

Camillo Trevisan

GEOMETRIE AL COMPUTER

Manuale del programma **CARTESIO 3.0**
per la didattica e l'applicazione interattiva
delle proiezioni geometriche e dei fondamenti del CAD

Marchi registrati

AutoCAD è un marchio registrato da AutoDESK.

DoDot è un marchio registrato da Halcyon Software.

Paint Shop Pro è un marchio registrato da JASC Inc.

Pentium è un marchio registrato da Intel.

Photoshop è un marchio registrato da Adobe.

Windows e DOS sono marchi registrati da Microsoft.

I programmi *CARTESIO* e *ZEUS*, contenuti nel dischetto allegato al manuale, sono forniti senza alcuna garanzia, esplicita o implicita, relativa alla loro idoneità per applicazioni specifiche.

L'autore declina pertanto ogni responsabilità, morale o materiale, derivante dall'uso dei programmi *CARTESIO* e *ZEUS*.

I programmi *CARTESIO* e *ZEUS* possono essere copiati e distribuiti solo gratuitamente e senza alcun fine di lucro.

Tutti i diritti sono riservati. Stampato in Italia.

Nessuna parte di questo libro, ad esclusione dei programmi *CARTESIO* e *ZEUS*, può essere riprodotta, memorizzata in sistemi d'archivio o trasmessa in qualsiasi forma o mezzo elettronico, fotocopia, registrazioni o altri, senza la preventiva autorizzazione scritta dell'editore.

Indice

7	Introduzione	
11	Capitolo 1	Installazione del programma CARTESIO
17	Capitolo 2	Fondamenti
17	2.1	Premessa
18	2.2	Nozioni di base per l'uso di CARTESIO
19	2.3	Terna degli assi cartesiani
20	2.4	Quadranti e piani cartesiani
21	2.5	Proiezione e sezione
23	2.6	Proiezioni ortogonali
23	2.7	Proiezioni assonometriche ortogonali
25	2.8	Proiezioni assonometriche oblique
26	2.9	Proiezioni prospettiche
28	2.10	Finestra di vista: <i>window</i> e <i>viewport</i>
29	2.11	Trasformazioni geometriche
32	2.12	Vettori e matrici di trasformazione
38	2.13	<i>Shading</i> , superfici e <i>wire-frame</i>
43	Capitolo 3	Sessione di lavoro di esempio
43	3.1	Avvio di CARTESIO
44	3.2	Aprire una finestra di rappresentazione
45	3.3	Analisi di una finestra di rappresentazione
47	3.4	Scegliere uno dei solidi predefiniti
49	3.5	Modificare la rappresentazione
52	3.6	Modificare la finestra di rappresentazione
69	3.7	Aprire più di una finestra di rappresentazione
91	3.8	Applicare le trasformazioni geometriche
103	3.9	Deformare gli oggetti
111	3.10	Sezionare gli oggetti
111	3.11	Stampare una finestra di rappresentazione e creare immagini
113	3.12	Creare un file DXF della finestra di rappresentazione attiva
115	3.13	Aprire un file DXF generato da altri programmi
117	3.14	Modificare un file DXF generato da altri programmi
122	3.15	Salvare e riaprire una sessione di lavoro

- 123 **Capitolo 4 Uso della tastiera e del mouse**
- 123 4.1 I tasti usati per modificare le proiezioni
- 128 4.2 Uso del mouse per tutte le proiezioni
- 128 4.3 Proiezioni ortogonali
- 129 4.4 Proiezioni assonometriche ortogonali
- 130 4.5 Proiezioni assonometriche oblique
- 131 4.6 Proiezioni prospettiche

- 135 **Capitolo 5 Comandi presenti nei menu di CARTESIO**
- 135 5.1 La selezione di un comando
- 135 5.2 Menu File
- 139 5.3 Menu Solidi
- 141 5.4 Menu Proiezioni
- 144 5.5 Menu Trasformazioni
- 149 5.6 Menu Finestre
- 150 5.7 Menu Vista
- 152 5.8 Menu Help

- 153 **APPENDICE A Analisi del riquadro *Informazioni***
- 159 **APPENDICE B Solidi predefiniti**
- 175 **APPENDICE C Alcune proiezioni predefinite**
- 215 **APPENDICE D Soluzione dei principali problemi**
- 231 **APPENDICE E Il programma ZEUS**
- 239 **APPENDICE F Tavola sinottica dei comandi di CARTESIO**

- 245 **Indice analitico**

Uso della tastiera e del mouse

4.1 I TASTI USATI PER MODIFICARE LE PROIEZIONI

Il mouse, nel sistema operativo Windows, costituisce uno strumento quasi insostituibile e dunque anche il programma CARTESIO ne prevede l'uso massiccio, come ogni altro programma di quel sistema. Ad esempio le operazioni di zoom, pan e visualizzazione delle coordinate o delle distanze sul piano di proiezione possono essere attivate solo mediante il mouse.

Anche la selezione dei comandi da menu, pur potendo essere effettuata anche da tastiera, risulta grandemente facilitata dall'uso del mouse.

Tuttavia, una volta scelta la rappresentazione, o le rappresentazioni, e i solidi da rappresentare, la modifica delle caratteristiche della rappresentazione stessa avviene principalmente mediante l'uso della tastiera.

Ogni tipo di proiezione "vede" solo alcuni tasti: di seguito verranno illustrati, per ogni proiezione, i tasti utilizzabili per la modifica delle caratteristiche di ciascun tipo di proiezione.

Così, ad esempio, per le proiezioni ortogonali saranno utili solo i tasti freccia, mentre per le proiezioni prospettiche saranno abilitati molti altri tasti.

Nel caso vengano premuti tasti non abilitati per la proiezione in quel momento attiva, verrà emesso un suono che indica l'impossibilità di eseguire il comando.

La sequenza CTRL+F1 consente, in ogni momento, di attivare un riquadro di dialogo che illustra brevemente i tasti abilitati per la proiezione in quel momento attiva.

In generale si useranno le seguenti categorie di tasti:

Tasti freccia
o anche i tasti
8, 2, 6, 4

Sono i tasti contrassegnati da freccia in alto a destra e a sinistra che generalmente sono posti nella parte destra della tastiera.

Possono essere usati anche i tasti numerici, sia quelli del tastierino numerico che quelli posti sulla tastiera, in alto. Il tasto corrispondente al numero 8 equivale alla freccia in alto, il numero 2 alla freccia in basso, il numero 6 alla freccia a destra e il numero 4 alla freccia a sinistra.

INVIO

Generalmente posto a destra della tastiera. È utile per i riquadri di dialogo ed equivale al tasto OK del riquadro stesso.

- ESC** Di norma posto in alto a sinistra. È utile per i riquadri di dialogo ed equivale al tasto *Annulla* del riquadro stesso (esce senza conferma e annulla il comando).
- F1** I tasti “funzione” sono posti nella parte alta della tastiera, all’altezza del tasto ESC. In genere sono presenti 12 tasti funzione (da F1 a F12) divisi in tre gruppi di quattro tasti. In Windows di norma il tasto F1 equivale alla richiesta di aiuto (help in linea).
In CARTESIO viene usato, in coppia con il tasto CTRL, per ottenere un riquadro di help per la proiezione in quel momento attiva. Viene ignorato se non vi sono proiezioni attivate.
Premendo solo F1 viene invece proposto un riquadro di aiuto generale, valido per tutte le proiezioni e relativo all’uso del mouse e di altri tasti generici.
- Tasti alfanumerici** Sono i tasti che corrispondono alle lettere dell’alfabeto e ai numeri da 0 a 9.
In CARTESIO vengono usati solo alcuni di questi tasti: A, B, D, S, X, Y, Z, + (più) - (meno) e i numeri esclusi 0 e 5. Il significato dei tasti può variare da proiezione a proiezione: ad esempio i tasti X, Y e Z, mentre nelle assonometrie oblique definiscono l’asse recedente, nelle prospettive spostano solidalmente il Punto di Vista ed il Punto Principale lungo gli assi X, Y o Z.
Nelle assonometrie ortogonali dimetriche e trimetriche predefinite X, Y e Z definiscono invece l’asse preferenziale di scorciamento.
Nei riquadri di dialogo vengono spesso usati i tasti numerici, compreso il punto e il segno - (meno), per l’immissione di coordinate o altri valori.
- PgUP e PgDN o anche i tasti 9 e 3** Sono posti sopra i tasti freccia e in corrispondenza dei tasti 9 (PgUP) e 3 (PgDN) del tastierino numerico, se questo è presente.
Per le assonometrie oblique dimetriche servono per modificare il coefficiente di scorciamento lungo l’asse recedente (aumentandolo con PgUP e diminuendolo con PgDN) .
Negli altri casi aumentano o diminuiscono il passo di modifica, sia angolare che lineare.
Il valore del passo può essere letto nel riquadro *Informazioni*, attivato dal comando *File-Informazioni*.
Il passo di cambiamento può essere letto nel riquadro *Informazioni*, ottenuto mediante il comando *File-Informazioni*.

Home ed END o FINE o anche i tasti 7 e 1	<p>Posti anch'essi sopra i tasti freccia (a sinistra di PgUP) ed in corrispondenza dei tasti 7 (HOME) e 1 (END) del tastierino numerico.</p> <p>Servono solo nelle prospettive (tutti i tipi) per avvicinare (HOME) o allontanare (END) il Punto di Vista dal Punto Principale.</p>
Tasti "alternativi"	<p>Sono i tasti SHIFT, CTRL, ALT e ALT GR.</p> <p>Di norma sono utilizzati in coppia con altri tasti.</p> <p>È necessario premere prima il tasto alternativo e di seguito, sempre tenendolo premuto, premere l'altro tasto (ad esempio una lettera dell'alfabeto, un numero o una freccia) o anche il tasto sinistro del mouse.</p>
SHIFT	<p>Generalmente posto sotto il tasto INVIO. È presente sia nella parte destra che nella parte sinistra della tastiera. Serve per immettere lettere maiuscole: SHIFT+a indica la lettera A.</p> <p>In CARTESIO viene di norma ignorato in quanto sono accettate sia lettere maiuscole che minuscole.</p> <p>L'unica eccezione è data dal suo uso in combinazione con il tasto sinistro del mouse. In quel caso viene calcolata la distanza tra due punti sul piano di proiezione.</p> <p>Questa funzione è abilitata per tutte le proiezioni, siano esse coniche o cilindriche.</p>
ALT	<p>Posto di norma sul lato sinistro della barra spaziatrice (a sua volta situata in basso sulla tastiera), in Windows è usato per la selezione delle voci di menu (premendo ALT+lettera sottolineata del menu da attivare).</p> <p>Non viene pertanto utilizzato in CARTESIO, se non per la selezione di una voce di menu.</p>
CTRL	<p>Posto generalmente in basso, sia sul lato destro che sinistro della tastiera, in CARTESIO viene usato solo in coppia con i tasti freccia destra e sinistra per le prospettive a quadro obliquo e le assonometrie oblique generiche e con i quattro tasti freccia per le prospettive a quadro inclinato e le assonometrie ortogonali generiche.</p> <p>Viene anche usato in coppia con il tasto funzione F1 per ottenere l'help relativo alla finestra attiva e in coppia con il tasto sinistro del mouse (solo per le proiezioni ortogonali) per visualizzare le coordinate del punto indicato dal cursore a croce.</p>
ALT GR	<p>Posto, se presente, sul lato destro della barra spaziatrice, in CARTESIO equivale in tutto e per tutto al tasto CTRL.</p>

Verranno dunque usati i tasti:

F1	Per tutti i tipi di proiezione per ottenere un riquadro di help generale. Se non è attiva nessuna rappresentazione il comando viene ignorato.
CTRL+F1	Attiva un riquadro di dialogo che ricorda l'uso dei tasti per ogni tipo di rappresentazione. Il riquadro si riferirà alla rappresentazione in quel momento attiva. Se non è attiva nessuna rappresentazione il comando viene ignorato.
Tasti freccia o i tasti 8, 2, 6, 4	Per tutti i tipi di proiezioni ortogonali, assonometriche e prospettiche. In CARTESIO, premendo i valori numerici corrispondenti ai tasti freccia posti sul tastierino numerico, si ottengono gli stessi risultati dei tasti freccia.
CTRL+ Tasti freccia o ALT GR+ Tasti freccia	Per le proiezioni prospettiche a quadro obliquo (solo frecce a destra e sinistra) e inclinato (tutti i quattro tasti freccia) per ruotare il Punto di Vista rispetto al Punto Principale. CTRL o ALT GR+una delle quattro frecce è usato anche nelle assonometrie ortogonali generiche o oblique generiche (solo CTRL+freccia destra o sinistra) per ruotare la direzione assonometrica di 5° attorno all'origine (è possibile aumentare o diminuire tale passo per mezzo dei tasti + e -). Per le altre proiezioni CTRL+Tasti freccia (o anche SHIFT+Tasti freccia, ALT GR+Tasti freccia) equivale ai Tasti freccia. ALT+Tasti freccia non produce invece alcun effetto. In definitiva, per le proiezioni che prevedono solo l'uso delle frecce, qualsiasi tasto alternativo assieme alle frecce non ha nessun effetto, venendo interpretato dal programma come semplice freccia. Viceversa per le proiezioni dove è previsto sia l'uso delle frecce semplici che di CTRL+freccia, l'uso di CTRL (o ALT GR) si differenzia da quello degli altri tasti alternativi.
PgUP e PgDN oppure tasti 9 e 3	Per proiezioni assonometriche oblique dimetriche e generiche per variare il fattore di scorciamento. Per le proiezioni prospettiche per variare il passo di avvicinamento o allontanamento o dello spostamento lungo gli assi. Per variare il passo di rotazione, in tutte le proiezioni che prevedono la rotazione attorno al PP della direzione, sia essa assonometrica o prospettica. Il passo di cambiamento può essere letto nel riquadro Informazioni ottenuto mediante il comando <i>File-Informazioni</i> .

X, Y, Z	Per proiezioni assonometriche oblique di ogni tipo (per variare il piano di proiezione), per proiezioni assonometriche ortogonali dimetriche e trimetriche predefinite, per cambiare l'asse di scorciamento e per prospettive di ogni tipo, per spostare la retta PV-PP lungo gli assi.
Home, End o Fine o tasti 7 e 1	Per proiezioni prospettiche di ogni tipo, per avvicinare o allontanare il Punto di Vista rispetto al Punto Principale. L'entità dello spostamento dipende da un fattore modificabile mediante i tasti + e -.
A, B, D, S	Per proiezioni prospettiche di ogni tipo, per spostare in alto, in basso, a destra o a sinistra la retta PV-PP rispetto alla giacitura del quadro. Anche in questo caso l'entità dello spostamento viene modificata dai tasti + e -.
+ e -	Per proiezioni prospettiche di ogni tipo e per assonometrie ortogonali generiche e oblique generiche. Aumenta e diminuisce il passo di cambiamento. Il passo di cambiamento può essere letto nel riquadro Informazioni ottenuto mediante il comando <i>File-Informationi</i> .
INVIO	Per i riquadri di dialogo equivale al tasto <i>OK</i> del riquadro.
ESC	Per i riquadri di dialogo equivale al tasto <i>Annulla</i> del riquadro.

Tasti "alternativi":

ALT	Usato solo per la selezione delle voci di menu: ad esempio ALT+F o ALT+f seleziona il menu <i>File</i> .
CTRL	Usato nelle proiezioni prospettiche a quadro obliquo e inclinato in coppia con i tasti freccia. Nelle assonometrie ortogonali generiche e oblique generiche e in tutte le prospettive in unione con i tasti X, Y o Z. Nelle proiezioni ortogonali, in combinazione con il tasto sinistro del mouse, visualizza le coordinate del cursore grafico. Usato anche in coppia con F1 per ottenere l'help in linea per la proiezione attiva. Ignorato in tutti gli altri casi.
ALT GR	In CARTESIO di uso identico e sostitutivo di CTRL.
SHIFT	Solo in combinazione con il tasto sinistro del mouse per calcolare la distanza tra due punti qualsiasi posti sul piano di rappresentazione.

4.2 USO DEL MOUSE PER TUTTE LE PROIEZIONI

Tasto sinistro mouse	<p>Funzione di ZOOM. Premuto una prima volta si individua un vertice della finestra di ingrandimento.</p> <p>Tenendolo premuto si definisce la grandezza della finestra di zoom. Rilasciandolo si ingrandisce la parte del disegno contenuta nella finestra.</p>
Tasto destro mouse	<p>Funzione di PAN. La funzione di PAN consente di spostare la finestra di vista mantenendone invariata la grandezza.</p> <p>Premuto una prima volta si individua il punto di partenza dello spostamento. Tenendolo premuto si definisce l'entità e la direzione dello spostamento. Rilasciandolo si sposta la finestra di vista rispetto agli oggetti rappresentati.</p>
SHIFT + Tasto sinistro mouse	<p>Funzione di calcolo della distanza sul piano di proiezione. Questa funzione permette di calcolare la distanza tra due punti qualsiasi appartenenti al piano di rappresentazione.</p> <p>Viene anche calcolato, con verso anti-orario, l'angolo tra la retta orizzontale e la retta che unisce il punto iniziale e quello attualmente puntato dal cursore del mouse.</p>

In Windows la pressione del tasto sinistro del mouse rende attiva la finestra sulla quale è posto il cursore grafico. Pertanto se si effettua il comando *zoom* o il calcolo della distanza su una finestra non attiva (operazioni che si attuano per mezzo del tasto sinistro del mouse), questa viene automaticamente resa attiva e poi viene eseguito lo *zoom* o il calcolo della distanza. Viceversa se si effettua la funzione *pan*, è possibile identificare i due punti necessari anche all'esterno della finestra attiva.

Tutte le operazioni e le funzioni illustrate in questo capitolo si riferiscono esclusivamente alla finestra in quel momento attiva. La finestra attiva si riconosce dalle altre per la diversa sottolineatura della barra del titolo.

4.3 PROIEZIONI ORTOGONALI

Freccia in alto o 8	Rappresentazione degli oggetti in pianta dall'alto (piano XY da Z positiva). Nel caso la rappresentazione si riferisca già ad un quadrante positivo viene emesso un segnale acustico di errore.
Freccia in basso o 2	Rappresentazione degli oggetti in pianta dal basso (piano XY da Z negativa). Nel caso la rappresentazione si riferisca già ad un quadrante negativo viene emesso un segnale acustico di errore.

