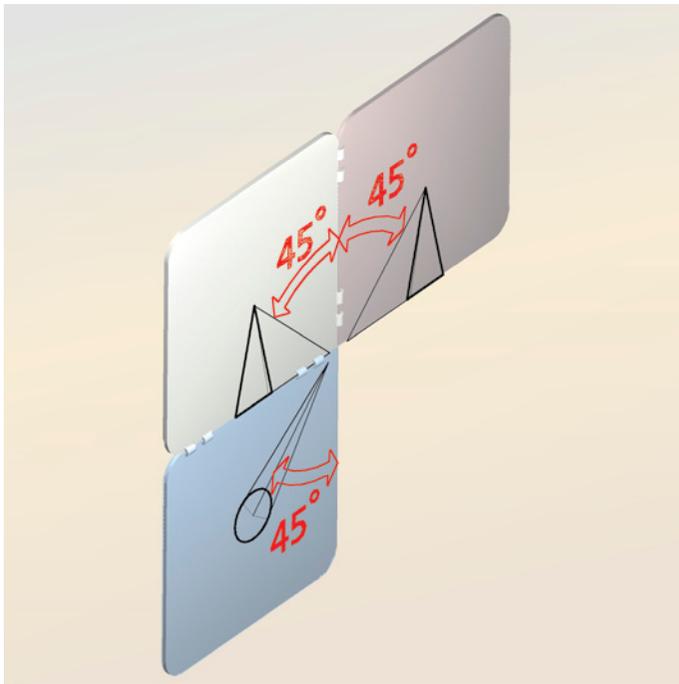
Questa condizione, di inclinazione limite, vede tutta la superficie del cono illuminata senza ombre; a maggior ragione, un ulteriore aumento dell'angolo fino alla verticale non produce nessuna variazione nel fenomeno, e la superficie del cono rimane illuminata in ogni sua parte senza produrre ombra.



3 COSTRUZIONE DELLE OMBRE

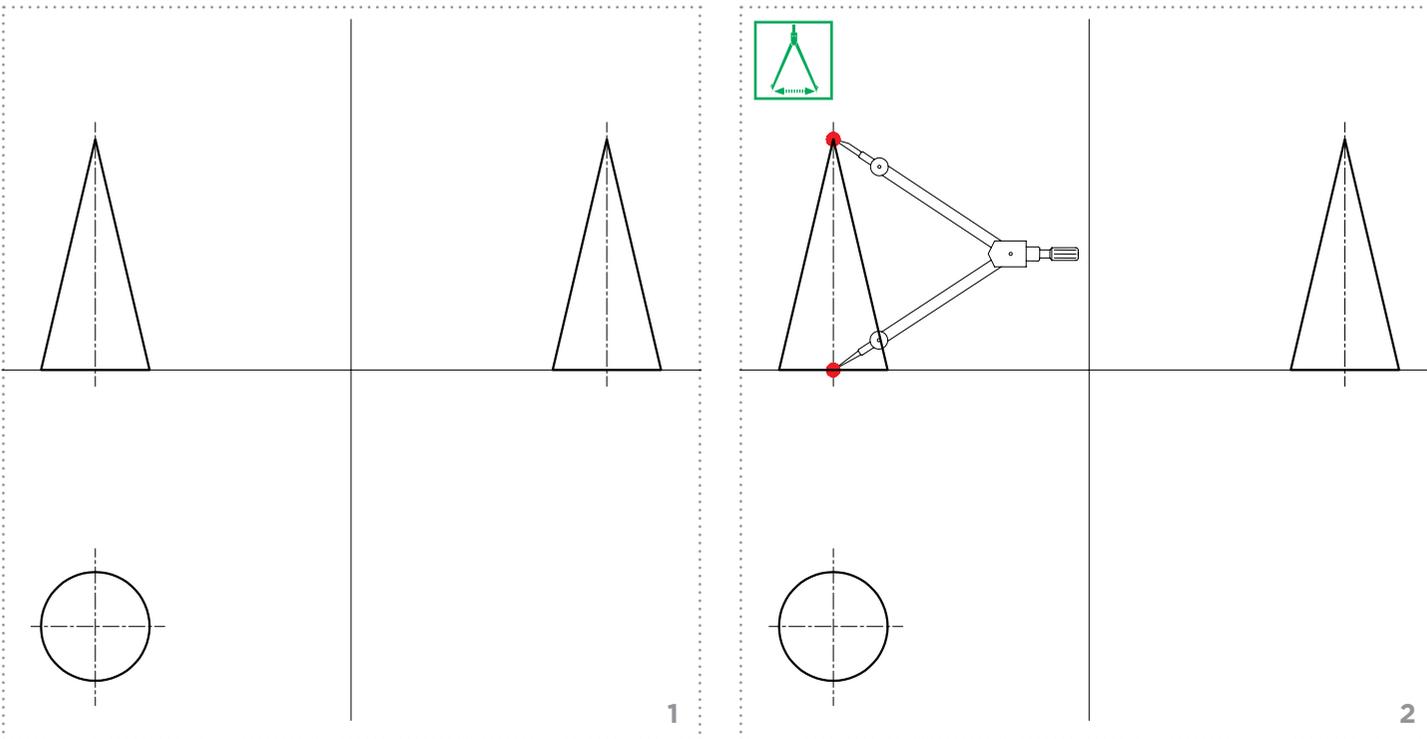
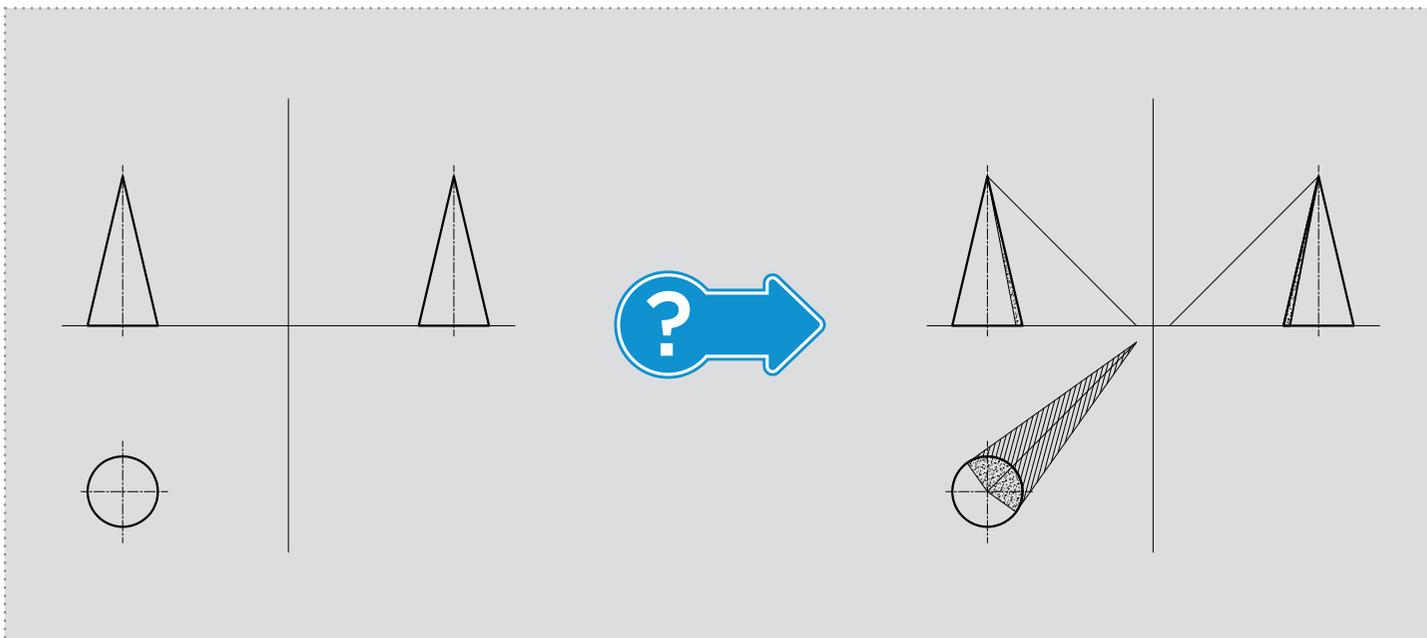
La costruzione grafica delle ombre viene eseguita tenendo presente la teoria, a questo punto ormai ben acquisita, sulle proiezioni ortogonali. Le figure seguenti illustrano il processo teorico che permette di generare le proiezioni ortogonali del cono e dell'ombra secondo il Metodo Europeo.

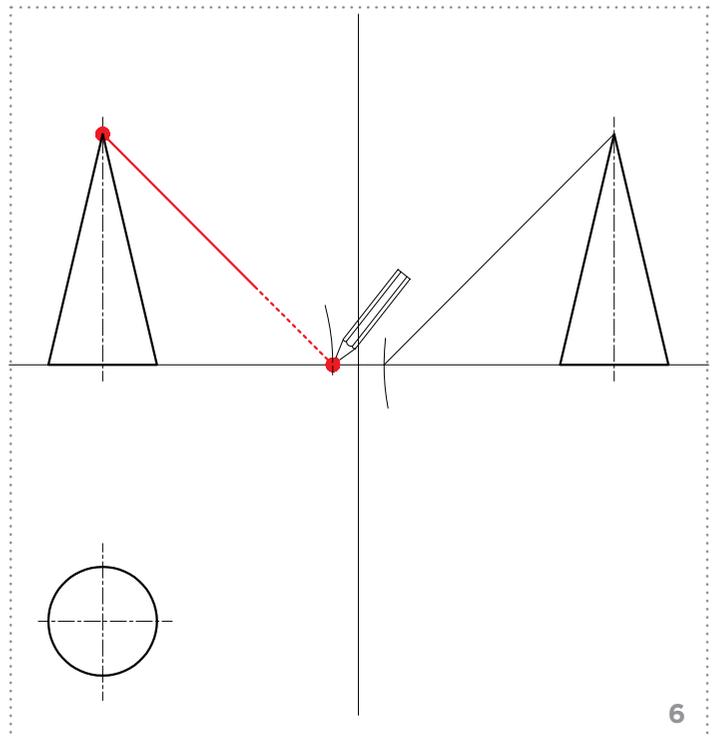
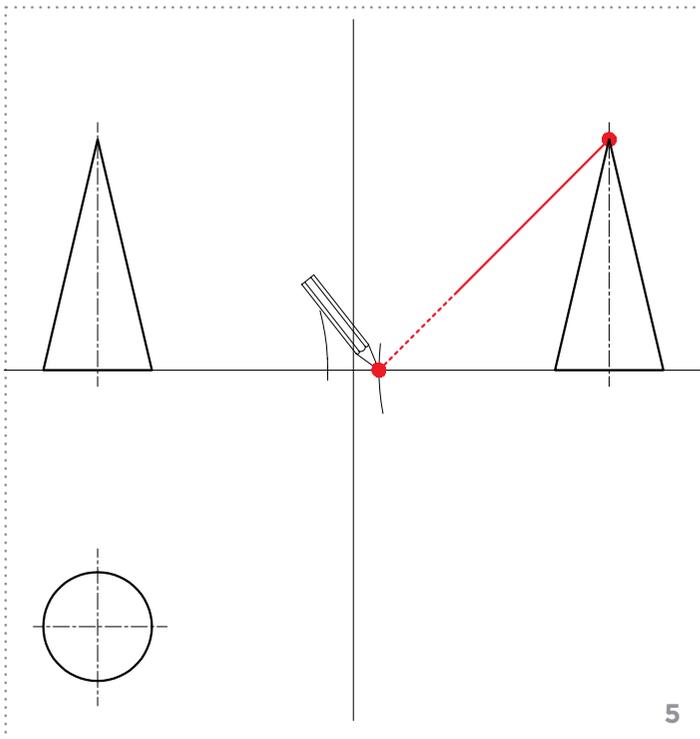
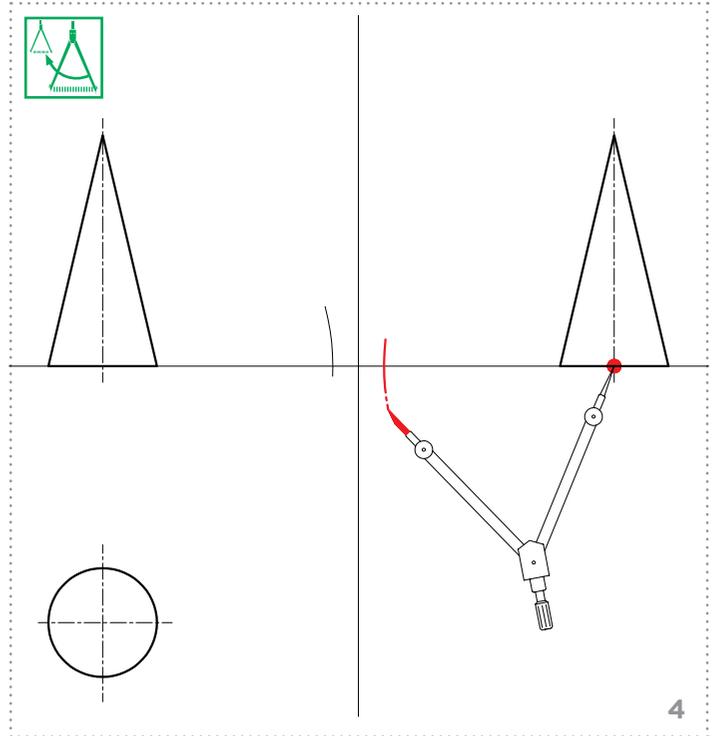
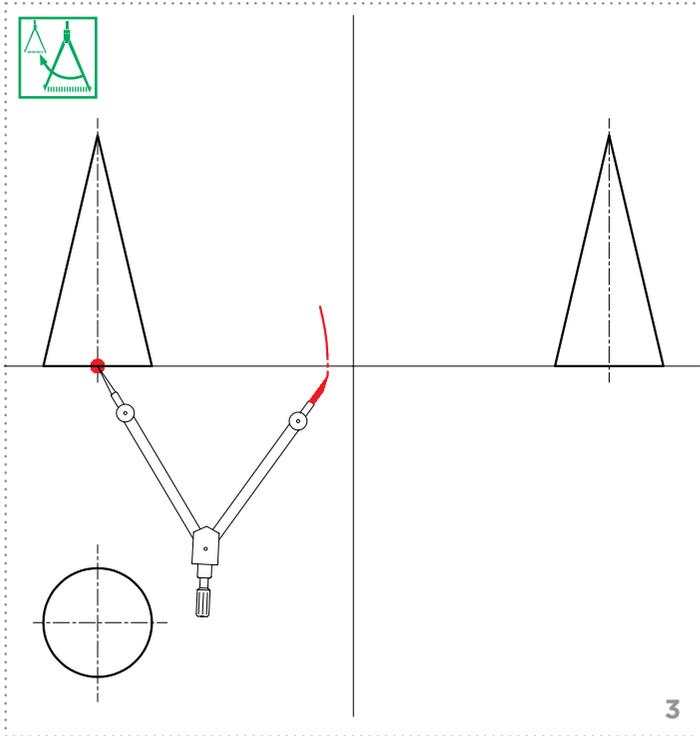


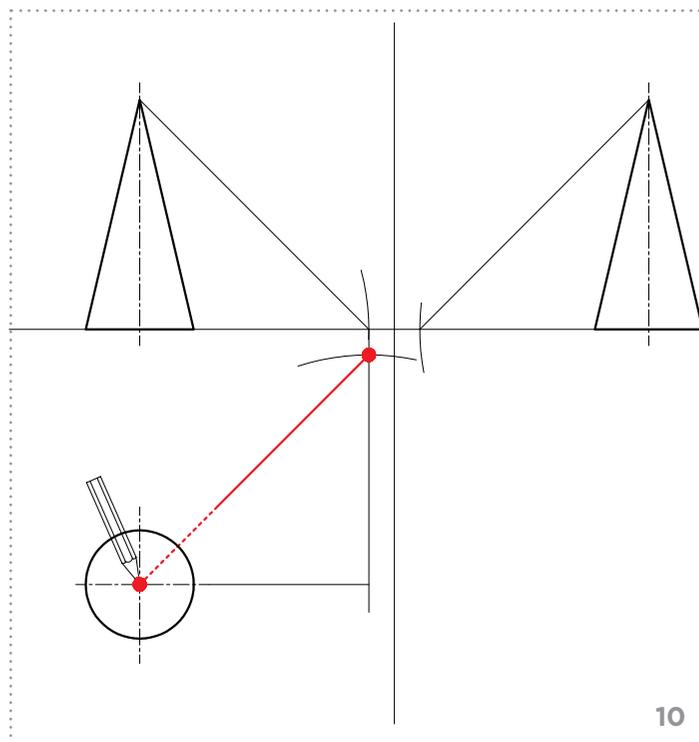
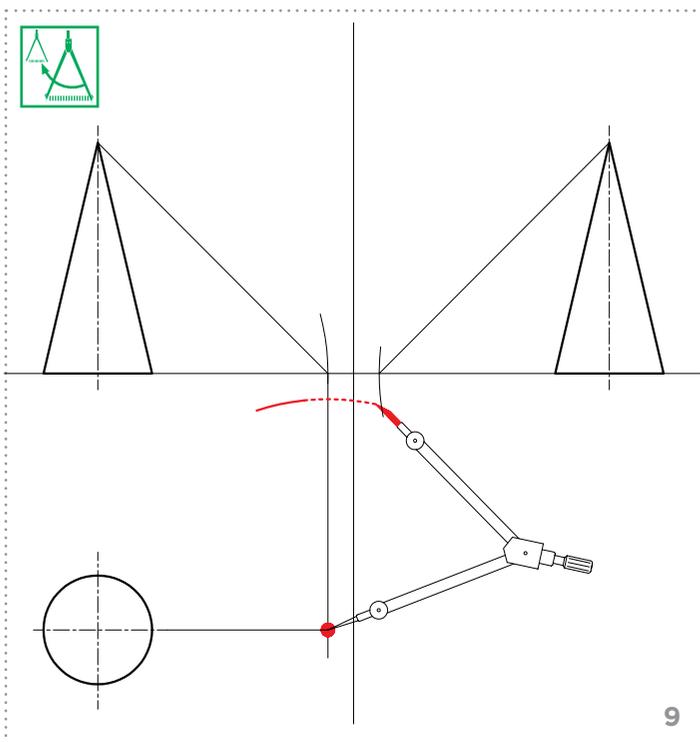
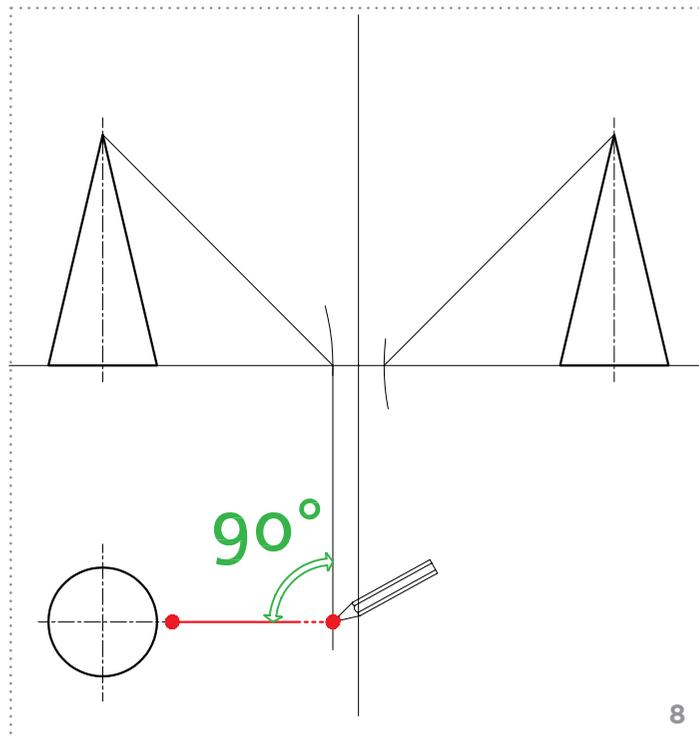
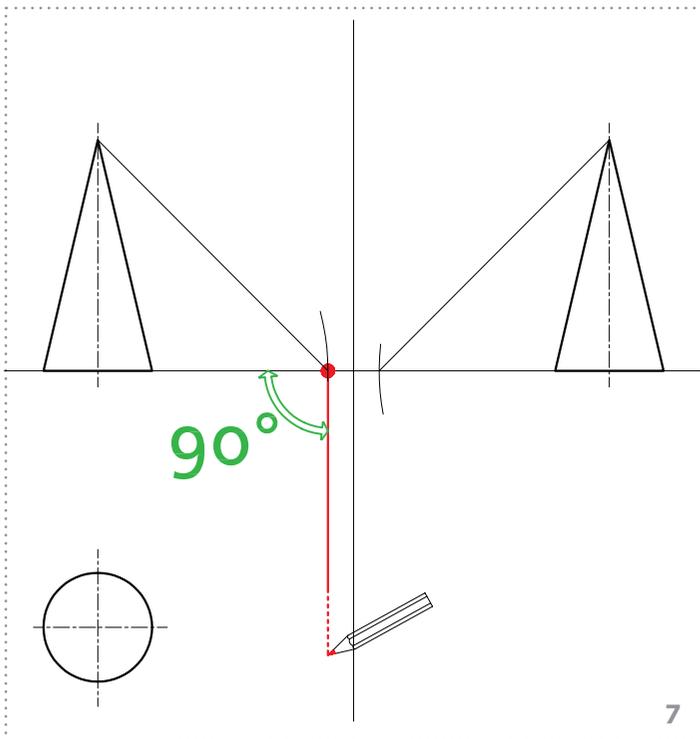


