

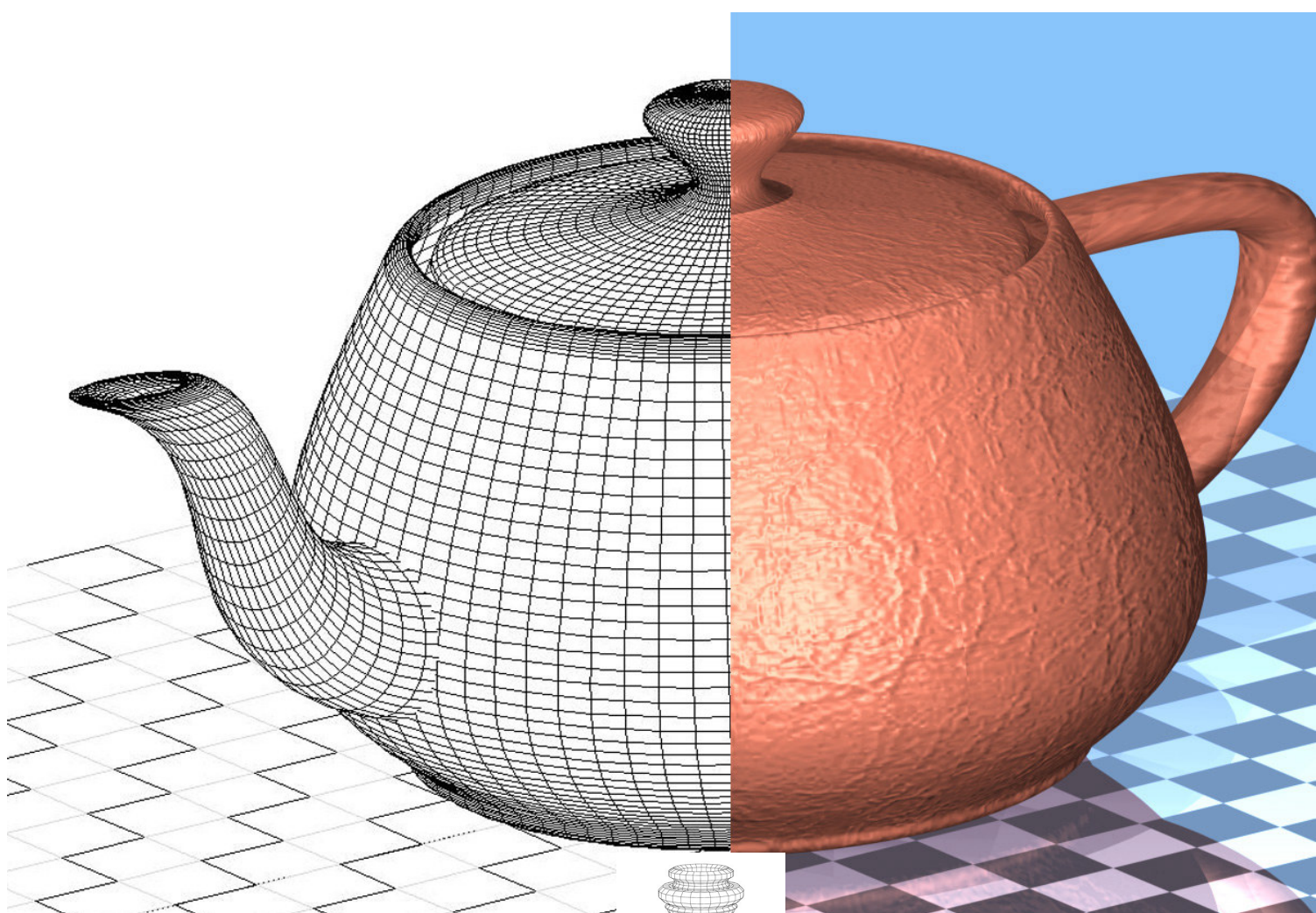
Claudio Gasparini

Guida didattica

del Corso interattivo di AutoCAD 3D

CAD Tutor 3D

La modellazione solida, le superfici ed il rendering spiegati in modo chiaro e completo



Gasparini Editore

Guida didattica del Corso interattivo di AutoCAD 3D su CD-Rom CAD Tutor 3D

Questa **Guida didattica** è il manuale di riferimento del corso interattivo di AutoCAD 3D su CD-Rom. La Guida è disponibile anche separatamente dal Corso su CD-Rom.

Autore: **Claudio Gasparini**. Copyright © 2005 by Gasparini Editore - Milano

ISBN 88-89740-00-0

Copyright © 2005 by **Gasparini Editore** Via Govone 56 - 20155 Milano

Sito per l'acquisto dei Corsi dell'Editore e per gli aggiornamenti: www.corsiinrete.it

Email: info@corsiinrete.it

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge e a norma delle convenzioni internazionali. Non è consentita la riproduzione integrale o in parte del testo senza autorizzazione scritta dell'Autore.

Nomi e marchi citati nel testo sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

Sommario

1. Introduzione al disegno 3D	5	7. Spazio carta e spazio modello.....	112
1.1 Il sistema grafico di riferimento.....	5	7.1 Funzione dello spazio Carta.....	V 112
1.2 Il tipo di coordinate 3D	V 10	7.2 Creazione delle finestre	V 114
1.3 La regola della mano destra	14	7.3 Controllo delle finestre con layer.....	118
1.4 Come posizionare l'UCS	V 15	7.4 La dimensione dei testi e quote.....	121
1.5 Uso dei filtri delle coordinate	V 18	7.5 Creare e usare uno stile di stampa	V 124
2. Definire le viste nello spazio.....	20	8. Disegni 2D da modelli solidi	127
2.1 Creazione delle finestre di vista	V 20	8.1 Comando SOLPROF.....	V 127
2.2 Come definire il punto di vista.....	21	8.2 Comando SOLVIEW.....	V 131
2.3 Come creare le viste assonometriche	24	9. Layout e stampa dei disegni.....	136
2.4 Com		9.1 L'uso di layout di disegno	136
e creare una vista prospettica.....	2V 31	9.2 Utilizzo di un modello di layout.....	138
2.5 Come usare la funzione ORBITA3D. V	35	9.3 Definire la scala di stampa	V 140
3. Curve e superfici nello spazio.....	38	9.4 Esempio di messa in tavola	V 144
3.1 Le curve 3D	38	10. Il rendering dei modelli.....	147
3.2 Uso di faccia 3D.....	42	10.1 Tecniche di rendering.....	147
3.3 Primitive di modellazione superfici...4V	45	10.2 Formato delle immagini.....	151
3.4 Le superfici rigate, orientate e rotaz...3V	49	10.3 Creare un'immagine rendering.....	V 154
3.5 Superficie di Coons.....	V 52	10.4 Tipi di rendering.....	157
3.6 Creazione e modifica di mesh	V 54	11. Inserimento dei materiali e delle luci..	161
4. Modellazione solida	58	11.1 Texture e materiali	V 161
4.1 Introduzione alla modellazione solida	58	11.2 Come caricare un materiale	163
4.2 Metodi di rappresentazione	60	11.3 Come modificare un materiale.....	V 164
4.3 Primitive solide.....4V	68	11.4 Tipi e inserimento di mappe	168
4.4 Solidi di estrusione e di rivoluzione...2V	74	11.5 Modelli di mappatura	V 174
4.5 Operazioni booleane	V 78	11.6 Inserimento delle luci	V 178
5. Modifica dei solidi	82	11.7 Come creare le scene.....	181
5.1 Funzioni di modifica nello spazio.....6V	82	12. Esercizio: costruzione di una teiera ...	183
5.2 Modifica dei solidi.....3V	91	12.1 Perché la teiera di Utah.....	V 183
5.3 La modifica delle features	5V 94	12.2 Come rilucidare una foto	2V 184
6. Visualizzazione dei solidi	101	12.3 Impostazioni di base	V 186
6.1 Controllo della visualizzazione.....	101	12.4 Inserimento linee e curve.....	V 189
6.2 Estrarre una sezione da un solido.....V	105	12.5 Costruzione del corpo centrale	V 190
6.3 Area e proprietà di massa dei solidi.....	106	12.6 Creare il coperchio della teiera.....	V 193
6.4 Conoscere i formati di disegno	108	12.7 Creare il manico	V 194
6.5 Esportazione in un altro formato	109	12.8 Creare il becco.....	V 196
		12.9 Inserire un foro	V 199
		12.10 Il rendering della teiera.....	3V 201

La lettera **V** davanti al numero di pagina indica la disponibilità nel CD-Rom di uno o più video per l'argomento.

Introduzione

L'uso delle funzioni 3D di AutoCAD hanno sempre rappresentato un ostacolo non indifferente per chi, conoscendo bene le funzioni bidimensionali del programma, volesse iniziare ad utilizzare anche la parte di modellazione solida e per superfici nei propri disegni. Il 3D in genere è oggettivamente difficoltoso con tutti i programmi di disegno CAD ed in particolar modo per AutoCAD. A questo proposito si ricorda che il programma è nato nel 1982 come *tecnigrafo elettronico* 2D e tutte le funzioni tridimensionali sono state *aggiunte* in seguito.

A chi è rivolto

Questo corso intende fornire le basi concettuali e operative per operare con tutte le funzioni 3D fornite da AutoCAD, dalla modellazione alla visualizzazione, al rendering finale del progetto per ottenere immagini fotorealistiche. In particolare nel corso viene trattata una funzione che rappresenta per molti utenti di AutoCAD un argomento di difficile comprensione e uso come lo **spazio Carta** e la messa in tavola dei disegni.

Contenuto e struttura della Guida didattica e del CD-Rom

Il corso è strutturato in **12 Capitoli** e si compone di questa **Guida didattica** e da un **CD-Rom** contenente testi e video di spiegazione che riprendono passo-passo tutte le fasi di esecuzione degli esercizi e degli esempi dei vari comandi. I **video** sono n.63 per un totale di 3 ore e 40 minuti e coprono tutti i principali comandi di AutoCAD. A completamento del corso, l'ultimo capitolo è dedicato ad un esercizio di **modellazione di una teiera** illustrato da n.13 video che ripropongono tutte le fasi di costruzione con le funzioni di modellazione solida e di modellazione per superfici. Nella cartella **Esercizi** sono forniti gli esercizi usati durante il corso nei video di spiegazione, in formato DWG, che l'utente può completare con il proprio computer. La presentazione dei vari **Esercizi** è contenuta alla fine di ogni Capitolo di questa Guida didattica.

Inoltre alla fine di ogni capitolo, nel CD-Rom sono forniti dei **Test di verifica** che permettono di valutare il proprio livello di apprendimento.

Come usare il Corso

Il modo migliore per utilizzare il corso è seguire la sequenza proposta:

- Leggere sulla Guida didattica con le spiegazioni del singolo Capitolo;
- Leggere la breve lezione delle singole unità del CD-Rom;
- Guardare i video contenuti nel CD-Rom e memorizzare tutte le sequenze proposte passo passo;
- Eseguire sul proprio computer con AutoCAD gli stessi esercizi visti nei video e proposti durante ogni Capitolo, confrontando i risultati;
- Eseguire i Test alla fine di ogni Capitolo del CD-Rom.

I video e le immagini si riferiscono alla versione 2005 di AutoCAD ma trattano funzioni che sono presenti anche nelle versioni precedenti, a partire dalla versione 2000.

Convenzioni usate nella Guida e nel CD-Rom

Le convenzioni seguite nella Guida didattica e nel CD-Rom sono le seguenti:

- I comandi da tastiera sono indicati in maiuscolo e la prima volta in grassetto, es. **SERIE3D**;
- I nomi dei menu a discesa sono indicati in corsivo: Visualizza | Visualizzazione | Icona UCS;
- Le finestre di dialogo sono indicate in corsivo: es. "la finestra di dialogo Colore";
- Le opzioni dei vari comandi sono digitate in MAIUSCOLO solo per evidenziarle meglio.

Player video

Per vedere in modo ottimale i video è necessario installare il player video *Camtasia* di *TechSmith Corporation* fornito nel CD-Rom.

Introduzione al disegno 3D

Contenuti

Lo spazio geometrico al quale facciamo riferimento è uno spazio euclideo tridimensionale, dove ogni posizione o punto può essere descritto usando **tre coordinate** relative alla distanza da un punto, definito **Origine del sistema** di riferimento. Il sistema di riferimento viene definito **sistema di riferimento cartesiano ortogonale** dove per l'origine passano tre assi orientati, Asse delle X, delle Y e delle Z: **sistema T(x,y,z)**.

Indice

- 1.1 Il sistema grafico di riferimento
- 1.2 Il tipo di coordinate 3D
- 1.3 La regola della mano destra
- 1.4 Come posizionare l'UCS nello spazio
- 1.5 Uso dei filtri delle coordinate

Comandi trattati

LINEA, PVISTA, ICONAUCS, UCS.

1.1 Il sistema grafico di riferimento

Fra i metodi usati nella Geometria descrittiva, quello della doppia proiezione ortogonale, detto anche **metodo di Monge** è quello più usato. Due piani, ortogonali fra loro, dividono lo spazio in quattro parti detti diedri.

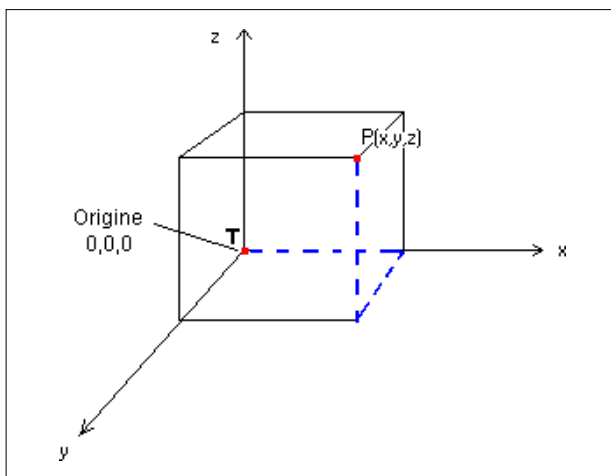


Figura 1.1 - Individuazione di un punto nello spazio in un sistema di riferimento cartesiano ortogonale. L'origine ha coordinate 0,0,0 e ogni punto viene definito da tre valori corrispondenti alle coordinate X,Y,Z.

I piani sono definiti *piani di riferimento* o *piani di proiezione*. I piani di proiezione sono disposti orizzontalmente e verticalmente e la linea d'intersezione fra i piani viene definita *linea di terra*.

I due piani dividono lo spazio in quattro parti detti **diedri**: in genere si disegna nel primo diedro formato dal semipiano superiore e dal semipiano anteriore.

Il **piano di profilo** è il piano perpendicolare ad entrambi i piani di proiezione ed è rappresentato da due tracce perpendicolari alla linea di terra LT e pertanto coincidenti.

Spesso si usa la doppia proiezione ortogonale per rappresentare le tre proiezioni di pianta, prospetto e vista laterale che possono essere secondo due metodi di proiezione: **Metodo E** (Europeo) e **Metodo A** (Americano), come viene esposto in seguito in questo Capitolo.

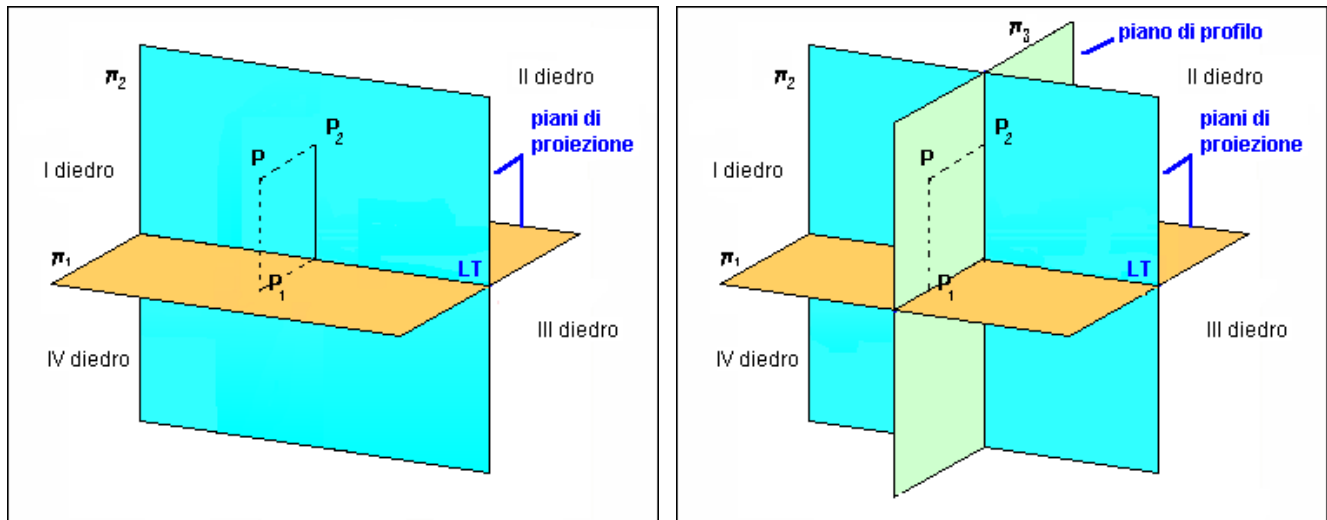


Figure 1.2 - 1.3 - A sinistra, piani di proiezione con i quattro diedri. A destra, inserimento del piano di profilo passante per il punto P e formante con i piani di proiezione due tracce perpendicolari con la linea di terra LT

Doppia proiezione ortogonale di un cilindro sui piani di proiezione.

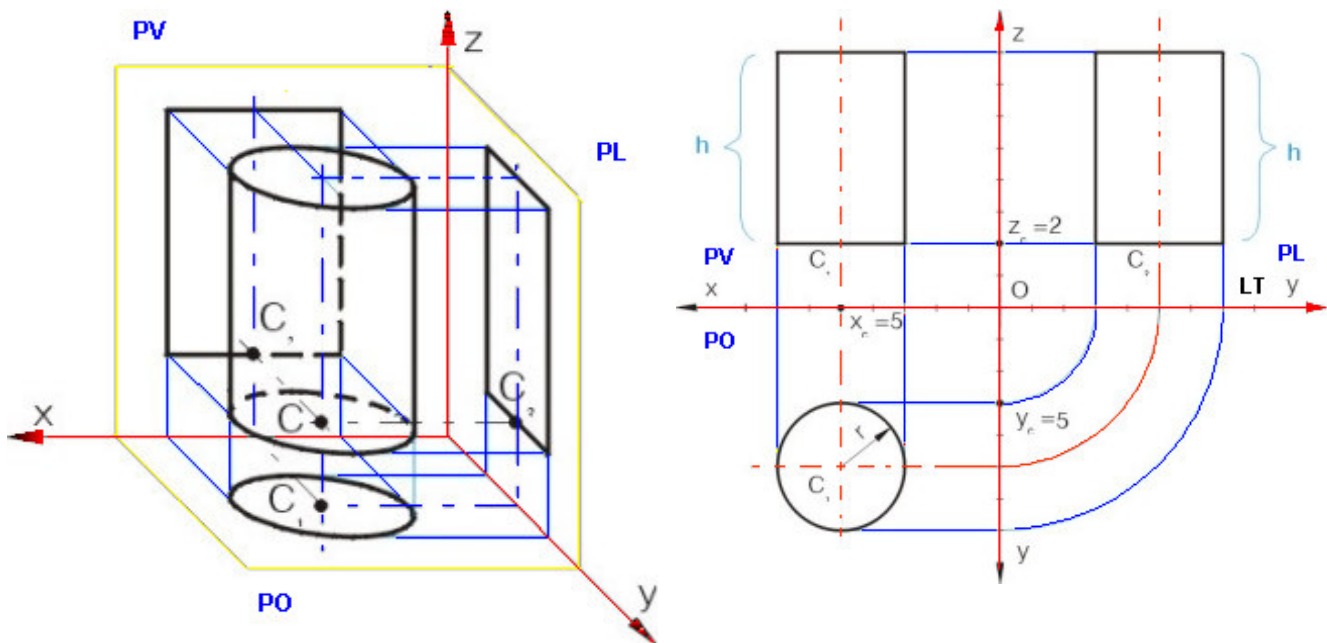


Figure 1.4 - 1.5 - A sinistra proiezioni ortogonali di un cilindro sui piani di proiezione denominate pianta (PO), fronte (PV), profilo (PL). A destra ribaltamento dei piani di proiezione attorno alla linea di terra (LT) e all'asse Z.

Notare che:

- la **pianta** è generata sul piano XY - **PO** piano orizzontale
- la **vista frontale** sul piano XZ - **PV** piano verticale
- la **vista laterale** sul piano YZ - **PL** piano laterale

Norme UNI sulle viste

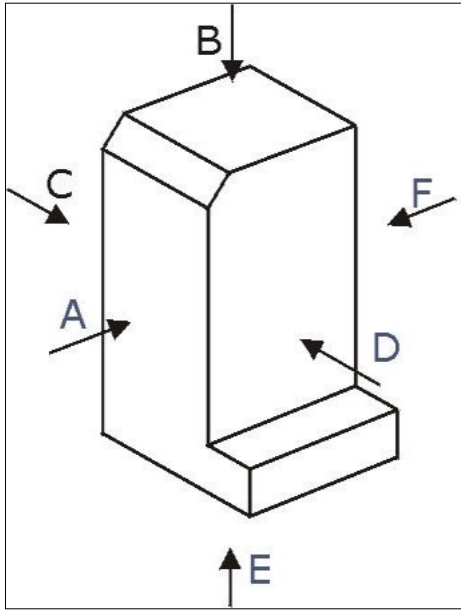


Figura 1.6

Norma UNI 3970 sulle proiezioni ortogonali e relative direzioni di vista. A seconda del metodo usato, metodo E o metodo A, le viste sono posizionate davanti (A) o dietro (E) del solido proiettato.

Per disegnare le viste di un solido in proiezione ortogonale si deve stabilire come utilizzare il metodo delle proiezioni ortogonali per generare le viste.

La norma UNI 3970 definisce la denominazione delle viste:

- vista secondo A - vista anteriore (vista principale)
- vista secondo B - vista dall'alto
- vista secondo C - vista da sinistra
- vista secondo D - vista da destra
- vista secondo E - vista dal basso
- vista secondo F - vista posteriore

La disposizione delle viste si effettua facendo riferimento alla vista anteriore. Per la disposizione delle viste si considerano i seguenti tre metodi:

- metodo del primo diedro (metodo E - europeo)
- metodo del terzo diedro (metodo A - americano)
- metodo delle frecce

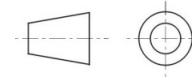
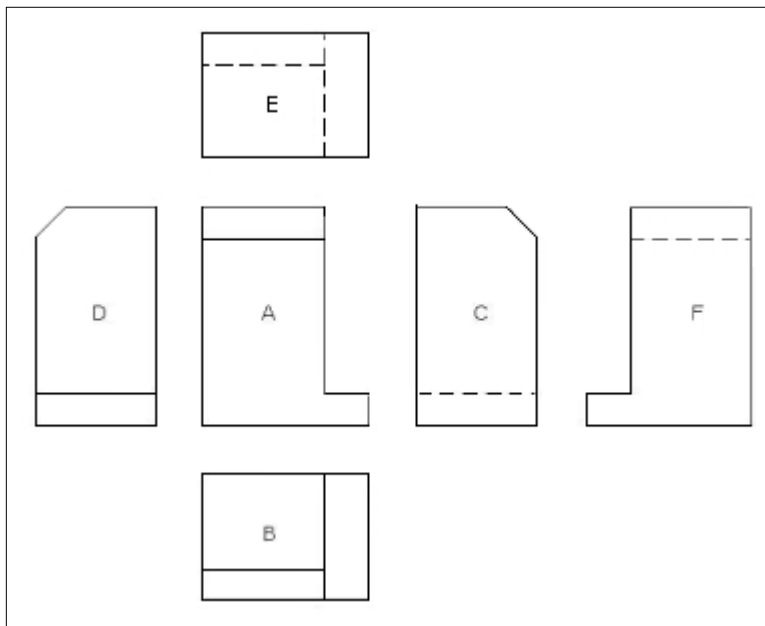


Figura 1.7 - Metodo del primo diedro definito metodo E - Europeo: le viste si dispongono a partire dalla vista frontale A, come illustrato in figura. Il simbolo della proiezione è riportato a fianco.

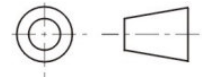
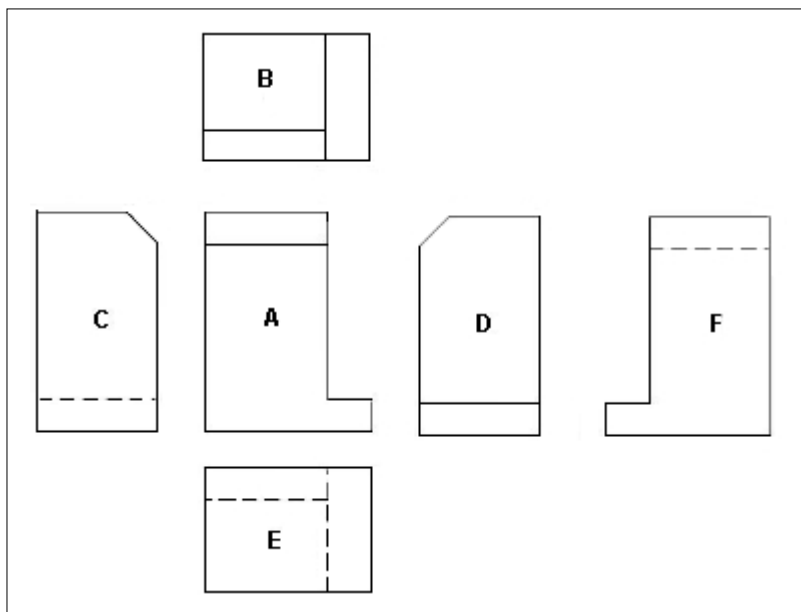


Figura 1.8 - Metodo del terzo diedro definito metodo A - Americano: le viste si dispongono diversamente rispetto al metodo E - Europeo

Le varie viste si dispongono come indicato nella Figura 1.7. È opportuno che la vista anteriore A rappresenti l'oggetto nella posizione di normale utilizzazione. La vista principale deve essere quella che rappresenta l'oggetto nel modo più espressivo e che permette la disposizione più vantaggiosa delle altre viste.

Per indicare il metodo usato, si usa un apposito simbolo. Tale simbolo deve essere chiaramente riportato nel riquadro delle iscrizioni, a fianco della scala, particolarmente per disegni destinati a scambi internazionali. La norma ISO 128 comprende anche il metodo del **terzo diedro (metodo A)** usato soprattutto negli Stati Uniti e paesi anglosassoni. In esso le viste sono disposte in modo diverso rispetto al **metodo E** (europeo) come si può vedere in figura. Nel metodo A i piani sono disposti prima dell'oggetto da proiettare. Il simbolo distintivo di questo metodo è indicato a fianco delle figure.

Metodi del primo diedro e del terzo diedro a confronto

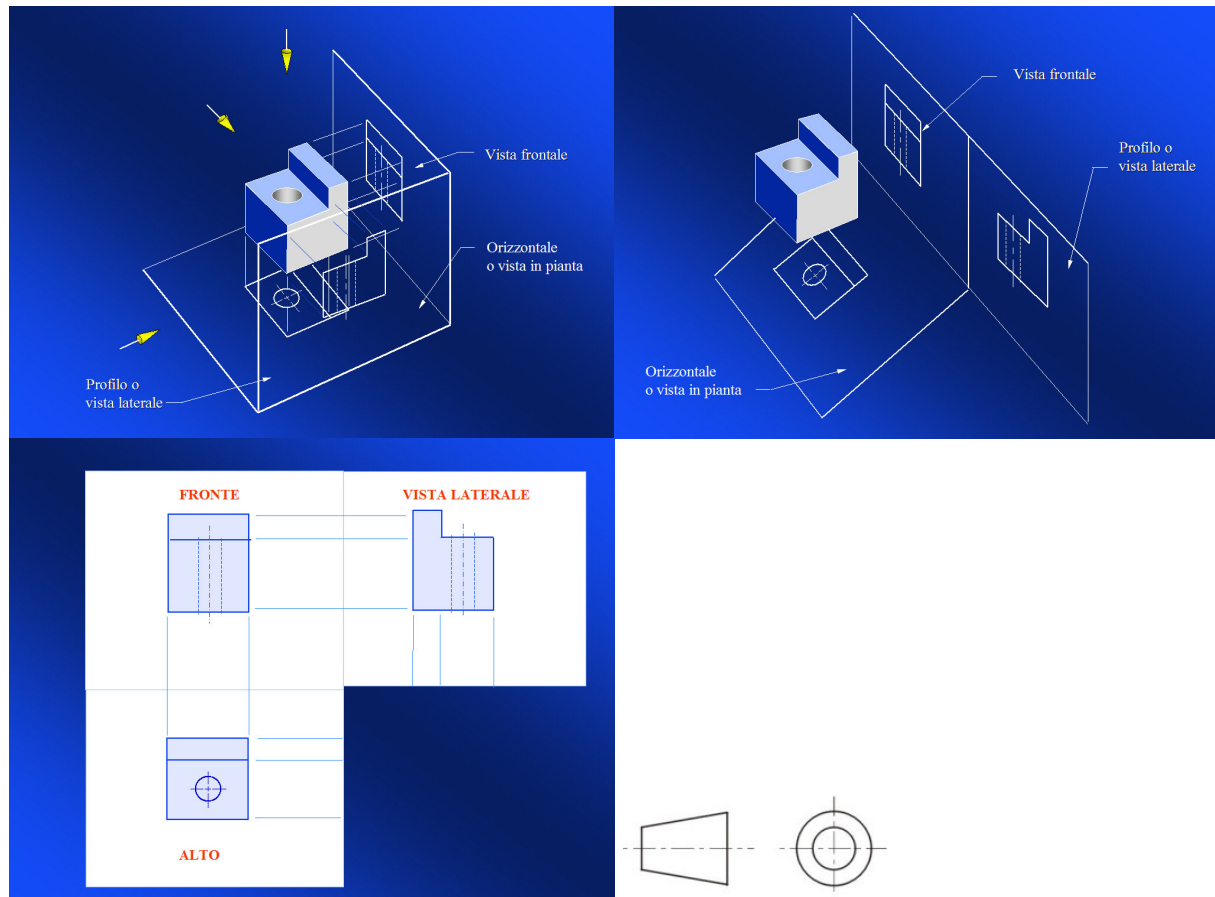


Figura 1.9 - Sistema di proiezione del primo diedro definito metodo E - Europeo.

Metodo del terzo diedro

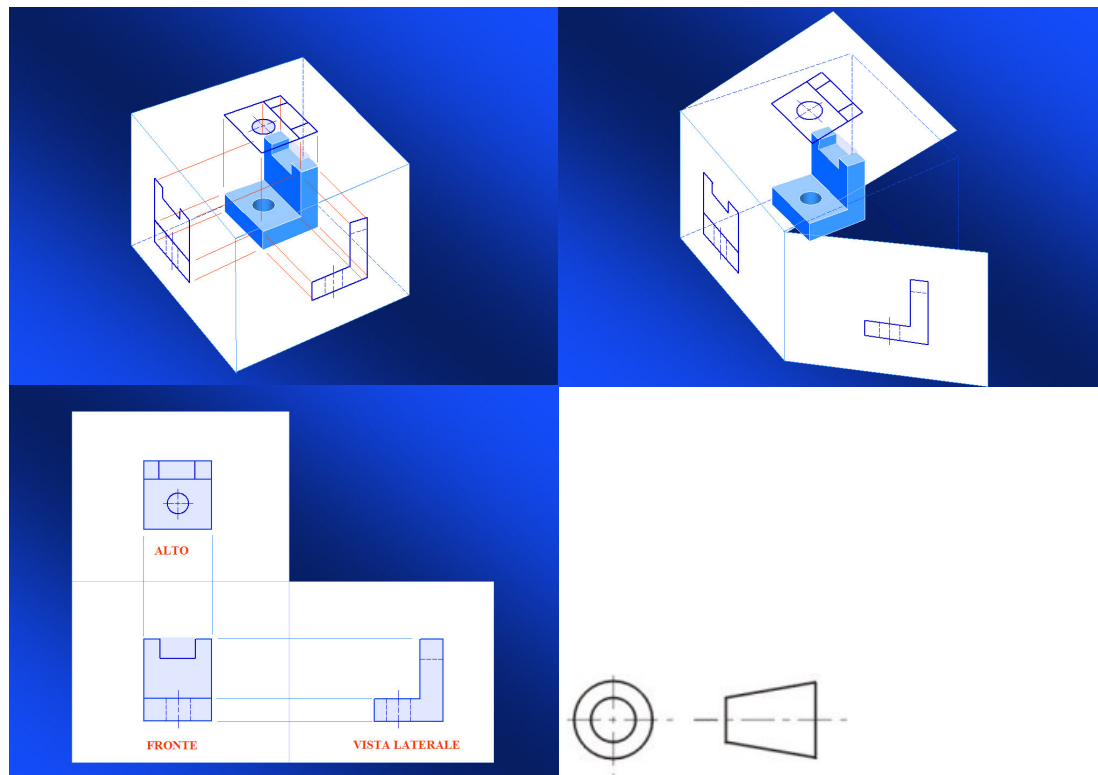


Figura 1.10 - Sistema di proiezione del terzo diedro definito metodo A - Americano.

1.2 Il tipo di coordinate 3D

In Europa si disegna sul primo diedro del sistema di riferimento geometrico, dove i valori di X, Y e Z sono positivi. La posizione dell'icona **WCS (Sistema in coordinate mondo)** permette di visualizzare la direzione positiva degli assi X e Y e di conseguenza la posizione e la direzione dell'asse Z.

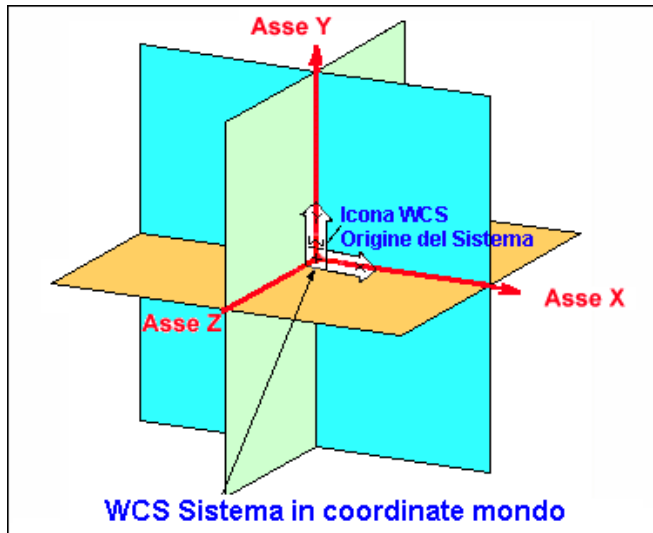


Figura 1.11 - Posizione del WCS (Sistema in coordinate mondo) nel sistema grafico di riferimento: si disegna nel primo diedro con la direzione dell'asse Z che viene verso l'osservatore.

L'icona WCS può essere spostata liberamente dall'utente e per questo, quando non è all'origine, assume il nome di **UCS (User Coordinate System - Sistema in Coordinate Utente)**.

Come si può verificare nella Figura 1.12 i valori assoluti e la direzione degli assi rimangono costanti e rappresentano il sistema di riferimento assoluto.

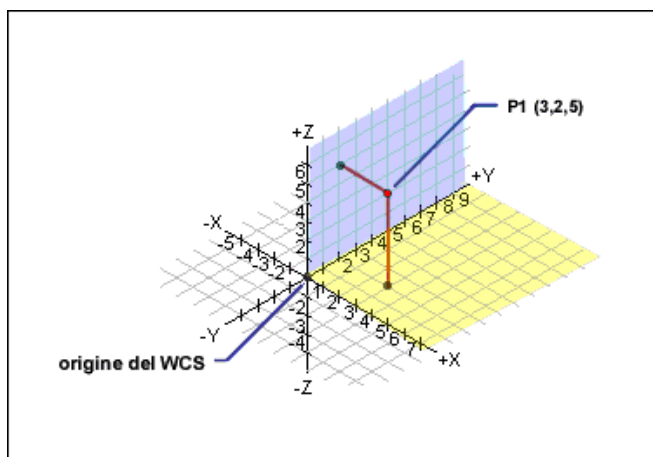


Figura 1.12 - Coordinate di un punto nello spazio: il primo valore è sempre riferito al valore sull'asse X, il secondo a Y e il terzo a Z.

Un punto nello spazio viene definito da 3 valori corrispondenti alla sua distanza dall'origine dell'UCS. Nella figura precedente il punto P1 di coordinate P1 (3,2,5) ha una distanza di 3 unità dall'asse X, 2 unità dall'asse Y e infine 5 unità dall'asse Z.

Nel disegno in 2D per individuare un punto nel piano si possono indicare le sole due coordinate X,Y. Il sistema, che fa sempre riferimento allo spazio in 3D, assegna all'asse Z, anche se non definita, il valore 0 (zero).

Le coordinate di un punto sono relative all'UCS corrente e possono essere inserite come **coordinate assolute**, **relative** e **polari**.

Coordinate assolute

Le coordinate assolute individuano la distanza di un punto dall'origine mondo del sistema (WCS-Sistema in coordinate mondo) e quindi non sono modificabili.

In genere non vengono usate perché difficilmente si conosce e si usa la distanza assoluta.

Coordinate relative cartesiane

In un disegno che richiede grande precisione, si utilizzano le coordinate relative cartesiane attraverso l'indicazione della distanza di un punto rispetto ad un'origine relativa, rappresentata dall'ultimo punto inserito.

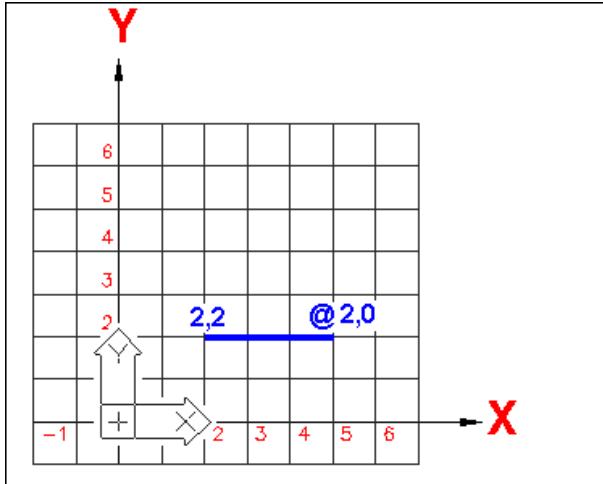


Figura 1.13 - Le coordinate devono essere digitate da tastiera per avere una precisione massima. La @ (chiocciolina) va digitata per ogni punto.

Per disegnare la linea come in Figura 1.13, dopo aver inserito il primo punto P1 con il mouse alla coordinata assoluta 2,2, si inserisce il secondo punto digitando: @2,0. Il simbolo @ (chiocciola), che precede i valori numerici, denota i valori relativi delle coordinate. Infatti le coordinate relative cartesiane fanno riferimento all'ultimo punto inserito, considerato origine temporanea (quindi relativo) del sistema.

La sintassi utilizzata da AutoCAD è la seguente:

@ delta X, delta Y, delta Z

Ad esempio il valore della coordinata X sarà positivo se tracciato nella direzione positiva dell'asse X, (verso destra), mentre sarà negativo se lungo la direzione negativa dell'asse X, cioè verso sinistra.

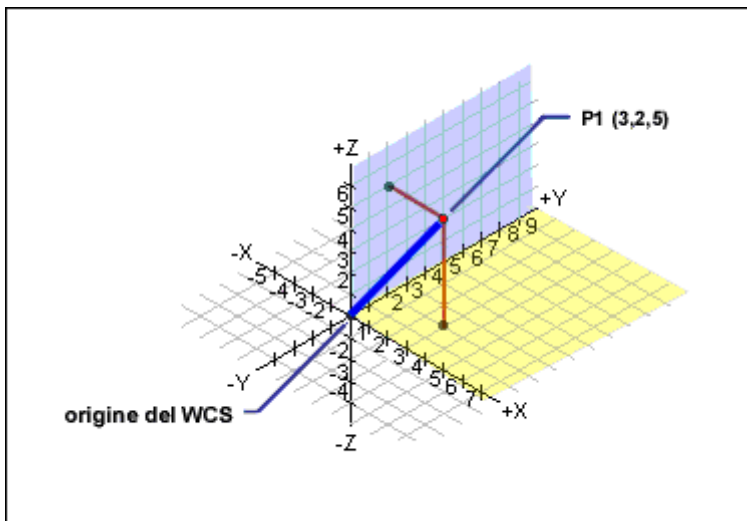


Figura 1.14 - Per inserire la linea dall'origine del sistema (0,0,0), si sono digitati i valori di posizione: 3,2,5 in coordinate assolute, visto che non ci sono punti di appoggio.

Vediamo la sequenza completa utilizzata per tracciare la linea blu della Figura 1.14.

Le linea parte dall'origine del sistema (punto con coordinate 0,0,0) e passa per il punto P1 di coordinate 3,2,5.

Comando: **LINEA**

Dal Punto: 0,0 (origine del sistema in coordinate assolute)

Al punto: @ 3,2,5 (coordinate relative cartesiane)

Al punto: INVIO (con Invio termina l'inserimento)

I punti possono essere inseriti digitando le coordinate **da tastiera** oppure **inseriti su entità** grafiche esistenti nel disegno usando i filtri di Snap, cioè indicando i punti notevoli geometrici. Ad esempio si può indicare FINE, per ancorare la nuova linea all'estremità di una linea già presente nel disegno.

Coordinate relative polari

Si possono usare le coordinate relative polari in alternativa alle relative cartesiane.

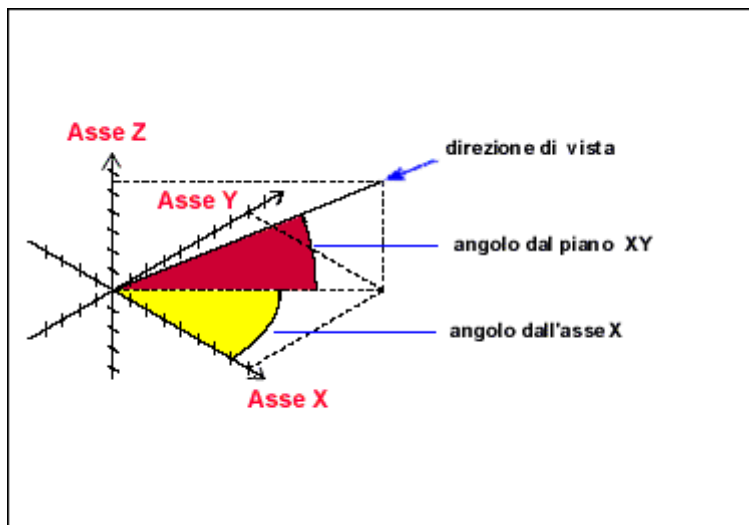


Figura 1.15 - Nel piano le coordinate polari richiedono la specifica dell'angolo dall'asse X e la distanza. Nello spazio le coordinate polari possono essere cilindriche e sferiche. .

Le coordinate polari richiedono la specifica della distanza relativa del punto rispetto al punto precedente e dell'angolo formato con l'asse X, considerato asse di riferimento di angolo 0 (zero).

La sintassi delle **coordinate 2D** relative polari è la seguente:

@ distanza < angolo

Coordinate polari nello spazio

Nello spazio le coordinate polari possono essere di due tipi: **cilindriche** o **sferiche**.

Coordinate cilindriche

Le coordinate cilindriche definiscono la distanza *nel* piano XY, l'angolo *nel* piano XY e il valore dell'altezza lungo l'asse Z. Sono richieste quindi **due distanze lineari** e **una distanza angolare**.

La sintassi delle **coordinate cilindriche** è la seguente:

@ distanza < angolo, valore Z (altezza)

Nell'esempio di Figura 1.16 il punto P1 è inserito digitando: **@70 < 75, 60**. Il valore 70 è la distanza lineare rispetto all'origine proiettata sul piano XY, mentre l'angolo (<), misurato rispetto all'asse X, è 75 infine il valore 60 è l'altezza lineare lungo l'asse Z, cioè l'altezza del punto sul piano XY.

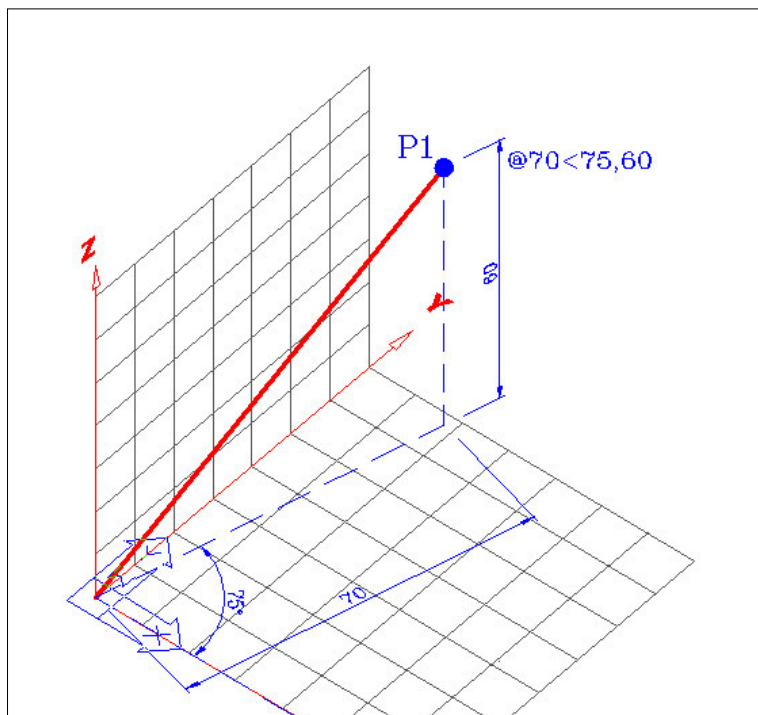


Figura 1.16 - Le coordinate cilindriche richiedono **2 distanze lineari** e **una distanza angolare**. Le due distanze sono proiezioni sul piano XY la prima e YZ la seconda. L'angolo è riferito alla prima proiezione sul piano XY e l'asse X che è l'asse di riferimento per l'angolo zero (0).



Per digitare il simbolo @ (chiocciola), sulla tastiera italiana premere i tasti Alt Gr + @. I valori positivi o negativi delle coordinate indicano la direzione di tracciamento. La virgola separa i valori delle coordinate X, Y, Z. Per specificare invece un valore decimale si usa il punto. Esempio: P1 (2.5, 3.2)

Coordinate sferiche

Le coordinate sferiche definiscono la distanza dall'ultimo punto, un angolo *nel* piano XY, l'angolo *dal* piano XY. Sono richieste quindi **una distanza lineare** e **due distanze angolari**.

La sintassi delle **coordinate sferiche** è la seguente:

@ distanza < angolo < angolo

Nell'esempio di Figura 1.17 il punto P1 è inserito digitando: **@92 < 75 < 40**. Il valore 92 è la distanza lineare del vettore rispetto all'origine mentre il primo angolo (<) è misurato rispetto all'asse X e il secondo angolo rispetto al **piano XY**.

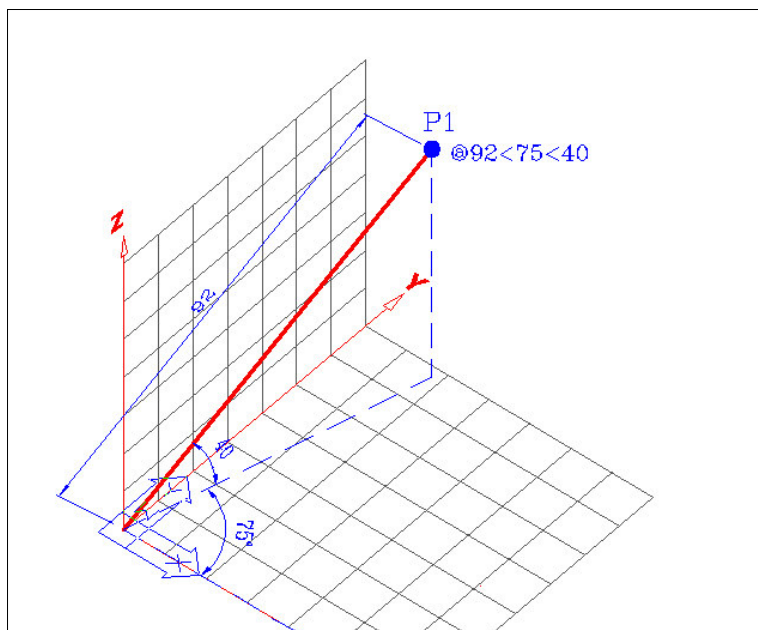


Figura 1.17 - Le coordinate sferiche richiedono **1 distanza lineare** e **due distanze angolari**. La distanza richiesta è la lunghezza del vettore rispetto al punto precedente e le due distanze angolari sono relative all'asse X e al **piano XY**.

Coordinate sferiche per il punto di vista

Quando si definisce il punto di vista con il comando PVISTA, si può utilizzare le coordinate sferiche per la definizione della direzione di vista sapendo che la vista è assonometrica, quindi con proiezione di raggi paralleli e quindi a distanza infinita (punto improprio).

Con l'opzione **R** si attiva l'immissione in modalità di **coordinate sferiche**, secondo la sintassi:

angolo dall'asse X, angolo dal piano XY

Per definire un punto di vista utilizzando le coordinate sferiche la sequenza è la seguente:

Comando: **PVISTA**

Specificare un punto di vista o [Ruota] <visualizzare la bussola e il sistema a tre assi>: **R (per Ruota)**

Digitare l'angolo sul piano XY dall'asse X <corrente>: **220 (angolo dall'asse X)**

Digitare l'angolo dal piano XY <corrente>: **40 (angolo dal piano XY)**

Il comando PVISTA è trattato in modo approfondito nel Capitolo 2 comprese anche le modalità per definire le coordinate sferiche.

1.3 Regola della mano destra

Per stabilire una regola nell'orientamento di un oggetto nello spazio, si ricorre alla convenzione della **mano destra** che consente di stabilire la posizione fissa dei tre assi fra di loro ed, allo stesso tempo, anche di definire la loro direzione positiva.

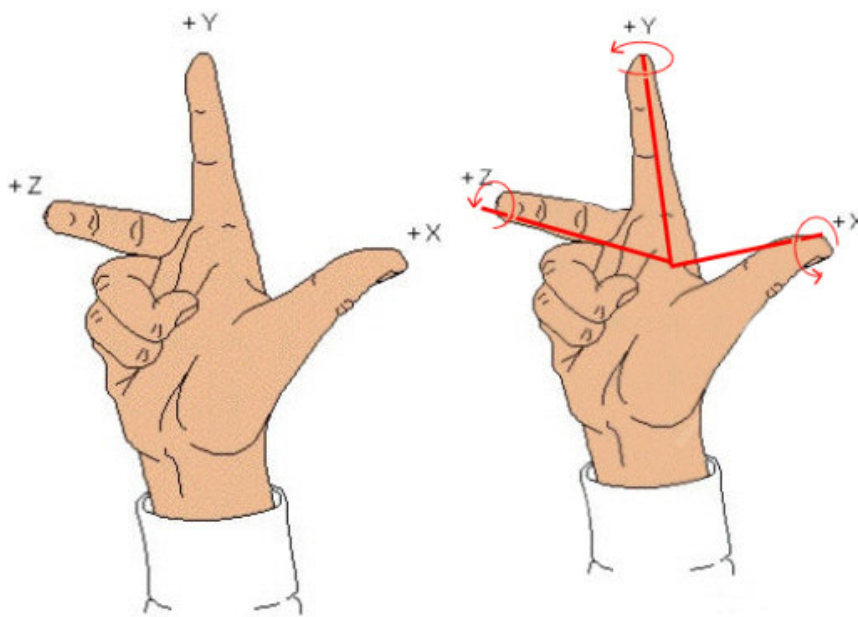


Figura 1.18 - Le coordinate relative polari prevedono la specifica dell'angolo. Sono più veloci da inserire rispetto alle coordinate cartesiane perché distinguono la distanza e l'angolo in due fasi.

L'immagine della figura indica la corrispondenza degli assi con le tre dita della mano. Nello spazio 3D si fa ricorso alla mano destra per stabilire la valenza positiva o negativa di una rotazione. La rotazione è positiva in senso antiorario e negativa in senso orario.

1.4 Come posizionare l'UCS nello spazio

Per disegnare in 3D è necessario ricorrere ad un piano di lavoro dove vengono inseriti gli oggetti grafici. Il piano di lavoro, definito anche UCS (Sistema di Coordinate Utente) può essere spostato liberamente nello spazio e posizionato utilizzando le funzioni di: sposta, ruota, allinea.

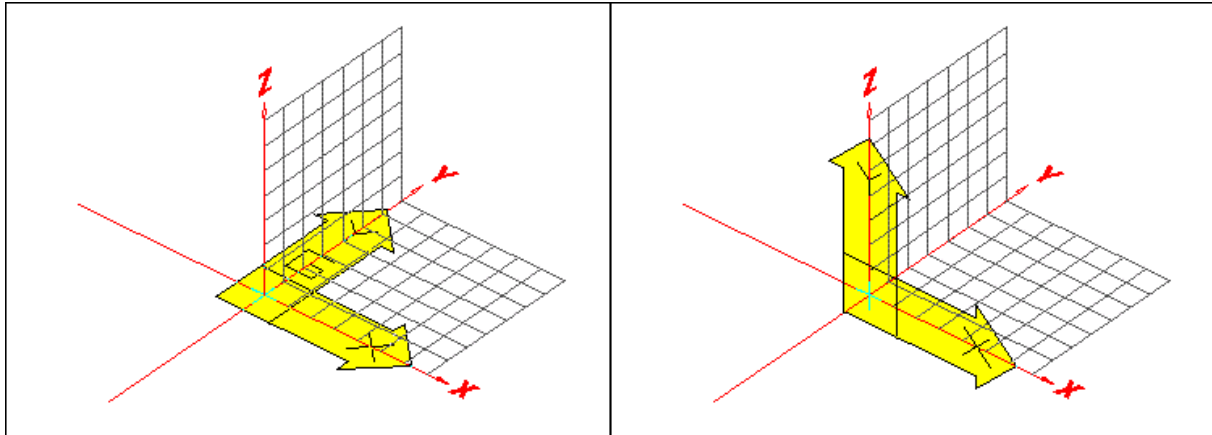


Figura 1.19 L'icona visualizzata a sinistra è WCS, *Sistema in coordinate mondo*, perché viene rappresentata la lettera G, che sta per *globale*. Nella figura a sinistra l'UCS è stato ruotato attorno all'asse X di 90 gradi rispetto alla sua posizione precedente.

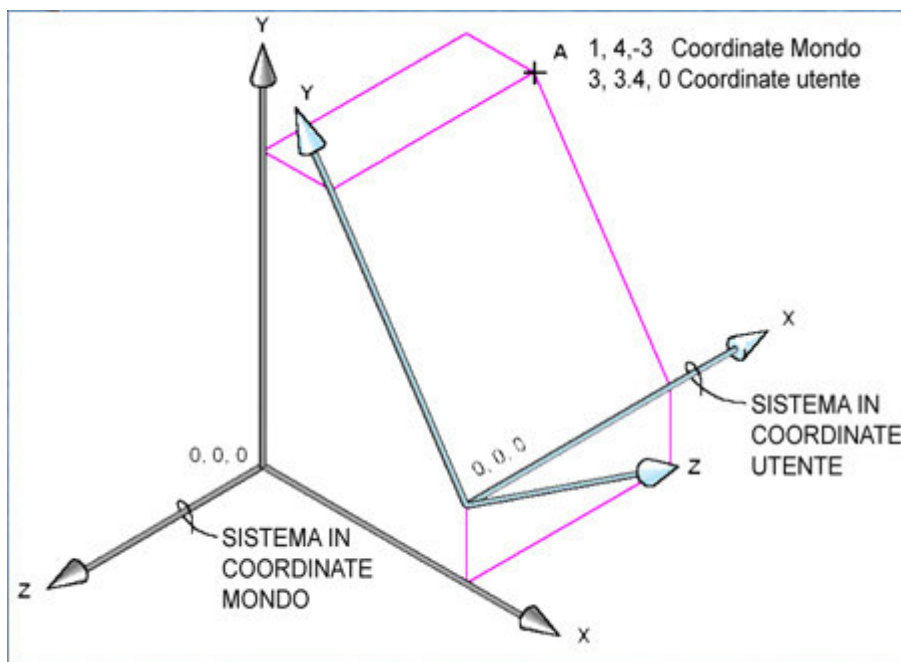


Figura 1.20 - Confronto fra un WCS (Sistema in coordinate mondo) e UCS (Sistema in coordinate utente). Uno stesso punto può avere due tipi di coordinate a seconda di qual'è la posizione corrente dell'WCS o dell'UCS.

Ogni entità grafica viene inserita facendo riferimento alla posizione corrente dell'UCS attivo. In una scena di AutoCAD esiste un unico UCS.

Valore della rotazione

Nel CAD la rotazione è positiva se fatta in senso antiorario. Per definire il senso di rotazione si deve considerare la rotazione guardando l'asse di rotazione dal suo verso positivo.

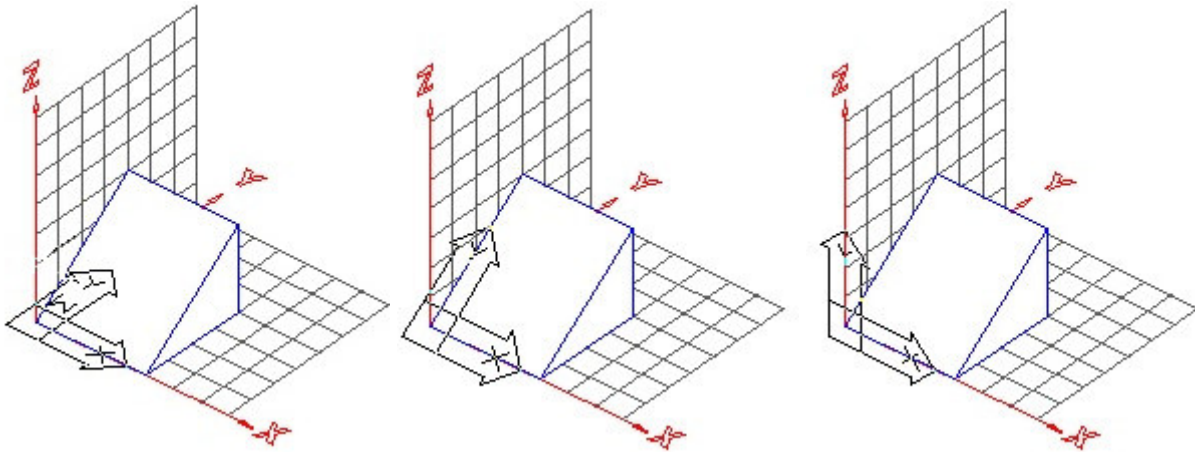


Figura 1.21 - Rotazione dell'UCS attorno all'asse X. Per far coincidere l'UCS al piano inclinato, l'opzione scelta è *3punti*.

Per facilitare la comprensione, si può fare riferimento alla direzione delle dita immaginando di afferrare l'asse di rotazione dalla parte positiva.

Modifica dell'UCS

Per modificare la posizione dell'UCS nello spazio si usa il comando **UCS**.

Comando: UCS

Digitare un'opzione [Nuovo/Sposta/Ortogonale/ Precedente/ Ripristina/
Salva/ Cancella/ Applica/ ?/ Globale] <Globale>:

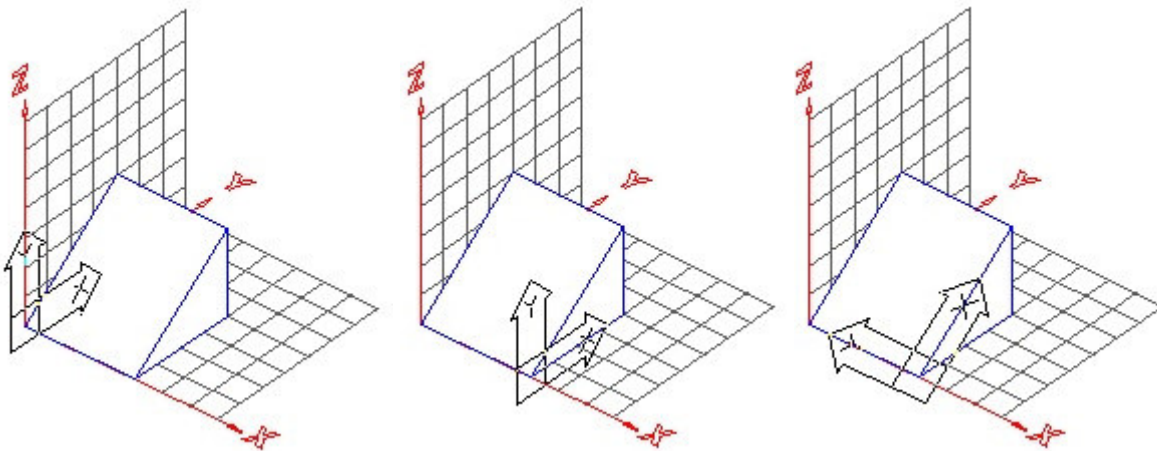


Figura 1.22 - Posizionamento dell'UCS per *3punti*

Per modificare la posizione dell'UCS si seleziona l'opzione **Nuova** che presenta le scelte seguenti:

Asse-Z Viene definito l'orientamento dell'asse Z

3punti Vengono scelti i 3 punti per i quali passa il piano dell'UCS

Oggetto Si posiziona su un oggetto esistente

L'opzione **Nuovo** presenta le seguenti scelte:

Faccia Allinea l'UCS sulla faccia selezionata del solido

Vista UCS si posiziona perpendicolarmente al piano di vista

X/Y/Z Ruota l'UCS attorno all'asse specificato. Viene richiesto l'angolo di rotazione.