Freccia a destra o 6	Passaggio alla rappresentazione degli oggetti in prospetto da X positiva (se la rappresentazione precedente era in pianta) o cambio di quadrante con andamento anti-orario: dal quadrante 1 al quadrante 2, dal 2 al 3, dal 3 al 4 e dal quadrante 4 al quadrante 1.
Freccia a sinistra o 4	Passaggio alla rappresentazione degli oggetti in prospetto da X positiva (se la rappresentazione precedente era in pianta) o cambio di quadrante con andamento orario: dal quadrante 1 al quadrante 4, dal 4 al 3, dal 3 al 2 e dal quadrante 2 al quadrante 1.
CTRL+ Tasto sinistro mouse	Si attiva la visualizzazione delle coordinate del punto indicato dal cursore a croce (funzione attiva solo per le proiezioni ortogonali). Le coordinate vengono mostrate fino a che si tiene premuto il tasto sinistro del mouse, anche se si rilascia successivamente il tasto CTRL. La lettura delle coordinate può avvenire solo per le proiezioni ortogonali.

4.4 PROIEZIONI ASSONOMETRICHE ORTOGONALI

Tasti di uso comune a tutte le proiezioni assonometriche ortogonali:

Freccia in alto o 8	Passaggio ad uno dei quattro quadranti positivi. Nel caso la rappresentazione si riferisca già ad un quadrante positivo viene emesso un segnale acustico di errore.
Freccia in basso o 2	Passaggio ad uno dei quattro quadranti negativi. Nel caso la rappresentazione si riferisca già ad un quadrante negativo viene emesso un segnale acustico di errore.
Freccia a destra o 6	Cambio di quadrante con andamento anti-orario: dal quadrante 1 al quadrante 2, dal 2 al 3, ecc.
Freccia a sinistra o 4	Cambio di quadrante con andamento orario: dal quadrante 1 al quadrante 4, dal 4 al 3, ecc.

Per le assonometrie ortogonali dimetriche e trimetriche predefinite:

X	Seleziona l'asse X come asse di scorciamento diverso da 1 (nelle dimetriche predefinite) o uguale a 1 (nelle trimetriche predefinite).
----------	--

- Y** Seleziona l'asse Y come asse di scorciamento diverso da 1 (nelle dimetriche predefinite) o uguale a 1 (nelle trimetriche predefinite).
- Z** Seleziona l'asse Z come asse di scorciamento diverso da 1 (nelle dimetriche predefinite) o uguale a 1 (nelle trimetriche predefinite).

Per le assonometrie ortogonali trimetriche generiche:

Le assonometrie ortogonali generiche si ottengono mediante le opzioni: *Definizione punto direzione* o *Definizione piano*, presenti nel sotto-menu delle *Proiezioni assonometriche ortogonali trimetriche*.

- CTRL+
una delle
quattro
freccie** Permette di ruotare la direzione assonometrica attorno all'origine: verso l'alto (freccia in alto), verso il basso (freccia in basso), in senso anti-orario (freccia a destra) e in senso orario (freccia a sinistra). Il passo di rotazione iniziale è pari a 5°, aumentabile o diminuibile con + (più) o - (meno).
- + e -** Permette di aumentare (+) o diminuire (-) il passo di rotazione della direzione assonometrica attorno all'origine (valore iniziale 5 gradi).
Il valore viene raddoppiato o dimezzato ad ogni pressione del tasto (con conferma acustica).

4.5 PROIEZIONI ASSONOMETRICHE OBLIQUE

Tasti di uso comune a tutte le proiezioni assonometriche oblique:

Tasti freccia: Come per le assonometrie ortogonali.

- X** Seleziona il piano YZ come piano di proiezione (cavaliera).
- Y** Seleziona il piano XZ come piano di proiezione (cavaliera).
- Z** Seleziona il piano XY come piano di proiezione (militare).

Per le assonometrie oblique dimetriche predefinite:

- PgUP e
PgDN
oppure
9 e 3** Selezionano i rapporti di riduzione lungo l'asse recedente (asse X per cavaliera con piano di proiezione YZ, asse Y per piano XZ e asse Z per piano XY).
I rapporti possibili sono 0.5, 0.6667, 0.75, 1, 1.5 e 2.

Per le assonometrie oblique generiche:

Le assonometrie oblique generiche si ottengono mediante l'opzione *Definizione angolo*, presente nel sotto-menu delle Proiezioni assonometriche oblique monometriche e *Definizione angolo e riduzione* o *Definizione azimuth e zenit*, presenti nel sotto-menu delle Proiezioni assonometriche oblique dimetriche.

CTRL+ Freccia	Permette di ruotare la direzione assonometrica attorno all'origine: in senso anti-orario (freccia a destra) e in senso orario (freccia a sinistra). Il passo di rotazione iniziale è pari a 5° aumentabile o diminuibile con + (più) o - (meno).
PgUP e PgDN oppure 9 e 3	Aumentano (PgUP) o riducono (PgDN) i rapporti di riduzione lungo l'asse recedente (asse X per cavaliera con piano di proiezione YZ, asse Y per piano XZ e asse Z per piano XY). Il passo di aumento o di riduzione è fissato in 0.05 (non è possibile cambiarlo). Il rapporto di riduzione minimo è 0.25, quello massimo è 4.
+ e -	Permette di aumentare (+) o diminuire (-) il passo di rotazione della direzione assonometrica attorno all'origine.

4.6 PROIEZIONI PROSPETTICHE**Tasti di uso comune a tutte le proiezioni prospettiche:**

A	Sposta il PV ed il PP verso l'alto rispetto alla rappresentazione. L'asse di vista, definito da PV e PP, viene traslato verso l'alto rispetto alla giacitura del quadro: se questo è ad esempio orizzontale (e dunque l'asse di vista verticale), lo spostamento avviene lungo l'asse Y (positivo se la vista è dall'alto, negativo se dal basso). Se invece il quadro è verticale, tale spostamento avviene lungo l'asse Z positivo. Se infine il quadro è inclinato rispetto agli assi, lo spostamento sarà dato da una combinazione di movimenti lungo i tre assi.
B	Sposta il PV ed il PP verso il basso rispetto alla rappresentazione.
D	Sposta il PV ed il PP verso destra rispetto alla rappresentazione.
S	Sposta il PV ed il PP verso sinistra rispetto alla rappresentazione.

X, Y, Z	Sposta il PV ed il PP lungo la direzione positiva dell'asse X, Y o Z.
CTRL+ X, Y, Z	Sposta il PV ed il PP lungo la direzione negativa dell'asse X, Y o Z.
Home o 7	Avvicina il Punto di Vista al Punto Principale. Il Punto principale rimane invariato. La giacitura della direzione di vista rimane invariata.
ine (End) oppure 1	Allontana il Punto di Vista dal Punto Principale. Il Punto Principale rimane invariato. La giacitura della direzione di vista rimane invariata.
+ o -	Variano il passo di cambiamento dei parametri prospettici, aumentandolo (+) o diminuendolo (-). Ad esempio l'allontanamento o l'avvicinamento del PV dal PP avviene sommando o sottraendo alla distanza attuale il valore del passo di cambiamento. Il passo di cambiamento viene controllato dai tasti + e -: a partire da un valore di 0.25 unità del disegno, è possibile aumentarlo (raddoppiandolo) o diminuirlo (dimezzandolo) per portarlo a 64 o circa 0.002 unità del disegno (nel caso di traslazioni) oppure a 320 gradi oppure a circa 0.04 gradi (nel caso delle rotazioni). Nel caso si raggiungano il limite massimo o minimo viene emesso un segnale acustico di errore. Il passo di cambiamento può essere letto nel riquadro Informazioni ottenuto mediante il comando <i>File-Informationi</i> .

Per prospettive a quadro frontale:

Freccia in alto o 8	Seleziona, come piano di proiezione o quadro, un piano parallelo al piano XY. La vista è dall'alto.
Freccia in basso o 2	Seleziona, come piano di proiezione, un piano parallelo al piano XY. Vista dal basso.
Freccia a destra o 6	Seleziona, come piano di proiezione, un piano verticale. Direzione di vista orizzontale. Nel caso il piano sia già verticale ruota il piano di 90 gradi con verso anti-orario attorno al PP.
Freccia a sinistra o 4	Seleziona, come piano di proiezione, un piano verticale. Direzione di vista orizzontale. Nel caso il piano sia già verticale, ruota il piano di 90 gradi con verso orario attorno al PP.

Per prospettive a quadro obliquo:

In CARTESIO le prospettive a quadro obliquo sono limitate alle configurazioni aventi il quadro verticale.

Freccia in alto o 8	Riflette la retta PV-PP rispetto al piano XY (se il PV ha Z negativa).
Freccia in basso o 2	Riflette la retta PV-PP rispetto al piano XY (se il PV ha Z positiva).
Freccia a destra o 6	Ruota il Punto di Vista di 90 gradi in senso anti-orario attorno al Punto Principale.
Freccia a sinistra o 4	Ruota il Punto di Vista di 90 gradi in senso orario attorno al Punto Principale.
CTRL+ Freccia a destra	Ruota il PV attorno al PP di 5 gradi in senso anti-orario. Usando + e - è possibile aumentare o diminuire il passo di rotazione.
CTRL+ Freccia a sinistra	Ruota il PV attorno al PP di 5 gradi in senso orario. Usando + e - è possibile aumentare o diminuire il passo di rotazione.

Per prospettive a quadro inclinato:

Freccia in alto o 8	Riflette la retta PV-PP rispetto al piano XY (se il PV ha Z negativa).
Freccia in basso o 2	Riflette la retta PV-PP rispetto al piano XY (se il PV ha Z positiva).
Freccia a destra o 6	Ruota il Punto di Vista di 90 gradi in senso anti-orario attorno al Punto Principale.
Freccia a sinistra o 4	Ruota il Punto di Vista di 90 gradi in senso orario attorno al Punto Principale.
CTRL+ Freccia in alto	Ruota il PV attorno al PP di 5 gradi verso l'alto. Usando + e - è possibile aumentare o diminuire il passo di rotazione.
CTRL+ Freccia in basso	Ruota il PV attorno al PP di 5 gradi verso il basso. Usando + e - è possibile aumentare o diminuire il passo di rotazione.

- CTRL+**
Freccia
a destra
- Ruota il PV attorno al PP di 5 gradi in senso anti-orario attorno al Punto Principale. Usando + e - è possibile aumentare o diminuire il passo di rotazione.
- CTRL+**
Freccia
a sinistra
- Ruota il PV attorno al PP di 5 gradi in senso orario attorno al Punto Principale. Usando + e - è possibile aumentare o diminuire il passo di rotazione.

Comandi presenti nei menu di CARTESIO

5.1 LA SELEZIONE DI UN COMANDO

Per selezionare un comando è necessario portare il cursore a freccia sopra la parola corrispondente al gruppo di comandi tra i quali è presente quello che si intende attivare. Premendo il tasto sinistro del mouse si apre la finestra che contiene l'elenco dei comandi riuniti sotto quella voce di menu. Portando ora il cursore a freccia sul comando desiderato si attiva il comando premendo ancora il tasto sinistro.

È anche possibile scorrere i vari menu e sotto menu tenendo sempre premuto il tasto sinistro del mouse. Al momento del rilascio del tasto sarà attivato il comando indicato dal colore invertito.

Non disponendo del mouse è possibile usare la tastiera. In questo caso è prima necessario selezionare la voce di menu con la sequenza di tasti ALT+Carattere sottolineato del nome della voce di menu. Ad esempio volendo selezionare un comando presente nel menu *File*, sarà necessario premere il tasto ALT (normalmente vicino alla barra spaziatrice, a sinistra) e subito dopo il carattere **f** oppure **F**. A questo punto si aprirà la finestra relativa al menu *File* e si potrà selezionare il comando desiderato premendo il tasto corrispondente alla lettera sottolineata del comando voluto (senza bisogno di premere ALT).

Se ad esempio si desidera attivare il comando *Apri*, si dovrà premere il tasto corrispondente alla lettera **a**.

Di norma la prima operazione da eseguire, dopo il lancio del programma CARTESIO, è di aprire una finestra usando le opzioni del menu *Proiezioni*. Sarà poi necessario scegliere uno o più solidi dal menu *Solidi*. A quel punto tutti gli altri menu saranno attivati.

Per ottenere informazioni sui tasti da usare per la modifica della proiezione attiva è sufficiente premere CTRL+F1.

5.2 MENU *FILE*

Il menu *File* contiene comandi relativi all'apertura o salvataggio dei file di disegno, alla stampa della finestra attiva e alla creazione di file DXF di uscita riferito alla finestra in quel momento attiva (per rendere attiva una finestra è sufficiente eseguire un *click* su di essa con il tasto sinistro del mouse e verificare che la sua linea di intestazione cambi colore).

Nel menu *File* sono inoltre presenti comandi per ottenere informazioni sulla proiezione attiva e per definire nuovi parametri operativi.

- **Apri...** Carica un disegno precedentemente memorizzato con l'opzione *Salva*. È necessario che non vi siano finestre aperte. Eventuali solidi attivati verranno cancellati e sostituiti dai solidi presenti nel disegno.

La scelta del file da aprire si effettua per mezzo di un riquadro di dialogo standard Windows.

È sufficiente fornire solo il nome del disegno senza la necessaria specifica dei suffissi standard .PRG o .COO usati da CARTESIO.

- **Salva...** Salva su file il disegno, completo di tutte le finestre aperte in quel momento. Il disegno potrà essere caricato successivamente mediante il comando *Apri*. Un disegno viene memorizzato su due file, aventi lo stesso nome e suffissi .PRG, per quanto riguarda le variabili generali, e .COO per la memorizzazione delle coordinate.

I due file devono essere presenti nella stessa directory di lavoro.

La scelta del nome del file da memorizzare si effettua mediante un riquadro di dialogo standard.

- **Dxfin...** Consente di caricare in CARTESIO disegni ottenuti da altri programmi e scritti nel formato DXF. È necessario che sia aperta almeno una finestra e gli eventuali solidi già presenti nel disegno saranno cancellati e sovrascritti dalle entità 3DFACCIA presenti nel file DXF.

Saranno riconosciute solo le entità 3DFACCIA anche dotate di spigoli nascosti (in AutoCAD per nascondere uno spigolo di una faccia esistente usare il programma Lisp Edge.lsp).

Il numero totale di facce triangolari resta fisso a 1000 e verrà disattivata la funzione di eliminazione preventiva delle facce non rivolte verso l'osservatore poiché non è conosciuto a priori l'orientamento delle facce.

Blocchi solidi (prodotti con AME) o 3DMESH devono essere esplosi ripetutamente in AutoCAD, fino ad ottenere solo facce 3D.

Per l'assegnazione dei colori CARTESIO opera con le seguenti modalità: alla prima coppia di valori di colore-layer letta dal file DXF, verrà assegnato il colore rosso, alla seconda il colore giallo e così via. Dopo aver esaurito i sei colori disponibili, a tutte le coppie di valori oltre la sesta sarà assegnato il colore magenta.

- **Dxfout...** Permette di memorizzare su file, nel formato DXF per AutoCAD, il contenuto grafico della finestra in quel momento attiva.

Il file DXF potrà poi essere caricato in AutoCAD per ulteriori elaborazioni.

I solidi sono memorizzati in forma di 3DFACCIA e pertanto sarà possibile l'eliminazione delle linee nascoste o l'uso del file per altri programmi che accettano il formato DXF, quali 3DSTUDIO.

I solidi vengono memorizzati con colori diversi e su piani diversi, secondo il loro colore in CARTESIO.

• **DXF batch** Consente di trasformare sia proiettivamente, sia geometricamente file esterni nel formato DXF. Le coordinate tridimensionali delle entità presenti nel file di partenza saranno opportunamente trasformate e poste in un file avente lo stesso nome con l'ultima lettera trasformata in trattino (_). Ad esempio il file PROVA.DXF verrà trascritto nel file PROV_.DXF.

Le entità sottoposte a trasformazione sono: facce 3D, linee, punti, polilinee bidimensionali e tridimensionali, testi ed in genere tutte le entità le cui coordinate sono definite dai codici di gruppo DXF 10..17, 20..27, 30..37.

Non vengono sottoposti a trasformazione i blocchi e i solidi che pertanto devono essere esplosi, anche ripetutamente, per ottenere le entità primitive che li compongono. Anche le entità estruse non vengono trasformate. Sono possibili varie alternative:

• • **Proiezione attiva...** Le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa alla proiezione in quel momento attiva.

• • **Trasformazione corrente...** Le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa alla trasformazione geometrica corrente (se esiste). Se è stata applicata, e non annullata, una deformazione, questa verrà applicata anche alle entità del file DXF, prima delle trasformazioni geometriche.

• • **Tutte le trasformazioni (da 1 a corrente)...** Le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa all'intera sequenza di trasformazioni geometriche. Anche in questo caso, se in CARTESIO è stata applicata una deformazione, questa verrà applicata anche alle entità del file DXF.

• • **Proiezione e trasformazione corrente...** Le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa alla trasformazione geometrica corrente e, successivamente, per la matrice di trasformazione della proiezione attiva. Anche in questo caso, se in CARTESIO è stata applicata una deformazione, questa verrà applicata anche alle entità del file DXF.

• • **Proiezione e tutte le trasformazioni...** Le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa all'intera sequenza di trasformazioni geometriche e, successivamente, per la matrice della proiezione attiva. Anche in questo caso, se in CARTESIO è stata applicata una deformazione, questa verrà applicata anche alle entità del file DXF.

• **Preferenze** Consente di ridefinire alcuni parametri operativi:

• • **Spessori linee...** Modifica lo spessore delle linee che identificano gli spigoli dei solidi nella versione *wire-frame* (vedi menu *Finestre* e *Vista*) e delle linee usate per i grafici che rappresentano gli assi, il quadro ecc.

I valori possono variare tra 0 e 100: il valore 0 permette di selezionare sempre lo spessore minimo compatibile con la risoluzione del video.

Valori di default 15 sia per gli spigoli che per i grafici (valori indicativi, utili per la risoluzione di *default* di 1024x768 *pixel*).

- • **Cifre decimali delle coordinate...** Nelle proiezioni ortogonali premendo il tasto CTRL seguito dal tasto sinistro del mouse è possibile rendere visibili (in basso a destra della finestra) le coordinate del cursore grafico nella forma X, Y, Z. Le coordinate possono essere scritte con un numero di decimali deciso dall'utente e variabile tra 0 e 5 (default 3 cifre decimali). Il valore scelto è anche usato nel riquadro *Informazioni* che fornisce dati numerici relativi alla finestra attiva.

- • **Scala assi nelle proiezioni...** Modifica la lunghezza degli assi rappresentati nella finestra principale di rappresentazione (valori compresi tra 0.2 e 5, default 1).

- **Informazioni** Visualizza un riquadro di dialogo contenente informazioni dettagliate sulla proiezione attiva (vedi Appendice A).