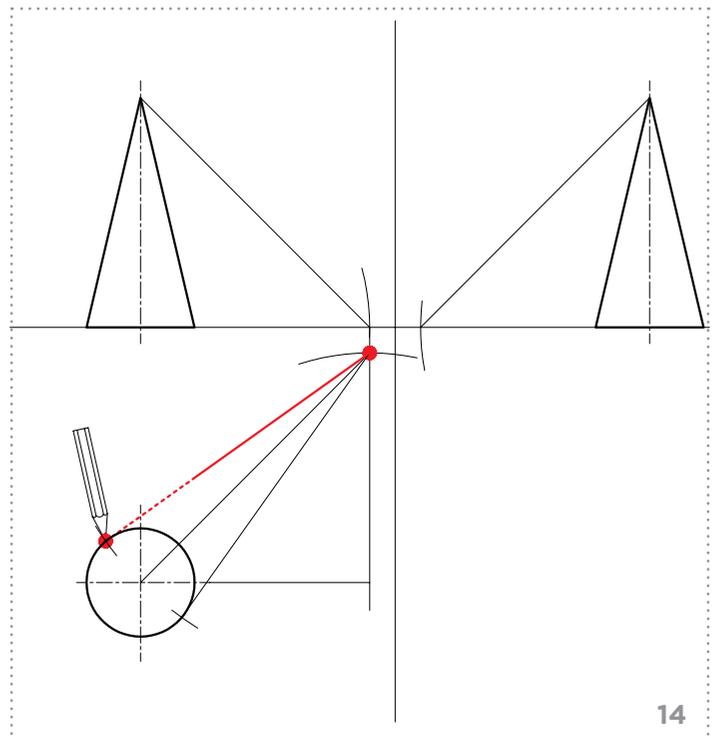
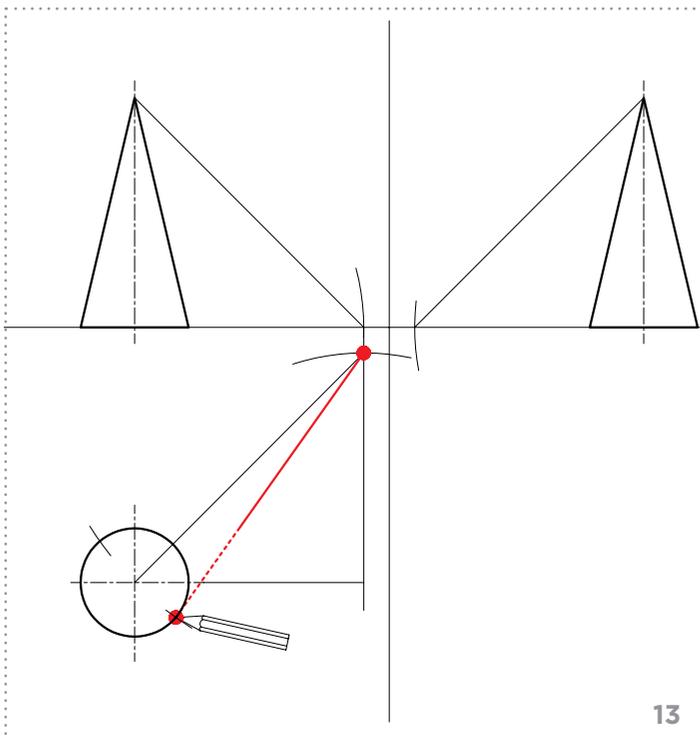
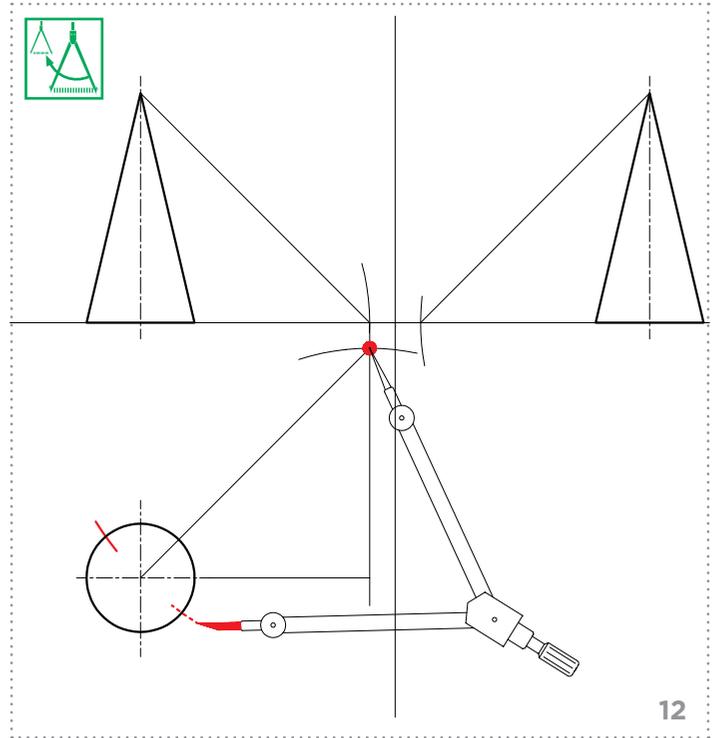
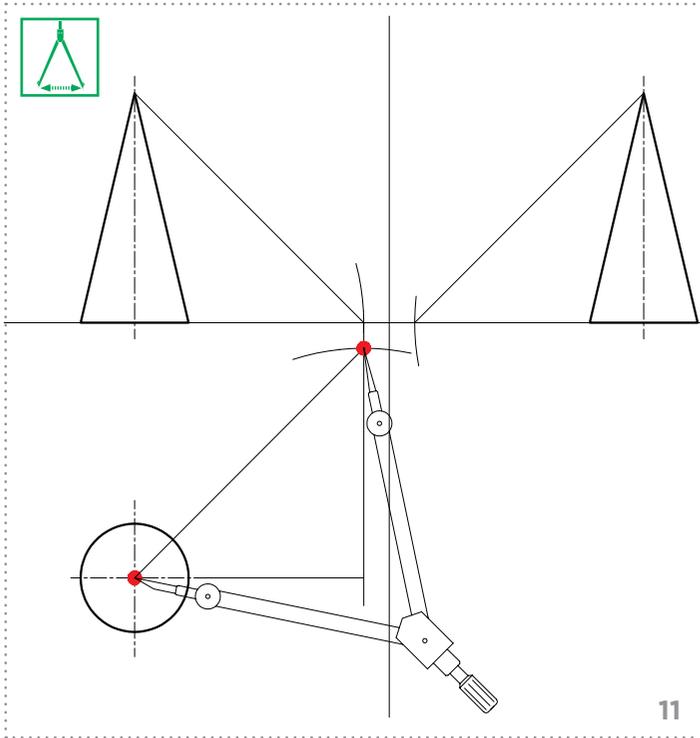
Nell'esercizio guidato seguente, la tecnica grafica che viene proposta non presenta novità di rilievo, fatto salvo il concetto chiave relativo all'inclinazione a 45° dei raggi luminosi rispetto agli assi di riferimento.

3.1 ESERCIZIO GUIDATO: OMBRA DI UN CONO IN PROIEZIONI ORTOGONALI



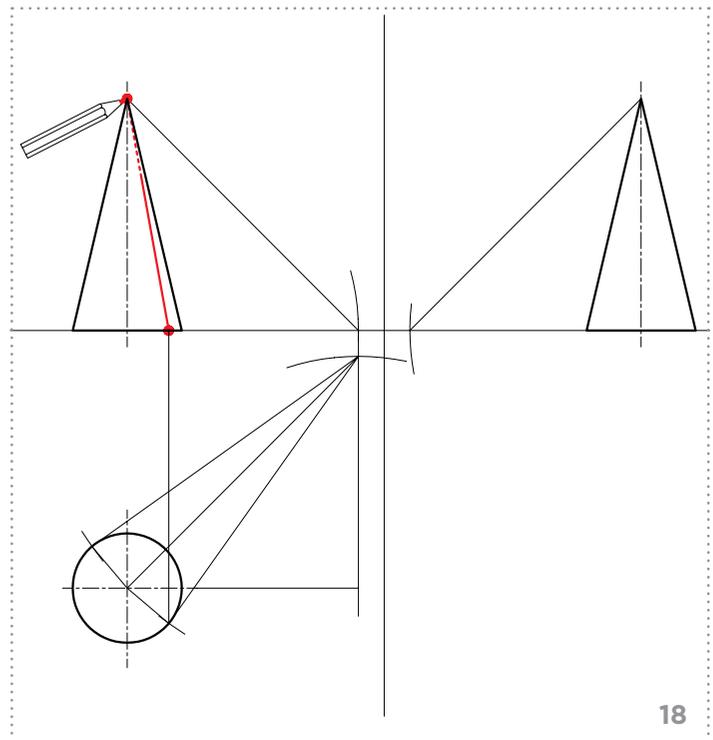
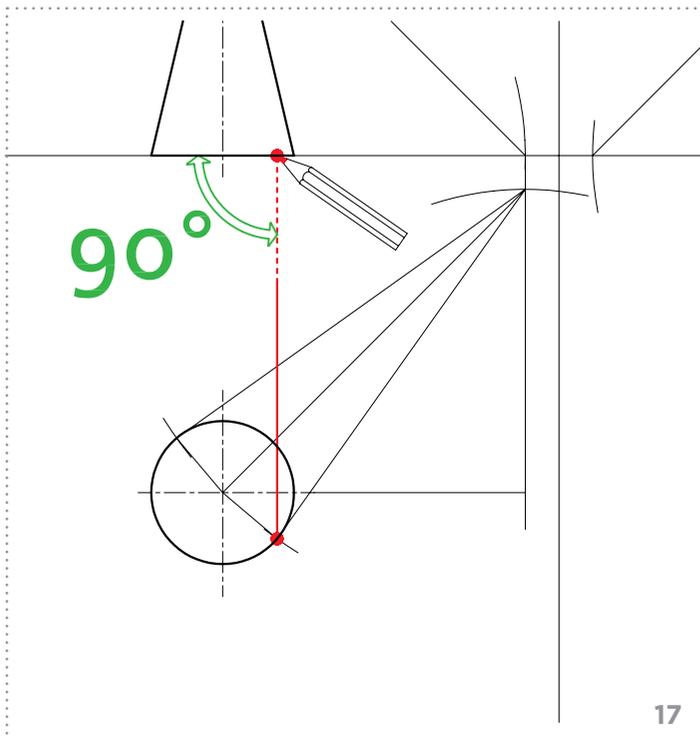
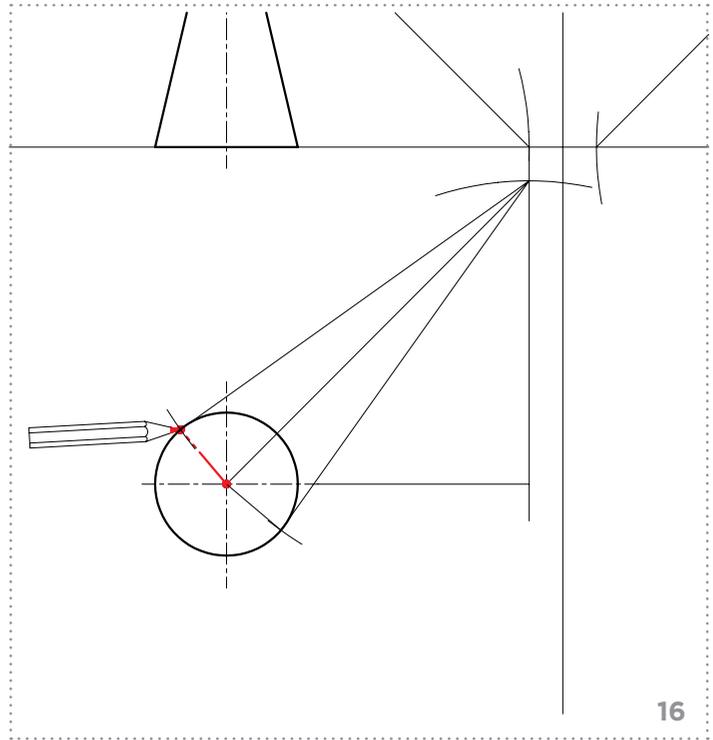
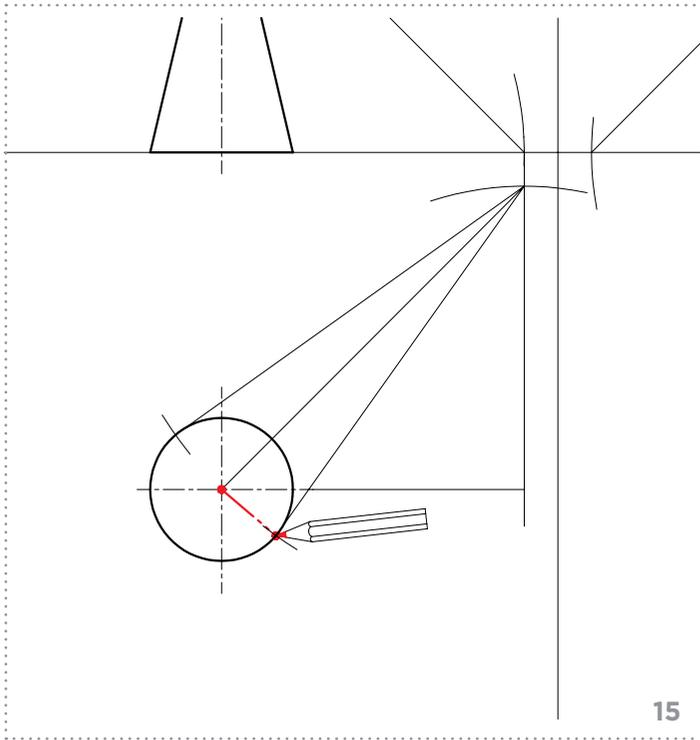


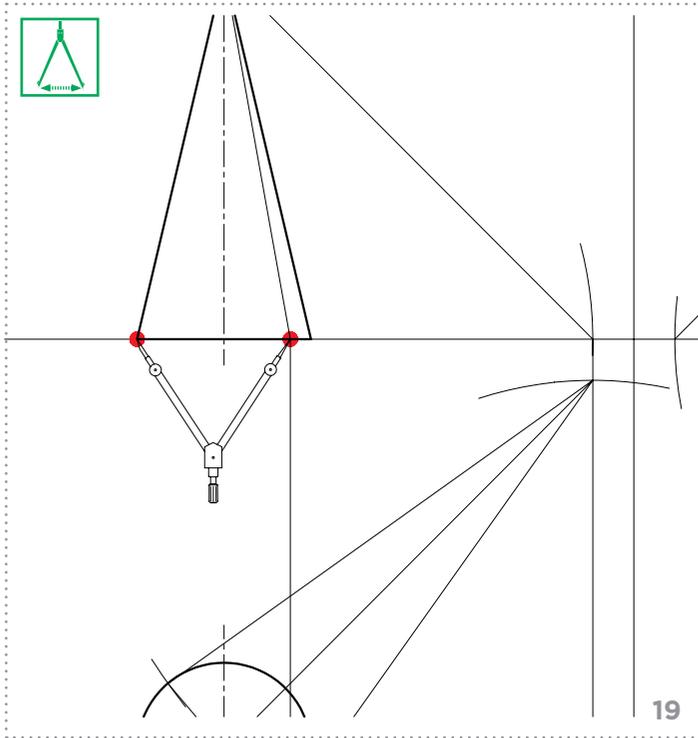




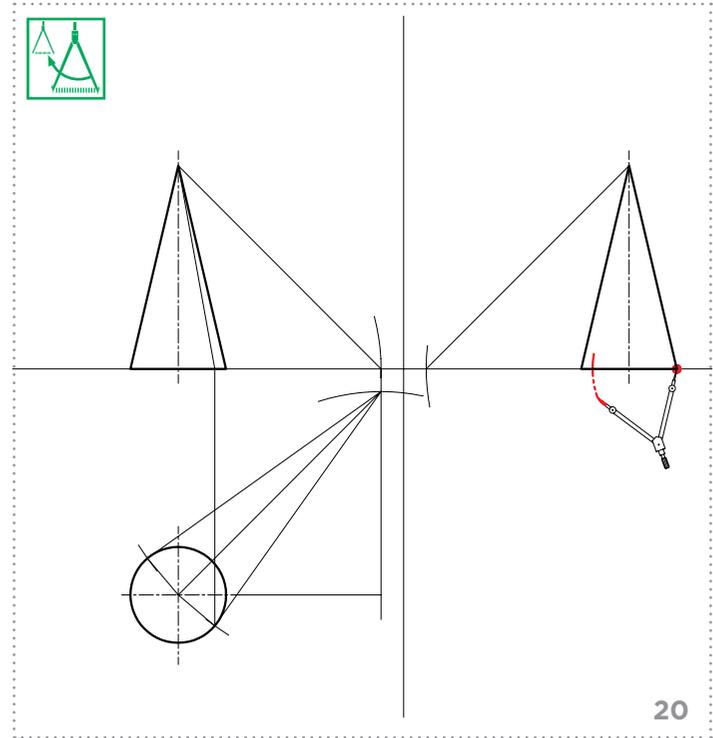
TRACCIAMENTO DELLA LINEA DI SEPARAZIONE (OMBRA PROPRIA)

Le figure seguenti illustrano il tracciamento della linea che sul cono separa la superficie illuminata da quella in ombra propria, vale a dire ombra prodotta dal cono stesso.