Per scegliere l'opzione, come in tutti i comandi di AutoCAD, è sufficiente digitare la lettera riportata in maiuscolo.

Le altre funzioni utili sono le seguenti:

Sposta	Sposta l'origine dell' UCS
Memorizza	Salva la posizione corrente dell'UCS
Precedente	Ripristina la posizione precedente dell'UCS. Può memorizzare 10 posizioni.
Ortogonale solido	Permette la scelta di uno dei sei sistemi di proiezione forniti dal sistema
Ripristina <Globale>	Riprende la posizione di un UCS salvato in precedenza piano di vista Se si digita la lettera G si riporta l'UCS alla posizione globale e cioè al WCS.

Aspetto dell'icona UCS

L'icona UCS può essere modificata nell'aspetto mediante il comando **ICONAUCS** o nel menu *Visualizza | Visualizzazione | Icona UCS | Proprietà*. Nella finestra di dialogo è possibile scegliere lo stile di visualizzazione dell'icona fra lo stile 2D in alto (di base) e quello in 3D con visualizzati i tre assi mediante una freccia a cono, per la X e Y.

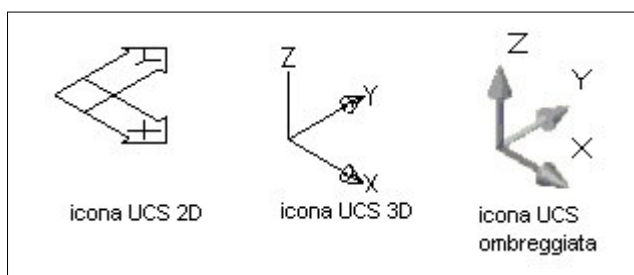


Figura 1.23 - Varie rappresentazioni dell'UCS definibili nel menu *Visualizza | Visualizzazione | Icona UCS | Proprietà*.

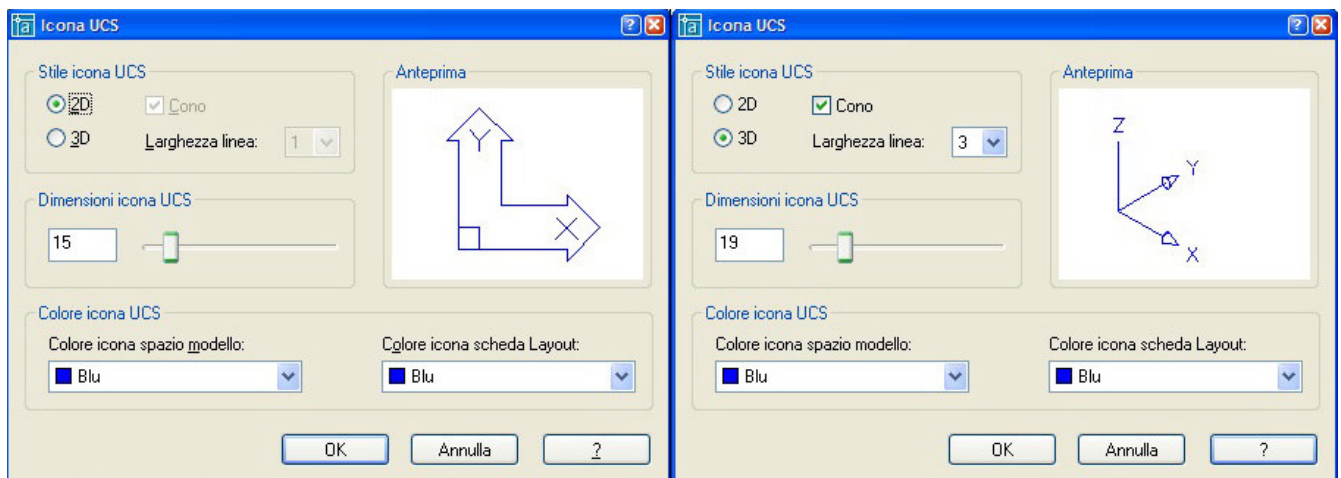


Figura 1.24 - L'icona UCS può essere modificata nella finestra *Icona UCS*.

1.5 Uso dei filtri delle coordinate

I filtri delle coordinate sono utili quando non è possibile specificare da tastiera o con il mouse tutte le tre coordinate insieme. Ad esempio si utilizzano per inserire un punto nello spazio in due o più fasi.

Per inserire il filtro sulla riga di comando si digita un punto seguito da una o più lettere di coordinate.

AutoCAD accetta le seguenti selezioni di filtri:

.X .Y .Z .XY .XZ .YZ

Dopo aver specificato il valore iniziale della coordinata, AutoCAD richiede i valori rimanenti. Se si digita .X al messaggio di richiesta di un punto, vengono richiesti i valori di Y e Z; se si immette .XZ viene richiesto in seguito il valore mancante Y.

Esempio di uso di filtri delle coordinate

Vogliamo inserire una linea nel baricentro della faccia in giallo della Figura 1.25.

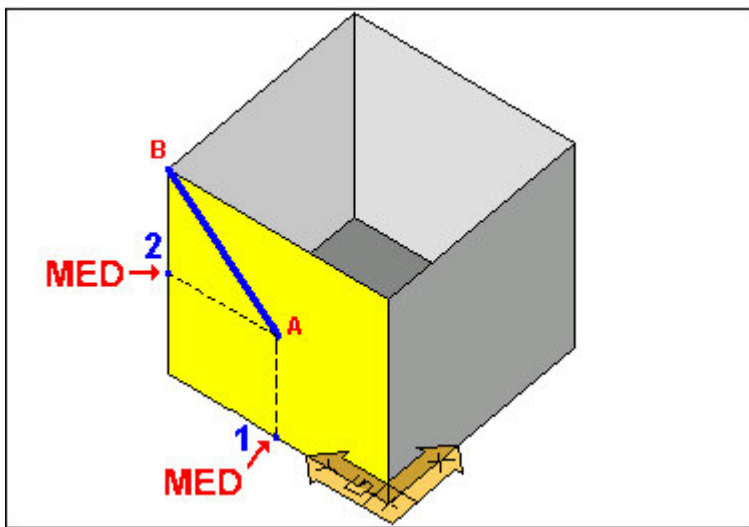


Figura 1.25 - Per inserire una linea a partire dal baricentro della faccia in giallo del cubo, si utilizzano i filtri delle coordinate: prima con il filtro .XY si seleziona il punto medio del lato Y (1) e quindi sempre il punto medio lungo il lato Z (2).

Disegnando in vista assonometrica, non è possibile specificare col mouse le 3 coordinate in modo contemporaneo.

Comando: **LINEA**

Specificare primo punto: **.XY (Invio)**

di MED (INVIO e Selezionare il lato (1) lungo l'asse Y)

manca Z: MED (INVIO e Selezionare il lato (2) lungo l'asse Z)

Quindi con i filtri **.XY** si definisce prima la posizione del primo punto della linea sul piano XY e poi la sua altezza lungo l'asse Z. Si utilizza i filtri di punto MEDIO per individuare il punto medio di ciascun lato.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che devono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti come richiesto nelle singole domande. I file sono salvati nella versione 2000 di AutoCAD quindi possono essere letti da tutte le versioni successive e da altri programmi CAD, come ad esempio IntelliCAD. I file di esercizi sono contenuti nella cartella **ESERCIZI** del CD-Rom o possono essere richiesti nel sito <http://www.corsiinrete.it>.

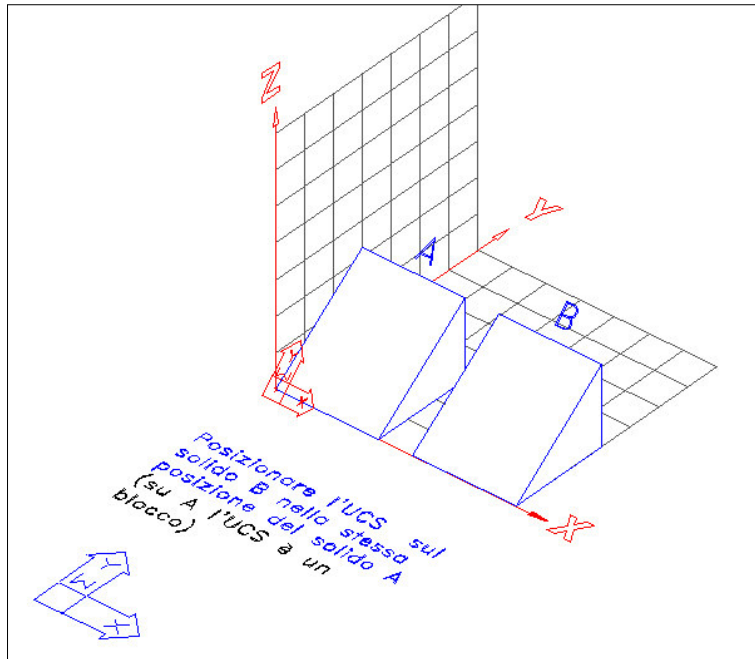


Figura 1.26 - Esercizio **eser_01_01.dwg** dove è necessario spostare l'UCS dalla posizione attuale WCS alla faccia del prisma B come nell'esempio A. Il simbolo di UCS nel prisma A è un blocco che serve a visualizzare la posizione da ottenere. La posizione attuale del WCS è quella in basso a sinistra.

1. Nel file **eser_01_01.dwg** modificare la posizione dell'UCS e posizionarlo sulla faccia del prisma.
2. Nel file **eser_01_02.dwg** modificare la posizione dell'UCS e posizionarlo sul solido B nella stessa posizione dell'esempio del solido A, dove l'UCS è un blocco d'esempio.
3. Nel file **eser_01_03.dwg** inserire nel solido B una linea lunga 20 unità nella stessa posizione illustrata nel solido A.
4. Nel file **eser_01_04.dwg** inserire in B due linee al centro delle facce come nell'esempio A.
5. Nel file **eser_01_05.dwg** tracciare una linea dal punto O (Origine) di coordinate 0,0,0 al punto P2 in coordinate cilindriche.
6. Nel file **eser_01_06.dwg** Tracciare una linea dal punto O (Origine) di coordinate 0,0,0 al punto P2 in coordinate sferiche.

Definire le viste nello spazio

Contenuti

Nel disegno 3D è molto utile poter avere una visualizzazione del modello su più finestre per superare il limite intrinseco della visualizzazione bidimensionale fornita dal monitor. AutoCAD permette la creazione di diverse configurazioni di finestre di vista con la possibilità anche di memorizzarle e ripristinarle quando sono richieste durante le varie fasi di lavoro.

Indice

- 2.1 Creazione delle finestre di vista
- 2.2 Come definire il punto di vista
- 2.3 Come creare le viste assonometriche
- 2.4 Come creare una vista prospettica
- 2.5 Come usare la funzione ORBITA 3D

Comandi trattati:

FINESTRE, PVISTA, VISTAD, 3DORBITA

2.1 Creazione delle finestre di vista

Il disegno 3D richiede un controllo completo e continuo del modello che si sta creando. È necessario quindi avere a monitor più viste della stessa scena, ripresa da punti di vista distinti.

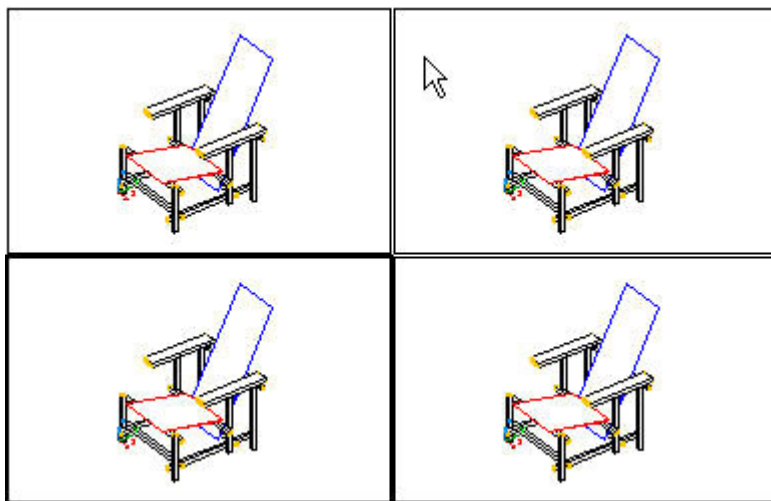


Figura 2.1 - Divisione dello schermo in 4 finestre che la momento della creazione riproducono lo stesso punto di vista. Solo una finestra può essere attiva: per scegliere una diversa è sufficiente cliccare con il mouse sopra la nuova finestra. Il cursore assume la normale forma di croce nella finestra attiva, mentre presenta la forma di freccia nelle altre finestre.

Per dividere lo schermo in più finestre si sceglie dal menu *Visualizza ! Finestre* il numero di finestre con le quali si vuole dividere lo schermo. Se si sceglie 4 finestre come in figura tutto lo schermo viene diviso in 4 viste che all'inizio presentano lo stesso punto di vista.

La configurazione scelta può essere salvata con *Visualizza | Finestre | Finestre con nome* e digitando quindi il nome da memorizzare. L'utilità della memorizzazione di una configurazione consiste nel poter passare da una vista a tutto schermo di una finestra per poi tornare a 4 viste in tempi rapidi.

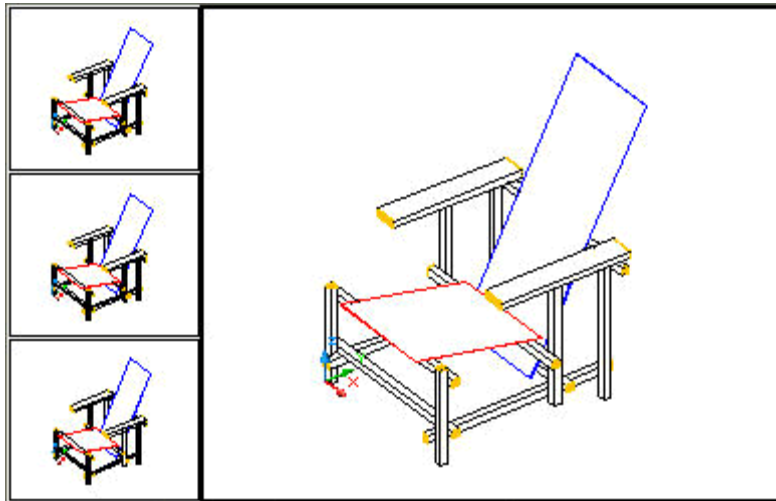


Figura 2.2 - Configurazione preimpostata come Quattro Sinistra. Le finestre possono essere combinate fra di loro in modo da poter formare una vasta scelta di configurazione di punti di vista.

AutoCAD fornisce alcune configurazioni di finestre di vista predefinite che possono essere subito utilizzate dall'utente senza particolari modifiche: quella riportata in Figura 2.2 è la configurazione *Quattro Sinistra* con tre finestre piccole a sinistra e una centrale più grande. Nelle finestre non sono impostate le direzioni di vista, perché viene lasciata all'utente la scelta della configurazione. Infatti l'utente può definire finestre di dimensioni diverse e impostare punti di vista distinti per ognuna delle finestre create in modo assolutamente libero..

La configurazione alla fine può essere memorizzata ed essere ripresa in seguito durante il lavoro. Infatti durante il disegno è spesso utile poter avere una visualizzazione a tutto schermo (Unica) di una vista e poter ritornare in seguito alla configurazione salvata. Notare la posizione dell'UCS che è unico nelle 4 finestre.

2.2 Come definire il punto di vista

Il sistema presenta vari modi per definire le viste in una finestra. Nel menu *Visualizza | Punti di vista 3D* si possono scegliere le viste di tipo ortogonale o assonometrico.

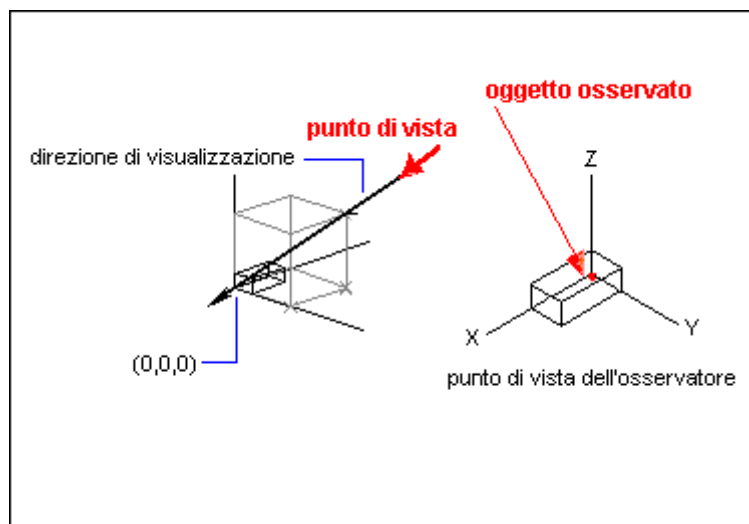


Figura 2.3 - Il punto di vista è riferito alla direzione dalla quale l'osservatore guarda la scena, che è posta al centro del sistema di riferimento temporaneo e con tipo di proiezione assonometrica..

È possibile inoltre definire i punti di vista in modo più preciso con il comando **PVISTA**.

Comando: **PVISTA**

Specificare un punto di vista o [Ruota] <visualizzare la bussola e il sistema a tre assi>: 0,0,1

Con il comando **PVISTA** si possono definire le viste nei seguenti modi:

- in coordinate assolute
- in coordinate sferiche
- con i tre assi

Coordinate assolute

Il modo diretto per definire delle viste ortogonali è digitando direttamente da tastiera le **coordinate assolute** della direzione di vista dell'osservatore.

Una vista in pianta è definita dalle coordinate **0, 0, 1** perché la vista è posta lungo l'asse Z e pertanto perpendicolare (normale) al piano XY e con raggi di proiezione paralleli perché la vista è posta all'infinito. Gli altri assi hanno valore 0.

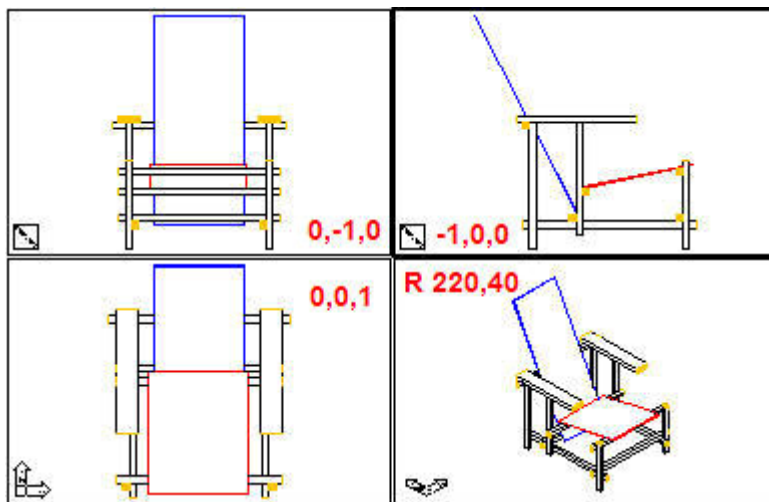


Figura 2.4 - Configurazione a 4 finestre con punti di vista distinti per ogni finestra, definiti con il comando **PVISTA**. In ogni finestra sono indicati i valori da inserire per i 3 assi **X,Y,Z**. Notare la posizione dell'UCS all'origine (WCS - Globale) visualizzato con la lettera W.

Nella Figura 2.4 sono riportati tutti i valori da inserire con il comando **PVISTA** per aver tre viste di proiezione ortogonale ed una assonometrica:

vista in pianta	0, 0, 1 (cioè 0, 0, + infinito)
vista frontale	0, -1, 0
vista laterale	-1, 0, 0
vista assonometrica	R, - 40, 40

Gli assi X, Y, Z hanno due versi (positivo e negativo) e con un totale di sei possibili.

Le altre tre proiezioni che si possono ottenere, oltre alle tre illustrate in figura, sono le seguenti:

pianta vista dal basso	0, 0, -1
vista retro	0, 1, 0
vista laterale destra	1, 0, 0

I valori negativi denotano la direzione della vista: la vista frontale infatti è lungo l'asse Y ma lungo la direzione negativa dell'asse, quindi i valori della vista frontale sono: 0, -1, 0. Il valore è positivo se la vista è posizionata nella direzione dell'asse, negativo se nella direzione opposta. Nella definizione della posizione degli assi fra di loro si fa sempre riferimento alla convenzione della mano destra.

Finestra Vista

Le stesse viste di proiezione ortogonale si possono scegliere anche dal menu *Visualizza* | *Viste con nome* o digitando il comando **VISTA** con il quale si apre la finestra *Vista* che rende disponibili le schede *Viste ortogonali e assonometriche*.

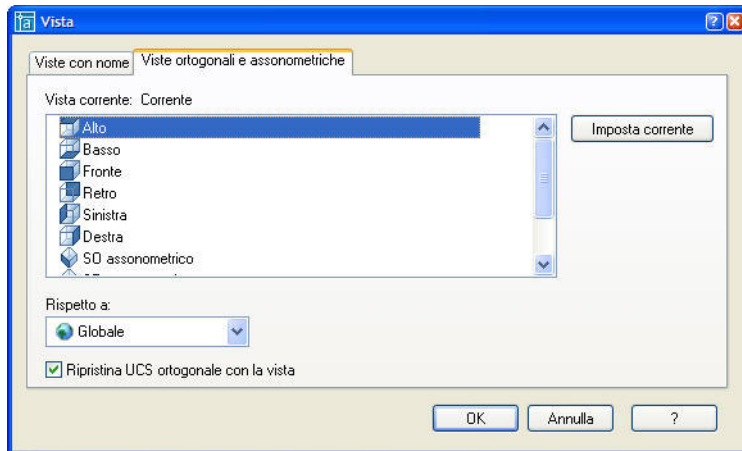


Figura 2.5 - Finestra *Vista* dove è possibile selezionare le schede *Viste con nome* e *Viste ortogonali e assonometriche*. Le viste impostate nella seconda scheda (*Viste ortogonali*) sono quelle preimpostate da AutoCAD e sono disponibili anche nel menu *Visualizza* | *Punti di vista 3D*.

Gli stessi punti di vista di Figura 2.4 corrispondono nella finestra *Viste* alle seguenti impostazioni:

- Alto
- Fronte
- Sinistro
- SO assonometrico

Posizione dell'UCS

L'icona, se non è impostata nell'origine UCS, viene posizionata in genere in basso a sinistra di ogni finestra. Se l'UCS viene visualizzato secondo la sua grafia normale, le due frecce, significa che si può disegnare in quella finestra di vista.

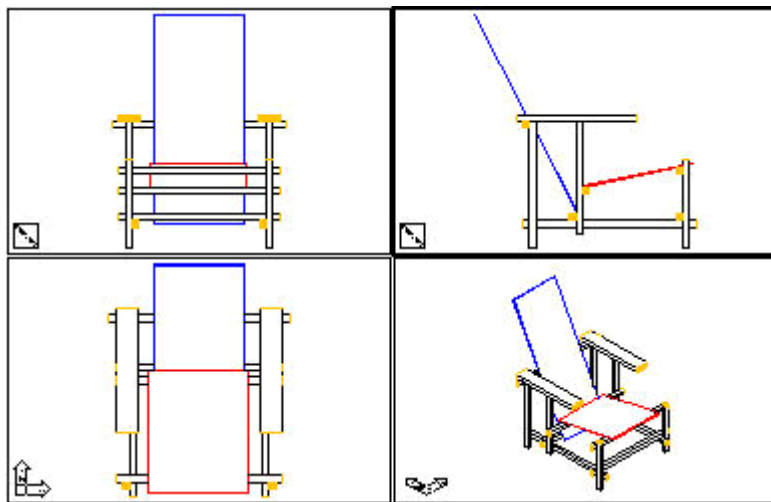
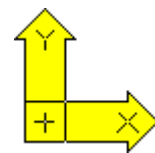


Figura 2.6 - Visualizzazione dell'UCS nelle varie finestre di vista. Quando l'UCS è perpendicolare alla vista viene visualizzata una *matita spezzata*. Quando invece è parallela alla vista (in basso a sinistra) o in assonometrica, viene visualizzata l'icona normale.



icona normale



matita spezzata

Quando invece l'icona UCS è rappresentata come una "matita spezzata" significa che la vista è posizionata in modo perpendicolare al piano dell'UCS e quindi non è utilizzabile. Per disegnare in quella finestra si deve ruotare l'UCS. Per visualizzare l'UCS all'origine, si deve attivare l'opzione *Visualizza* | *Visualizzazione* | *Icona UCS* | *Origine* che corrisponde a: **ICONAUCS, ON, ORIGINE**.



La variabile **UCSVP** controlla la posizione dell'UCS nelle varie finestre: se impostata a 0 tutte le finestre fanno riferimento ad un'unica posizione dell'UCS, mentre se impostata a 1 ogni finestra mantiene un UCS indipendente dalla posizione nelle altre. Di default il valore e per facilità di utilizzo andrebbe impostato a 0 in tutte le finestre.

2.3 Come creare le viste assonometriche

Le viste assonometriche si basano sulla proiezione parallela di un oggetto tridimensionale con la direzione di un punto improprio, detto centro di proiezione, su un piano, chiamato quadro o piano di proiezione.

La rappresentazione assonometrica, appunto perché proiezione parallela, è un metodo di rappresentazione che conserva inalterati i rapporti angolari e dimensionali. Il termine stesso, assonometria, indica che le misure dell'oggetto sono riportate direttamente sugli assi.

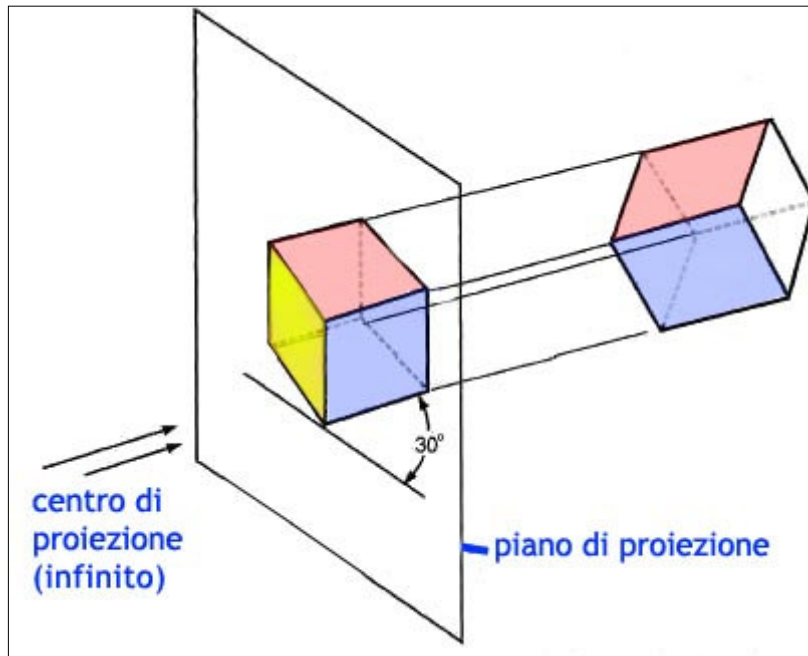


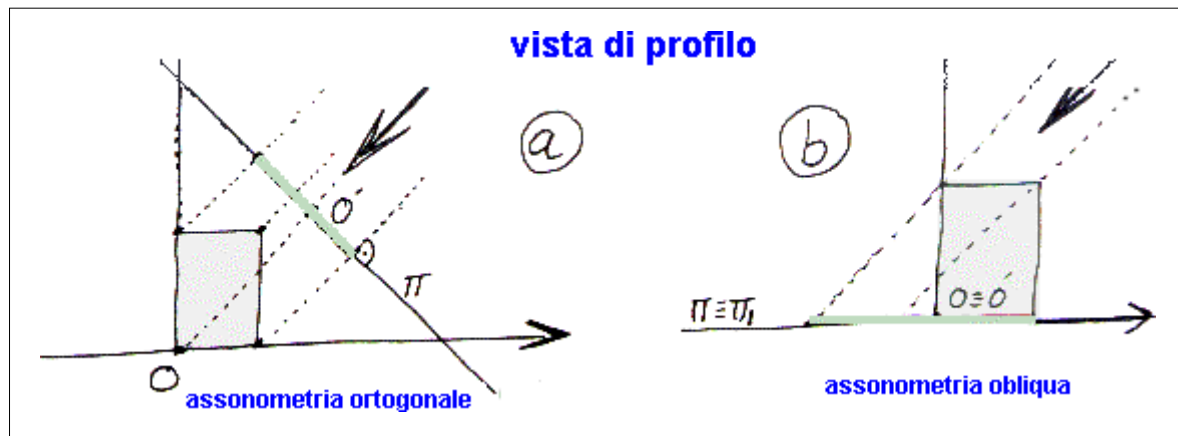
Figura 2.7 - Proiezione assonometrica di un cubo su un piano con angolo di 30 gradi. Il centro di proiezione è all'infinito e i raggi sono paralleli.

L'oggetto viene rappresentato in modo facilmente comprensibile, in quanto riunisce più viste in un solo disegno, con dimensioni corrette o proporzionate.

Proiezioni assonometriche	Ortagonale	Isometrica		UNI 3969
		Dimetrica		
		Trimetrica		
	Obliqua	Cavaliera		UNI 4819
		Cavaliera isometrica		
		Cavaliera planimetrica		

Figura 2.8 - Tipi di assonometria secondo la normativa UNI 3969 e UNI 4819.

Se l'angolo che forma la direzione del centro di proiezione con il quadro è di 90 gradi l'assonometria viene detta **ortogonale** altrimenti l'assonometria viene chiamata **obliqua**.



Figura

2.9 - Nell'assonometria ortogonale il piano di proiezione è perpendicolare ai raggi di vista mentre nell'assonometria obliqua il piano è inclinato.

L'inclinazione degli assi x , y , z , rispetto al quadro determina un'uguale o differente riduzione dei rispettivi segmenti unitari u_x , u_y , u_z .

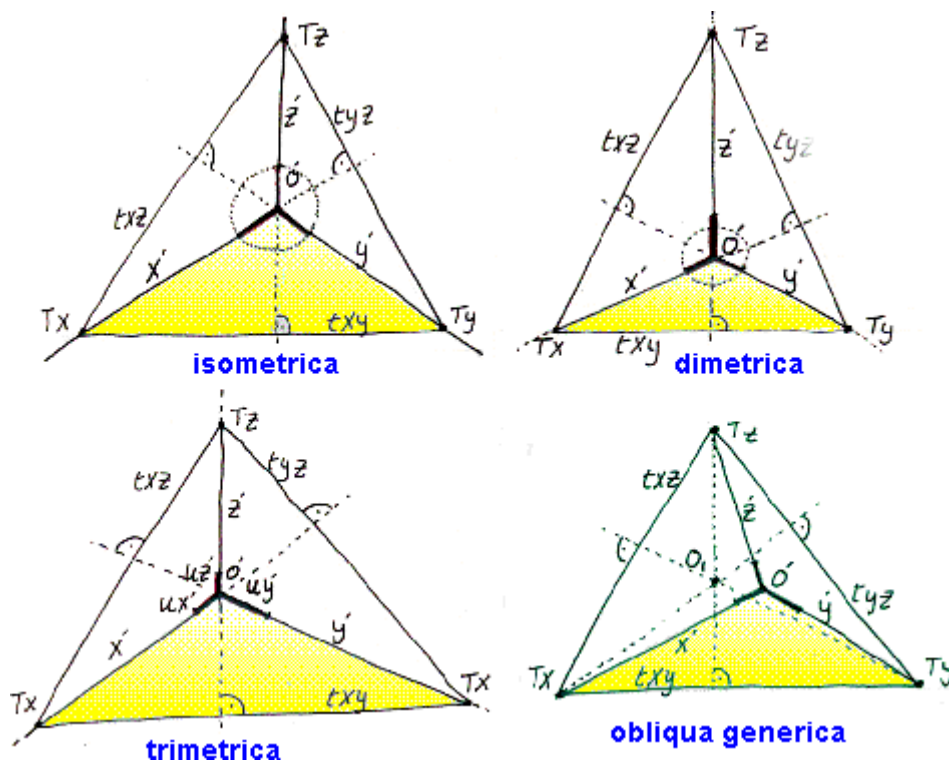


Figura 2.10 - Tipi di assonometria ortogonale. Nel tipo isometrica gli angoli sono uguali, nella dimetrica sono uguali gli angoli XZ e YZ mentre la trimetrica ha tutti gli angoli diversi. La proiezione obliqua generica è spostata.

Ne consegue la seguente classifica dei tre tipi d'assonometria ortogonale.

- Isometrica: gli assi oggettivi x , y , z , formano con il quadro un angolo uguale e da questo discende che il triangolo delle tracce equilatero e i segmenti unitari hanno lo stesso rapporto di riduzione $u_x' = u_y' = u_z'$.
- Dimetrica: due dei tre assi x , y , z , formano con il quadro un angolo uguale e da questo discende che il triangolo delle tracce isosceli e i segmenti unitari di quelle due assi hanno lo stesso rapporto di riduzione.
- Trimetrica: tutte le tre assi x , y , z , formano con il quadro diverso angolo e da questa deriva che il triangolo delle tracce è scaleno ed il rapporto di riduzione dei segmenti unitari u_x , u_y , u_z , è diverso

Assonometria ortogonale isometrica

Nell'**assonometria isometrica** il piano di proiezione forma con i tre assi angoli uguali e pertanto mantiene la stessa unità di misura lungo i tre assi x, y e z.

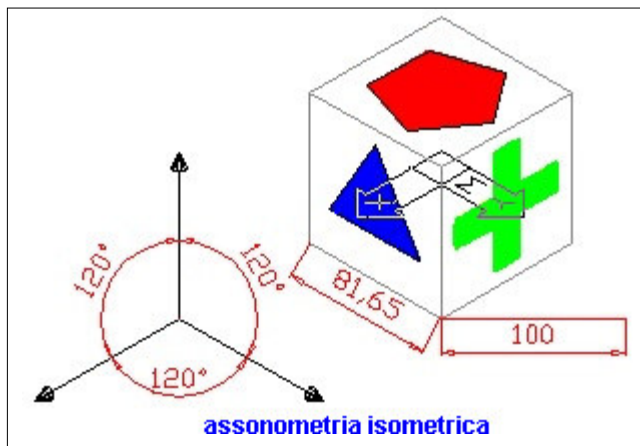


Figura 2.11 - Nell'assonometria isometrica gli angoli sono uguali e così pure l'unità di misura lungo i tre assi. Il fattore di riduzione è di 0.816 corrispondente alla vista di un lato lungo la diagonale del cubo: il cubo infatti viene rappresentato come un esagono dove tutti gli angoli e lati sono uguali.



Il fattore di riduzione di 0.816 corrisponde al coseno dell'angolo formato dalla diagonale di un cubo che è di $35^{\circ} 26'$. Infatti il punto di vista è esattamente lungo la diagonale e il cubo viene rappresentato come un esagono.

Gli assi proiettati presentano un fattore di riduzione dovuto al fatto che non sono paralleli al piano di proiezione. Il fattore di riduzione (detto *scorciamento*) è di 0.816 rispetto alla grandezza reale. L'angolo tra gli assi è di 120 gradi.

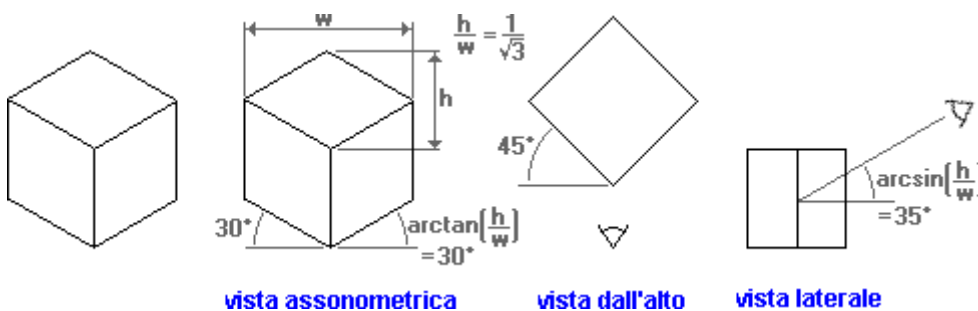


Figura 2.12 - Vista di un cubo in assonometria isometrica. L'angolo di vista in pianta è di 45° e di 36° in altezza.

In AutoCAD è possibile definire una vista **assonometrica isometrica** mediante il comando **PVISTA**.

Comando: **PVISTA**

Direzione vista corrente: VIEWDIR=1.00,1.00,1.00

Specificare un punto di vista o [Ruota] <Visualizza bussola e tre assi>:
1,1,1

Il comando visualizza nella prima riga le coordinate della vista corrente e chiede la specifica del punto di vista in coordinate assolute. Se si preme INVIO viene presentata la bussola per la definizione del punto di vista. Se si digita l'opzione **R** si passa alla definizione del punto di vista in coordinate sferiche.

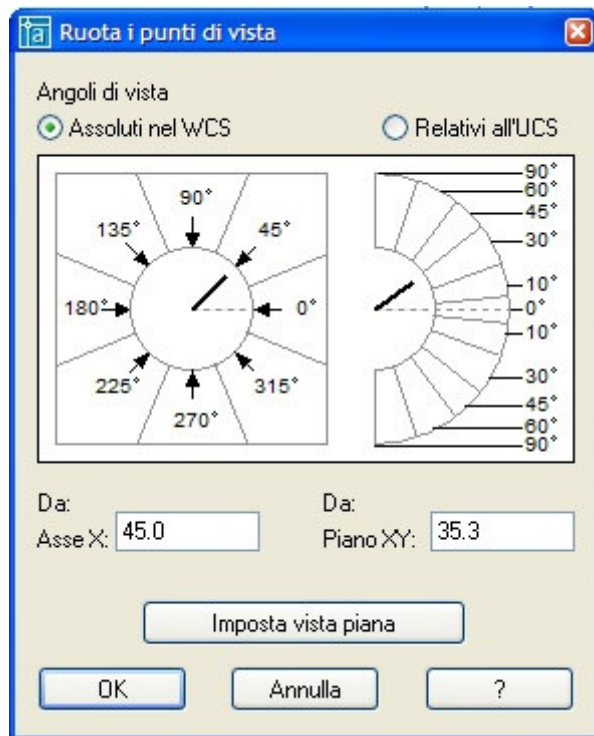


Figura 2.13 - Finestra *Ruota punti di vista* che si attiva col menu *Visualizza | Punti di vista 3D | Ruota i punti di vista*. Nei due quadranti è possibile definire gli angoli di vista in pianta, a partire dall'asse X considerato angolo 0, e in altezza dal piano XY con angoli che vanno da -90° a $+90^\circ$ passando per l'angolo 0 che corrisponde alla vista frontale.

Le coordinate sferiche presentano il seguente dialogo con il sistema:

Comando: **PVISTA**

Specificare un punto di vista o [Ruota] <Visualizza bussola e tre assi>:

R

Digitare l'angolo sul piano XY dall'asse X: **45.00**

Digitare l'angolo dal piano XY: **35.3**

Le norme UNI per i disegni tecnici consigliano l'uso di assonometrie **isometriche** e **cavaliera**.

Nell'assonometria isometrica il fattore di scorciamento è di 0.816 ma viene usato anche un fattore 1:1:1, quindi in valore reale. In questo caso la rappresentazione risulta ingrandita con un fattore di 1.22.

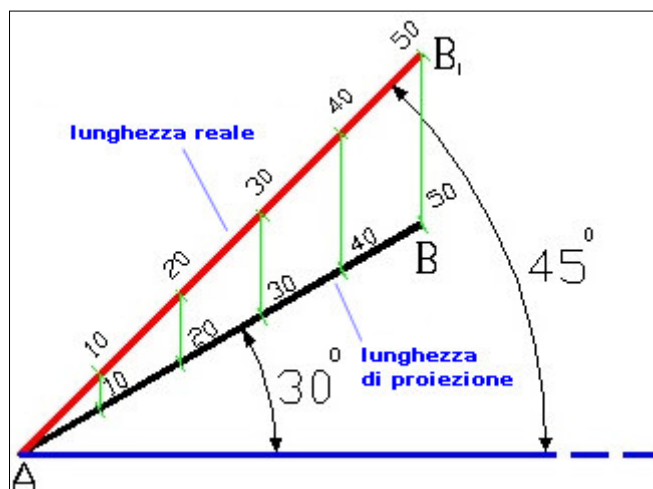


Figura 2.14 - Scala di rappresentazione da riportare nel disegno, con riportata la lunghezza reale rispetto la lunghezza di proiezione.

In genere è buona norma specificare la scala di rappresentazione riportando la lunghezza reale rispetto alla lunghezza di proiezione come in Figura 2.14.

Assonometria ortogonale cavaliera

L'assonometria cavaliera è una proiezione dimetrica dove gli assi x e y si proiettano in vera forma sul piano di proiezione e quindi sono entrambi uguali alla vera unità di misura.

Secondo la norma UNI 4819 l'assonometria cavaliera può avere tre forme diverse:

1 - Assonometria cavaliera (dimetrica)

Definita anche rapida perché presenta il piano verticale in scala reale e un asse inclinato di 135° . È molto usata nel disegno meccanico mentre meno usata nell'edilizia, perché la pianta è variata. L'unità lungo l'asse di 135° è dimezzata rispetto alle ortogonali.

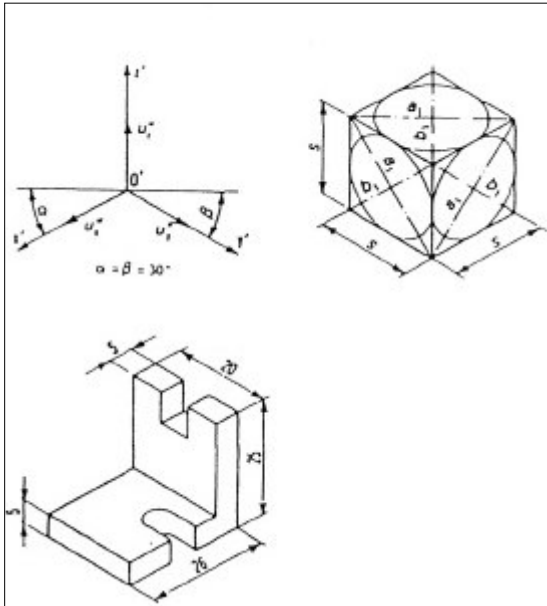


Figura 2.15 - Assonometria isometrica unificata come riportato nelle norme UNI 4819. Gli assi sono inclinati di 30 gradi rispetto all'orizzontale.

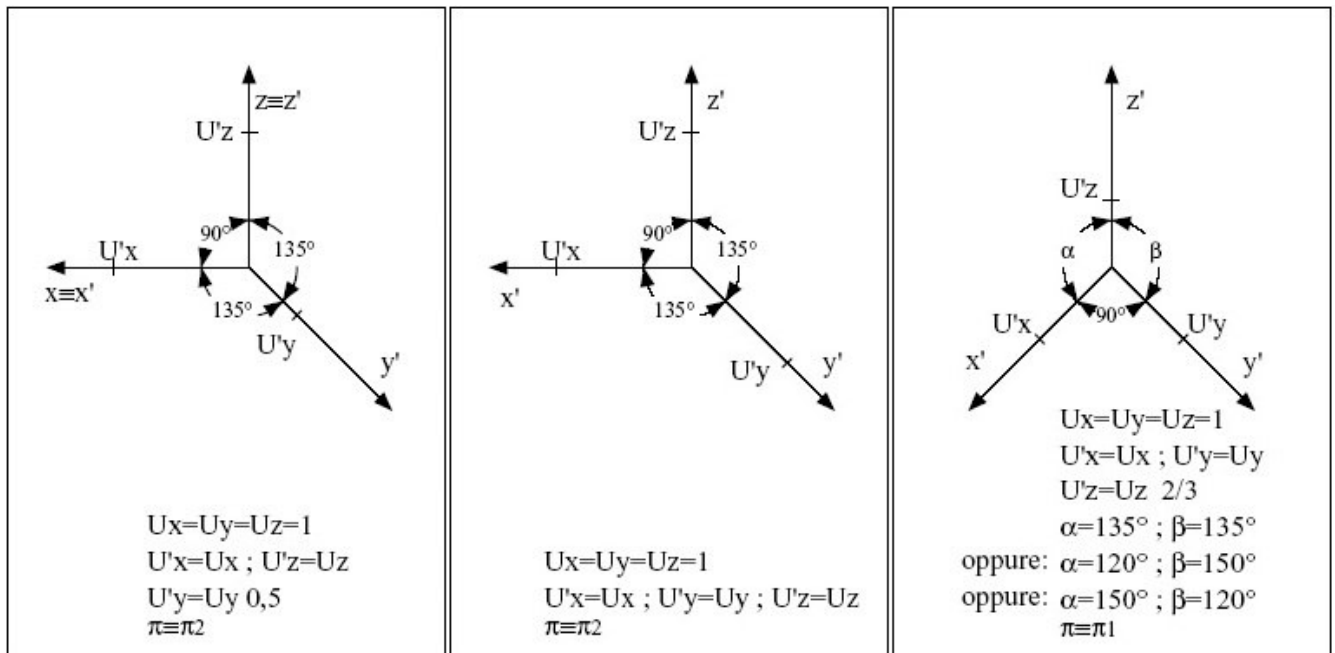


Figure 2.16 - Da sinistra, assonometria *ortogonale cavaliera dimetrica* con asse inclinato di 45° , *cavaliera isometrica* con lo stesso angolo della precedente ma con le unità uguali per i tre assi., e *cavaliera planometrica* usata in urbanistica.

2 - Assonometria cavaliera isometrica

Come la precedente ma senza fattori di scorciamento per i valori lungo l'asse di 135° . Le lunghezze lungo l'asse inclinata hanno valori reali e uguali alle lunghezze degli altri assi. L'asse è inclinata di 45° rispetto all'orizzontale.

3 - Assonometria cavaliera planometrica

L'assonometria cavaliera planometrica presenta il quadro assonometrico parallelo al piano xy. L'unità lungo l'asse z è di $2/3$ rispetto alle unità degli assi x e y che mantengono le dimensioni reali.

Gli angoli con gli assi x e y possono essere di tre tipi:

- $135^\circ - 135^\circ$
- $120^\circ - 150^\circ$
- $150^\circ - 120^\circ$

Come impostare l'assonometria ortogonale cavaliera con AutoCAD

AutoCAD non permette di rappresentare l'assonometria cavaliera in modo corretto secondo le regole della scienza della rappresentazione. Nelle figure seguenti sono riportati i tipi di proiezioni e i valori da attribuire ai comandi **PVISTA** o nella finestra *Ruota i punti di vista* di Figura 2.13. Impostando i valori riportati sotto le varie figure al comando PVISTA si ottengono le varie viste assonometriche riportate.

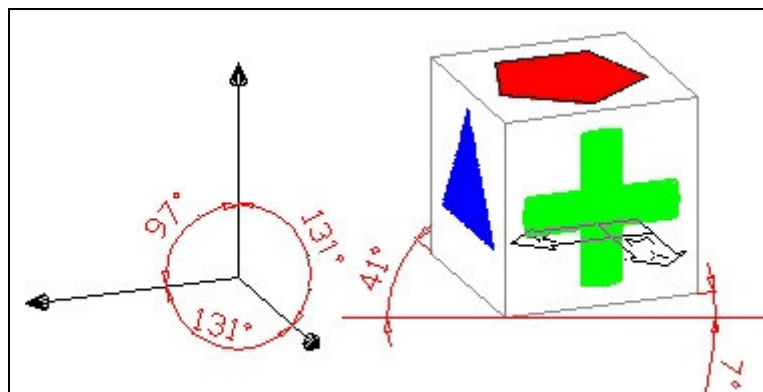


Figura 2.17

Assonometria cavaliera dimetrica

Coordinate assolute 1, 2.6457, 1
 Coordinate polari R 69.29, 19.48
 scorciamento y 0.5

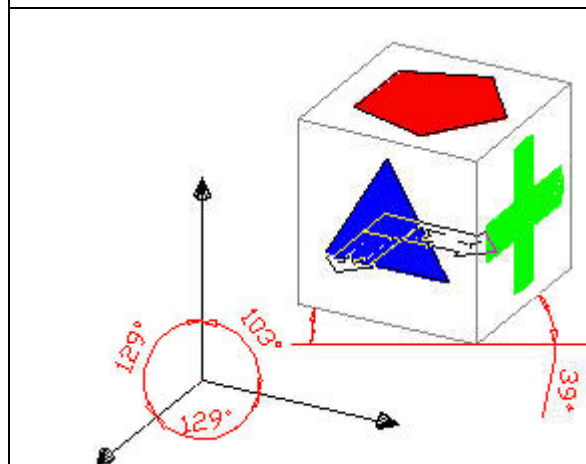


Figura 2.18

Assonometria cavaliera dimetrica

Coordinate assolute 1, 0.53447, 0.53447
 Coordinate polari R 28.12, 25.24
 scorciamento x 0.66

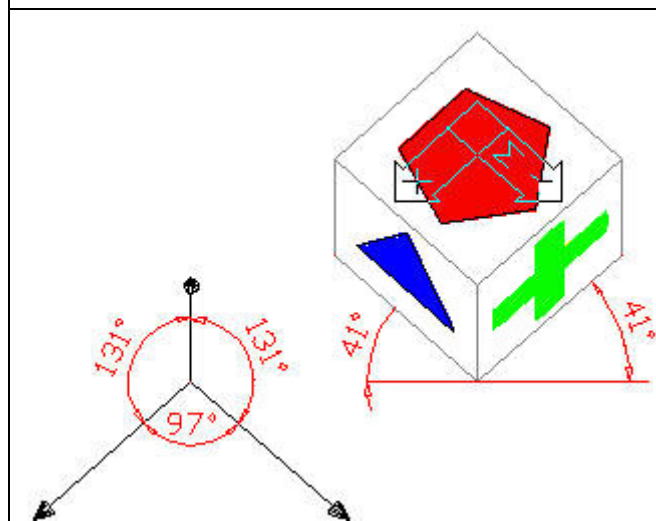


Figura 2.19

Assonometria cavaliera planometrica

Coordinate assolute 0.57, 0.57, 1.53
 Coordinate polari R 45.00, 62.00
 scorciamento z 0.66

2.4 Come creare una vista prospettica

La prospettiva il primo tra i metodi di rappresentazione ad essere stato codificato. Nacque nel 1400 ad opera dell'architetto Filippo Brunelleschi (1377-1446). la definitiva stesura teorica è degli scienziati Guidobaldo del Monte (1545-1607) e di Simone Stevin (1548-1620).

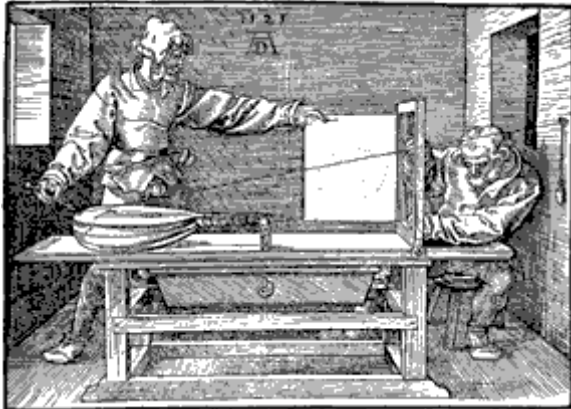


Figura 2.20 - Albrecht Dürer, Macchina per la prospettiva, 1525.

La prospettiva è un metodo di rappresentazione basato sul concetto di proiettare i punti di un oggetto su di un piano (quadro) utilizzando come centro di proiezione un punto proprio (punto di vista).

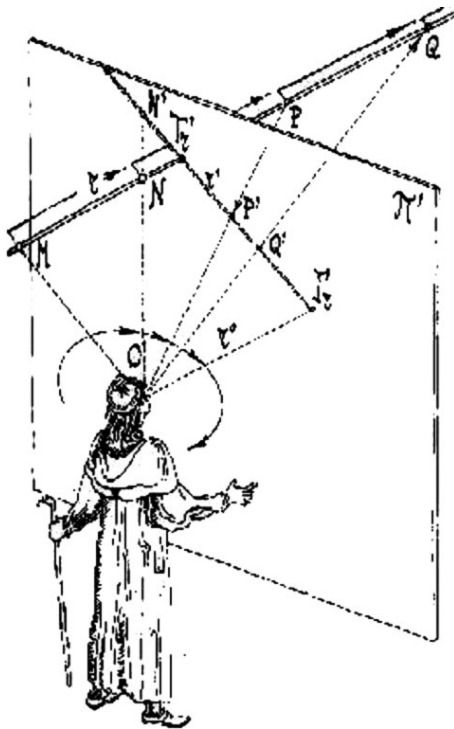


Figura 2.21 - Assonometria cavaliera planometrica secondo un disegno illustrativo della tecnica di rappresentazione usata soprattutto dai periti agrimensori.

Proiezioni prospettiche	Frontale		UNI 7349
	Accidentale		
	Razionale		

Figura 2.22 - Le prospettive secondo la normativa. I tipi di proiezione prospettica sono suggeriti dalla norma UNI 7349-74

Con il variare della giacitura del *Quadro* rispetto ad un piano di riferimento orizzontale (Geometricale), si possono ottenere tre diversi tipi di prospettive:

- Prospettiva frontale **quando il piano di proiezione è perpendicolare al geometricale;**
- Prospettiva accidentale (o d'angolo) **quando il quadro è verticale ma inclinato rispetto ai lati dell'oggetto;**
- Prospettiva a quadro inclinato (o razionale) **quando viene inclinato anche il piano di quadro.**

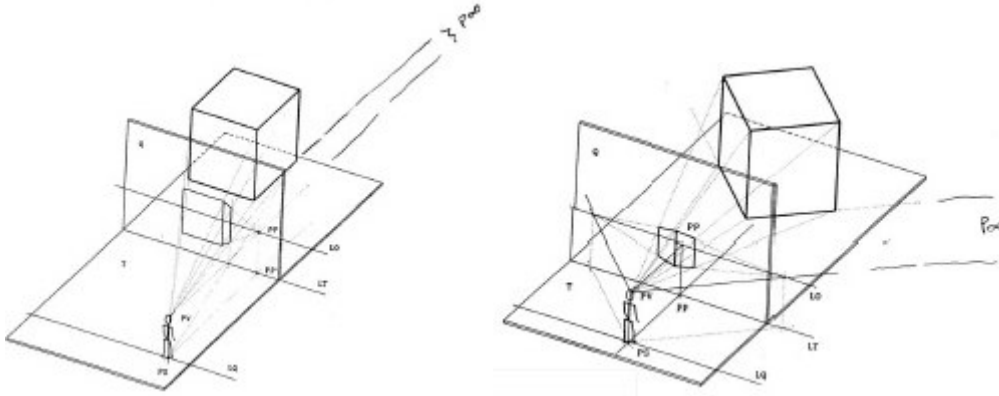


Figura 2.23 - Prospettiva frontale (a sinistra) e prospettiva accidentale (a destra).

La prospettiva con AutoCAD

In AutoCAD è possibile definire una vista prospettica in due modi:

- con il comando VISTAD (vista dinamica) che attiva una vista in proiezione assonometrica e prospettica;
- con 3DORBITA che attiva le stesse funzioni ma in modo più interattivo

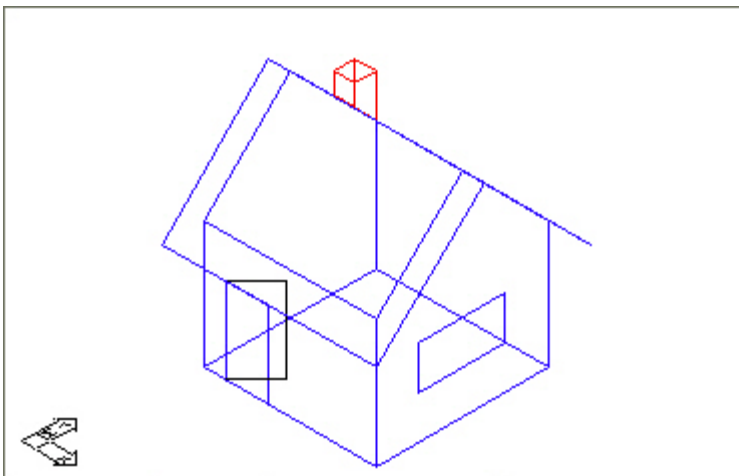


Figura 2.24 - Comando **VISTAD** con opzione VISTADBLOCCO attivato con un simbolo di casa al posto degli oggetti selezionati presenti sulla scena. Dovrebbe semplificare la scelta dei parametri ma non è di molto aiuto.

Comando VISTAD

Il comando **VISTAD** richiede prima la selezione degli oggetti da utilizzare nell'anteprima. Possono essere scelti tutti gli oggetti e effettuare una selezione riduttiva per l'anteprima.

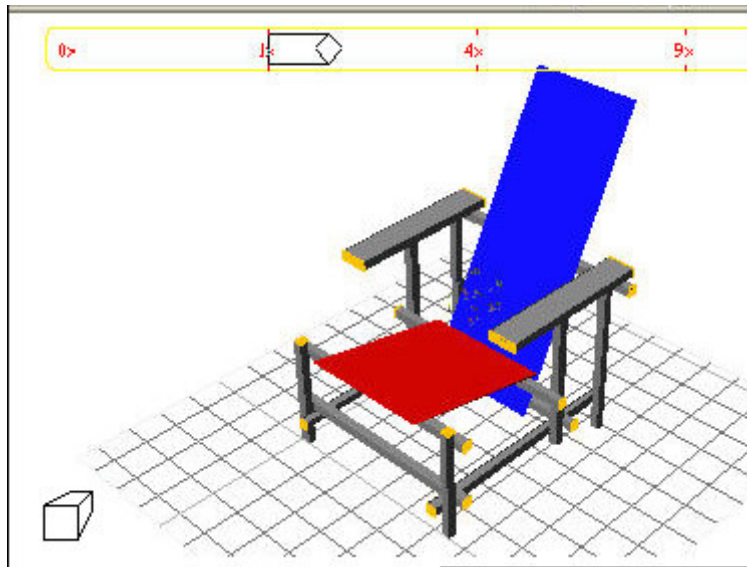


Figura 2.25 - Vista prospettica attivata con il comando VISTAD: si riconosce il simbolo di vista prospettica in basso a sinistra.

Comando: **VISTAD**

Selezionare oggetti o <Utilizza VISTADBLOCCO>: selezionare o T

... **Digitare un'opzione**

[APpfot/Mira/Distanza/PUnti/PAn/Zoom/OBliquo/Sezione/Nascondi/OFF/ANnulla]
]: **D (sta per Distanza)**

Specificare nuova distanza dell'apparecchio fotografico dal punto di mira <787.81>:

La distanza corrente è <787.81> come si può vedere nel valore fra parentesi. Per modificare la distanza, dopo aver digitato la lettera **D**, si trascina la barra che appare in alto a destra o a sinistra.

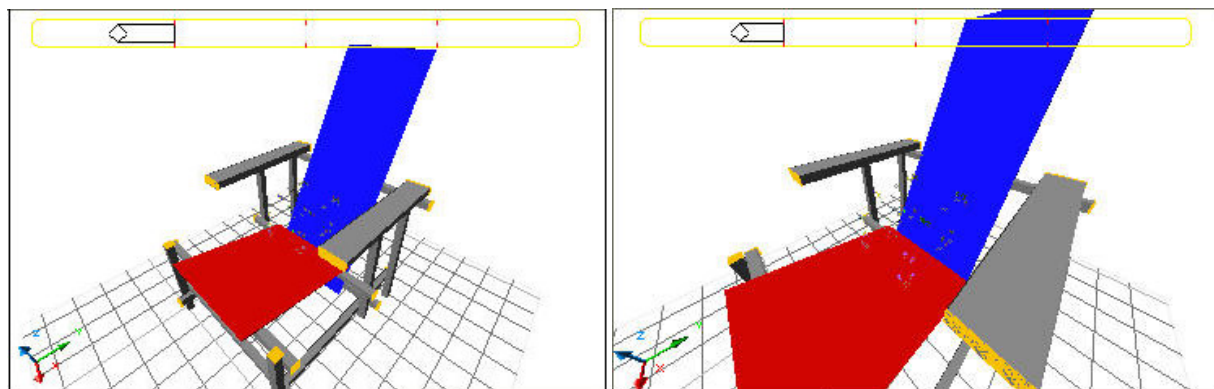


Figura 2.26 - Vista dinamica della sedia: è stata selezionata la lettera Z per la scelta di Zoom: varia la focale di vista, esattamente come nello Zoom della macchina fotografica.

La nuova distanza può essere anche digitata da tastiera se si desidera fissare una distanza esatta. Mentre con l'opzione Z (Zoom) si modifica la variazione della focale di ripresa, esattamente come nella macchina fotografica. La deformazione aumenta diminuendo la focale che nella figura corrisponde ad un obiettivo di 10 mm.

La vista prospettica si attiva **solo dopo aver scelto l'opzione D** (distanza), anche senza modificare i valori. L'attivazione della vista prospettica viene confermata dall'icona UCS che prende la forma non più di due frecce ma di un cubo in prospettiva, come si vede a sinistra.