- **Crea file informazioni...** Richiede il nome base di un file di uscita (al quale sarà aggiunto il suffisso INF) dove saranno scritte, per ogni finestra di proiezione:
 - Informazioni sulle rappresentazioni: identiche a quelle contenute nel riquadro *Informazioni*.
 - Matrice di trasformazione proiettiva.
 - Equazione del piano di proiezione.
 - Coordinate dei tre o quattro punti che individuano il piano di proiezione.

- **Crea file coordinate...** Richiede il nome base di un file di uscita (al quale sarà aggiunto il suffisso CDR) dove saranno scritte, le coordinate reali dei punti che formano il modello in quel momento presente in CARTESIO (comprese le indicazioni di colore e numero della faccia) e, per ogni finestra di proiezione:
 - Le coordinate dei punti delle facce trasformate proiettivamente.
 - Alcune indicazioni di base per l'identificazione dei parametri proiettivi.
 - La matrice di trasformazione proiettiva.

- **Crea file trasformazioni...** Richiede il nome base di un file di uscita (al quale sarà aggiunto il suffisso TRS) dove saranno scritte le indicazioni relative alle matrici di trasformazione, alle sezioni e alle deformazioni eventualmente applicate ai solidi di CARTESIO.

Per ogni trasformazione vengono forniti i seguenti dati:

 - Nome della trasformazione geometrica.
 - Colori attivi per quella trasformazione.
 - Matrice di trasformazione geometrica diretta.
 - Matrice di trasformazione geometrica inversa.
 - Matrice prodotto diretta, dalla prima trasformazione alla corrente.
 - Matrice prodotto inversa, fino all'annullamento di tutte le trasformazioni.

Se il modello è stato sezionato vengono anche scritte:

 - Le coordinate dei tre punti che definiscono il piano di sezione.
 - Le coordinate del punto che appartiene al semi-spazio non eliminato.

Se infine il modello è stato deformato vengono fornite le seguenti indicazioni:

 - Le coordinate di partenza e di arrivo dei punti che definiscono la deformazione.
 - Il raggio di influenza della deformazione.

- **Stampa** Stampa la finestra in quel momento attiva, usando la stampante predefinita da Windows.
- **Imposta stampante...** Seleziona la stampante da usare. Utile nel caso siano impostate varie diverse stampanti.
- **Esci da CARTESIO** Esce da CARTESIO. Se sono presenti dei solidi viene richiesta conferma esplicita.

5.3 MENU *SOLIDI*

Le varie voci del menu *Solidi* consentono di caricare nel disegno corrente un solido predefinito. Ogni solido è caratterizzato da un colore: rosso il primo, giallo il secondo, verde il terzo, azzurro il quarto, blu il quinto e magenta il sesto.

Possono essere attivati fino a sei solidi per un massimo complessivo di 1000 facce.

È da tener presente che in CARTESIO le facce sono tutte triangolari e pertanto una faccia quadrata viene ridotta a due facce triangolari, un pentagono in tre ed un esagono in quattro facce triangolari.

Per conoscere il numero totale di facce è sufficiente attivare il riquadro di dialogo *File-Informazioni*.

Oltre ai solidi platonici (tetraedro, cubo, ottaedro, icosaedro e dodecaedro), i platonici stellati e vacui e i solidi archimedei è anche possibile caricare la sfera, il prisma (con un numero di facce variabile tra 3 e 30), la piramide (sempre con base regolare definita da 3 a 30 lati), il tronco di piramide (con definizione delle due basi), il mazzocchio (pieno e vuoto) ed un semplice edificio di esempio.

I solidi vengono caricati dopo aver aperto almeno una finestra dal menu *Proiezioni* e assumono una posizione iniziale standard così definita: il primo solido avrà il suo baricentro sul punto $X = 0, Y = 0$ e sarà posto generalmente sul piano XY ; il secondo sarà posto in 2,0; il terzo in 4,0; il quarto in 0,2; il quinto in 2,2 ed il sesto in 4,2.

È comunque possibile cancellare, cambiare colore, traslare, ruotare, riflettere, sezionare e deformare i solidi per mezzo delle opzioni del menu *Trasformazioni*.

Il menu *Solidi* si attiva automaticamente dopo aver aperto la prima finestra di rappresentazione.

- **Tetraedro** Solido regolare formato da 4 facce definite da triangoli equilateri (4 facce triangolari in CARTESIO)
- **Cubo** Solido regolare (denominato anche esaedro) formato da 6 facce quadrate (12 facce in CARTESIO)
- **Ottaedro** Solido regolare formato da 8 facce definite da triangoli equilateri (8 facce in CARTESIO)

- ***Icosaedro*** Solido regolare formato da 20 facce definite da triangoli equilateri (20 facce in CARTESIO)

- ***Dodecaedro*** Solido regolare formato da 12 facce pentagonali (36 facce in CARTESIO)

- ***Platonici vacui*** Solidi platonici resi visibili nella loro struttura a spigoli:
 - • ***Tetraedro vacuo*** In CARTESIO formato da 48 facce
 - • ***Cubo vacuo*** In CARTESIO formato da 96 facce
 - • ***Ottaedro vacuo*** In CARTESIO formato da 96 facce
 - • ***Icosaedro vacuo*** In CARTESIO formato da 240 facce
 - • ***Dodecaedro vacuo*** In CARTESIO formato da 240 facce

- ***Platonici stellati*** Solidi platonici con piramidi formate da triangoli equilateri in corrispondenza di ogni faccia.
 - • ***Tetredro stellato*** In CARTESIO formato da 12 facce
 - • ***Cubo stellato*** In CARTESIO formato da 24 facce
 - • ***Ottaedro stellato*** In CARTESIO formato da 24 facce
 - • ***Icosaedro stellato*** In CARTESIO formato da 60 facce
 - • ***Dodecaedro stellato*** In CARTESIO formato da 60 facce

- ***Archimedei*** Solidi archimedei, generati dai solidi platonici per troncatura, variazione dell'area delle facce e rotazione delle facce. Sono 13 poliedri convessi a vertici congruenti:
 - • ***Cubottaedro*** In CARTESIO formato da 20 facce
 - • ***Icosidodecaedro*** In CARTESIO formato da 56 facce
 - • ***Tetredro tronco*** In CARTESIO formato da 20 facce
 - • ***Cubo tronco*** In CARTESIO formato da 44 facce
 - • ***Ottedro tronco*** In CARTESIO formato da 44 facce
 - • ***Dodecaedro tronco*** In CARTESIO formato da 116 facce

- • ***Icosaedro tronco*** In CARTESIO formato da 116 facce
- • ***Rombicubottaedro*** In CARTESIO formato da 44 facce
- • ***Cubottaedro tronco*** In CARTESIO formato da 92 facce
- • ***Rombicosidodecaedro*** In CARTESIO formato da 116 facce
- • ***Icosidodecaedro tronco*** In CARTESIO formato da 236 facce
- • ***Cubo simo*** In CARTESIO formato da 44 facce
- • ***Dodecaedro simo*** In CARTESIO formato da 116 facce
- ***Prisma*** Crea un prisma da 3 a 30 lati con scelta del raggio di base e dell'altezza (in CARTESIO, Numero Facce = Numero lati * 4)
- ***Piramide*** Crea una piramide da 3 a 30 lati con scelta del raggio di base e dell'altezza (in CARTESIO, Numero Facce = Numero lati * 2)
- ***Piramide tronca*** Crea una piramide tronca da 3 a 30 lati con scelta dei raggi delle basi e dell'altezza (in CARTESIO, Numero Facce = Numero lati * 4)
- ***Sfera*** Crea un solido a 72 facce in parte triangolari, in parte quadrangolari (120 facce in CARTESIO)
- ***Mazzocchio*** Crea un toro formato da 12 settori a sezione ottagonale (192 facce in CARTESIO)
- ***Mazzocchio vuoto*** Crea un toro vuoto formato da 7 settori a sezione esagonale (700 facce in CARTESIO)
- ***Edificio di esempio*** Crea un semplice edificio di esempio (108 facce in CARTESIO)

5.4 MENU PROIEZIONI

Per mezzo del menu *Proiezioni* si aprono sul video fino a sei finestre contenenti ciascuna una diversa proiezione dei solidi selezionati. È possibile aprire e chiudere (anche usando il bottone in alto a sinistra sulla finestra) un numero qualsiasi di finestre, purché in ogni momento non vi siano più di sei finestre aperte contemporaneamente. In ogni momento vi è inoltre una ed una sola finestra attiva.

Per attivare una finestra è sufficiente portare il cursore grafico all'interno della finestra da attivare e premere una volta il bottone sinistro del mouse. Un'altra moda-

lità è resa possibile dal menu *Vista* (selezione con il mouse del nome di una finestra aperta).

Le finestre proiezione sono finestre Windows a tutti gli effetti e pertanto potranno essere modificate nelle loro proporzioni, ridotte ad icona, rese a pieno schermo, mostrate affiancate o in “cascata”, aperte e chiuse, stampate e, in CARTESIO, sarà anche possibile creare un file DXF che traduca il contenuto di una finestra in file per AutoCAD (vedi menu *File*).

Ogni proiezione potrà essere modificata, sempre rimanendo della classe originaria, per mezzo di indicazioni fornite da tastiera.

Inoltre il contenuto della finestra potrà essere ingrandito (*zoom*) o spostato (*pan*) per mezzo del mouse.

• **Proiezione ortogonale** Apre una finestra contenente la proiezione ortogonale in pianta degli oggetti precedentemente selezionati.

È possibile, mediante le frecce di tastiera, ottenere tutte le sei proiezioni ortogonali. Nelle proiezioni ortogonali è anche possibile attivare la visualizzazione delle coordinate del cursore usando la combinazione CTRL+Tasto sinistro mouse.

• **Assonometria ortogonale** Apre una finestra contenente una proiezione assonometrica ortogonale di tipo:

•• **Isometrica** Rapporti tra gli assi 1, 1, 1, angoli tra gli assi (misurati sul piano di proiezione) 120°, 120°, 120°

•• **Dimetrica** Apre una finestra contenente una proiezione assonometrica ortogonale dimetrica di tipo:

••• **Dimetrica 1,1,0.5** Rapporti tra gli assi 1,1,0.5, angoli 131.4°, 131.4°, 97.2°

••• **Dimetrica 130°,130°,130°** Rapporti tra gli assi 1,1,0.589, angoli tra gli assi 130°, 130°, 100°

••• **Dimetrica 1,1,0.666** Rapporti tra gli assi 1, 1, 0.6667, angoli tra gli assi 128.6°, 128.6°, 102.8°

••• **Dimetrica 1,1,0.75** Rapporti tra gli assi 1, 1, 0.75, angoli tra gli assi 126.8°, 126.8°, 106.4°

••• **Dimetrica 1,0.75,0.75** Rapporti tra gli assi 1, 0.75, 0.75, angoli tra gli assi 152.6°, 103.7°, 103.7°

••• **Definizione punto direzione...** Definisce le coordinate di un punto che determina la direzione di proiezione. Almeno due delle tre coordinate devono essere uguali tra loro. Il punto non può avere coordinate tutte nulle.

••• **Trimetrica** Apre una finestra contenente una proiezione assonometrica ortogonale trimetrica di tipo:

••• **Trimetrica 130°,120°,110°** Rapporti tra gli assi 1, 0.936, 0.814, angoli tra gli assi (misurati sul piano di proiezione) 130°,120°,110°

••• **Trimetrica 100°,120°,140°** Rapporti tra gli assi 1, 0.938, 0.589, angoli tra gli assi 100°,120°,140°

••• **Trimetrica 1,2/3,3/4** Rapporti tra gli assi 1, 0.66666, 0.75, angoli tra gli assi 93.8°,93°,173.2°

••• **Trimetrica 1,0.7,0.85** Rapporti tra gli assi 1, 0.7, 0.85, angoli tra gli assi 111.4°, 103.8°, 144.8°

••• **Trimetrica 1,0.8,0.9** Rapporti tra gli assi 1, 0.8, 0.9, angoli 117°, 109.8°, 133.2°

••• **Definizione punto direzione...** Richiede l'immissione di un punto che definirà la direzione assonometrica. Così il punto 1,1,1 (o 2,2,2 o anche 7.52, 7.52, 7.52 o qualsiasi altra terna di numeri uguali tra loro) definirà una assonometria ortogonale isometrica, mentre, ad esempio, 0,0,1 definirà una proiezione ortogonale di pianta vista dall'alto (la finestra avrà però sempre le caratteristiche di una proiezione assonometrica).

Il piano di proiezione sarà sempre perpendicolare alla direzione assonometrica. Il punto non può avere coordinate tutte nulle.

••• **Definizione piano...** Definisce il piano di proiezione per mezzo dell'azimut e dello zenit della sua perpendicolare (vale a dire azimut e zenit della direzione assonometrica).

• **Assonometria obliqua** Apre una finestra contenente una proiezione assonometrica obliqua:

••• **Monometrica** Apre una finestra contenente una proiezione assonometrica obliqua monometrica:

••• **Angoli 90°,105°,165°** Monometrica con angoli 90°, 105°, 165°

••• **Angoli 90°,120°,150°** Monometrica con angoli 90°, 120°, 150°

••• **Angoli 90°,135°,135°** Monometrica con angoli 90°, 135°, 135°

••• **Angoli 90°,150°,120°** Monometrica con angoli 90°, 150°, 120°

••• **Angoli 90°,165°,105°** Monometrica con angoli 90°, 165°, 105°

- **Definizione angolo...** Monometrica con definizione dell'angolo azimutale.
- **Dimetrica** Apre una finestra contenente una assonometria obliqua dimetrica:
- **Angoli 90°,105°,165°** Dimetrica con angoli 90°, 105°, 165°
- **Angoli 90°,120°,150°** Dimetrica con angoli 90°, 120°, 150°
- **Angoli 90°,135°,135°** Dimetrica con angoli 90°, 135°, 135°
- **Angoli 90°,150°,120°** Dimetrica con angoli 90°, 150°, 120°
- **Angoli 90°,165°,105°** Dimetrica con angoli 90°, 165°, 105°
- **Definizione angolo e riduzione...** Dimetrica con definizione dell'angolo azimutale e dello scorcimento (definizione implicita dell'angolo di zenit).
Lo scorcimento deve essere compreso tra 0.25 e 4.
- **Definizione azimet e zenit...** Dimetrica con definizione dell'angolo azimutale e dello zenit (coordinate sferiche).
Lo zenit deve essere compreso tra 15 e 75 gradi.
- **Prospettiva** Apre una finestra contenente una proiezione prospettica:
- **Frontale** A quadro frontale, sempre parallelo a due assi cartesiani.
- **Obliqua** A quadro obliquo, sempre parallelo all'asse Z.
- **Inclinata** A quadro inclinato, genericamente disposto nello spazio.
- **Definizione PP e PV...** A quadro generico, perpendicolare alla retta che passa per il centro di proiezione (PV) e per il punto principale (PP). I due punti non devono essere coincidenti.

5.5 MENU TRASFORMAZIONI

Il menu *Trasformazioni* si attiva automaticamente dopo aver aperto la prima finestra di rappresentazione dal menu *Proiezioni* e aver attivato almeno un solido dal menu *Solidi*.

I comandi presenti in questo menu si riferiscono alle trasformazioni geometriche da applicare ad uno o più solidi, alle sezioni o deformazioni, sempre riferite ai solidi presenti sullo schermo grafico, e alla cancellazione o al cambio di colore dei solidi stessi.

• **Crea gruppo di selezione...** I solidi possono essere al massimo di sei diversi colori: rosso, giallo, verde, azzurro, blu e magenta. Le operazioni di trasformazione geometrica, deformazione e sezione possono essere applicate a tutti i solidi presenti nel disegno oppure ad una parte di essi. Per identificare i solidi che devono essere sottoposti a quelle operazioni è prima necessario creare un gruppo di selezione, vale a dire scegliere nell'apposito riquadro di dialogo uno o più colori che identificano i solidi. I colori prescelti sono riportati in basso a destra sulla finestra di rappresentazione.

Se non è stato creato nessun gruppo di selezione le trasformazioni geometriche, la deformazione e la sezione si applicano a tutti i solidi presenti, in caso contrario solo a quelli selezionati.

La cancellazione e il cambio di colore dei solidi, essendo operazioni critiche e non annullabili, necessitano di una selezione preventiva ed esplicita.

• **Cancella solidi...** Cancella i solidi dei colori selezionati nel precedente gruppo di selezione. Richiede conferma.

• **Cambia colore ai solidi...** Cambia colore ai solidi selezionati. In tal modo è possibile dare lo stesso colore a più di un solido: tutti i solidi dello stesso colore saranno da quel momento uniti in un unico macro solido. In tal modo sarà possibile ottenere anche più di sei solidi contemporaneamente, ma due o più saranno dello stesso colore e pertanto subiranno necessariamente le stesse trasformazioni. Richiede conferma.

• **Annulla trasformazione** Annulla la precedente trasformazione geometrica, se presente. Se l'opzione è disponibile compare alla sua sinistra un segno di spunta. Sono annullabili fino a 100 trasformazioni geometriche.

• **Riesegui trasformazione** Riesegue una trasformazione geometrica precedentemente annullata. Se l'operazione è possibile compare alla sinistra del comando un segno di spunta.

Unendo l'uso di questa opzione con la precedente è possibile verificare più volte gli effetti di una singola o di più operazioni geometriche su uno o più solidi. Sono rieseguibili tutte le trasformazioni annullate, fino ad un massimo di 100.

Sia questa che la precedente opzione tengono conto dell'eventuale cambio di gruppo di selezione tra una trasformazione e l'altra.

• **Traslazione...** Trasla lungo gli assi X, Y e Z tutti i solidi (se manca il gruppo di selezione) o quelli appartenenti al gruppo di selezione. Valori compresi tra -10 e +10.

• **Rotazione** Ruota tutti i solidi o quelli appartenenti al gruppo di selezione:

•• **Attorno all'asse X..** Ruota attorno all'asse X con la regola della mano destra (chiudendo a pugno la mano destra tenendo il pollice esteso, idealmente il pollice indica il verso positivo dell'asse X e le dita chiuse a pugno il senso di rotazione positiva attorno a quell'asse).