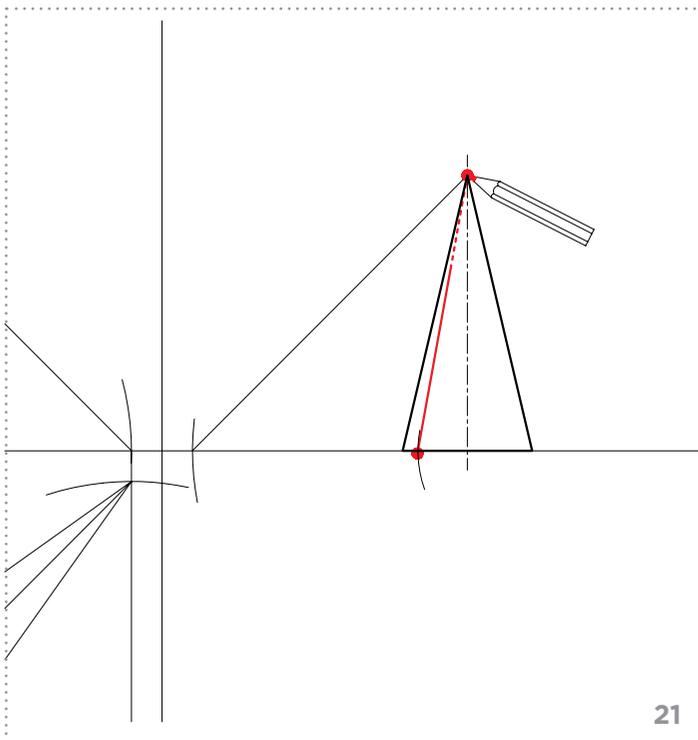




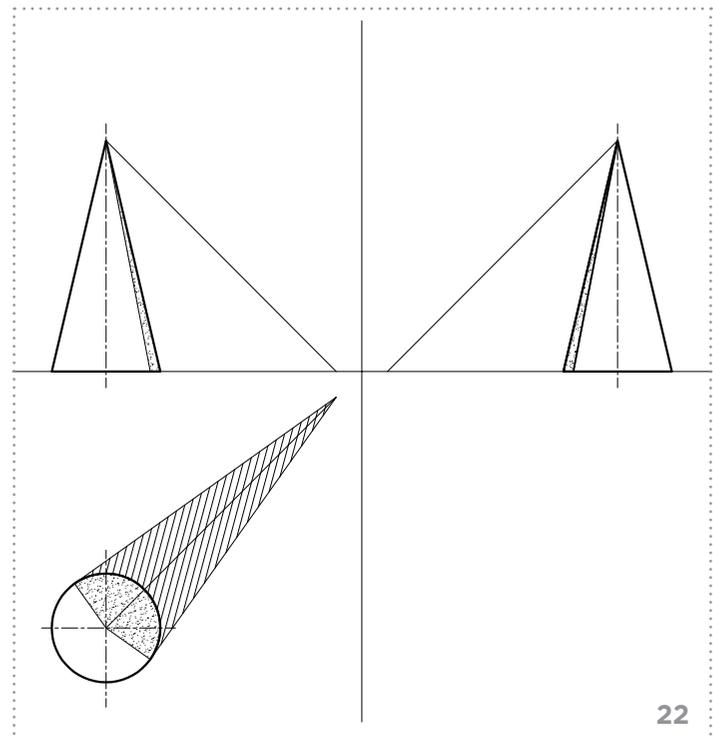
19



20



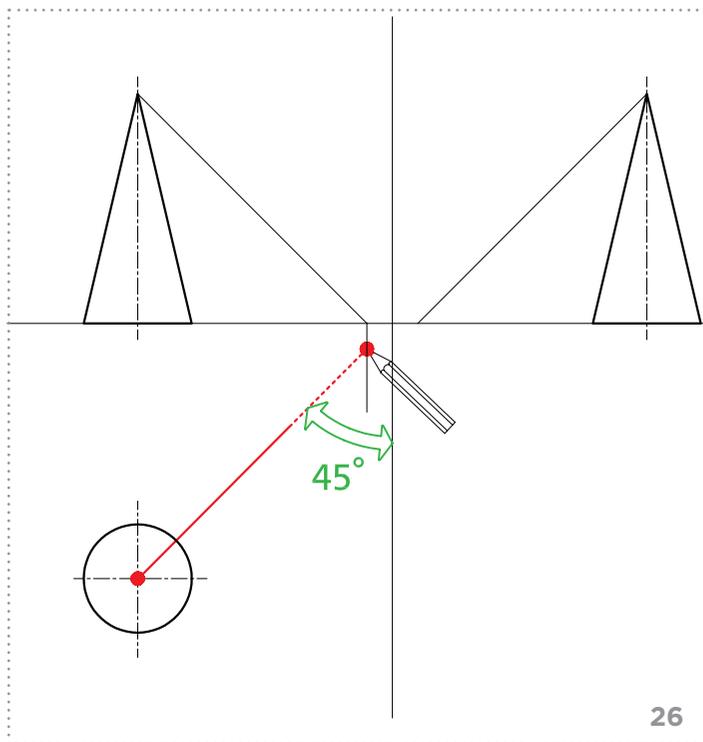
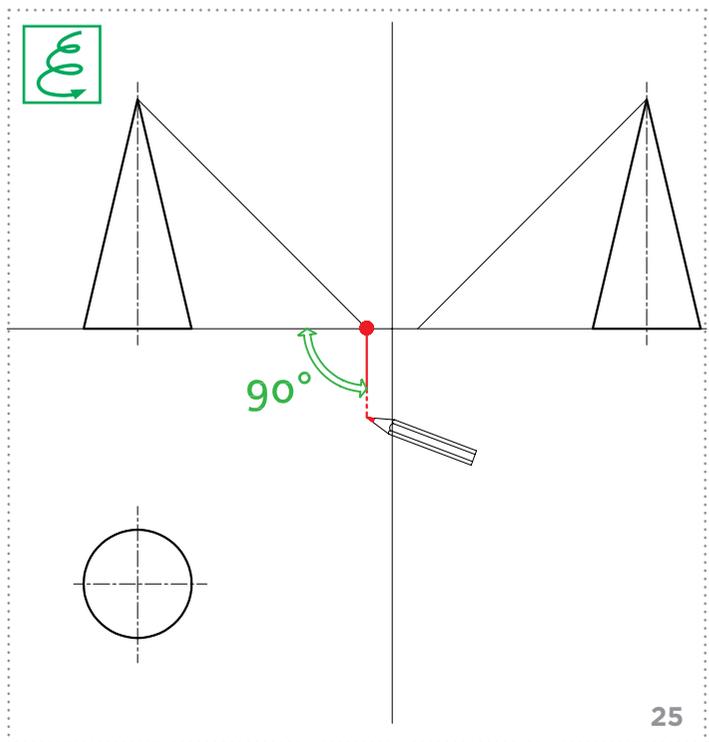
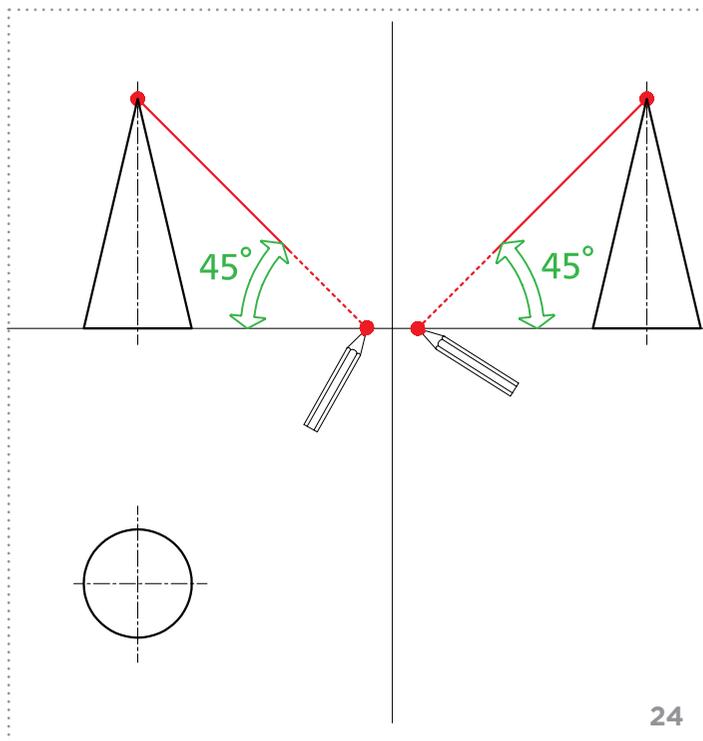
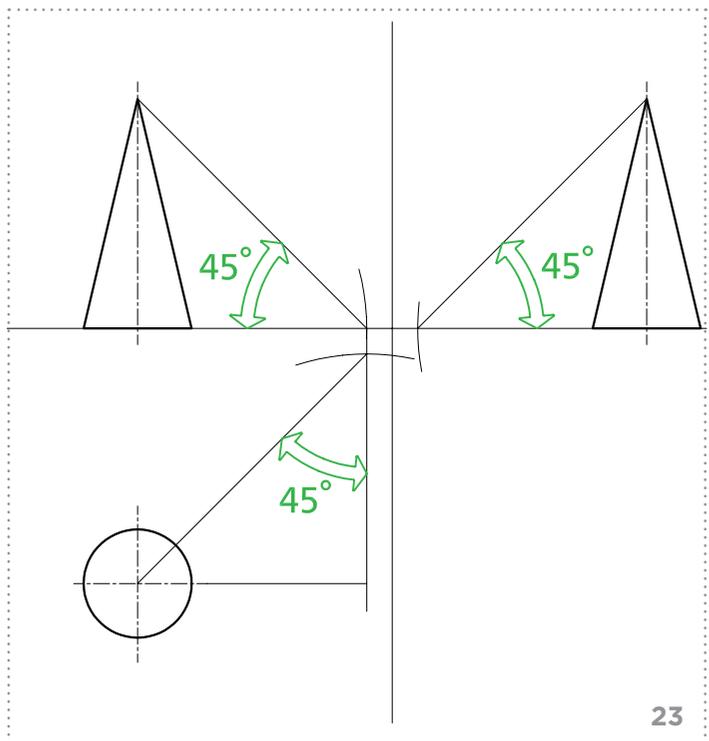
21



22

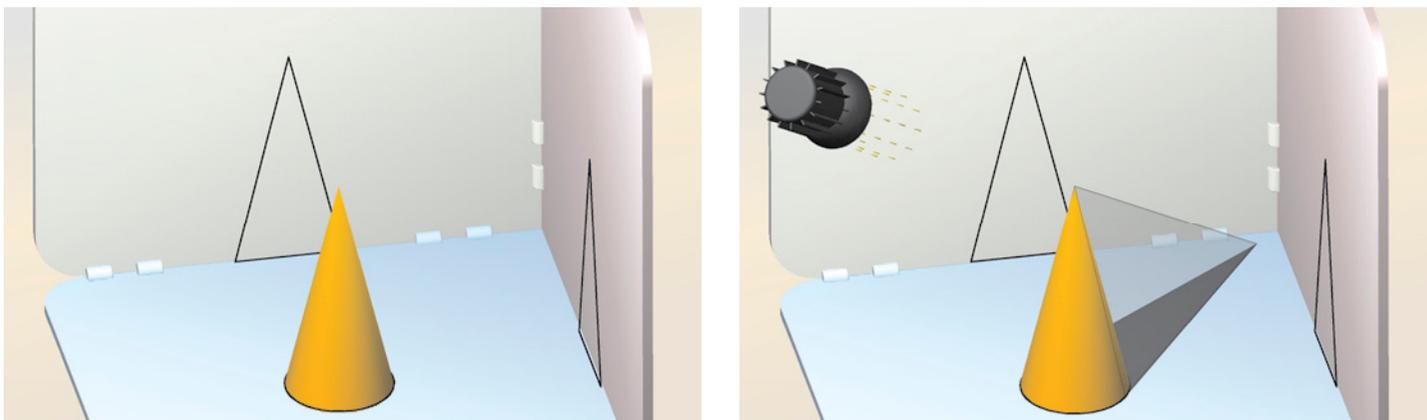
Un annerimento delle zone in ombra permette una comprensione immediata delle forme in relazione alla luce. Un annerimento più marcato dell'ombra portata rispetto a quello dell'ombra propria facilita ulteriormente la visione della tavola.

NOTA: le fasi dalla 2 alla 10 realizzano sui tre quadranti tre linee a 45° (come da figura sotto a sinistra) che rappresentano le proiezioni ortogonali del raggio luminoso passante per il vertice del cono. In ogni quadrante tutti i raggi luminosi sono paralleli a questi tre (fonte di luce all'infinito, o proiettore parallelo). Disponendo della possibilità di eseguire tracciamenti a 45°, ad esempio tramite squadretta o tramite tecnigrafo, la costruzione risulta abbreviata come dalle figure 24, 25 e 26 seguenti.

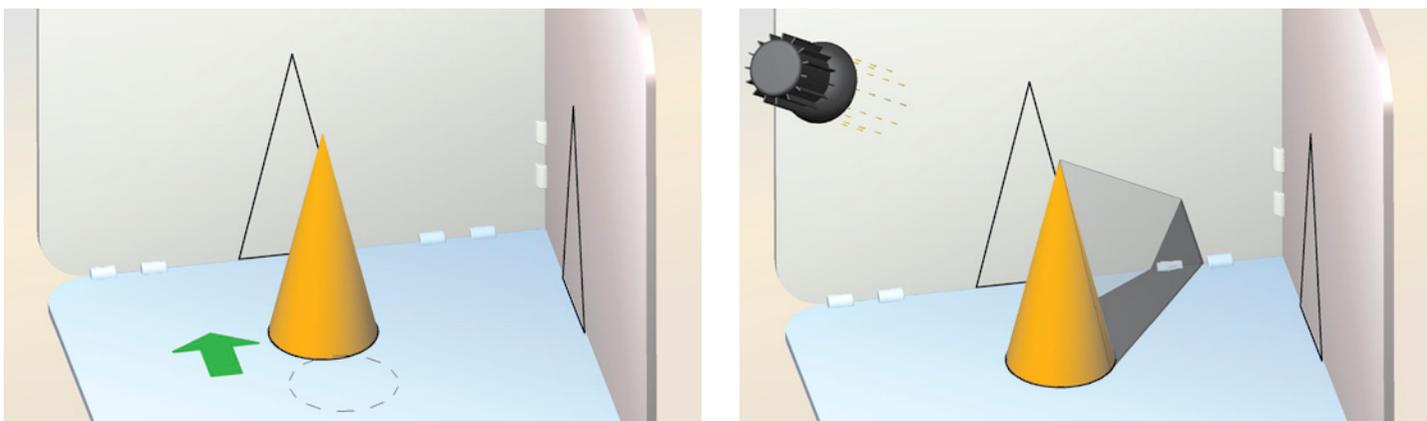


4 OMBRA RIPARTITA SU PIÙ PIANI ORTOGONALI

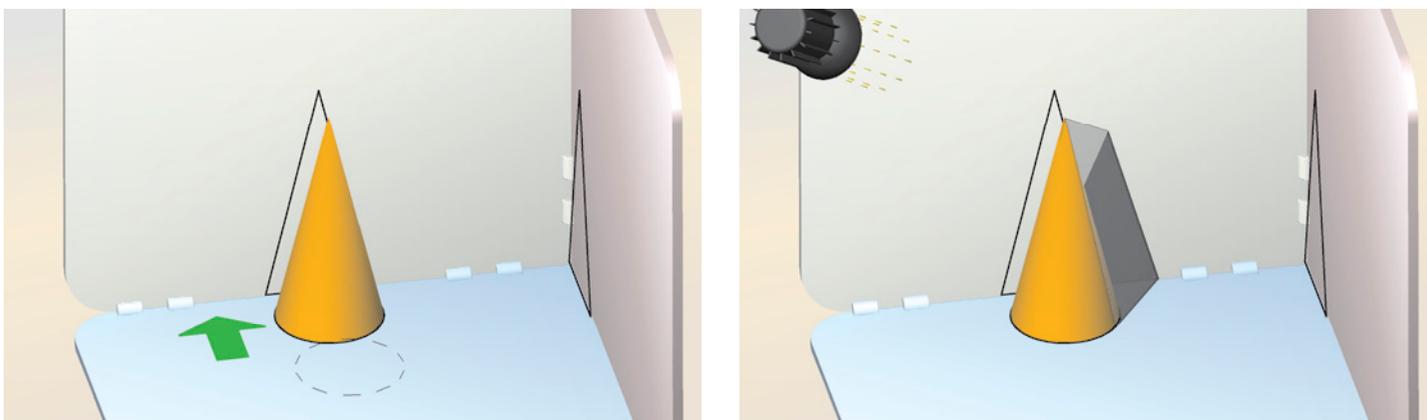
La generazione delle ombre come vista più sopra è riassunta nelle due figure seguenti: tutta l'ombra portata del cono giace sul piano XY.