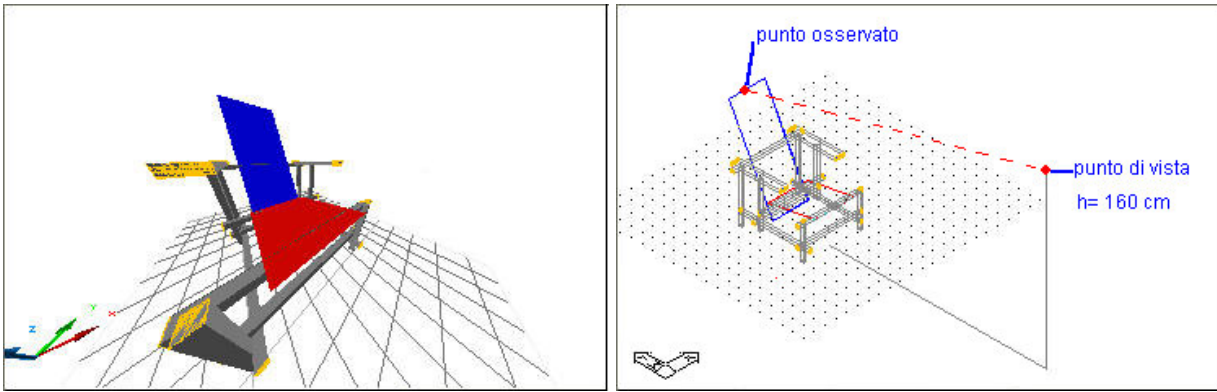


Figura 2.27 - La vista a sinistra corrispondente ad un obiettivo grandangolare di 5 mm, difficilmente realizzabile nella realtà. A destra è visualizzato lo schema che permette di definire il punto di vista mediante l'inserimento di una linea di costruzione che riporta la posizione di un eventuale osservatore. Il punto di vista è stato selezionato con PUnti.

Le principali opzioni del comando **VISTAD** sono le seguenti:

- APpfot: specifica la posizione del punto di vista
- Target: centro di proiezione
- Distanza: la distanza dal centro di proiezione al quadro
- PUnti: posizione del punto di vista e del punto osservato;
- PAn: sposta il piano dell'orizzonte
- Zoom: modifica la focale della vista
- OBliquo: ruota l'orizzonte
- Sezione: modifica i piani di clipping (taglio) davanti e dietro alla scena
- Nascondi: calcola le linee nascoste
- OFF: disattiva la visualizzazione prospettica. L'opzione Distanza attiva la prospettiva.

Prestare attenzione al fatto che se si danno due invii consecutivi si esce dal comando.

Come si usa concretamente in AutoCAD

In AutoCAD il comando **VISTAD** presenta alcuni difficoltà d'uso oggettive. Il modo migliore per usarlo è ricorrere all'opzione **PUnti** che fornisce la scelta molto precisa sia del punto di vista sia del punto osservato.

Oltre alla precisione nella definizione dei punti della vista, il comando **VISTAD** permette anche di verificare velocemente la vista di un ambiente da parte di un osservatore. La modifica può sempre essere eseguita in seguito con l'opzione **APpfot** (apparecchio fotografico).

I punti richiesti possono essere esistenti sul disegno oppure possono essere inseriti appositamente con delle linee di costruzione per simulare ad esempio la posizione di vista di un eventuale osservatore come in Figura 2.27. La seconda immagine riporta esattamente la vista ottenuta a partire dai due punti inseriti.

2.5 Come usare la funzione ORBITA 3D

La funzione **Orbita 3D** (comando **3DORBITA**) ha reso più semplice l'uso del comando **VISTAD** (vista dinamica) di AutoCAD trattato nel capitolo precedente.

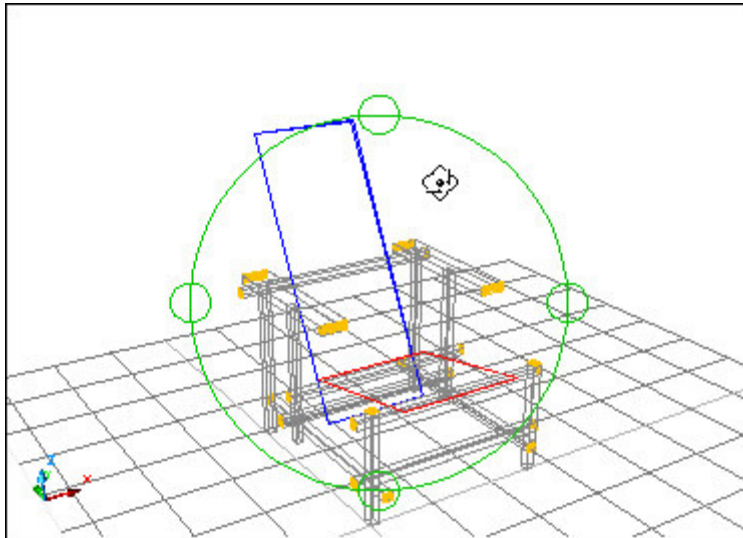


Figura 2.28 - Comando **3DORBITA** con visualizzato l'arco di rotazione. Notare la forma a sfera del cursore che si evidenzia quando è posizionato all'interno del cerchio. Indica uno spostamento libero nello spazio.

La funzione **3DORBITA** visualizza un arco di rotazione costituito da un cerchio diviso in quattro quadranti. Spostando il cursore all'interno del cerchio si sposta anche la vista attorno al punto di mira che costituisce il centro della rotazione.

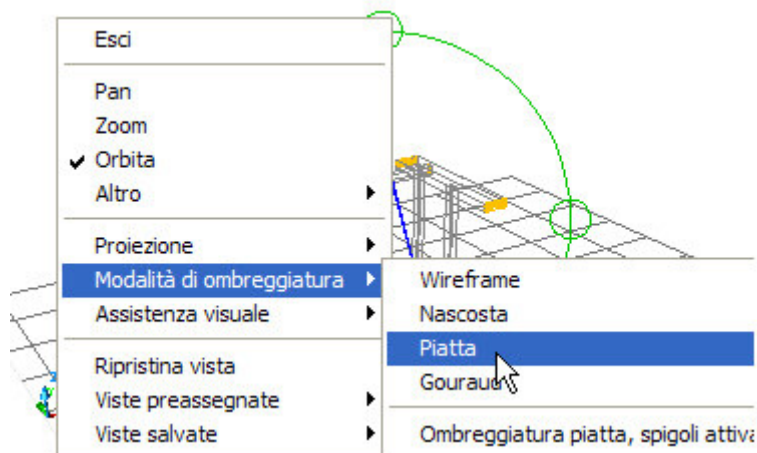


Figura 2.29 - Menu di scelta rapida attivata con il tasto destro del mouse. Le scelte che si possono attivare sono disponibili anche nella barra **Orbita 3D** in basso.

Se posizionato al centro, il cursore assume una forma di sfera permettendo lo spostamento libero nello spazio. Se posizionato sui 4 quadranti, il cursore assume la forma di freccia circolare permettendo il movimento solo nella direzione della freccia. Cliccando con il tasto destro del mouse nell'area di disegno si accede ad un menu di scelta rapida.

Alcune scelte sono disponibili anche nella barra **Orbita 3D** riportata nella Figura 2.31.

Le opzioni del comando **3DORBITA** sono i seguenti:

- PAAn Sposta gli oggetti a destra o sinistra
- Zoom Simula lo zoom di una macchina fotografica
- Orbita Attiva la modalità Orbita
- Altro Accede ad altre opzioni (vedi in seguito)
- Proiezione Attiva la modalità di proiezione
- Ombreggiatura Tipo di visualizzazione attivato riguardo lo stile di rendering degli oggetti
- Assistenza Fornisce informazioni di aiuto
- viste Viste salvate o predefinite.

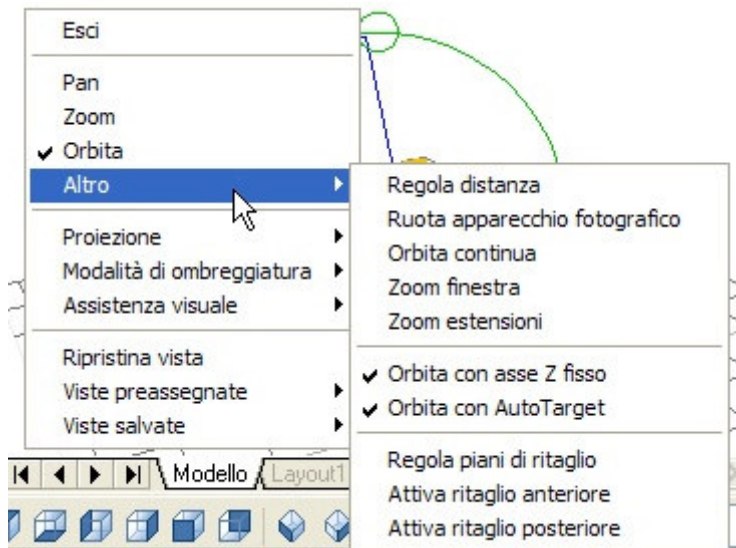


Figura 2.30 - Le opzioni del menu **Altro** sono quelle presenti anche nel comando **VISTAD**. Le più utili sono quelle riguardanti lo spostamento del punto di vista distanza, ruota, zoom, orbita continua.

Il menu dell'opzione **Altro** è il seguente:

distanza	Modifica la distanza dall'oggetto
ruota ap	Ruota la macchina fotografica
Orbita	Attiva la rotazione in animazione
Zoom	Attiva la funzione di Zoom nella scena
Orbita Z	Mantiene l'asse z fissa durante la rotazione (da attivare)
Orbita AutoTarget	Centra la vista sul baricentro della scena
Ritaglio anteriore	Mantiene l'asse z fissa durante la rotazione (da attivare)
Ritaglio posteriore	Mantiene l'asse z fissa durante la rotazione (da attivare)



Figura 2.31 - Barra degli strumenti *Orbita 3D*.

Il comando **ORBITA 3D** permette di modificare in modo interattivo i vari parametri di rappresentazione. Va ricordato che non è possibile modificare gli oggetti quando il comando **3DORBITA** è attivo. Per terminare il comando **3DORBITA**, premere **INVIO** o **ESC** oppure scegliere **Esci** dal menu di scelta rapida.

Regola piani di ritaglio

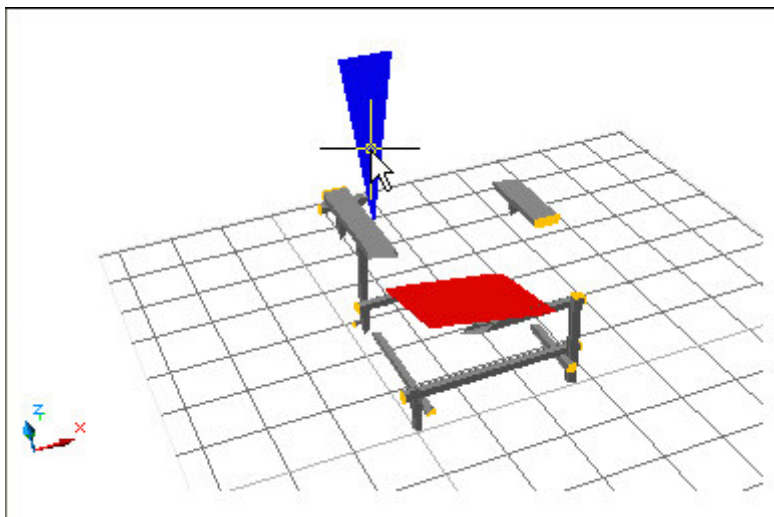


Figura 2.32 - Vista con attivati i piani di taglio. La sedia appare "tagliata" dai piani di taglio (detti piani di clipping). La funzione del clipping su una scena è quella di permettere la visualizzazione degli oggetti su un piano di proiezione posto in qualunque posizione.

La definizione dei piani di ritaglio permette di creare dei piani di clipping (taglio) all'interno di una scena. L'utilità è quella di escludere dalla visualizzazione alcuni oggetti che coprono la vista ad altri oggetti.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno **eser_02_01.dwg** con la sedia *Red and Blue* e creare nello *spazio modello* quattro finestre di vista corrispondenti al metodo E (Europeo) del sistema di proiezione ed una finestra assonometrica, come nel primo video di questo Capitolo. Attenzione a non confondere lo *spazio modello* con lo *spazio carta*.
2. Aprire il disegno **eser_02_02.dwg** e creare nello spazio modello quattro finestre del tipo Quattro Sinistra come la Figura 2.2 ma con quattro viste diverse.
3. Aprire il disegno **eser_02_03.dwg** e creare tre viste assonometrica del tipo cavaliera dimetrica, cavaliera planometrica e assonometria isometrica. Salvare ognuna delle viste con il comando VISTA.
4. Aprire il disegno **eser_02_04.dwg** con le tre sedie Red and Blue e creare una vista prospettica con obiettivo 45 mm esattamente dal punto di vista indicato nel disegno. Salvare la vista con il comando VISTA.
5. Aprire il disegno **eser_02_05.dwg** con le tre sedie Red and Blue e creare un piano di ritaglio in modo da visualizzare solo la sedia centrale e nascondere la prima e la terza che la nascondono alla vista. Salvare la vista con il comando VISTA.
6. Da parte di un cliente vi arriva un disegno come il file **eser_02_06.dwg**. Il cliente vuole lo stesso punto di vista e lo stesso Zoom dell'immagine. Si deve trovare il punto di vista e il valore dello zoom dell'immagine. Punto di vista: 3029, 457, 400 e Zoom = 15

Curve e superfici nello spazio

Contenuti

La modellazione viene fatta non solo con linee e poligoni ma soprattutto con curve che generano delle superfici e dei solidi. Le curve possono essere di diversi tipi e possono essere modificate in tanti modi diversi. Una curva può inoltre essere una polilinea, una spline o una NURBS a secondo della funzione richiesta.

Indice

- 3.1 Le curve 3D
- 3.2 Uso di faccia 3D
- 3.3 Primitive di modellazione di superfici
- 3.4 Le superfici rigate, orientate e di rivoluzione
- 3.5 Superficie di Coons
- 3.6 Creazione e modifica delle mesh

Comandi trattati:

3DPOLI, EDITAPL, SPLINE, SUPRIG, SUPOR, SUPRIV, SUPCON, 3DMESH

3.1 Le curve 3D

Se si disegna una curva nel piano è sufficiente usare le primitive grafiche bidimensionali, come linea, curva, cerchio, polilinea. Se però vogliamo tracciare una curva nello spazio con movimento libero, allora non è più possibile usare le funzioni citate, ma dobbiamo usare due funzioni specifiche di disegno di AutoCAD che sono: **3DPOLI** e **SPLINE**.

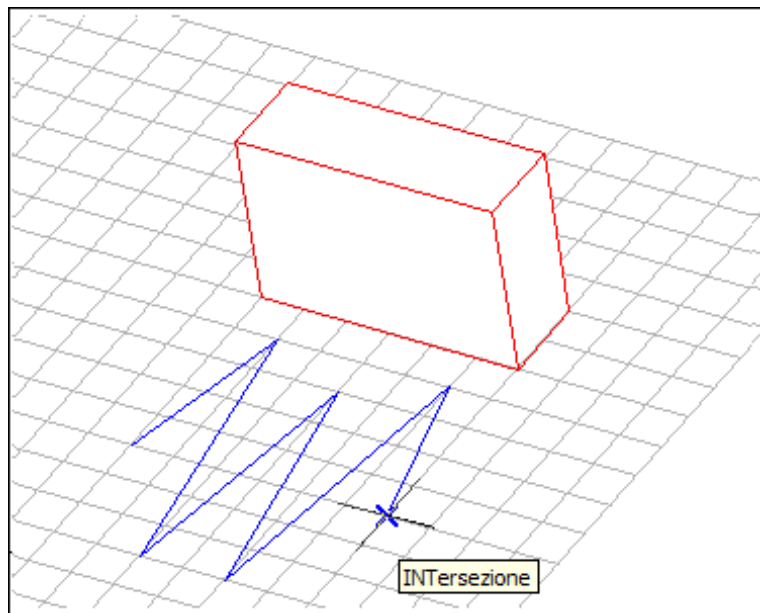


Figura 3.1 - Inserimento di una polilinea 3D alla base del parallelepipedo. Servirà come esempio per lo spostamento dei vertici nello spazio. La polilinea è inserita con il comando 3DPOLI e non con PLINEA che traccia una polilinea bidimensionale.

Per tracciare le curve nello spazio è necessario disporre dei punti di riferimento sul disegno oppure disegnare liberamente ma solo sul piano XY dell'UCS corrente.

Polilinea 3D (3DPOLI)

A differenza del comando **PLINEA** che inserisce una polilinea bidimensionale, **3DPOLI** permette di inserire una polilinea che può avere valore Z diverso da zero a differenza della polilinea semplice che può essere tracciata solo su un unico piano.

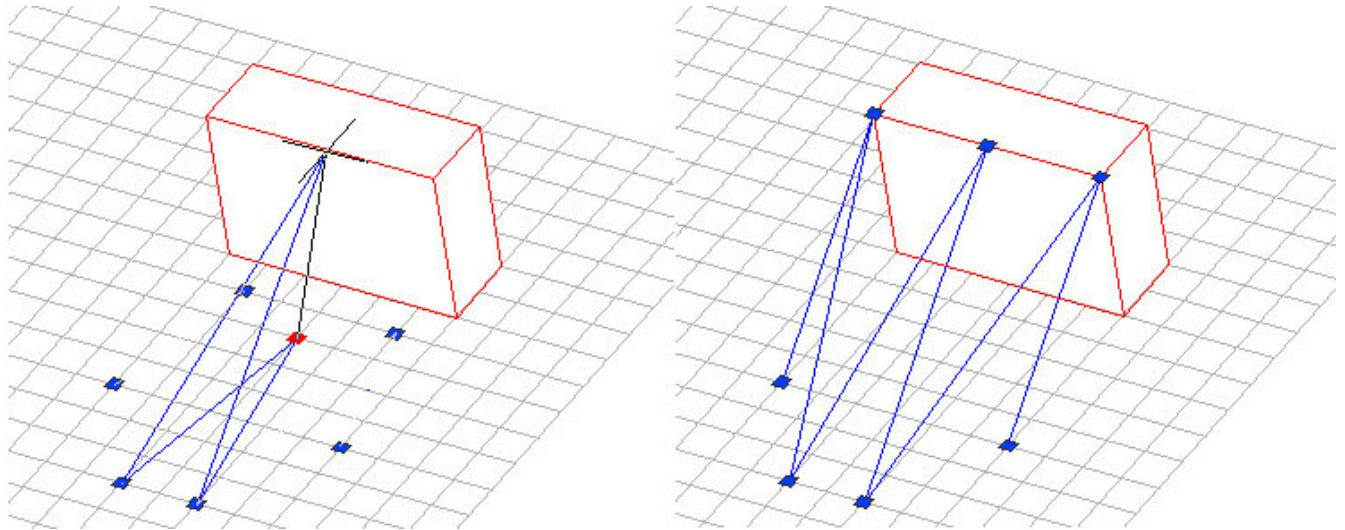


Figura 3.2 - Spostamento dei vertici della polilinea 3D nello spazio. I vertici vengono spostati utilizzando i grip e i filtri di snap ad oggetto, in questo caso punto MEDio e FINE sul parallelepipedo. Il comando per la modifica di 3DPOLI è Edita polilinea (EDITPL).

La sequenza del comando è la seguente:

Comando: **3DPOLI**

Specificare punto iniziale della polilinea: Specificare un punto (1)

Specificare punto finale della linea o [Annulla]:

Specificare punto finale della linea o [Chiudi/Annulla]: Specificare un punto o digitare un'opzione

Al punto: INVIO (per terminare l'inserimento tracciata solo sul piano XY dell'UCS corrente)

Una polilinea 3D, a differenza della polilinea 2D, può avere coordinate Z differenti.

Per tracciare una 3DPOLI si può usare uno dei seguenti modi:

- inserire le coordinate direttamente da tastiera;
- agganciare i vari vertici ad oggetti esistenti sul disegno con i filtri di Snap;
- modificare la polilinea esistente con il comando EDITPL.

Per modificare una polilinea 3D si seleziona uno dei grips e si trascina nella nuova posizione o si aggancia su altri oggetti presenti nel disegno utilizzando i filtri di *Snap ad oggetto*.

Una polilinea può essere modificata nei singoli vertici ma anche trasformata in una SPLINE mediante l'opzione Spline del comando **EDITPL**. La modifica crea una **B-Spline** approssimata ai punti di controllo.

Comando: **EDITPL**

Selezionare la polilinea o [Polilinee]: Digitare un'opzione [CHIudi/Edita vertici/curva Spline/Rettifica/ANnulla]:



Per visualizzare la poligonale che sottende la spline come in Figura 3.4 si deve impostare la variabile SPLFRAME con valore 1. Il valore di default è 0 e non visualizza la poligonale.

Curva Spline

Il comando **SPLINE** trasforma una curva regolare in una curva elastica con dei parametri di tensione verso i vertici. Le spline in AutoCAD sono delle curve **NURBS** (*Non-Uniform Rational B-Spline*) che sono regolate dai punti di controllo e dai nodi e vengono definite da un grado che ne controlla la forma.

Comando: **SPLINE**

Specificare primo punto o [Oggetto]: **(inserire punto)**

Specificare punto successivo: **(inserire punto)**

Specificare punto successivo o [Chiudi/Adatta tolleranza] <Tangente iniziale>: **A (digitare A)**

Specificare tolleranza di adattamento <0.00>: **4**

Specificare punto successivo[Chiudi/Adatta tolleranza]<Tangente iniziale>: **(inserire altri punti)** Specificare tangente iniziale e finale:

Modificando alcuni parametri si modifica l'andamento di una spline. Il parametro *Tolleranza* controlla il grado di elasticità della spline. Il valore di default è 0 : aumentando il valore la spline tende ad avvicinarsi ai punti di controllo ed ad avere un andamento meno elastico.

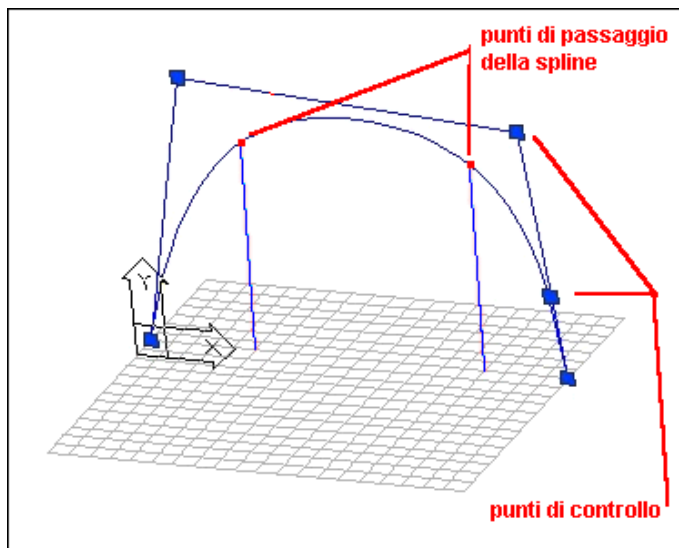
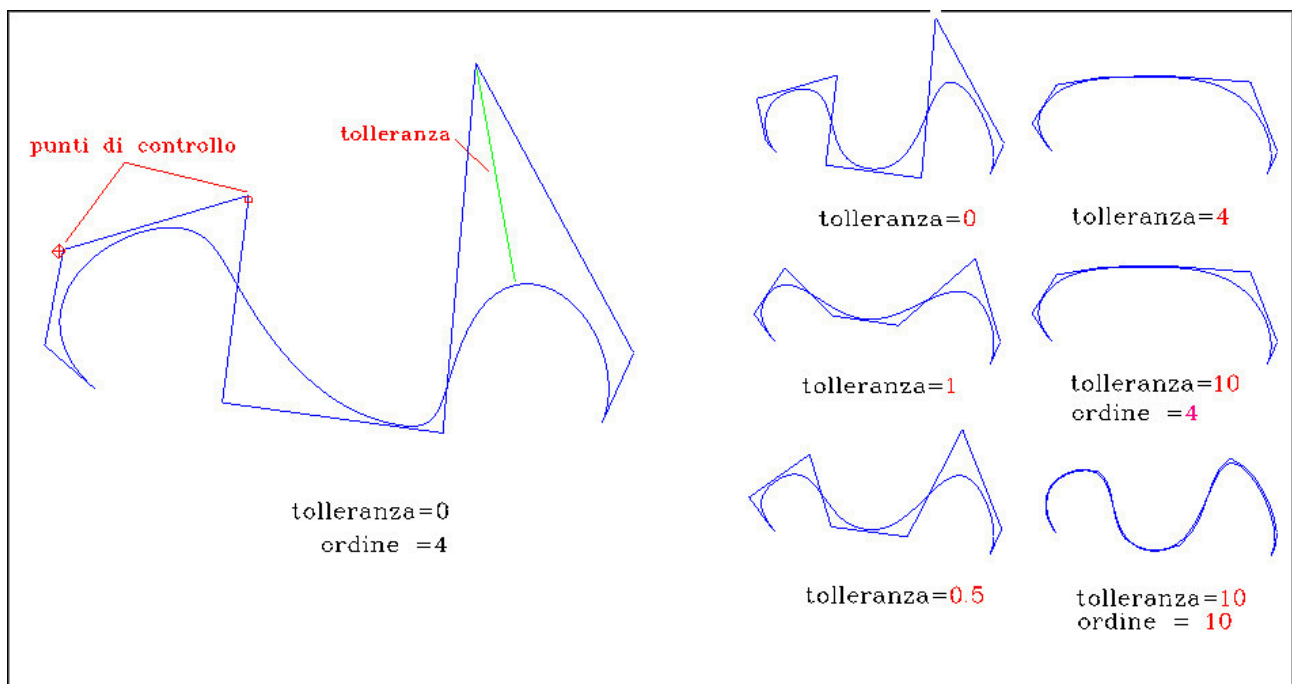


Figura 3.3 - Visualizzazione della poligonale assegnando valore 1 alla SPLFRAME. Si notano i punti di controllo e i punti di passaggio della spline.

Figura 3.4 (sotto) - A sinistra curva SPLINE con visualizzati i punti di controllo (SPLFRAME=1) e la tolleranza (grado di attrazione) verso i punti di controllo. A destra aumentando la tolleranza aumenta l'attrazione dei punti di controllo. In basso a destra è stato variato il parametro *Ordine*: con conseguente aumento del numero dei punti lungo tutta la spline.



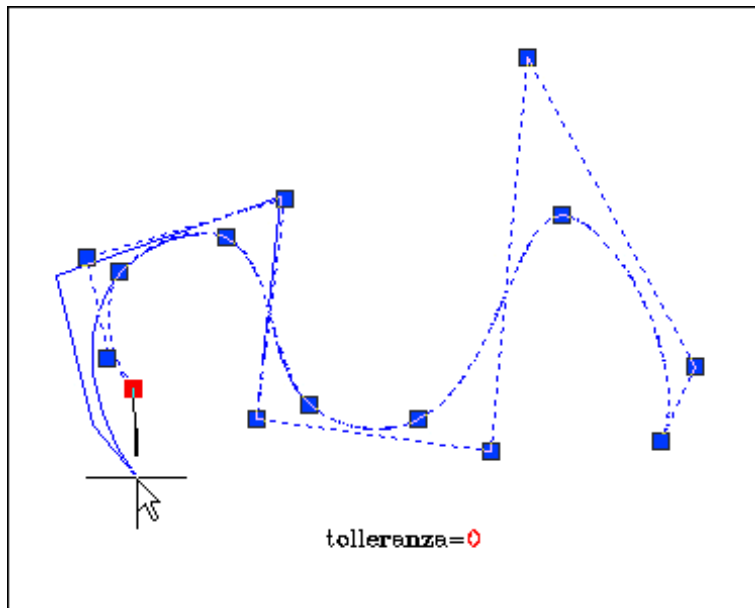


Figura 3.5 - Modifica delle posizione di un punto di controllo della spline. L'opzione ADatta viene disattivata in successive modifiche se la spline viene trasformata.

Un secondo parametro che permette di modificare la spline nei punti di controllo è *Ordine* che aumenta il numero di punti. Il valore di default è 4 ed il valore massimo è 26..

Le altre opzioni di editazione di una *spline* sono le stesse funzioni di modifica della *polilinea* e sono: **chiudi**, **sposta**, **aggiungi vertice** ed altre che si usano anche nel 2D. Il valori sono parametri e non corrispondono al numero di punti

Modifica di una spline

Il comando **EDITSPLINE** modifica una spline secondo le seguenti opzioni:

ADatta dati Modifica i parametri della spline come AGgiungi, CHIudi, CAncella, Sposta, eLimina, TAngenti, Tolleranza, Esci

Chiudi Chiude la spline

Sposta vertice Sposta un vertice

AFfina Varia la spline con le opzioni Aggiungi punto di controllo, ELEva ordine, Spessore, ESci

INverti Inverte la selezione della spline

ANnulla Cancella l'ultima operazione

Le opzioni più interessanti sono *Tolleranza* e *ELeva ordine* che sono stati analizzati in precedenza. Tutte le altre sono comuni al comando EDITPL per la modifica della polilinea.

3.2 Uso di faccia 3D

Il comando **3DFACCIA** crea una superficie a tre o a quattro lati variamente posizionati nello spazio. Una **3DFACCIA** può essere estrusa con la funzione **ESTRUDI** ma non può essere modificata nello spessore come una normale linea.

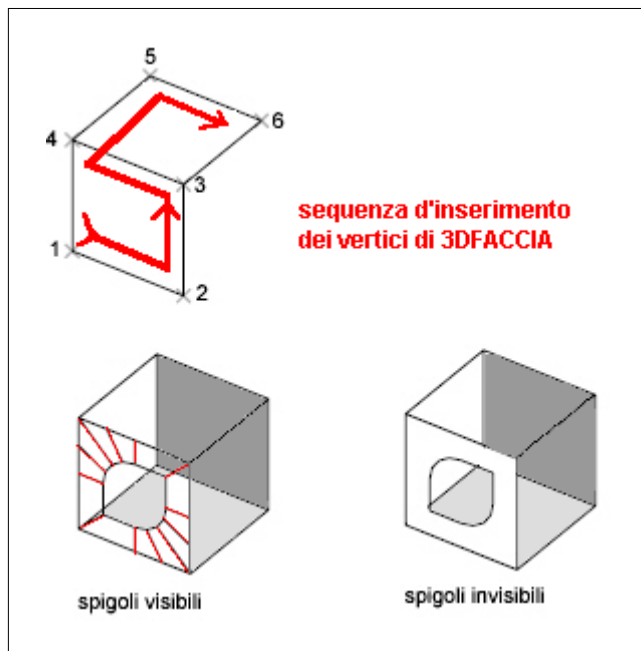


Figura 3.6 - Esempio d'inserimento dei vertici di una serie di facce 3D (in alto).

In basso esempio di spigoli visibili e invisibili delle facce in una faccia 3D: per avere gli spigoli invisibili è necessario seguire una precisa sequenza d'inserimento.

L'inserimento della faccia 3D avviene seguendo una sequenza secondo i punti **1234** come illustrato in figura. Se si continua senza interruzioni viene generato una serie di facce collegate da uno spigolo. È possibile controllare la visibilità di uno spigolo digitando **i** (invisibile) prima d'inserire il primo vertice della linea.

Una faccia 3D è un piano senza spessore molto simile alle entità create in estrusione da oggetti grafici ai quali è stato modificato lo spessore.

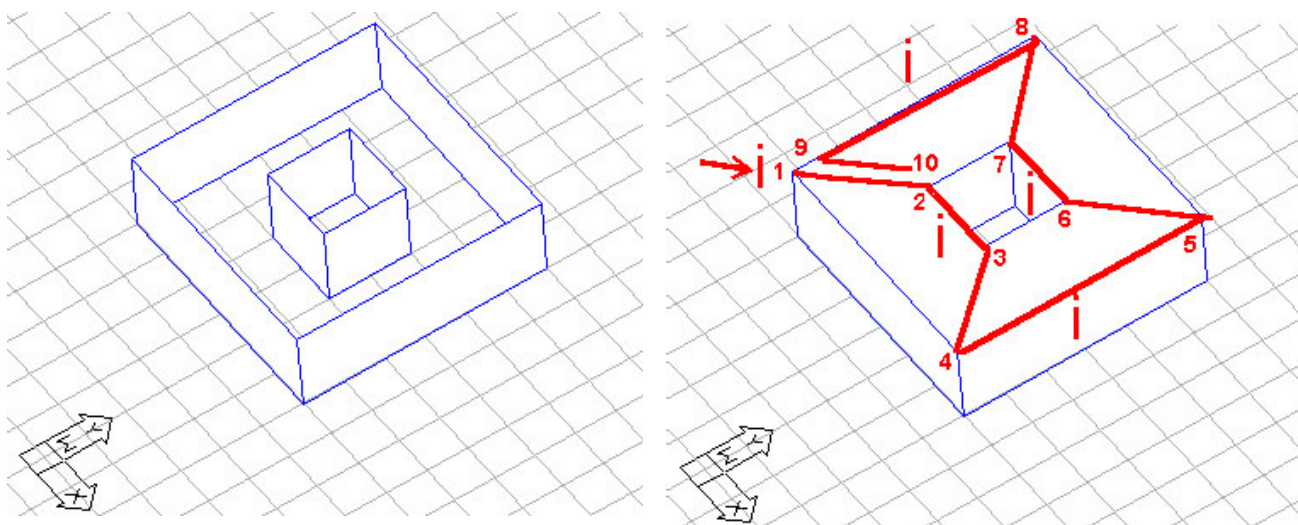


Figure 3.7 - 3.8 - Estrusione di due rettangoli con la modifica dello spessore. Una linea o polilinea estrusa genera un nastro e non un solido pieno. In questo caso per chiudere il "solido" nella sua parte superiore si usa una serie di facce 3D.

Nella Figura 3.8 l'inserimento della serie di 3DFACCIA riporta la sequenza dei punti definiti e l'indicazione della lettera "i", per gli spigoli invisibili, digitata prima d'inserire il vertice.

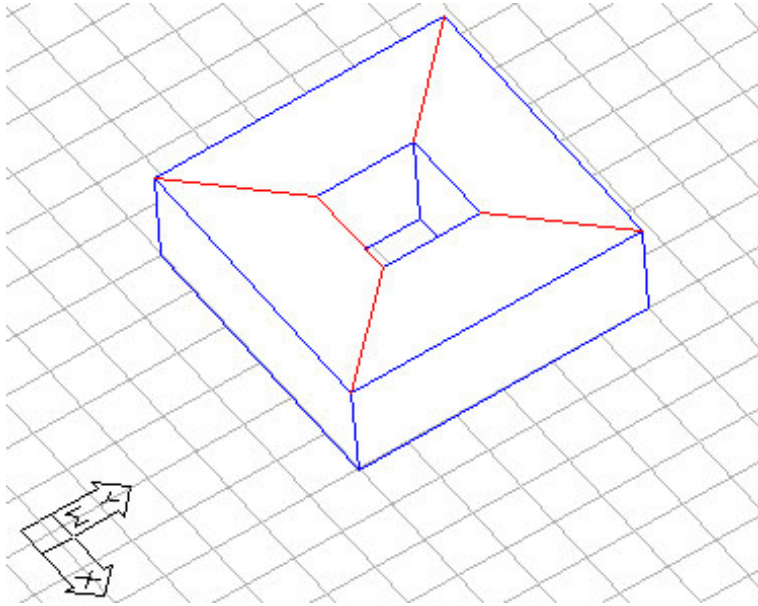


Figura 3.9 - Inserimento di 3DFACCIA con l'indicazione degli spigoli invisibili scegliendo l'opzione "i" prima d'inserire il vertice dello spigolo invisibile.

Nella figura precedente per chiudere visivamente il "solido" si usa **3DFACCIA**.

Comando: **3DFACCIA**

Specificare primo punto o [Invisibile]: Specificare secondo punto o [Invisibile]: **(digitare "i" per spigolo Invisibile)**
 Specificare secondo punto o [Invisibile]:
 Specificare terzo punto o [Invisibile] <Esci>:
 Specificare quarto punto o [Invisibile] <Crea faccia a tre lati>:
 Specificare terzo punto o [Invisibile] <Esci>:

Per controllare la visibilità di alcuni spigoli si deve digitare la lettera "i" prima d'inserire il vertice della faccia. La sequenza d'inserimento delle facce è riportata nella Figura 3.8.

È evidente che il "solido" costruito sarà aperto nella parte inferiore e comunque non sarà mai pieno e non modificabile con le operazioni di editazione dei solidi. Corrisponde alle superfici 3D di AutoCAD analizzate in questo modulo.

Modifica dello spessore

Alcuni oggetti 3D possono essere modificati nello spessore (altezza) cioè la dimensione lungo l'asse Z. Per modificare l'elevazione si può utilizzare la *tavolozza Proprietà* e dopo aver selezionato gli oggetti da modificare, variare il valore *Elevazione* nell'elenco delle proprietà.

Notare la differenza in AutoCAD fra **altezza**, che corrisponde all'estrusione lungo l'asse Z ed **elevazione** che corrisponde alla posizione lungo l'asse Z. Il comando **ELEV** imposta i due valori in modo che tutte le entità inserite rispettino le nuove impostazioni. Le ultime versioni del programma nella *tavolozza Proprietà* riportano la dizione corretta **Spessore**.

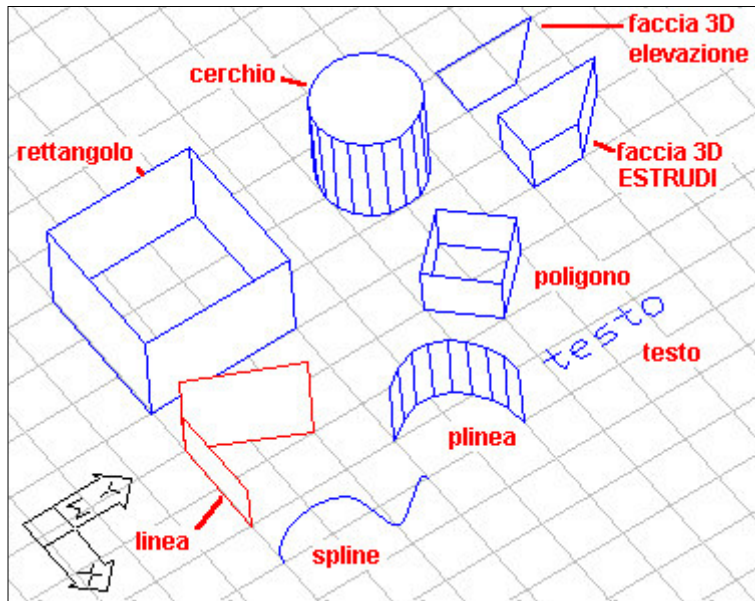


Figura 3.10 - Modifica dell'elevazione di alcune primitive 2D. In genere gli oggetti creano delle superfici estruse nello scorrimento lungo l'asse Z. Alcune geometrie, come la *spline* e il *testo* non modificano la loro dimensione lungo l'asse Z. Notare che il *cerchio* genera un cilindro e una *faccia 3D* assume la forma di un solido solo con il comando ESTRUDI.

3.3 Primitive di modellazione di superfici

Icone	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Superfici	Disegna Superfici Superfici 3D	3D	3D

AutoCAD fornisce il comando **3D** che permette di creare primitive di superfici 3D costituite da mesh tridimensionali con la forma di parallelepipedo, piramide, cono, semisfera, sfera, cono, toro, mesh come si può verificare nella Figura 3.11

Gli oggetti 3D creati non sono dei veri e propri solidi perché sono costituiti solo da una *pellet esterna* formata da facce 3D senza spessore. Le superfici di oggetti creati possono essere nascoste, ombreggiate o sottoposte a rendering.

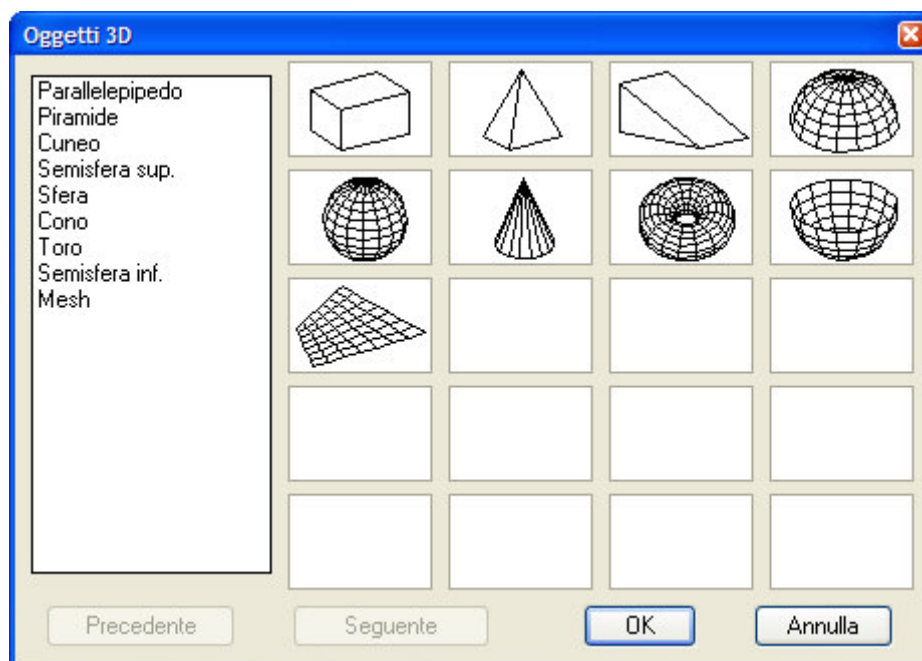


Figura 3.11 - Oggetti 3D composti esclusivamente da facce, forniti dal programma per costruire dei modelli 3D *leggeri*, cioè vuoti al loro interno e con un limitato numero di facce. In genere si usano quando si devono creare delle scene di rendering oppure quando i solidi non devono essere modificati o trasformati.

La finestra di dialogo *Oggetti 3D* si attiva con il menu a discesa *Disegna | Superfici | Superfici 3D*. Le stesse opzioni sono disponibili in formato testo nella riga di comando se si digita **3D** o se si digitano direttamente i nomi inglese delle primitive precedute da **ai_**, ad esempio **ai_box**, **ai_pyramid** ed altri.

Parallelepipedo

Il dialogo con il sistema per la creazione di un parallelepipedo digitando il comando **3D** da tastiera è il seguente:

Comando: **3D**

Digitare un'opzione [PArallelepipedo/ COno/ SEmisferasup/

semisferaInf/Mesh/ PIRamide/ SFera/ Toro/ CUneo]: **PA (scelto il parallelepipedo)**

Specificare angolo del parallelepipedo: **(scelto un punto col mouse)**

Specificare lunghezza del parallelepipedo: **140**

Specificare larghezza del parallelepipedo o [Cubo]: **100**

Specificare altezza del parallelepipedo: **80**

Specificare angolo di rotazione del parallelepipedo attorno all'asse Z o Riferimento]: **15 (si è digitato un angolo di rotazione di 15 gradi)**

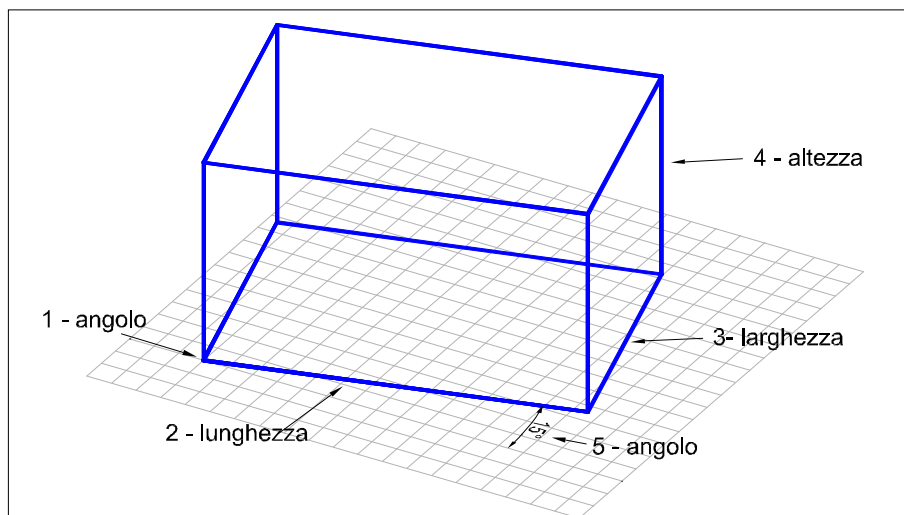


Figura 3.12 - Creazione di un parallelepipedo come oggetto 3D. La costruzione rispecchia la sequenza di dialogo nella riga di comando. I numeri sono relativi alla sequenza di richiesta del sistema.

Piramide

Il dialogo con il sistema per la creazione di una piramide con l'opzione *Piramide* nella finestra *Oggetti 3D* di Figura 3.11 è il seguente:

Comando: **ai_pyramid** (oppure digitare 3D e scegliere **Piramide**)

Specificare primo angolo della base della piramide: (scegliere col mouse un punto)

Specificare **secondo** angolo della base della piramide: (scegliere un punto)

Specificare terzo angolo della base della piramide: (scegliere un punto)

Specificare quarto angolo della base della piramide o [Tetraedro: (scegliere un punto)]

Specificare punto dell'apice della piramide o [Spigolo/Apice]: (scegliere un punto)

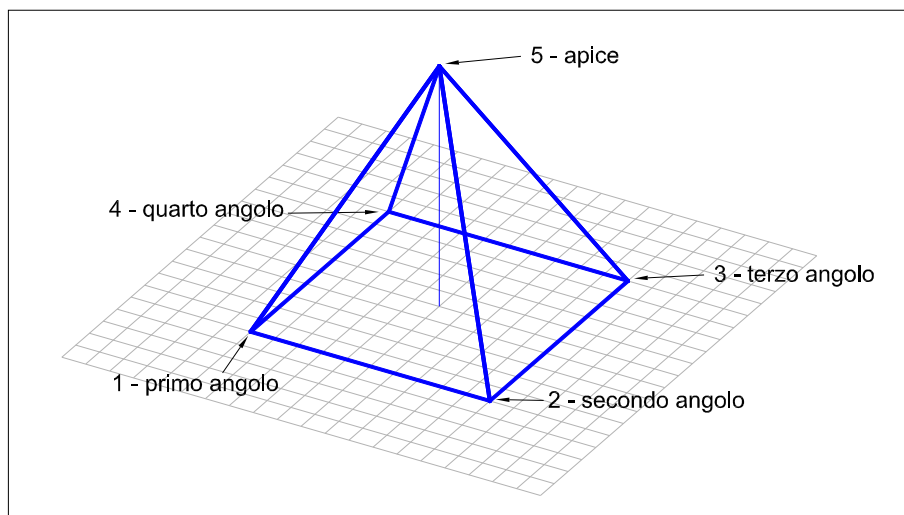


Figura 3.13 - Creazione di una piramide seguendo la sequenza illustrata dai numeri.

L'opzione *Piramide* fornisce anche altre due opzioni per la costruzione di una piramide con un vertice rappresentato da uno **spigolo** e una piramide troncata mediante la specifica dell'**Apice**. La base della piramide può essere un **tetraedro** (tre vertici) mediante la scelta dell'opzione relativa prima della specifica del quarto angolo. La scelta **Spigolo** richiede l'indicazione di due punti dello spigolo, mentre con **Apice** si devono indicare i tre o quattro vertici corrispondenti a quelli di base.

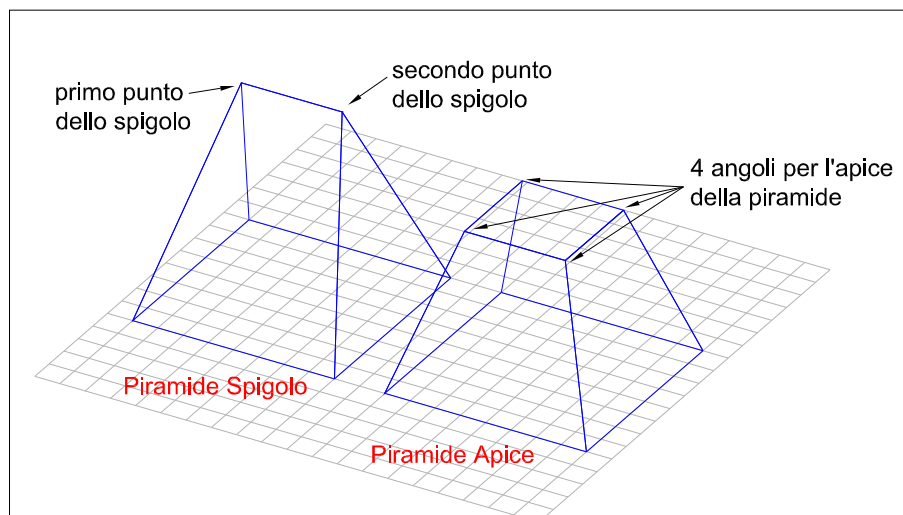


Figura 3.14 - Le due piramidi realizzate con la scelta di **Spigolo** e di **Apice**. Con Spigolo vengono richiesti due punti mentre con Apice è possibile scegliere 3 o 4 angoli per definire la faccia superiore.

Cono e Cuneo

Il dialogo con il sistema per la creazione di un cuneo è il seguente:

Comando: **`_ai_wedge`**

Specificare angolo del cuneo: **(scelto un punto col mouse)**

Specificare lunghezza del cuneo: **50 (digitare il valore)**

Specificare larghezza del cuneo: **50 (digitare il valore)**

Specificare altezza del cuneo: **40 (digitare il valore)**

Specificare angolo di rotazione del cuneo attorno all'asse Z: **0 (nessuna rotazione)**

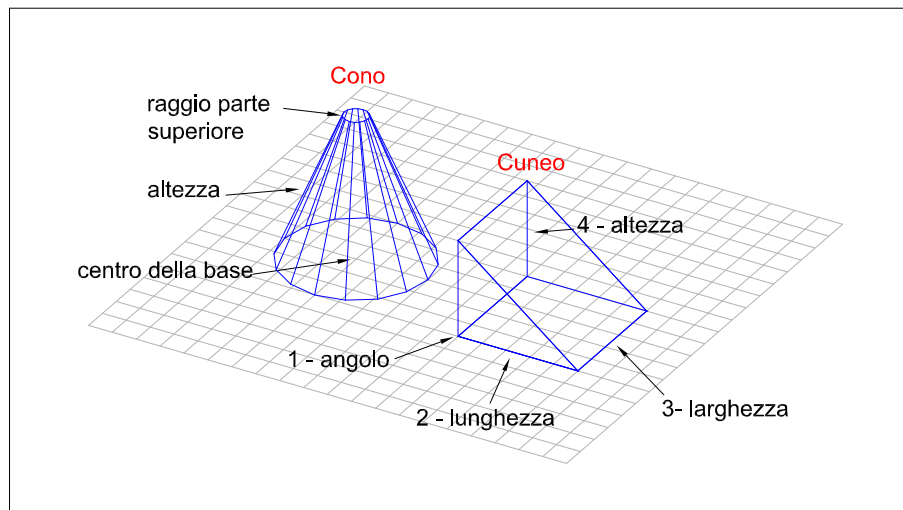


Figura 3.15 - Creazione di un cono tronco e di un cuneo con indicata la sequenza delle fasi d'inserimento.

Semisfera e Toro

La finestra *Oggetti 3D* fornisce la possibilità d'inserire un oggetto **sfera** secondo tre tipologie: *sfera completa*, *semisfera superiore* e *semisfera inferiore*. Nell'inserire una sfera ricordarsi che il punto indicato corrisponde al *centro* della sfera mentre tutti gli altri oggetti sono inseriti a partire dalla base: per risultare appoggiata su un piano come gli altri oggetti, la sfera deve essere spostata verso l'alto del valore con una distanza corrispondente al valore del raggio.

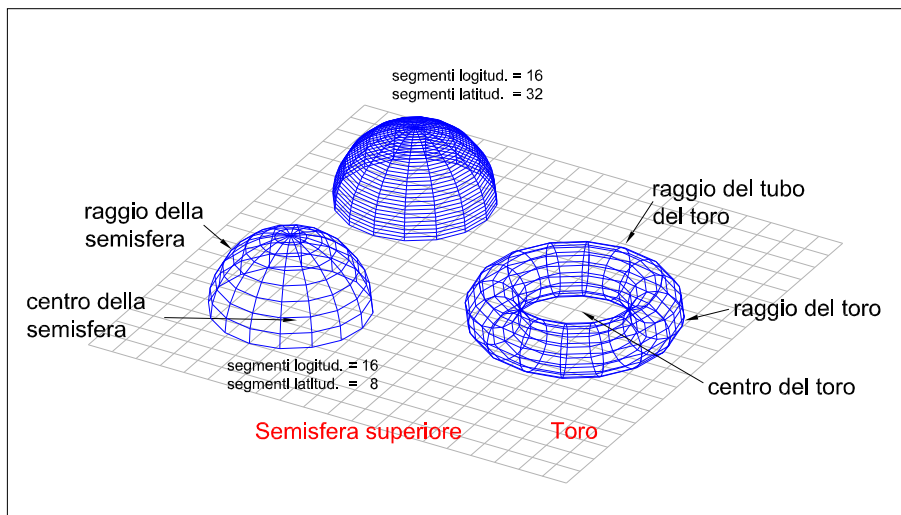


Figura 3.16 - Creazione di una semisfera superiore, dato il centro e il raggio, e di un toro, noti il centro, il raggio esterno del toro e il raggio del tubo del toro. Le due semisfere sono state realizzate con due impostazioni di mesh diverse.

Suddivisione dei segmenti di rotazione

Per gli oggetti di rotazione viene chiesto di specificare il numero di segmenti di divisione della mesh, indicando come default i valori 16 per la divisione longitudinale (rotazione di 360 gradi) e 8 per la divisione latitudinale (altezza). Nella Figura 3.16 la semisfera è stata realizzata con due coppie di valori: 16|8 in primo piano e 16|32 in secondo piano.

La richiesta del sistema è la seguente:

Digitare numero di segmenti longitudinali della superficie della semisfera superiore <16>: **(digitare un valore o dare invio per confermare)**

Digitare numero di segmenti latitudinali della superficie della semisfera superiore <8>: **(digitare un valore o dare invio per confermare)**

Aumentando il numero dei segmenti aumenta anche la qualità degli oggetti ma non si deve bisogna esagerare nella definizione delle suddivisioni perché di conseguenza aumenta la richiesta di calcolo al sistema. Inoltre anche aumentando di molto il numero di facce, non aumenta di conseguenza la qualità della sfera ma solo il numero di spigoli che nascondono le facce se sono troppo numerosi.

Cilindro

Fra le opzioni del comando 3D non è compreso il cilindro perché per costruire un cilindro costituito da superfici è sufficiente modificarne lo spessore di un cerchio con la tavolozza *Proprietà*.

3.4 Le superfici rigate, orientate e di rotazione

AutoCAD fornisce la possibilità di creare le seguenti superfici:

- | | |
|------------------------------|----------------|
| ▪ superficie rigata | SUPRIG |
| ▪ superficie orientata | SUPOR |
| ▪ superficie di rotazione | SUPRIV |
| ▪ superficie di Coons | SUPCOON |
| ▪ mesh poligonale irregolare | 3DMESH |

In seguito viene fornita una panoramica dei modi di costruzione di tutte le superfici fornite.

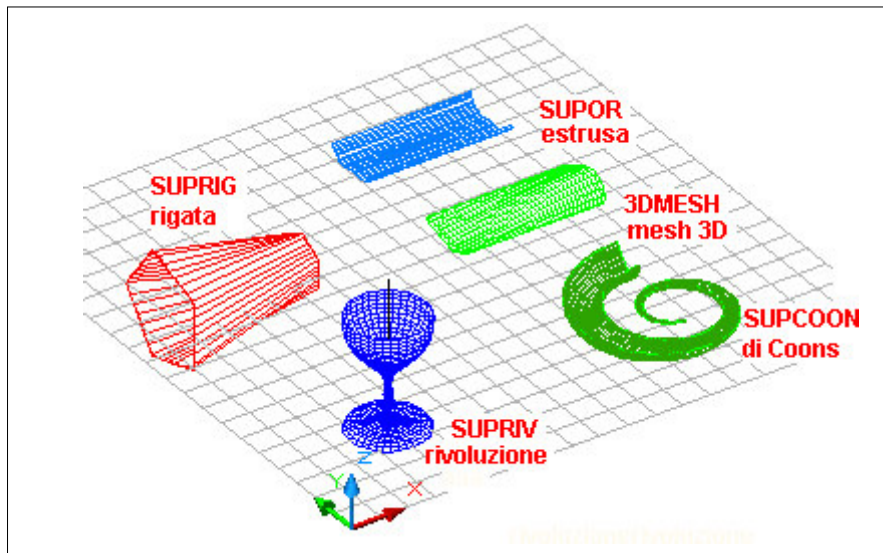


Figura 3.17 - Tipi di superfici realizzate con AutoCAD. Per creare una superficie è necessario aver inserito una linea o **curva generatrice** e una linea o **curva direttrice**.

I tipi forniti sono quattro e sono: le superfici **rigate**, **estruse**, di **rivoluzione** e di **Coons**.

Superficie rigata - SUPRIG

Il comando **SUPRIG** crea una superficie rigata fra due curve. La superficie rigata viene creata come una mesh poligonale $2 \times N$. Il numero di intervalli è regolato dalla variabile **SURFTAB1** che controlla l'intensità di maglia.

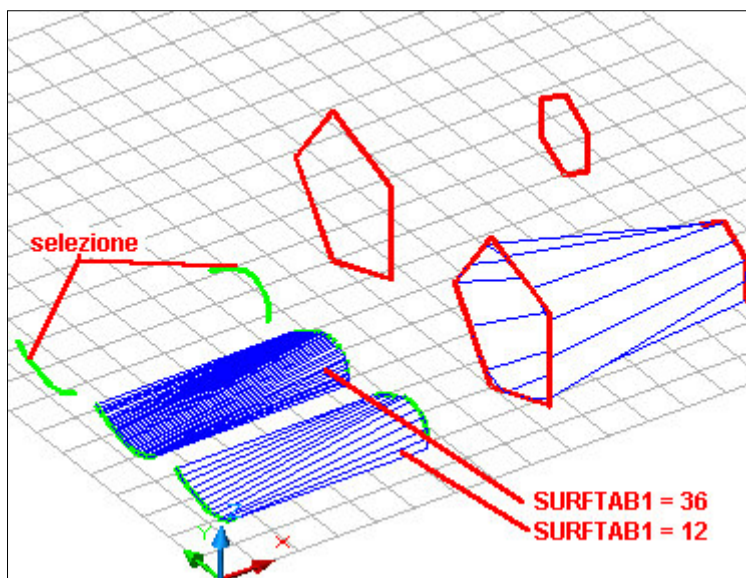


Figura 3.18 - Superfici rigate inserite con parametri diversi di SURFTAB1. Aumentando il valore aumenta anche l'intensità di maglia e il numero delle facce ma non bisogna esagerare altrimenti il modello 3D sarà saturo di linee della maglia..

Se una curva è chiusa deve esserlo anche l'altra. Il punto 0,0 della superficie corrisponde al punto più vicino alla selezione. Le curve devono essere selezionate alle stesse estremità altrimenti si crea una mesh che si interseca.

Superficie orientata - SUPOR

Il comando **SUPOR** crea una **superficie estrusa**, detta anche **superficie orientata**, a partire da una curva e lungo un vettore di direzione.

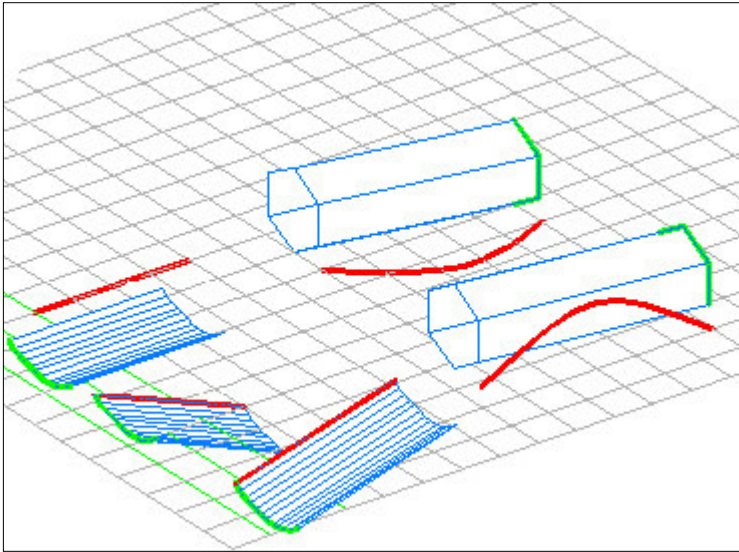


Figura 3.19 - Estrusione delle curve verdi, curve generatrici, lungo il vettore rosso, curva direttrice. La superficie orientata segue la direzione e la lunghezza dei vettori ma non la curvatura. Se il vettore è curvo, la superficie viene estrusa lungo l'ideale vettore lineare congiungente i due estremi della curva.

La curva della traiettoria definisce la direzione e la lunghezza della mesh poligonale e può essere una linea, un arco, un cerchio, un'ellisse o una polilinea 2D o 3D.

AutoCAD traccia la superficie a partire dal punto sulla curva della traiettoria più vicino al punto di selezione. Se il vettore è una curva, la superficie generata è l'estrusione rettilinea fra i due estremi del vettore. L'intensità di maglia della mesh è controllata dalla variabile **SURFTAB1**.

Superficie di rivoluzione - SUPRIV

Il comando **SUPRIV** crea una superficie di rivoluzione attorno ad un asse selezionato con la possibilità di indicare l'angolo di riempimento..