- • **Attorno all'asse Y...** Ruota attorno all'asse Y con la regola della mano destra.
- • **Attorno all'asse Z...** Ruota attorno all'asse Z con la regola della mano destra.
- • **Asse generico...** Ruota attorno ad un asse generico comunque disposto nello spazio. È necessario fornire le coordinate di due punti che definiscono l'asse e l'angolo di rotazione, sempre calcolato con la regola della mano destra, dove il primo punto si appoggia alla base della mano chiusa a pugno e il secondo punto coincide con la punta del pollice.
- • **Scalatura** Scala tutti i solidi o quelli appartenenti al gruppo di selezione:
 - • **Omogenea in X, Y, Z...** Scala in modo omogeneo in X, Y e Z, fornendo un unico fattore di scala.
Un fattore di scala maggiore di 1 ingrandisce gli oggetti; un fattore minore di 1 li diminuisce. Un fattore unitario mantiene invariate le dimensioni dei solidi.
 - • **Non omogenea...** Scala in modo non omogeneo lungo i tre assi, fornendo tre distinti fattori di scala: uno per ogni asse cartesiano. Le coordinate X dei punti che definiscono i solidi saranno moltiplicate per il fattore di scala in X, le coordinate Y per il fattore in Y e le coordinate Z per il fattore in Z.
- • **Riflessione o specchiatura** Riflette tutti i solidi o quelli appartenenti al gruppo di selezione:
 - • **Rispetto al piano XY...** Riflette rispetto al piano XY (le coordinate Z dei punti che definiscono i solidi avranno il segno invertito).
 - • **Rispetto al piano XZ...** Riflette rispetto al piano XZ (coordinate Y invertite di segno).
 - • **Rispetto al piano YZ...** Riflette rispetto al piano YZ (coordinate X invertite di segno).
 - • **Rispetto ad un piano generico...** Riflette rispetto ad un piano generico, comunque disposto nello spazio. È necessario fornire le coordinate di tre punti che definiscono il piano di riflessione. I tre punti non devono essere allineati né coincidenti.
- • **Vedo matrice trasformazione** Consente di vedere i valori delle matrici:
 - • **Vedo matrice diretta corrente...** Mostra la matrice di trasformazione diretta relativa all'ultima trasformazione geometrica eseguita (se esiste).
 - • **Vedo matrice inversa corrente...** Mostra la matrice di trasformazione inversa relativa all'ultima trasformazione geometrica eseguita (se esiste).

- • **Vedo matrice prodotto diretta...** Mostra la matrice di trasformazione diretta relativa a tutte le trasformazioni geometriche eseguite fino a quel momento.
- • **Vedo matrice prodotto inversa...** Mostra la matrice di trasformazione inversa relativa a tutte le trasformazioni geometriche eseguite fino a quel momento.
- **Applica matrice trasformazione** Consente di applicare una trasformazione matriciale al modello reale, moltiplicando ogni punto selezionato (o tutti i punti se non esiste un gruppo di selezione) per le matrici:
 - • **Applica matrice generica...** Moltiplica tutti i punti che definiscono i solidi selezionati (o tutti i solidi se non vi è alcun gruppo di selezione attivo) per la matrice indicata. Nella sezione 2.12 sono illustrate le caratteristiche delle matrici usate per le trasformazioni geometriche.
La matrice deve avere la diagonale principale formata da valori non nulli e deve essere invertibile.
Mediante questo comando è possibile eseguire, ad esempio, una proiezione di una proiezione applicando ai solidi una matrice di proiezione (vedi esempio d'uso nella sezione 3.8). È importante notare che la matrice qui definita modifica la morfologia o la posizione degli oggetti reali, mentre le matrici di trasformazione proiettiva modificano le rappresentazioni degli oggetti stessi.
- • **Applica matrice diretta corrente...** Moltiplica tutti i punti dei solidi selezionati per la matrice diretta relativa alla trasformazione geometrica corrente.
- • **Applica matrice inversa corrente...** Moltiplica tutti i punti dei solidi selezionati per la matrice inversa relativa alla trasformazione geometrica corrente.
- • **Applica matrice prodotto diretta...** Moltiplica tutti i punti dei solidi selezionati per la matrice diretta relativa a tutte le trasformazioni geometriche eseguite fino a quel momento.
- • **Applica matrice prodotto inversa...** Moltiplica tutti i punti dei solidi selezionati per la matrice inversa relativa a tutte le trasformazioni geometriche eseguite fino a quel momento.
- • **Applica matrice proiezione di riferimento...** Moltiplica tutti i punti dei solidi selezionati per la matrice relativa alla proiezione di riferimento (se questa è stata scelta mediante il comando *Scelta proiezione di riferimento...*, nel menu *Finestre*).
- **Annulla deformazione** Annulla l'eventuale deformazione imposta a tutti i solidi o a quelli appartenenti al gruppo di selezione. Se disponibile, questo comando è contrassegnato da un segno di spunta alla sua sinistra.
- **Riesegui deformazione** Riesegue la deformazione precedentemente annullata. Se disponibile, questo comando è contrassegnato da un segno di spunta alla sua sinistra.

stra. L'uso di questo comando in combinazione con quello precedente permette di verificare rapidamente gli effetti della deformazione imposta.

- **Triangolarizzo...** La deformazione viene applicata ai punti che definiscono i vertici (e dunque i triangoli delle facce) dei solidi selezionati.

In molte occasioni può tornare utile suddividere le facce triangolari in facce più piccole: in tal modo una faccia precedentemente piana potrà assumere un andamento curvo poiché ogni singolo triangolo che la definisce potrà disporsi con una giacitura diversa dagli altri.

Sono possibili quattro livelli di triangolarizzazione: un primo livello circa duplica il numero di facce; un secondo livello ne moltiplica il numero per 4 circa; un terzo per 16 circa ed infine il quarto livello di triangolarizzazione moltiplica il numero di facce originarie per circa 64 volte.

Nel riquadro di dialogo di questo comando compare anche un bottone che consente di scegliere se le nuove facce triangolari così create debbano possedere ognuna gli spigoli di contorno oppure no.

In quest'ultimo caso rimangono gli spigoli di contorno delle facce originarie (sempre che la relativa opzione di visualizzazione sia attivata). Nel primo caso invece tutte le facce saranno dotate di spigoli di contorno che potranno essere resi tutti visibili o tutti invisibili mediante le sequenze *Finestre-Visione spigoli di contorno su tutte* (per tutte le finestre) o *Vista-Visione spigoli di contorno* (per la finestra attiva).

- **Deformazione...** Questo comando consente di deformare i solidi selezionati con modalità non lineari imponendo le coordinate di partenza e di arrivo di un gruppo formato da 1 a 15 punti di controllo. Ogni punto di arrivo funge da polo attrattore, nella direzione che lo collega con il suo omologo di partenza, agendo con una forza definita dal valore imposto come raggio di influenza. Per ulteriori ragguagli sul metodo vedi sezione 3.9.

- **Annulla sezione** Annulla l'eventuale sezione precedentemente applicata ai solidi. Se disponibile, questo comando è contrassegnato da un segno di spunta alla sua sinistra.

- **Riesegui sezione** Riesegue la sezione precedentemente annullata. Se disponibile, questo comando è contrassegnato da un segno di spunta alla sua sinistra.

- **Sezione...** Esegue la sezione di un gruppo o di tutti i solidi presenti nel disegno. È necessario definire le coordinate di tre punti non coincidenti né allineati che identificano il piano di sezione e un punto, non appartenente al piano di sezione, che indica il semi spazio da mantenere. Nel caso il piano di sezione non intersechi nessun solido, l'operazione viene annullata automaticamente e l'utente viene avvertito mediante un riquadro di dialogo. I solidi sezionati vengono rappresentati vuoti al loro interno e internamente di colore grigio per distinguere le facce interne da quelle esterne.

5.6 MENU *F*INESTRE

Il menu *Finestre* si attiva automaticamente dopo aver aperto la prima finestra di rappresentazione dal menu *Proiezioni* e aver attivato almeno un solido dal menu *Solidi*. I comandi contenuti in questo menu si riferiscono sempre e solo a tutte le finestre in quel momento presenti sullo schermo grafico, siano esse passive o attive.

Molti comandi influenzano anche le finestre future. Alcuni dei comandi presenti in questo menu, se la relativa funzione è attivata, presentano un segno di spunta alla propria sinistra.

- ***Affianca*** Nel caso siano presenti due o più finestre il comando consente di affiancarle tutte usando l'intero schermo. Questo comando risulta utile soprattutto per due o quattro finestre.

- ***Sovrapponi*** Dispone le finestre "a cascata", in modo che la finestra attiva sia in primo piano e che siano visibili i titoli delle altre finestre. Il modo migliore per rappresentare gli oggetti è comunque di rendere massima la dimensione della finestra (in Windows 3.1 e NT premendo il bottone in alto a destra sulla finestra, con la freccia verso l'alto).
Le altre eventuali rappresentazioni (finestre) possono essere richiamate dal menu *Vista*, alla fine del quale compare la lista completa delle finestre aperte.

- ***Disponi icone*** Se una o più finestre sono state ridotte ad icona il comando dispone le icone ordinatamente nella parte bassa dello schermo grafico.

- ***Wire frame su tutte*** Porta la rappresentazione dei solidi nella modalità *wire-frame* ("filo di ferro" o solo spigoli) per tutte le finestre.

- ***Shading su tutte*** Porta la rappresentazione dei solidi in modalità *shading* (ombreggiata o per superfici) per tutte le finestre.

- ***Visione riquadri su tutte*** Rende visibili/invisibili su tutte le finestre i riquadri posti a destra di ogni finestra.

- ***Visione assi su tutte*** Rende visibili/invisibili su tutte le finestre gli assi di riferimento X, Y e Z.

- ***Visione griglia su tutte*** Rende visibile/invisibile su tutte le finestre la griglia di riferimento.

- ***Visione spigoli di contorno su tutte*** Rende visibili/invisibili su tutte le finestre gli spigoli di contorno dei solidi (se in modalità *shading*).

- ***Visione quadro su tutte*** Rende visibile/invisibile il quadro e la direzione di proiezione della finestra di riferimento. Per la visione del quadro è prima necessario

identificare una proiezione di riferimento mediante il comando *Finestre-Scelta proiezione di riferimento...*

- **Visione orizzonte su tutte** Rende visibile/invisibile l'orizzonte, il cerchio delle distanze e il punto principale su tutte le finestre con proiezione prospettica.
- **Visione punto proiettato su tutte** Attiva/disattiva la visione del punto proiettato su tutte le finestre. È prima necessario definire le coordinate del punto da proiettare mediante il comando *Finestre-Proietta punto...*
- **Visione direzione luce su tutte** Attiva/disattiva su tutte le finestre la visione della direzione di luce nei riquadri. È necessario che la visione dei riquadri sia attivata.
- **Piano di ritaglio generale...** Consente di definire un piano, posto parallelamente al quadro prospettico, che divide lo spazio in due semi-spazi: tutto ciò che appartiene al semi-spazio contenente anche il centro di proiezione sarà eliminato dalle proiezioni prospettiche. Il piano è valido per tutte le prospettive, fino al cambiamento del valore imposto (vedi anche *Vista-Piano di ritaglio della vista...*).
- **Scelta proiezione di riferimento...** Consente di scegliere una finestra di riferimento. La finestra contiene una proiezione che è caratterizzata da un piano di proiezione e un direzione di proiezione. Questi elementi grafici vengono rappresentati nelle altre finestre (nella finestra di riferimento il quadro è infatti parallelo allo schermo e la direzione è ad esso perpendicolare e pertanto la loro rappresentazione non è significativa).
- **Passo e giacitura griglia...** Permette di modificare il passo, l'origine e la giacitura della griglia: parallela al piano XY, XZ o YZ.
- **Proietta punto...** Consente di immettere le coordinate X, Y, Z di un punto che verrà proiettato in ogni finestra.
- **Cambia direzione luce...** Cambia l'azimut e lo zenit della direzione di luce. La modifica influenza i toni e le sfumature di colore delle facce dei solidi rappresentati in modalità *shading* (vedi sezione 2.13).

5.7 MENU VISTA

Il menu *Vista* si attiva automaticamente dopo aver aperto la prima finestra di rappresentazione dal menu *Proiezioni* e aver attivato almeno un solido dal menu *Solidi*.

I comandi del menu *Vista* si riferiscono sempre e solo alla finestra in quel momento attiva. La finestra attiva (sempre unica in Windows) si riconosce per il diverso colore della barra superiore di intestazione.

- ***Chiudi finestra*** Chiude la finestra attiva. Se nel disegno sono presenti dei solidi verrà richiesta una specifica conferma. Lo stesso risultato si può ottenere con la combinazione CTRL+F4 o anche mediante il bottone in alto a sinistra sulla finestra che si intende chiudere.
- ***Zoom tutto*** Riporta la visualizzazione dei solidi in modo che questi occupino tutta la finestra attiva.
- ***Zoom precedente*** Riporta la visualizzazione dei solidi nella modalità precedente (se esiste). La visualizzazione attuale della finestra attiva diviene pertanto la vista precedente della stessa finestra.
- ***Zoom out*** Ingrandisce la finestra di vista del 15% circa, prendendo come riferimento il centro della attuale finestra attiva.
- ***Wire frame*** Porta la rappresentazione dei solidi sulla finestra attiva nella modalità *wire-frame* (a “filo di ferro” o per soli spigoli).
- ***Shading*** Porta la rappresentazione dei solidi sulla finestra attiva nella modalità *shading* (ombreggiatura o per superfici).
- ***Visione riquadri*** Attiva/disattiva la visione dei riquadri posti a destra della finestra attiva e contenenti gli assi ed il quadro.
- ***Visione assi*** Attiva/disattiva la visione degli assi della finestra attiva.
- ***Visione griglia*** Attiva/disattiva la visione della griglia della finestra attiva.
- ***Visione spigoli di contorno*** Attiva/disattiva la visione degli spigoli di contorno dei solidi della finestra attiva (valido solo per la modalità *shading*).
- ***Visione quadro*** Attiva/disattiva la visione del quadro della proiezione di riferimento nella finestra attiva.
- ***Visione orizzonte*** Attiva/disattiva la visione dell’orizzonte della finestra attiva (se è una prospettiva).
- ***Visione punto proiettato*** Attiva/disattiva la visione del punto proiettato nella finestra attiva. Il punto potrà anche essere esterno all’area della finestra e non visibile.
- ***Visione direzione luce*** Attiva/disattiva la visione della direzione luce nei riquadri della finestra attiva.
- ***Piano di ritaglio della vista...*** Solo per prospettive. Permette di definire la distanza dal centro di proiezione che, sulla retta che lo unisce al punto principale, individua un punto, per il quale passa un piano, perpendicolare alla stessa retta.

Tutte le parti degli oggetti che stanno oltre il piano, verso il centro di proiezione, saranno eliminate dalla rappresentazione.

L'opzione distanza minima definisce una distanza di 0.1 unità ed è comunque la minima distanza definibile.

Questa opzione si riferisce solo alla finestra in quel momento attiva (se è una prospettiva) e non seziona gli oggetti reali ma semplicemente gli oggetti rappresentati.

- ***Vedo matrice di proiezione...*** Mostra la matrice di proiezione associata alla finestra in quel momento attiva (vedi sezione 2.12).

5.8 MENU HELP

Il menu *Help* risulta di uso del tutto analogo a qualsiasi altro equivalente menu di un tipico programma Windows. Poiché si presume che gli utenti di CARTESIO non siano esperti utilizzatori di quel sistema operativo, oltre alle voci di aiuto specifiche di CARTESIO, sono stati aggiunti anche dei richiami all'uso dell'*help* in Windows e ad altri fondamentali aspetti di quel sistema.

- ***Indice generale*** Apre una sessione di aiuto che consente di scegliere una delle voci che seguono.
- ***Comandi in ordine alfabetico*** Apre una sessione di aiuto con la lista alfabetica di tutti i comandi (e i relativi approfondimenti) e altre informazioni presenti nelle appendici.
- ***Comandi suddivisi per menu*** Apre una sessione di aiuto con l'analisi dei comandi suddivisi secondo i menu di CARTESIO.
- ***Esercitazione e approfondimenti*** Apre una sessione di aiuto che riporta le esercitazioni presenti in questo manuale.
- ***Soluzioni dei problemi*** Apre una sessione di aiuto che riporta l'Appendice D.
- ***Uso dell'help in Windows*** Apre una sessione di aiuto sull'*help* interattivo di Windows.
- ***Uso di Program Manager*** Apre una sessione di aiuto su Program Manager di Windows.
- ***Uso di File Manager*** Apre una sessione di aiuto sull'uso di File Manager di Windows.
- ***Informazioni su...*** Apre un riquadro di dialogo che riporta la versione del programma e informazioni sull'autore.

ANALISI DEI DATI DEL RIQUADRO *INFORMAZIONI*

Ad ogni finestra di proiezione è associato un riquadro di dialogo contenente alcune informazioni alfanumeriche (vedi figura A1-1):

- **Tipo di proiezione:** ortogonale, assonometrica (ortogonale oppure obliqua, monometrica, dimetrica, trimetrica generica), prospettica (a quadro frontale, obliquo, inclinato).

- **Coordinate Punto di Vista o Punto Direzione.** Le coordinate del PV (Punto di Vista o Centro di Proiezione) vengono fornite per le proiezioni coniche (le prospettive), mentre per le proiezioni cilindriche (come le proiezioni ortogonali e le assonometriche) vengono date le coordinate del Punto Direzione, vale a dire del punto che definisce la direzione di proiezione come la retta che unisce l'origine degli assi al punto stesso. Ad esempio nel caso di proiezione ortogonale, con vista di pianta dall'alto, le coordinate del Punto Direzione sono $X=0, Y=0, Z=1$.