Immaginando uno spostamento del cono in direzione del piano XZ (spostamento lungo la direzione Y ma in senso negativo), l'ombra portata del cono si ripartisce tra il piano XY e il piano XZ, con un notevole effetto di deformazione, come visibile nelle due figure seguenti:



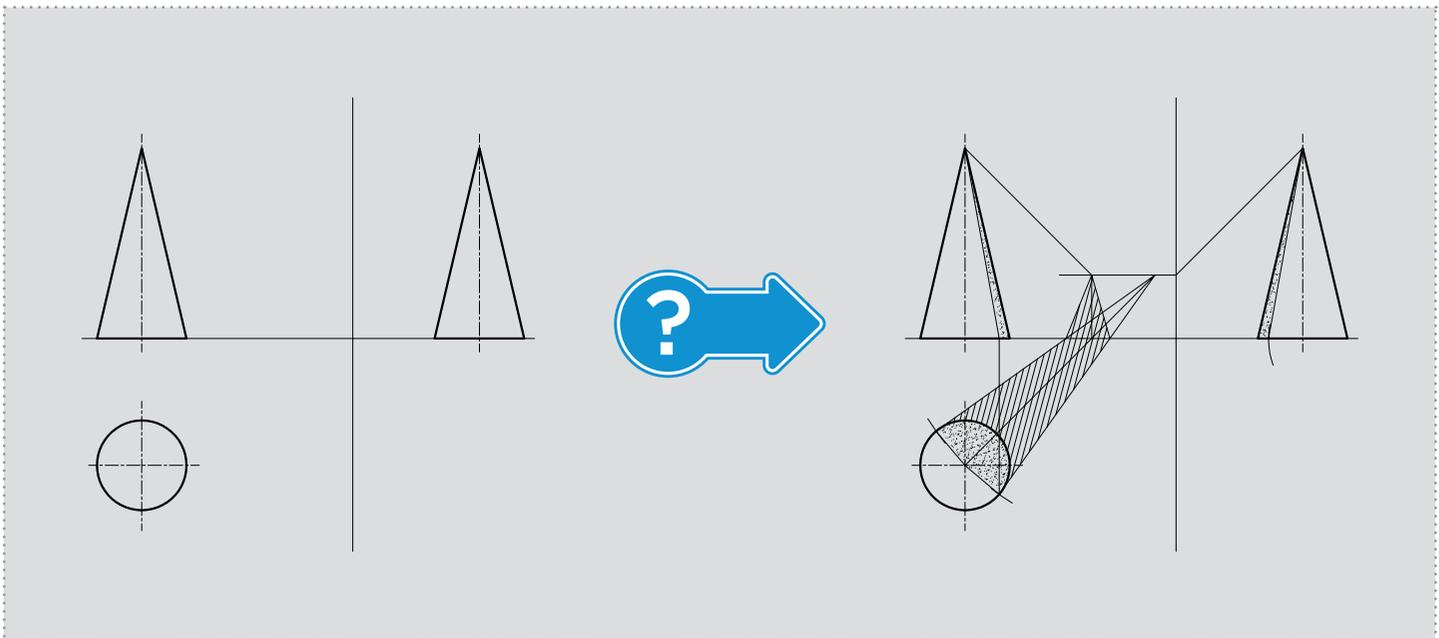
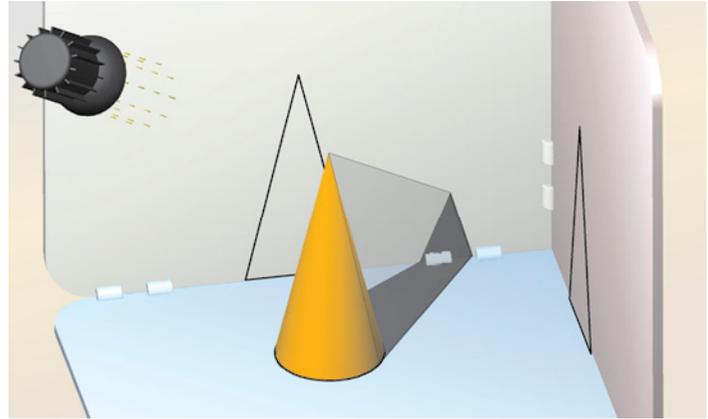
Un ulteriore spostamento del cono, fino a toccare il piano XZ, produce una situazione del tipo di quella visibile nelle due figure seguenti:

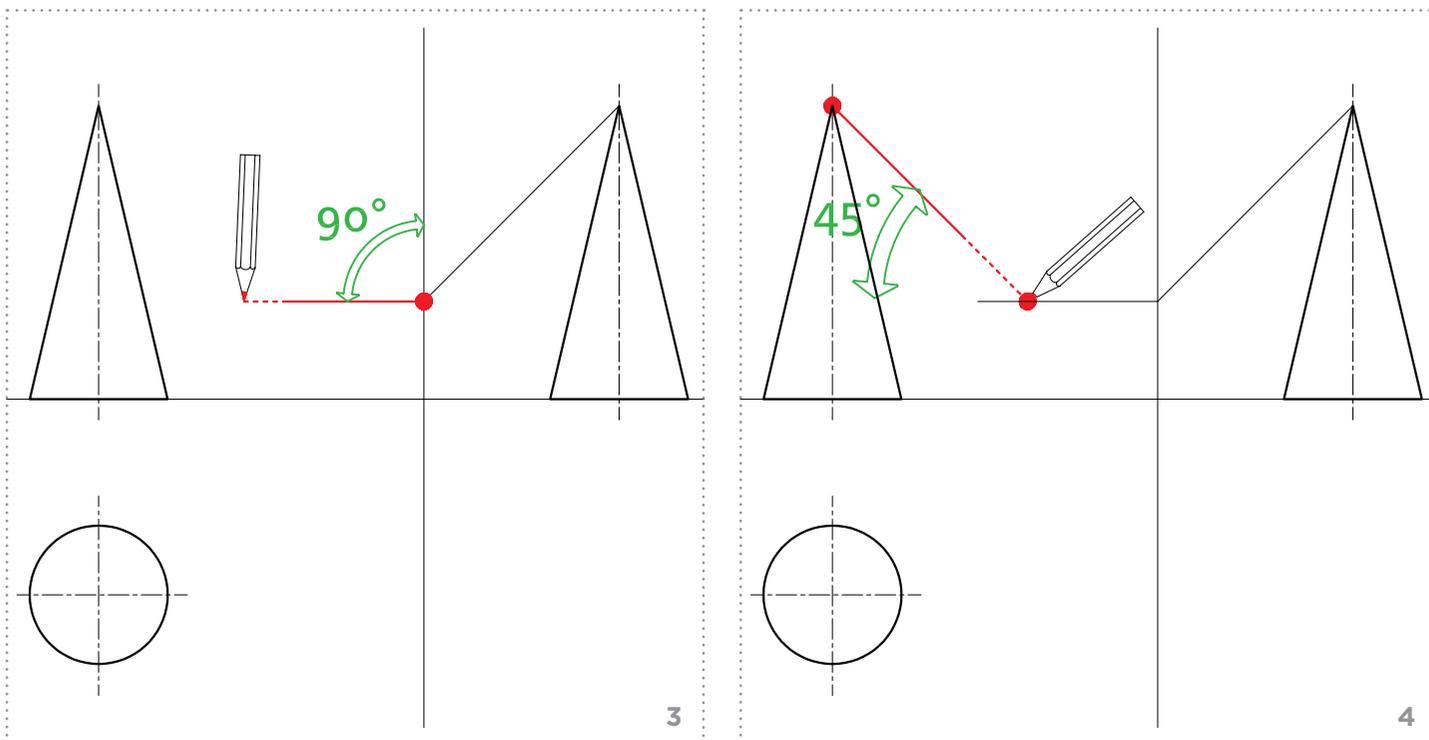
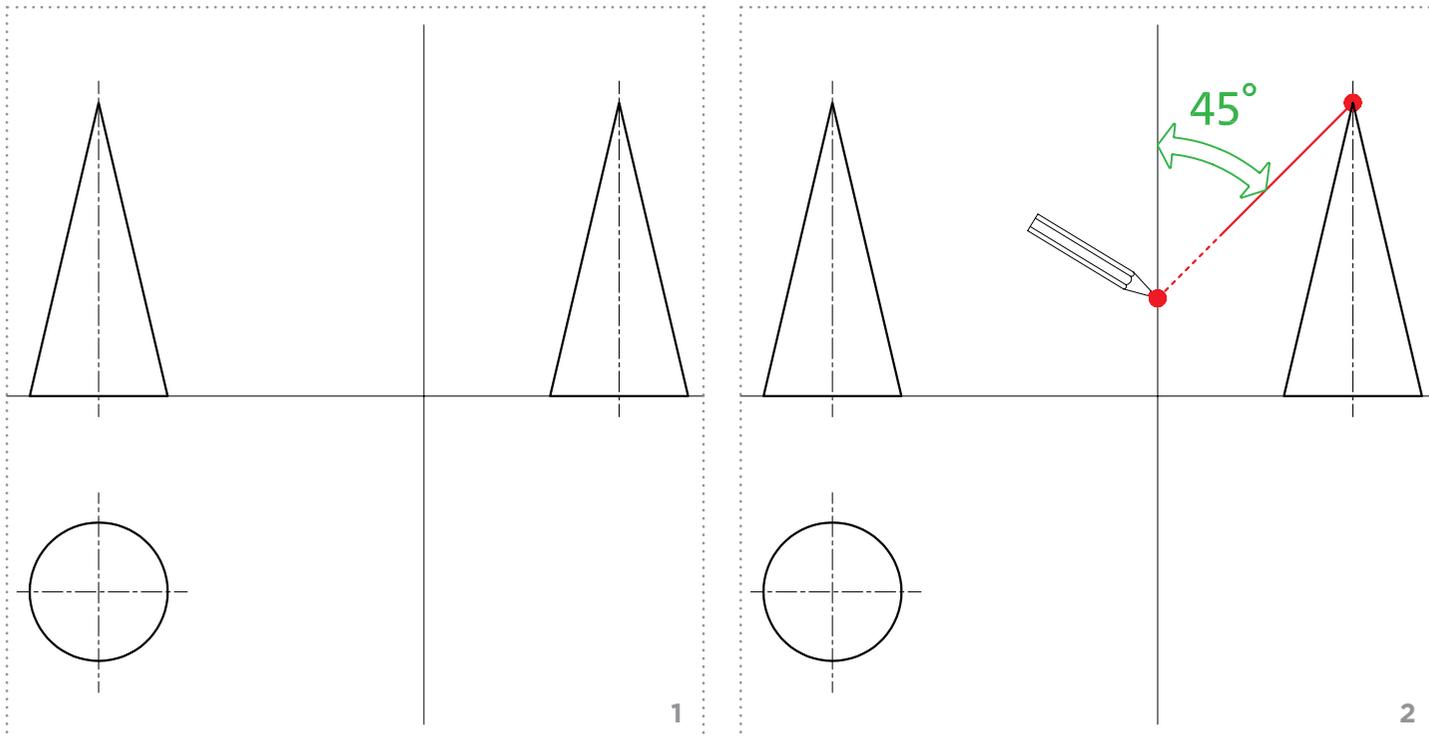


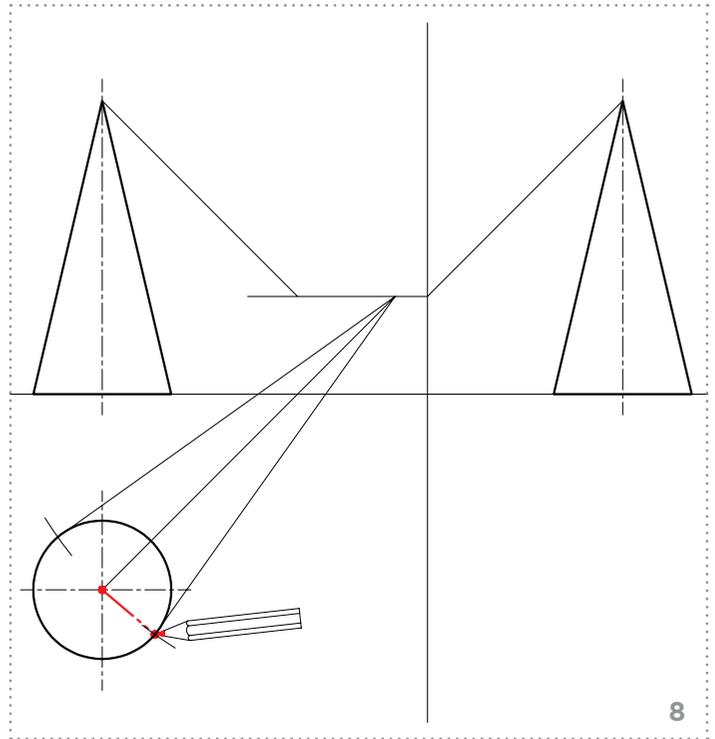
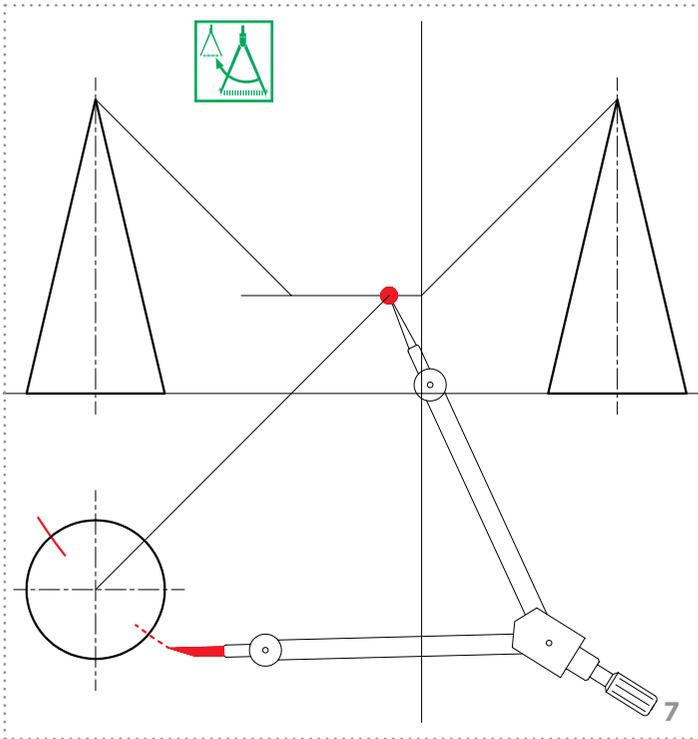
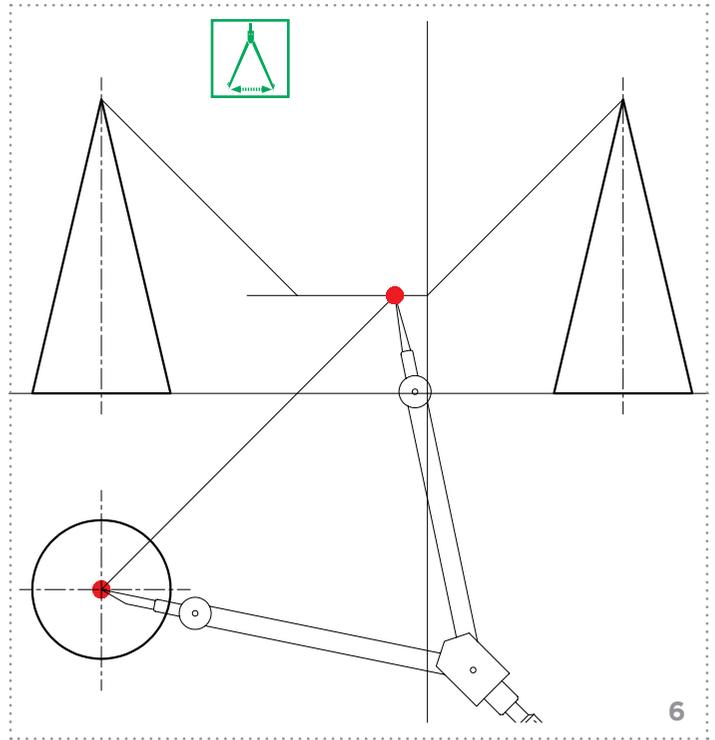
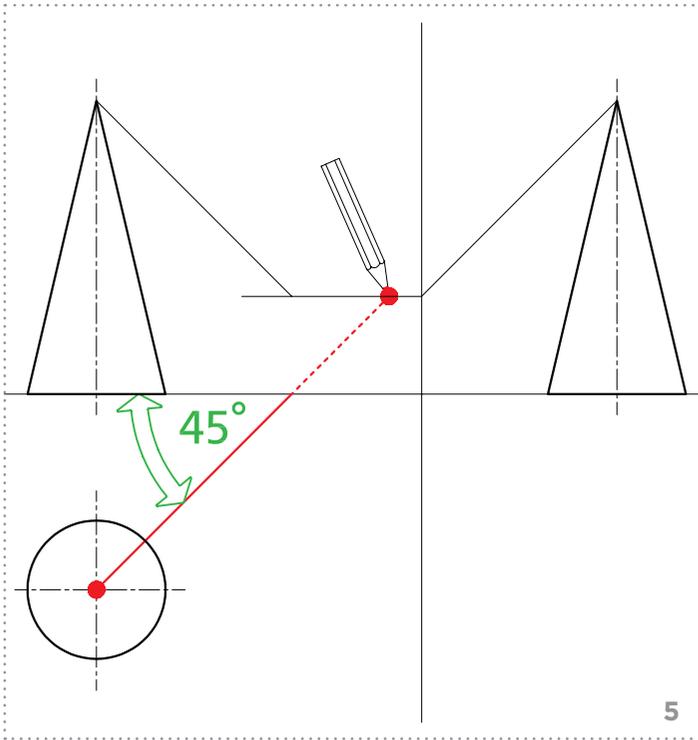
4.1 ESERCIZIO GUIDATO: OMBRA DI UN CONO SU DUE PIANI ORTOGONALI