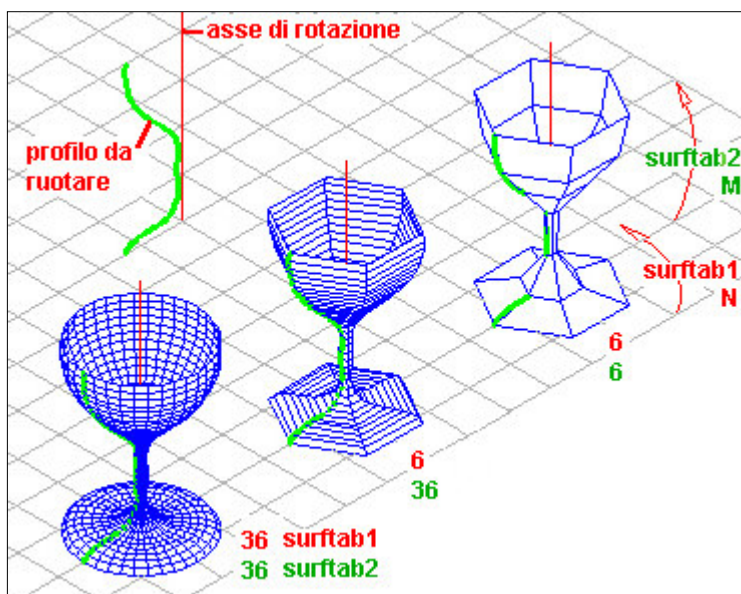


Figura 3.20 - Superfici di rotazione create con i parametri **SURFTAB1** e **SURFTAB2** diversi. Il primo parametro controlla la dimensione N di rotazione attorno all'asse, il secondo l'intensità della maglia lungo il profilo.

La superficie creata è una mesh poligonale che approssima una superficie di rivoluzione ruotando un profilo attorno ad un'asse specificata, con un'indicazione dell'angolo iniziale e dell'angolo finale.

La densità della mesh generata è controllata dalle variabili di sistema **SURFTAB1** e **SURFTAB2**. **SURFTAB1** controlla la direzione N e definisce il numero di linee nella direzione di rivoluzione.

Mentre SURFTAB2 controlla la direzione M e specifica il numero di linee di suddivisione che dividono il profilo selezionato nella rotazione. La rotazione richiede la specifica dell'angolo iniziale e dell'angolo inscritto.

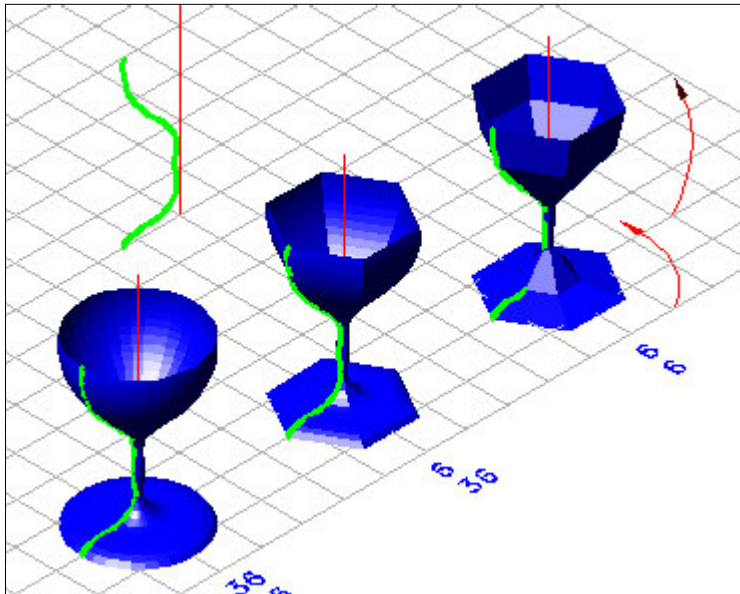


Figura 3.21 - I tre calici creati con valori di mesh diversi e resi in **ombreggiatura piatta** (flat shading). Un parametro di definizione di SURFTAB per avere un rendering accettabile è un valore di circa 30-40: un parametro maggiore rende solo più lento il calcolo senza migliorare l'immagine in maniera significativa.

Angolo iniziale

Se è impostato un valore diverso da zero, fa iniziare la superficie di rivoluzione in posizione ruotata rispetto alla curva di origine della traiettoria. La rotazione è in senso antiorario.

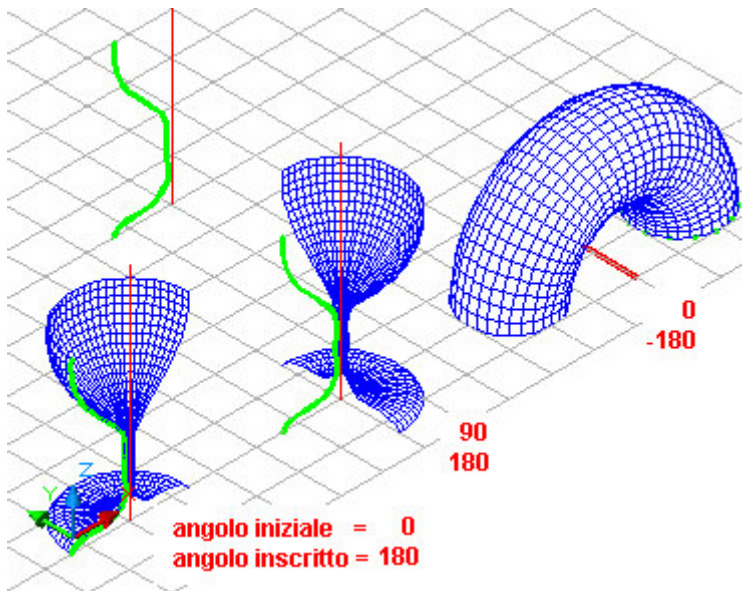


Figura 3.22 - Definizione dell'angolo iniziale e dell'angolo inscritto con valori diversi. La rotazione avviene in senso antiorario se l'asse di rotazione viene selezionata vicino all'origine.

Angolo inscritto

Specifica l'angolo a partire dall'angolo iniziale specificato. La rotazione completa

è di 360 gradi: se si digita un valore inferiore la superficie non si chiude su se stessa.

Asse di rotazione

La rotazione avviene in senso antiorario ma è condizionata dalla parte selezionata dell'asse: se viene selezionata la prima parte dell'asse la rotazione è nel verso normale, cioè antiorario.

3.5 La superficie di Coons

Il comando **SUPCOON** costruisce una B-spline che approssima una superficie di Coons in base a quattro lati adiacenti.

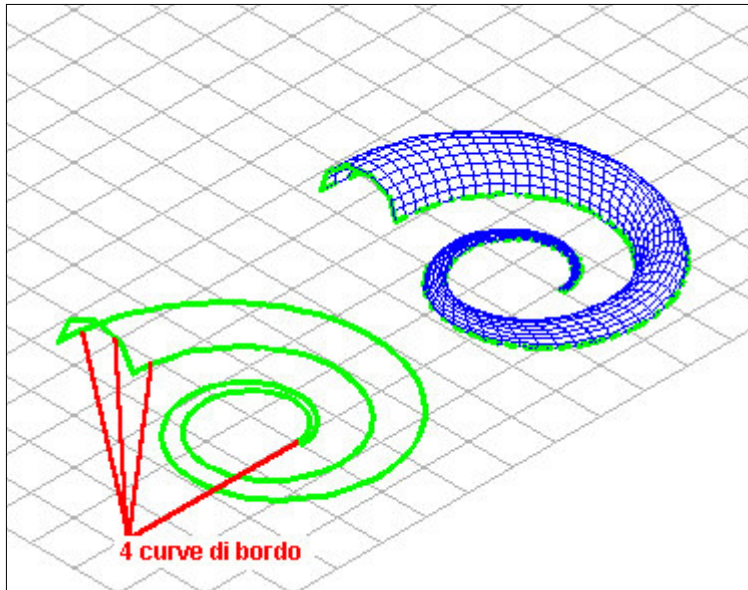


Figura 3.23 - Una superficie di Coons è formata da 4 curve di bordo che devono essere unite ai vertici. La prima linea selezionata assume il valore della variabile SURFTAB1 (ordine M).

Una mesh di superfici di Coons è una superficie bicubica interpolata tra quattro curve di bordo che possono essere delle curve generiche nello spazio.

La mesh di superfici di Coons passa per i vertici e per ciascun lato, assicurando la corrispondenza dell'intero contorno della superficie generata.



Steven A. Coons sviluppò nel 1967 il primo algoritmo per tracciare delle superfici a partire da 4 curve di bordo e da alcune funzioni di blending (miscelamento).

È necessario selezionare tutti i quattro lati adiacenti che definiscono la superficie. I lati possono essere costituiti da linee, archi, spline o polilinee aperte, bidimensionali o tridimensionali. È indispensabile che i punti finali dei lati coincidano, in modo da formare una traiettoria rettangolare chiusa.

I quattro lati possono essere selezionati in qualsiasi ordine. Il primo lato (SURFTAB1) determina la direzione M della mesh generata, che si estende dal punto finale più vicino al punto di selezione fino al

punto opposto. I due lati adiacenti al primo determinano la direzione N (SURFTAB2) della mesh.

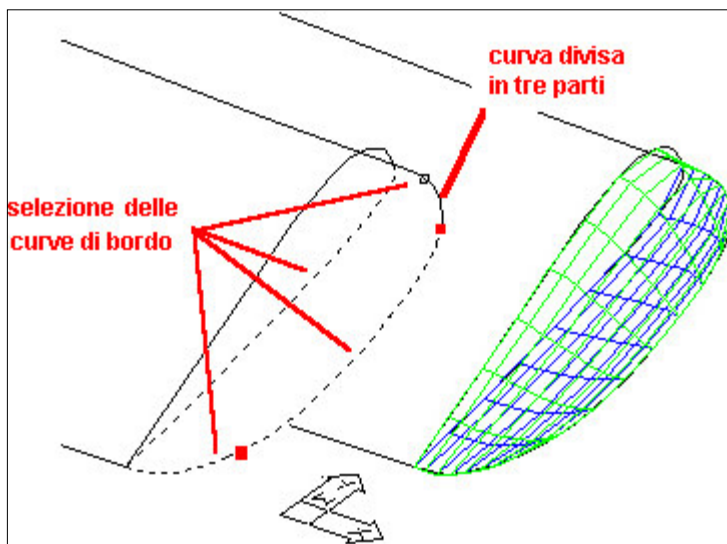


Figura 3.24 - Una superficie di Coons è delimitata da 4 curve: nella figura la curva indicata è divisa in tre parti e contribuisce a formare la superficie inferiore e superiore.

La prima curva selezionata riguarda il parametro M e assume il valore della variabile SURFTAB1. Per avere una maglia regolare con una superficie molto lunga come nella figura, i valori devono essere diversi.

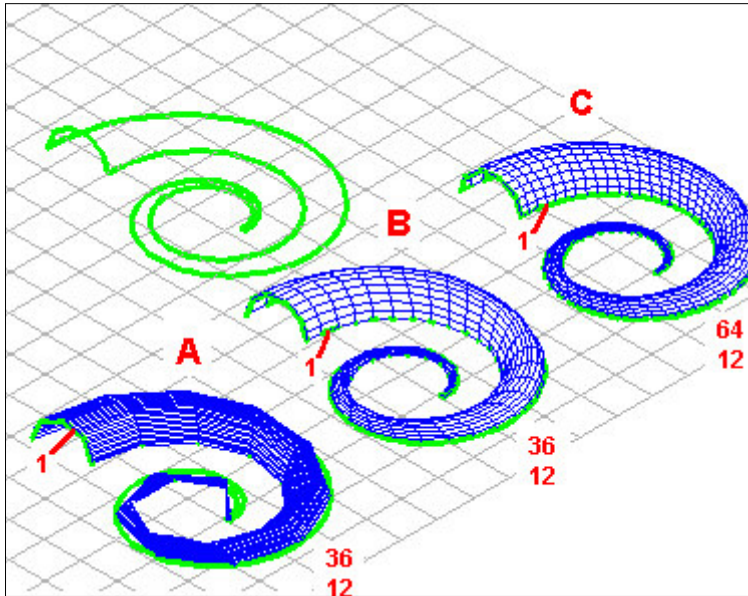


Figura 3.25 - Valori diversi per le due variabili SURFTAB1 e SURFTAB2. Con valori di 36 e 12, la prima curva selezionata viene divisa in 32 parti (direzione M) mentre la curva vicina (direzione N) viene divisa in 12 parti.

Nella Figura 3.25 le superfici A e B sono state create con gli stessi parametri di SURFTAB1 e SURFTAB2, rispettivamente 36 e 12, ma è variato la sequenza di selezione delle curve: nella superficie B la divisione viene distribuita lungo la curva più lunga. Nella superficie C i valori sono definiti in modo da avere una maglia di singole facce più omogenea .

3.6 Creazione e modifica delle mesh 3D

Una mesh rappresenta la superficie di un oggetto utilizzando sfaccettature piane. La densità della mesh, ovvero il numero delle facce, viene definita una matrice di vertici M e N, in modo simile ad una griglia costituita da colonne e righe. M e N indicano rispettivamente il numero di colonna e di riga di un vertice.

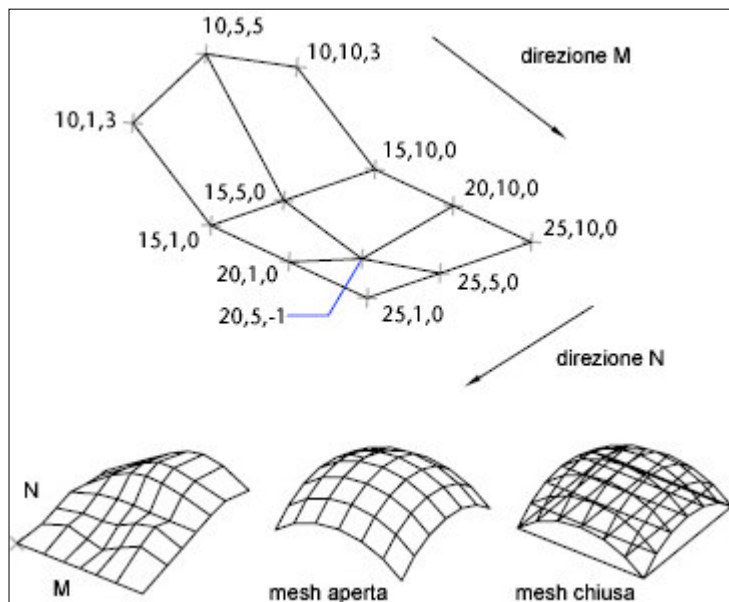


Figura 3.26 - La posizione di ciascun vertice della mesh viene definita M ed N, ovvero gli indici di riga e di colonna del vertice. La definizione dei vertici inizia dal vertice (0,0) e richiede le coordinate di ogni vertice.

Le mesh possono essere create sia in 2D che in 3D, ma vengono utilizzate principalmente nello spazio 3D.

La funzione **3DMESH** viene usata soprattutto a partire da punti topografici di un territorio e che devono essere convertiti in una mesh poligonale irregolare.

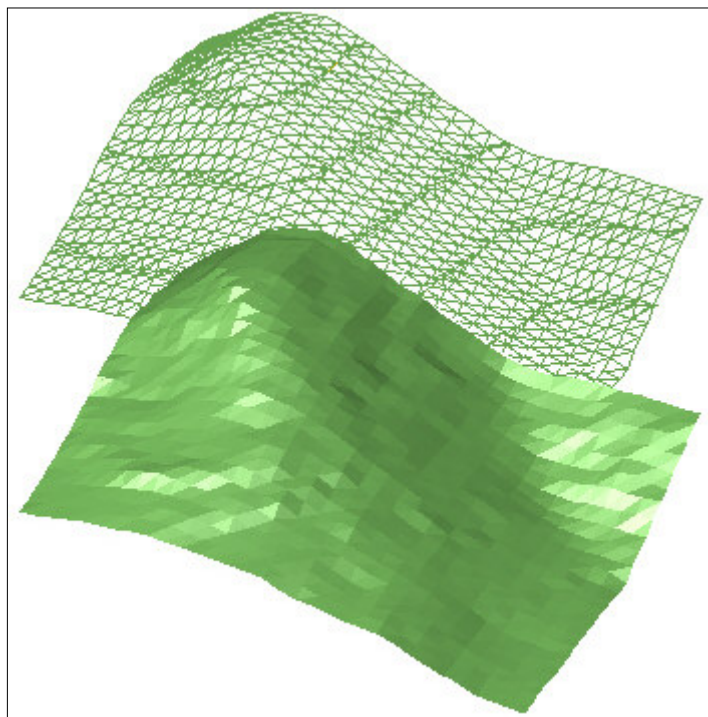


Figura 3.27 - Superficie creata con 3DMESH a partire dai punti creati con uno strumento topografico.

Un'altra funzione simile a **3DMESH** è il comando **POLIMESH**. Anche per la **POLIMESH** è necessario specificare i singoli vertici e associarli alle facce della mesh. Le mesh poliedriche vengono modificate come singola unità.

Modifica delle mesh 3D

Per modificare una mesh 3D si usa il comando **EDITPL** (edita polilinea) che viene usato anche per modificare una normale polilinea.

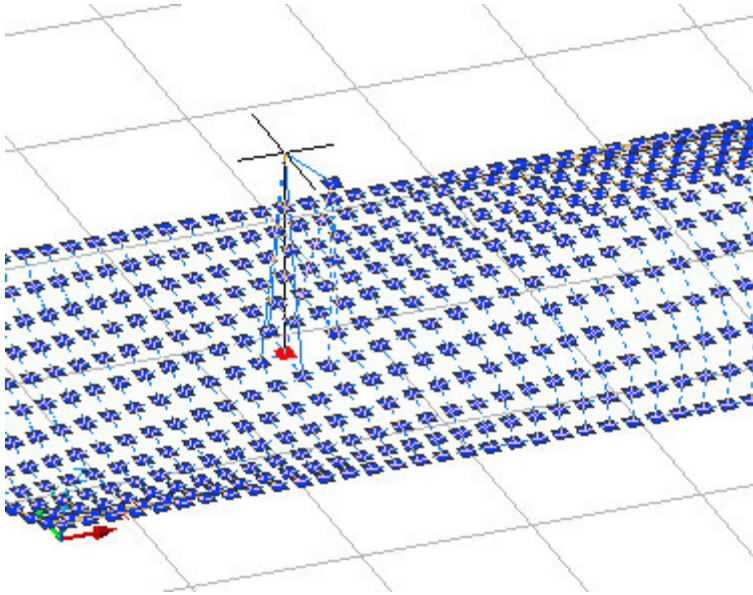


Figura 3.28 - Modifica di una 3DMESH con il comando **EDITPL**. È possibile modificare solo un punto alla volta che deve essere individuato percorrendo la mesh lungo la direzione *m* e *n*.

Con l'opzione *Edita vertici* è possibile modificare i singoli vertici della mesh poligonale che può essere visualizzata come una serie rettangolare $M \times N$ che rappresentano il numero di facce lungo le due direzioni.

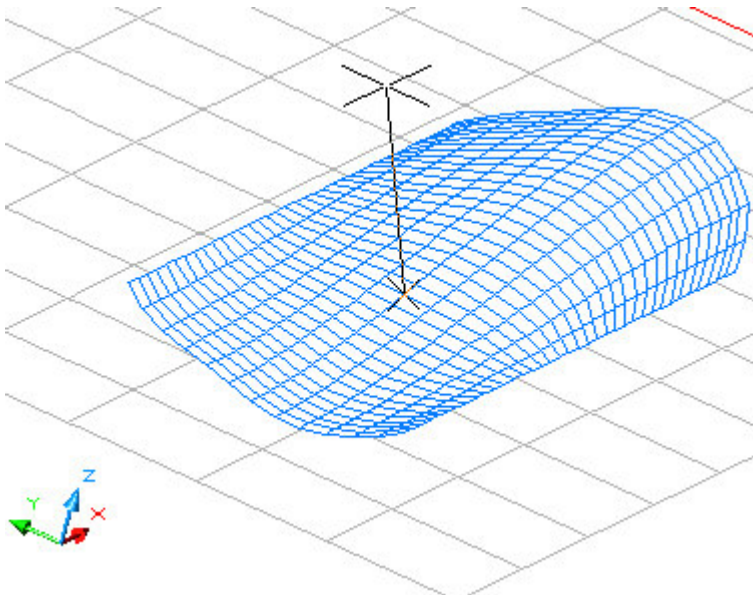


Figura 3.29 - Se si seleziona la superficie direttamente, vengono visualizzati i grips dei nodi: tutti i grips sono editabili e rilocalizzabili nello spazio.

Le opzioni per individuare un nodo da modificare del comando sono le seguenti:

Digitare un'opzione

[SEguente/Precedente/SInistra/Destra/SOPra/SOTto/SPosta/RIgenera/eSci]

<corrente>: digitare un'opzione o premere INVIO

Dopo aver localizzato il punto che si vuole modificare, si può inserire la funzione di editazione desiderata, come ad esempio **SPOSTA**.

È possibile modificare una 3DMESH anche selezionando direttamente la mesh e selezionare il nodo che si vuole modificare.

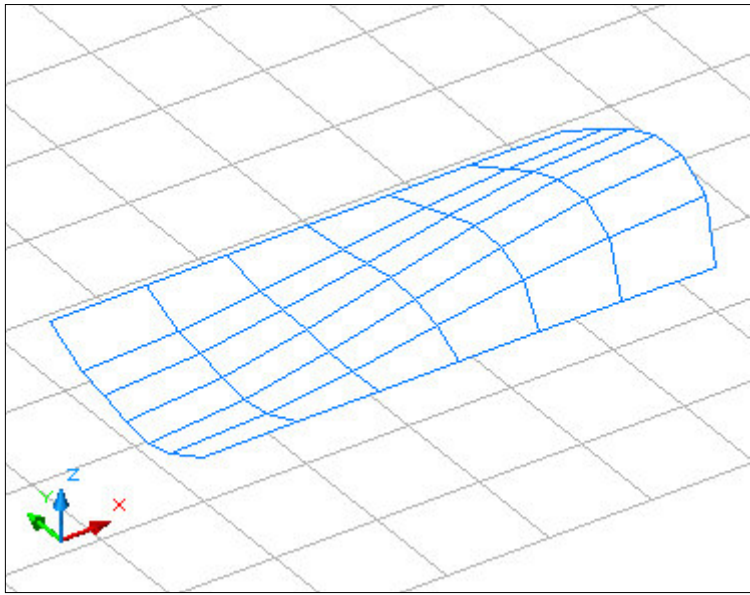


Figura 3.30 - La stesa superficie precedente modificata con l'opzione Leviga superficie. Come si può vedere è diminuito il numero delle mesh e la superficie resa meno elastica.

Non è consigliato trascinare il punto con il mouse perché in 3D lo spostamento avviene esclusivamente nel piano dell'UCS corrente.

Ci sono anche altre opzioni di modifica di una 3DMESH come leviga superficie:

Digitare un'opzione [Edita vertici/Leviga superficie/Crea vertici/
chiudinM/ chiudinN/

La funzione **Leviga** superficie riduce il numero della maglia della mesh e rende la superficie meno elastica. Il comando è collegato con la variabile **SURFTYPE** che controlla il tipo della superficie che viene creata, di tipo B-spline quadratica, B-spline cubica e Bezier a seconda del valore 5,6,8 della variabile.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno eser_03_01.dwg e modificare i punti di passaggio della spline portandoli agli estremi delle linee verdi.
2. Aprire il disegno eser_03_02.dwg e inserire le facce 3D in modo da chiudere la scatola nella parte superiore. Usare l'opzione INVISIBILE per non far vedere lo spigolo.
3. Aprire il disegno eser_03_03.dwg e inserire due piramidi, una mediante Spigolo e l'altra con Apice sulle linee presenti nel disegno.
4. Aprire il disegno eser_03_04.dwg e inserire un tronco di cono di raggio di base 30, altezza 60 e raggio parte superiore di 5. Inserire a destra un cuneo di lato 50 x 50 e altezza 40.
5. Aprire il disegno eser_03_05.dwg e inserire due semisfere con valori segmenti 8/16 e 16/32. Inserire a destra anche un toro di raggio 40 e raggio del tubo 10 unità come nella Figura 3.16.
6. Aprire il disegno eser_03_06.dwg e inserire delle superfici rigate con valori diversi delle variabili SURFTAB1 e SURFTAB2 come nella Figura 3.18.
7. Aprire il disegno eser_03_07.dwg e inserire delle superfici orientata a partire dalle curve e dalle traiettorie inserite come nella Figura 3.19.
8. Aprire il disegno eser_03_08.dwg e inserire delle superfici di rivoluzione a partire dai profili e assi inseriti con valori diversi delle variabili SURFTAB1 e SURFTAB2 come nella Figura 3.20.
9. Aprire il disegno eser_03_09.dwg e inserire delle superfici di Coons a partire dai profili inseriti con valori diversi delle variabili SURFTAB1 e SURFTAB2 come nella Figura 3.25.

Modellazione solida

Contenuti

La costruzione di un modello può essere fatta mediante metodi diversi di modellazione che possono comprendere la modellazione per wireframe, per superfici e per solidi. In genere i sistemi non permettono l'uso combinato di modellazione per solidi e per superfici e pertanto è importante analizzare, prima di iniziare la modellazione, l'oggetto che si vuole modellare e pianificare le lavorazioni da fare in base anche alle potenzialità e ai limiti del sistema di progettazione CAD che si sta utilizzando. Le azioni indispensabili per eseguire una buona modellazione sono l'individuazione dei piani di simmetria, la suddivisione delle fasi di lavorazione e l'ottimizzazione delle azioni da compiere.

Indice

- 4.1 Introduzione alla modellazione solida
- 4.2 Metodi di rappresentazione dei solidi: wireframe, Boundary, CSG
- 4.3 Primitive solide
- 4.4 Solidi di estrusione e di rivoluzione
- 4.5 Operazioni booleane

Comandi trattati:

PARALLELEPIPEDO, SFERA, CILINDRO, CUNEO, TORO, ESTRUDI, RIVOLUZIONE, UNIONE, SOTTRAI, INTERSECA

4.1 Introduzione alla modellazione solida

Il termine **Modellazione geometrica e solida** inizia ad essere usato solo a partire alla fine degli anni '60 ma i riferimenti geometrici della modellazione si possono far risalire alla progettazione navale del XIII secolo con le prime formalizzazioni geometriche delle sezioni coniche applicate alla costruzione di barche. I primi sistemi di grafica computerizzata furono applicati ai processi di controllo numerico dove i computer erano utilizzati per calcolare e controllare i movimenti dei macchinari di taglio e fresatura.

Nel 1998 vengono introdotti sul mercato i primi modellatori solidi come Pro/Engineer di Parametric Technology Inc. e sono resi disponibili i primi motori geometrici commerciali, come Parasolid della Unigraphics nel 1988 e ACIS della Spatial Technology nel 1990 adottato da AutoCAD.

La maggior diffusione dei modellatori è favorita anche dalle maggiori prestazioni dei personal computer che diventano più accessibili in termini economici rispetto alle prime Workstation grafiche dedicate.

I primi sistemi CAD sono disponibili sul mercato alla fine degli anni '70 e vengono definiti dei "tecnigrafi elettronici" perché usano la stessa metodologia del disegno tradizionale al tecnigrafo. I sistemi infatti sono basati su primitive bidimensionali da inserire in un piano di disegno, quali segmenti, archi, cerchi e quote. Usano le stesse convenzioni del disegno tradizionale come proiezioni ortogonali, sezioni e tabelle. Non richiedono grandi risorse di calcolo perché la grafica viene gestita in modo solo in bidimensionale senza gestione di database grafici.

Un modello è composto da:

- entità geometriche che sono caratteristiche fisiche del modello quali punti, linee, curve e superfici;
- entità topologiche che definiscono le relazioni esistenti tra le componenti geometriche: vertici, spigoli, facce.

Un modello può essere descritto tramite:

- la forma: aspetto esterno dell'oggetto
- la funzione: ricostruzione fisica (dinamica, statica) o chimica (composizione)

La modellazione geometrica è un insieme di **metodi matematici** che servono a descrivere la forma precisa di un oggetto e fornisce la **descrizione matematica** di un oggetto reale. La modellazione solida è un sottoinsieme della modellazione geometrica ed è composta da oggetti solidi.

Secondo una terminologia comune, si dice che un modello digitale viene rappresentato attraverso la sua *matematica* mediante alcuni metodi o stili di rappresentazione. Per *matematica di un solido* s'intende, in ambito tecnico, la descrizione matematica della sua forma.

Ricordiamo che un solido è composto da **Forma e Funzione**:

- Forma è la geometria del modello (matematica)
- Funzione è la relazione del modello geometrico con gli altri oggetti o con l'uso che ne viene fatto.

La modellazione si compone di tre livelli:

- Spazio reale: oggetti fisici del mondo reale.
- Spazio di modellazione: modelli matematici degli oggetti, realizzazione di oggetti virtuali;
- Spazio della rappresentazione: modelli rappresentati con le varie tecniche di disegno e di rendering.

4.2 Metodi di rappresentazione dei solidi: wireframe, Boundary, CSG

Un modello può essere descritto anche tramite la sua forma o la sua funzione. Nel primo caso la rappresentazione è data dalla ricostruzione dell'aspetto esterno dell'oggetto, senza considerarne la struttura o i vincoli costitutivi, nel secondo caso viene privilegiata la ricostruzione fisica fedele (dinamica, statica) o chimica (composizione).

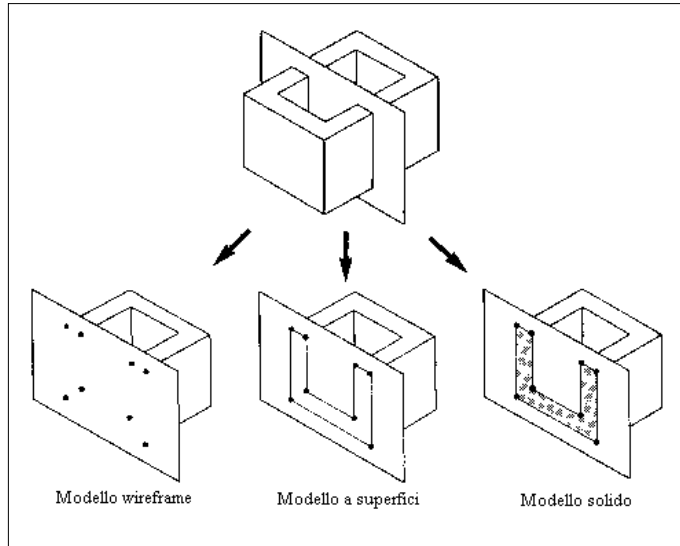


Figura 4.1 - Uno stesso modello può essere rappresentato con diversi stili, quali: wireframe, superfici e in modellazione solida.

Uno stesso oggetto può essere rappresentato secondo tre stili di rappresentazione che corrispondono anche a tre livelli di complessità di modellazione e di fasi di sviluppo dei sistemi di disegno e modellazione.

Si possono allora distinguere:

- modello wireframe
- modello superficie
- modello solido

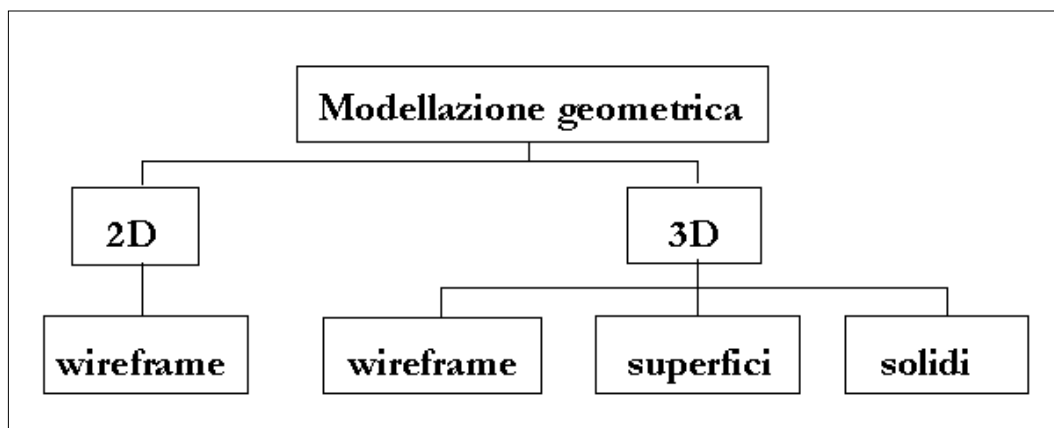


Figura 4.2 - Schema degli stili di rappresentazione dei modelli.

Modello wireframe

Un modello wireframe è la rappresentazione più semplice di un modello geometrico bidimensionale composto da punti, linee e curve, definiti dalle coordinate degli spigoli e da linee che collegano i vari spigoli fra di loro. Ogni elemento del reticolo deve essere disegnato e posizionato indipendentemente: un oggetto è composto da punti, linee e archi scollegati fra di loro. Non ci sono superfici in un modello wireframe.

E' uno stile di modellazione tipico dei primi programmi di modellazione CAD e rappresenta un modo molto spoglio e superato. Viene definita anche **modellazione per spigoli** e utilizza entità 2D (linee, archi) per descrivere modelli 3D.

Il modello non contiene le relazioni topologiche né proprietà di massa e non è possibile ottenere visualizzazioni con linee nascoste (hidden), in tonalità colore (shading) o sezioni.

Limiti

In sintesi, la modellazione wireframe può essere definita: **ambigua, incoerente, ridondante**.

Ambigua: il modello rappresentato nella Figura 4.3 non ha superfici e può assumere diverse forme solide, come in Figura 4.4

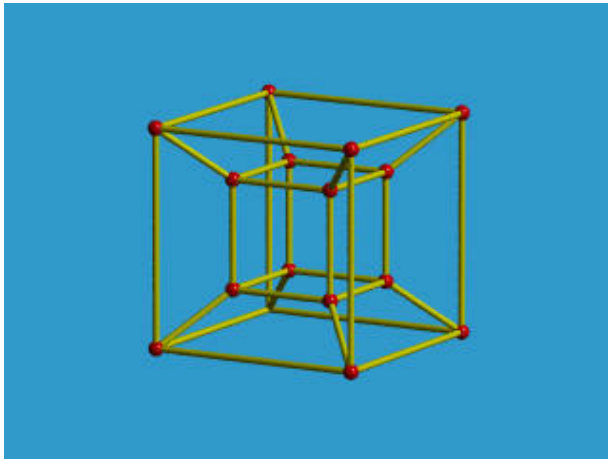


Figura 4.3 - Rappresentazione in wireframe di un solido. Come si può notare la definizione di interno-esterno è ambigua e non ben definita.

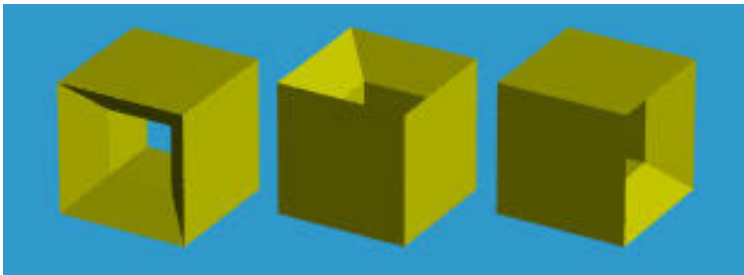


Figura 4.4 - Possibili composizioni del solido a partire dal modello in wireframe della Figura 4.3.

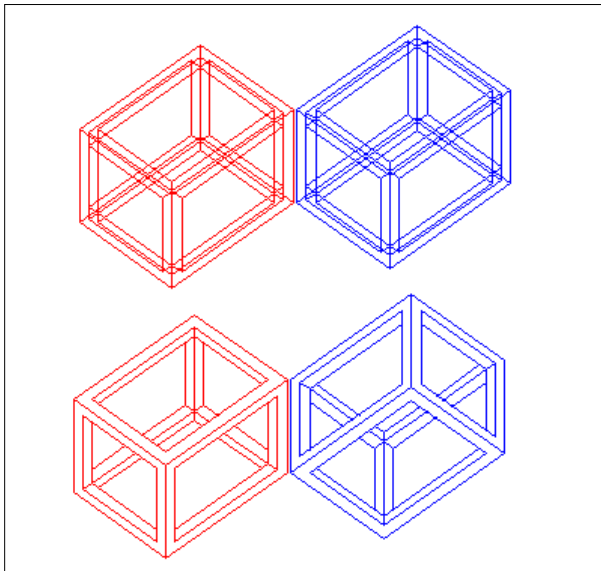


Figura 4.5 - Esempio di rappresentazione in wireframe ambigua: in alto i due solidi sono rappresentati in wireframe mentre in basso con linee nascoste. Solo con la visualizzazione a linee nascoste è possibile comprendere la reale posizione dei solidi.

In AutoCAD utilizza degli oggetti wireframe 3D quali polilinee 3D e spline per creare dei modelli in wireframe.

Modello per superfici

Un modello per superfici è una rappresentazione delle geometria di un oggetto mediante superfici visibili di spessore **nullo**. Le superfici sono definite singolarmente e non contengono le relazioni topologiche fra le singole superfici ma solo la geometria esplicita (non parametrica) del modello.

Con l'evoluzione delle tecniche di modellazione, si possono definire vari tipi di superfici, dalle superfici primitive, alle superfici sweep (di trascinamento) alle superfici derivate.

Vantaggi delle superfici:

- è possibile usare la modellazione di forme libere e sculturate;
- possono essere usate per macchine utensili e per prototipazione rapida (Modello STL)

Svantaggi delle superfici:

- le superfici hanno spessore nullo;
- più complesse da usare rispetto alla modellazione solida;
- difficile controllare le interferenze.

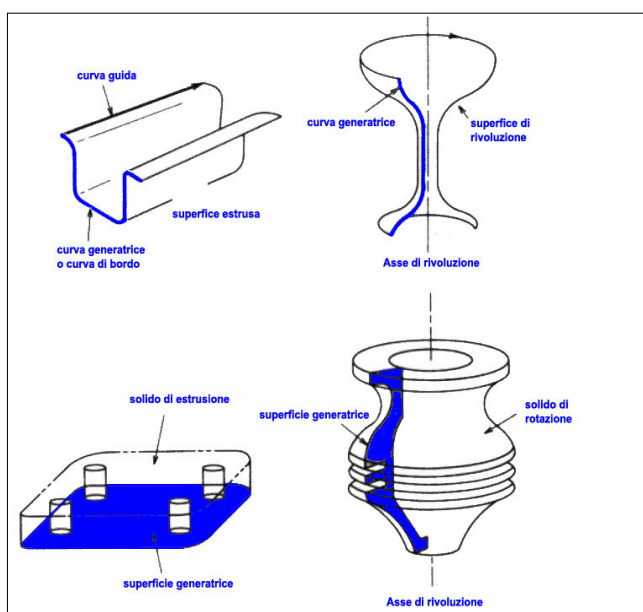


Figura 4.6 - Esempio di solidi creati in sweeping. Con una curva si genera una superficie di estrusione o di rotazione, mentre con un superficie si crea un solido di estrusione o di rotazione.

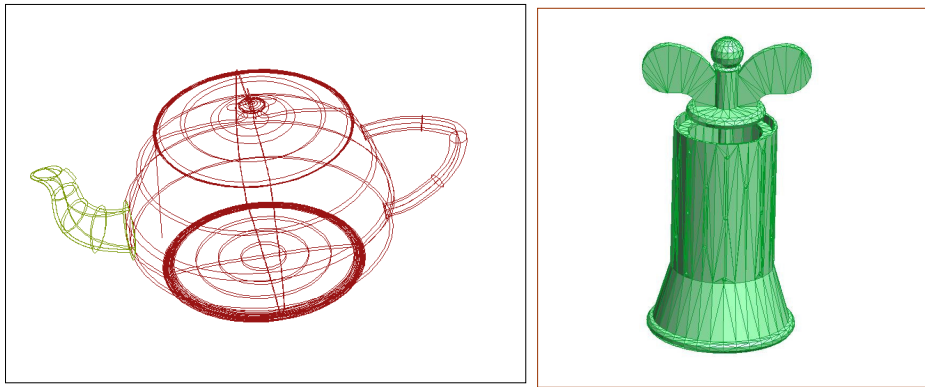


Figura 4.7 - Esempi di superfici rappresentate a sinistra in wireframe e a destra nel formato STL per la realizzazione in prototipazione rapida.

Modello solido

Un modello solido è una rappresentazione matematica non ambigua e completa della forma di un oggetto fisico.

I programmi di modellazione solida si basano essenzialmente su due tipi di rappresentazione del solido:

- rappresentazione CSG (Constructive Solid Geometry)
- rappresentazione B-Rep (Boundary Representation)

Tali rappresentazioni sono differenti tra loro sia nell'approccio al modello sia nella struttura del database

Rappresentazione CSG (Constructive Solid Geometry)

La rappresentazione **CSG** ha un approccio al modello di tipo geometrico attraverso la definizione della **forma**, della **dimensione** e la **posizione** nello spazio. Un solido CSG è costruito a partire da alcune primitive solide.

Le primitive solide sono: cubo, prisma triangolare, sfera, cilindro, cono e toro.

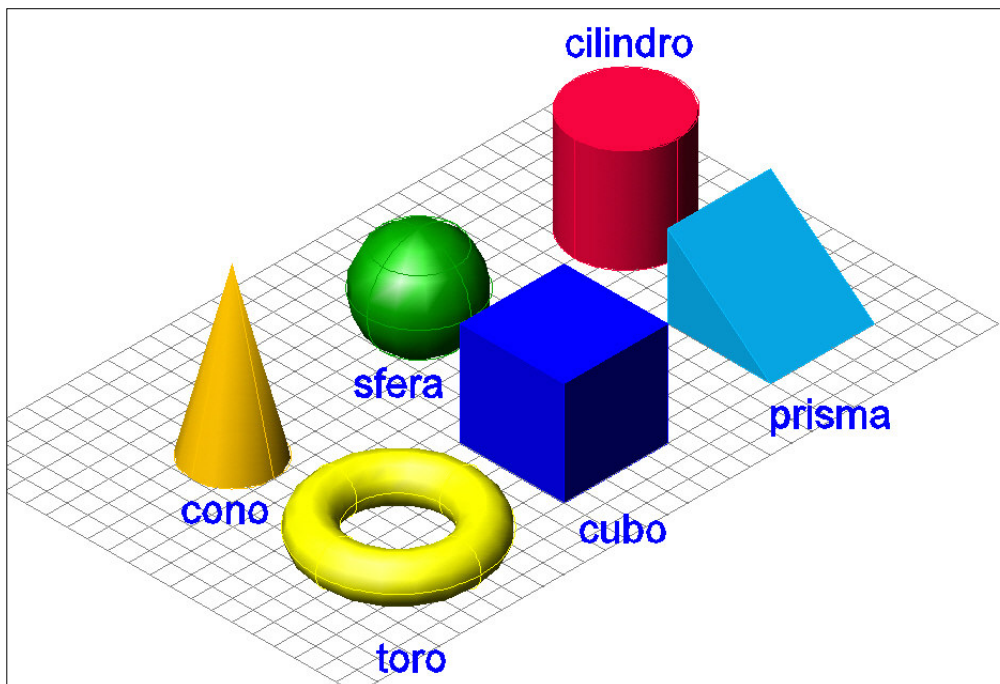


Figura 4.8 - Con queste sei primitive si costruiscono dei solidi complessi mediante le tre operazioni booleane.

Operazioni booleane: unione, sottrazione, intersezione

Le operazioni booleane permettono di creare dei solidi complessi a partire dalle primitive solide mediante 3 operazioni di trasformazione: unione, sottrazione e intersezione.

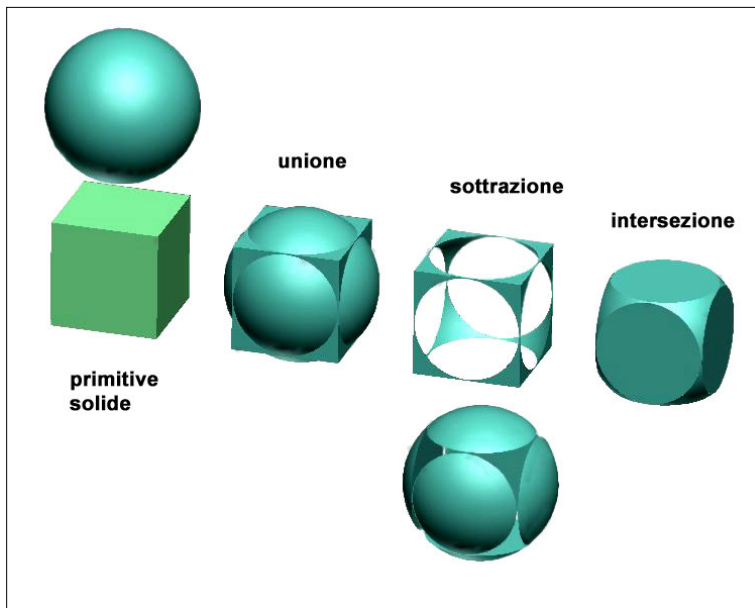


Figura 4.9 - Operazioni booleane eseguite su un cubo e una sfera. L'operazione di sottrazione genera due solidi diversi a seconda della scelta del primo solido sottratto.

A partire da due solidi semplici, è possibile combinare fra di loro queste 3 operazioni booleane producendo dei solidi complessi.

Operazioni booleane eseguite sui due solidi cilindro:

$$B + A \quad A \wedge B \quad A - B \quad B - A$$

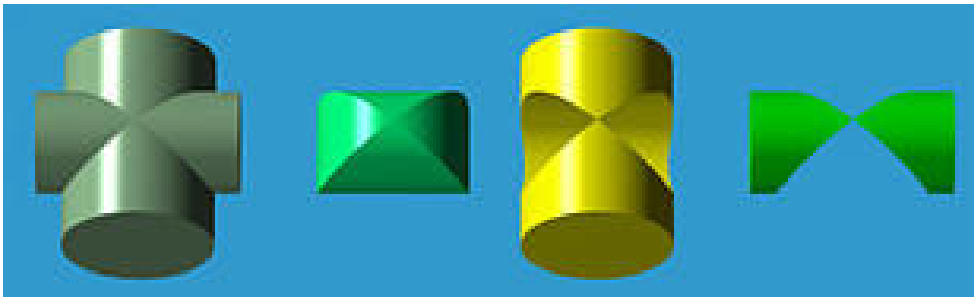


Figura 4.10 - Operazioni booleane eseguite su due cilindri

Trasformazioni fatte sui solidi seguenti:

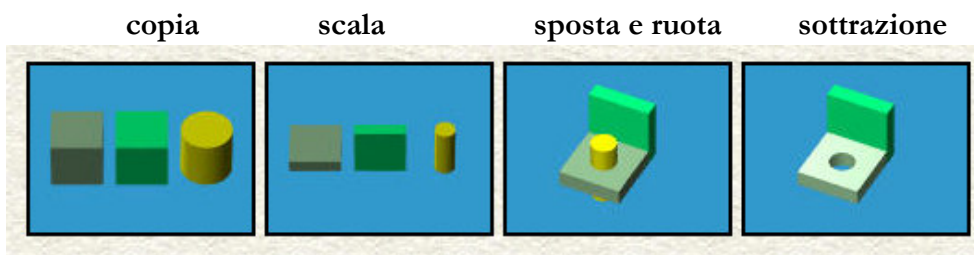


Figura 4.11 - Operazioni composte fatte su un cubo e un cilindro.

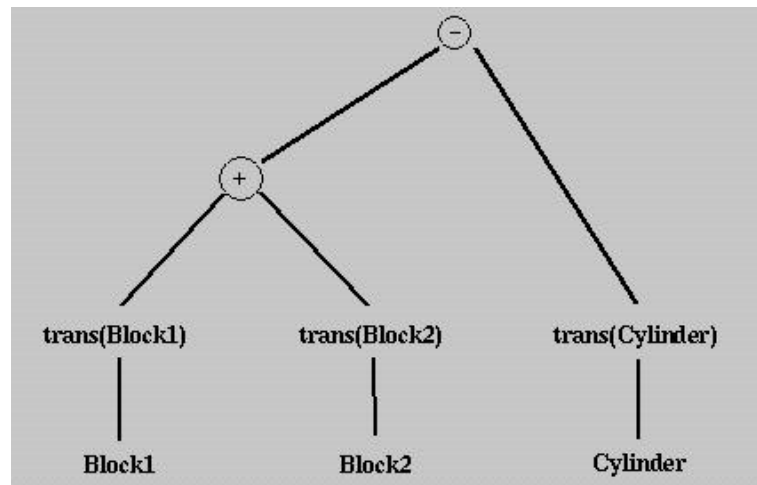


Figura 4.12 - Struttura ad albero delle trasformazioni eseguite nella Figura 4.11.

Le trasformazioni eseguite sui solidi possono essere rese con la seguente espressione CSG :

$\text{diff}(\text{union}(\text{trans}(\text{Block1}), \text{trans}(\text{Block2})), \text{trans}(\text{Cylinder}))$

dove: $\text{union}(A,B)$ e $\text{diff}(A,B)$ sono l'unione e la differenza di A e B, $\text{trans}()$ indica le trasformazioni relative.

Le trasformazioni possono essere rese anche graficamente con la seguente struttura ad albero

Struttura ad albero

Le operazioni, detti eventi, sono memorizzate in una struttura gerarchica ad albero (Event tree – albero della storia). Gli eventi presentano un rapporto gerarchico fra i gruppi, secondo una parentela di entità padre ed entità figlio.

Rappresentazione B-Rep

Nella rappresentazione **B-Rep** (Boundary Representation - Rappresentazione della frontiera) il solido viene descritto attraverso gli elementi di contorno che racchiudono il volume, superfici e da una descrizione topologica delle relazioni tra superfici e interno del solido.

Ci sono due tipi di informazioni in un modello B-rep: **geometriche** e **topologiche**:

- Geometriche: sono in genere delle equazioni che definiscono gli spigoli e le facce.
- Topologiche: fornisce le informazioni sui rapporti fra vertici, spigoli e facce.

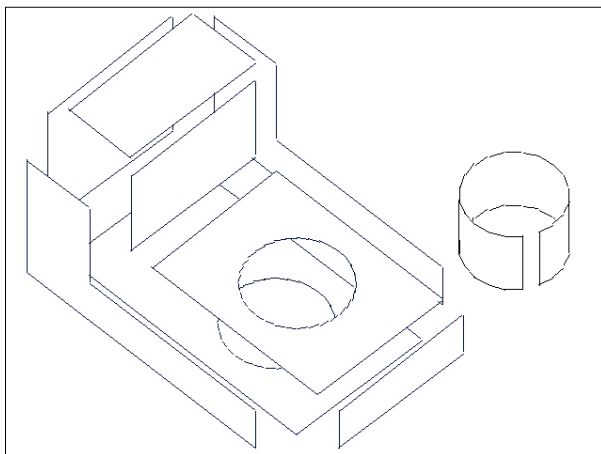


Figura 4.13 - Rappresentazione della frontiera di un solido. Il solido viene descritto mediante le facce che racchiudono il volume.

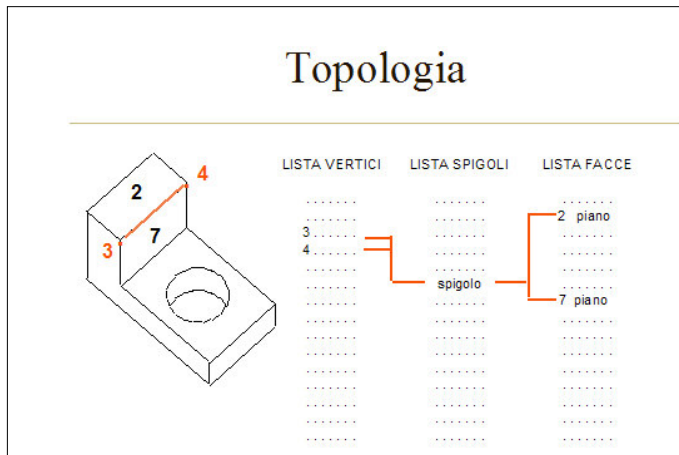


Figura 4.14 - Struttura topologica dei componenti di un solido B-rep: vertici, spigoli, facce descritte secondo una struttura gerarchica di dipendenze e collegamenti.

Oltre alle relazioni di adiacenza occorre sapere da che parte c'è il pieno del solido e quindi la parte *interna* rispetto alla parte *esterna*. Esiste un dato per ogni superficie del solido che specifica se la normale “naturale” della superficie coincide o no con la direzione verso l'esterno al solido.

Nuovi enti : spigoli e vertici

Per descrivere le relazioni di adiacenza di un solido B-rep sono necessarie sia le *superfici*, che in questo contesto si chiamano **facce**, sia le *curve di spigolo*, che in questo contesto si chiamano **spigoli** o **edge**, e i *punti*, che in questo contesto si chiamano **vertici**.

Orientamento delle facce

Le facce hanno la **Normale** (cioè direzione positiva della faccia) orientata verso l'esterno del solido e la rotazione positiva è in senso antiorario, come in tutta la computer grafica. Tutte le facce hanno un orientamento che a volte può essere negativo, quindi rivolto verso l'interno del solido. Ci sono rare eccezioni di facce senza orientamento come nel caso dell'anello di Moebius di Figura 4.16.

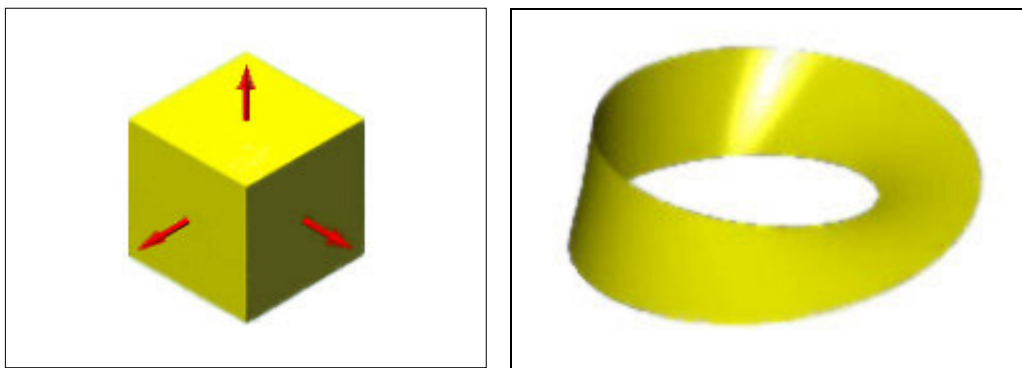


Figura 4.15 - 4.16 - Orientamento positivo delle Normali di un cubo. Le Normali indicano il verso positivo della faccia e la parte che sarà calcolata per il rendering del cubo. A destra, l'anello di Moebius è una superficie anomala con una sola faccia senza interno o esterno.

I parametri di adiacenza

La topologia, oltre a conservare le **relazioni** di adiacenza cioè quali facce incidono su uno spigolo, conserva anche i **parametri** di tali adiacenze, ovvero le relazioni geometriche tra spigolo e faccia e tra vertice e spigolo.

Nel caso di un vertice-spigolo il parametro di adiacenza è appunto il parametro della curva corrispondente allo spigolo su cui giace il vertice.

Nel caso spigolo-faccia il parametro di adiacenza è la curva **uv** (curva nello spazio dei parametri) limitante la faccia che si affaccia sullo spigolo in questione.

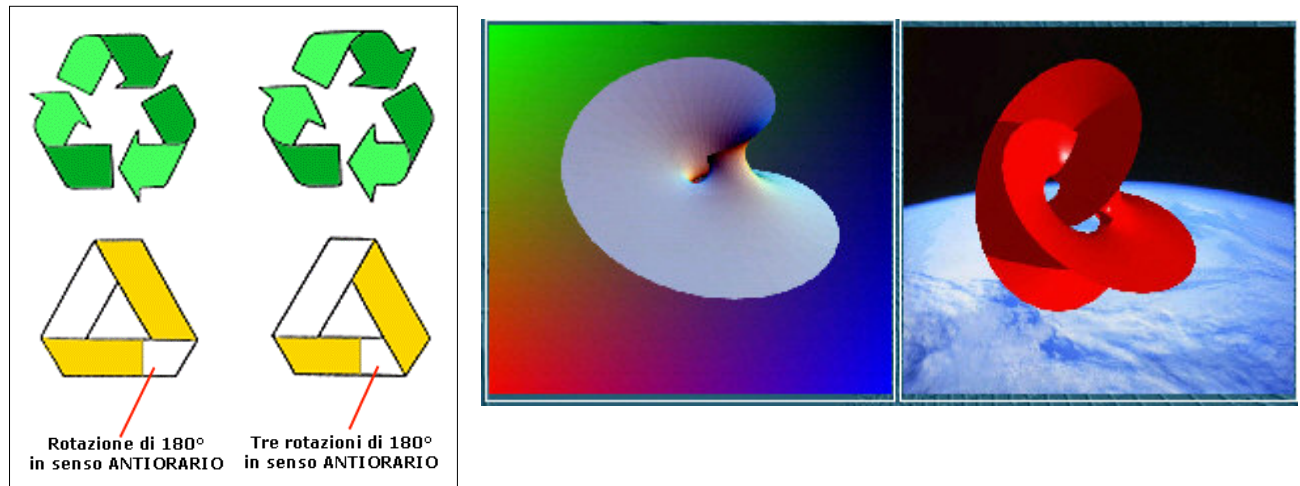


Figure 4.17, 18, 19 - Da sinistra, esempio di superficie di Moebius utilizzata come simbolo del riciclaggio. Superfici e di Moebius e superficie non orientata nota come bottiglia di Klein.

Manifold e non-manifold

Si dice che un solido è manifold (si può tradurre *realizzabile*) se su ogni spigolo incidono due e due sole facce. Chi non rispetta la regola è *non-manifold*, e quindi è un solido impossibile.

I primi modellatori solido ammettevano solo casi manifold perché si riteneva fossero sufficienti per descrivere gli oggetti reali. Ora se è vero che gli oggetti che progettiamo sono alla fine solidi manifold, è anche vero che durante la modellazione ci servono situazioni non-manifold, come i solidi aperti, la cui presenza aumenta di molto la nostra efficacia di modellazione. Inoltre ci sono realtà industriali come i prodotti multistrato in cui la possibilità di avere strutture interne è richiesta.

Qualità di un modello solido

Durante la modellazione può succedere che, per diverse cause, la rappresentazione di un solido B-rep possa avere dei problemi che possono rendere impossibile continuare a lavorare con il solido stesso. Tutti i sistemi CAD hanno dei comandi per controllare la qualità, verificare se il solido è manifold e tentare di riparare il problema.

4.3 Primitive solide

Icone	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
		Disegna Solidi	(vari)	-

AutoCAD utilizza il modellatore solido ACIS di Spatial Technologies che è il modellatore più usato dai programmi CAD. La modellazione solida è una rappresentazione completa di un oggetto fisico dal punto di vista geometrico e delle informazioni. La modellazione solida si differenzia dalla modellazione wireframe o di superfici perché le informazioni nel modello solido sono più complete e perché il modello è relativamente più semplice da costruire.

Le primitive solide sono le seguenti: **parallelepipedo, sfera, cilindro, cono, cuneo, toro.**

In AutoCAD per costruire un modello solido si utilizzano le seguenti strategie:

- con le primitive solide si creano i solidi di base;
- con le operazioni booleane mediante la CSG (Constructive Solid Geometry) si creano modelli più complessi;
- si modificano i solidi sia semplici che complessi mediante le funzioni di modifica e le features (lavorazioni).

Parallelepipedo (BOX)

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Parallelepipedo	Disegna Solidi Parallelepipedo	PARALLELEPIPEDO	-

Il comando **PARALLELEPIPEDO** crea un solido a base rettangolare o quadrata a partire da:

- due vertici della diagonale di base e altezza;
- lunghezza, larghezza e altezza se specificata l'opzione Lunghezza;
- lunghezza del lato se specificata l'opzione Cubo.

Dopo aver creato un parallelepipedo, non è più possibile stirarlo né modificarne le dimensioni. Tuttavia, è possibile estrarne le facce utilizzando il comando MODIFSOLIDI. Il *parallelepipedo solido* è molto simile al *parallelepipedo 3D* creato con le superfici del comando 3D come nel Capitolo 3. Anche se nella visualizzazione a linee nascoste o nel rendering non si coglie nessuna differenza, il primo è composto di sole superfici e quindi non modificabile nella sostanza, mentre il secondo, può essere tagliato, forato e modificato come un vero solido che viene lavorato in officina.

Il dialogo di base con il sistema è il seguente:

Comando: **PARALLELEPIPEDO**

Specificare angolo del parallelepipedo o [CEntro] <0,0,0>: **(indicare un punto)**

Specificare angolo o [Cubo/Lunghezza]: **(indicare un punto)**

Specificare altezza: **50 (digitare l'altezza)**

Se non viene scelta nessuna opzione, metodo A della Figura 4.18, il comando richiede l'indicazione dei due angoli, intesi come vertici della diagonale del parallelogramma di base, e quindi dell'altezza del solido.