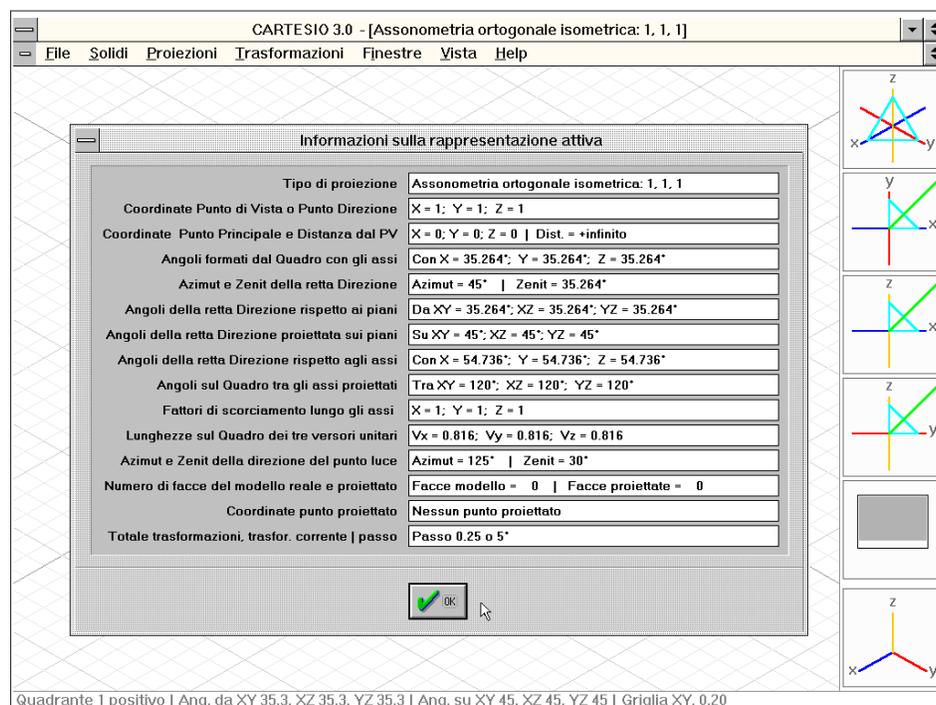


Fig. A-1 Riquadro informazioni per una proiezione assonometrica ortogonale isometrica

Nelle proiezioni cilindriche i valori riportati vengono sempre scalati in modo tale da essere tutti minori o uguali all'unità. Così se, ad esempio si sono fornite le coordinate del punto direzione per una Assonometria ortogonale trimetrica di 10, 20, 30, nel riquadro *Informazioni* verrà indicato il punto direzione di coordinate 0.3333, 0.6667, 1, del tutto equivalente a 10, 20, 30 (vedi figura A1-2).

- **Coordinate del Punto Principale e Distanza dal PV.** Nelle proiezioni cilindriche il Punto Principale (vale a dire la proiezione del Punto di Vista o Centro di Proiezione sul Quadro, effettuata perpendicolarmente al Quadro stesso) è sempre l'origine degli assi (0,0,0), mentre la Distanza è sempre *+infinito*. Nel caso di proiezioni prospettiche la distanza PV-PP è invece finita e sempre maggiore di zero.

- **Angoli formati dal Quadro con gli assi.** Il piano di proiezione (Quadro) interseca gli assi X, Y, Z oppure è parallelo ad uno o al massimo due di questi. L'angolo tra il Quadro ed un asse è compreso tra 0 e 90 gradi. Se il Quadro è parallelo ad un asse l'angolo è 0°, se è perpendicolare l'angolo è pari a 90° (vedi figura A1-3).

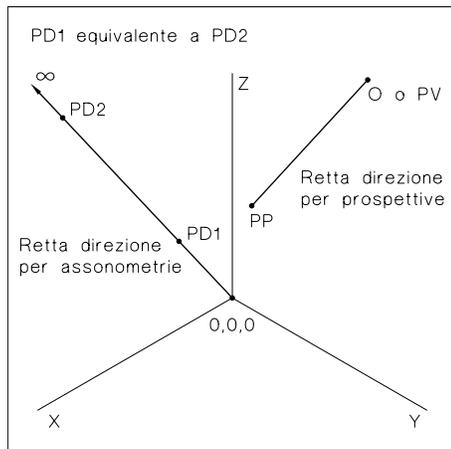


Fig. A-2 Coordinate PV e punto direzione

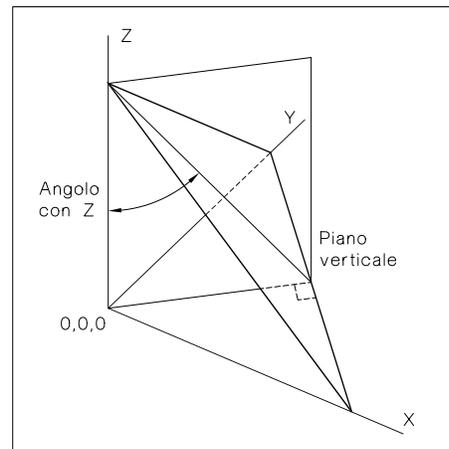


Fig. A-3 Angoli formati dal quadro con gli assi

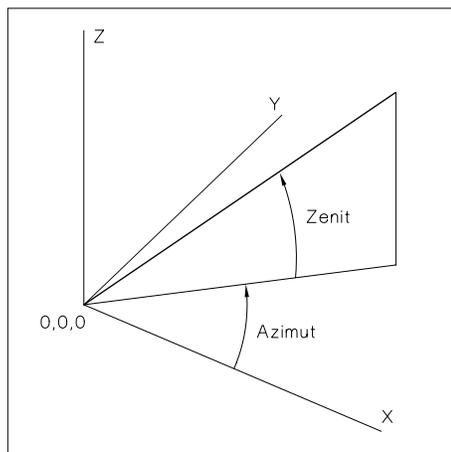


Fig. A-4 Azimut e zenit della retta direzione

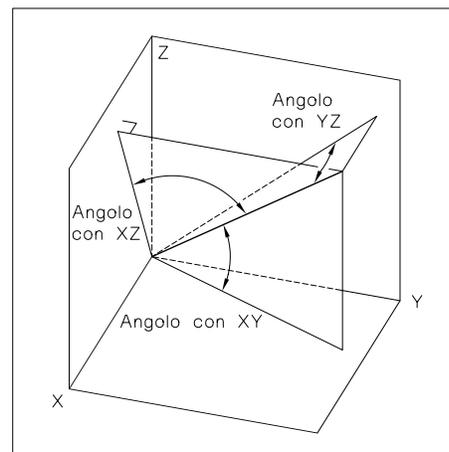


Fig. A-5 Angoli della retta direzione rispetto ai piani

- **Azimut e Zenit della retta Direzione.** La retta Direzione è la retta che unisce il Punto Principale al Punto di Vista: rappresenta dunque la direzione di proiezione. L'azimut di tale retta è l'angolo, calcolato con verso anti-orario, formato tra la sua proiezione sul piano XY e l'asse X positivo. Così una generica retta passante per l'origine degli assi e appartenente al piano YZ, avrà un azimut di 90° o di 270° , secondo la sua direzione. Lo zenit della retta è invece l'angolo, calcolato sul piano che la contiene e perpendicolare al piano XY, tra la retta stessa e la retta intersezione tra il piano verticale che la contiene e il piano XY (vedi figura A1-4).

- **Angoli della retta Direzione rispetto ai piani.** Vengono qui forniti i tre angoli nello spazio tra la retta Direzione e i tre piani cartesiani XY, XZ e YZ. Nel caso di Assonometria ortogonale isometrica i tre angoli sono uguali tra loro e pari a circa 35.26 gradi (vedi figura A1-5).

- **Angoli della retta Direzione proiettata sui piani.** La retta Direzione viene prima proiettata perpendicolarmente sui tre piani cartesiani XY, XZ e YZ e, su questi, vengono calcolati gli angoli tra la proiezione della retta e l'asse X (per i piani XY e XZ) o Y (per il piano YZ). Nel caso di Assonometria ortogonale isometrica questi angoli sono tutti uguali tra loro e pari a 45 gradi (vedi figura A1-6).

- **Angoli della retta Direzione rispetto agli assi.** In questo caso vengono calcolati gli angoli nello spazio tra la retta Direzione e i tre assi cartesiani X, Y e Z. Sempre nel caso di Assonometria ortogonale isometrica i tre angoli sono pari a circa 54.73 gradi (vedi figura A1-7).

- **Angoli sul Quadro tra gli assi proiettati.** Mentre nella realtà tridimensionale gli angoli tra gli assi cartesiani sono sempre pari a 90° , quando questi vengono proiettati sul Quadro, le loro proiezioni possono fornire angoli diversi. Ad esempio nel caso di proiezione ortogonale un asse viene sempre ridotto ad un punto e pertanto non ha senso calcolare gli eventuali angoli con gli altri due assi, ma due assi rimangono tra loro perpendicolari e quindi l'angolo tra loro risulta di 90° . Nel caso invece di Assonometria ortogonale isometrica i tre angoli risultano pari a 120° (vedi figura A1-8). La loro somma è evidentemente pari ad un angolo giro (360 gradi).

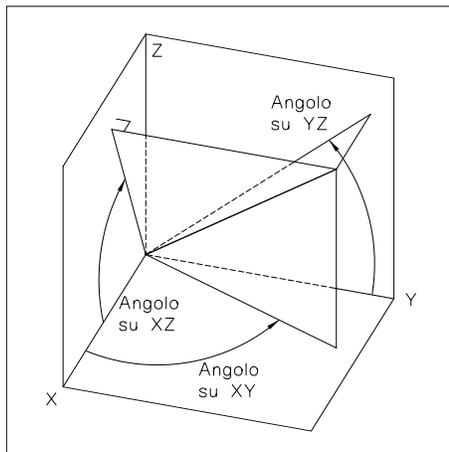


Fig. A-6 Angoli retta direzione proiettata sui piani

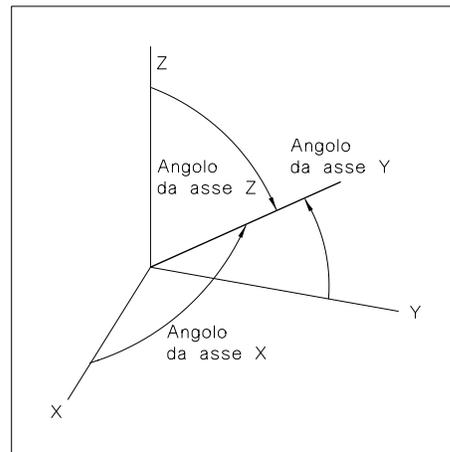


Fig. A-7 Angoli retta direzione rispetto agli assi

- **Fattori di scorciamento lungo gli assi.** Questa voce rende conto di come una lunghezza posta lungo un asse viene scorciata (o allungata) dalla proiezione sul piano, mettendola in relazione con altri segmenti posti lungo gli altri assi. Si supponga di disporre lungo gli assi cartesiani tre segmenti uguali. Dopo la proiezione i tre segmenti avranno lunghezze probabilmente diverse uno dall'altro. Posto pari ad 1 il segmento di lunghezza maggiore, gli altri due segmenti vengono posti in proporzione rispetto a quello (vedi figura A1-9).

Trattandosi di tre segmenti di lunghezza qualsiasi e posti in posizione qualsiasi (purché paralleli ai tre assi X, Y, Z), questi valori sono dati solo per proiezioni parallele: nel caso di proiezioni prospettiche, infatti, posizioni diverse dei tre segmenti darebbero luogo a scorciamenti diversi.

Nel caso di proiezioni assonometriche oblique con allungamenti lungo un asse, il segmento parallelo all'asse che ha subito l'allungamento, sarà posto pari a 1 e dunque gli altri segmenti saranno sempre e comunque minori di 1. Ad esempio per una Assonometria obliqua militare con allungamento lungo l'asse Z pari a 4, i tre fattori di scorciamento lungo gli assi saranno: 0.25, 0.25, 1.

- **Lunghezze sul Quadro dei tre versori unitari.** In questo caso tre segmenti unitari sono posti in coincidenza degli assi e con un estremo posto sull'origine. Vengono qui riportate le lunghezze effettive, calcolate sul quadro, dei tre versori unitari. È dunque sempre possibile calcolarle univocamente, anche nel caso di proiezioni coniche. Se si tratta di una proiezione assonometrica obliqua con allungamento lungo un asse, il versore lungo quell'asse avrà perciò una lunghezza maggiore di 1.

- **Azimut e Zenit della direzione del punto luce.** Le facce dei solidi sono rappresentate con una luminosità che dipende dal coseno dell'angolo di incidenza della direzione di luce su ogni singola faccia (prima legge di Lambert), posto che la fonte luminosa è situata in un punto improprio o all'infinito. Per modificare la direzione di luce è sufficiente attivare la combinazione *Finestre-Cambia direzione luce...*, fornendo i nuovi valori di azimut e zenit della direzione di luce.

Per rendere visibile la direzione di luce nei riquadri posti a destra delle finestre di

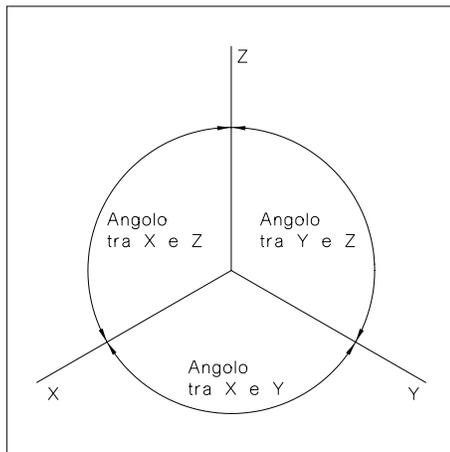


Fig. A-8 Angoli sul quadro tra gli assi proiettati

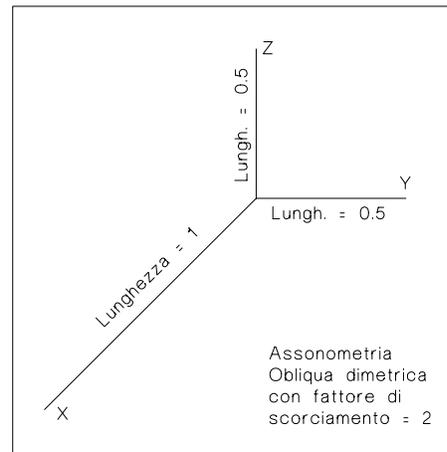


Fig. A-9 Fattori di scorciamento lungo gli assi

rappresentazione la combinazione da attivare è *Finestre-Visione direzione luce su tutte*, se si desidera che questa compaia su tutte le finestre, *Vista-Visione direzione luce*, se invece si vuole che appaia solo nei riquadri della finestra in quel momento attiva. La direzione di luce è tracciata nei riquadri in colore magenta e punta sempre verso l'origine del sistema cartesiano.

- **Numero di facce del modello reale e proiettato.** CARTESIO opera solo con facce triangolari: pertanto le facce quadrate sono ottenute come somma di due triangoli, quelle pentagonali di tre e quelle esagonali di quattro triangoli. Il numero massimo di facce è 1000, di norma più che sufficiente per ogni evenienza. Inoltre l'algoritmo di *shading* di CARTESIO (vedi sezione 2.13) in genere elimina il 50% delle facce in quanto rivolte verso il semi-spazio opposto a quello contenente il centro di proiezione o perpendicolari al quadro. In certi casi, però, il numero di facce proiettate può anche essere maggiore di quelle del modello. Questo accade perché è possibile che, per una corretta resa delle facce, queste debbano essere divise in più parti (solo per la rappresentazione). I valori forniti dal riquadro *Informazioni* sono dunque relativi, il primo, al numero totale di facce triangolari appartenenti ai solidi caricati nel disegno, il secondo al numero di facce triangolari visibili, totalmente o in parte.

- **Coordinate punto proiettato.** Nel caso si sia attivata la funzione di proiezione di un punto, il riquadro ne fornisce le coordinate X, Y, Z. Il punto proiettato non necessariamente è incluso nelle finestre di rappresentazione: infatti queste vengono definite dai solidi o, se è il caso, dai cerchi delle distanze.

Il punto verrà mostrato se si trova all'interno del rettangolo definito da quelle entità grafiche; in caso contrario si dovrà eseguire il comando *Zoom out* o il comando *pan* sulla finestra di rappresentazione.

- **Totale trasformazioni, trasformazione corrente | passo.** Se sono state attivate delle trasformazioni geometriche (traslazioni, rotazioni, ecc.) fornisce il numero totale di trasformazioni annullabili e la trasformazione attuale. La trasformazione attuale è identificata da un numero sempre minore o uguale al numero totale di trasformazioni: se il numero è minore sarà possibile rieseguire alcune trasformazioni fino a raggiungere il numero totale.

Viene invece sempre fornito il valore attuale del passo di cambiamento (valido per proiezioni assonometriche generiche e prospettiche) per la traslazione e la rotazione. Il passo di cambiamento varia tra circa 0.002 e 64 per le traslazioni (*default* 0.25) e tra circa 0.04° e 320° per le rotazioni (*default* 5°). Può essere modificato con i tasti + (duplicandolo) o - (dimezzandolo), ma solo quando è attiva una finestra contenente una proiezione che accetta tali modifiche (assonometrie generiche e prospettive).

In CARTESIO gli angoli sono sempre espressi in forma completamente decimale, al contrario dell'uso, ad esempio, in astronomia che prevede la forma decimale per i gradi interi e la forma sessagesimale per i primi ed i secondi.

In CARTESIO dunque 100.25° indicherà sempre 100 gradi e un quarto di grado (in forma sessagesimale si sarebbe scritto 100° 15').

APPENDICE B

SOLIDI PREDEFINITI

In CARTESIO è possibile caricare nel disegno corrente, oltre a file DXF prodotti da AutoCAD o da altri programmi, anche i solidi predefiniti presenti nel menu *Solidi*.

I solidi ottenuti per rotazione di una figura piana (prismi, piramidi e tronchi di piramide), possono variare nel numero di facce, sempre però comprese tra 3 e 30. In tal modo è possibile creare, oltre che, ad esempio, prismi regolari a base pentagonale o dodecagonale, anche cilindri, coni e tronchi di cono, dato che le trenta facce ben rappresentano, sul video, figure in teoria circolari e dunque dotate di un numero infinito di facce.

I poliedri regolari convessi (noti anche come solidi platonici) sono cinque, tutti formati da facce uguali tra loro, definite da poligoni regolari (triangoli equilateri, quadrati o pentagoni), e formanti nei vertici angoli triedri (definiti da tre piani che si incontrano), tetraedri (formati da quattro piani che si incontrano) o pentaedri (vi si incontrano cinque piani).

In un poliedro regolare gli spigoli sono dunque tutti uguali tra loro, così come anche gli angoli. In particolare:

- Il tetraedro regolare è dotato di 4 facce in forma di triangolo equilatero, 6 spigoli e 4 vertici con angoli triedri.
- Il cubo o esaedro regolare ha sei facce quadrate, 12 spigoli e 8 vertici con angoli triedri trirettangoli (i piani si incontrano perpendicolarmente tra loro).
- L'ottaedro regolare è definito da 8 triangoli equilateri, 12 spigoli e 6 vertici con angoli tetraedri.
- L'icosaedro regolare ha per facce 20 triangoli equilateri, 30 spigoli e 12 vertici con angoli pentaedri.
- Il dodecaedro è formato da 12 pentagoni regolari, 30 spigoli e 20 vertici con angoli triedri.