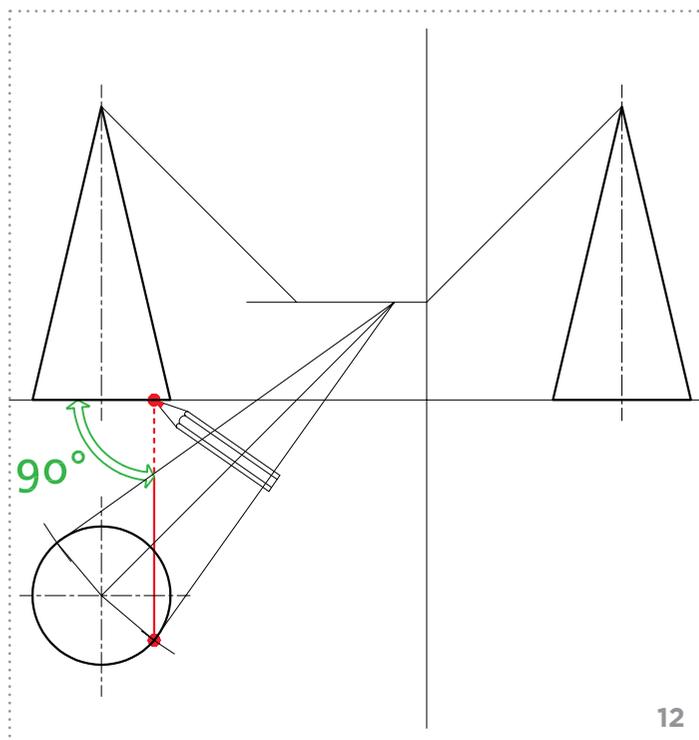
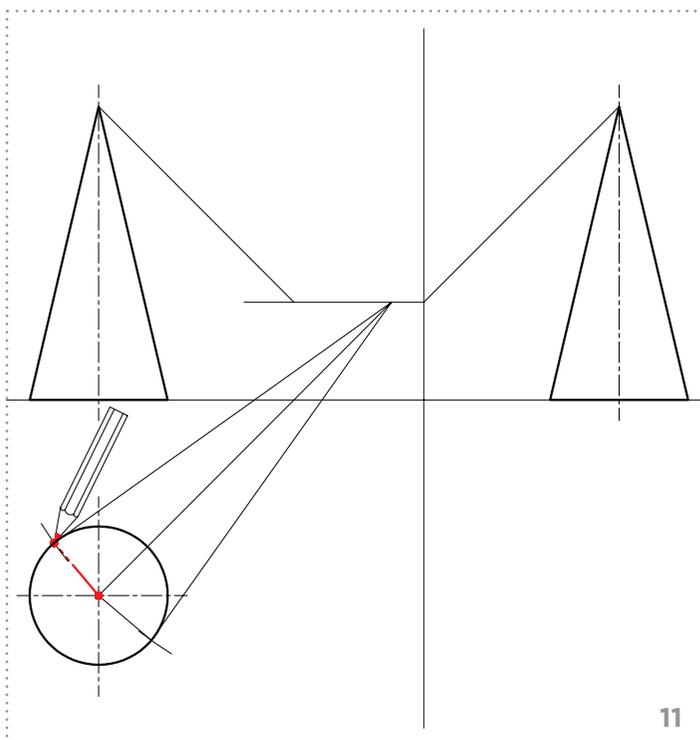
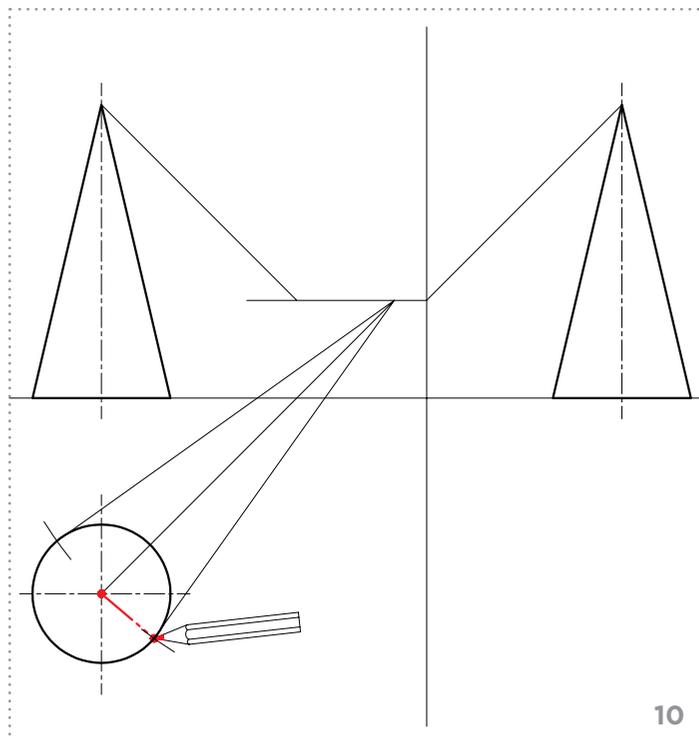
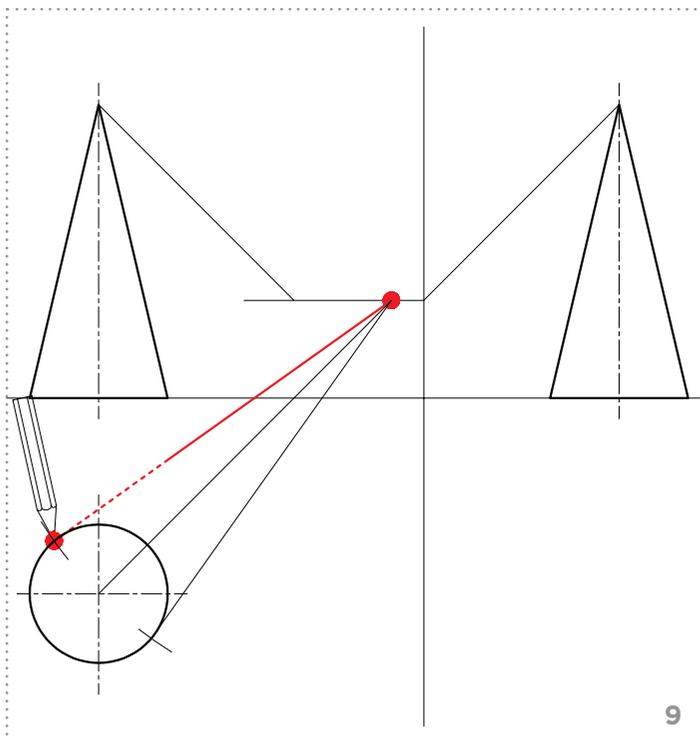
In questo esercizio viene illustrata la sequenza grafica per la costruzione delle ombre secondo il Metodo Europeo nel caso dello spostamento del cono in direzione del piano XZ (spostamento lungo la direzione Y ma in senso negativo, figura a destra), in cui l'ombra portata del cono si ripartisce tra il piano XY e il piano XZ.

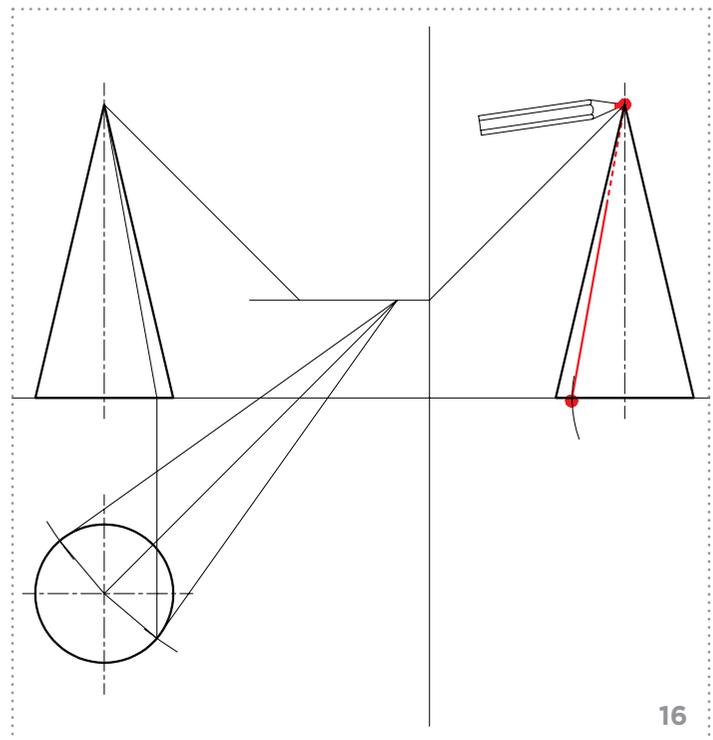
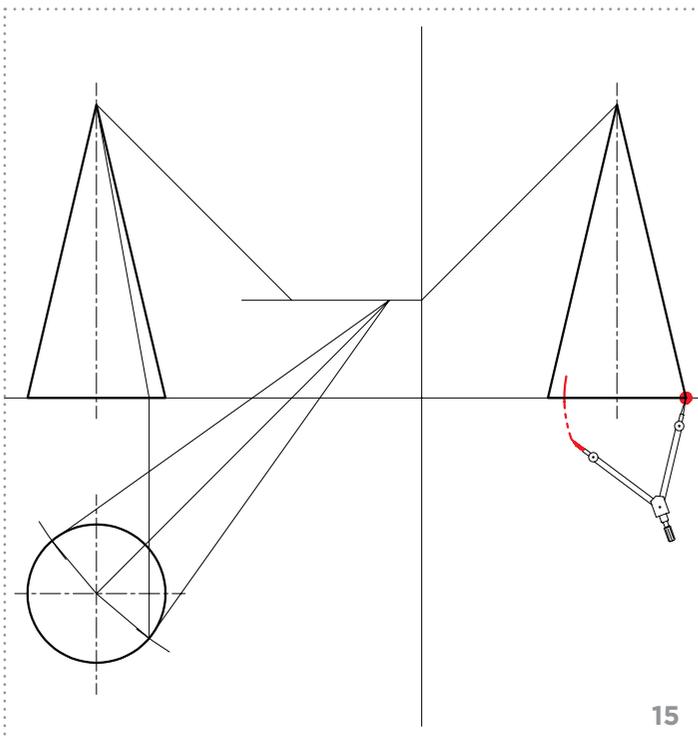
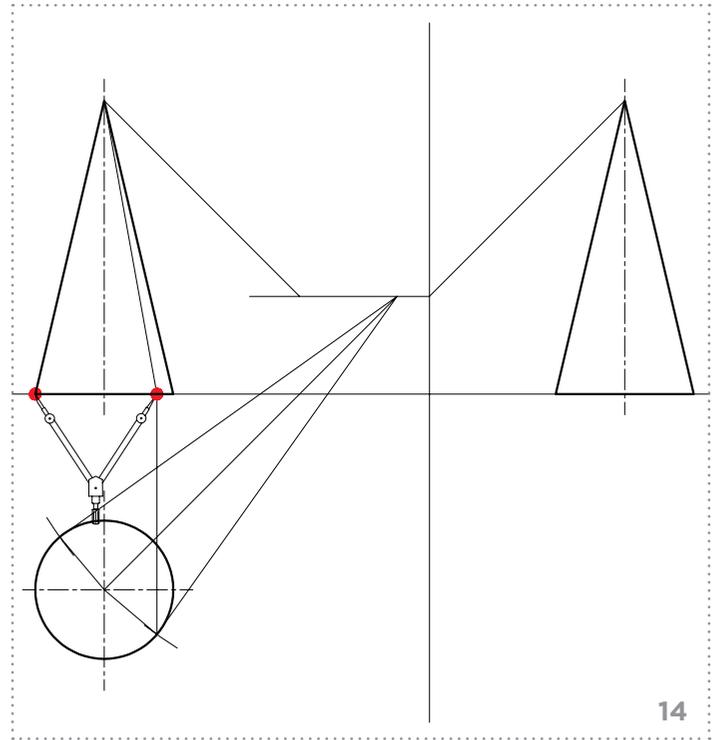
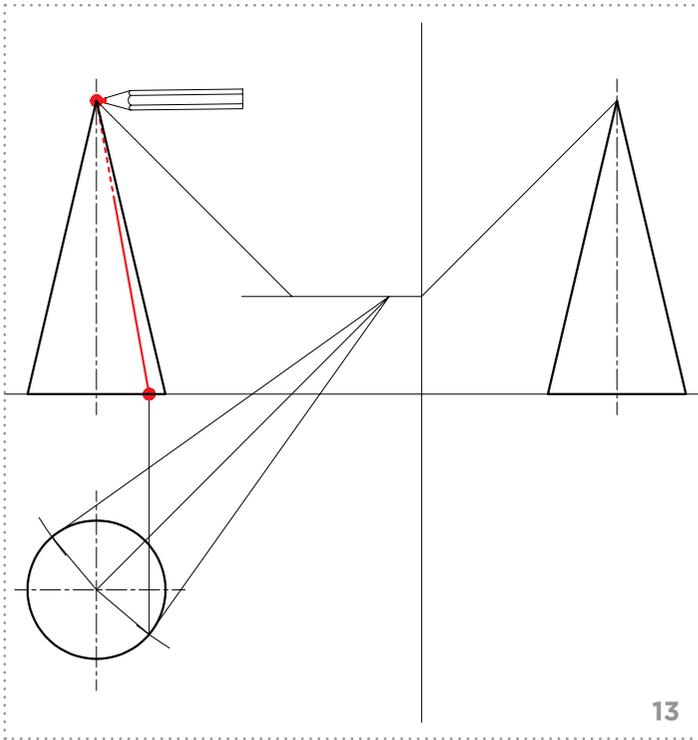
Anche in questo caso la tecnica grafica che viene proposta non presenta novità di rilievo, fatto salvo ancora una volta il concetto chiave relativo all'inclinazione a 45° dei raggi luminosi rispetto agli assi di riferimento.

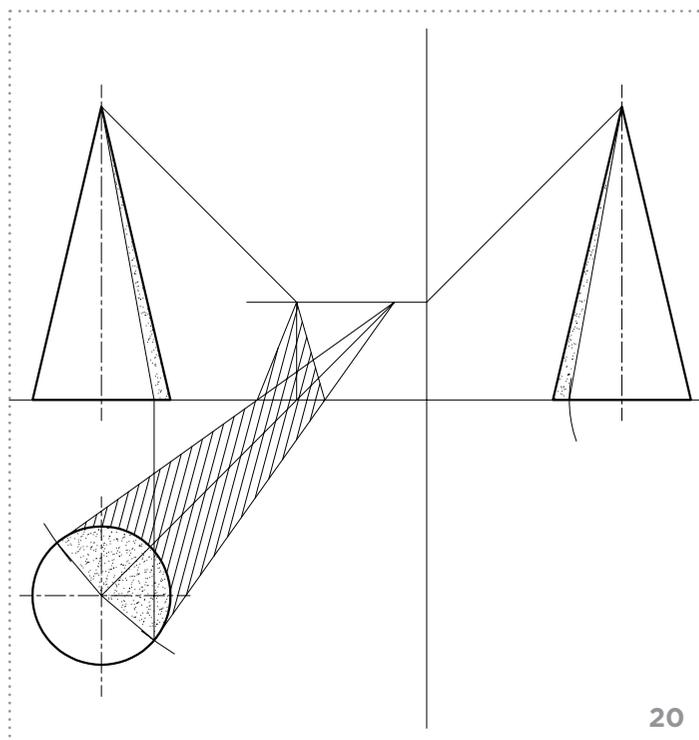
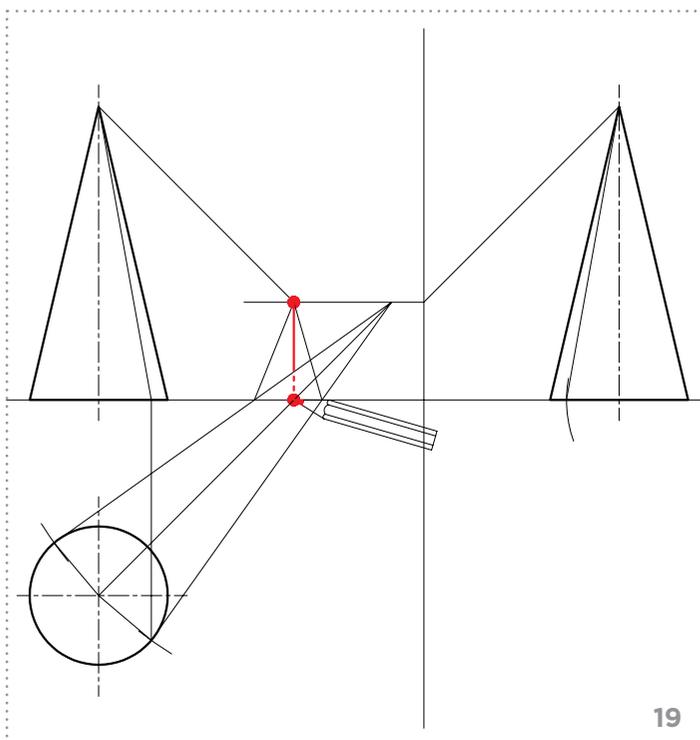
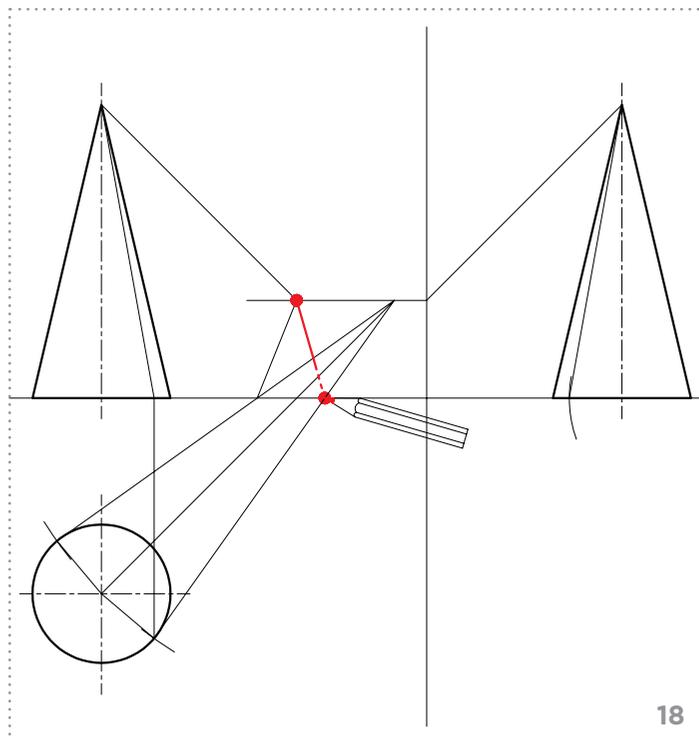
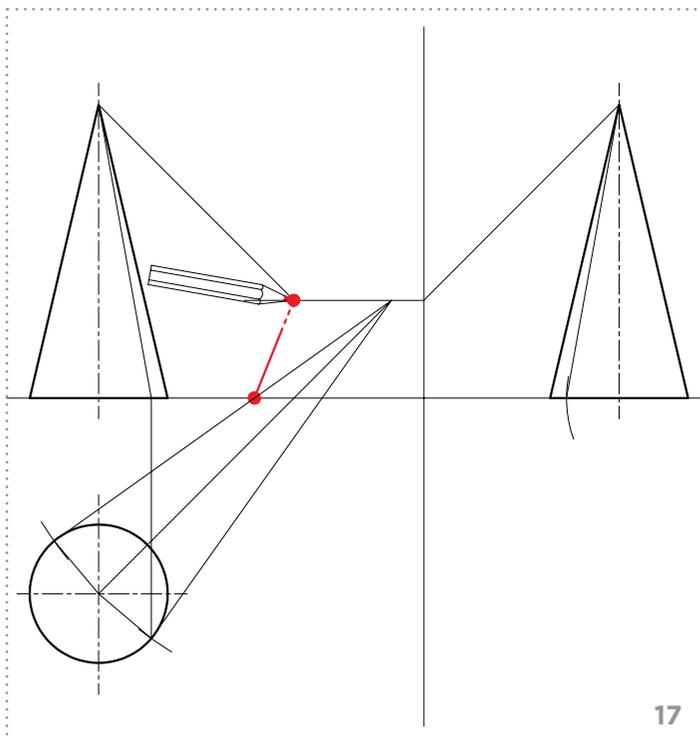