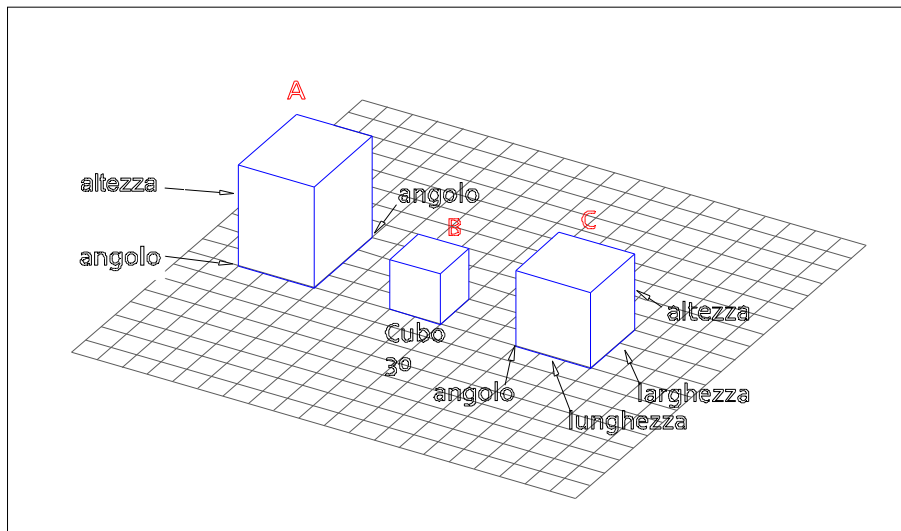


Figura 4.20 - Tre modalità per la creazione di un parallelepipedo: A - metodo base, B - mediante cubo con indicazione del solo lato, C - mediante l'opzione Lunghezza.

Se invece si sceglie l'opzione **L** (Lunghezza) si richiede l'indicazione delle singole dimensioni, lunghezza, larghezza e altezza a partire dal primo punto indicato che corrisponde al primo vertice della base.

Il dialogo del metodo C della Figura 4.20 è il seguente:

Comando: **PARALLELEPIPEDO**
 Specificare angolo del parallelepipedo o [CEntro] <0,0,0>:
 Specificare angolo o [Cubo/Lunghezza]: **L (scelta di Lunghezza)**
 Specificare lunghezza: **40 (digitare la lunghezza)**
 Specificare larghezza: **30 (digitare la larghezza)**
 Specificare altezza: **50 (digitare l'altezza)**

Per inserire un cubo, si sceglie l'opzione C (Cubo), che corrisponde al metodo B della Figura 4.18, e in questo caso viene richiesta solo la lunghezza di un lato, considerato che nel cubo tutti i lati sono uguali.

A differenza del parallelepipedo fatto di superfici, nell'inserimento non viene richiesto l'angolo formato dal solido con la posizione dell'UCS corrente. La base comunque è sempre parallela al piano XY dell'UCS corrente.



Quando si deve creare un parallelepipedo composto da superfici e quando un parallelepipedo solido? Considerato che entrambi i *solidi* sono uguali come rappresentazione, l'oggetto 3D è più *leggero* in termini di calcolo della geometria. Richiede cioè meno risorse nella visualizzazione rispetto al solido. Quindi se l'utilizzo del modello che da realizzare è unicamente di visualizzazione si può usare l'oggetto 3D fatto di sole superfici. Se invece sul solido creato si deve intervenire con modifiche della geometria, è il caso di utilizzare la primitiva solida.

E' possibile inoltre scegliere, alla prima richiesta, l'opzione **CEntro**, intesa come centro della base del parallelepipedo: corrisponde al baricentro della base e viene scelto in alternativa all'indicazione dell'angolo richiesto.

Parallelepipedo in estrusione

Si può creare un parallelepipedo anche mediante l'**estrusione** di un rettangolo con il comando **ESTRUDI** che sarà analizzato in seguito. Un solido creato nei due modi non presenta alcuna differenza.

SFERA

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Sfera	Disegna Solidi Sfera	SFERA	-

Il comando **SFERA** crea un solido posizionato con il centro nel punto indicato e con l'asse centrale parallelo all'asse Z del sistema UCS corrente. Le linee latitudinali della sfera risultano quindi parallele al piano XY. Il comando richiede solo la specifica del centro della sfera e del raggio. In alternativa al raggio, è possibile specificare il diametro della sfera.

Il comando per l'inserimento di una sfera è il seguente:

Comando: **SFERA**

Densità wireframe corrente: ISOLINES=20 (il sistema avvisa il valore ISOLINES)

Specificare centro della sfera <0,0,0>: (definire il centro)

Specificare raggio della sfera o [Diametro]: 30 (digitare il raggio)

Se si vuole indicare il diametro invece del raggio, si digita l'opzione **D** (Diametro) alla richiesta del sistema di specificare del raggio.

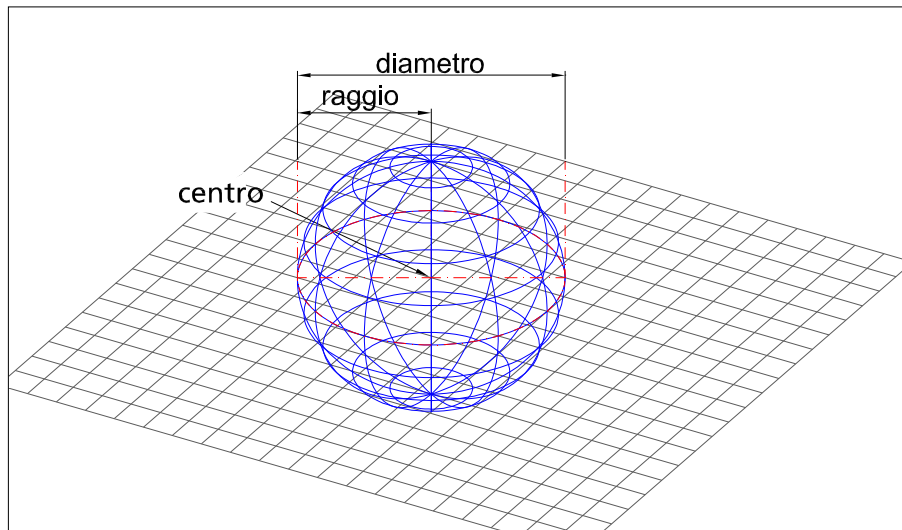


Figura 4.21 - Creazione di una sfera a partire dal centro e dal raggio. In alternativa è possibile specificare il diametro



Il controllo della qualità di visualizzazione dei modelli viene fatto dalla variabile ISOLINES e da altre variabili, analizzate in dettaglio nel Capitolo 6.

CILINDRO

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Cilindro	Disegna Solidi Cilindro	CILINDRO	-

Il comando **CILINDRO** genera una primitiva solida simile all'estrusione senza rastremazione di un cerchio o di un'ellisse.

Comando: **CILINDRO**

Creazione di una sfera a partire dal centro e dal raggio.

Densità wireframe corrente: ISOLINES=12 (il sistema riporta il valore ISOLINES corrente)

Specificare centro della base del cilindro o [Ellittico] <0,0,0>: (centro)

Specificare raggio della base del cilindro o [Diametro]: 30 (raggio del cilindro)

Specificare altezza del cilindro o [Centro dell'altra estremità]: 40 (altezza del cilindro)

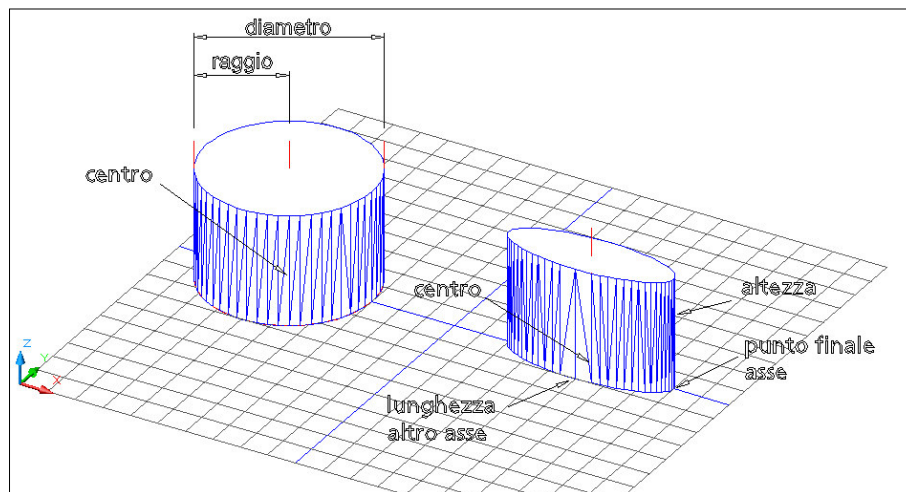


Figura 4.22 - Inserimento di un cilindro a base circolare ed uno a base ellittica con la specifica del centro.

Per inserire un cilindro a base ellittica si seleziona l'opzione **E** (Ellittico) alla prima richiesta e l'opzione **CE** per poter controllare meglio l'orientamento dell'asse maggiore.

Specificare centro della base del cilindro o [Ellittico] <0,0,0>: **E** (Ellittico)

Specificare punto finale dell'asse dell'ellisse relativo alla base del cilindro o [CEntro]: **CE** (scelta del CEntro dell'ellisse)

Specificare centro dell'ellisse relativo alla base del cilindro <0,0,0>: (indicare il centro)

Specificare punto finale dell'asse dell'ellisse relativo base del cilindro: (indicare il punto)

Specificare lunghezza dell'altro asse relativo alla base del cilindro: (indicare il punto)

Specificare altezza del cilindro o [CEntro dell'altra estremità]: **40** (digitare valore)

Nell'indicazione dei vari punti, è possibile selezionarli direttamente sul disegno oppure digitare i relativi valori da tastiera. Nella scelta di un cilindro ellittico, è consigliato selezionare il **CEntro** come base del cilindro perché in questo modo si può avere un migliore controllo della direzione degli assi.

CONO

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Cono	Disegna Solidi Cono	CONO	-

Un **CONO** è una primitiva solida con base circolare o ellittica rastremata su un punto perpendicolare al centro della base. Il cono ha l'altezza perpendicolare alla base e può essere inclinato se l'apice è spostata rispetto alla perpendicolare, come nell'esempio B della Figura 4.23.

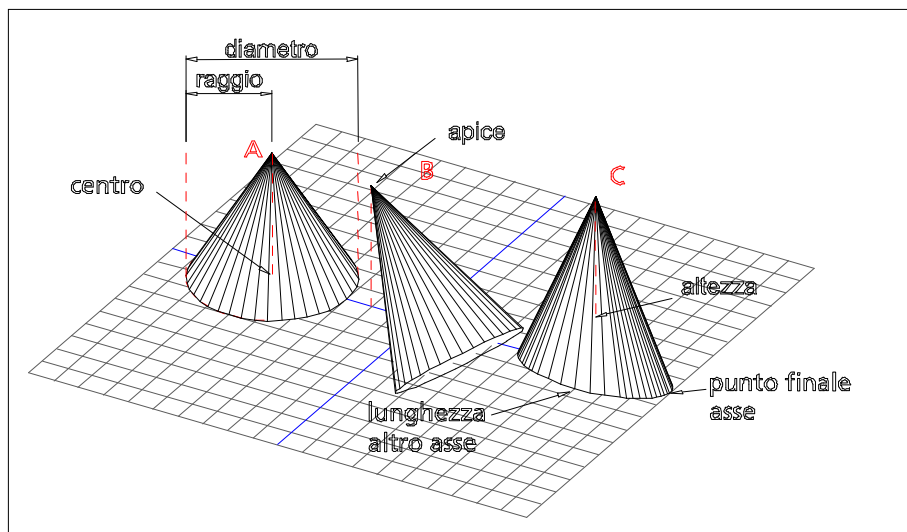


Figura 4.23 - Inserimento di un cono a base circolare (A), uno con apice inclinato (B) e uno a base ellittica (C).

Per creare un tronco di cono si possono utilizzare tre procedimenti diversi:

1. estrarre con il comando ESTRUDI un cerchio di base lungo l'asse Z assegnando un angolo di rastremazione;
1. creare un cono intero, inserire un parallelepipedo nella parte da eliminare e quindi con l'operazione booleana di sottrazione eliminare la parte immersa nel parallelepipedo;
2. creare un cono intero e tagliarlo con il comando TRANCIA per un piano passante per il punto di taglio.

Nella Figura 4.24 per tagliare il cono è stato spostato l'UCS nel punto di taglio in modo che il piano di taglio corrisponda al piano XY.

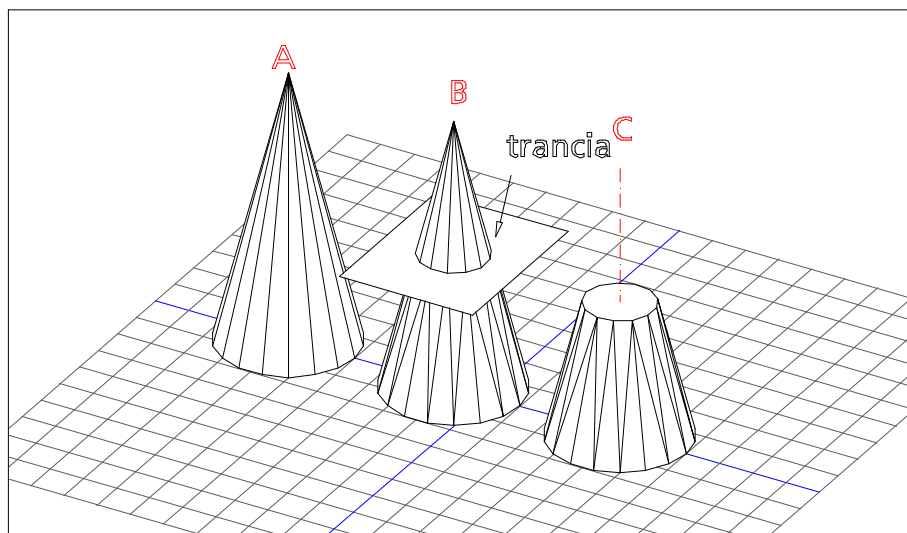


Figura 4.24 - Sequenza di creazione di un tronco di cono. Prima viene spostato l'UCS nel punto e con l'inclinazione del piano di sezione e quindi con il comando TRANCIA si taglia il cono sul piano XY. Il piano di costruzione visualizzato nell'esempio B corrisponde alla posizione dell'UCS.

CUNEO

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Cuneo	Disegna Solidi Cuneo	CUNEO	CN

Con il comando **CUNEO** è possibile creare un solido 3D con una faccia inclinata e rastremata lungo l'asse X.

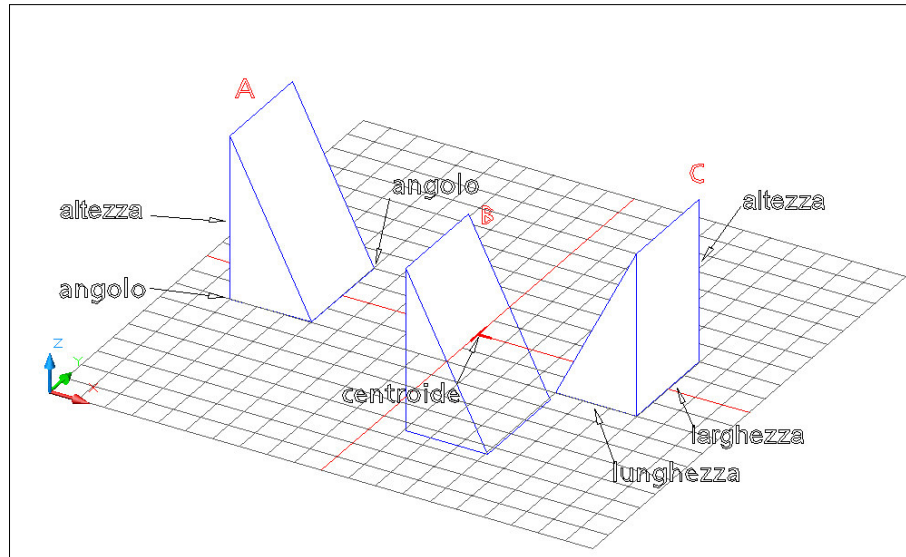


Figura 4.25 - Sequenza di creazione di un cuneo. L'esempio A corrisponde alla modalità di default dove sono richiesti i due angoli e l'altezza. Nell'esempio B è stato scelto il CEntro che corrisponde al centroide del solido. Nell'esempio C si è scelta l'opzione L (Lunghezza) per indicare i valori numerici della lunghezza, larghezza e altezza.

La procedura di base per l'inserimento di un cuneo, come illustrato nell'esempio A di Figura 4.25, è la seguente:

Comando: **CUNEO**

Specificare primo angolo del cuneo o [CEntro] <0,0,0>: (definire un punto che corrisponde all'angolo)

Specificare angolo o [Cubo/Lunghezza]: (definire un punto)

Specificare altezza: 60 (digitare altezza)

Nell'inserimento viene richiesta la definizione della diagonale del rettangolo di base mediante l'indicazione dei due *angoli* del cuneo.

Nell'esempio B il solido viene inserito con l'opzione CEntro del solido:

Comando: **CUNEO**

Specificare primo angolo del cuneo o [CEntro] <0,0,0>: CE (scelta di CEntro)

Specificare centro del cuneo <0,0,0>: (definire un punto)

Specificare angolo opposto o [Cubo/Lunghezza]: L (scelta di Lunghezza)

Specificare lunghezza: 30 (digitare lunghezza)

Specificare larghezza: 40 (digitare larghezza)

Specificare altezza: 60 (digitare altezza)

Il cuneo inserito avrà il *centroide* nel punto indicato quindi sarà posizionato con l'altra metà sotto il piano XY. Il *centroide* corrisponde al centro di gravità del solido e nel cuneo è posizionato sul baricentro della faccia inclinata.

TORO

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Toro	Disegna Solidi Toro	TORO	TOR

Un **TORO**, o anello, viene definito da due valori di raggio: uno relativo al tubo e l'altro relativo alla distanza tra il centro del toro e il centro del tubo. Un toro può essere *autointersecante* cioè senza foro centrale se il raggio del tubo è superiore a quello del toro. Se invece il raggio del toro è negativo e il raggio del tubo è positivo e necessariamente maggiore di quello del toro, il solido risultante sarà una sfera con i poli appuntiti.

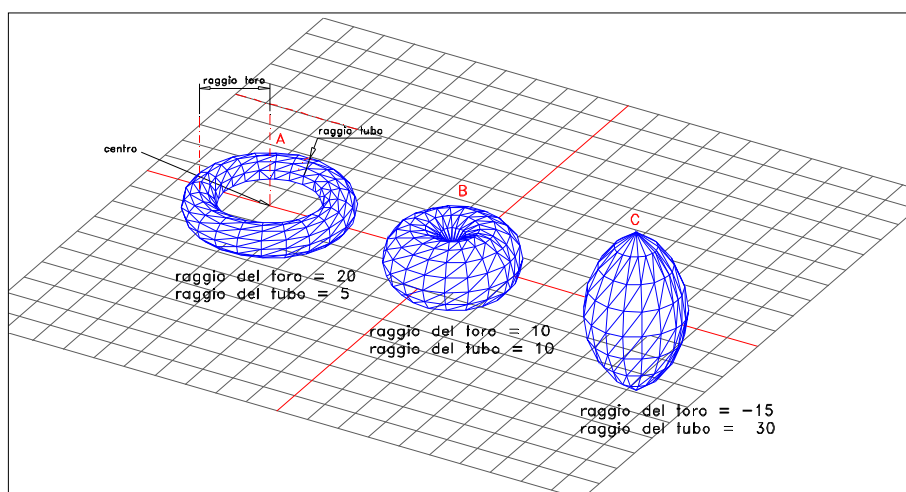


Figura 4.26

Esempi di costruzione di solidi toro con raggi del toro e del tubo diversi. L'esempio A corrisponde alla modalità di default dove il raggio del toro è superiore al raggio del tubo.

4.4 Solidi in estrusione e rotazione

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Estrudi	Disegna Solidi Estrudi	ESTRUDI	EU

Il comando **ESTRUDI** consente di creare dei solidi per estrusione di una poligonale lungo una curva nello spazio, definita Traiettorie. L'estrusione può avvenire lungo un vettore o una spline, indicando l'altezza e specificando l'angolo di rastremazione.

Il comando **ESTRUDI** è indicato per la creazione di oggetti che contengono raccordi, cimature e altri dettagli che sono difficili da riprodurre in un profilo. La curva guida dell'estrusione deve essere un'entità unica e quindi deve essere unita con il comando EDITPL.

Si possono estrarre solo forme 2D chiuse non intersecantesi secondo direzione perpendicolarmente al piano del profilo di base, indipendentemente dall'orientamento dell'UCS corrente. E' possibile definire un angolo di rastremazione che può essere positivo per una inclinazione verso l'interno, o negativo per un allargamento del solido verso l'esterno. Se l'angolo inserito fa chiudere il solido prima dell'altezza definita, il solido termina e non genera solidi negativi.

Il comando è il seguente:

Comando: **ESTRUDI**

Densità wireframe corrente: ISOLINES=4

Selezionare oggetti: trovato(i) 1 **(scegliere il profilo)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per fine selezione)**

Specificare altezza di estrusione o [Traiettorie]: 11 **(digitare valore dell'altezza)**

Specificare angolo di rastremazione per l'estrusione <0>: **(INVIO per confermare il valore 0)**

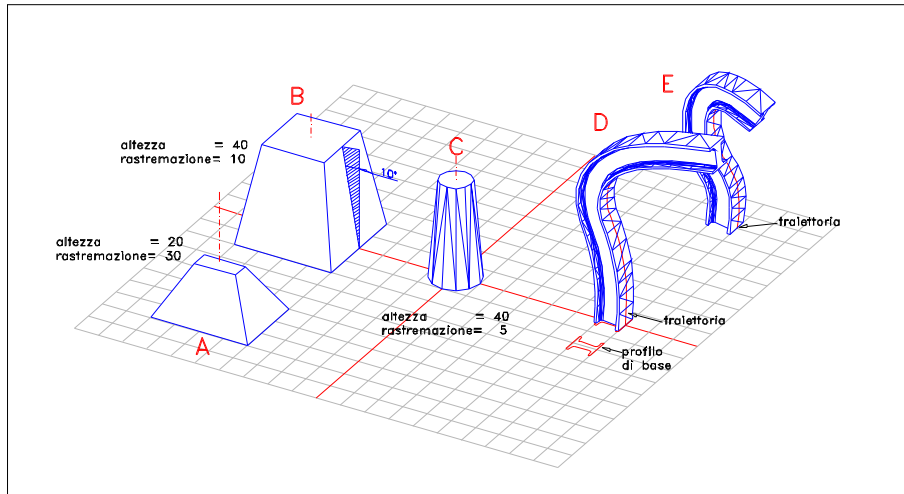


Figura 4.27 - Esempi di costruzione di solidi mediante estrusione. Gli esempi A, B e C hanno una rastremazione con angolo diverso, mentre gli esempi D e E sono dei solidi generati da una estrusione di un profilo di base lungo una traiettoria formata da una polilinea 3D.

Inserendo un angolo di rastremazione, come nella Figura 4.27 si ottiene un solido a forma piramidale rastremato verso l'alto. Se si vuole estrudere il profilo di base lungo un vettore o una curva, si sceglie l'opzione **Traiettorie**:

Specificare altezza di estrusione o [Traiettorie]: **T** **(scelta l'opzione T)**

Selezionare traiettoria di estrusione o [Angolo di rastremazione]:

(cliccare sulla curva)

La traiettoria (o direttrice) può essere una linea, una curva, un arco, un polilinea, una spline oppure altre entità convertite però in polilinea giacente su un unico piano e quindi non può essere *liberamente orientata* nello spazio. L'estrusione avviene in modo perpendicolare alla traiettoria posizionandola temporaneamente al centro del profilo, come in Figura 4.28.

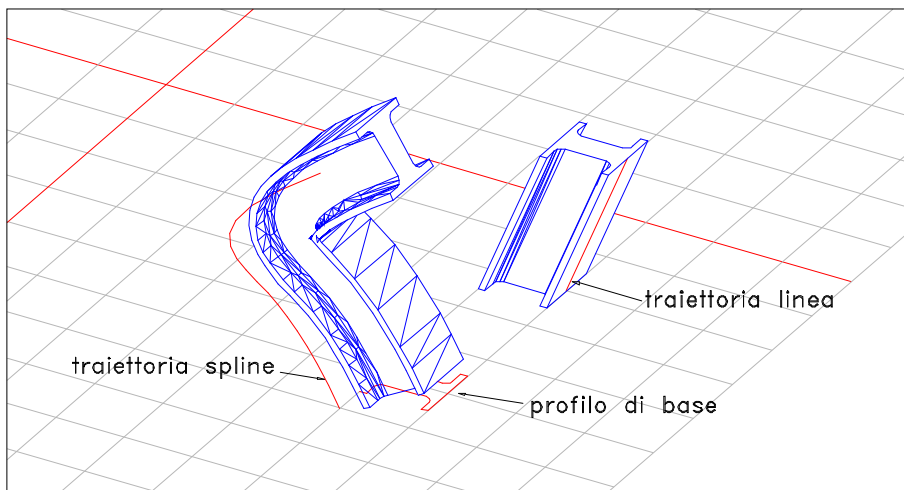


Figura 4.28 - Se la traiettoria è una linea anche se è inclinata, l'estrusione parte dalla posizione del profilo di base, se invece è una spline o una polilinea, l'estrusione parte dalla perpendicolare alla traiettoria inclinando il profilo. Nei due solidi il profilo di base è uguale.

Nella Figura 4.28 si può notare come è possibile selezionare una traiettoria anche se non intercetta il profilo di base o non è sullo stesso piano. AutoCAD sposta temporaneamente la traiettoria al centro del profilo e crea l'estrusione a partire dalla perpendicolare della traiettoria se questa è una curva.

Nel caso di una traiettoria-linea, la base non viene ruotata ma genera un'estrusione inclinata.

Rivoluzione

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Rivoluzione	Disegna Solidi Rivoluzione	RIVOLUZIONE	RIV

Il comando **RIVOLUZIONE** crea un solido per estrusione circolare mediante una rotazione di un profilo 2D attorno ad un asse. È possibile ruotare polilinee chiuse, poligoni, cerchi, ellissi, spline chiuse, anelli e regioni. Non è invece possibile ruotare gli oggetti contenuti in un blocco o polilinee con segmenti che si intersecano. Le polilinee e le spline devono essere chiuse. È inoltre possibile ruotare un solo oggetto alla volta.

La rotazione avviene sempre secondo la convenzione della mano destra ed è positiva nel senso antiorario (CCW - Counter Clockwise).

Comando: **RIVOLUZIONE**

Densità wireframe corrente: ISOLINES=4

Selezionare oggetti: trovato(i) 1 (selezionare il profilo)

Selezionare oggetti: (INVIO per fine selezione)

Specificare punto iniziale per asse di rivoluzione o definire asse per [Oggetto/X (asse)/Y (asse)]: <Osnap off> O (digitato Oggetto)

Selezionare un oggetto: (selezionare l'asse)

Specificare angolo di rivoluzione <360>: -180 (digitare l'angolo)

Nella figura 4.29 sono riportati alcuni esempi di costruzione di un solido di rivoluzione utilizzando lo stesso profilo che ruota attorno ad assi diversi.

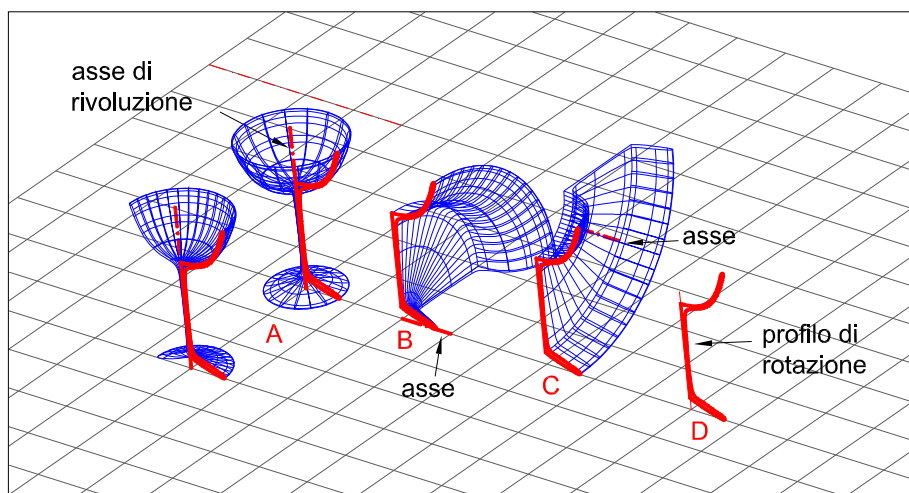


Figura 4.29 - Alcuni esempi di rivoluzione: l'esempio A mostra il risultato di una rotazione di 360 gradi e una di 180 gradi attorno all'asse verticale. Gli altri esempi B e C sono dei solidi di rivoluzione di 90 gradi attorno a due assi diversi.

La scelta dell'asse di rivoluzione può essere fatta nei seguenti modi:

- mediante l'indicazione di due punti sul disegno, presi come punto iniziale e punto finale dell'asse (default);
- scegliendo direttamente un oggetto, ovviamente una linea;
- scegliendo l'opzione *asse X* o *asse Y* attorno al quale avverrà la rotazione.

L'asse di rotazione non deve essere complanare con il profilo ma deve essere perpendicolare e i due punti usati per definire l'asse possono avere qualunque distanza. Il terzo modo, **X (asse)/Y (asse)**, non permette di controllare appieno il punto di passaggio dell'asse di rivoluzione e quindi è sconsigliato.

Nella costruzione di un solido di rivoluzione i fattori da tenere presente sono i seguenti:

- assicurarsi di chiudere sempre le polilinee e le spline del profilo di rivoluzione. Un profilo aperto o non perfettamente chiuso non permette la rotazione. AutoCAD infatti avverte: Impossibile eseguire la rivoluzione dell'oggetto selezionato.
- per chiudere un profilo si può editare la polilinea o la spline e scegliere l'opzione *Chiudi* oppure trasformare il profilo in Regione con il menu *Disegna | Regione*. Controllare sempre la risposta del sistema ai vari comandi: se una polilinea non è perfettamente chiusa viene dato il messaggio: 0 segmenti aggiunti alla polilinea oppure Creazione eseguita di 0 regioni. Ricordarsi che il sistema ha sempre ragione e se non esegue un processo vuol dire che qualcosa non torna.
- dopo aver creato il solido di rotazione, eseguire sempre RIGEN per visualizzare le facce che, a seconda delle schede grafiche usate, possono non essere subito visibili;
- il profilo usato per la rivoluzione viene inglobato nel solido quindi non è più utilizzabile. Se si ritiene che possa ancora servire creare una copia prima della rivoluzione.
- la rotazione avviene sempre in senso antiorario attorno alla direzione positiva dell'asse selezionata;
- il senso di rotazione dipende dalla selezione dell'asse: se si seleziona la parte vicino all'origine della linea, la rotazione avviene in senso positivo, mentre se si seleziona lontano dall'origine la rotazione avviene in senso negativo. Rispetto alla posizione dell'UCS un'asse-linea ha una direzione: il senso di rotazione dipende da quale mezzeria viene selezionata.

4.5 Operazioni booleane

Come esposto all'inizio di questo capitolo, le operazioni booleane permettono di creare dei solidi complessi a partire dalle primitive solide mediante 3 operazioni di trasformazione: **unione**, **sottrazione** e **intersezione**. Le operazioni si possono applicare sia ad un solido 2D (Regione) sia ad un solido 3D come le primitive tridimensionali analizzate in precedenza.

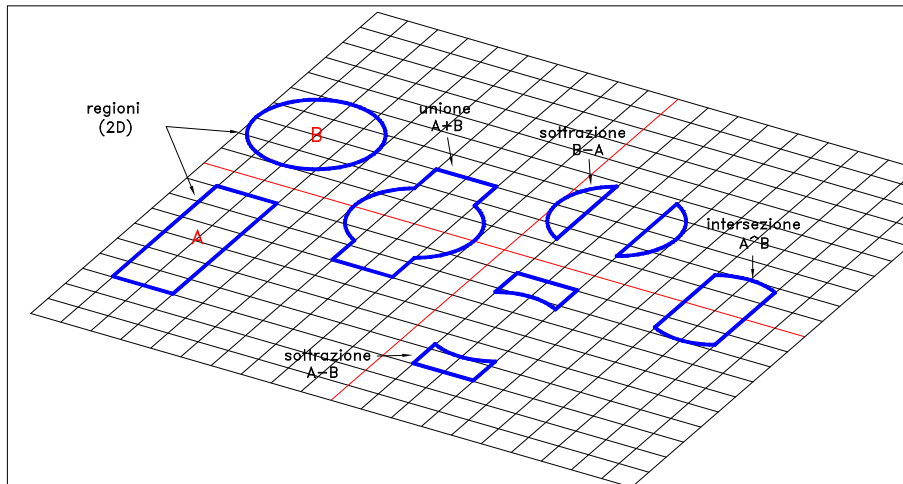


Figura 4.30 - Operazioni booleane su solidi Regioni. Dalle due Regioni iniziali, è stato creato un solido per unione, due per sottrazione invertendo il solido sorgente ed infine un solido che è il risultato dell'intersezione dei due originali.

Una operazione booleana genera un nuovo solido che sostituisce il precedente. È possibile unire regioni o solidi anche distinti che non si intersecano.

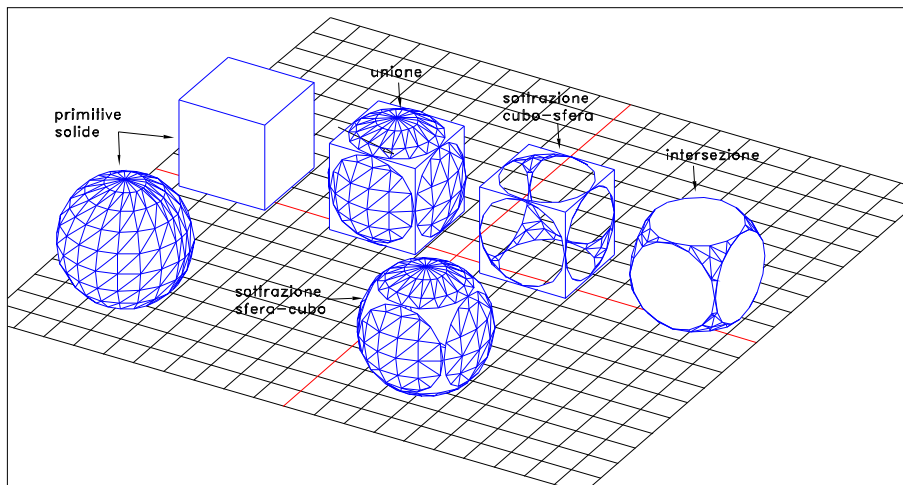


Figura 4.31 - Operazioni booleane fatte su due solidi primitive: un cubo e una sfera. Le operazioni sono le stesse della modifica precedente e i solidi come si vede sono il risultato delle tre operazioni.

Unione

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Modifica solidi Unisci	Edita Modifica solidi Unisci	UNIONE	UNI

Con la funzione booleana **UNIONE** si possono unire due o più solidi fra di loro in modo da creare un solido unico complesso. Il solido creato appartiene al layer del primo solido selezionato e avrà le stesse caratteristiche di questo, se i solidi selezionati hanno caratteristiche diverse.

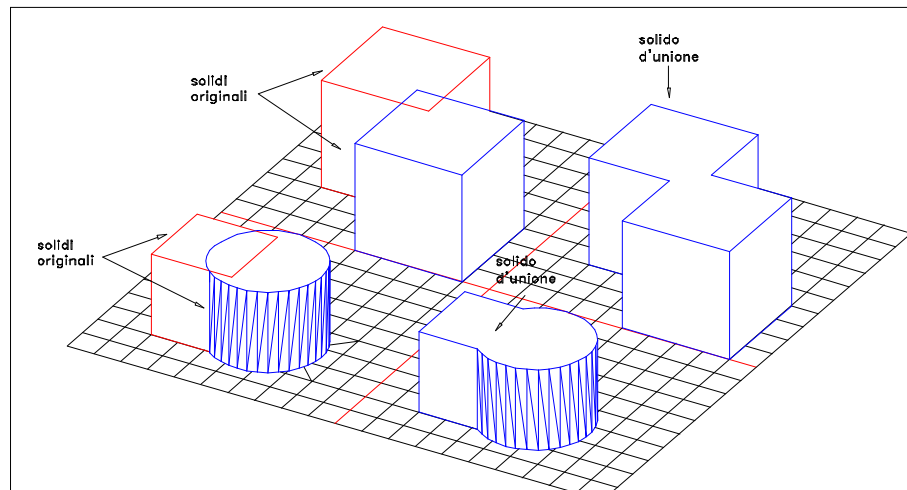


Figura 4.32 - Sottrazione di un cubo da una sfera e viceversa. A seconda del solido origine che si seleziona, il risultato cambia in modo sostanziale.

Sottrazione

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Modifica solidi Sottrai	Edita Modifica solidi Sottrai	SOTTRAI	SOT

Per sottrarre dei solidi ad altri solidi si deve selezionare prima i solidi origine e poi i solidi da sottrarre. Fra la prima selezione e la seconda si deve dare INVIO per confermare la fine della prima selezione.

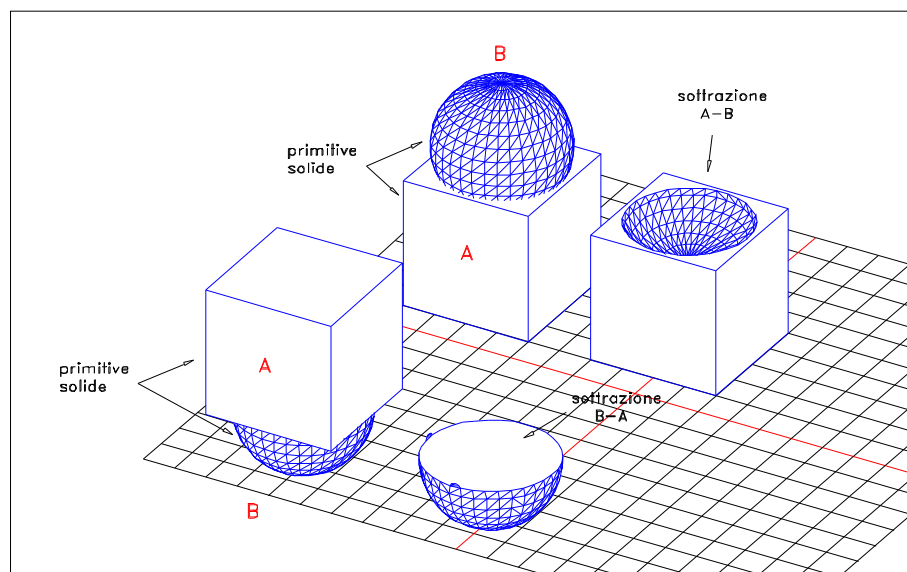


Figura 4.33 - Sottrazione di un cubo da una sfera e viceversa. A seconda del solido origine che si seleziona, il solido risultante si modifica in modo sostanziale.

Intersezione

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Modifica solidi Interseeca	Edita Modifica solidi ! Interseeca	INTERSECA	IT

Il comando **INTERSECA** crea regioni o solidi composti dall'intersezione di due o più regioni o solidi ed elimina le aree esterne all'intersezione. La funzione INTERSEZIONE calcola l'area di sovrapposizione di due o più regioni esistenti e il volume comune di due o più solidi esistenti.

Il gruppo di selezione può contenere regioni e solidi che si trovano su un numero illimitato di piani arbitrari. Il gruppo di selezione viene suddiviso in sottogruppi, all'interno dei quali viene verificata l'esistenza di intersezioni. Il primo sottogruppo contiene tutti i solidi del gruppo di selezione. Il secondo sottogruppo contiene la prima regione selezionata e tutte le regioni complanari successive. Il terzo sottogruppo contiene la successiva regione non complanare con la prima e tutte le successive regioni complanari e così via finché tutte le regioni non appartengono allo stesso sottogruppo.

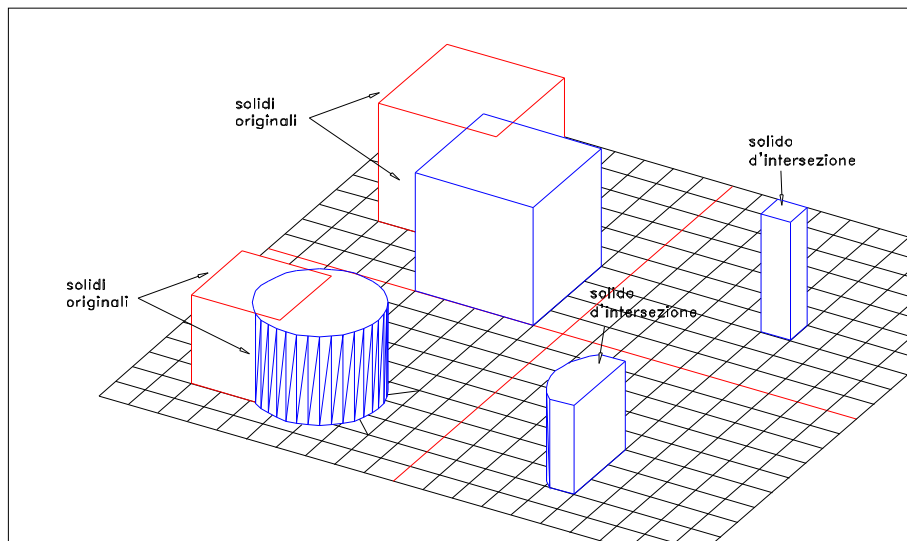


Figura 4.34 - Creazione di un solido per intersezione a partire dagli stessi solidi precedenti. Viene mantenuta solo la parte di solido che sovrappone ai due solidi.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno eser_04_01.dwg e trasformare le Regioni come negli obiettivi da ottenere usando operazioni booleane.
2. Aprire il disegno eser_04_02.dwg e compiere le trasformazioni usando le operazioni booleane.
3. Aprire il disegno eser_04_03.dwg e usando le operazioni booleane fare la sottrazione e l'intersezione nei solidi.
4. Aprire il disegno eser_04_04.dwg e inserire un tronco di cono di raggio di base 20, altezza 60 e con raggio della parte superiore di 5.
5. Aprire il disegno eser_04_05.dwg e inserire un cuneo di lato 40 x 50 e altezza 50 come nel disegno.
6. Aprire il disegno eser_04_06.dwg e creare i due solidi in estrusione con angolo di rastremazione di 10 gradi.
7. Aprire il disegno eser_04_07.dwg e creare dei solidi in estrusione lungo una traiettoria come negli esempi.
8. Aprire il disegno eser_04_08.dwg e creare dei solidi di rivoluzione a partire dai profili inseriti nel disegno.

Modifica dei solidi

Contenuti

Quando si creano dei solidi, è consigliato inserire le primitive o i solidi complessi in una posizione nota e se possibile inserirli già nella posizione finale. Per questo è importante progettare sia le fasi di modellazione sia la posizione che assumerà il solido una volta creato. Comunque è sempre possibile spostare e editare i solidi anche dopo essere stati creati.

Indice

- 5.1 Funzioni di modifica nello spazio: sposta, allinea, ruota 3D, specchio 3D, serie 3D,
- 5.2 Modifica dei solidi: cima, raccordo, trancia
- 5.3 La modifica delle features: MODIFSOLIDI
 - 5.3.1 opzioni Faccia: estrudi, sposta, offset, cancella, ruota, rastremazione, colora, copia
 - 5.3.2 opzioni Spigolo: colora, copia
 - 5.3.3 opzioni Corpo: impronta, elimina, separa, svuota, verifica

Comandi trattati:

SPOSTA, ALLINEA, RUOTA3D, SPECCHIO3D, SERIE3D, CIMA, RACCORDO, TRANCIA, MODIFSOLIDI con opzioni.

5.1 Funzioni di modifica nello spazio

Dopo aver creato i solidi è spesso necessario spostarli nello spazio per posizionarli nel punto voluto. Di norma è importante progettare il proprio modello sia nelle fasi di modellazione sia nella posizione che assumerà il solido una volta creato. Sarà sempre possibile comunque modificare un solido sia nella forma sia nella posizione con le numerose funzioni di editazione fornite da AutoCAD.

Sposta

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Edita Sposta	Edita Sposta	SPOSTA	S

Per spostare i solidi nello spazio si utilizza il normale comando **SPOSTA** che viene usato anche nel disegno 2D. Mentre nel disegno 2D lo spostamento avviene sul piano XY mediante una traslazione, nello spazio per spostare un solido è necessario utilizzare gli *snap ad oggetto* oppure ricorrere alle coordinate X,Y,Z.

Nella Figura 5.1 è illustrata la sequenza di spostamento del cuneo dalla posizione a destra fino a combaciare con il cubo.. Notare che si sta lavorando in vista assonometrica e pertanto è assolutamente impossibile spostare un solido senza utilizzare gli snap ad oggetto o le coordinate assolute. Inoltre nella figura non viene visualizzata la posizione dell'UCS corrente e quindi è difficile capire la posizione del piano di disegno corrente.

La sequenza di dialogo con il sistema è la seguente:

- Comando: **SPOSTA**
- Selezionare oggetti: trovato(i) 1 (**selezionare il cuneo**)
- Selezionare oggetti: (**INVIO per fine selezione**)
- Specificare punto base o spostamento: **FIN** (**digitare lo snap FIN e scegliere il punto 1**)
- Specificare secondo punto di spostamento oppure <Utilizza primo punto come spostamento>: **FIN** (**digitare lo snap FIN e scegliere il punto 2**)

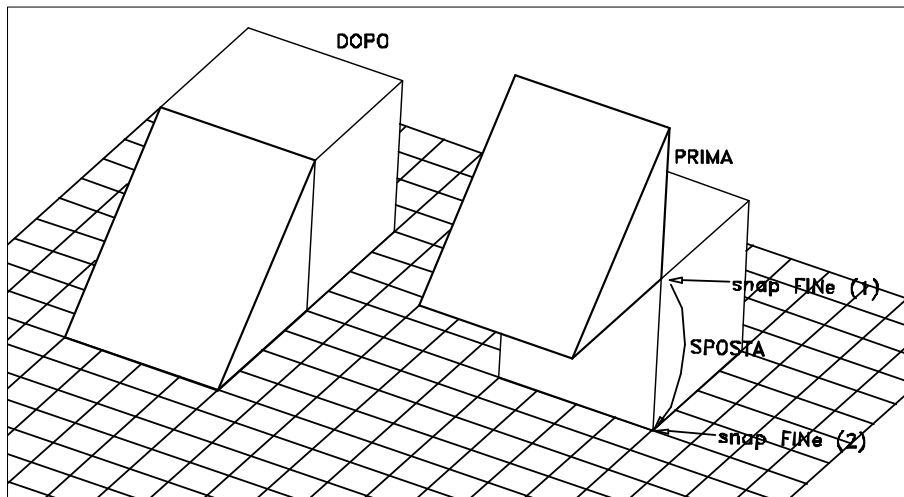


Figura 5.1 - Lo spostamento del cuneo avviene usando il comando SPOSTA con lo snap ad oggetto FINE puntato sui due spigoli dei solidi indicati, al fine di ottenere un posizionamento preciso.

Nel dialogo con il sistema lo snap ad oggetto **FINe** può essere digitato da tastiera usando solo le tre lettere riportate in maiuscolo nel prompt del comando. In alternativa lo stesso snap può essere scelto dal menu di *scelta rapida* che si apre premendo i tasti *Ctrl+tasto destro del mouse*.



Disegnando nello spazio non dobbiamo cadere nell'illusione di poter spostare gli oggetti liberamente e trovarli esattamente dove *sembrano* essere. Il monitor presenta una visualizzazione bidimensionale di uno spazio *tridimensionale*, quindi è una convenzione e alla spesso un'illusione ottica. Non è possibile definire un punto nello spazio (3 coordinate) controllando solo le due coordinate che il monitor ci permette di specificare. Questo è il limite che dobbiamo tenere presente: per questo si ricorre alla convenzione del piano di disegno, che in AutoCAD prende il nome di **UCS**.

Quando si lavora in una vista assonometrica è necessario tenere presente che tutto avviene sul piano dell'UCS corrente, anche quando tracciamo una semplice linea. Questa *proprietà* (meglio sarebbe definirla *limite*) deve essere tenuta in molta considerazione nonostante che l'effetto visivo ci porti a credere di poter spostare gli oggetti liberamente e trovarli dove pensiamo di averli messi. Il limite di operare con un sistema CAD è di dover lavorare su un piano bidimensionale che è il **piano di lavoro** corrente. Il piano in AutoCAD prende il nome **UCS** mentre in altri sistemi assume nomi diversi ma in tutti i sistemi esiste l'obbligo di operare su un piano 2D. Questo limite è comprensibile se pensiamo che una vista tridimensionale, sia assonometrica sia prospettica, viene rappresentata su uno schermo piano rappresentato dal monitor. Manca quindi completamente la possibilità di indicare direttamente la terza coordinata almeno con i sistemi di puntamento attuali. Solo con l'uso dei guanti o del mouse 3D sarà possibile, in futuro, spostare gli oggetti nello spazio in modo esatto.

Allinea

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Edita Allinea	Edita Operazioni 3D Allinea	ALLINEA	ALLI

Il comando **ALLINEA** permette di disporre degli oggetti su uno, due o tre punti. Nello spazio il comando permette di eseguire più operazioni allo stesso tempo, e cioè una traslazione e una rotazione insieme con un unico comando.

Nello spazio bidimensionale si possono utilizzare al massimo due coppie di punti da allineare, mentre nello spazio per allineare due solidi è necessario specificare 3 punti, per la nota proprietà del piano nello spazio euclideo: per definire un piano sono necessari 3 punti.

Anche nello spazio però è possibile utilizzare solo una o due coppie di punti di allineamento: per questo è sufficiente dare invio alla richiesta del secondo o del terzo punto.

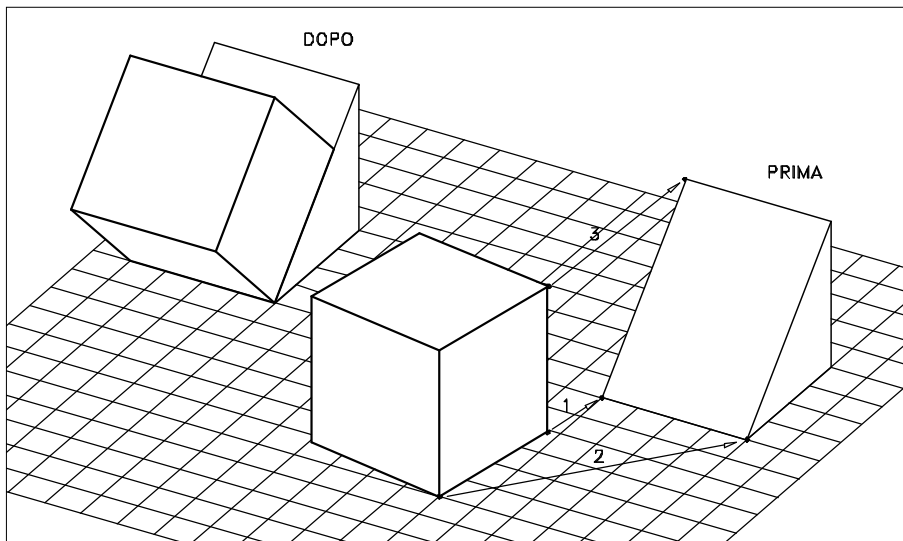


Figura 5.2 - Per allineare una faccia del cubo sulla faccia inclinata del cono, il modo più veloce e preciso è utilizzare ALLINEA con tre coppie di punti. I punti vengono allineati esattamente come sono selezionati, quindi bisogna prestare attenzione alla sequenza seguita.

La sequenza seguita per allineare la faccia del cubo con quella del cono è la seguente:

Comando: **ALLINEA**

Selezionare oggetti: **(selezionare il solido)**

Selezionare oggetti: (INVIO per fine selezione)

Specificare primo punto di origine: **(selezionare il primo vertice da spostare)**

Specificare primo punto di destinazione: **(selezionare il punto destinazione)**

Specificare secondo punto di origine: **(selezionare il secondo vertice da spostare)**

Specificare secondo punto di destinazione: **(selezionare il punto destinazione)**

Specificare terzo punto di origine: **(selezionare il terzo vertice da spostare)**

Specificare terzo punto di destinazione: **(selezionare il punto destinazione)**

Per allineare su un piano due solidi, come in Figura 5.2, si possono utilizzare due coppie di punti.

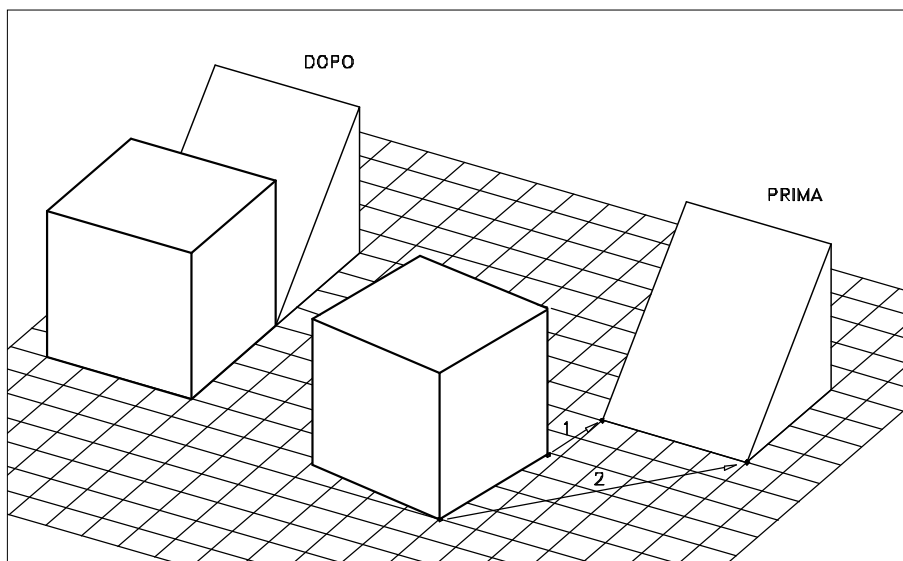


Figura 5.3 - Allineamento di due coppie di punti nei due solidi. In questo caso è richiesto solo l'allineamento di uno spigolo dei solidi e non della faccia: sono sufficiente quindi solo due punti per creare la rotazione.

Se alla terza richiesta del sistema si dà invio al posto di indicare la coppia di punti, viene chiesto se è necessario scalare l'oggetto da posizionare in modo che i due punti coincidano. Se si risponde in modo

affermativo, tutto l'oggetto sarà scalato con lo stesso valore individuato dal sistema per allineare i due punti. Questa modalità vale sia in 2D che in 3D.

Specificare terzo punto di origine: **(dare INVIO)**

Scalare oggetti in base ai punti di allineamento?[Sì/No] <N>: S(per confermare la scalatura)

Nella Figura 5.4 è stata fatta una doppia modifica sul solido selezionato: di **posizionamento** per far coincidere la faccia con quella del secondo solido e di **scalatura** per far corrispondere anche le dimensioni con quelle delle facce del solido di riferimento.

In questo caso si è adottata una metodologia flessibile attraverso l'utilizzo del comando **ALLINEA** due volte: la prima con **tre copie** di punti per posizionare il pezzo in asse e la seconda con **due coppie** di punti per ottenere la scalatura del pezzo.

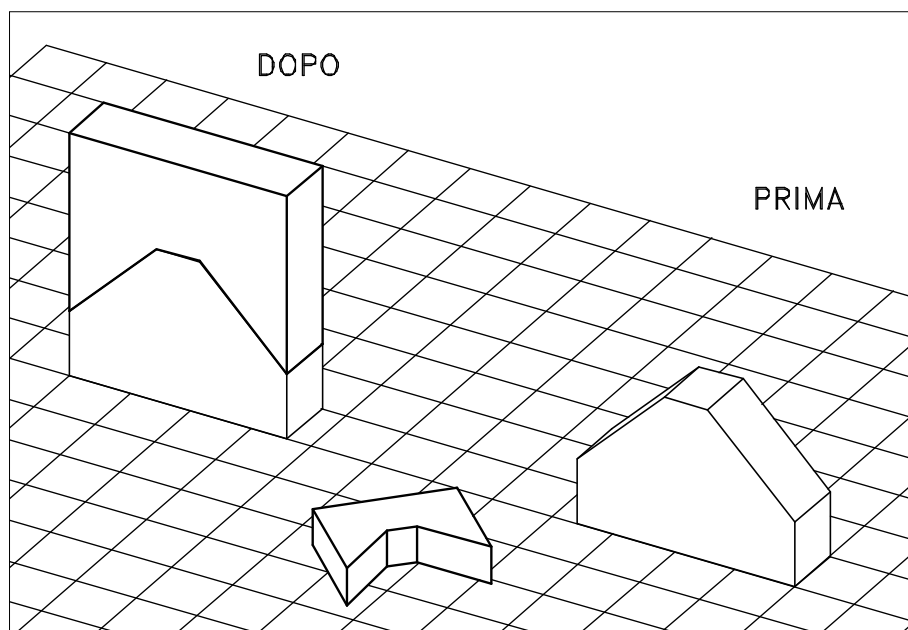


Figura 5.4 - Allineamento di due solidi con scalatura del secondo pezzo. Per compiere questa trasformazione di posizione e di scalatura, è stato necessario eseguire due volte il comando ALLINEA.



Anche nella modellazione CAD è il risultato quello che conta e quasi sempre il processo per raggiungere il risultato non è manifesto. Il tempo impiegato nel lavoro, purtroppo o per fortuna, non è visibile e non concorre a determinare il valore del lavoro. La modifica della Figura 5.6 poteva essere fatta in un'unica azione, utilizzando una sola volta il comando ALLINEA. Questo però richiedeva la valutazione dell'orientamento dei solidi, delle normali delle facce e della direzione di estrusione. Per non perdere tempo, si è adottata una strategia *flessibile*, di avvicinamento per gradi al risultato da ottenere.

Ruota 3D

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
		Edita Operazioni 3D Ruota 3D	RUOTA3D	-

Il comando **RUOTA3D** permette di ruotare un oggetto 3D attorno ad un qualsiasi asse posizionato nello spazio. Nella modellazione solida, il comando è molto utile nel posizionamento dei solidi nello spazio.

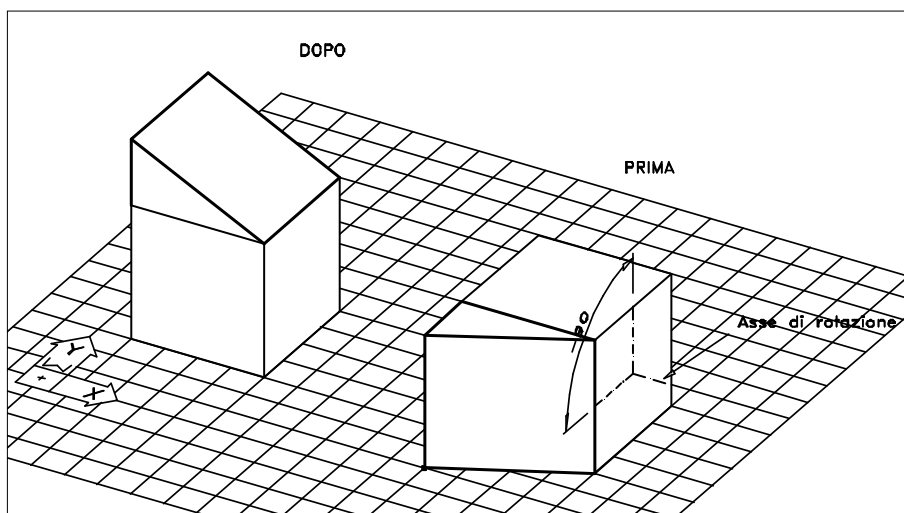


Figura 5.5 - Rotazione di -90 gradi del cuneo attorno all'asse indicata, orientata con l'asse X.

Le sequenza di dialogo con il sistema è la seguente:

Comando: **RUOTA3D**

Angolo positivo corrente: ANGDIR=antiorario ANGBASE=0

Selezionare oggetti: **(selezionare il cuneo)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per fine selezione)**

Specificare primo punto sull'asse o definire l'asse per [Oggetto/ Prec/ Vista/ asseX/ asseY/ asseZ/2punti]: **X** **(digitare X per l'asse X)**

Specificare un punto sull'asse X <0,0,0>: **(selezionare un estremo dell'asse)**

Specificare angolo di rotazione o [Riferimento]: **-90** **(angolo di rotazione)**

La rotazione è avvenuta attorno all'asse X con l'indicazione del punto sull'asse (0,0,0) sull'estremo dell'asse. L'angolo è negativo perché la rotazione, rispetto all'asse X, avviene in *senso orario*, quindi **negativo**.

Notare che indicando l'asse **X** è necessario indicare il centro di rotazione (0,0,0) del solido e quindi un punto sull'asse di rotazione. In alternativa si può scegliere l'opzione *Oggetto* e scegliere quindi direttamente l'asse di rotazione indicata nel disegno. Questo però richiede la presenza nel disegno di una linea coincidente con l'asse di rotazione.

Se non è presente una linea esattamente nella posizione dell'asse di rotazione, si può operare una delle seguenti scelte:

- si traccia la linea d'asse prima della rotazione e la si seleziona come *Oggetto*;
- si utilizza un'asse orientata dell'UCS (opzioni X, Y, Z) e si indica l'origine 0,0,0 sull'asse di rotazione;
- si posiziona l'UCS con l'asse X (o asse Y o asse Z) esattamente nella posizione dell'asse di rotazione e il centro sarà l'origine 0,0,0;
- si utilizza l'opzione *2 punti* (si digita 2) e si selezionano sul disegno i due punti di passaggio dell'asse.

Specchio 3D

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	-	Edita Operazioni 3D Specchio 3D	SPECCHIO3D	-

Il comando **SPECCHIO3D** funziona in modo simile al comando **SPECCHIO** del disegno bidimensionale, con la differenza che invece di richiedere un *asse di riflessione* come per la copia 2D, nello spazio viene richiesto un *piano di riflessione* che può essere definito in diversi modi.