Facendo passare dei piani, sezionando dunque, i solidi platonici in corrispondenza di alcuni punti topici posti sugli spigoli contigui, si creano altri cinque solidi, chiamati platonici tronchi appartenenti al gruppo dei solidi archimedei. I solidi platonici tronchi saranno pertanto formati da facce, sempre regolari, di due tipi diversi: le facce date dai piani di sezione, che avranno un numero di lati pari al numero di spigoli che si incontrano nei vertici; e le facce ottenute a partire dalle facce originali dei solidi platonici, tagliate però dai piani di sezione. Il numero totale delle loro facce è dato dalla somma tra le facce e i vertici originali. Il tetraedro tronco è pertanto definito da 8 facce (4 triangoli + 4 esagoni), il cubo tronco da 14 (8 triangoli + 6 ottagoni), l'ottaedro tronco ancora da 14 facce (6 quadrati + 8 esagoni), l'icosaedro tronco da 32 facce (12 pentagoni + 20 esagoni) ed infine anche il dodecaedro tronco sarà formato da 32 facce ma suddivise in 20 triangoli (il numero dei vertici triedri) e 12 pentagoni (il numero delle facce di un dodecaedro regolare).

Gli altri poliedri archimedeei, tutti a vertici congruenti, sono generati dai solidi platonici o l'uno dall'altro per troncatura, variazione dell'area delle facce e rotazione delle facce stesse.

Infine se su ogni faccia di un solido platonico si applica una piramide formata da tanti triangoli equilateri quanti sono i lati della faccia, si generano i solidi platonici stellati. I solidi platonici stellati sono dunque tutti formati solo da triangoli equilateri, il cui numero è dato dal numero di facce del corrispondente solido platonico, moltiplicato per il numero di lati di una faccia: così il tetraedro stellato avrà 12 facce (4 x 3), il cubo stellato ne avrà 24 (6 x 4), l'ottaedro stellato ancora 24 (dato però da 8 facce per 3 lati), l'icosaedro stellato avrà 60 facce (20 x 3) e il dodecaedro stellato di facce ne avrà sempre 60 date da 12 (numero di facce del dodecaedro) moltiplicato 5 (numero dei lati del pentagono).

Oltre ai cinque solidi platonici, sono presenti anche i solidi archimedeei:

- Tetraedro tronco
- Cubo tronco
- Ottaedro tronco
- Icosaedro tronco
- Dodecaedro tronco
- Cubottaedro
- Icosidodecaedro
- Rombicubottaedro
- Cubottaedro tronco
- Rombicosidodecaedro
- Icosidodecaedro tronco
- Cubo simo
- Dodecaedro simo

Infine è possibile caricare anche i seguenti solidi:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| - Prisma a base regolare | da 3 a 30 lati |
| - Piramide a base regolare | da 3 a 30 lati |
| - Tronco di piramide a base regolare | da 3 a 30 lati |
| - Sfera | solido a 72 facce |
| - Mazzocchio | dodici settori a sezione decagonale |
| - Mazzocchio vacuo | sette settori a sezione esagonale |
| - Edificio di esempio | |

Le ultime tre pagine dell'appendice contengono, rispettivamente, esempi di solidi ottenuti mediante scalatura differenziata (ellissoidi, parallelepipedi o altro), mediante deformazione con l'opzione *Deformazione...* del menu *Trasformazioni* e per mezzo della matrice di trasformazione generica, con l'opzione *Applica matrice trasformazione-Applica matrice generica...*, sempre del menu *Trasformazioni*.

Tutti i solidi delle immagini che seguono sono rappresentati in assonometria ortogonale dimetrica 130°,130°,100°.

Solidi regolari platonici:

B-1 Tetraedro

B-2 Cubo o esaedro

B-3 Ottaedro

B-4 Icosaedro

B-5 Dodecaedro

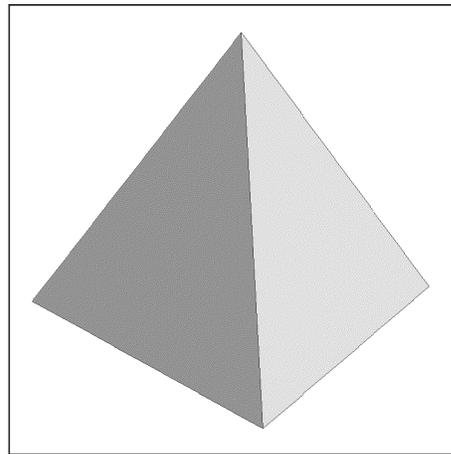


Fig. B-1 Tetraedro

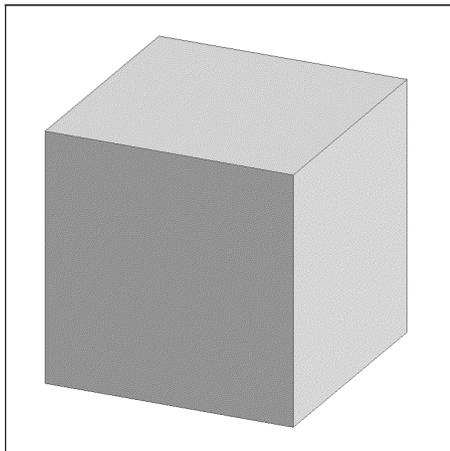


Fig. B-2 Cubo

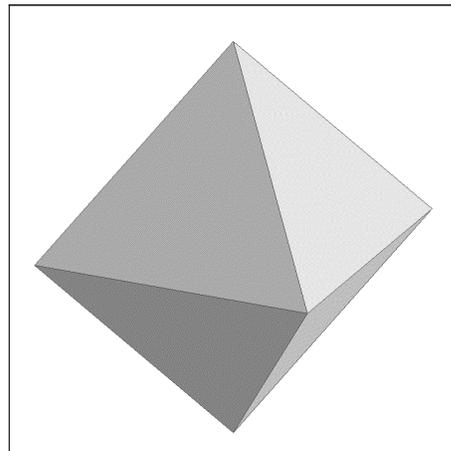


Fig. B-3 Ottaedro

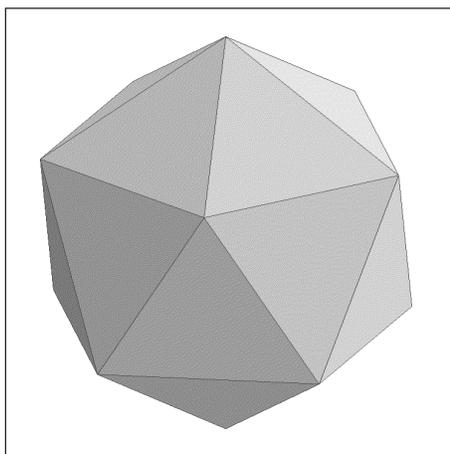


Fig. B-4 Icosaedro

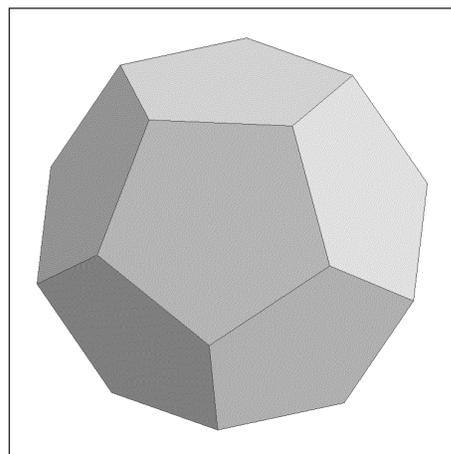


Fig. B-5 Dodecaedro

Solidi regolari platonici vacui:

B-6 Tetraedro vacuo

B-7 Cubo vacuo

B-8 Ottaedro vacuo

B-9 Icosaedro vacuo

B-10 Dodecaedro vacuo

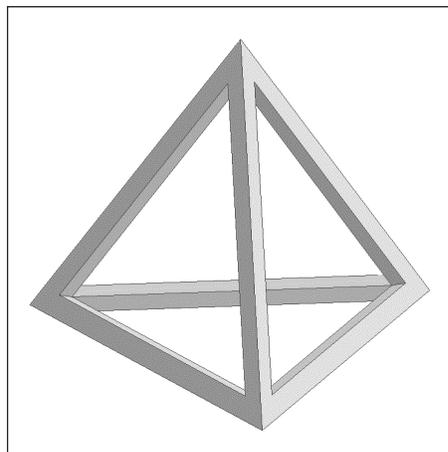


Fig. B-6 Tetraedro vacuo

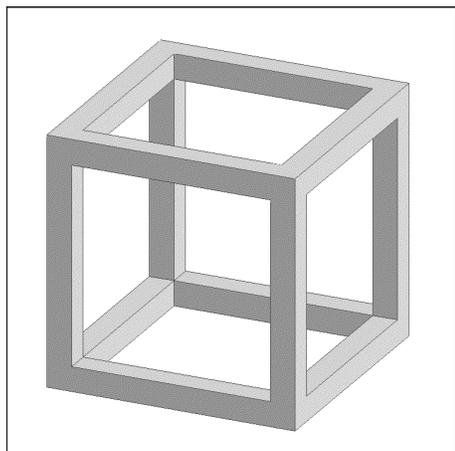


Fig. B-7 Cubo vacuo

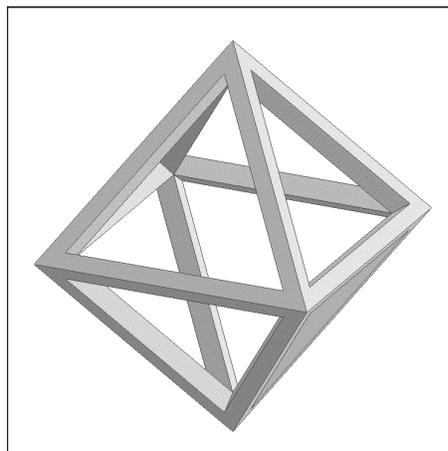


Fig. B-8 Ottaedro vacuo

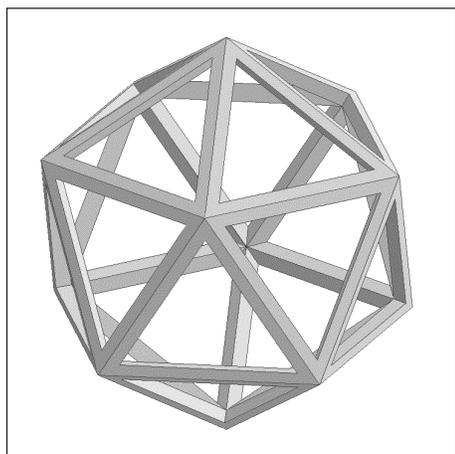


Fig. B-9 Icosaedro vacuo

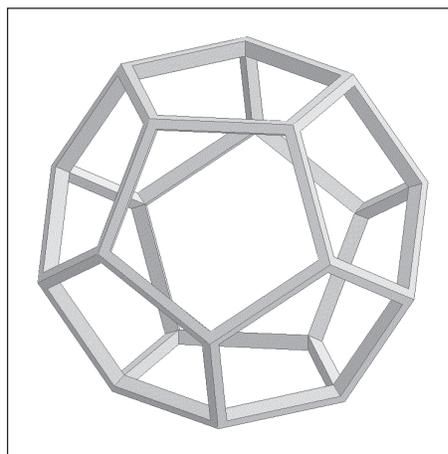


Fig. B-10 Dodecaedro vacuo

Solidi platonici stellati:

B-11 Tetraedro stellato

B-12 Cubo stellato

B-13 Ottaedro stellato

B-14 Icosaedro stellato

B-15 Dodecaedro stellato

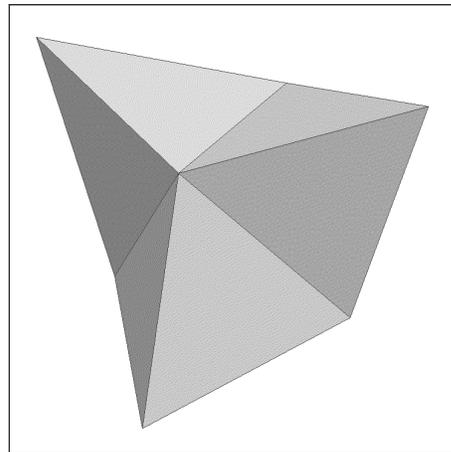


Fig. B-11 Tetraedro stellato

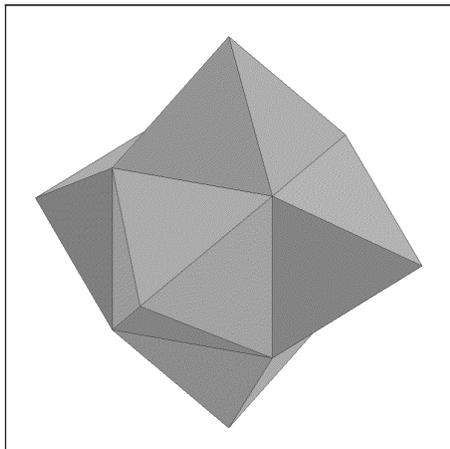


Fig. B-12 Cubo stellato

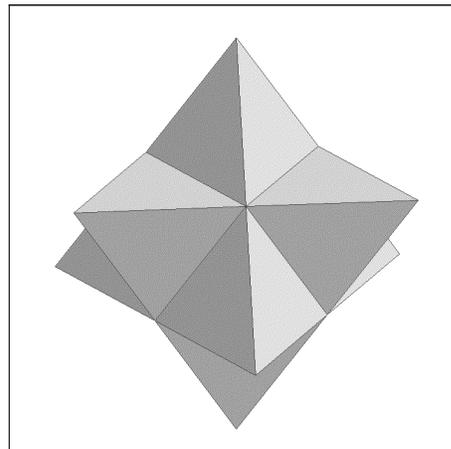


Fig. B-13 Ottaedro stellato

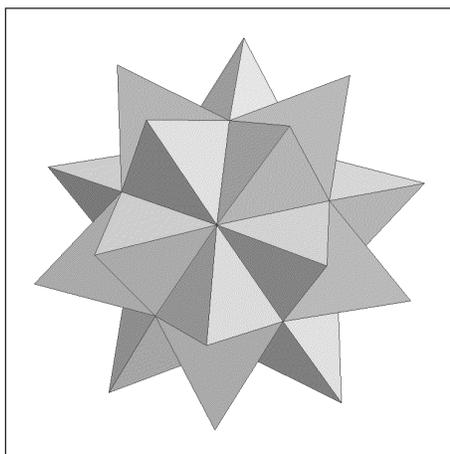


Fig. B-14 Icosaedro stellato

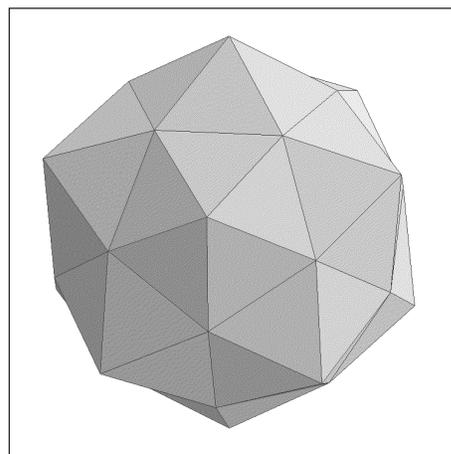


Fig. B-15 Dodecaedro stellato

Solidi platonici tronchi (archimedei):

B-16 Tetraedro tronco

B-17 Cubo tronco

B-18 Ottaedro tronco

B-19 Icosaedro tronco

B-20 Dodecaedro tronco

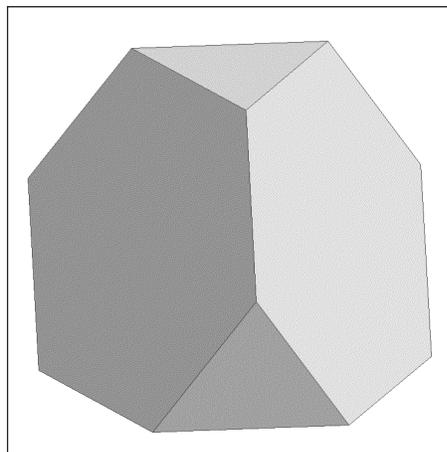


Fig. B-16 Tetraedro tronco

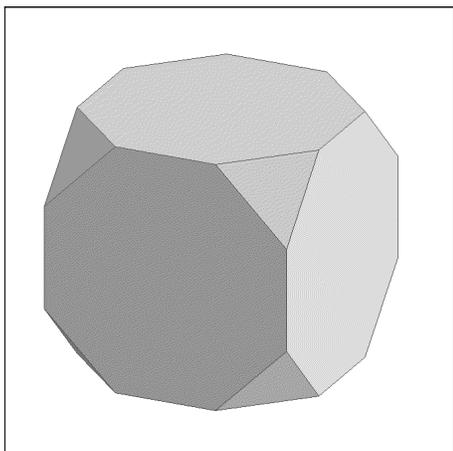


Fig. B-17 Cubo tronco

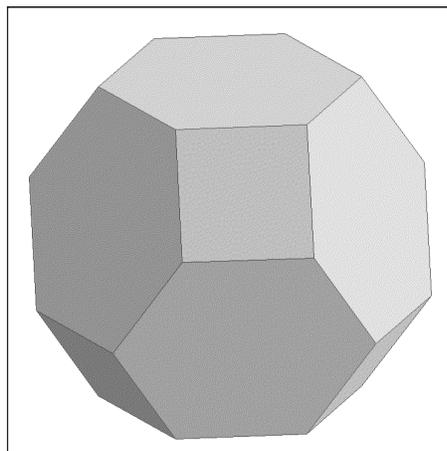


Fig. B-18 Ottaedro tronco

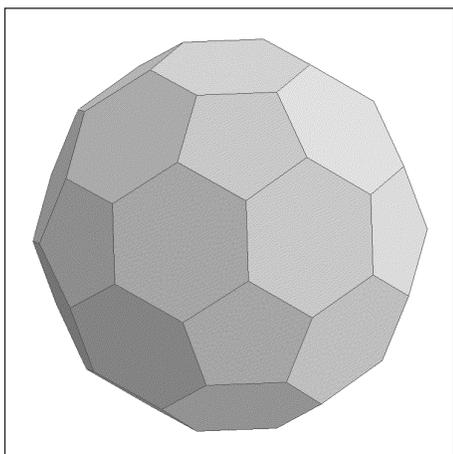


Fig. B-19 Icosaedro tronco

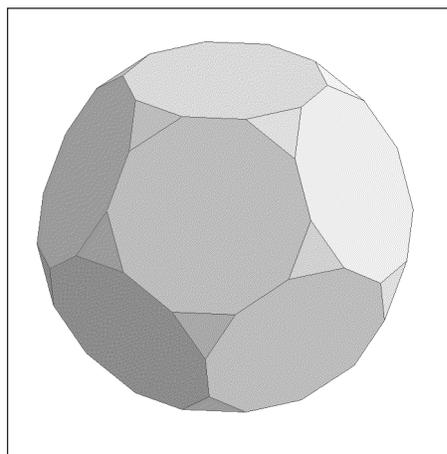


Fig. B-20 Dodecaedro tronco

Archimedei:

B-21 Cubottaedro

B-22 Icosidodecaedro

B-23 Rombicubottaedro

B-24 Cubottaedro tronco

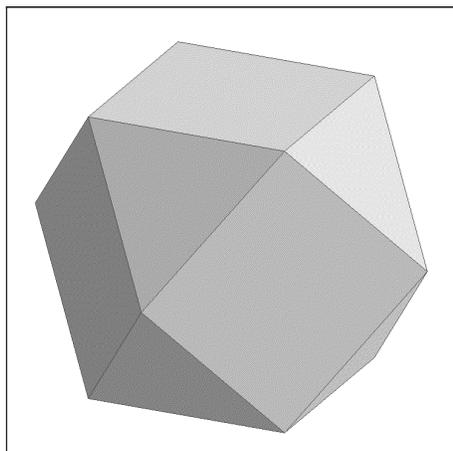


Fig. B-21 Cubottaedro

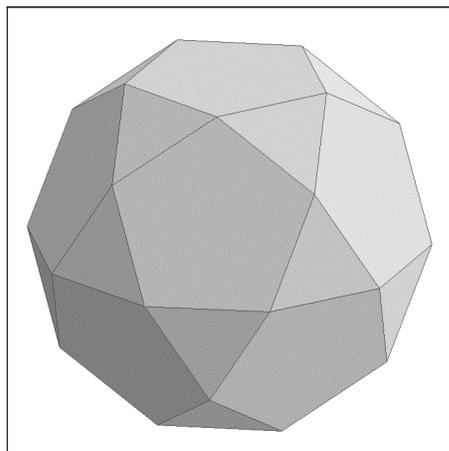


Fig. B-22 Icosidodecaedro

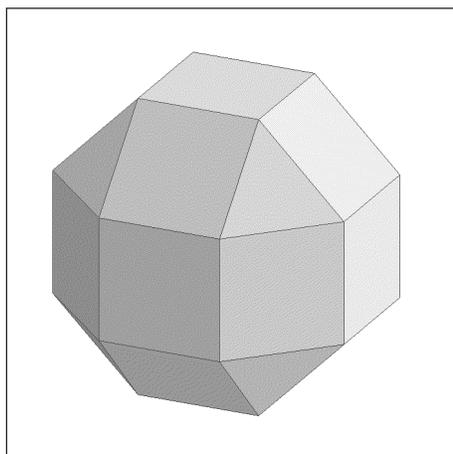


Fig. B-23 Rombicubottaedro

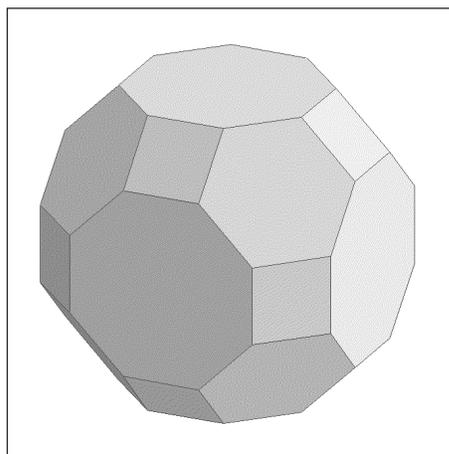


Fig. B-24 Cubottaedro tronco

Archimedei:

B-25 Rombicosidodecaedro

B-26 Icosidodecaedro tronco

B-27 Cubo simo

B-28 Dodecaedro simo

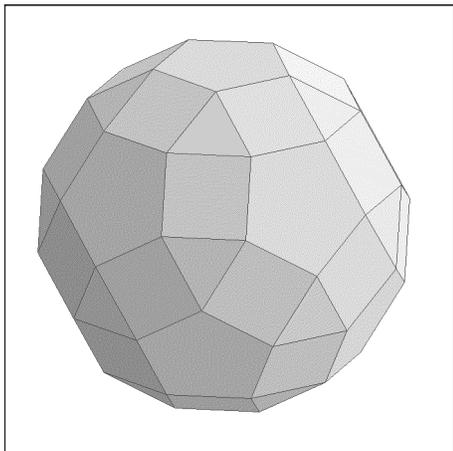


Fig. B-25 Rombicosidodecaedro

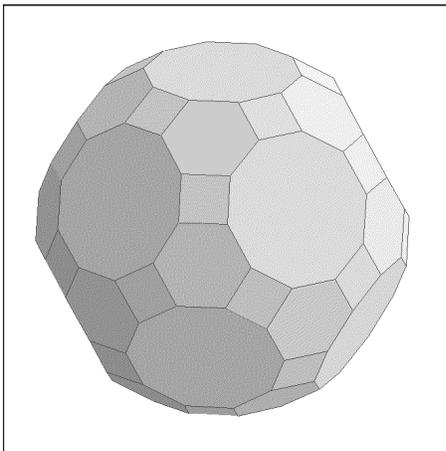


Fig. B-26 Icosidodecaedro tronco

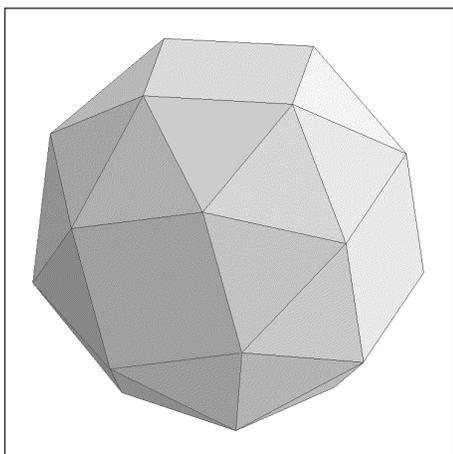


Fig. B-27 Cubo simo

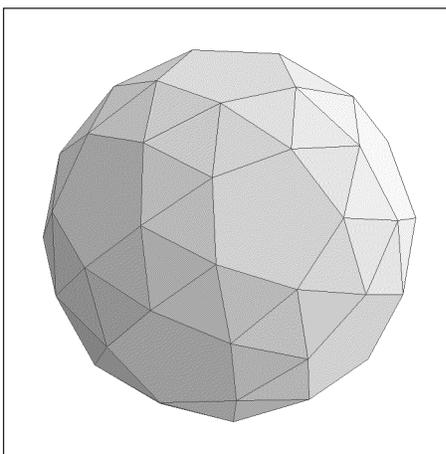


Fig. B-28 Dodecaedro simo

Prismi:

B-29 Prisma a base triangolare

B-30 Prisma a base quadrata

B-31 Prisma a base pentagonale

B-32 Prisma a base esagonale

B-33 Cilindro

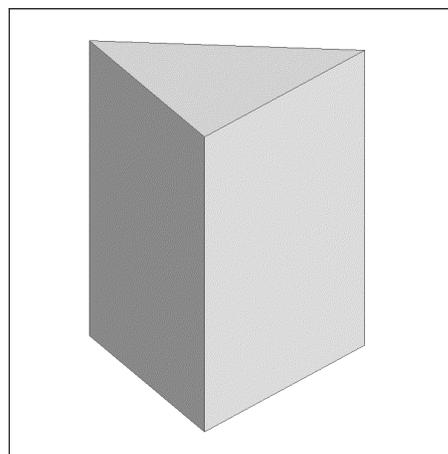


Fig. B-29 Prisma a base triangolare

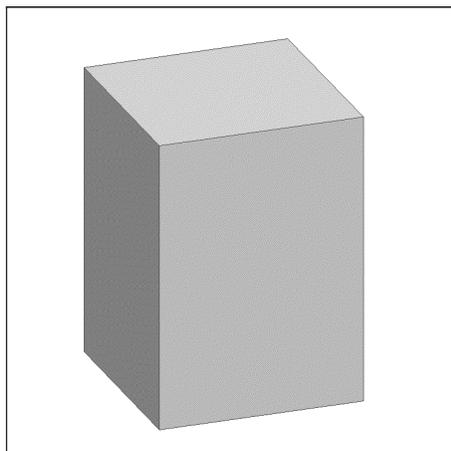


Fig. B-30 Prisma a base quadrata

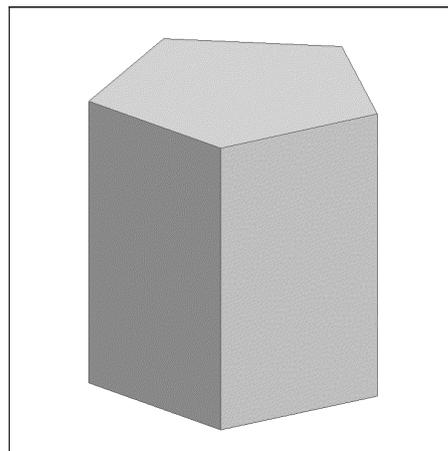


Fig. B-31 Prisma a base pentagonale

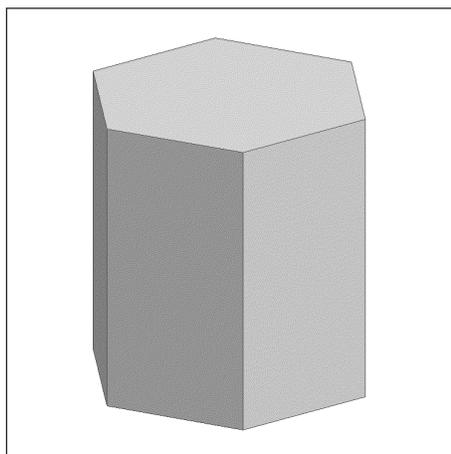


Fig. B-32 Prisma a base esagonale

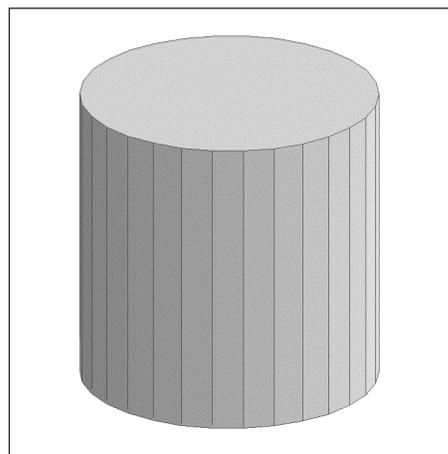


Fig. B-33 Cilindro

Piramidi:

B-34 Piramide a base triangolare

B-35 Piramide a base quadrata

B-36 Piramide a base pentagonale

B-37 Piramide a base esagonale

B-38 Cono

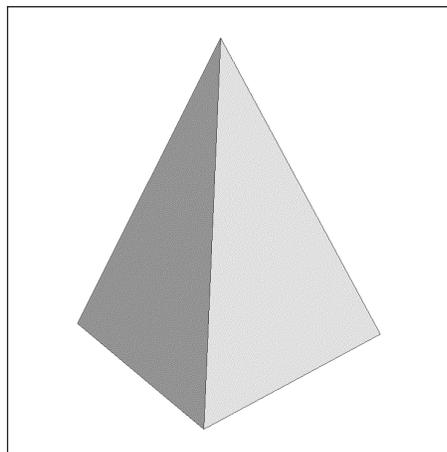


Fig. B-34 Piramide a base triangolare

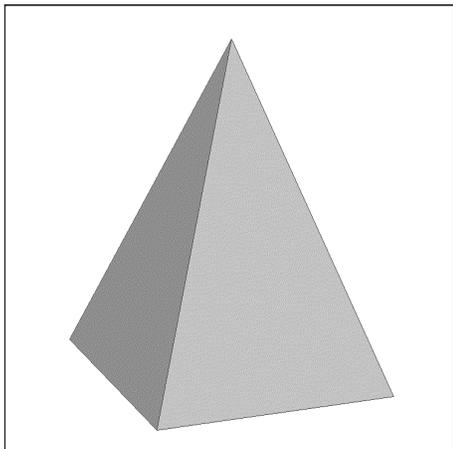


Fig. B-35 Piramide a base quadrata

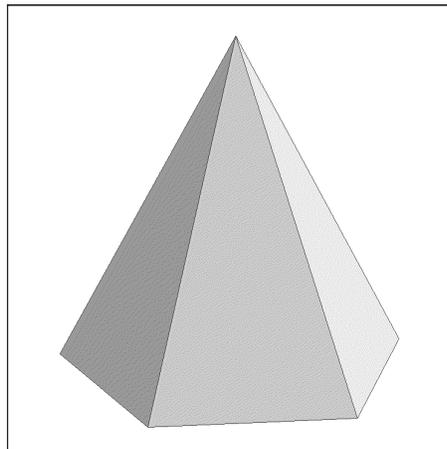


Fig. B-36 Piramide a base pentagonale

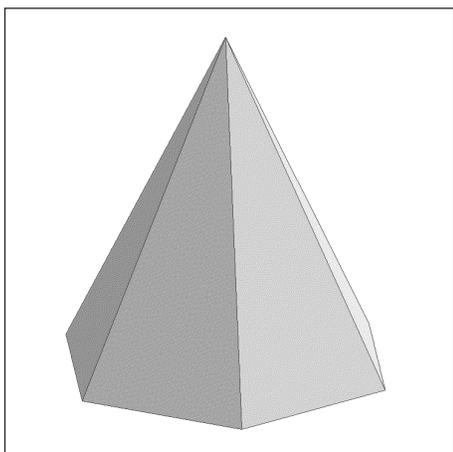


Fig. B-37 Piramide a base esagonale

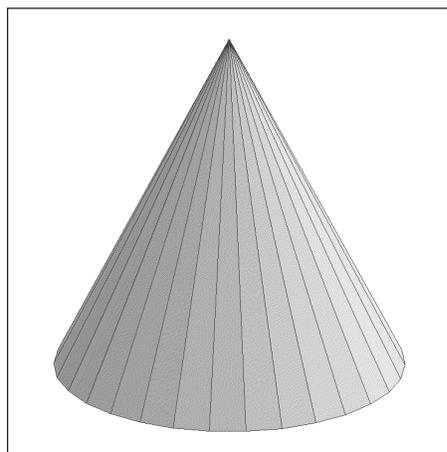


Fig. B-38 Cono

Tronchi di piramide:

B-39 Tronco di piramide a base triangolare

B-40 Tronco di piramide a base quadrata

B-41 Tronco di piramide a base pentagonale

B-42 Tronco di piramide a base esagonale

B-43 Tronco di cono

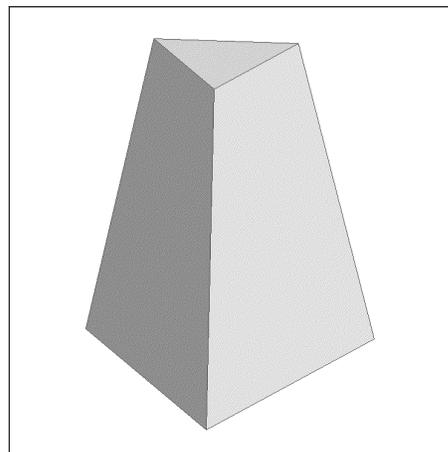


Fig. B-39 Tronco di piramide a base triangolare

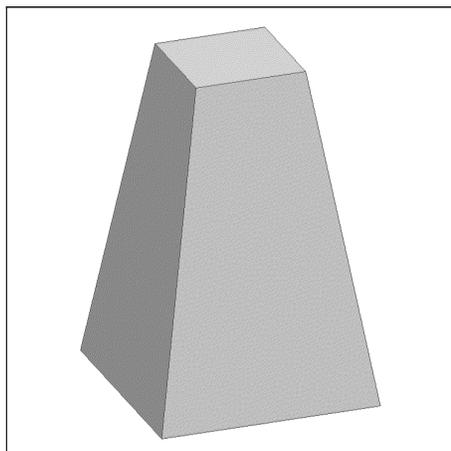


Fig. B-40 Tronco di piramide a base quadrata

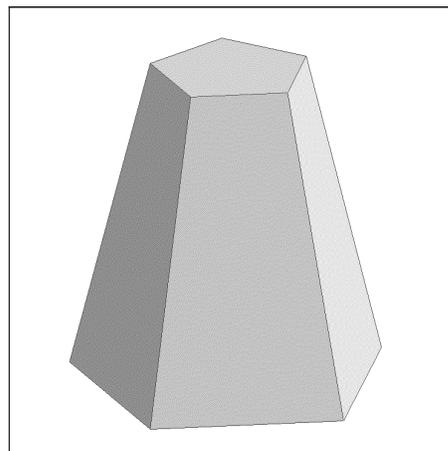


Fig. B-41 Tronco di piramide a base pentagonale

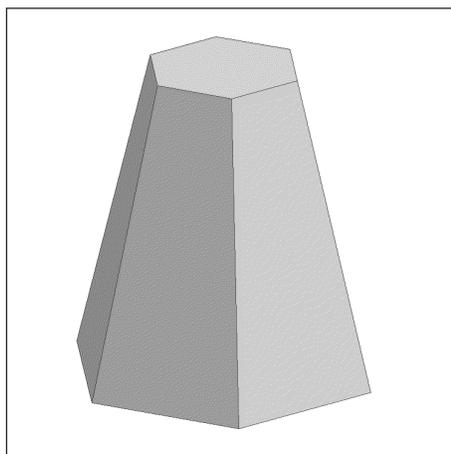


Fig. B-42 Tronco di piramide a base esagonale

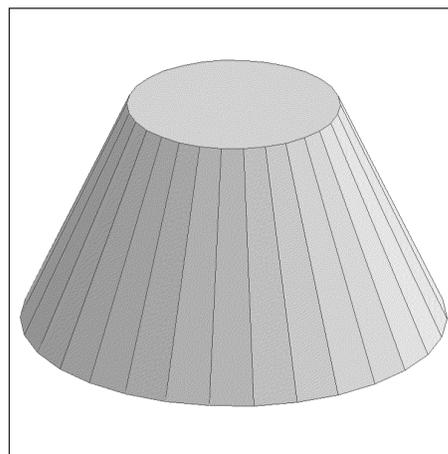


Fig. B-43 Tronco di cono

Altri solidi:

B-44 Sfera

B-45 Mazzocchio

B-46 Mazzocchio vuoto

B-47 Edificio di esempio,
dal 1° quadrante

B-48 Edificio di esempio,
dal 3° quadrante

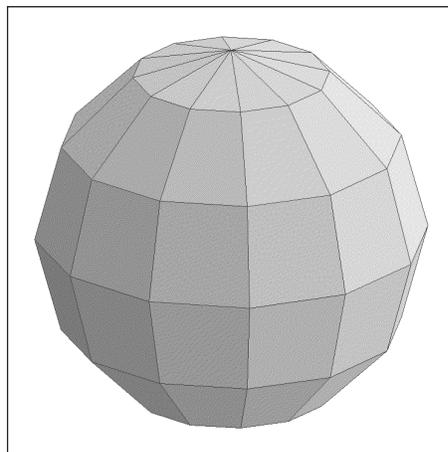


Fig. B-44 Sfera

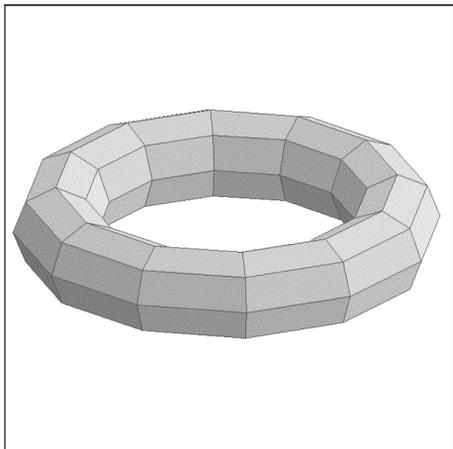


Fig. B-45 Mazzocchio

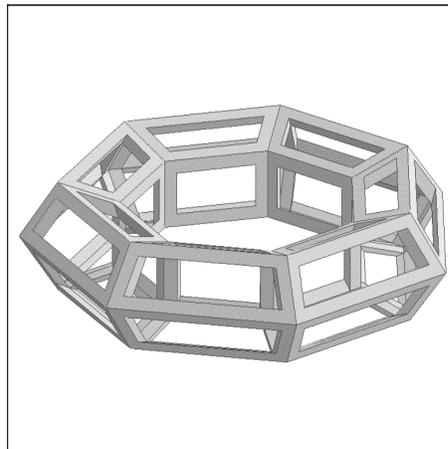


Fig. B-46 Mazzocchio vuoto

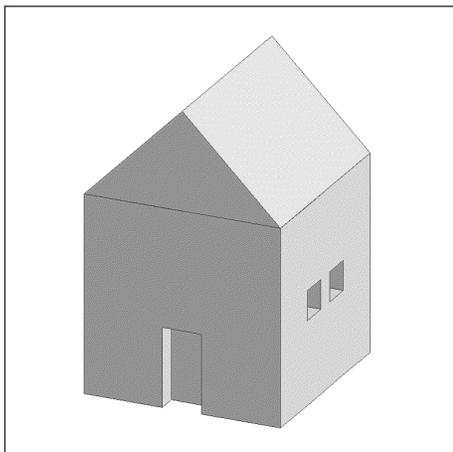


Fig. B-47 Edificio di esempio, dal 1° quadrante

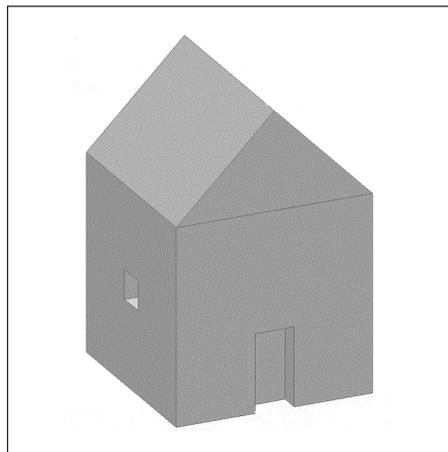


Fig. B-48 Edificio di esempio, dal 3° quadrante

Scalature differenziate:

B-49 Cubo vacuo

B-50 Sfera

B-51 Edificio di esempio

B-52 Cilindro

B-53 Ottaedro vacuo

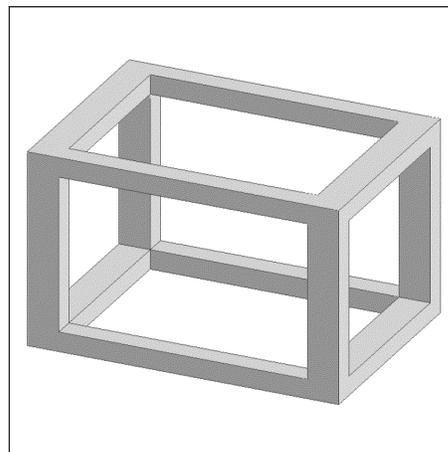


Fig. B-49 Cubo vacuo

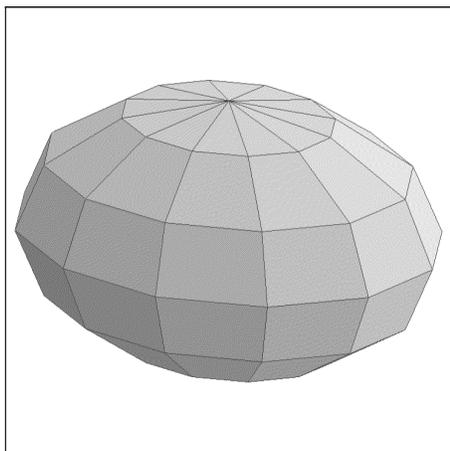


Fig. B-50 Sfera

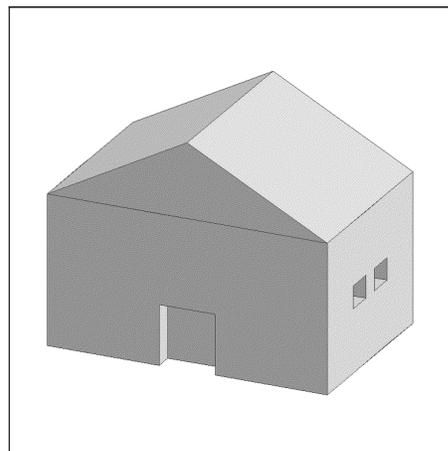


Fig. B-51 Edificio di esempio

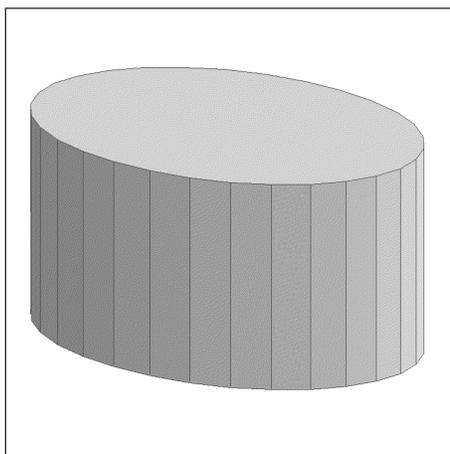


Fig. B-52 Cilindro

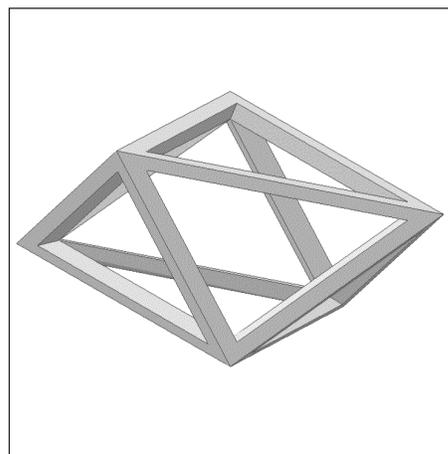


Fig. B-53 Ottaedro vacuo

Deformazioni:

B-54 Prisma a base quadrata

B-55 Sfera

B-56 Sfera

B-57 Tronco di cono

B-58 Tronco di cono

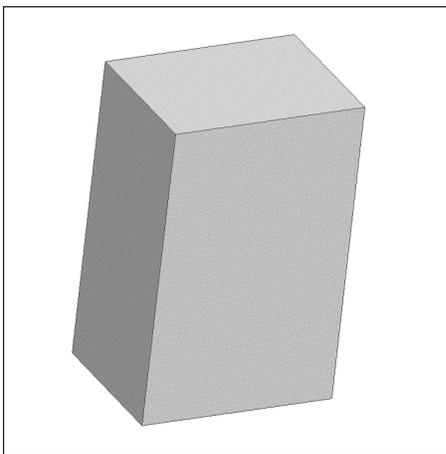


Fig. B-54 Prisma a base quadrata

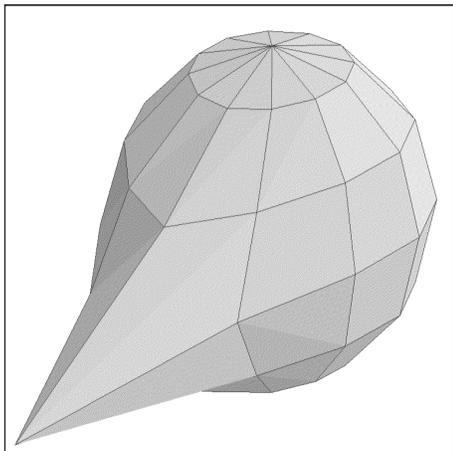


Fig. B-55 Sfera

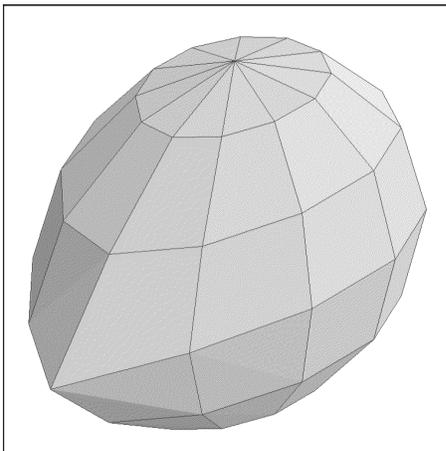


Fig. B-56 Sfera

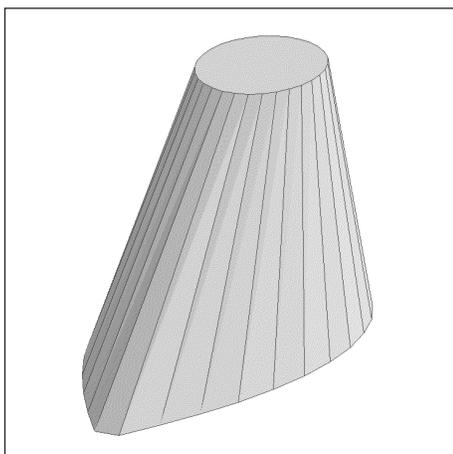


Fig. B-57 Tronco di cono

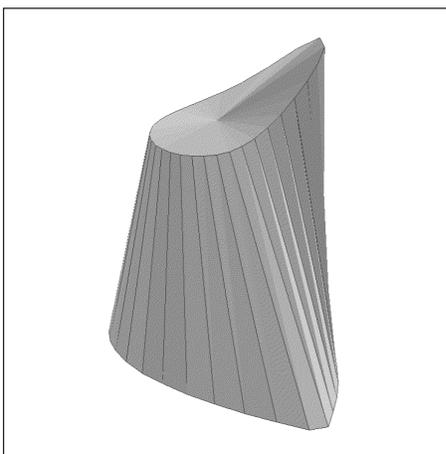


Fig. B-58 Tronco di cono

Le immagini si riferiscono alle successive deformazioni subite da un cubo con triangolarizzazione massima delle facce, ottenuta mediante il comando Trasformazioni-Triangolarizzo.

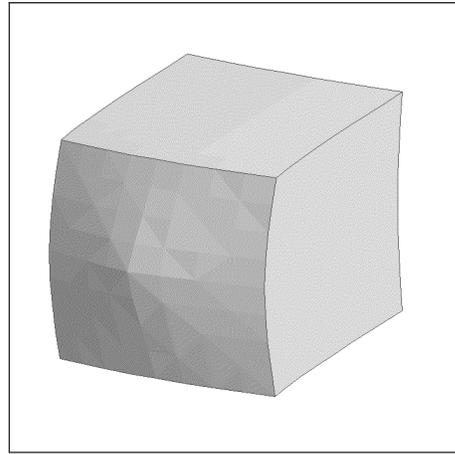


Fig. B-59 Un punto di controllo

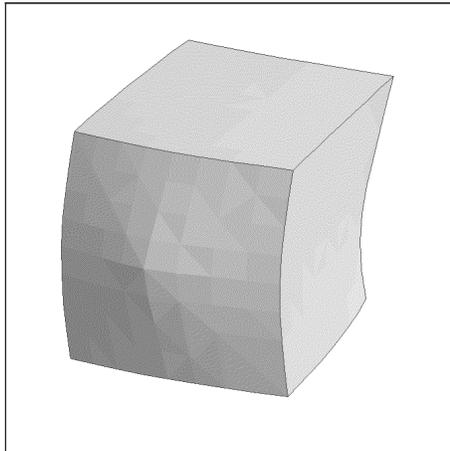


Fig. B-60 Due punti di controllo

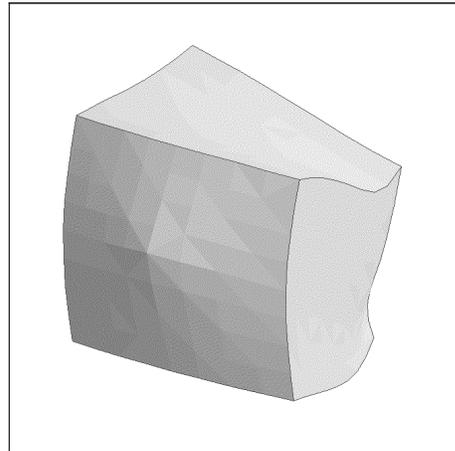


Fig. B-61 Quattro punti di controllo

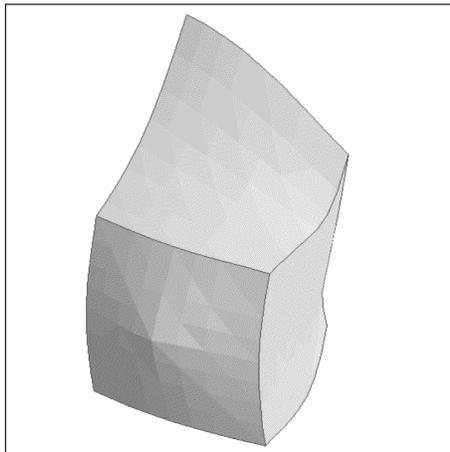


Fig. B-62 Sei punti di controllo

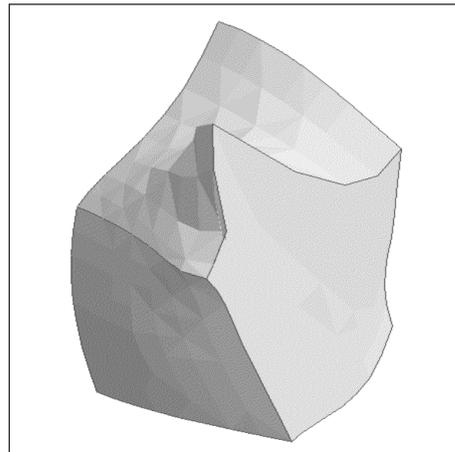


Fig. B-63 Otto punti di controllo

Deformazioni con matrice:

B-64 Cubo vacuo

B-65 Cubo vacuo

B-66 Sfera

B-67 Edificio di esempio

B-68 Edificio di esempio

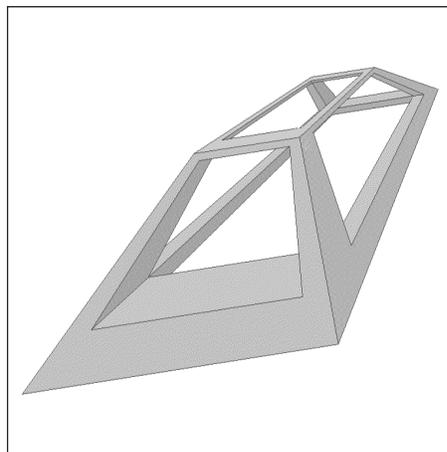


Fig. B-64 Cubo vacuo

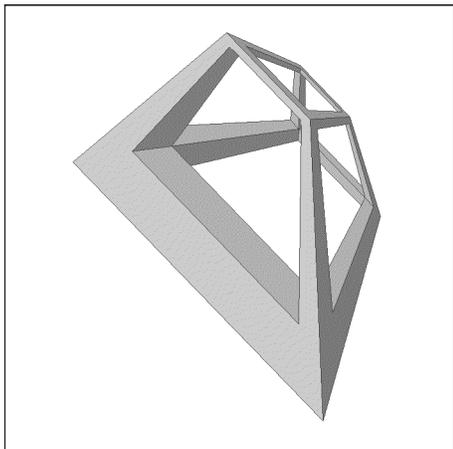


Fig. B-65 Cubo vacuo

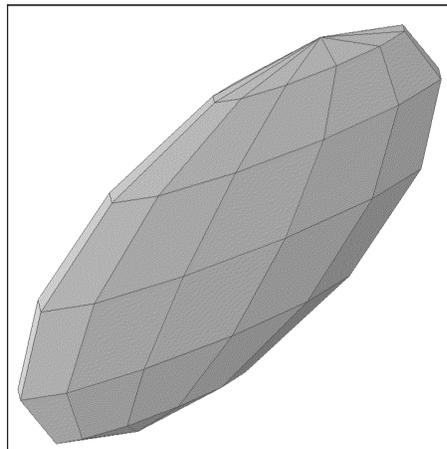


Fig. B-66 Sfera

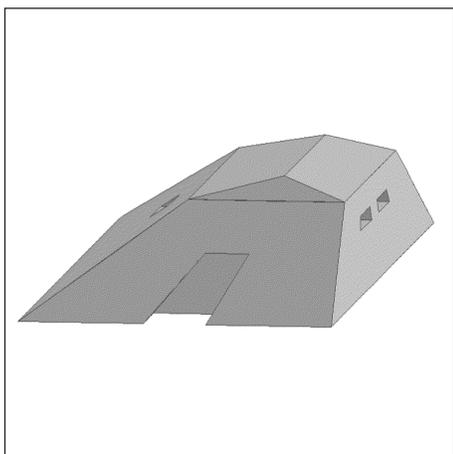


Fig. B-67 Edificio di esempio

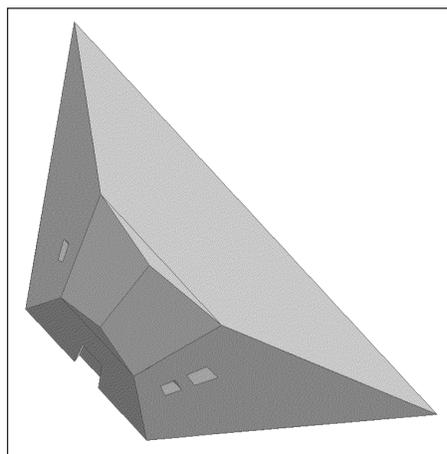


Fig. B-68 Edificio di esempio