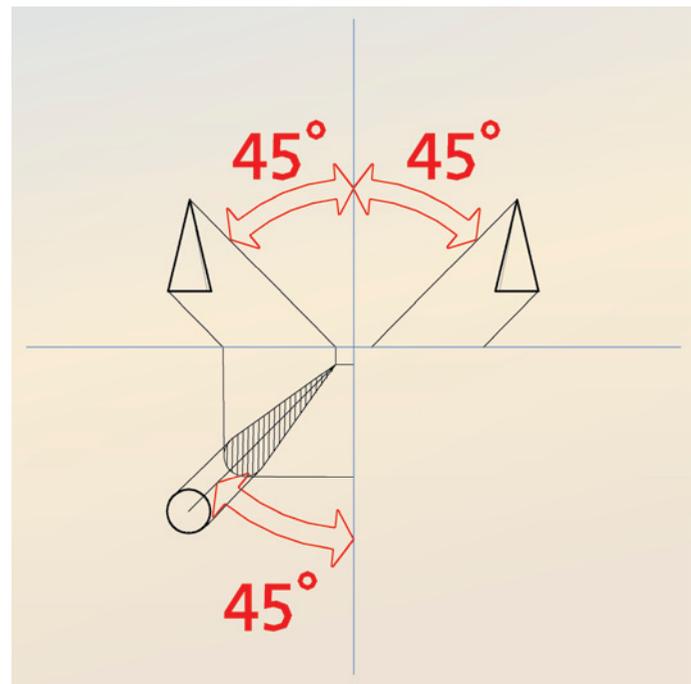
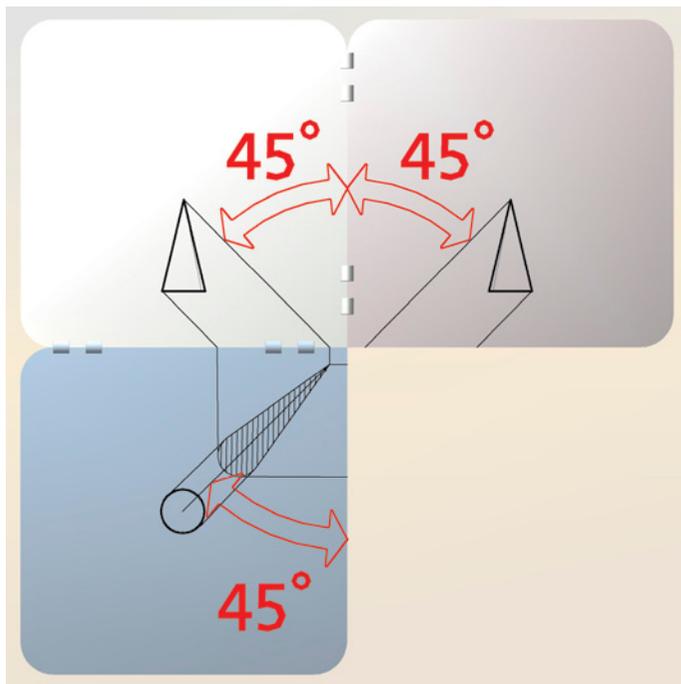
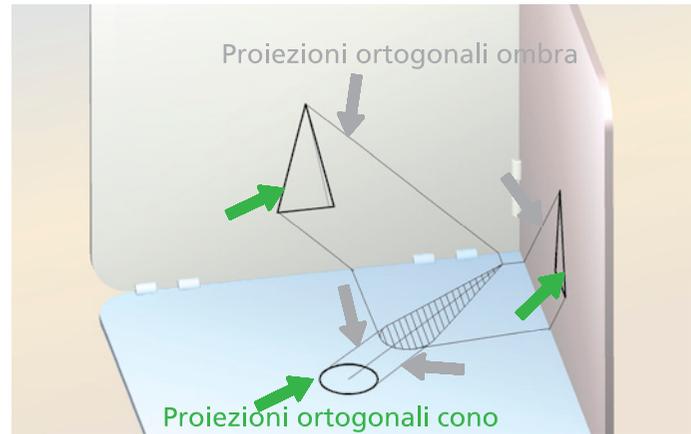
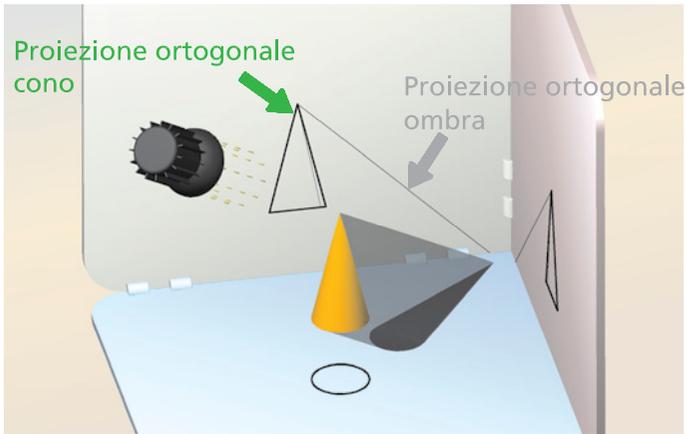






5 OMBRA DI UN OGGETTO SOLLEVATO RISPETTO AL PIANO XY

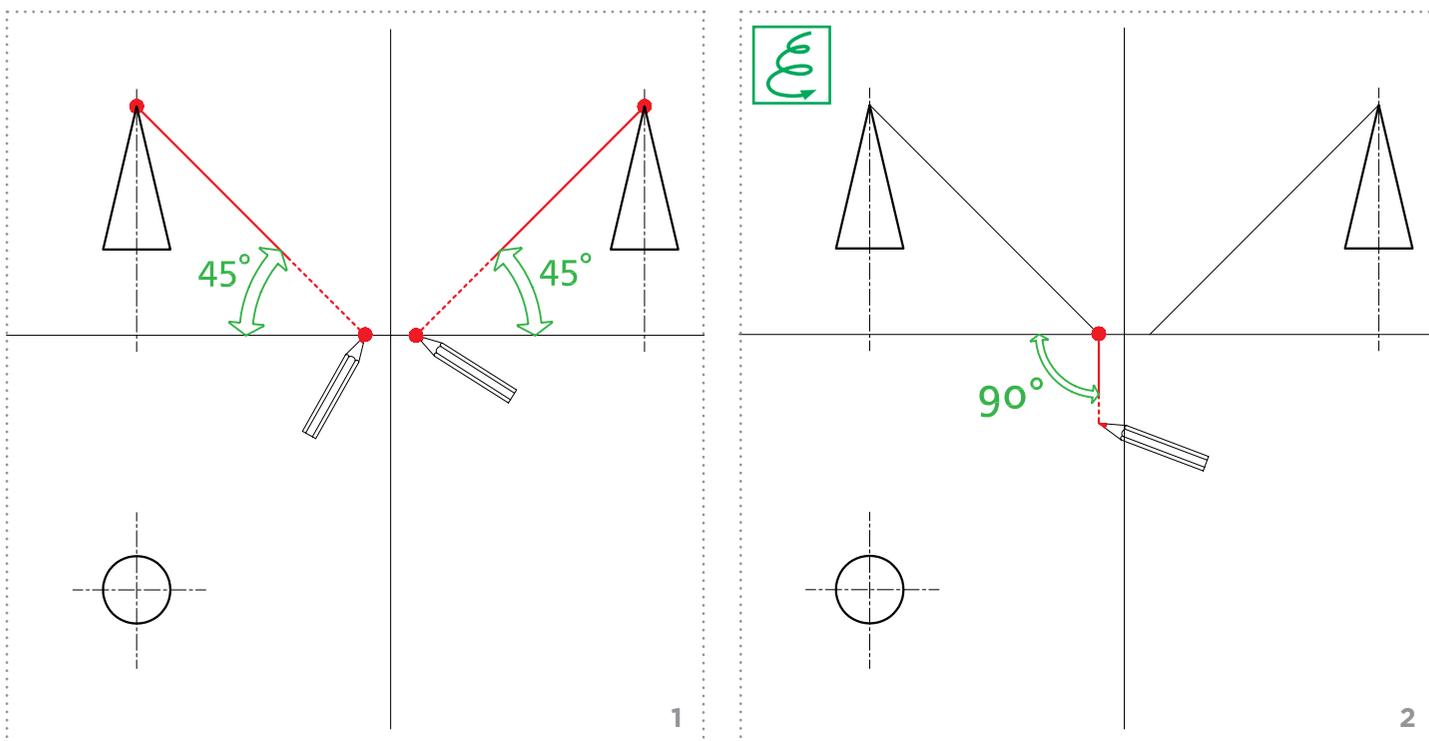
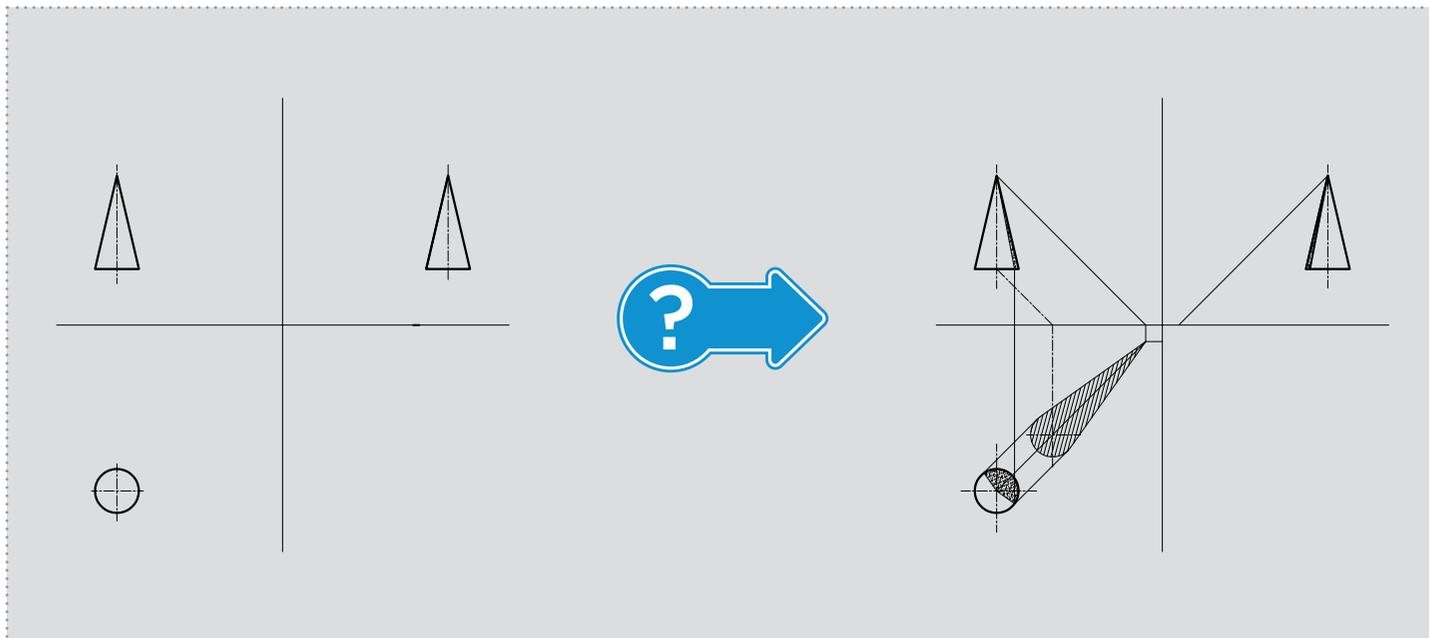
Immaginando uno spostamento del cono in allontanamento dal piano XY (spostamento lungo la direzione Z in senso positivo), l'ombra portata subisce un distacco dalla proiezione ortogonale del cono su XY, come visibile nelle figure seguenti:



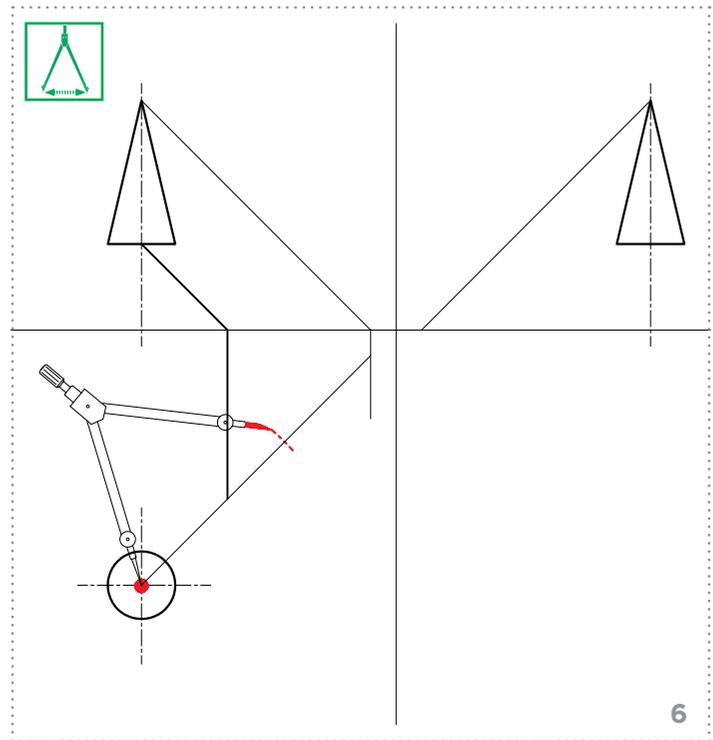
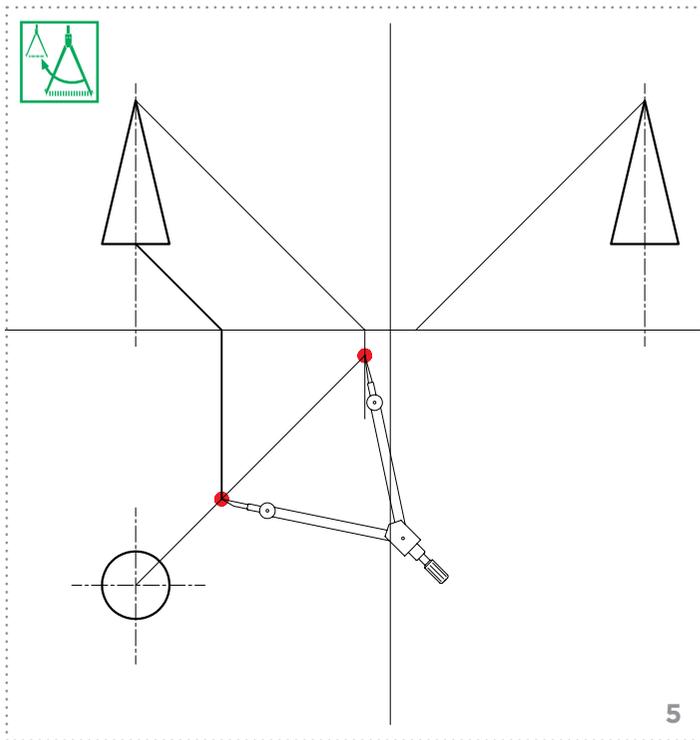
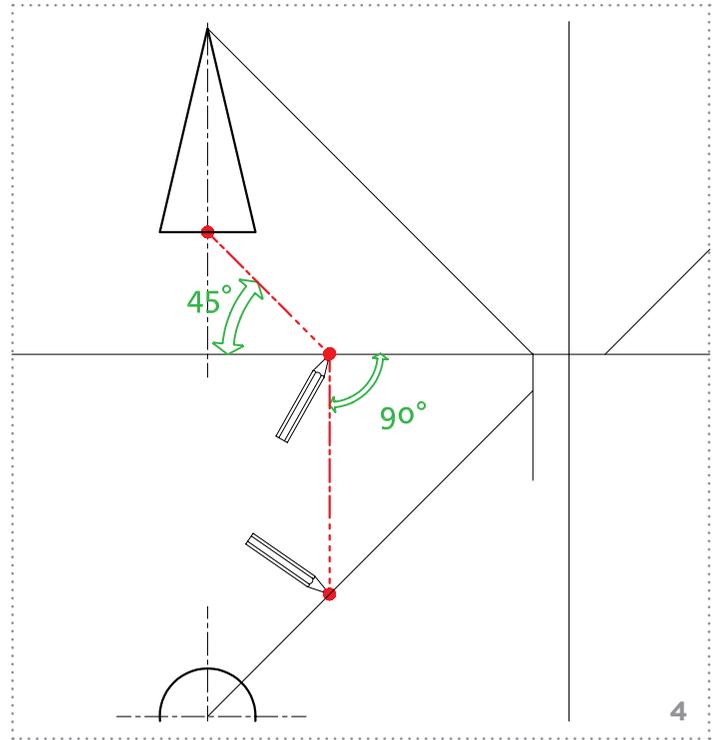
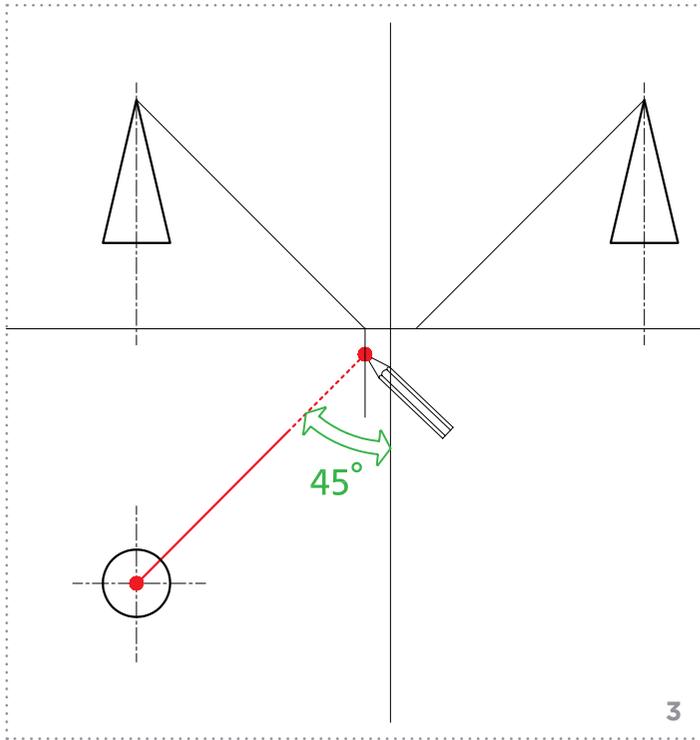
5.1 ESERCIZIO GUIDATO: OMBRA DI UN CONO, SOLLEVATO RISPETTO AL PIANO XY, IN PROIEZIONI ORTOGONALI

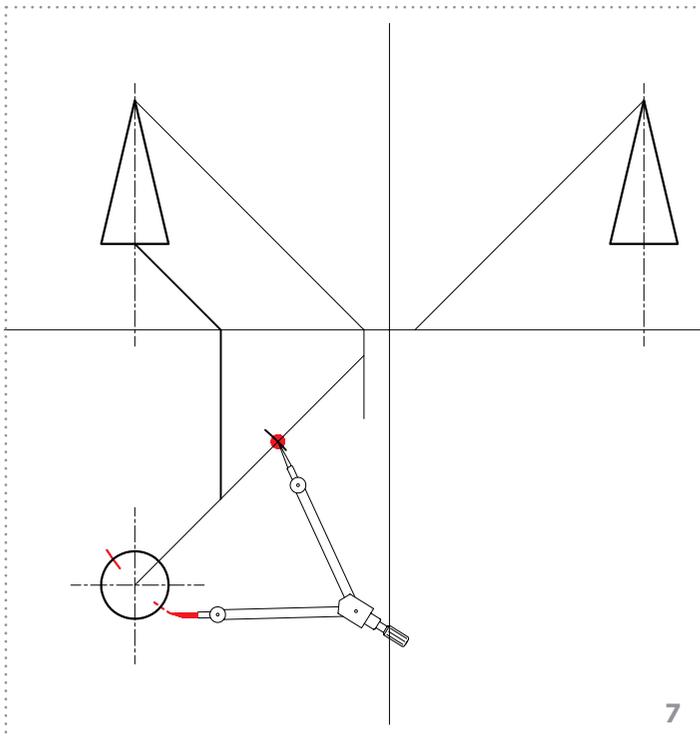
In questo esercizio viene illustrata la sequenza grafica per la costruzione delle ombre secondo il Metodo Europeo del cono sollevato rispetto piano XY (spostamento lungo la direzione Z in senso positivo), per cui l'ombra portata subisce un allontanamento dalla proiezione ortogonale del cono su XY.