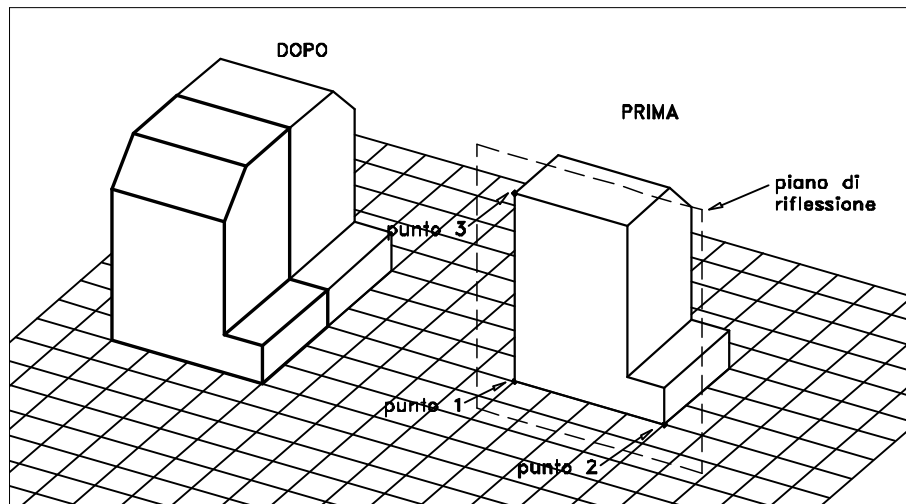


Figura 5.6 - Copia speculare di un solido con il comando SPECCHIO3D. Il piano di riflessione è stato individuato mediante 3 punti.

Per attuare una riflessione come in Figura 5.6 le opzioni da scegliere sono le seguenti:

```

Comando: SPECCHIO3D
Selezionare oggetti: (selezionare il cuneo)
Selezionare oggetti: (INVIO per fine selezione)
Specificare primo punto del piano speculare (3 punti) o
[Oggetto/ Prec/ asseZ/ Vista/ XY/ YZ/ ZX/ 3punti] <3punti>: 3 (scelta opzione 3 punti)
Specificare primo punto sul piano speculare: (indicare il primo punto)
Specificare secondo punto sul piano speculare: (indicare il secondo punto)
Specificare terzo punto sul piano speculare: (indicare il terzo punto)
Eliminare gli oggetti sorgente? [Sì/No] <N>: (INVIO per confermare la scelta No)

```

Per compiere la copia speculare del solido, si è scelta l'opzione *3 punti* perché di più facile ed immediato utilizzo: nella figura è evidente che il piano coincide con una faccia del solido e quindi è stata selezionata questa per l'indicazione dei tre punti. Notare anche che la sequenza nell'indicare i punti non è casuale ma coincide con la posizione di un eventuale UCS rivolto verso il disegno. La posizione corrente dell'UCS non influenza la scelta con le opzioni *3 punti*, *Oggetto* e *asseZ*, mentre è determinante per le opzioni *XY*, *YZ* e *ZX*.

Le altre opzioni per la copia speculare sono le seguenti:

-Oggetto. Selezionando un oggetto 2D il piano speculare coincide con il piano sul quale giace l'oggetto. Se si seleziona un arco o un cerchio, il piano è quello nel quale giacciono, se si seleziona una polilinea il piano è quello dell'UCS al momento della creazione. Non è possibile selezionare un solido o un oggetto 3D ma solo oggetti 2D. Nella Figura 5.7 è stato selezionato come *Oggetto* il rettangolo di costruzione che visualizza il piano di riflessione.

-**Prec.** Sta per *Precedente* e indica il piano della precedente operazione di specchiatura.

- **AsseZ.** Con questa opzione, il piano di specularità è il piano XY perpendicolare al vettore Z che viene specificato. Nella Figura 5.7 la modalità asseZ, in basso a destra, richiede la specifica di un punto sul *piano speculare* e quindi un punto sull'*asse Z*.

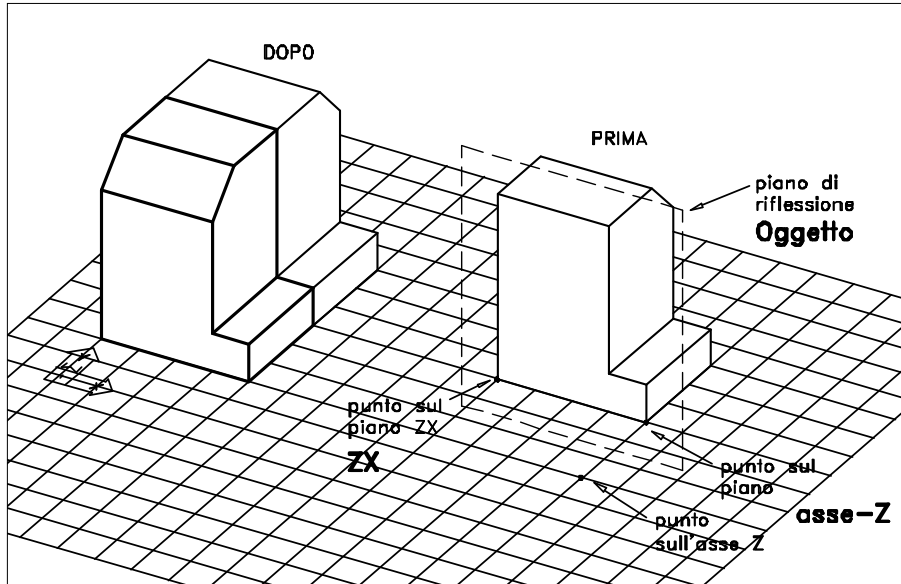


Figura 5.7 - Visualizzazione di 3 opzioni per la copia speculare dello stesso solido: le opzioni sono *Oggetto*, *asseZ* e piano ZX.

La scelta del piano ZX è in relazione della posizione corrente dell'UCS, che qui è rappresentato all'origine, mentre le prime due sono indipendenti dalla posizione corrente dell'UCS.

- **Vista.** Con l'opzione Vista viene scelto come piano di specularità il piano di vista corrente. Di difficile uso, non ha molta utilità.
- **XY/YZ/ZX.** Con queste opzioni viene posizionato un piano di riflessione parallelo al piano XY, YZ o ZX dell'UCS corrente. Nella Figura 5.7, data la posizione dell'UCS corrente, è possibile scegliere l'opzione **ZX** e indicare come punto di passaggio del piano il punto sulla faccia del solido, come indicato nel disegno.

```
Specificare primo punto del piano speculare (3 punti) o
[Oggetto/ Prec/ asseZ/ Vista/ XY/ YZ/ ZX/ 3punti] <3punti>: ZX (scelta
opzione piano ZX)
Specificare punto sul piano ZX piano <0,0,0>: (indicare il punto)
Eliminare gli oggetti sorgente? [Sì/No] <N>: (INVIO per confermare la scelta
No)
```

Come si può vedere, il comando **SPECCHIO3D** offre diverse e potenti opzioni per definire il piano speculare e quindi facilita molto le operazioni di creazioni di solidi simmetrici: la parte difficile però è l'individuazione del piano di simmetria e quali elementi presenti nel disegno utilizzare per *agganciare* i punti di passaggio del piano.

Infatti sono ben note le seguenti proprietà geometriche che sono alla base della trasformazione di copia speculare :

- per individuare una **retta** sono necessari **due punti** (per operazioni di SPECCHIO in con oggetti 2D)
- per individuare un **piano** sono necessari **tre punti** (per operazioni di copia con il comando SPECCHIO3D)

Serie 3D

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
-	-	Edita Operazioni 3D Serie 3D	3DARRAY	-

Il comando **Serie 3D** aggiunge una terza dimensione alla matrice *righe - colonne* del comando **SERIE** bidimensionale. La terza dimensione aggiunta è rappresentata dai *livelli* che si sviluppano lungo l'asse Z quindi in altezza.

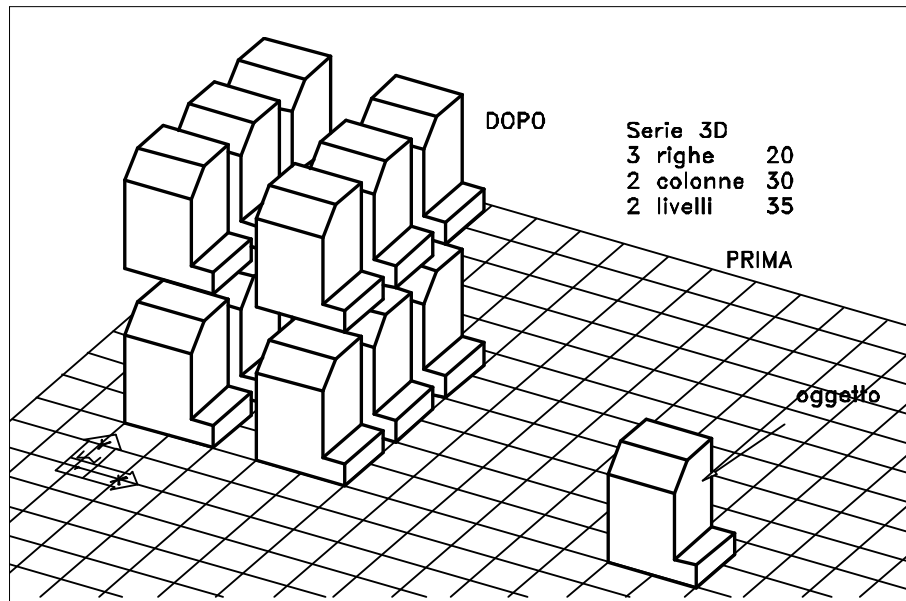


Figura 5.8 - Copia di un solido con 3DARRAY con tipo *Rettangolare*, con 3 righe, 2 colonne e 2 livelli. La posizione dell'UCS determina la direzione della copia. Per invertire la direzione si usano valori negativi.

La copia in **serie rettangolare** avviene secondo matrice polare avviene attorno ad un asse rispetto alla copia attorno ad un punto della copia in serie bidimensionale.

Comando: **3DARRAY**

Selezionare oggetti: **(selezionare il solido)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per fine selezione)**

Digitare il tipo di serie [Rettangolare/Polare] <R>: **r (scelta di Rettangolare)**

Digitare il numero di righe (---) <1>: **3 (3 righe)**

Digitare il numero di colonne (|||) <1>: **2 (2 colonne)**

Digitare il numero di livelli (...) <1>: **2 (2 livelli)**

Specificare la distanza tra le righe (---): **20 (distanza fra le righe)**

Specificare la distanza tra le colonne (|||): **30 (distanza fra le colonne)**

Specificare la distanza tra i livelli (...): **35 (distanza fra i livelli)**

Nel 3D la copia secondo il metodo **serie polare** avviene attorno ad un asse, mentre in 2D la serie polare avviene attorno ad un punto.

Il comando **Serie 3D** si applica solo per la copia rettangolare perché aggiunge la terza coordinata Z alla direzione di copiatura. Con la serie polare è possibile specificare l'asse di rotazione che è indipendente dalla posizione dall'UCS corrente. La direzione di copiatura è controllata dal valore positivo o negativo del valore inserito: tutte le copie avvengono secondo la convenzione della **mano destra**, quindi lungo il verso positivo dei tre assi rispetto all'**UCS corrente**.

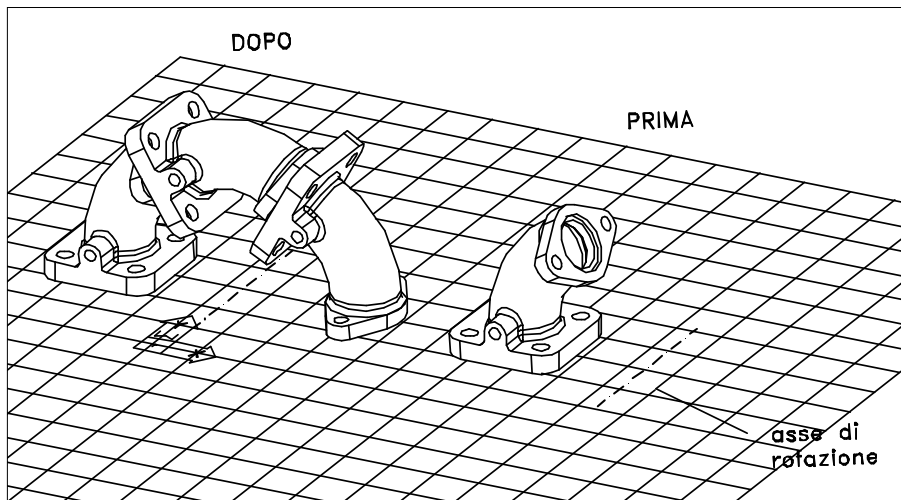


Figura 5.9 - Copie in serie polare con il comando 3DARRAY con tipo *Polare* attorno ad un asse e specificando il numero di elementi e l'angolo di copiatura.

Per copiare i due elementi di Figura 5.9 la sequenza è la seguente:

Comando: **3DARRAY**

Selezionare oggetti: **(selezionare il solido)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per fine selezione)**

Digitare il tipo di serie [Rettangolare/Polare] <R>:**p** (scelta Polare)

Digitare il numero di elementi della serie: **3** (3 oggetti da riprodurre)

Specificare angolo da riempire(+=ccw, -=cw) <360>:**120** (angolo da riempire)

Ruotare gli oggetti in serie? [Sì/No] <S>: **(INVIO per confermare la scelta Sì)**

Specificare centro della serie: **(selezionare il primo estremo dell'asse)**

Specificare secondo punto sull'asse di rotazione: **(selezionare il secondo estremo dell'asse)**

5.2 Modifica dei solidi: cima, raccordo, trancia

Sui solidi si possono fare diverse lavorazioni: in questo paragrafo vediamo quelle che sono più usate nella ridefinizione di un solido.

Cima - Chamfer

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Edita Cima	Edita Cima	CIMA	CM

Il comando **CIMA** è lo stesso comando usato anche nel bidimensionale e permette d'inserire un smusso fra due linee nel 2D e nel 3D una faccia con una definita distanza in uno spigolo. Il comando riconosce se l'oggetto selezionato è un solido e di conseguenza attiva la versione del comando relativo al solido.

Rispetto alla versione 2D, quando l'oggetto è un solido, viene offerta solo la possibilità di definire la distanza dallo spigolo e di selezionare la faccia collegata allo spigolo.

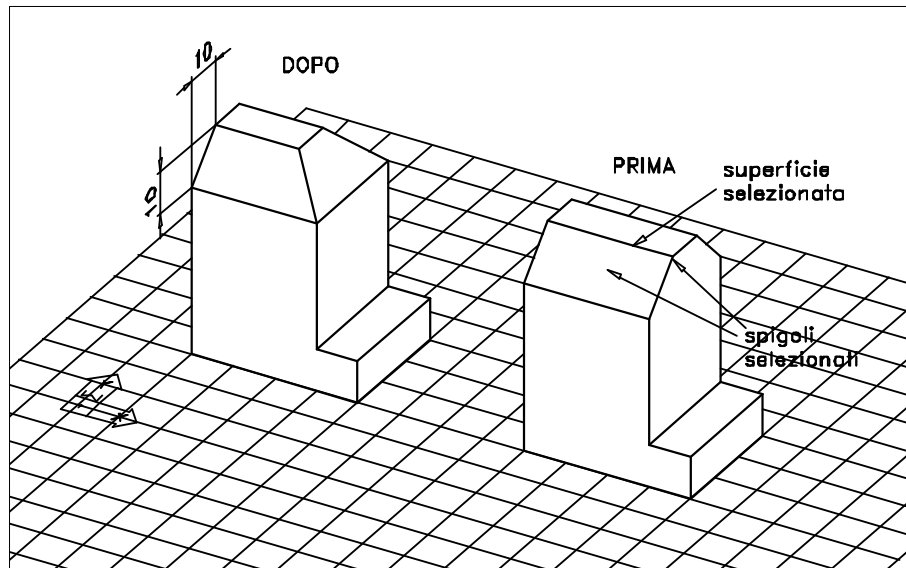


Figura 5.10 - Inserimento di due cimate sullo stesso solido: la faccia selezionata è quella in alto e gli spigoli indicati sono segnalati dalle frecce. Le quote indicano la direzione di misurazione delle due distanze di cimatura.

La sequenza per inserire le due cimate nel solido sono le seguenti:

Comando: **CIMA** (TRIMMODE 1 - Taglia)

Prima distanza corrente di cimatura = 10.00, Dist2 = 10.00 (**impostazioni correnti**)

Selezionare prima linea o

[Polilinea/Distanze/Angolo/Taglia/Metodo/Multiplo]: (**selezionare uno spigolo**)

Selezione della superficie di base

Digitare opzione di selezione superficie [Seguente/OK (corrente)]

<OK>: (**confermare la faccia**)

Specificare distanza di cimatura superficie di base <10.0000>: (**distanza dallo spigolo**)

Specificare distanza di cimatura altra superficie <10.0000>: (**distanza dallo spigolo**)

Selezionare uno spigolo o [SEquenza chiusa]: (**selezionare uno spigolo**)

Il sistema richiede di selezionare due volte lo spigolo interessato, ma solo perché riserva la possibilità di modificare la faccia selezionata e inoltre di selezionare più spigoli per inserire la cimatura, come nel caso di Figura 5.10. Con l'opzione [SEquenza chiusa] è possibile inserire una cimatura su tutti gli spigoli di una faccia in un'unica operazione di selezione.

Raccordo - Fillet

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Edita Raccorda	Edita Raccorda	RACCORDO	RA

Il comando **RACCORDO** arrotonda i segmenti intersecanti di due oggetti 2D o nel caso di solidi arrotonda gli spigoli secondo un raggio. Il comando riconosce se l'oggetto selezionato è un solido e di conseguenza attiva la versione del comando relativo al solido. Come per *Cima*, le opzioni 3D riguardano solo la possibilità di definire il *raggio* del raccordo.

Il comando *Raccorda* negli spigoli convessi di un solido toglie materiale *arrotondando* lo spigolo, mentre negli spigoli concavi aggiunge materiale *raccordando* l'angolo come si può vedere nella Figura 5.11.

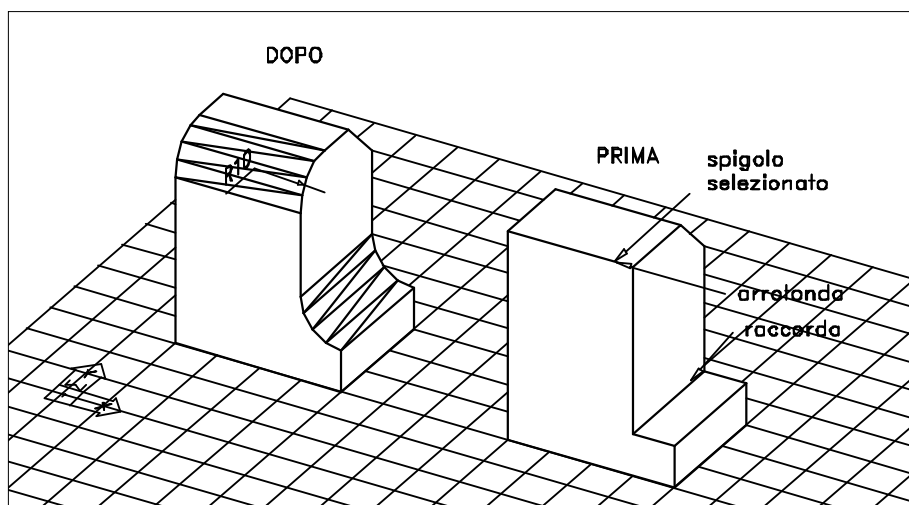


Figura 5.11 - Inserimento di due raccordi di raggio 10. Notare che a seconda del tipo di angolo, viene aggiunto o tolto il materiale; arrotonda o raccorda.

La sequenza della Figura 5.11 è la seguente:

Comando: **RACCORDO**

Impostazioni correnti: Modalità = TRIM, Raggio = 0.0000 (impostazioni correnti)

Selezionare primo oggetto o [Polilinea/RAGGIO/Taglia/Multiplo]: (selezionare lo spigolo)

Digitare raggio di raccordo: 10 (confermare o modificare)

Selezionare uno spigolo o [Sequenza/Raggio]: (selezionare lo spigolo)

Selezionare uno spigolo o [Sequenza/Raggio]: (INVIO per confermare)

1 spigolo/i selezionato/i per il raccordo.

Con l'opzione *Sequenza/Raggio* è possibile raccordare una serie di bordi collegati come in Figura 5.12.

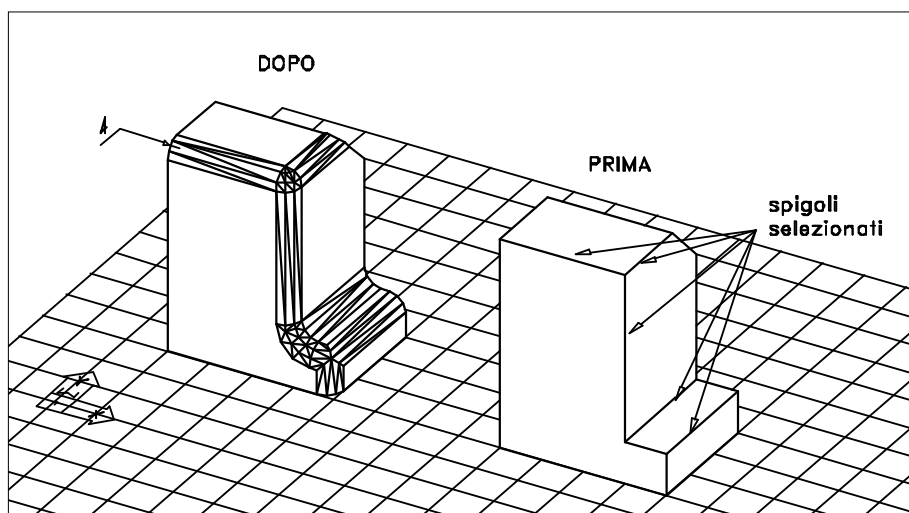


Figura 5.12 - Inserimento di una sequenza di raccordi in un solido. Non sempre è possibile selezionare tutti gli spigoli allo stesso tempo. Il risultato può cambiare a seconda della sequenza di selezione.

Trancia

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Trancia	Disegna Solidi Trancia	TRANCIA	TC

Il comando **TRANCIA** permette di operare una sezione vera e propria su un solido. Il comando taglia un solido con un piano di taglio definito. Il solido originale viene diviso in due solidi distinti con la possibilità di mantenere entrambi o di eliminare la parte non d'interesse.

Il comando **Trancia** è analogo al comando **Sezione** con la differenza che mentre il primo taglia un solido in due solidi, il comando *Sezione* inserisce una sezione bidimensionale in un solido senza modificare il solido. Il comando **Sezione** è trattato nel capitolo 6.

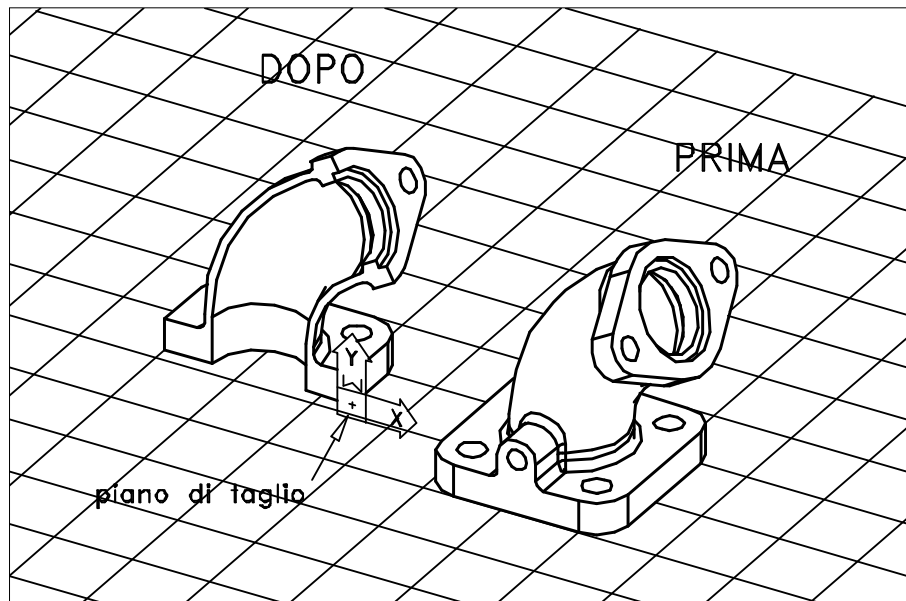


Figura 5.13 - Sezione di un solido con il comando Trancia. Il piano di taglio corrisponde al piano XY dell'UCS corrente, che è stato posizionato nella mezzeria del solido.

Per tranciare il solido di Figura 5.13 con un piano di sezione, la sequenza è la seguente:

Comando: **TRANCIA**

Selezionare oggetti: **(selezionare il solido)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per confermare)**

Specificare primo punto su piano di trancia per [Oggetto/ asseZ/ Vista/ XY/ YZ/ ZX/ 3punti] <3punti>: XY **(selezionato il piano XY dell'UCS corrente)**

Specificare un punto sul piano XY <0,0,0>: **(INVIO per confermare l'origine 0,0,0)**

Specificare un punto sul lato desiderato del piano o [mantieni Entrambi i lati]: E **(si vuole tenere entrambi i solidi)**

Il piano di sezione coincide con il piano XY dell'UCS che per questo è stato posizionato in corrispondenza della mezzeria. Le altre opzioni del comando sono molto simili a quelle del comando **Specchio** perché riguardano la definizione di un piano nello spazio a partire dall'UCS corrente o dalla definizione dei punti sul solido.

In genere per definire il piano di taglio si ricorre alle opzioni *3punti* quando nel solido sono presenti almeno 3 punti ai quali agganciare il piano virtuale. In alternativa si può posizionare l'UCS in precedenza sul solido e come piano di sezione si seleziona uno dei piani dell'UCS modificato.

5.3 La modifica delle features: MODIFSOLIDI

AutoCAD dalla versione 2000 ha introdotto un unico comando che permette di modificare i solidi nella geometria delle **facce**, dei **spigoli** e dei **corpi**. Il comando **MODIFSOLIDI** consente di modificare le **features** (lavorazioni) dei solidi mediante *estrazione*, *spostamento*, *rotazione*, *sfasamento*, *rastremazione*, *copia*, *assegnazione di un colore*, *separazione*, *svuotamento*, *eliminazione* o *controllo* delle facce e degli spigoli.

Le funzioni di modifica di **Modifsolidi** sono visibili nel menu a discesa *Edita | Modifica solidi* con le varie opzioni presentate nella Tabella 5.1.

Lo spigolo è il bordo in comune che divide due superfici e può essere rappresentato da una linea, da un arco un cerchio o una spline. Le facce sono superfici piane o curve che compongono un solido. Il corpo è definibile come un solido esistente o una forma non solida creata però con un'opzione Modifsolidi.

Unisci	operazioni booleane
Sottrai	
Interseca	
Estrudi facce	opzioni Faccia
Sposta facce	
Esegui offset facce	
Cancella facce	
Ruota facce	
Rastremazione facce	
Colora facce	
Copia facce	
Colora spigoli	opzioni Spigolo
Copia spigoli	
Impronta	opzioni Corpo
Elimina	
Separa	
Svuota	
Verifica	

L'elenco delle opzioni del comando sono presenti nel menu a discesa *Modifica solidi*.

In dettaglio le opzioni per le facce sono le seguenti:

- **Estrudi facce.** Estrude le facce piane selezionate di un corpo solido 3D ad un'altezza specificata o lungo una traiettoria. È possibile selezionare più facce contemporaneamente.
- **Sposta facce.** Sposta la faccia selezionata su un solido 3D in base ad un'altezza o una distanza specificata. È possibile selezionare più facce contemporaneamente.
- **Esegui offset facce.** Esegue lo sfalsamento delle facce in base alla stessa distanza o passando per un punto specificato. Un valore positivo aumenta la dimensione o il volume del solido, mentre un valore negativo li riduce.

Tabella 5.1 - Menu Edita | Modifica solidi

- **Cancella facce.** Cancella le lavorazioni dopo aver selezionato tutte le facce che la compongono. Se la lavorazione è un foro, il solido viene riempito, mentre se è una protrusione (sporto), viene eliminato il materiale che la formava.
- **Ruota facce.** Ruota le facce selezionate attorno ad un asse con un raggio definito.
- **Rastremazione facce.** Rastrema le facce in base ad un angolo. La rotazione dell'angolo di rastremazione è determinata dalla sequenza di selezione del punto base e del secondo punto lungo il vettore selezionato.
- **Colora facce.** Assegna un nuovo colore alle facce selezionate.
- **Copia facce.** Copia le facce di un solido come regione o corpo. Se si specificano due punti, il primo punto viene utilizzato come punto base e la copia viene posizionata rispetto a tale punto. Se si specifica un solo punto, in genere come coordinata, e si preme INVIO, la coordinata rappresenterà la nuova posizione.

Le opzioni Facce

La modifica delle facce è una delle funzioni più potenti di editazione dei solidi. Per facce s'intendono tutte le superfici che compongono geometricamente una feature. La selezione corretta delle facce riveste particolare importanza per la riuscita del comando di modifica.

Estrudi facce

Estrude le facce piane selezionate di un corpo solido 3D ad un'altezza specificata o lungo una traiettoria. È possibile selezionare più facce contemporaneamente.

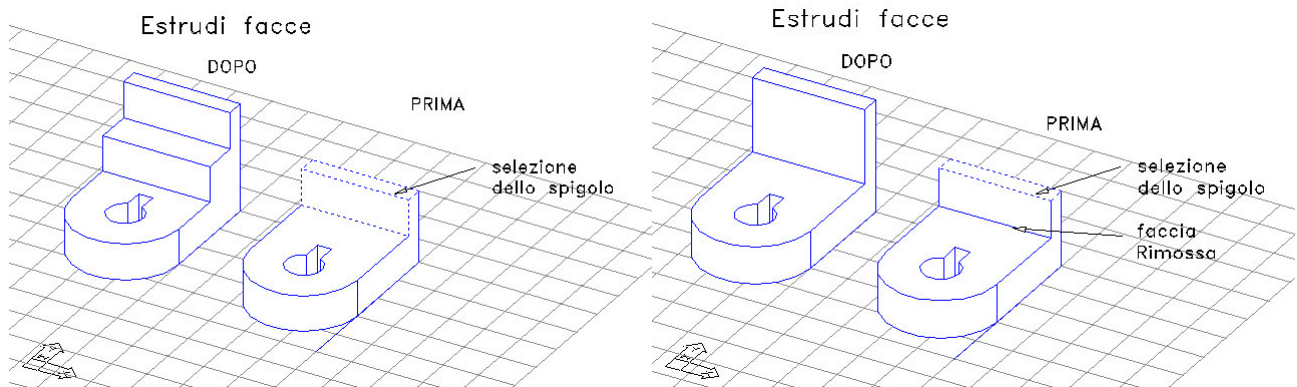


Figure 5.14-15 - Due modalità di estrusione selezionando lo stesso spigolo: a sinistra le due facce selezionate sono state estruse di 10 unità, mentre a destra è stata rimossa una faccia per avere un'estrusione in un'unica direzione.

La sequenza per estrarre solo una faccia è la seguente:

Comando: **MODIFSOLIDI**

Controllo automatico modifica solidi: SOLIDCHECK=1

Digitare un'opzione modifica

solidi[Faccia/SPigolo/Corpo/Annulla/eSci]<eSci>: **Faccia**

Digitare un'opzione di modifica faccia [EStrudi/ sPosta/ rUota/ Offset/ Rastrema/ Elimina/ Copia/ cOlore/Annulla/eSci] <eSci>: **Estrudi (scelta di Estrusione)**

Selezionare facce o [Annulla/Rimuovi]: 2 facce trovate. **(lo spigolo controlla due facce)**

Selezionare facce o [Annulla/Rimuovi/TUTTE]: **R (si deve rimuovere una faccia)**

Rimuovere facce o [Annulla/AGgiungi/TUTTE]: 2 facce trovate, 1 rimosse.

Rimuovere facce o [Annulla/AGgiungi/TUTTE]: **(INVIO per fine selezione)**

Specificare altezza di estrusione o [Traiettorie]: 10 **(valore di estrusione)**

Specificare angolo di rastremazione per l'estrusione <0>: **(INVIO per conferma 0)**

Quando si seleziona uno spigolo le facce che risultano selezionate sono due: se si vuole un'estrusione su entrambe si conferma la selezione altrimenti si deve rimuovere una faccia con l'opzione *Rimuovi* del comando. Nelle Figure 5.17 e 5.18 sono rappresentati due tipi di estrusione: su due facce nel primo esempio perché le facce selezionate erano due, mentre a destra è stata rimossa una faccia per avere l'estrusione in un'unica direzione e per un'unica faccia.

L'estrusione avviene secondo la *normale* (perpendicolare) della faccie pertanto se le facce sono più di una l'estrusione segue le varie normali.



Con il comando **Modifsolidi** è importante conoscere e saper usare le varie opzioni di selezione degli oggetti, comprese quelle di rimozione di oggetti già selezionati e di selezione multipla all'interno di uno stesso comando. Il sistema presenta le varie opzioni disponibili, come la la possibile *Rimozione di una faccia* non richiesta. È importante, quando si sbaglia, **Annullare** l'operazione invece di cancellarla.

Sposta facce

Per spostare una serie di facce di un solido corrispondenti ad una feature, è necessario selezionare tutte le facce che la compongono.

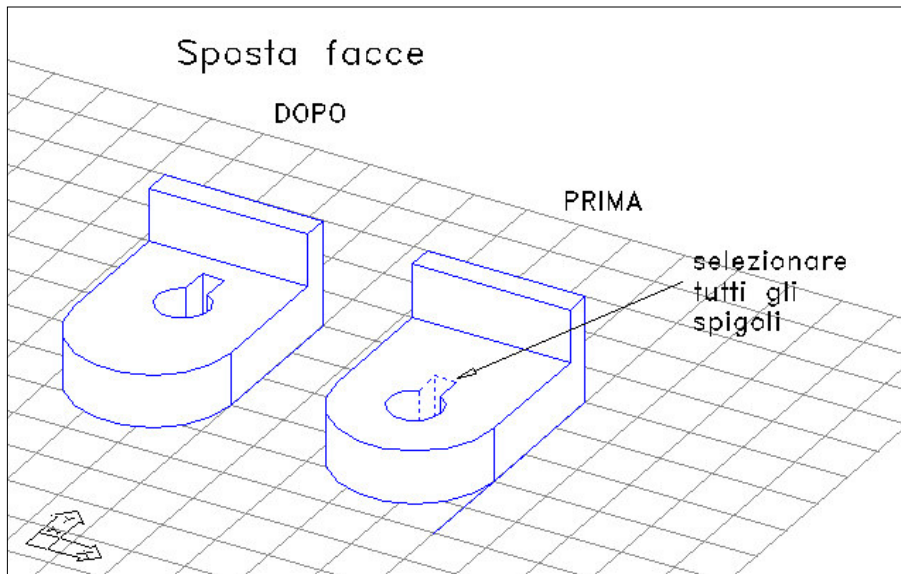


Figura 5.16 - Spostamento di una lavorazione: tutti gli spigoli del foro devono essere selezionati altrimenti lo spostamento risulta incompleto.

A volte è necessario selezionare tutte le facce e rimuovere in seguito quelle non interessate alla modifica.

Offset di facce

Esegue lo sfalsamento delle facce in base alla stessa distanza o passando per un punto specificato. Un valore positivo aumenta la dimensione o il volume del solido, mentre un valore negativo lo riduce.

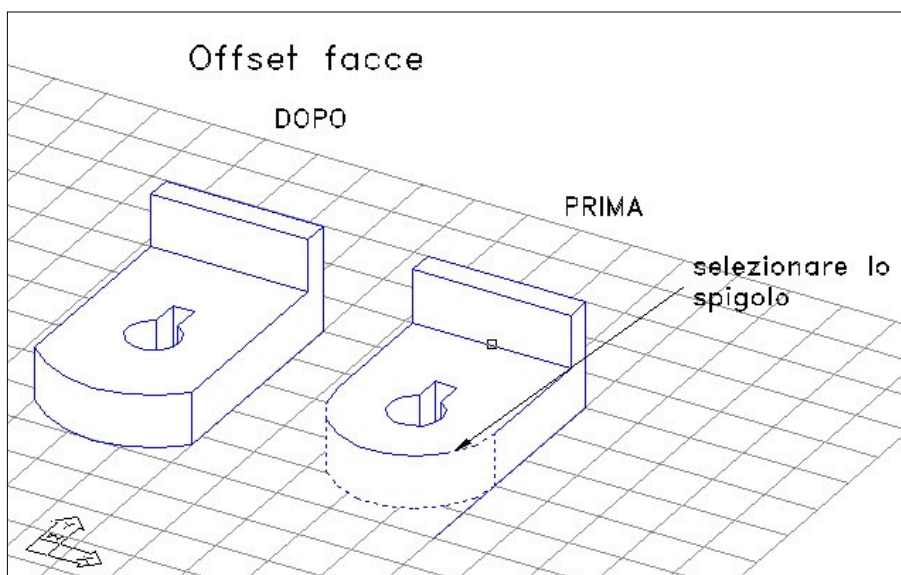


Figura 5.17 - Offset di una faccia con spostamento di 10 unità. La selezione dello spigolo determina la direzione dello spostamento: è necessario indicare esattamente la faccia interessata alla modifica di offset.

Ruota facce

E' possibile ruotare delle features attorno ad un asse dato e con raggio definito. Si deve definire l'asse di rotazione, individuato da due punti: nella Figura 5.18 l'asse di rotazione è stato indicato con lo snap ad oggetto al CENTRO del foro nei due punti anteriore e posteriore.

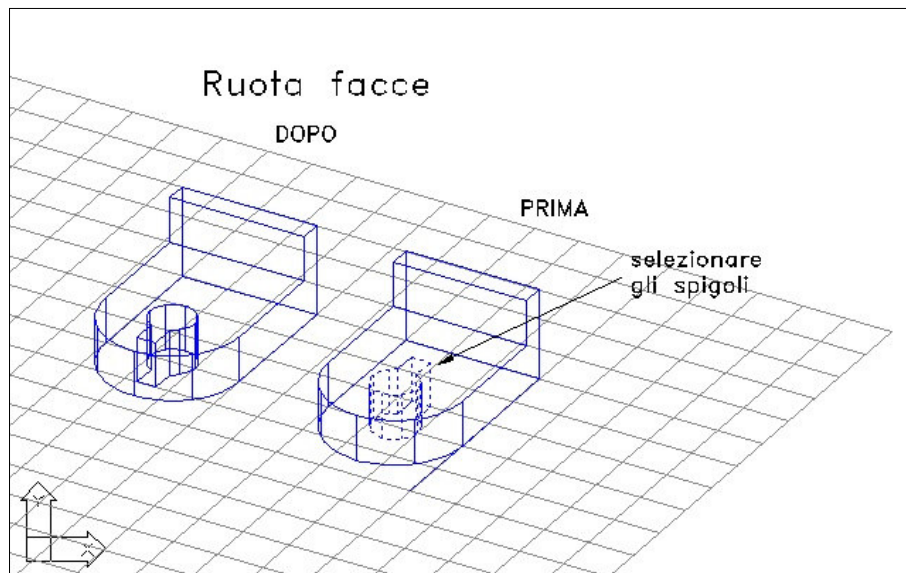


Figura 5.18 - Rotazione di alcune facce corrispondenti al foro con spina. Quando si devono selezionare le facce, è necessario avere una visualizzazione di tutti gli spigoli del solido mediante il comando *Visualizza | Rigenera*.

Rastremazione facce

Con questa opzione è possibile rastremare in una direzione un solido dopo aver fornito l'angolo. L'impostazione di un angolo positivo determina la rastremazione della faccia verso l'interno, mentre con un angolo negativo la rastremazione della faccia va verso l'esterno. Se l'angolo di rastremazione utilizzato è quello di default, ovvero 0, la faccia viene estrusa perpendicolarmente al piano di giacenza. Tutte le facce selezionate nel gruppo di selezione vengono rastremate in base allo stesso valore. Se si specifica un valore elevato per l'angolo di rastremazione o per l'altezza, è possibile che la faccia venga rastremata fino a convergere in un punto prima di raggiungere l'altezza di estrusione specificata. Se si seleziona un foro, la rastremazione crea un foro conico.

Asse di rastremazione

La rastremazione avviene lungo un vettore che deve essere indicato mediante due punti. Il vettore definisce l'angolo 0 di rastremazione e la direzione lungo la quale avviene la modifica.

Il sistema chiede l'indicazione di due punti:

Selezionare facce o [Annulla/Rimuovi/TUTTE]: **(selezionare le facce o gli spigoli)**

Specificare punto base: **(scegliere un punto)**

Specificare un altro punto lungo l'asse di rastremazione: **(scegliere il secondo punto)**

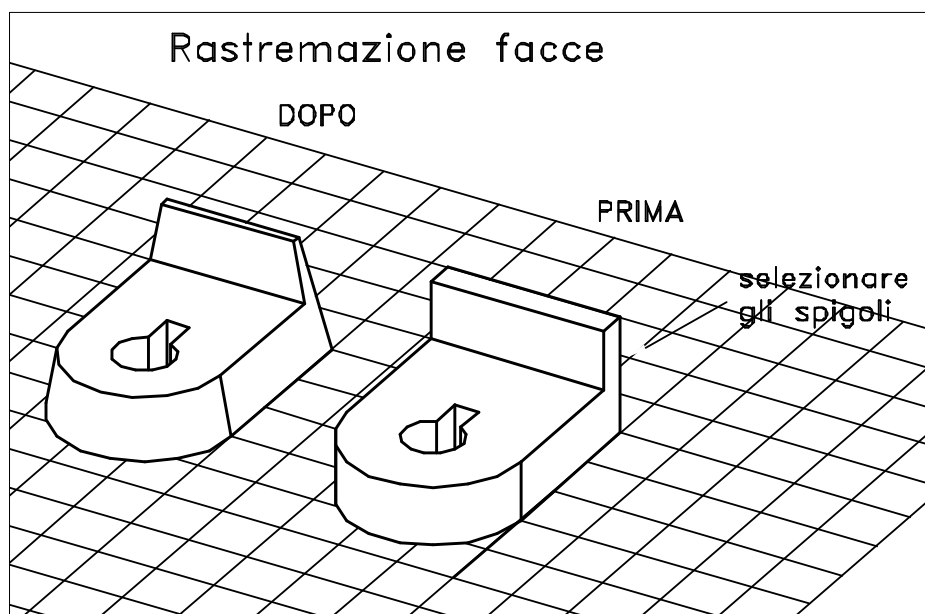


Figura 5.19 - Rastremazione delle facce verticali di un angolo positivo di 10 gradi. Il comando chiede l'indicazione di due punti corrispondenti al punto d'inizio e il punto di fine della rastremazione. Non tutto il solido è sottoposto a modifica ma solo la parte inclusa nei due punti.

Colora faccia

Assegna un nuovo colore alle facce selezionate. Viene visualizzata la finestra di dialogo *Colore* dove selezionare il nuovo colore da assegnare alla faccia. Si modifica il colore di alcune facce per diversificare il solido durante la visualizzazione in wireframe (filo di ferro) e soprattutto quando si attiva la visualizzazione in rendering. Quando viene creato un solido, questo assume il colore corrente sia definito come layer o come colore singolo.

Copia facce

La funzione *copia facce* copia le facce come regione o come corpo. La copia richiede la specifica di due punti come avviene nella copia bidimensionale: il punto base e il punto di copia. Se si specifica un solo punto, in genere come coordinata, e si preme INVIO, la coordinata rappresenterà la nuova posizione.

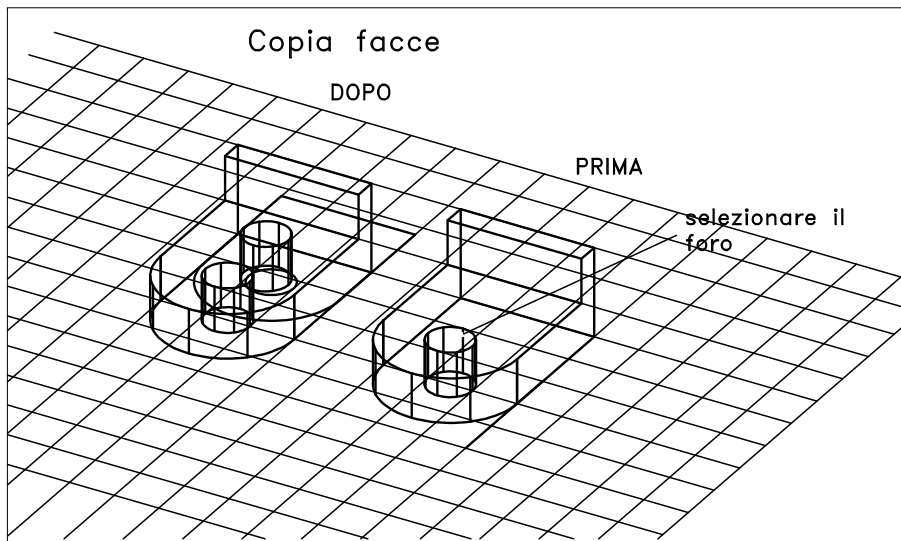


Figura 5.20 - Copia del foro sulla stessa faccia del solido. Le facce copiate sono regioni o corpo e quindi non è stato copiato il foro come lavorazione, ma solo la geometria delle facce.

Le opzioni corpo

Le modifiche possono essere fatte anche sui singoli spigoli, mediante la copia o la modifica del colore al fine di diversificare la visualizzazione.

Copia spigolo

Uno spigolo può essere copiato secondo le modalità normali di copiatura. L'elemento copiato è in wireframe, quindi solo linee e non facce o superfici. E' possibile selezionare uno o più spigoli che verranno estratti dal solido selezionato. In genere la funzione di copiatura degli spigoli viene eseguita quando è necessario esportare i profili dei solidi per costruire altri solidi con la stessa geometria.

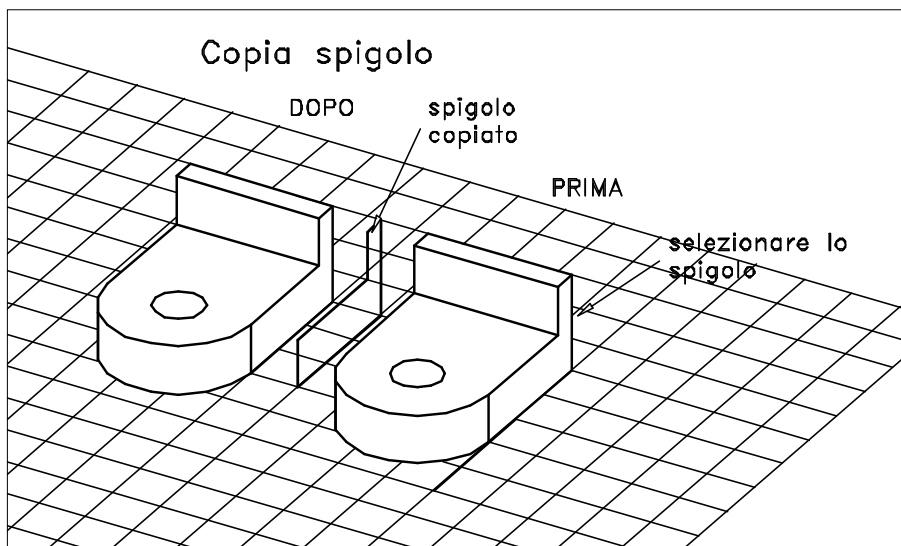


Figura 5.21 - Copia dello spigolo laterale del solido. La copia può servire per generare un altro solido a partire dalla stessa geometria.

Impronta

Esegue l'impronta di un oggetto sul solido

selezionato. Per una corretta esecuzione dell'impronta, è necessario che l'oggetto da imprimere intersechi una o più facce del solido selezionato. È possibile eseguire l'impronta dei seguenti tipi di oggetto: archi, cerchi, linee, polilinee 2D e 3D, ellissi, spline, regioni, corpi e solidi 3D. Gli oggetti devono intersecare la faccia del solido.

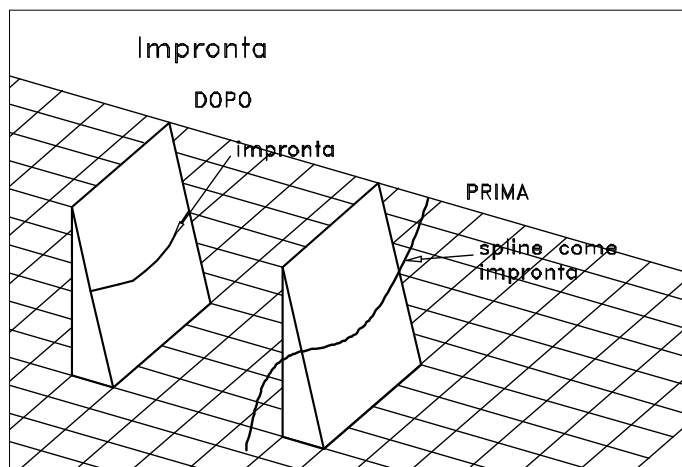


Figura 5.22 - Creazione di una impronta sul solido. La spline è adagiata sulla faccia inclinata altrimenti non viene fatta la proiezione dell'impronta.

Elimina

Con elimina si possono cancellare una geometria 2D da un solido come ad esempio la creazione di una impronta vista nel paragrafo precedente.

Separa

Il comando **Separa** divide dei solidi che sono indipendenti e che sono stati uniti con il comando Unisci. Non serve a separare dei solidi uniti in un unico volume.

Svuota

L'uso dell'opzione **Svuota** determina la creazione di una parete cava sottile dello spessore specificato. È possibile specificare uno spessore di parete uguale per tutte le facce. Per escludere alcune facce dal guscio, selezionarle. Lo sfalsamento delle facce esistenti all'esterno delle posizioni originali comporta la creazione di nuove facce. Se si specifica un valore positivo, il guscio viene creato all'interno del perimetro del solido. Se invece si specifica un valore negativo, il guscio viene creato all'esterno del solido.

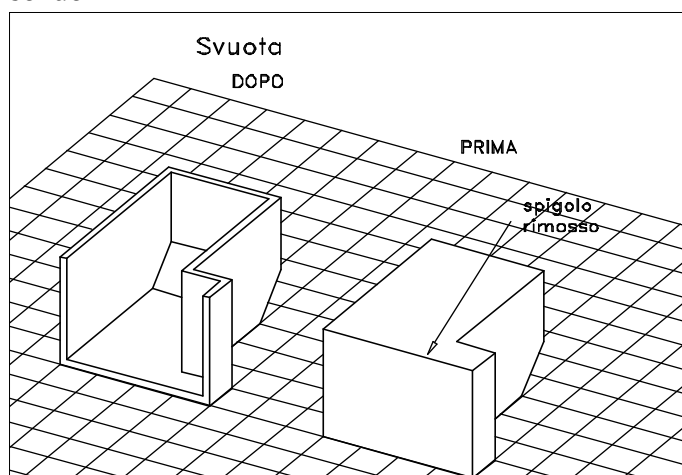


Figura 5.23 - Svuotamento di un solido dopo aver rimosso lo spigolo indicato.

Verifica

Il comando **Verifica** convalida il corpo solido 3D come solido ShapeManager valido, indipendentemente dall'impostazione di SOLIDCHECK.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno eser_05_01.dwg e allineare per tre punti il cubo rosso su quello blu come nell'esempio. Si deve editare i punti della spline e spostare i primi punti puntando lo stesso punto con lo snap disattivato, considerato che l'UCS è posto sul piano della spline.
2. Aprire il disegno eser_05_02.dwg e allineare il solido rosso sul blu scalandolo in modo da risultare come nell'esempio.
3. Aprire il disegno eser_05_03.dwg e ruotare il prisma rosso di 90 gradi come nell'esempio.
4. Aprire il disegno eser_05_04.dwg e creare una copia speculare del solido blu attorno al piano di riflessione indicato, come nell'esempio del disegno.
5. Aprire il disegno eser_05_05.dwg e creare delle copie in serie in 3D come nell'esempio. Le distanze sono riportate nel disegno.
6. Aprire il disegno eser_05_06.dwg e inserire dei raccordi di raggio 4 negli spigoli segnalati, come nell'esempio.
7. Aprire il disegno eser_05_07.dwg e modificare il solido estraendo la parte del pezzo come nell'esempio del disegno.
8. Aprire il disegno eser_05_08.dwg e svuotare il solido come nell'esempio creando un guscio di 2 unità di disegno, pezzo come nell'esempio.
9. Aprire il disegno eser_05_09.dwg e tagliare il solido lungo il piano di taglio indicato, come nell'esempio.
10. Aprire il disegno eser_05_10.dwg e ruotare la sedia Plia in modo da appoggi correttamente sul WCS.

Visualizzazione dei solidi

Contenuti

In questo capitolo vengono analizzate le modalità di visualizzazione dei solidi e le variabili che controllano il livello della visualizzazione. Sono trattate anche le funzioni di analisi dell'area e della proprietà di massa dei solidi oltre che i file di conversione dei solidi fra sistemi diversi.

Indice

- 6.1 Controllo della visualizzazione: nascondi, isolines, facetres, dispilh, shademode
- 6.2 Estrarre una sezione da un solido
- 6.3 Area e proprietà di massa dei solidi
- 6.4 Esportazione di un solido in un altro formato
- 6.5 Conoscere i principali formati di disegno

Comandi trattati:

VISTARIS, ISOLINES, FACETRES, DISPILH, VISTA, SPLINESEGS, FACETRATIO, SEZIONE, AREA, PROPMASS.

6.1 Controllo della visualizzazione

La visualizzazione normale e veloce dei solidi avviene in *wireframe*, cioè in modalità *fil di ferro* a spigoli e linee nascoste, perché richiede poco tempo di calcolo e di visualizzazione data la scarsa richiesta di risorse che necessita. Lo **stile** di visualizzazione di un solido però è completamente distinto dal **modello** che viene memorizzato e calcolato dal sistema e che non viene condizionato dalla risoluzione delle varie periferiche grafiche dove viene rappresentato. Il *modello numerico* (la matematica del modello) detto *modello esatto*, deve essere visualizzato su un monitor o su una stampante che forniscono ha una risoluzione definita e molto limitata, rispetto al livello di memorizzazione. La differenza sostanziale è nello stile di rappresentazione: il modello è calcolato in modalità vettoriale mentre quando viene visualizzato viene tradotto in pixel, cioè in formato bitmap. Anche quando il modello viene visualizzato in modalità vettoriale come in un sistema CAD, è possibile variare la **qualità di rappresentazione**, ad esempio modificando la maglia strutturale, il numero e l'intensità di facce che rendono il modello visibile nelle varie tecniche di rendering.

Mentre la qualità del **modello digitale** non viene modificata, può variare la qualità e lo stile di **rappresentazione**, che può quindi variare dalla rappresentazione in *wireframe*, al rendering in modalità *flat shading*, *Gouraud shading* o *Phong shading*. Nel Capitolo 9 è trattata la produzione delle immagini per il rendering in modo più approfondito.

AutoCAD fornisce 4 controlli della qualità di visualizzazione dei solidi che corrispondono a 4 variabili:

- Accuratezza di archi e cerchi (**VISTARIS**). Controlla l'accuratezza di disegno di cerchi, archi ed ellissi, quindi è utile anche nel disegno 2D per tutte le rappresentazioni di curve e di cerchi. Considerato che una curva è necessariamente rappresentata da un numero finito di segmenti, la variabile VISTARIS definisce quanti segmenti vengono utilizzati per rappresentare una curva o un cerchio. Se si imposta un valore elevato gli oggetti risultano più accurati ma è necessaria una maggiore risorsa di calcolo per l'esecuzione di operazioni quali la rigenerazione, la panoramica e lo zoom. Si possono migliorare le prestazioni impostando un valore basso, ad esempio 400, per il disegno normale mentre si può aumentare il valore quando si deve realizzare le immagini di rendering. L'intervallo valido dei valori da specificare è compreso tra 1 e 20.000 e l'impostazione di default è 100. Il valore impostato per questa opzione viene salvato nel disegno corrente. Per modificare l'impostazione di default dei nuovi disegni, specificare questo valore nei file modello. Comunque con l'attuale potenza dei computer, un valore che fornisce una qualità adeguata per tutte le applicazioni è circa 1.000.

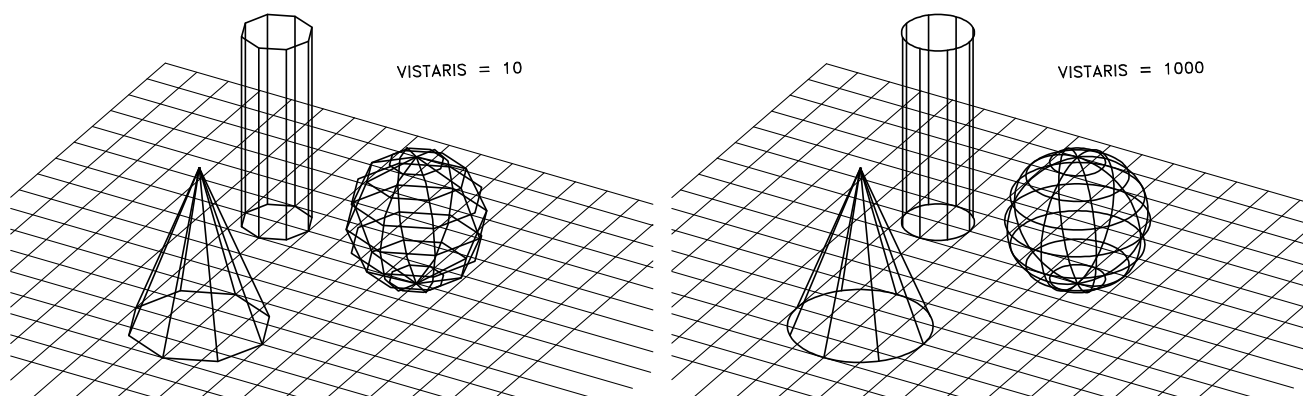


Figura 6.1 - Variabile VISTARIS con due impostazioni diverse. Come si può vedere, cambia la qualità di visualizzazione dei cerchi e delle curve.

- Linee di contorno per superficie (**ISOLINES**). Imposta il numero di linee di contorno delle superficie degli oggetti. Un numero elevato diminuisce le prestazioni di visualizzazione e aumenta il tempo necessario per il rendering. L'intervallo valido è compreso tra 0 e 2047 e l'impostazione di default è 4. Il valore impostato viene salvato nel singolo disegno.

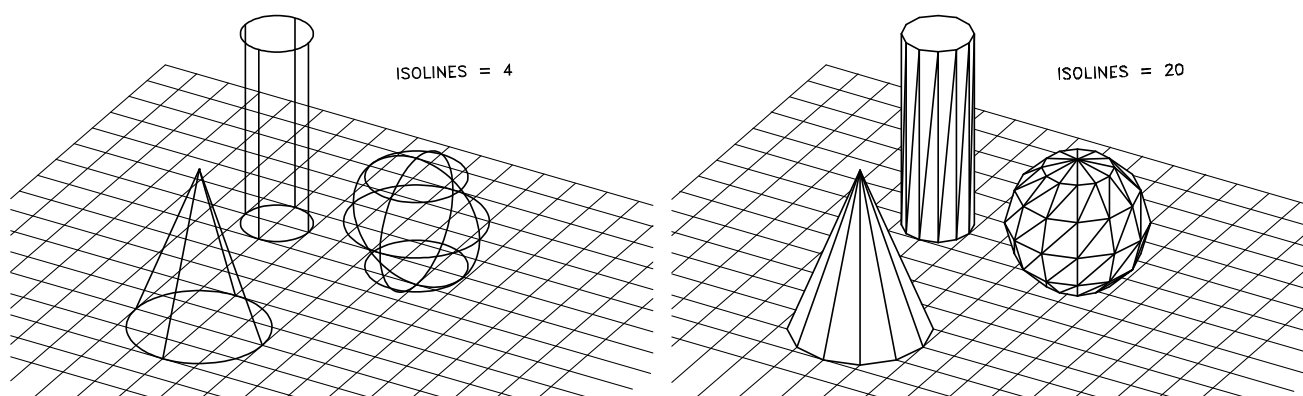


Figura 6.2 - Variabile ISOLINES con impostazioni 4 e 20. La variabile controlla il numero di linee di tassellazione per la visualizzazione in wireframe e con linee nascoste.

- Mostra sagome in wireframe (**DISPSILH**). Controlla se visualizzare le curve delle sagome dei corpi solidi 3D in wireframe. Questa opzione controlla anche se la mesh viene disegnata o soppressa quando un corpo solido 3D è nascosto. Questa impostazione viene salvata nel disegno. Per ottimizzare le prestazioni, si consiglia di impostare il valore di questa variabile a 0.

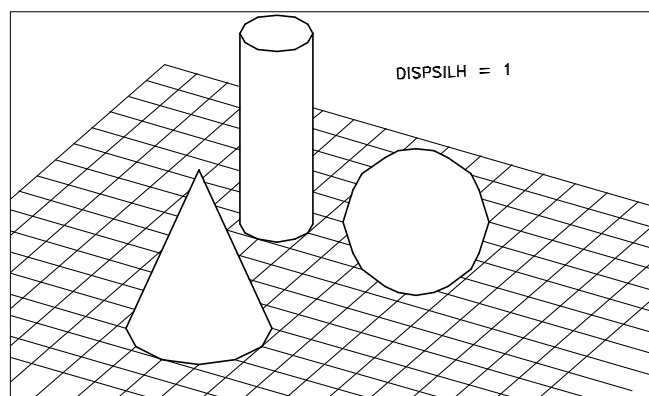


Figura 6.3 - Variabile DISPSILH impostata a 1. Le immagini precedenti hanno tutte la variabile impostata con valore 0. Con valore 1 vengono visualizzati solo i contorni dei solidi. Questa variabile è utile quando si vuole eliminare le facce dei solidi in modalità *linee nascoste* in modo da non visualizzare la tassellazione delle facce.