Anche in questo caso la tecnica grafica si basa sul concetto chiave relativo all'inclinazione a 45° dei raggi luminosi rispetto agli assi di riferimento.

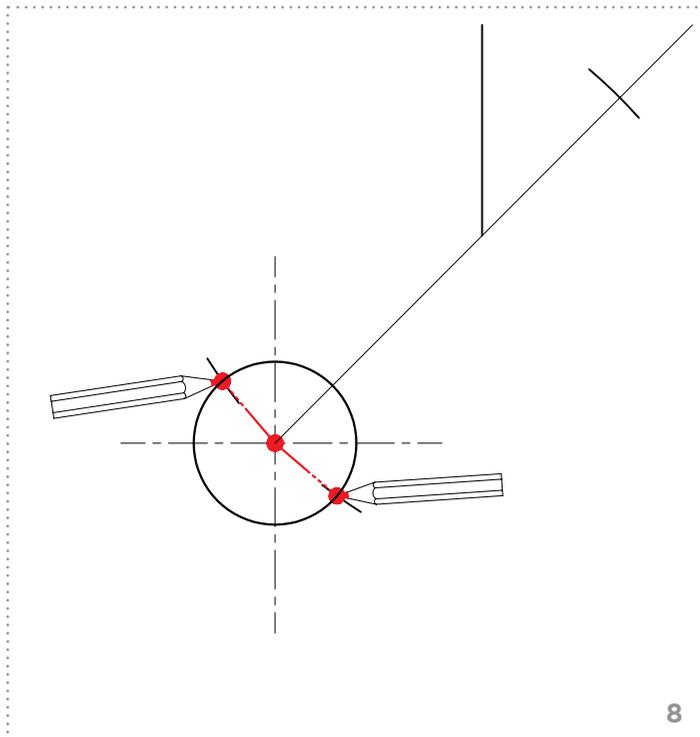


OMBRA DI UN OGGETTO SOLLEVATO RISPETTO AL PIANO XY

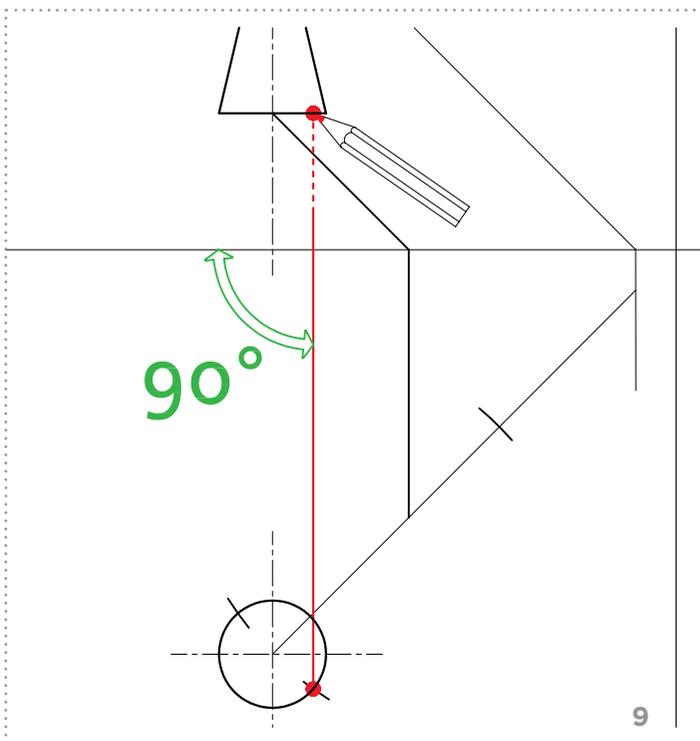




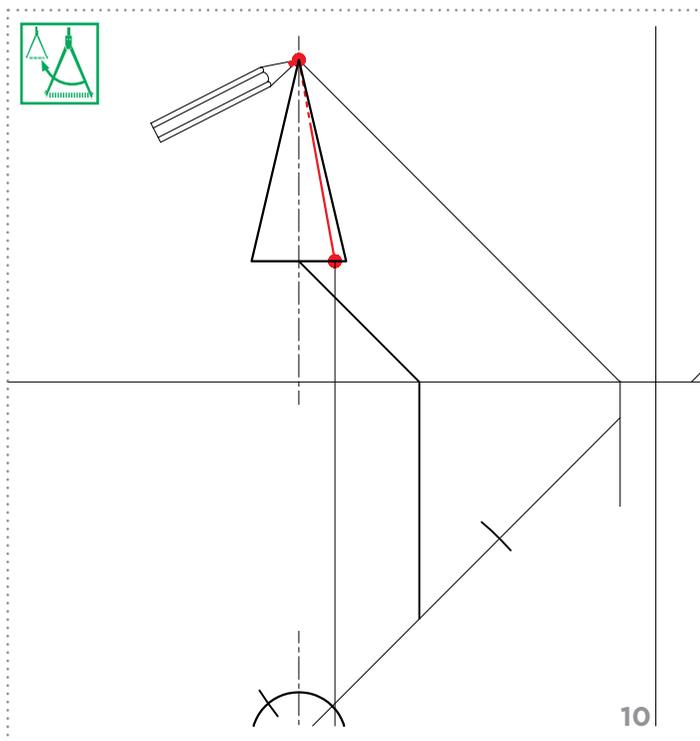
7



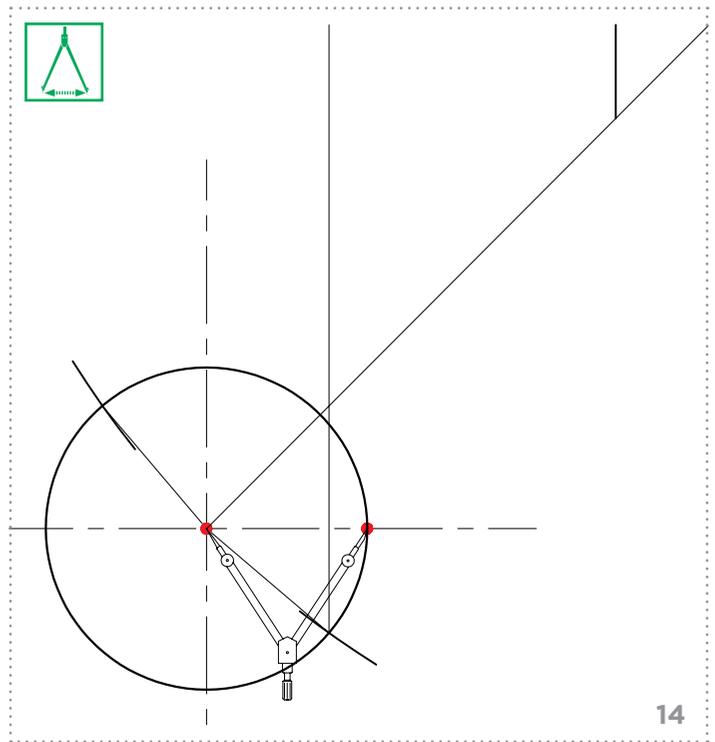
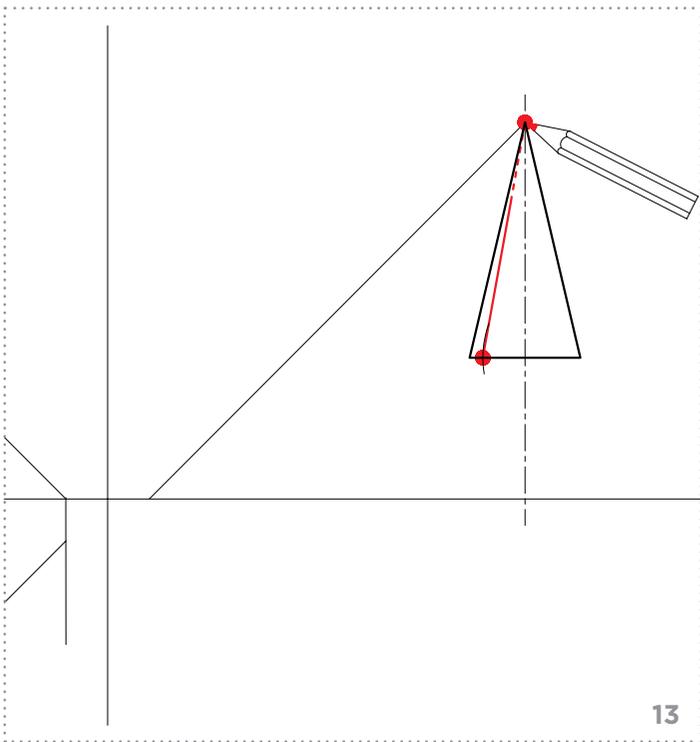
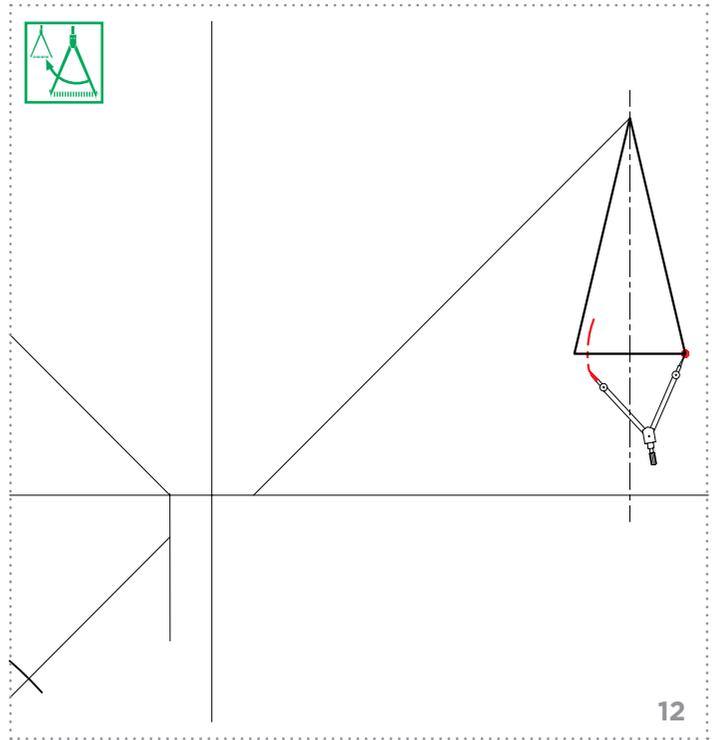
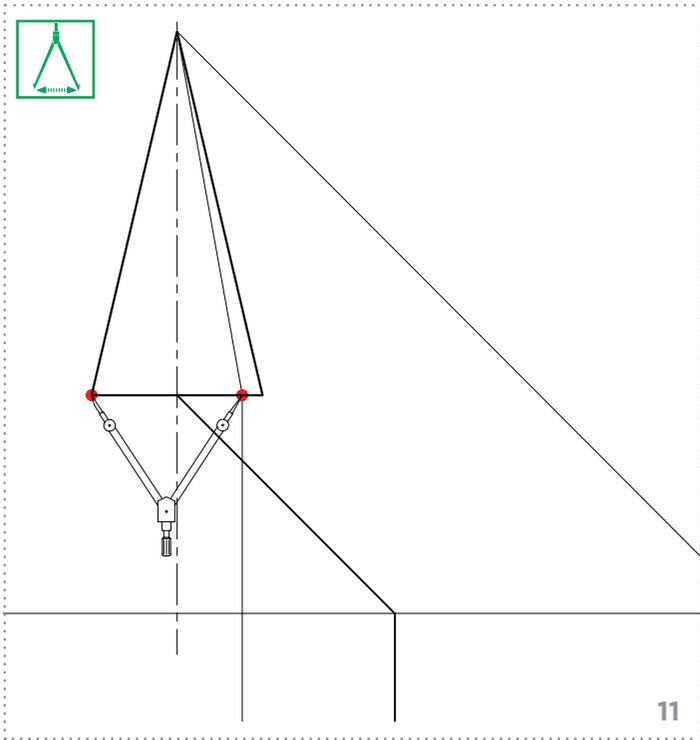
8

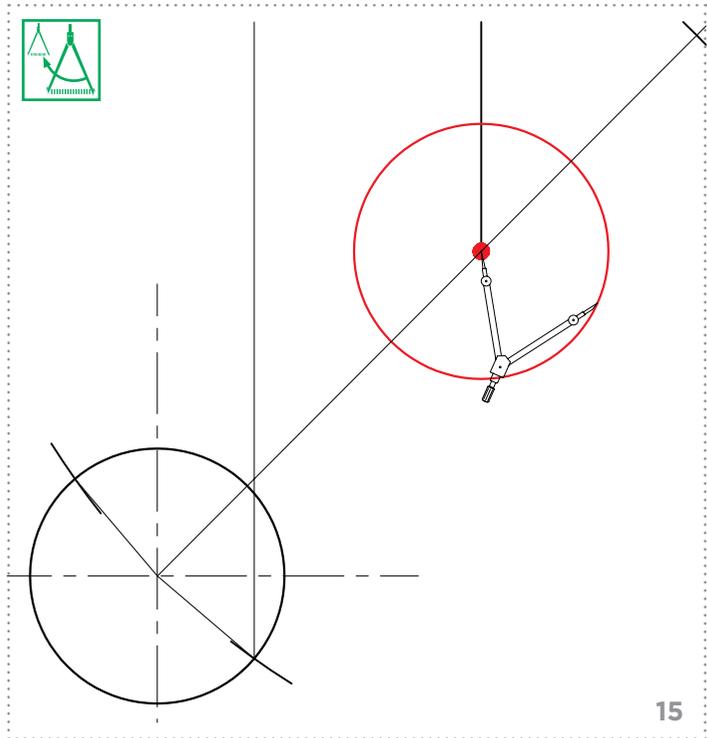


9

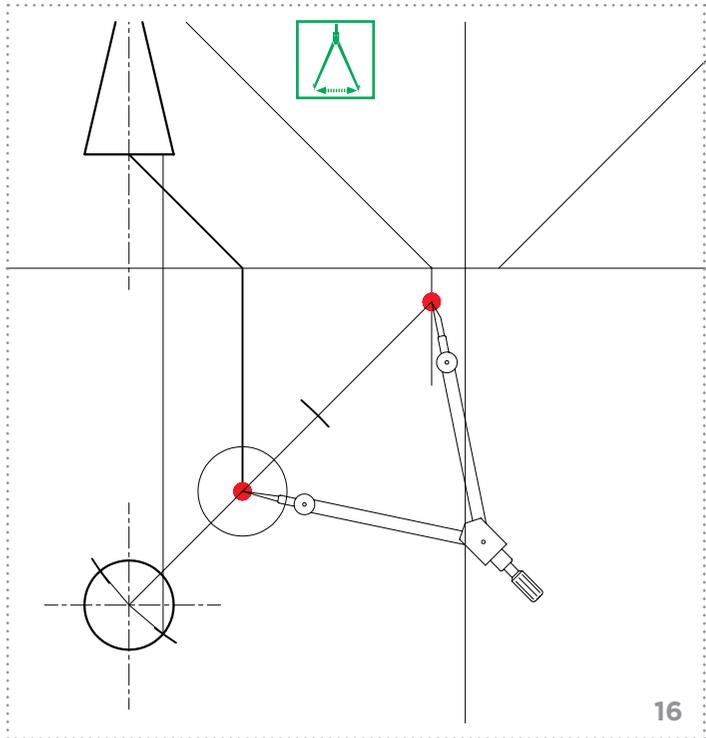


10

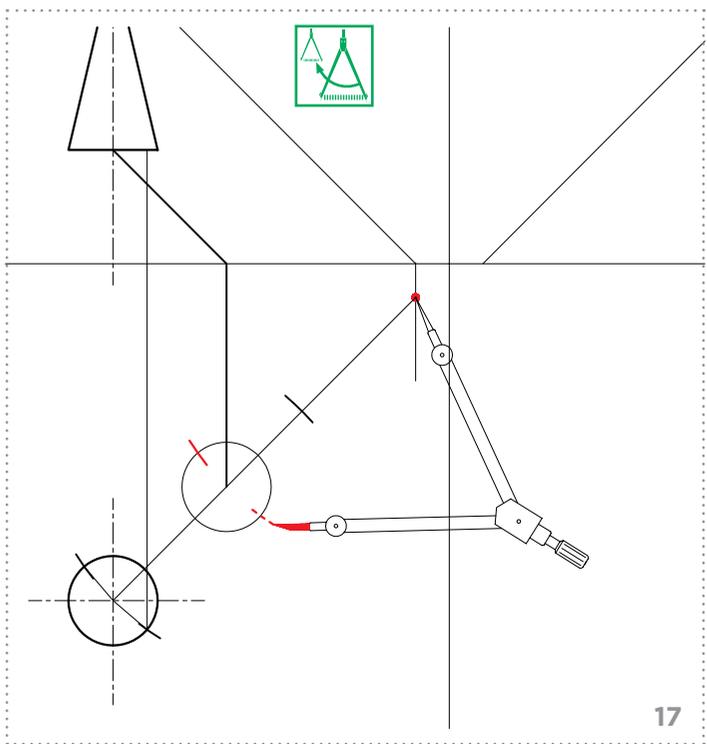




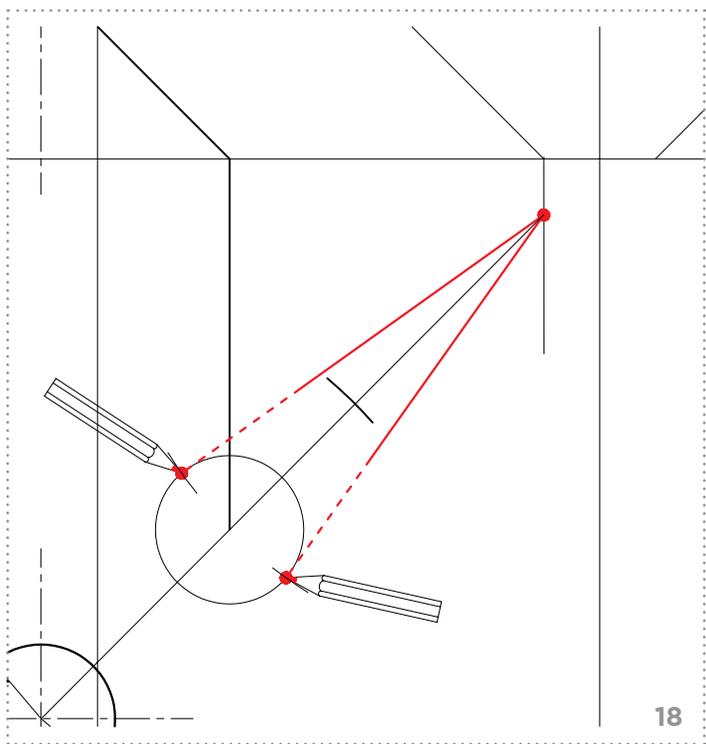
15



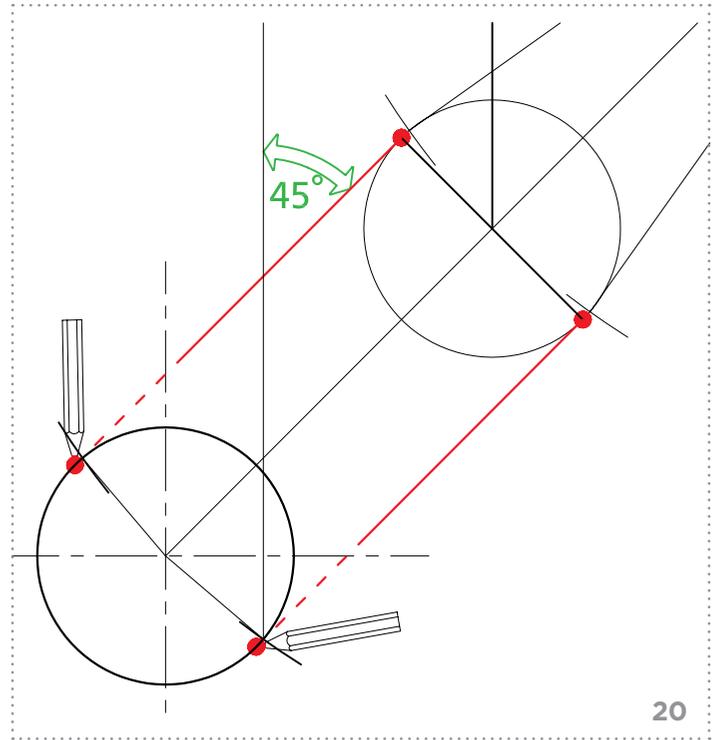
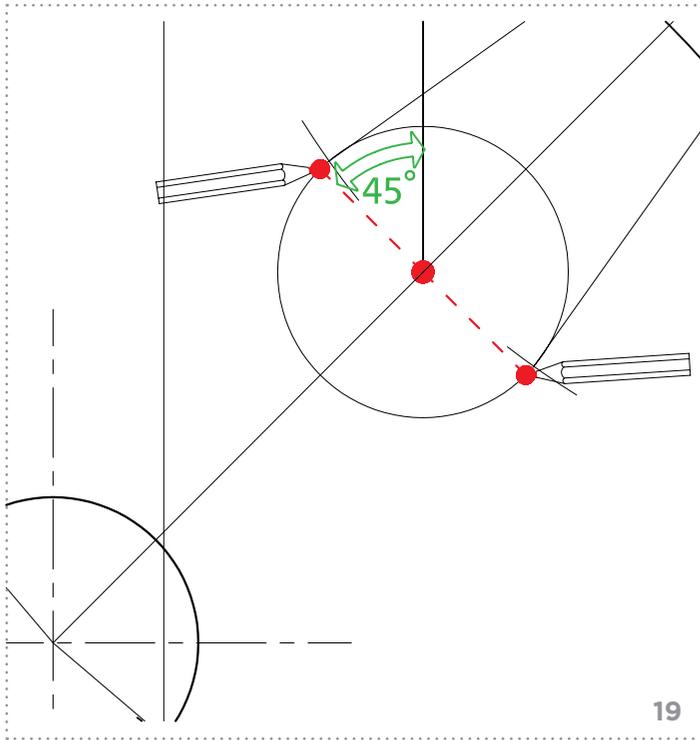
16



17

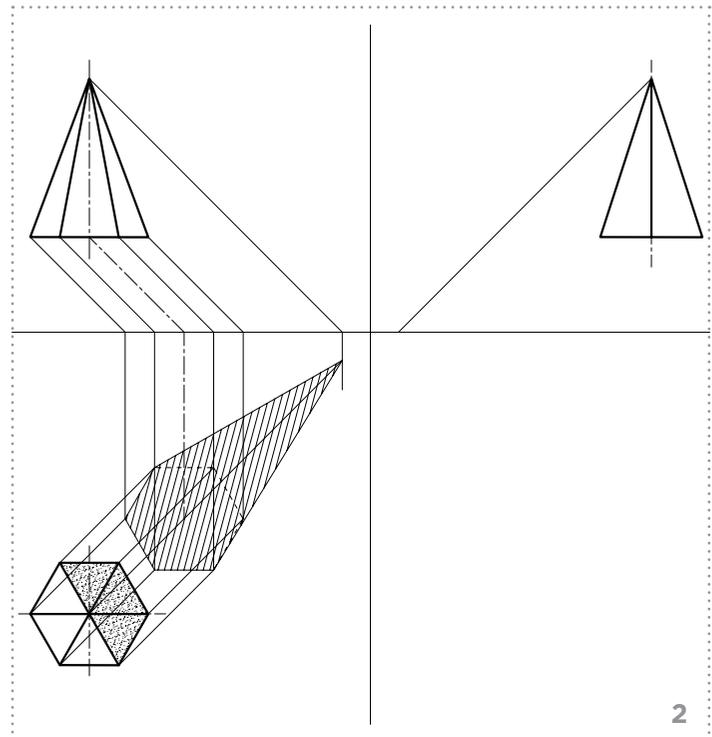
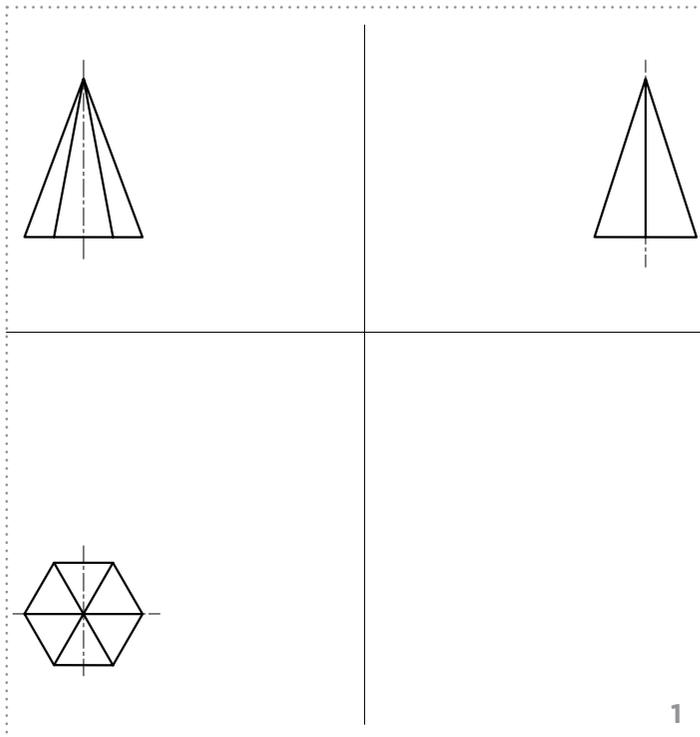


18

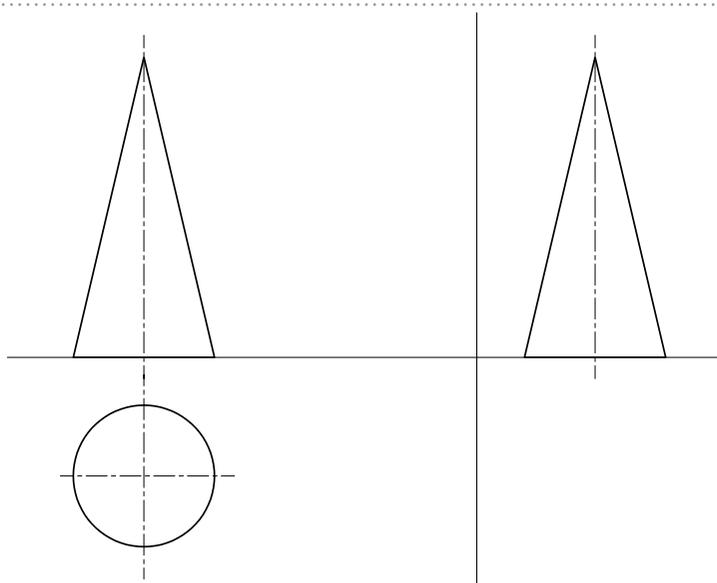


5.2 OMBRA DI UNA PIRAMIDE A BASE ESAGONALE SOLLEVATA RISPETTO AL PIANO XY

Per la soluzione è sufficiente ripercorrere le fasi dell'esercizio guidato precedente «Ombra di un cono, sollevato rispetto al piano XY, in proiezioni ortogonali»

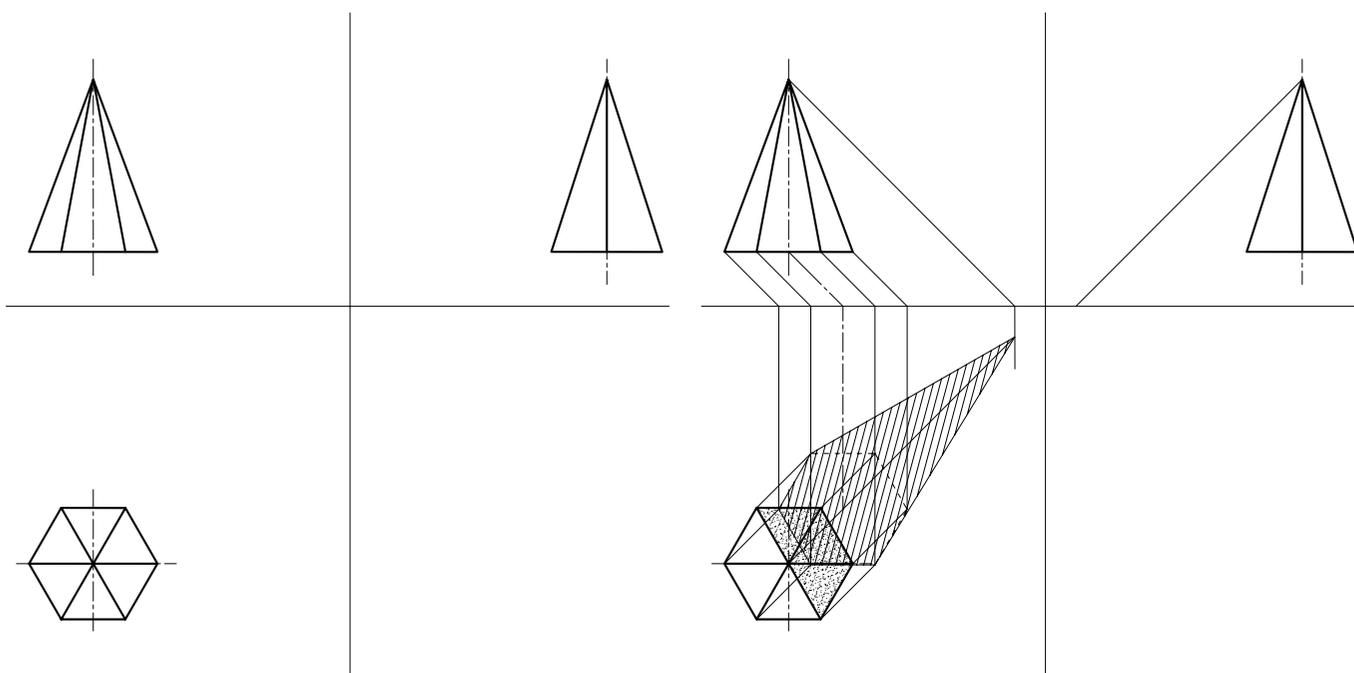


ESERCIZI



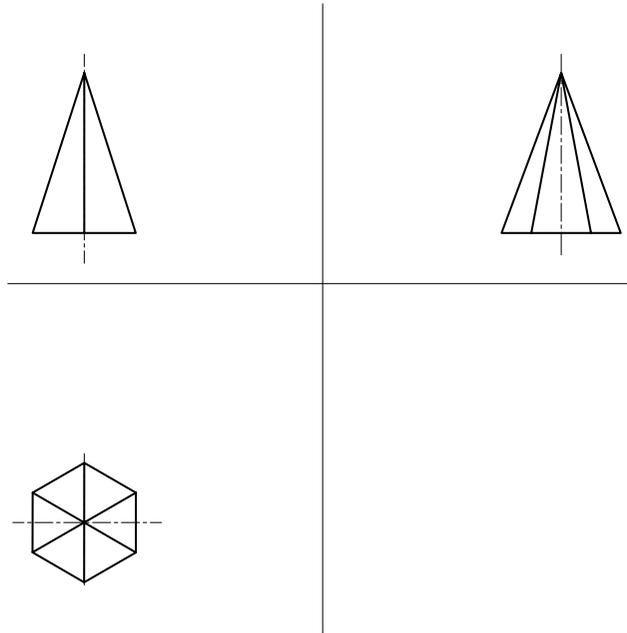
1 OMBRA DI UN CONO IN PROIEZIONI ORTOGONALI

Data la condizione di illuminazione a inclinazione neutra rispetto agli assi coordinati (45°), ricopiare in scala raddoppiata su un foglio le proiezioni ortogonali della figura sotto, e disegnare le ombre proprie e le ombre portate.



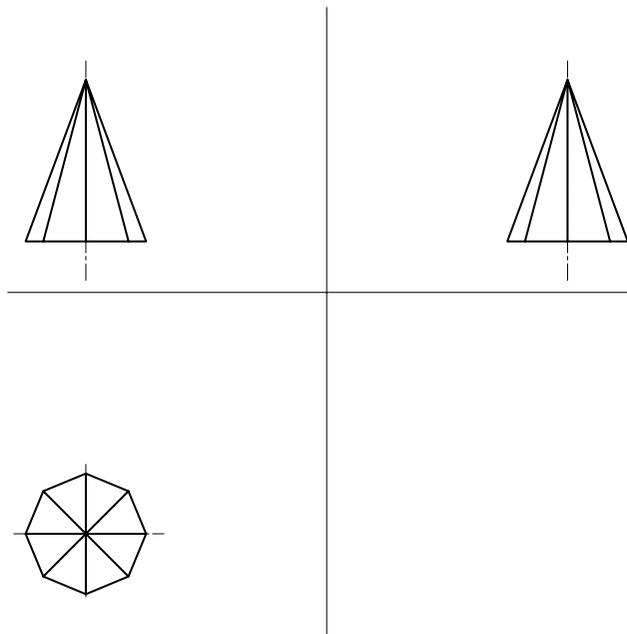
2 ESERCIZIO CON SOLUZIONE: OMBRA DI UNA PIRAMIDE A BASE ESAGONALE SOLLEVATA RISPETTO AL PIANO XY

Per la soluzione è sufficiente ripercorrere le fasi dell'esercizio guidato «Ombra di un cono, sollevato rispetto al piano XY, in proiezioni ortogonali»



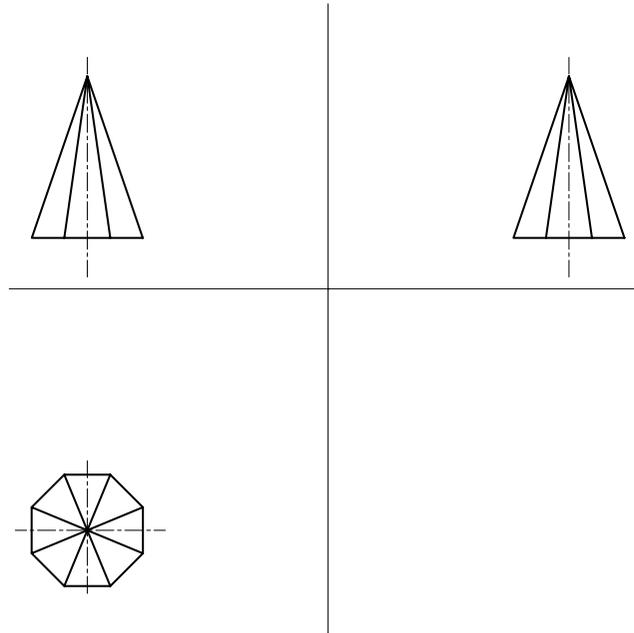
3 OMBRA DI UNA PIRAMIDE A BASE ESAGONALE SOLLEVATA RISPETTO AL PIANO XY

Per la soluzione è sufficiente ripercorrere le fasi dell'esercizio guidato «Ombra di un cono, sollevato rispetto al piano XY, in proiezioni ortogonali»



4 OMBRA DI UNA PIRAMIDE A BASE OTTAGONALE SOLLEVATA RISPETTO AL PIANO XY

Per la soluzione è sufficiente ripercorrere le fasi dell'esercizio guidato «Ombra di un cono, sollevato rispetto al piano XY, in proiezioni ortogonali»

**5 OMBRA DI UNA PIRAMIDE A BASE OTTAGONALE SOLLEVATA RISPETTO AL PIANO XY**

Per la soluzione è sufficiente ripercorrere le fasi dell'esercizio guidato «Ombra di un cono, sollevato rispetto al piano XY, in proiezioni ortogonali»