- Segmenti in una curva di polilinea (**SPLINESEGS**). Imposta il numero di segmenti di linea che vengono generati per ogni curva di polilinea e di spline. Maggiore è il numero impostato, maggiore è l'impatto sulle prestazioni. Quando si disegna, è consigliabile impostare questa opzione a un valore basso (ad esempio 4) per ottimizzare le prestazioni. L'intervallo dei valori ammessi è compreso tra -32767 e 32767 e l'impostazione di default è 8. Il valore impostato per questa opzione viene salvato nel disegno.
- Accuratezza oggetto di rendering (**FACETRES**). Controlla l'accuratezza dei solidi curvi ombreggiati e sottoposti a rendering. Per determinare la modalità di visualizzazione degli oggetti solidi, il valore digitato per l'opzione *Accuratezza oggetto di rendering* viene moltiplicato per il valore corrispondente all'opzione *Accuratezza di archi e cerchi*. Quando si disegna, è consigliabile impostare l'opzione *Accuratezza oggetto di rendering* a 1 per migliorare le prestazioni. Un numero più elevato diminuisce le prestazioni di visualizzazione e aumenta il tempo necessario per il rendering. L'intervallo valido è compreso tra 0.01 e 10 e l'impostazione di default è 0.5. L'impostazione viene salvata nel disegno corrente.

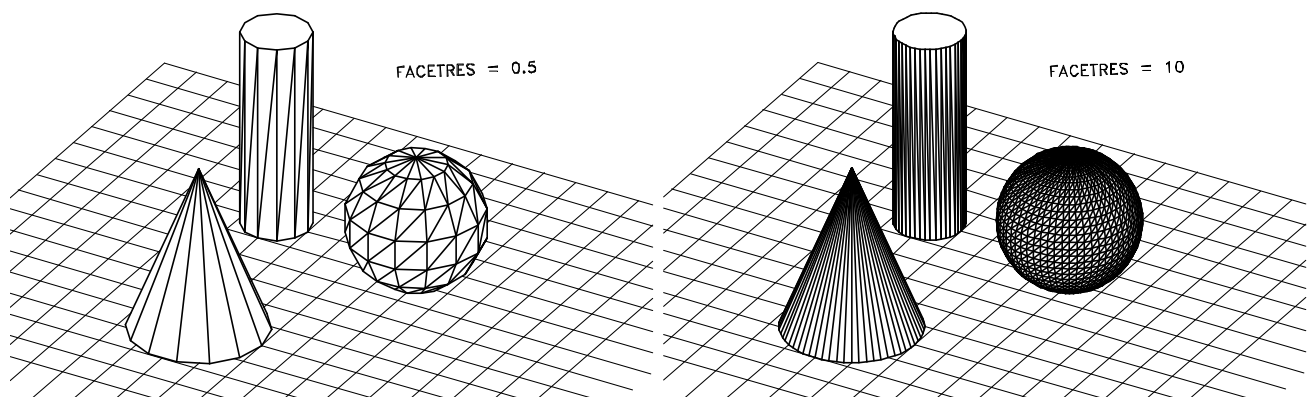


Figura 6.4 - Variabile FACETRES con impostazione di default (0.5) a sinistra e impostazione massima (10) a destra. Aumentando la maglia delle facce non aumenta la qualità di visualizzazione ma solo il numero delle facce.

- Controllo delle mesh (**FACETRATIO**). Controlla il rapporto prospettico per le sfaccettature dei solidi conici e cilindrici realizzati con il nuovo kernel grafico ShapeManager. Se si imposta la variabile su 1, la densità della mesh aumenta migliorando la qualità dei modelli ombreggiati o sottoposti a rendering.

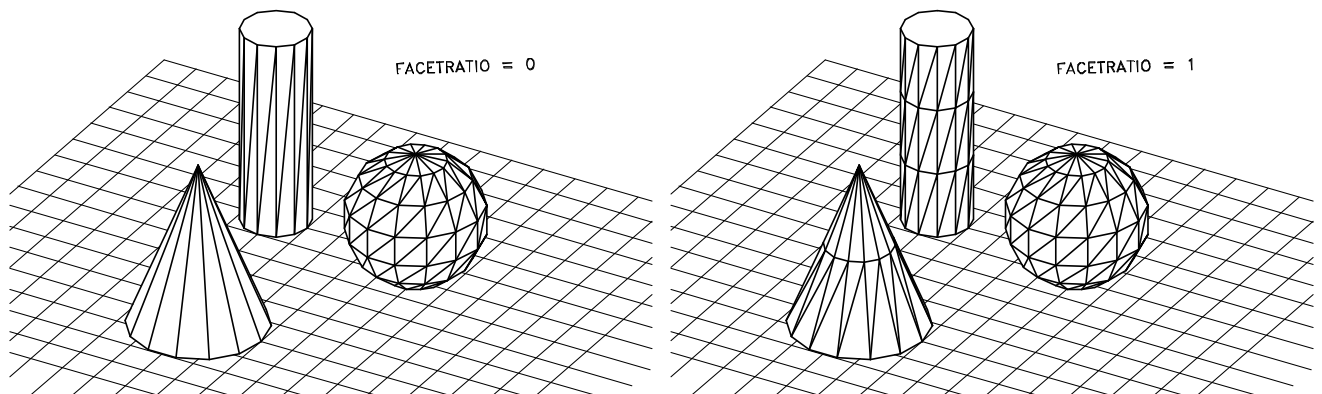


Figura 6.5 - Variabile FACETRATIO con impostazione di default (0) a sinistra e impostazione attiva (1) a destra. Con valore 1 la densità di maglia aumenta.

- Controllo delle mesh (**SURFTAB1** e **SURFTAB2**). Le variabili SURFTAB1 e SURFTAB2 controllano l'intensità della mesh per i comandi SUPRIG e SUPOR. Le due variabili impostano inoltre la densità della mesh nelle direzioni M e N per i comandi SUPRIV e SUPCOON. Nella *superficie di Coons* il primo valore si riferisce alla prima curva selezionata, il secondo alla seconda selezionata.

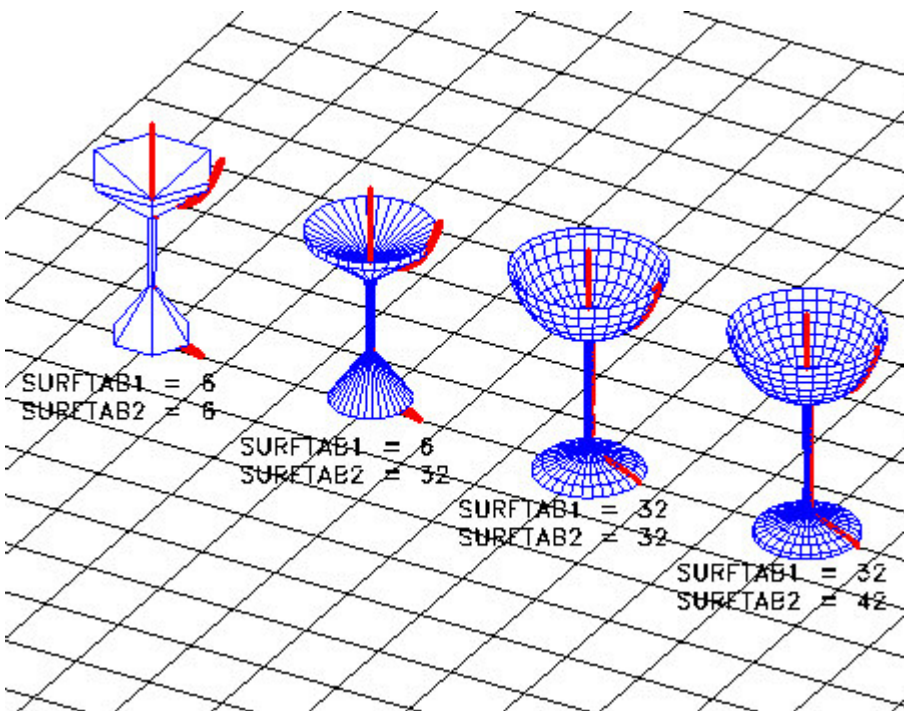


Figura 6.6 - Esempi di applicazione delle due variabili SURFTAB1 e SURFTAB2 con una superficie di rivoluzione. Il primo valore controlla il numero di sezioni della rotazione, mentre il secondo è relativo alla suddivisione del profilo di generazione. La superficie migliore dovrebbe avere la struttura quadrata delle maglie.

- Controllo in wireframe e con linee nascoste. Alla fine di questa panoramica delle variabili di controllo della visualizzazione, vediamo la differenza fra i principali due stili di visualizzazione: wireframe e linee nascoste. Come si può vedere in Figura 6.7 gli stessi modelli hanno due rappresentazioni diverse e quindi quello che cambia è lo stile di visualizzazione. Con le linee nascoste si ha una migliore conoscenza della struttura dei modelli perché vengono sottoposti a meshatura, cioè viene costruita temporaneamente una griglia di mesh che ricalcano la geometria dei solidi. Un terzo stile di visualizzazione sarà analizzato nel capitolo seguente ed è il rendering.

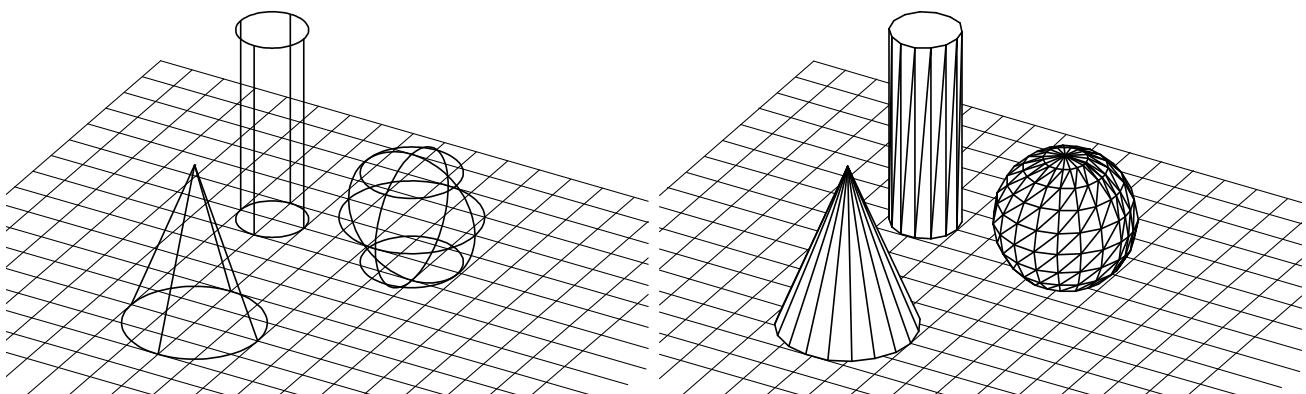


Figura 6.7 - Visualizzazione della stessa scena con i medesimi parametri: a sinistra in *wireframe* e a destra con *linee nascoste*. I modelli sono assolutamente gli stessi ma cambia lo stile di rappresentazione.

6.2 Estrarre una sezione da un solido

Nel disegno tecnico le sezioni aggiungono informazioni importanti alla costituzione di un modello 3D.

Sezione

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Sezione	Disegna Solidi Sezione	SEZIONE	SEZ

Il comando **SEZIONE** permette di creare una sezione trasversale di un solido o di un insieme di solidi. La sezione creata è una regione che è la risultante del piano di sezione passante per il piano trasversale. Il solido non viene “fisicamente” tagliato come il comando TRANCIA ma viene aggiunto solo un piano di taglio sul piano corrente. Si può creare una sezione di tutti i piani, ma per applicare il tratteggio è necessario che per il piano d’inserimento del tratteggio passi il piano XY dell’UCS, come normalmente succede.

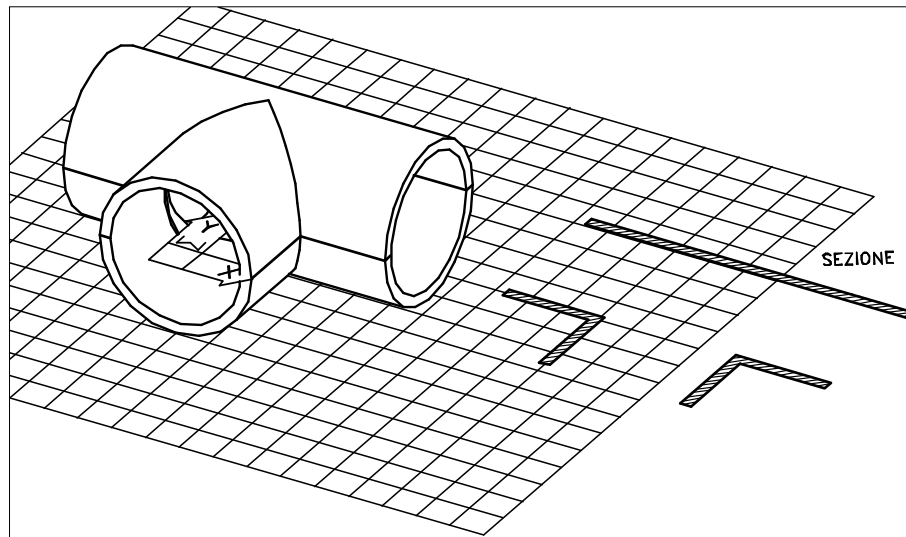


Figura 6.8 - Sezione di un tubo a T passante per il piano XY dell’UCS corrente. L’UCS è stato prima posizionato nel piano di sezione e in seguito è stato scelto il piano XY.

La sezione è una regione alla quale è stato aggiunto il tratteggio. La visualizzazione della sezione deve avvenire nello Spazio carta in una finestra di vista specifica.

Il dialogo con il sistema per ottenere la sezione di Figura 6.6 è il seguente:

Comando: **SEZIONE**

Selezionare oggetti: **(selezionare il solido)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per fine selezione)**

Specificare primo punto su Piano di sezione per [Oggetto/ asseZ/ Vista/ XY/ YZ/ ZX/ 3punti] <3punti>: XY **(scelto il piano XY dell’UCS corrente)**

Specificare un punto sul piano XY <0,0,0>: **(INVIO per conferma origine dell’UCS corrente)**

Per definire il piano di sezione sono disponibili diverse opzioni che sono le consuete opzioni per la definizione di un piano. In genere è più pratico posizionare l’UCS in corrispondenza del piano di sezione e scegliere quindi l’opzione XY del comando SEZIONE. In questo modo, visto che nella sezione si deve inserire in seguito anche il tratteggio, l’UCS è già posizionato nel piano della regione.

Come si disegna una sezione

Secondo la norma UNI 3972, i tratteggi usati per le sezioni di differenziano a seconda del materiale di composizione del solido. Per tratteggi generici viene usato il tratteggio inclinato di 45° impiegando un tipo di linea fine con interspazio il *più largo possibile compatibilmente con la chiarezza del disegno*.

Il tratteggio viene visualizzato in una **specifica finestra di vista** dove è visualizzato solo il tratteggio e la parte di solido interessata alla sezione.

Nel Capitolo seguente, sarà analizzato questo caso nella gestione delle viste dello Spazio carta.

6.3 Area e proprietà di massa dei solidi

Un grande vantaggio che si ha lavorando con i solidi rispetto a oggetti 3D costituiti da superfici o in wireframe è la possibilità di ottenere informazioni sulla geometria dei modelli, quali superficie, volume e centro di gravità oltre ai dati relativi alle proprietà di massa dei singoli oggetti progettati.

Area

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Interroga Area	Strumenti Interroga Area	AREA	AA

Il comando **AREA** calcola l'area e il perimetro di oggetti o di aree definite, solidi compresi. Se vengono selezionati dei solidi, il comando Area fornisce la superficie esterna complessiva del solido selezionato come *Oggetto*.

Se si seleziona un oggetto il sistema calcola l'area e il perimetro se c'è un oggetto 2D. In alternativa si devono specificare i singoli punti che costituiscono il contorno dell'area da misurare.

Proprietà di massa

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Interroga Regione - proprietà massa	Strumenti Interroga Proprietà massa regione	PROPMASS	-

Il comando **PROPMASS** calcola le proprietà degli oggetti bidimensionali (2D) e dei solidi 3D che sono essenziali nell'analisi delle caratteristiche degli oggetti disegnati.

Se l'oggetto selezionato è una **Regione**, cioè un solido 2D, il comando PROPMASS fornisce le seguenti informazioni:

```
Comando: PROPMASS
Selezionare oggetti:      (selezionare la regione)
Selezionare oggetti: (INVIO per fine selezione)
----- REGIONI -----
Area:      600.0000 (Area della superficie di solidi o area racchiusa da
regioni)
Perimetro:      140.0000 (Lunghezza totale delle aree chiuse
interne ed esterne)
```

Le altre informazioni sono le stesse di un solido e per questo sono analizzate in seguito.

Se l'oggetto selezionato è un **Solido**, il comando PROPMASS fornisce le seguenti informazioni:

```
Comando: PROPMASS
Selezionare oggetti:      (selezionare un solido)
Selezionare oggetti: (INVIO per fine selezione)
----- SOLIDI -----
Massa:      37000.0000
Volume:     37000.0000
Casella di delimitazione: X: 80.0000 120.0000
                        Y: 90.0000 130.0000
                        Z: 0.0000 40.0000
Baricentro:  X: 96.3514
                Y: 113.6486
                Z: 16.3514
Momenti di inerzia: X: 498466666.6667
```

```

Y: 364066666.6667
Z: 832066666.6667
Prodotti di inerzia:XY: 406325000.0000
YZ: 69925000.0000
ZX: 57125000.0000
Raggi di girazione: X: 116.0693
Y: 99.1950
Z: 149.9610
Momenti principali e direzione X-Y-Z rispetto al baricentro:
I: 13016666.6667 lungo [0.5774 -0.5774 0.5774]
J: 9513963.9640 lungo [0.7071 0.7071 0.0000]
K: 9513963.9640 lungo [-0.4082 0.4082 0.8165]
Premere INVIO per continuare:
Scrivere analisi su un file? [Si/No] <N>: s

```

La tabella riportata mostra le proprietà di massa che vengono visualizzate per i solidi.

Proprietà di massa	Descrizione
Massa	Misura l'inerzia di un corpo. Poiché viene utilizzata una densità pari a uno, massa e volume hanno lo stesso valore.
Volume	Volume di un solido misurato in unità di disegno.
Casella di delimitazione	Diagonale del parallelepipedo ideale (bounding box) che racchiude il solido.
Baricentro	Punto che rappresenta il centro di massa per i solidi (centroide). Si presume che il solido abbia densità uniforme.
Momenti di inerzia	I momenti di massa di inerzia vengono utilizzati per calcolare la forza necessaria per ruotare un oggetto intorno a un determinato asse, ad esempio una ruota intorno al proprio asse. L'unità momenti di massa di inerzia corrisponde alla massa (in grammi o righe) per la distanza al quadrato.
Prodotti di inerzia	Proprietà utilizzata per determinare le forze che causano il movimento di un oggetto. Viene sempre calcolata rispetto a due piani ortogonali. Il valore XY è espresso in unità di massa per la lunghezza al quadrato.
Raggi di girazione	Rappresentano un modo diverso per indicare i momenti di inerzia di un solido. I raggi di girazione sono espressi in unità di distanza.
Momenti principali e direzioni X,Y,Z rispetto al baricentro	Calcoli derivati dai prodotti d'inerzia con gli stessi valori di unità. Il momento di inerzia è più alto riferito a un determinato asse in corrispondenza del baricentro di un oggetto.

In generale le informazioni utili che si possono ricavare dal comando PROPMASS applicato ad un solido sono quelle relative alla **massa**, al **volume** e alla posizione del **baricentro** quando si vuole inserire un punto al centro del solido. Se viene applicato ad una **Regione** è possibile ricavare alcuni dati importanti come l'**area** ed il **perimetro**.

Ad esempio se si deve misurare l'area di un'area molto irregolare, è possibile inserire un tratteggio mantenendo il contorno e misurare l'area ricavata, dopo averla trasformata in Regione, con Propmass.

Nell'ultima richiesta se si risponde in modo affermativo, è possibile scrivere tutte le informazioni in un file informato testo che può essere inserito in una tabella ordinata.

6.4 Conoscere i principali formati di disegno

Un **formato proprietario** codifica i dati in modo tale che il file risultante sarà leggibile soltanto con il programma che l'ha creato. Al contrario, un **formato aperto** garantisce che il file possa essere letto tramite qualsiasi programma creato a tale scopo.

La differenza tra un **formato aperto** e un **formato proprietario** può passare inosservata finché si fa un uso locale dei propri disegni. Per uso locale intendiamo un uso personale o un uso con altri utenti con cui esista un implicito accordo sul tipo di programmi usati per leggere i disegni.

Ogni sistema CAD utilizza dei **formati proprietari** per scrivere la informazioni geometriche nei file di disegno. Un formato proprietario codifica i dati in modo tale che il file risultante sarà leggibile soltanto con il programma con cui è stato creato o dai programmi che leggono anche i formati proprietari particolarmente diffusi, come il formato di AutoCAD DWG.

Questi formati proprietari vengono definiti anche "**formati esatti**" perché mantengono tutte le informazioni geometriche, comprese anche *l'albero della storia* delle lavorazioni. Ai formati proprietari si contrappongono i *formati pubblici* o formati aperti perché sono formati definiti a livello internazionale e il cui codice è noto.

I formati pubblici assolvono lo scopo di costituire un *formato di interscambio* fra i diversi sistemi CAD e costituiscono dei **traduttori** delle informazioni contenute nei disegni. Ad esempio il formato DXF (*Data eXchange Format*) è un formato di interscambio di AutoCAD che si è imposto con il tempo grazie alla diffusione del programma AutoCAD. Anche il formato DWG, formato proprietario di Autodesk, è diventato un formato standard soprattutto per merito di **OpenDWG Alliance**, consorzio per la promozione del formato DWG come standard di disegno aperto per lo scambio di file CAD.

Da parte di organismi internazionali, come American National Standards Institute (ANSI) e International Standard Organization (ISO), sono stati definiti anche dei formati standard hanno definito i formati **IGES** (Initial Graphics Exchange Specification) e **STEP** (Standard for Exchange of Product model data).

In questa tabella sono riportati i principali programmi di disegno CAD con le rispettive estensioni dei file di disegno.

I commenti dei singoli formati grafici sono inseriti nella seconda tabella.

<i>estensione</i>	programma	produttore	tipo file
DWG	AutoCAD	Autodesk	prop
DWG	IntelliCAD	Progesoft	prop
DGN	Microstation	Bentley	prop
MAX/3DS	3D Studio Max	Autodesk	prop
e3	Thinkdesign	Think3 Inc.	prop
PRT/ASM	Pro/Engineering	PTC Inc.	prop
OBJ	Alias	Silicon Graphics Inc.	prop
DXF	tutti	Autodesk	standard
IGES	tutti	ISO - ANSI	standard
STEP	tutti	ISO - ANSI	standard

Tabella 6.1 - Formati dei file di disegno dei principali programmi CAD

Da notare che il formato **DWG** è il formato CAD **più diffuso** e riconosciuto da tutti i programmi di progettazione e di disegno.

Legenda dei tipi di file	
p	formato proprietario non compatibile direttamente con gli altri formati. Richiede una conversione.
DXF	formato standard <i>de facto</i> utilizzato come formato di esportazione fra sistemi CAD diversi. Creato da Autodesk e diffusosi come formato fra i più utilizzati nel disegno bidimensionale.
IGES	formato standard definito da ANSI (National Institute of Standards & Technology).
STEP	formato standard definito da Organismi internazionali ISO e ANSI.
VDA	formato diffuso in alcuni paesi europei (Germania, Austria) e utilizzato soprattutto come formato nella prototipazione rapida.

6.5 Esportazione di un solido in un altro formato

Se si vuole esportare un disegno CAD in un'altra applicazione è necessario convertirlo in un formato grafico compatibile con il nuovo programma. E' necessario sapere se il formato grafico da produrre deve essere un formato **vettoriale** o un formato **raster** (o bitmap) per poter scegliere il migliore formato da produrre. Il formato **vettoriale** è il formato proprio dei disegni CAD ed è basato su istruzioni e su dati numerici in coordinate cartesiane degli oggetti che lo compongono. Il formato **raster** invece memorizza la posizione dei pixel e la profondità cromatica di ciascuno, generando un'immagine pittorica o fotografica che non conserva nessuna informazione geometrica, ma solo informazioni di colore. La differenza è molto rilevante anche dal punto di vista della **dimensione** del file grafico perché un file raster ha una dimensione maggiore di uno vettoriale.

A loro volta ogni classe di formato può avere diversi formati sia vettoriali che raster.

In AutoCAD è possibile salvare un disegno in formati diversi con i comandi **File | Salva con nome** o con **File | Esporta**. I formati generati con il comando *Salva con nome*, come in Figura 6.9, riguardano esclusivamente sia le varie versioni di AutoCAD, sia i formati di interscambio DXF e i formati d'uso interno quali DWS per i file *standard* e DWT per i file di disegno *modello*.

Il comando *Esporta* permette di convertire il file di disegno di AutoCAD nei principali formati *aperti* (*o pubblici*) e i formati *standard* come si può vedere nell'elenco fornito dal programma.

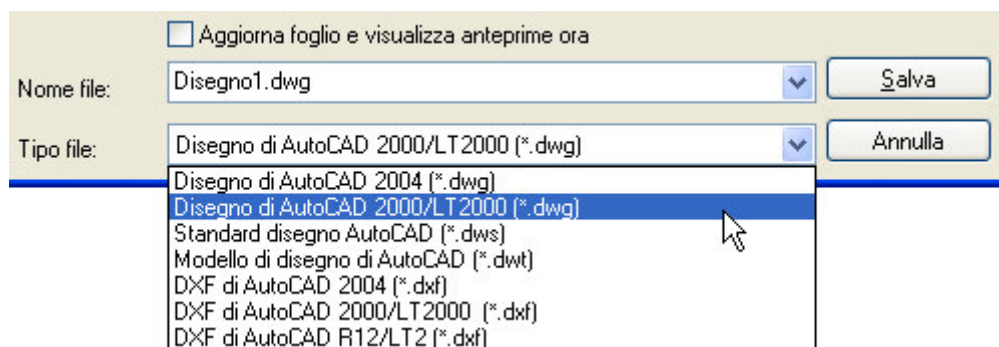


Figura 6.9 Scelta del tipo di file da salvare nella finestra **File | Salva con nome**.

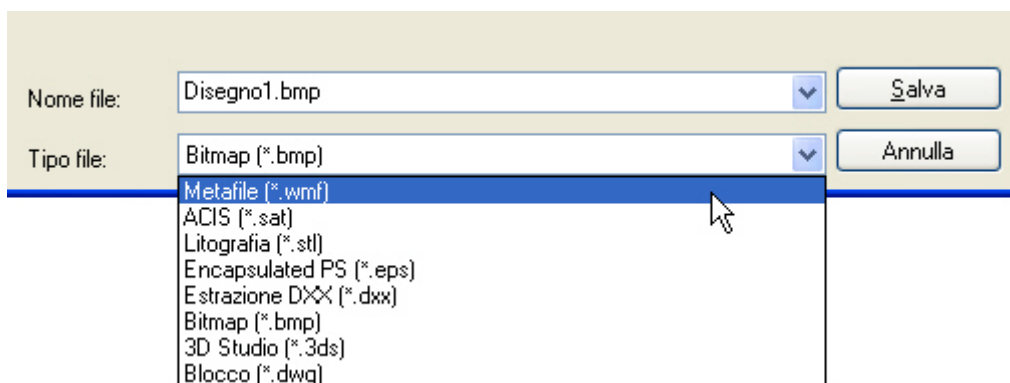


Figura 6.10 Formati dei file che si possono creare con il comando **File | Esporta**

Queste sono in dettaglio le caratteristiche dei principali formati grafici esportati da AutoCAD:

- File **metafile (WMF)**. Il formato WMF viene utilizzato da molte applicazioni Windows ed è un formato vettoriale che permette una buona qualità di riproduzione dei disegni.
- File **ACIS (SAT)**. Questo tipo di rappresentazione è un formato grafico molto diffuso fra i sistemi CAD. AutoCAD esporta i modelli grafici in formato ASCII (SAT).
- File **litografia (STL)**. Un modello di AutoCAD può essere convertito nel formato STL specifico per la stereolitografia e basato su meshes poligonali per la produzione fisica del modello.
- File **Encapsulated PS (EPS)**. Il formato Encapsulated PostScript permette una qualità grafica molto elevata ed è utilizzato da molte applicazioni di editoria desktop.
- File **Estrazione (DXX)**. Genera un file di esportazione come il DXF con in più mantenendo i riferimenti ai blocchi.
- File **BMP**. È lo standard del formato di Windows. Il formato BMP, vuol dire *mappatura di bit*, è usato da Paintbrush e le immagini create possono essere usate come "sfondo" di Windows.
- File **3D Studio**. Il formato 3D Studio (3DS) è utilizzato dal programma di rendering e animazione 3D Studio come formato d'importazione.
- File **blocco (DWG)**. Salva su disco un disegno a partire da un blocco e corrisponde al comando MBLOCCO.

I formati disponibili con *Salva con nome* sono:

- File DWG. I formati proprietari di AutoCAD non sono sempre uguali nelle varie versioni: ogni nuova versione aggiunge o modifica i formati precedenti. Per questo viene fornita anche la possibilità di salvare un disegno anche in formati precedenti, ad esempio per esportarlo in programmi non aggiornati.
- File DWF. Il formato DWF (Design Web Format), è una rappresentazione vettoriale 2D e 3D che viene utilizzato per visualizzare disegni sul Web all'interno di una pagina HTML.
- File DXF. Il formato Drawing Interchange Format è il formato di esportazione ASCII o binario di AutoCAD supportato da quasi tutti i sistemi CAD. Contiene la descrizione delle primitive 2D e 3D e le informazioni sul colore e sui layer del disegno.
- File DWS. I file DWS contengono le impostazioni standard delle proprietà di layer, degli stili di quota, dei tipi di linea e degli stili di.
- File DWT. Il formato DWT contiene le impostazioni dei file modello di disegno. È possibile salvare un normale disegno come disegno modello.

Esportare i disegni con copia-incolla

È possibile utilizzare le *funzioni OLE* di Windows per copiare un file da un'applicazione CAD all'altra semplicemente selezionando gli oggetti da copiare e memorizzando il blocco con i tasti *Ctrl-C*. Nella seconda applicazione l'inserimento del disegno avviene con il menu *Modifica | Incolla speciale*.

Esportare i disegni in formato IGES e STEP

Come si può vedere nelle opzioni fornite dalla finestra *Esporta*, fra i formati elencati e che si possono scegliere, AutoCAD non prevede i file nei formati **IGES** e **STEP**. Per salvare i disegni in questi due formati è necessario ricorrere ad un modulo aggiuntivo, denominato *AutoCAD Data Exchange*, che fornisce le funzioni di conversione nei due formati standard, come importazione ed esportazione.

Nella finestra di dialogo *Salva con nome* è possibile scegliere di salvare i propri disegni nel formato delle versioni precedenti di AutoCAD, come la versione 2000 o la release R12, per facilitare l'importazione dei disegni anche in altri programmi CAD che mantengono la compatibilità solo con le versioni precedenti dei file DWG.

È possibile controllare la precisione della virgola decimale del formato DXF fino a 16 cifre decimali e salvare il disegno nel formato ASCII o binario. Se non si desidera salvare l'intero disegno, è possibile esportare solo gli oggetti selezionati per eliminare elementi estranei.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno *eser_06_01.dwg* e creare delle superfici di rivoluzione con i comando SUPRIV con i valori di SURFTAB1 e SURFTAB2 definiti nel disegno e verificare la differenza d'uso.
2. Aprire il disegno *eser_06_02.dwg* e inserire una sezione come in Figura 6.8 della Guida didattica.
3. Aprire il disegno *eser_06_03.dwg* e calcolare l'area del solido e della Regione e la proprietà di massa.
4. Aprire il disegno *eser_06_04.dwg* e dopo avere reso un unico solido, esportarlo nel formato DXF e DWF.

Spazio modello e spazio carta

Contenuti

I sistemi CAD utilizzano due distinti ambienti di lavoro per gestire in modo separato le informazioni geometriche, relative al modello, e le informazioni alfanumeriche e testuali riferite alla quote, alle scritte, alle tabelle e al cartiglio. In AutoCAD questi due ambienti distinti sono denominati **spazio modello**, lo spazio 3D dove viene disegnato il modello digitale e **spazio carta** lo spazio bidimensionale utilizzato per creare la messa in tavola dei disegni.

Indice

- 7.1 Funzione dello spazio Carta
- 7.2 Creazione delle finestre
- 7.3 Controllo delle finestre mediante layer
- 7.4 Come definire la dimensione dei testi e quote
- 7.5 Creare e usare uno stile di stampa

Comandi trattati:

TILEMODE, SC, SM, FINESTRE, FINMUL, UCSVP, IMPOSTAPAG, ZOOM XP,

7.1 Funzione dello spazio Carta

In AutoCAD nello *spazio modello* il disegno viene creato in scala reale, cioè con rapporto 1:1, mentre nello *spazio carta* la gestione della scala di stampa è gestita dalle varie finestre di vista che sono memorizzate nei **layout di disegno**.

Anche se è possibile disegnare e creare dei disegni utilizzando esclusivamente lo spazio modello, i vantaggi nell'uso dello *spazio carta* sono notevole per diversi motivi.

Possiamo sintetizzarli nei seguenti punti:

- l'uso dello spazio carta permette di creare disegni con viste a scale diverse senza modificare il disegno modello;
- all'interno dello stesso file è possibile salvare il layout di disegno di dimensioni e scale diverse;
- si può utilizzare uno stesso stile di quota sia per particolari che per disegni complessivi, senza nessuna modifica della dimensione del testo e delle quote;
- uno stesso layout di disegno può essere utilizzato per disegni e progetti diversi;
- in ogni vista è possibile controllare quali oggetti sono visibili e quali no, permettendo così di gestire sezioni, viste di particolari senza modificare il modello di base.

In pratica un unico disegno può essere impaginato in più formati, corrispondenti anche a differenti scale e a dimensioni del foglio di stampa. Un layout può contenere più finestre di vista sul modello e più formati di stampa, tutti salvati insieme al file di disegno. In un layout è possibile quindi creare e posizionare oggetti diversi nelle varie finestre e aggiungere scritte, quote e cartiglio.

Cosa è lo spazio carta

Lo *spazio carta* è un ambiente per la costruzione della messa in tavola del progetto con viste e modelli di impaginazione molto flessibili e completamente scollegati dal modello geometrico. L'esigenza dei due ambienti è sorta soprattutto con *modelli tridimensionali* dove le informazioni geometriche e quelle alfanumeriche sono distinte e di non sempre facile convivenza. Ad esempio, se si quota un particolare di un pezzo, ingrandendo la vista vengono ingrandite anche le quote, mentre queste dovrebbero avere tutte la stessa altezza a qualunque scala di vista. Se si disegna solo nello spazio modello, per evitare questo inconveniente, si è costretti ad usare quote con dimensioni diverse a seconda della scala di vista dove sono impiegate. Usando invece lo spazio carta le quote sono inserite con una dimensione costante indipendentemente dalla scala delle varie viste. La dimensione è quella del foglio di disegno che non è collegato alle scale delle viste che contiene.

Solo distinguendo i due ambienti è possibile gestire le viste diverse sul modello mantenendo le quote e le scritte uguali in tutte le tavole.

I vantaggi dell'uso dello spazio carta possono essere sfruttati anche nel disegno bidimensionale specie quando si devono produrre, dello stesso progetto, molte tavole con viste in scala diversa. In sostanza l'obiettivo dello spazio carta è creare dei disegni 2D a partire da modelli 3D.

La variabile TILEMODE

Quando si apre un nuovo disegno nella barra di stato, oltre alla scheda *Modello* che è sempre presente, sono fornite anche altre due schede di layout, denominate *Layout1* e *Layout2*. Per passare dallo *spazio modello* allo *spazio carta* è sufficiente selezionare una delle schede di layout che in un nuovo disegno non sono ancora state definite. Lo spazio carta può essere attivato anche digitando la variabile TILEMODE: con valore 1 viene attivato lo *spazio modello* mentre con valore 0 si attiva lo *spazio carta*.

Ambienti di lavoro

Nello spazio carta vengono create le finestre di vista sul disegno che costituiscono a tutti gli effetti degli oggetti grafici. Le finestre vengono definite **finestre mobili** perché sono completamente libere rispetto al modello e possono essere create, modificate e cancellate come un normale oggetto grafico.

Le *finestre mobili* si distinguono dalle *finestre fisse* che si possono creare nello *spazio modello* con lo stesso comando di AutoCAD selezionabile nel menu *Visualizza | Finestre* e quindi scegliere il numero di finestre desiderate. Le finestre create nello spazio modello hanno la funzione di fornire un miglior controllo sul modello 3D da diversi punti di vista con la possibilità di disegnare passando da una finestra all'altra.

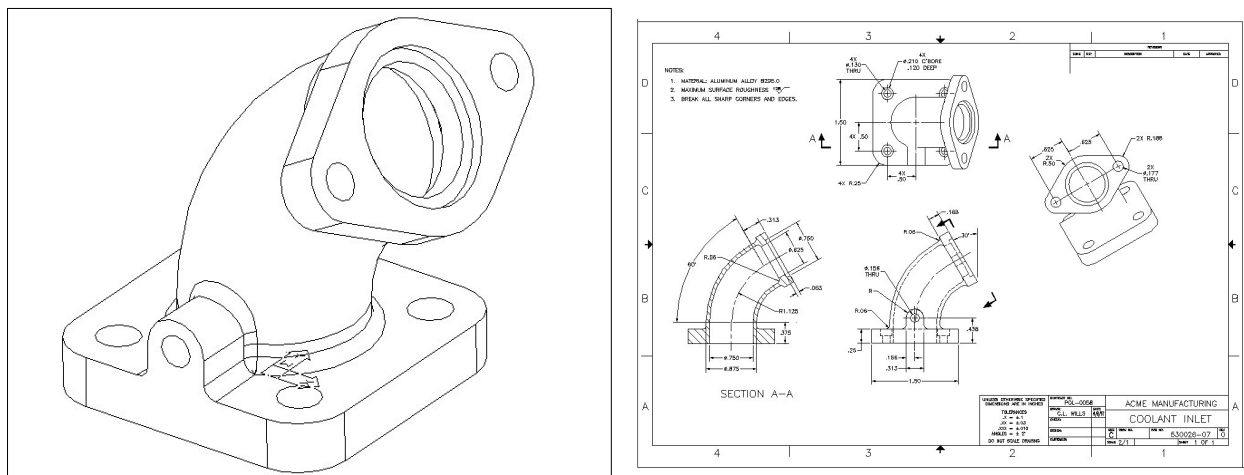


Figura 7.1 - Oggetto visualizzato nello spazio modello e a destra impaginato con un layout a 4 viste. Il modello viene rappresentato con la sola geometria mentre tutte le informazioni, quote comprese, sono inserite nello spazio carta.

Le finestre mobili create nello *spazio carta* sono delle viste sul disegno che permettono anche di operare direttamente sul modello potendo modificare sia la geometria sia la scala di visualizzazione. Questa modalità si chiama spazio modello in finestre mobili e rappresenta una terza modalità operativa.

Per riassumere gli ambienti di lavoro sono i seguenti:

- Spazio modello. E' lo spazio dove si crea la geometria e il disegno vero e proprio. Si disegna in scala reale 1:1 perché le dimensioni degli oggetti sono reali e il disegno non richiede nessuna conversione delle dimensioni.
- Spazio carta. E' l'ambiente per creazione del layout di stampa del disegno dove viene visualizzato esattamente quello che sarà stampato su carta e dove l'unità di disegno è il millimetro e la scala è una scala reale corrispondente al foglio di disegno.
- Spazio modello in finestre mobili. Una volta create le viste nello spazio carta, è possibile intervenire direttamente sul disegno anche all'interno delle finestre mobili, esattamente come nello

spazio modello. Per attivare questo spazio modello si può digitare, nello spazio carta, i comandi SM (Spazio Modello) per passare allo spazio modello e SC (Spazio Carta) per attivare lo spazio carta. In modo più agevole si possono attivare le due modalità anche nella barra di stato con il pulsante Carta e Modello.

Come attivare i due ambienti di lavoro

Lo spazio carta viene attivato con le schede **Layout** disposte nella barra di stato mentre lo spazio modello viene attivato con la scheda **Modello**.



Figura 7.2 - Cliccando sulle schede Modello o Layout1/ Layout2 si può passare da un ambiente all'altro in maniera veloce. Nello spazio carta, per attivare lo spazio modello in finestre mobili si clicca il pulsante MODELLO/CARTA sulla barra di stato in basso a destra.

Ad ogni ambiente corrisponde un valore diverso della variabile **TILEMODE** che è 0 per lo spazio carta e 1 per lo spazio modello. Oltre quindi a cambiare il valore della variabile TILEMODE (molto scomodo) è possibile selezionare le schede di Figura 7.2.

Dopo aver attivato lo *spazio carta*, per passare allo *spazio modello in finestre mobili* e attivare quindi le singole finestre si clicca il pulsante MODELLO/CARTA sulla barra di stato in basso a destra di Figura 7.2. In alternativa si può digitare i comandi SM e SC per passare dallo spazio modello allo spazio carta e viceversa.

7.2 Creazione delle finestre

In AutoCAD è possibile dividere lo schermo in più finestre di vista sia nello spazio modello sia nello spazio carta. Il comando utilizzato è **FINESTRE** che può essere attivato anche nel menu *Visualizza | Finestre | Finestre con nome*.

Finestre nello spazio modello

La creazione delle finestre nello *spazio modello* permette di dividere il monitor in più finestre che corrispondono a più viste attive sul modello: il solo limite è di non potere dimensionare liberamente le finestre ma di utilizzare solo le configurazioni fornite dal sistema nella finestra di dialogo *Finestre*. E' possibile tuttavia memorizzare la configurazione creata e richiamarla in seguito durante le fasi di disegno. Salvare una configurazione vuol dire poter memorizzare sia il numero di finestre create sia soprattutto il punto di vista sul modello definito all'interno di ognuna delle finestre di vista.

Finestre nello spazio carta

Nello spazio carta lo stesso comando *Finestre* permette d'inserire le finestre in modo assolutamente libero sia come numero e sia come dimensione. Le finestre sono a tutti gli effetti degli oggetti grafici che possono essere modificati e cancellati dallo spazio carta dove sono inseriti.

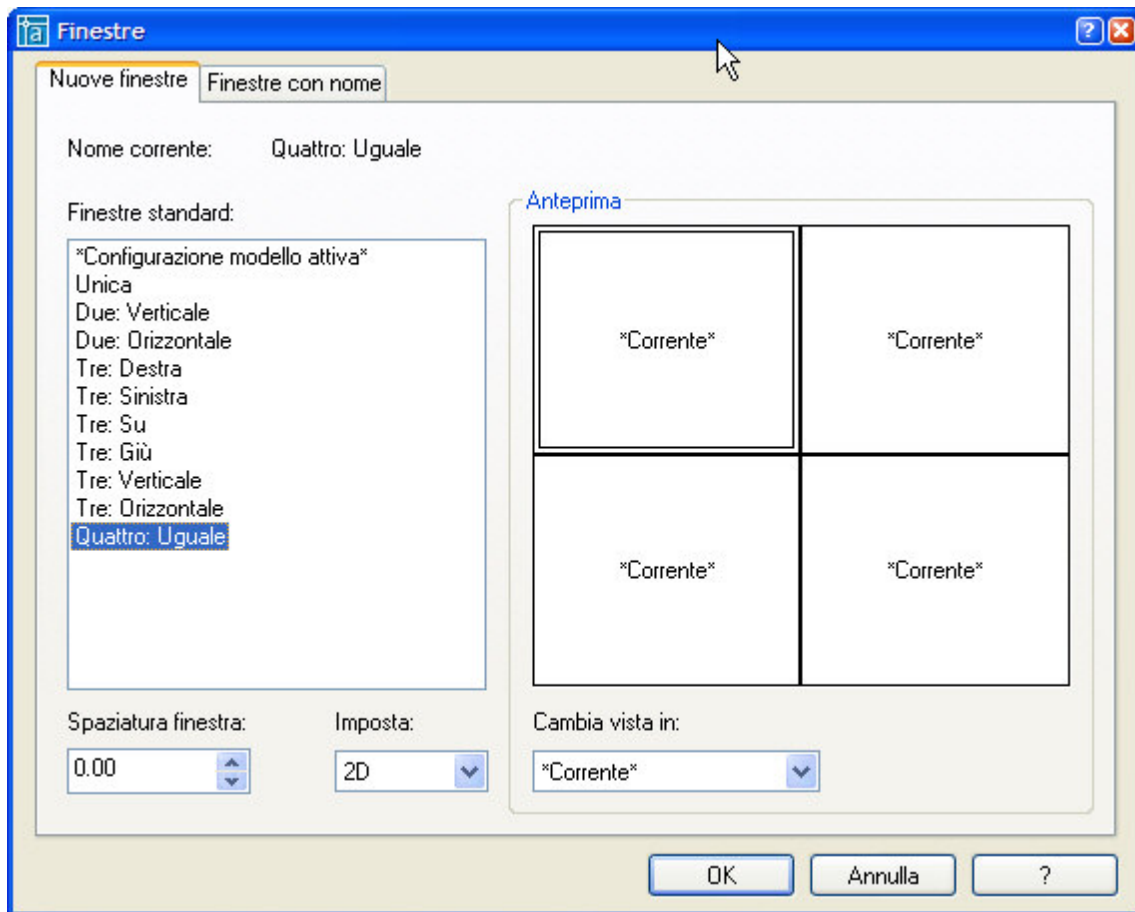


Figura 7.3 - Finestra di dialogo *Finestre* che è comune sia nello spazio modello che nello spazio carta. La finestra presenta delle configurazioni predisposte ma riserva anche la possibilità di memorizzare delle configurazioni assegnando un nome alla configurazione creata.

La finestra di dialogo *Finestre* permette di creare un numero definito di finestre, da 1 a 4, oppure di selezionare *Nuove finestre* per avere la possibilità di accedere a configurazioni standard delle finestre come in Figura 7.3. La configurazione delle finestre è molto varia, compresa anche la possibilità di inserire delle finestre singole spaziate fra di loro o di creare delle finestre con forma irregolare trasformando una poligonale chiusa. Quando si creano delle nuove finestre, si deve prestare attenzione a non sovrapporle fra di loro per non creare problemi di visualizzazione con conseguenti problemi di comprensione.

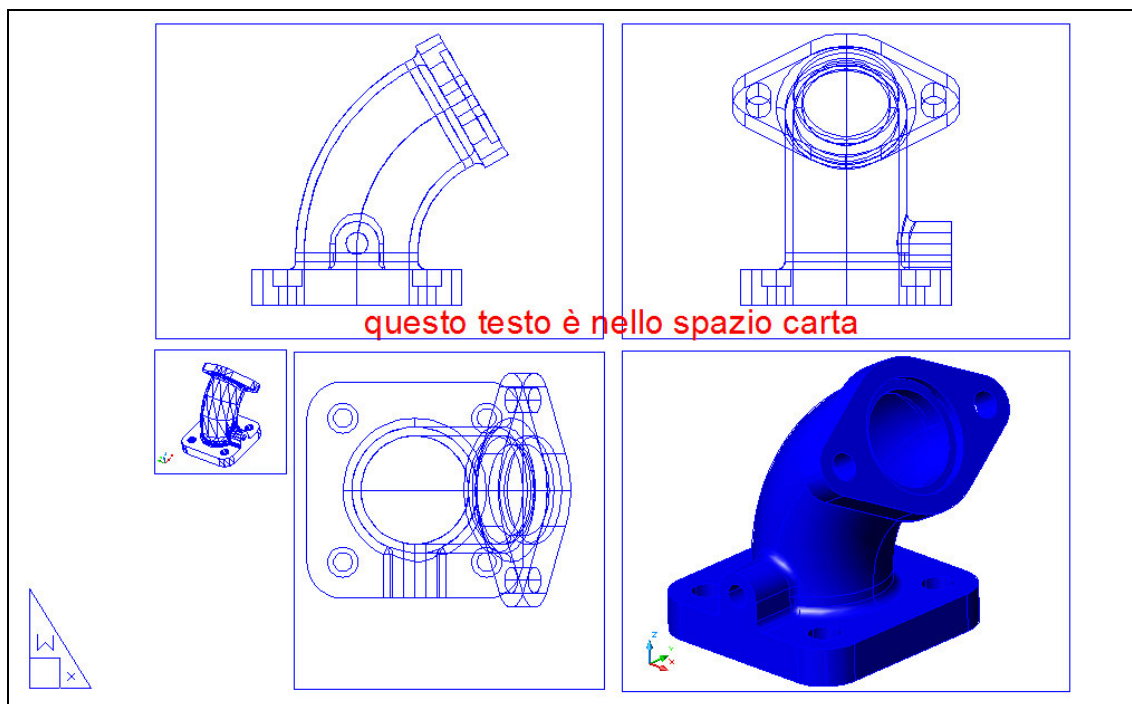


Figura 7.4 - Creazione di più finestre nello spazio carta. Ogni finestra è completamente libera rispetto alle altre e può avere dimensioni e scala di visualizzazione sul modello diverse. Salvando il disegno vengono salvate tutte le finestre create. Quello che si vede nel disegno è esattamente quello che viene stampato sul foglio di disegno.

In genere per le tavole di disegno tecnico si selezionano dei *layout dal modello* predefiniti forniti dal sistema o modificati e personalizzati dall'utente sulla base di proprie esigenze contenenti il cartiglio e le scritte personalizzate. Solo in casi particolari si crea un nuovo layout inserendo le finestre singolarmente.

FINMUL

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
-	-	Visualizza Finestre	FUNMUL	-

Oltre al comando FINESTRE, anche il comando **FINMUL** permette la creazione e il controllo della visualizzazione delle finestre di layout. Il comando Finmul fornisce solo l'interazione testuale nella riga di comando con la particolarità di fornire alcune opzioni che non sono disponibili nella finestra di Figura 7.3.

Il dialogo fornito dal comando è il seguente:

Comando: **FINMUL**

Specificare angolo della finestra o [ON/ OFF/ Adatta/ Stampaombra/ Blocca/ Oggetto/ Poligonale/ Ripristina/2/3/4]<Adatta>: **3 (scelto il layout a 3 finestre)**

Digitare disposizione delle finestre[Orizzontale/Verticale/SU/Giù/SInistra/Destra] <Destra>: **(INVIO per scelta disposizione destra)**

Specificare primo angolo o [Adatta] <Adatta>: **(INVIO per scelta Adatta a tutta l'area disponibile)**

In un layout è possibile creare un numero elevato di finestre fino a un massimo di 64 attivate contemporaneamente.

Le opzioni che si possono scegliere sono le seguenti:

- **ON /OFF** Attiva o disattiva la visualizzazione del modello nella finestra selezionata.
- **Adatta** Crea una finestra che riempie il layout fino agli spigoli dell'area di stampa.
- **Stampaombra** Specifica la modalità di stampa delle finestre nei vari layout. E' possibile impostare lo stile di rappresentazione da usare in stampa per ogni finestra creata nel layout. In fase di stampa quindi si può definire stili di stampa diversi per le varie finestre, al fine di diversificare le fare rese grafiche.
- **Blocca** Impedisce di modificare il fattore di scala della finestra selezionata quando si lavora nello spazio modello.
- **Oggetto** Consente di convertire una polilinea chiusa, un'ellisse, una spline, una regione o un cerchio in finestra di visualizzazione. La polilinea deve essere chiusa e contenere almeno tre vertici.
- **Poligonale** Permette di creare una finestra di forma irregolare utilizzando dei punti specificati sul disegno.
- **2/3/4** Crea un numero di finestre indicate nell'opzione con la successiva scelta dell'orientamento.



Dalla versione 2002 di AutoCAD è stata introdotta la variabile UCSVP che permette di definire per ogni finestra di vista un orientamento dell'UCS. Per una migliore facilità d'uso è consigliato mantenere un unico UCS per tutte le finestre e quindi impostare la variabile UCSVP con valore 0. Il valore iniziale è 1. La variabile va definita prima di creare le singole finestre perché solo in questo modo viene adottata da tutte le finestre create. Altrimenti si deve settare il valore in ogni singola finestra esistente.

7.3 Controllo delle finestre mediante i layer

Abbiamo visto che si possono creare delle finestre anche nello spazio modello, dette per questo **finestre modello**. Le finestre modello hanno dei limiti che invece le finestre create nello spazio carta, dette **finestre mobili** non hanno.

Le **finestre mobili** hanno diverse proprietà utili per la gestione della messa in tavola dei disegni. Le proprietà fondamentali sono le seguenti:

- le finestre mobili possono essere spostate liberamente nello spazio della tavola senza dover essere accostate come le finestre modello;
- possono inoltre essere cancellate, ridimensionate e copiate come un qualunque oggetto;
- la cornice della finestra può essere assegnata ad un layer che poi viene congelato per non essere visibile nella fase di stampa;
- permettono di controllare quali oggetti visualizzare all'interno di ognuna, in maniera completamente libera;
- permettono la definizione esatta della scala della vista mediante la tavolozza Proprietà;
- permettono il controllo della rimozione delle linee nascoste in maniera diversa per ogni finestra, compreso lo stile di rappresentazione diverso in ogni finestra;
- la cornice può essere formata da una linea di qualunque forma, purché chiusa.

Una caratteristica molto utile è inoltre quella di poter congelare o scongelare i vari layer nelle finestre di layout sia in quelle correnti sia in quelle future, senza alterare le altre finestre. I layer congelati sono invisibili e non vengono rigenerati o stampati. Scongelandolo i layer se ne ripristina la visibilità.

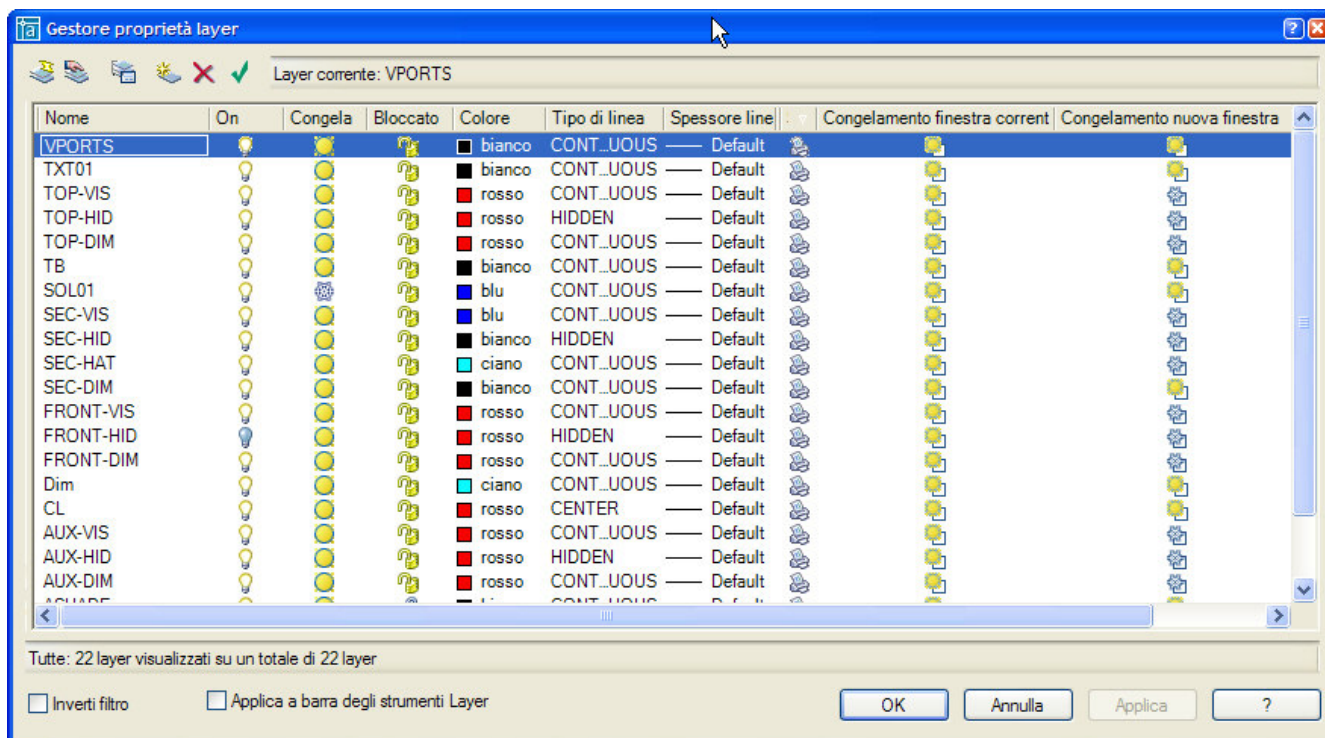


Figura 7.5 - Nella finestra *Gestore proprietà layer* è possibile definire quali layer sono visibili e quali invisibili nelle singole finestre attivando o disattivando la colonna *Congelamento nuova finestra*.

Nella finestra *Gestore proprietà layer* di Figura 7.5 si possono congelare uno o più layer disattivando il simbolo *Congela*. È possibile anche congelare uno o più layer in tutte le finestre che saranno create in seguito disattivando il simbolo nella colonna *Congelamento nuova finestra*.

Congelamento e scongelamento dei layer nelle nuove finestre di layout

È possibile pre-impostare valori di visibilità per layer specifici in tutte le nuove finestre di layout. Ad esempio, è possibile limitare la visualizzazione delle quote congelando il layer QUOTE in tutte le nuove finestre disattivando il simbolo nella colonna *Congelamento nuova finestra*.

Con lo stesso modo, è possibile creare nuovi layer congelati in tutte le finestre di layout che saranno create. In questo modo si può ad esempio creare un nuovo layer visibile in una sola finestra.

Esempio di messa in tavola di un disegno con gestione dei layer

Nell'esempio riportato nelle Figure 7.9 si deve creare una messa in tavola di una piastra di sostegno creando tre viste ortogonali e una assonometrica. A partire dal modello 3D si sono create le tre proiezioni ortogonali con il comando SOLDRAW che sarà trattato nel capitolo seguente. Come si vede nella Figura 7.6 le proiezioni sono state realizzate su un piano tangente il modello 3D per avere un controllo completo delle linee.

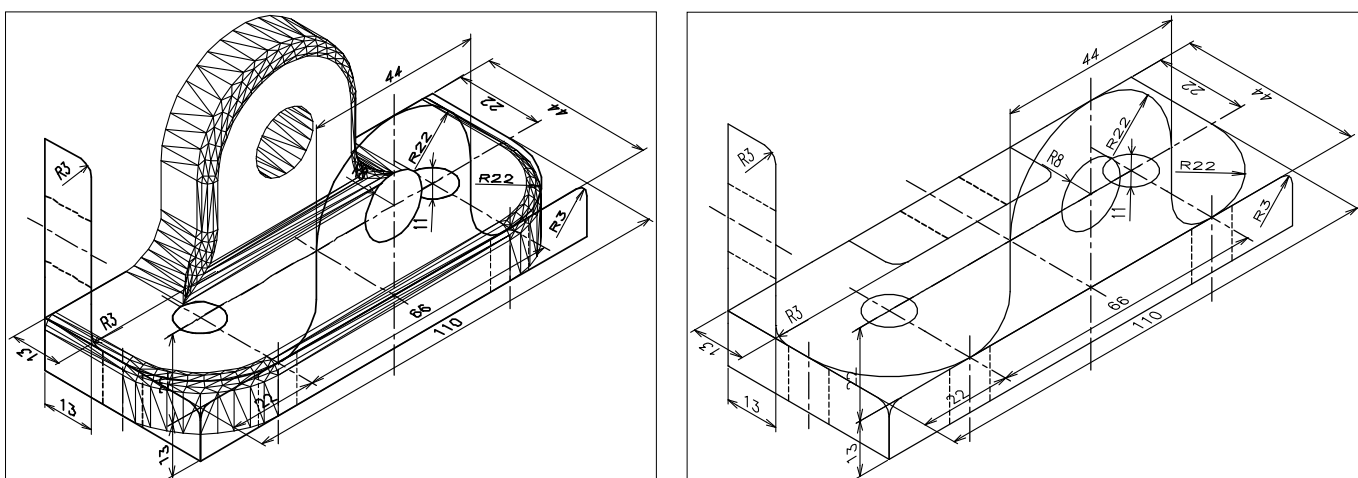


Figure 7.6 - 7 - Modello di un supporto dal quale sono state ricavate le proiezioni Pianta, Fronte e Lato.

La vista di Figura 7.6 presenta in assonometria la visualizzazione di tutte le proiezioni del solido. Ogni proiezione è posizionata su un layer diverso come si può vedere in Figura 7.8 per permettere il controllo della visualizzazione (congelato / scongelato) di ogni singolo layer nelle varie finestre di vista.

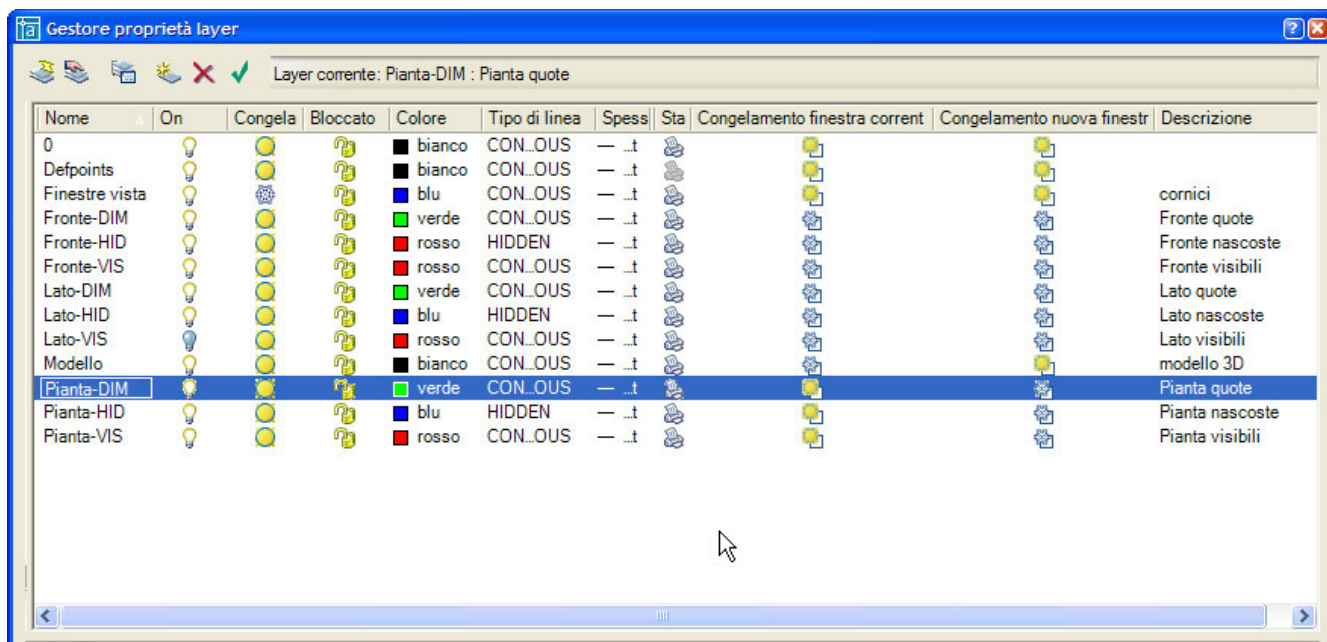


Figure 7.8 - Impostazioni della colonna *Congelamento finestra corrente* per la finestra di vista *Pianta* in basso a sinistra della Figura 7.9. Ognuna delle 4 finestre ha impostazioni diverse perché diversi sono gli oggetti grafici da visualizzare nelle varie viste.

La tavola finale sarà il risultato delle impostazioni di congelamento per ogni singola finestra di layout.

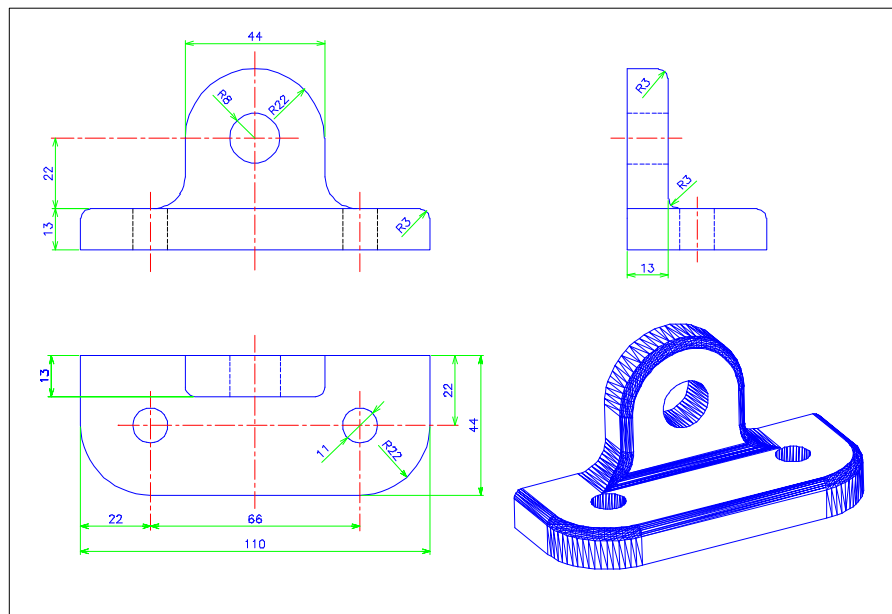


Figure 7.9 - Messa in tavola semplificata della piastra di sostegno d'esempio. Le 4 finestre di vista hanno impostazioni diverse per la colonna *Congelamento finestra corrente* come si può verificare in Figura 7.8.

Notare che la tavola di Figura 7.9 è solo una delle molte possibili combinazioni di layout di disegno del modello del sostegno. Lo stesso file di disegno può contenere molte altre impostazioni di tavole (layout di disegno) con viste differenti, comprese anche impostazioni diverse di visibilità dei layer, che possono essere anche gli stessi.

7.4 Come definire la dimensione dei testi e delle quote

Il disegno viene realizzato in scala 1:1 perché in questo modo si sfrutta a pieno la potenzialità di un programma CAD e non si deve fare alcuna conversione di dimensioni mentre si disegna: la scala sarà definita nello spazio carta con l'impostazione della scala dei disegni. Il tema della scala quindi si pone solo al momento di stampare il disegno e nel definire il layout di stampa delle tavole.

Dimensione dei testi

L'utilizzo del testo nei disegni è regolato da normative UNI che ne stabiliscono le caratteristiche e le dimensioni. Nella tabella è riportata l'altezza che i testi devono avere nella stampa su carta indipendentemente dalla scala di disegno. Nei disegni CAD considerato che i sistemi di stampa hanno una maggiore precisione, le dimensioni dei testi possono avere anche delle dimensioni intermedie rispetto al numero limitato consigliato dalla norma UNI 7559, come riportata nella tabella seguente.

1.8	2.0	2.2	2.5	3
3.5	4.0	5.0	7.0	10.0

Tabella 7.1 Dimensione in millimetri dei testi che vengono usati nei disegni CAD e, in grassetto, le dimensioni consigliate dalla norma UNI 7559.

Sempre nella norma UNI 7559 sono espressi i principi generali che regolano le caratteristiche dei testi che devono avere i seguenti requisiti:

- leggibilità;
- uniformità e omogeneità;
- riproducibilità nella stessa scala o in formato ridotto con qualsiasi sistema

Inoltre le norme stabiliscono lo spazio fra i caratteri, la spessore della linea e le proporzioni fra testi minuscolo e maiuscoli. I font forniti da un sistema CAD comunque rispettano le indicazioni base delle norme.

La dimensione può variare a seconda del tipo di carattere di testo usato, fra i quelli previsti: *normale* e *grassetto*. Ad esempio per i formati A3, A3, A2 le quote devono avere una dimensione di 2.5 millimetri su carta per il carattere grassetto e 3.5 millimetri per il normale.

In un disegno per poter avere un testo di altezza 2.5 *millimetri* su carta il testo deve avere in *unità di disegno* le seguenti dimensioni:

	altezza testo			
scala	2.5 mm	3.5 mm	5.0 mm	7.0 mm
1:1	2.5	3.5	5.0	7.0
1:2	5.0	7.0	10.0	14.0
1:5	12.5	17.5	25.0	35.0
1:10	25.0	35.0	50.0	70.0
1:50	125.0	175.0	250.0	350.0
2:1	1.25	1.75	2.5	3.5
2:1	1.25	1.75	2.5	3.5

Tabella 7.2 Dimensione in millimetri dei testi rispetto alla scala adottata nello spazio modello.

Questa tabella è relativa alla dimensione del testo nello *spazio reale* che in AutoCAD corrisponde allo **spazio modello** e quindi segue le dimensioni del modello nella definizione della scala.

Nello spazio carta invece i calcoli della dimensione dei testi e delle quote è molto più facile perché lo spazio di disegno corrisponde alla dimensione della tavola di disegno e corrisponde alla scala 1:1.

Mettere in scala le quote

Si deve stampare il disegno della Figura 7.10 su un foglio in formato A4 (210x297 mm). L'intero oggetto è lungo 84 cm e l'unità di misura è in centimetri. Per ottimizzare la vista sul foglio A4, si usa una scala 1:5 come visualizzato nel disegno. Le quote misurate su carta hanno una dimensione 3.5 mm come da norme UNI.

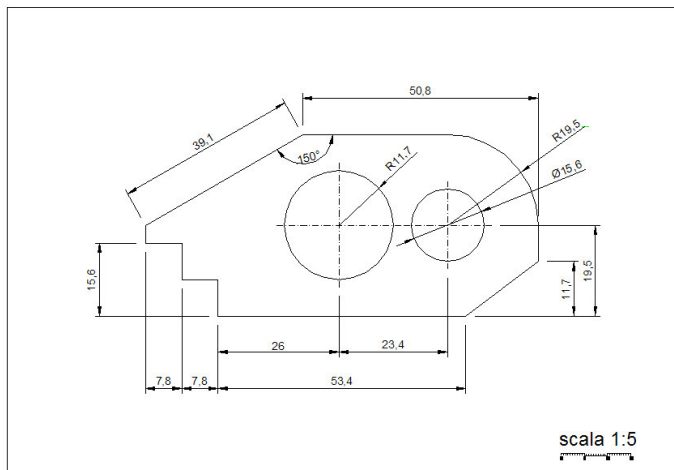


Figura 7.10 - Stampa del disegno della piastra su un foglio A4.

L'altezza corrente del disegno del testo di quota è di 1.75 unità di disegno, in centimetri, che corrispondono in scala 1:5 a 3.5 mm su carta. Infatti se dividiamo $17.5/5$ uguale a 3.5, dove 17.5 è l'altezza tradotta in millimetri, e 5 è il fattore di scala.

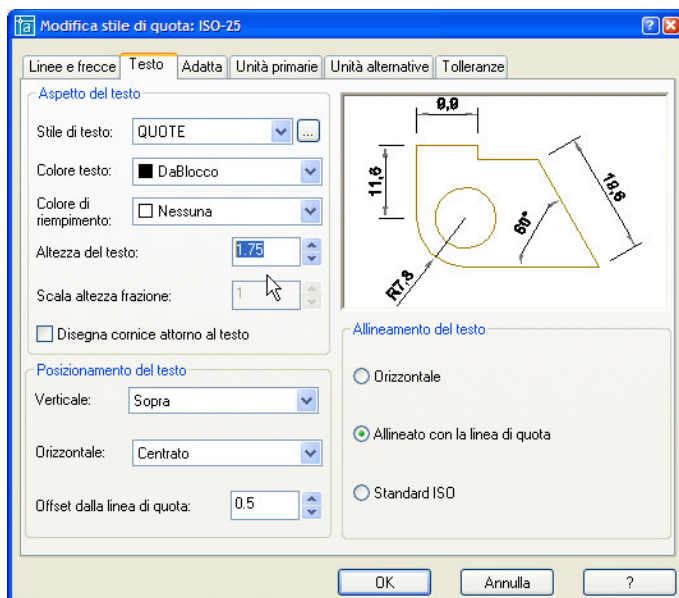
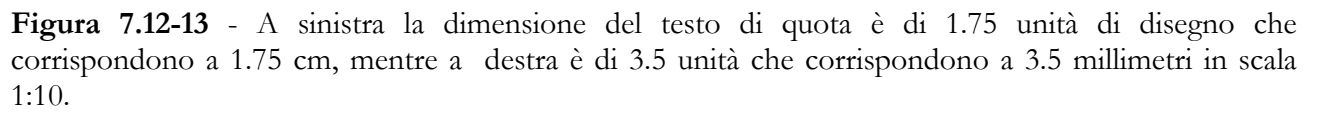


Figura 7.11 - Impostazione della dimensione del testo di quota corrispondente al disegno 7.0

Se cambiamo la scala di disegno in 1:10, come nella Figura 7.12, l'altezza del dovendo rispettare l'altezza di 3.5 mm del testo su carta, deve cambiare l'impostazione dello stile di quota che deve essere di 3.5 unità di disegno cioè centimetri.



7.5 Creare e usare uno stile di stampa

Gli stili di stampa sono utilizzati solo in AutoCAD mentre IntelliCAD salva le impostazioni di stampa direttamente nel file del disegno. Questo capitolo riguarda quindi in specifico AutoCAD.

Uno *stile di stampa* è una proprietà di stampa degli oggetti analogamente al tipo di linea e al colore. Utilizzando gli stili di stampa è possibile controllare molti aspetti della stampa degli oggetti, indipendentemente dal loro aspetto nel disegno. È possibile assegnare uno *stile di stampa* ad un oggetto o ad un layer.

Uno stile di stampa controlla le seguenti proprietà di stampa di un oggetto:

- Colore
- Dithering
- Scala dei grigi
- Numero della penna
- Penna virtuale
- Retinatura
- Tipo di linea
- Spessore di linea
- Stile di fine linea
- Stile di congiunzione linea
- Stile di riempimento.

Gli *stili di stampa* consentono una grande flessibilità, poiché è possibile impostarli in modo che le altre proprietà degli oggetti vengano ignorate o mantenute a seconda della necessità. I *gruppi di stili di stampa* vengono salvati in tabelle *stili di stampa* che sono di due tipi: stili basati sul *colore* (CBT) e basati su un *nome* (STB). Le tabelle basate sul *colore* impostano lo stile in base al colore dell'oggetto mentre gli stili basati su un *nome* possono essere assegnati ad un oggetto indipendentemente dal colore. Ad ogni layout di disegno, incluso lo spazio Modello, è possibile assegnare una diversa tabella di *stili di stampa*.

Modelli basati sugli stili di stampa

Quando si sceglie un modello di layout per un nuovo disegno, il sistema fornisce una serie di modelli predefiniti sia con stile CBT, basato sul *colore*, sia STB, basati sul *nome*.

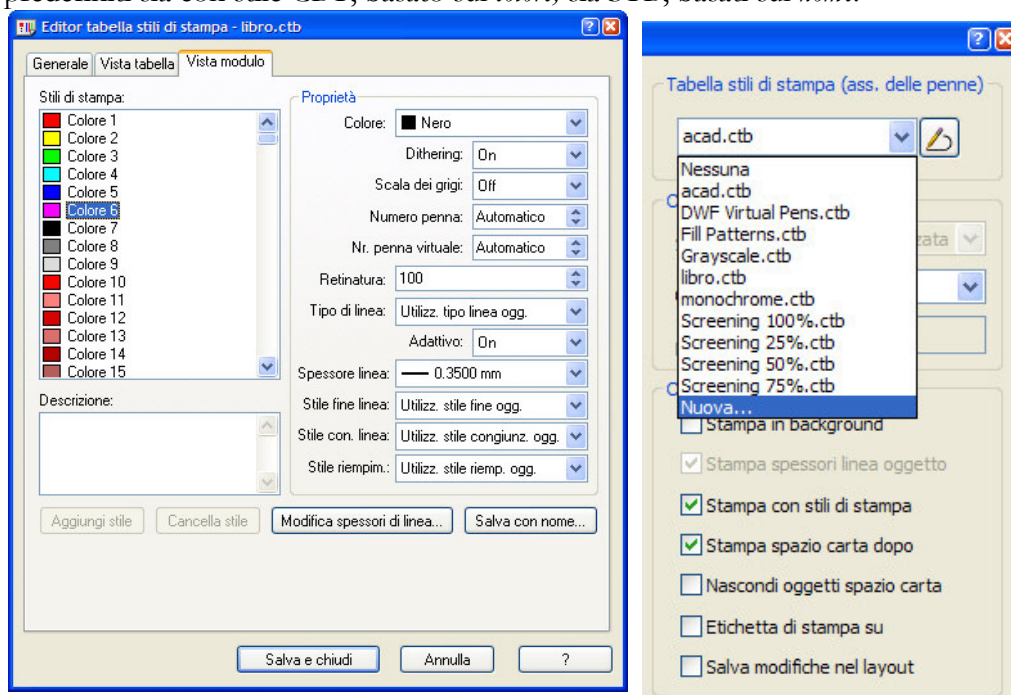


Figure 7.14 - 15 - A sinistra finestra *Editor della tabella degli stili di stampa* relativo ad uno stile CBT basato sul colore. A destra scelta della tabella *stili di stampa* nella finestra *Stampa*

.Infatti i modelli per evidenziare lo stile adottato hanno la denominazione *Color Dependent Plot Style* e *Named Plot Style*.

Nella scelta del modello è possibile scegliere lo *stile di stampa*. In genere viene scelto lo stile basato sul *colore* perché di utilizzo più facile, considerato anche che lo stile basato sul *nome* è stato introdotto solo a partire dalla versione 2000 di AutoCAD.

Come creare una tabella di stili di stampa

Per selezionare la tabella si utilizza l'elenco *Tabella stili di stampa* nella finestra *Stampa*. Le tabelle riportate sono sia quelle fornite dal sistema sia quelle create dall'utente. Per creare una nuova tabella di stile si può scegliere *Nuova* nell'elenco fornito oppure scegliere *Autocomposizione Aggiungi tabella stili di stampa* nella cartella del menu *File | Gestione stili di stampa*.

Attraverso una serie guidata di finestre di dialogo, si può creare una nuova tabella di stili di stampa scegliendo le varie impostazioni proposte.

Come editare una tabella

Per modificare una tabella *Stili di stampa* si opera un doppio click su uno degli stili presenti nella cartella che si presenta con il menu *File | Gestione stili di stampa*.

La finestra *Editor tabella stili di stampa* di Figura 7.14 riguarda uno stile CBT (basato sul colore) e presenta tre schede delle proprietà relative allo stile selezionato.

- **Generale.** Fornisce alcune informazioni sul nome del file, sul percorso e la versione.
- **Vista tabella e Vista modulo.** Rappresentano una visualizzazione diversa dello stesso schema: la prima secondo uno sviluppo orizzontale la seconda in verticale. In genere se gli stili usati non sono numerosi è più agevole l'attivazione di *Vista modulo*.

Nella *Vista modulo* per ognuno dei 255 colori che si possono utilizzare nel disegno, vengono fornite tutte le proprietà assegnate a quel colore.



E' possibile modificare più proprietà contemporaneamente tenendo premuto il tasto Ctrl mentre si selezionano i vari colori. Una volta modificata una tabella degli stili e salvata come file esterno, tutti i disegni che fanno riferimento a quella tabella saranno influenzati dalla variazione. Tenere ben presente questo e, nel dubbio, non modificare le tabelle base di AutoCAD ma creare delle tabelle personali (poche) meglio se distinte per progetto.

Le proprietà evidenziate di ogni colore sono numerose ma quelle importanti e utilizzate sono solo il **Colore** e lo **Spessore linea**.

- **Colore.** E' possibile assegnare un colore diverso in stampa rispetto a quelli che compaiono a monitor. I colori dello stile prevalgono rispetto ai colori nel disegno. In genere però nei disegni tecnici non vengono utilizzati i colori considerato che le eliocopie sono monocromatiche e quindi in genere si assegna il colore di stampa *nero* a tutti i colori del disegno.
- **Spessore linea.** Permette di definire lo spessore di ogni linea con relativo valore numerico e un'anteprima. Lo spessore è riportato in millimetri e di default l'impostazione è *Utilizzare spessore di linea oggetto* che corrisponde allo spessore della linea sul disegno. Se si assegna uno spessore di linea nella tabella, al momento della stampa questo sostituisce lo spessore di linea dell'oggetto nel disegno.

Dopo aver modificato le varie proprietà degli stili, si memorizza la tabella con il pulsante *Salva e chiudi*.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno eser_07_01.dwg e creare nella scheda Layout1 quattro finestre corrispondenti alle tre viste ortogonali e una assonometrica.
2. Aprire il disegno eser_07_02.dwg e congelare il layer corrispondente al modello 3D nello spazio modello.
3. Sempre nel disegno eser_07_02.dwg attivare lo spazio carta Layout1 e nella finestra in assonometria congelare i vari layer corrispondenti alla tre viste ortogonali.
4. Aprire il disegno eser_07_03.dwg e congelare i vari layer corrispondenti alle viste ortogonali e scongelare il layer corrispondente al modello.
5. Aprire il disegno eser_07_02.dwg e applicare la tabella stile di stampa denominata esempio.ctb e stampare con gli spessori delle linee della tabella.

Disegni 2D da modelli solidi

Contenuti

AutoCAD ha tre funzioni speciali per creare oggetti 2D dai solidi. Con queste funzioni è possibile creare direttamente delle viste isometriche ortogonali complete che in seguito potranno essere quotate. E' una modalità che permette di creare, quasi in automatico, delle viste per le tavole tecniche. Sono analizzati anche i vari modi per inserire le quote sui solidi 3D. Queste funzioni risultano alla fine un po' macchinose ma sono le uniche che permettono la gestione delle proiezioni 2D a partire dai solidi.

Indice

- 8.1 Creare proiezioni 2D da solidi
- 8.2 Creazione delle viste da un modello

Comandi trattati: SOLPROF, SOLVIEW, SOLDRAW,

8.1 Creare oggetti 2D da solidi

La creazione di modelli 3D fornisce al progettista diversi vantaggi non ultimo quello di generare automaticamente delle viste 2D, standard e ausiliarie, direttamente dal modello 3D. D'altra parte è comprensibile che una volta creato il modello solido, questo contenga tutte le informazioni geometriche utili ad essere trasformate in proiezioni ortogonali, all'utente in modo semiautomatico, senza che sia richiesto nessun intervento.

SOLPROF

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Imposta profilo	Disegna Solidi Imposta Profilo	SOLPROF	-

Il comando **SOLPROF** genera una vista bidimensionale a partire da un punto di vista definito all'interno di una finestra di vista nello spazio carta. Se la posizione del solido è di profilo, allora vengono visualizzati solo gli spigoli e le sagome delle superfici curve del solido per la vista corrente. Il comando può essere utilizzato solo mentre si lavora in una scheda di layout nello spazio carta all'interno di una finestra di vista. AutoCAD genera una proiezione 2D del solido lungo la direzione della vista corrente fatta sul piano XY dell'UCS corrente.

Con la generazione della proiezione 2D, il sistema crea anche dei layer dove vengono collocate le linee visibili e invisibili che in seguito possono essere rese di colori e tipi di linea diverse.

Il comando deve essere ripetuto all'interno di ogni vista creata nel disegno dove devono essere già definiti sia il punto di vista che il fattore di scala. La funzione SOLPROF crea una proiezione 2D di ogni vista su un piano (ideale) perpendicolare alla vista e posizionato tangente al modello.

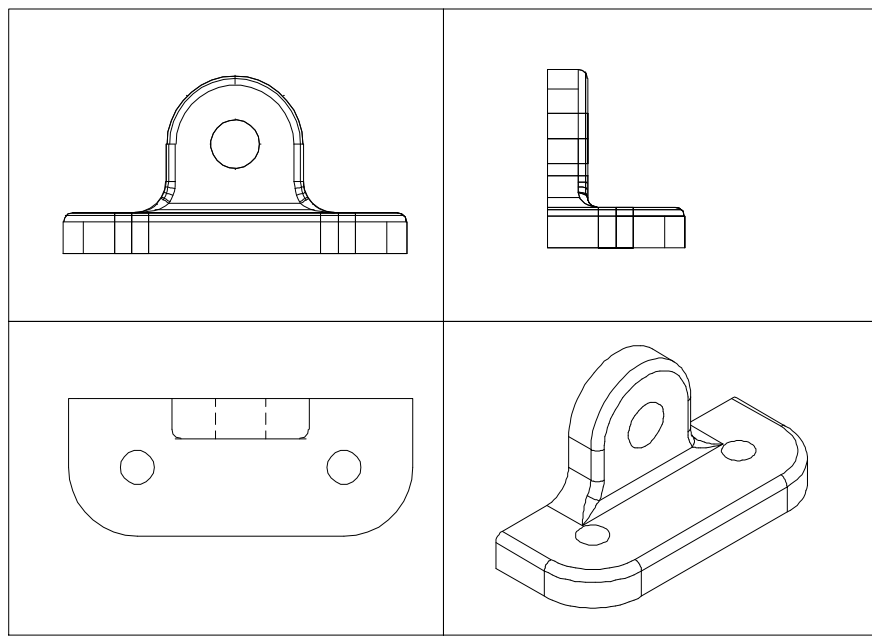


Figura 8.1 - Creazione di proiezioni con il comando SOLPROF. Attivando il comando in una finestra di vista, AutoCAD crea una proiezione 2D del modello sul piano perpendicolare al piano di vista. La posizione corrente dell'UCS non viene tenuta in considerazione dal sistema..

Con il comando SOLPROF vengono creati due nuovi layer denominati **PV** (profili visibili) e **PH** (profili nascosti) caratterizzati da un numero sequenziale. In ciascun layer viene inserito un blocco corrispondente alla proiezione della finestra di vista e del solido selezionato.

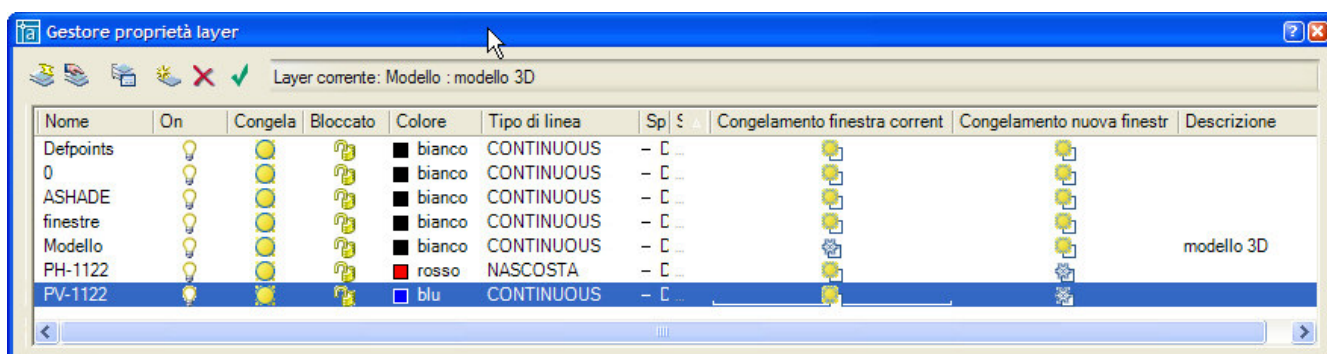


Figura 8.2 - I due nuovi layer creati con il comando SOLPROF denominati PV-1122 e PH-1122.: il numero è sequenziale e viene assegnato dal sistema.

La sequenza di dialogo corrispondente alla Figura 8.2 è la seguente:

Comando: **SOLPROF**

Selezionare oggetti: trovato(i) 1 (selezionare il solido)

Selezionare oggetti: (INVIO per fine selezione)

Visualizzare linee di profilo nascoste su un layer separato? [Sì/No] <S>: (Invio)

Proiettare le linee del profilo su un piano? [Sì/No] <S>: (Invio per conferma)

Eliminare gli spigoli tangenziali? [Sì/No] <S>: (Invio per conferma)

Un solido selezionato.

Dopo aver selezionato il solido all'interno di una finestra di vista, con INVIO si sono confermate le seguenti scelte:

- **Visualizzare linee di profilo nascoste su un layer separato.** Vengono generati solo due blocchi: uno per le linee visibili e uno per le linee nascoste dell'intero gruppo di selezione. Vengono generati solo due blocchi: uno per le linee visibili e uno per le linee nascoste dell'intero gruppo di selezione. I nomi assegnati sono *PV-gestore di finestra* del layer del profilo visibile e *PH-gestore di finestra* del layer del profilo nascosto. Se la risposta è NO viene creato un unico blocco con tutte le linee visibili

- **Proiettare le linee del profilo su un piano.** Crea le linee di profilo con oggetti 2D. Il profilo tridimensionale viene proiettato su un piano perpendicolare alla direzione della vista e passante per l'origine del sistema UCS. Il profilo bidimensionale viene aggiornato eliminando le linee parallele alla direzione della vista e convertendo in linee gli archi e i cerchi visibili. Con NO vengono create delle linee in 3D corrispondenti al solido.
- **Eliminare gli spigoli tangenziali.** Gli spigoli sono quelli di tangenza all'interno delle curve dei solidi. Con risposta affermativa non vengono disegnati ma in questo modo la vista assonometrica risulta incompleta.

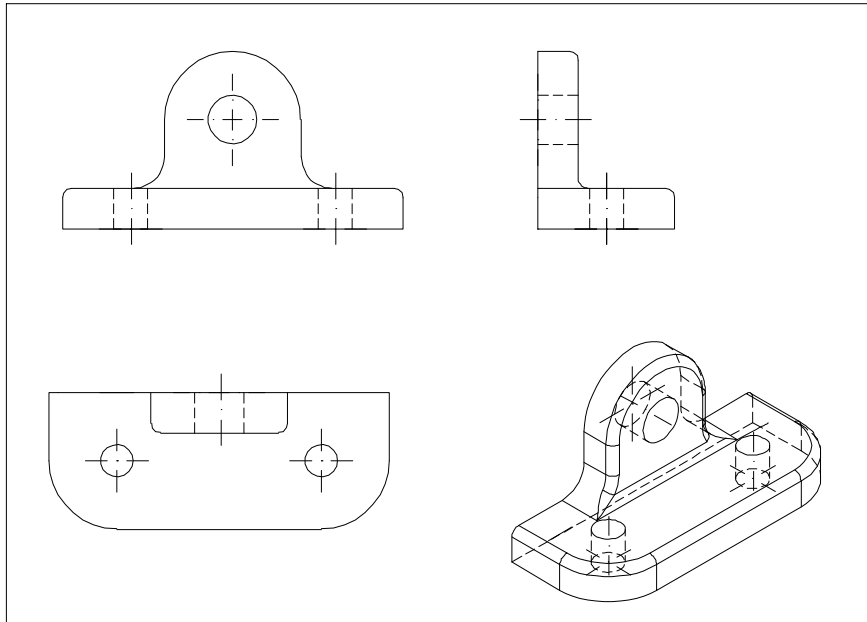


Figura 8.3 - Creazione delle 4 proiezioni 2D del solido precedente. In questa tavola le linee nascoste sono rese distinte manualmente modificando il tipo di linea del layer. Gli assi sono stati aggiunti in seguito. La tavola è ancora incompleta perché mancano le quote e il cartiglio.

In ogni layer vengono inseriti i blocchi delle proiezioni. Per modificare una vista è necessario esplodere il blocco. Per aggiungere altre linee ad ogni vista è necessario posizionare l'UCS in modo perpendicolare alla vista e posizionato in modo corretto.

Come allineare le viste nella tavola

Il comando **MVSETP** permette d'inserire, in una scheda di layout, uno dei cartigli predefiniti e creare un insieme di finestre mobili all'interno del cartiglio. È possibile specificare una scala globale come rapporto tra la scala del cartiglio nel layout e quella del disegno nella scheda Modello. Inoltre il comando **Mvsetup** permette di allineare gli oggetti all'interno delle viste in modo da far coincidere le linee di proiezione. Quest'ultima opzione, fra tutte quelle fornite, è forse quella più utile perché completa la messa in pagina di un progetto in una tavola di layout.

Comando: **MVSETUP**

Digitare un'opzione [aLlinea/Crea/Scala finestre/Opzioni/Titolo/Annulla]:

L (selezionare aLlinea)

Digitare un'opzione [anGolato/Orizzontale/Verticale/Ruota vista/Annulla]:

V (per Verticale)

Specificare punto base: (selezionare il primo punto da allineare)

Specificare punto nella finestra di cui eseguire una panoramica: (selezionare il secondo punto da allineare)

Per allineare altri due punti in orizzontale si deve ripetere la selezione.

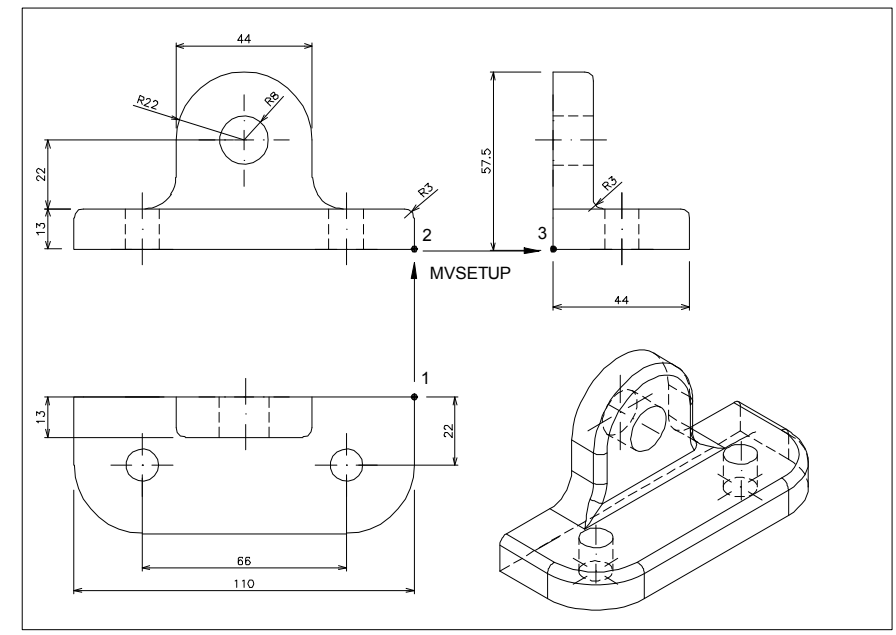


Figura 8.4 - Tavola completata con inserite le quote nelle varie viste. Le quote sono nello spazio carta su un unico layer e per questo non è necessario definire la visibilità dei layer come per le linee nascoste. L'allineamento delle viste è stato fatto con MVSETUP sui tre punti segnati.

Nella Figura 8.4 l'allineamento è stato fatto nello spazio carta dopo aver scelto allineato i punti 1 e 2 sulla *Verticale* e i punti 2 e 3 sull'asse *Orizzontale*.

8.2 Creazione di viste da un modello

AutoCAD fornisce alcuni comandi per la creazione facilitata delle viste di proiezione a partire da solidi 3D. Nel paragrafo precedente si è analizzato il comando SOLPROF che permette la creazione di oggetti 2D a partire da solidi 3D.

Le due funzioni esaminate **SOLVIEW** e **SOLDRAW** permettono di creare le stesse viste ma in modo più semplificato e integrato. In pratica, SOLPROF fornisce gli strumenti di base per creare le viste all'interno di viste già definite, mentre le due funzioni **SOLVIEW** e **SOLDRAW** permettono di creare in automatico le proiezioni senza dover intervenire sui vari layer.

SOLVIEW

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Imposta vista	Disegna Solidi Imposta Vista	SOLVIEW	-

Il comando **SOLVIEW** crea la proiezione durante il processo di creazione delle viste ortogonali, ausiliarie e in sezione. Le informazioni relative alle viste vengono salvate in ogni finestra dove viene attivato il comando.. SOLVIEW utilizza lo spazio carta di AutoCAD e la visibilità dei layer della finestra per impostare le viste del disegno.

SOLVIEW crea i layer che saranno poi utilizzati da SOLDRAW per collocare le linee visibili e le linee nascoste in ciascuna vista. Inoltre, SOLVIEW crea i layer nei quali è possibile inserire le quote visibili nelle singole finestre. Le linee visibili, le linee nascoste, le quote e il tratteggio di sezione vengono posizionati in un layer separato per ogni vista, in base alle convenzioni di denominazione descritte nella tabella seguente..

<i>Layer creati da SOLVIEW</i>	
Nome del layer	Tipo di oggetto
Nome vista- VIS	Linee visibili
Nome vista- HID	Linee nascoste
Nome vista- DIM	Quote
Nome vista- HAT	Modelli di tratteggio (per le sezioni)

Per creare delle nuove viste, posizionarsi nello spazio carta dove non siano presenti altre finestre e attivare il comando SOLVIEW:

Comando: **SOLVIEW**

Digitare un'opzione [Ucs/Orto/Ausiliario/Sezione]: **U** (selezionare UCS)

Digitare un'opzione [Nome/Globale/?/Corrente] <Corrente>: **G** (scegliere Globale)

Digitare la scala della vista <1>: (confermare con INVIO la scala 1:1)

Specificare centro della vista: (puntare con il mouse il centro)

Specificare centro della finestra <Specifica finestra>: (confermare con INVIO)

Specificare primo angolo della finestra: (indicare il primo punto della diagonale della finestra)

Specificare l'angolo opposto della finestra: **(indicare il secondo punto della diagonale)**

Digitare nome della vista: **PIANTA (digitare il nome della vista)**

Digitare un'opzione [Ucs/Orto/Ausiliario/Sezione]: **(ESC o INVIO per interrompere)**

Per prima cosa, si deve creare una **prima finestra** di vista dalla quale ricavare poi le altre finestre ausiliari ed eventualmente di sezione.

Tutti i passi per creare due viste ortogonali sono i seguenti:

1. selezionare U per attivare l'UCS e inserire la prima finestra;
2. scegliere UCS e G per Globale per avere una vista in pianta;
3. confermare la scala 1:1 della vista che si sta creando. La scala può essere cambiata a seconda della grandezza del pezzo e della finestra. Il valore 1 corrisponde a ZOOM 1XP, gli altri sono relativi sempre a Zoom XP. (Figura 8.5)
4. per inserire anche una vista ortogonale continuare il comando con l'opzione O (Orto);
5. scegliere come parte della finestra da proiettare la parte inferiore, come in Figura 8.6;
6. definire in alto il centro della vista e i due angoli della finestra di vista.

Le altre viste possono essere create seguendo lo stesso metodo.

L'ultima richiesta riguarda il tipo di viste. Le opzioni come sono le seguenti:

- **Ausiliario.** Crea una vista ausiliaria da una vista esistente. Per vista ausiliaria si intende una vista proiettata su un piano perpendicolare ad una delle viste ortogonali e inclinato rispetto alla vista adiacente. Per definire il piano inclinato utilizzato per la proiezione ausiliaria sono richiesti due punti sulla stessa finestra.
- **Sezione.** Crea una vista in sezione di solidi, completa di tratteggi. Quando si utilizza **SOLDRAW** su una vista in sezione creata con questa opzione, il comando crea una copia temporanea dei solidi e utilizza TRANCIA per eseguire l'operazione nel piano di taglio definito. SOLDRAW genera quindi un profilo della metà visibile dei solidi ed elimina la copia originale. Infine, SOLDRAW suddivide i solidi in sezioni. I solidi che non intersecano il piano di taglio vengono generati come profili interi. Poiché secondo gli standard di disegno le linee nascoste non devono essere disegnate nelle viste in sezione, SOLVIEW congela il layer Nome vista-HID.

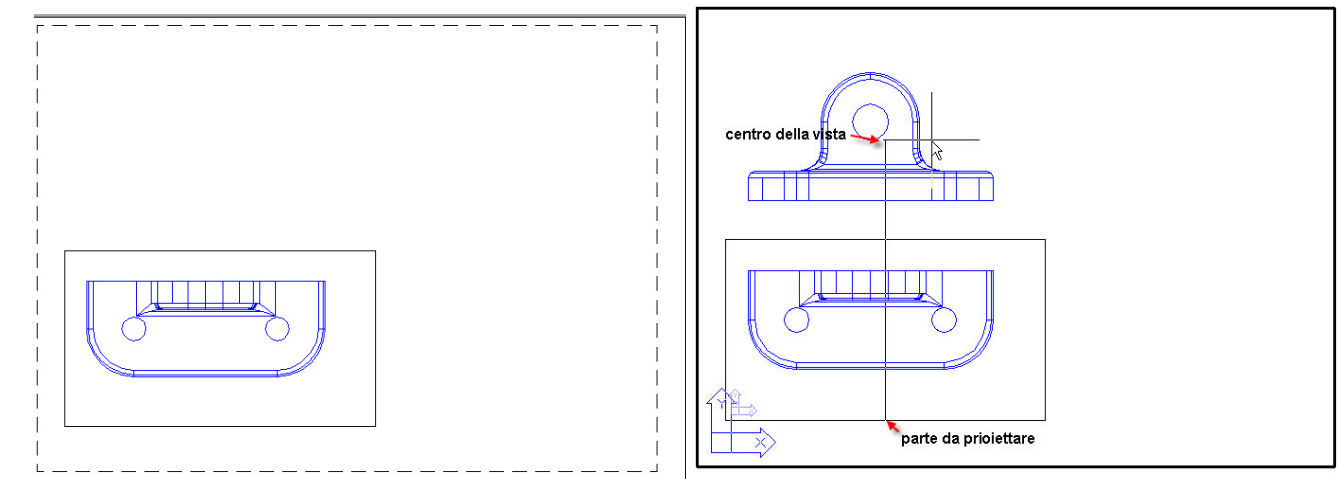


Figure 8.5 - 8.6 - Viste create con SOLVIEW: a sinistra con UCS e a destra con Orto scegliendo la parte da proiettare in basso.

La scelta della parte da proiettare è condizionata dal metodo di proiezione che si usa: il metodo europeo è quello del **primo diedro** quindi l'oggetto è posizionato prima del piano di proiezione, come trattato nel primo Capitolo.

SOLDRAW

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Solidi Imposta disegno	Disegna Solidi Imposta Disegno	SOLDRAW	-

Il comando **SOLDRAW** viene usato dopo aver impostato le viste con SOLVIEW. Il comando SOLDRAW utilizza il modello 3D e proietta su un piano 2D, all'interno della finestra di vista selezionata, i profili del solido. Nel creare le proiezioni sul piano, vengono inseriti anche i nuovi layer con aggiunta al nome delle sigle VIS, HID, DIM e HAT.

La proiezione avviene nella direzione perpendicolare alla direzione della singola vista: le linee visibili (VIS) e nascoste (HID) che rappresentano la sagoma e gli spigoli dei solidi nella finestra vengono quindi create e proiettate sul piano. Le sagome e gli spigoli vengono generati per tutti i solidi e le porzioni di solidi situati dietro il piano di taglio. Per le viste in sezione, il tratteggio (HAT) viene creato utilizzando i valori correnti delle variabili di sistema HPNAME, HPSCALE e HPANG. E' comunque possibile in seguito modificare il tratteggio inserito e scegliere una densità u o una tipo diverso.

Tutti i profili e le sezioni esistenti nella finestra selezionata vengono eliminati e ne vengono generati di nuovi. Tutti i layer, tranne quelli necessari per visualizzare il profilo o la sezione, vengono congelati in ogni finestra.

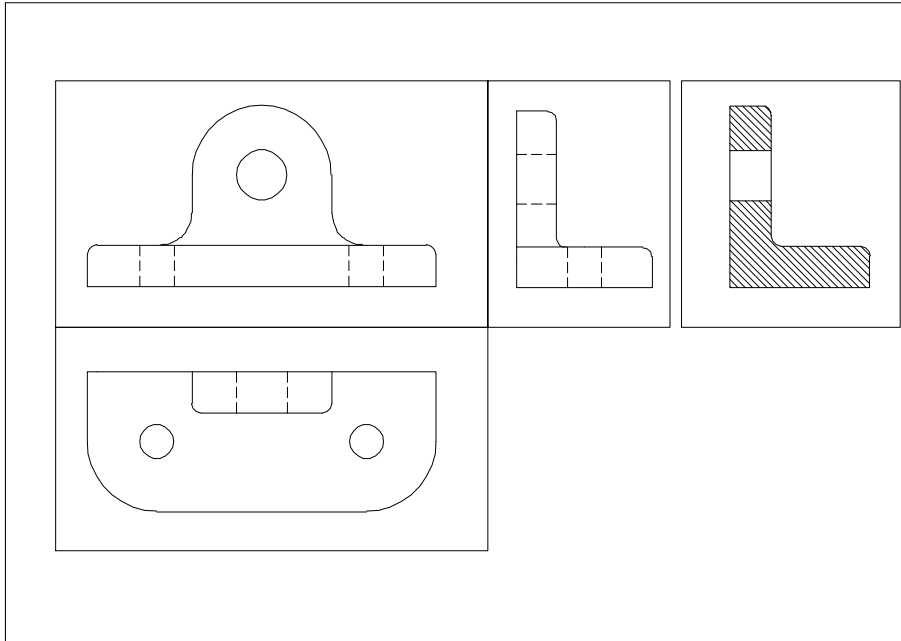


Figure 8.7 - Tavola creata con il comando **SOLDRAW** nelle finestre tracciate in precedenza con **SOLVIEW**. Le linee nascoste sono posizionate nel layer *nome-HID* al quale deve essere modificato il tipo di linea e l'intensità. Il tratteggio della sezione prende il valore della variabile **HPNAME**. La posizione delle finestre è completamente libera e slegata fra di loro.

Il comando **SOLDRAW** utilizza in definitiva il comando **SOLPROF** per gestire le proiezioni e i nomi dei layer, ma lo fa in modo facilitato e con poche richieste d'intervento da parte dell'utente.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno **eser_08_01.dwg** e creare nella scheda Layout1 quattro finestre corrispondenti alle tre viste ortogonali e una isometrica con il comando SOLPROF come in Figura 8.3.
2. Aprire il disegno **eser_08_02.dwg** e definire nelle singole finestre di vista della scheda Layout1 le proiezioni corrette scongelando i layer in ogni vista, come in Figura 8.3.
3. Aprire il disegno **eser_08_03.dwg** e creare le viste con i comandi SOLVIEW e SOLDRAW inserendo anche una vista di sezione.
4. Aprire il disegno **eser_08_04.dwg** e creare le viste di sezione del pezzo con i comandi SOLVIEW e SOLDRAW.

Layout e stampa dei disegni

Contenuti

I modelli di layout sono dei disegni già impaginati che contengono tutte le impostazioni necessarie per stampare un disegno con una precisa impaginazione. I modelli di layout sono impaginati come fogli di carta, sono in millimetri e contengono tutte le informazioni utili per una tavola tecnica, come dimensione, impaginazione, squadratura e cartiglio. Inoltre possono contenere le finestre di vista già definite come dimensione e scala.

Indice

- 9.1 L'uso dei modelli di layout di disegno
- 9.2 Utilizzo di un modello di layout
- 9.3 Definire la scala di stampa
- 9.4 Esempio grafico di messa in tavola

Comandi trattati: IMPOSTAPAG, LAYOUT, ZOOM XP, PVISTA

9.1 L'uso del layout di disegno

Per creare una nuova scheda di layout è possibile utilizzare uno dei seguenti metodi:

- aggiungere una nuova scheda di layout senza impostazioni;
- utilizzare l'autocomposizione *Crea layout* dal menu *Inserisci | Layout*;
- copiare una scheda di layout con le relative impostazioni di stampa;
- importare una scheda di layout da un file modello (DWT) o da un file di disegno esistente in formato DWG.

In genere quando si crea un nuovo disegno e se non si è scelto *Nessun modello di layout*, viene presentata la finestra di dialogo *Seleziona modello dal file* di Figura 9.2 dove sono visibili i modelli forniti dal sistema con le impostazioni predefinite e relative alla dimensione del foglio, il cartiglio e le viste con scala di stampa.

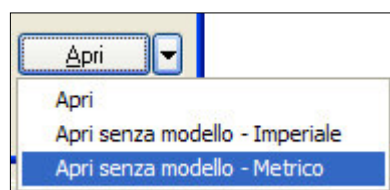


Figura 9.1 - Cliccando sulla freccia a fianco del pulsante *Apri* è possibile scegliere di iniziare un nuovo disegno senza uso di un modello di layout. L'immagine fa riferimento alla finestra è quella rappresentata in Figura 9.2 dove sono visualizzate in anteprima i vari layout forniti dal sistema.

Un nuovo disegno può essere iniziato senza uso di layout di disegno, attivando direttamente lo spazio modello, oppure selezionando la voce di menu *File | Nuovo* con la quale viene presentata la finestra di dialogo *Seleziona modello* della Figura 9.2. La finestra presenta i modelli di disegno contenuti nella cartella *Template* che corrispondono a dei layout completi nel formato, nella squadratura e nel cartiglio.

Quando s'inizia un nuovo disegno, in genere si ricorre ad un layout di disegno fornito dal sistema o personalizzato dall'utente. Un file di disegno può contenere più layout di disegno che possono essere inseriti con il menu *Inserisci | Layout | Layout dal modello*. Tutti i layout di disegno sono posizionati nello spazio carta sotto ed ognuno rappresenta una **scheda di layout**.

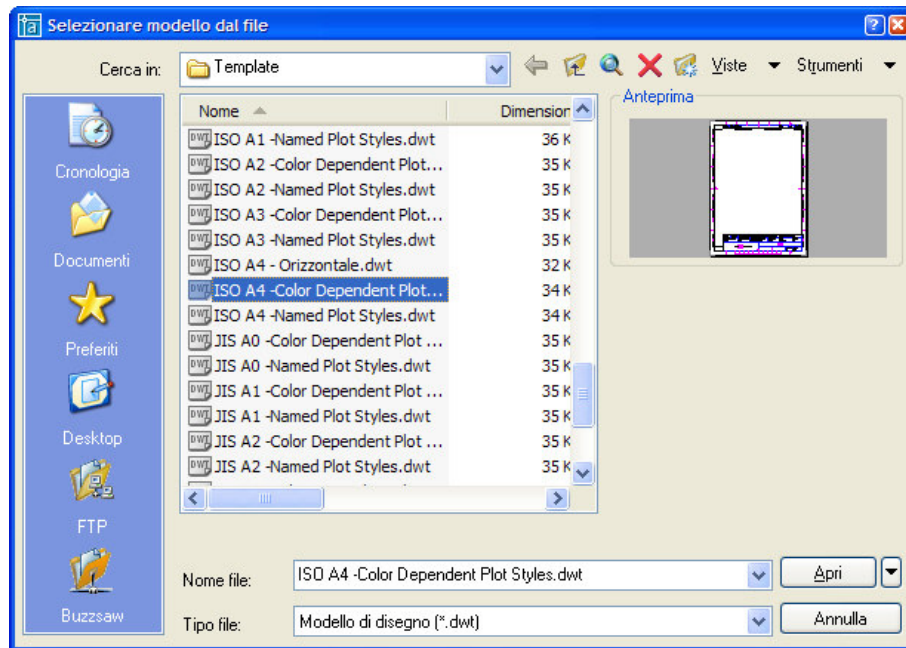


Figura 9.2 - Finestra di scelta *Layout dal modello* per la scelta dei layout forniti da AutoCAD. A destra il sistema fornisce un'anteprima della tavola completa di cartiglio e di finestra di vista.

Modelli di layout

AutoCAD fornisce diversi modelli di layout relativi a formati che rispettano le norme ANSI, ISO e JIS, corrispondenti rispettivamente alle normative statunitensi, europee e giapponesi. L'utente può a sua volta modificare i layout e creare un proprio modello, dopo aver personalizzato il cartiglio, l'impaginazione delle tavole di progetto e tutte le informazioni di disegno che in uno studio di progettazione caratterizzano un progetto e che sono costanti in tutte le tavole di disegno.

E' possibile quindi salvare un proprio modello di layout che in genere sarà inserito nella stessa cartella *Template*, assieme agli altri layout di base, per fornire così una uniformità di disegno in tutti gli elaborati di uno studio di progettazione e garantire di conseguenza un risparmio di tempo nella gestione delle impostazioni delle tavole, come *formati di stampa*, *scale di vista* e impaginazione delle *informazioni* testuali e grafiche.

Se si clicca con il pulsante destro del mouse sopra una *scheda di layout* di Figura 9.4, viene visualizzato un menu di scelta rapida con le seguenti opzioni:

- **Nuovo layout.** Crea un nuovo layout senza impostazioni predefinite;
- **Dal modello.** Attiva la finestra di scelta del modello di figura 12.4;
- **Elimina.** Per cancellare un layout dal disegno;
- **Rinomina.** Permette di modificare il nome di un layout;
- **Sposta o copia.** Esegue la copia o lo spostamento di un layout;
- **Attiva Modello.** Attiva la scheda dello spazio modello al pari di assegnare valore 1 alla variabile TILEMODE;
- **Gestore imp. pagina.** Specifica l'impostazione di pagina del layout corrente;
- **Stampa.** Attiva la finestra *Stampa*.

Come creare un layout usando l'autocomposizione

Dal menu *Inserisci* | *Layout* | *Autocomposizione Crea layout* è possibile attivare una sequenza guidata di finestre che aiutano la creazione di un layout personalizzato

La sequenza delle finestre di dialogo fornisce una serie di scelte guidate nella definizione di un nuovo layout di stampa, a partire dalla dimensione del foglio, dal numero delle finestre, dalla scala di vista e dal tipo di cartiglio. Una volta definito il layout desiderato, questo può essere successivamente modificato con il menu *File* | *Gestione impostazioni pagina* o direttamente con il comando **IMPOSTAPAG**.



Quando si sceglie un modello di layout per un nuovo disegno, il sistema fornisce una serie di modelli predefiniti che sono secondo lo stile CBT, basato sul colore, e lo stile STB, basati sul nome. Infatti nei nomi dei modelli è indicato a quale dei due stili fanno riferimento, se *Color Dependent Plot Style (CTB)* oppure *Named Plot Style (STB)*. In genere viene scelto lo stile basato sul colore perché di utilizzo più facile, considerato anche che lo stile basato sul nome è stato introdotto solo a partire dalla versione 2000 di AutoCAD.

9.2 Utilizzo di un modello di layout

L'inizio di un nuovo disegno viene molto facilitato se si ricorre ad un modello di layout esistente, scegliendo fra quelli forniti dal sistema o fra una serie di modelli personalizzati dallo studio di progettazione.

Layout

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Layout	Inserisci Layout Nuovo	LAYOUT	LO

Quando si apre un nuovo disegno nella barra di stato, oltre alla scheda *Modello*, che è sempre presente, sono visibili anche due schede di layout, denominate *Layout1* e *Layout2*. Le due schede controllano l'attivazione dello **spazio modello**, che è sempre unico, o dello **spazio carta** che invece può contenere un numero elevato di schede di layout.

Per passare dallo *spazio modello* allo *spazio carta* è sufficiente cliccare su una scheda di layout che, che non definite altrimenti, hanno la denominazione di LayoutX: le schede in un *Nuovo disegno* non sono ancora definite e quindi non presentano nessun modello.

Lo spazio carta può essere attivato anche digitando la variabile TILEMODE che con valore 1 attiva lo *spazio carta* mentre con valore 0 attiva lo *spazio modello*.

Per creare una nuova scheda di layout è possibile utilizzare uno dei seguenti metodi:

- aggiungere una nuova scheda di layout senza impostazioni, come le schede viste in precedenza;
- utilizzare l'autocomposizione *Crea layout* dal menu *Inserisci | Layout*;
- copiare una scheda di layout con le relative impostazioni di stampa;
- importare una scheda di layout da un file modello (DWT) o da un file di disegno esistente in formato DWG.



Figura 9.3 - Cliccando sulla scheda *Modello* o *Layout1* o 2 si può passare da un ambiente all'altro in maniera agevole. La variabile che controlla l'attivazione dei due ambienti è TILEMODE.



Figura 9.4 - Scelta della scheda *Layout1* per passare allo spazio carta. Notare sulla barra di stato, a destra, l'attivazione del pulsante CARTA mentre nello spazio modello è riportato MODELLO.

In genere quando si crea un nuovo disegno e se non è attiva l'opzione *Nessun modello di layout*, viene presentata la finestra di dialogo *Seleziona modello dal file* di figura 9.5 dove sono visibili i modelli forniti

dal sistema con predefinite le impostazioni relative alla dimensione del foglio, il cartiglio e le viste con scala di stampa.

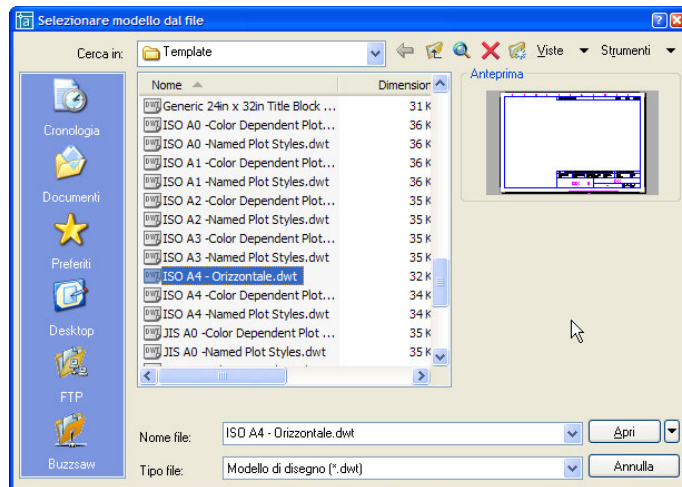


Figura 9.5 - Finestra per la selezione di un modello predefinito visualizzato in anteprima per meglio controllare il formato. Se si creano dei modelli personalizzati questi saranno visibili nella stessa finestra e saranno visualizzati nella finestra d'anteprima.



Tutti i percorsi di posizionamento dei vari file utilizzati da AutoCAD sono contenuti nella finestra di dialogo *Strumenti* | *Opzioni* | *File* dove si possono definire le impostazioni del programma, per facilitare la ricerca e la memorizzazione. Si consiglia di non esagerare nella personalizzazione, sia per i file che per i percorsi, perché è facile perdere le indicazioni delle nuove impostazioni di base, specie se sono coinvolte più persone nella gestione del sistema.

9.3 Definire la scala di stampa

Quando in un nuovo disegno si sceglie un *modello di layout* predefinito fornito dal sistema, come in Figura 9.5, il modello di layout fornisce una sola finestra mobile. Per creare una tavola di stampa con più finestre mobili è necessario cancellare la finestra fornita nel layout e inserire nuove finestre con il menu *Visualizza | Finestre*, prestando attenzione di aver prima attivato lo spazio carta. Non fare l'errore di aggiungere altre finestre come spesso si è visto, perché queste si andrebbero a sovrapporre a quella originale di fondo, con notevoli problemi di interpretazione dei disegni, visto che tutte sarebbero attive.



Ricordiamo che nella finestra *Stampa* la scala da definire è sempre in scala 1:1 perché si stampa dallo *spazio carta* e la dimensione del layout corrisponde esattamente alla dimensione della tavola su carta. Quando si stampa invece dallo spazio modello per trovare più velocemente il fattore di scala ottimizzato rispetto alla dimensione del foglio di disegno, si seleziona *Adatta al foglio* e si osserva il rapporto calcolato dal sistema. Facendo riferimento a questo valore, si trova il valore UNI standard più vicino, che sarà il valore da impostare.

Nel disegno tecnico sono adottati, secondo le UNI 3967 - ISO 5455, i seguenti fattori di scala normalizzati:

Categoria	Scale Normalizzate		
Scale di riduzione	1:2	1:5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1:1000
Scala naturale	1:1		
Scale di ingrandimento	5:1	2:1	10:1
			...

Tabella 9.1 - Fattori di scala da adottare nei disegni tecnici secondo le norme UNI

Per definire una scala di visualizzazione in finestra mobile si possono utilizzare tre diverse modalità:

- definire la scala mediante l'opzione XP del comando **ZOOM** in modalità modello in finestra mobile;
- utilizzare la tavolozza **Proprietà** e le opzioni **Scala personalizzata**;
- ricorrere alla barra degli strumenti **Finestre**.

Esempio di una tavola con 4 finestre

Per comprendere meglio la procedura di definizione della scala di vista nelle finestre mobili, analizziamo un esempio concreto di messa in tavola di un tubo a gomito attraverso alcune viste con diverse scale. Il pezzo è stato disegnato in scala **1:1** con unità di misura **centimetro**.

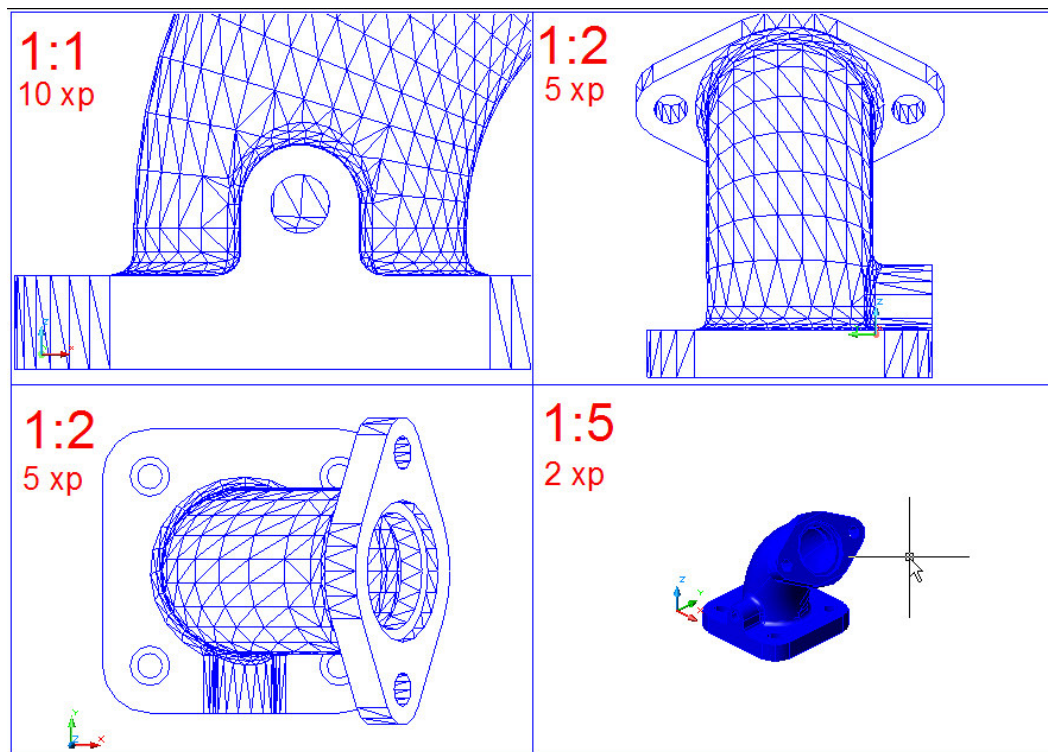


Figura 9.6 - Valori da riportare al comando ZOOM XP per ottenere la scala desiderata.

Il formato della tavola da produrre è **A4** disposta in **orizzontale** con 4 viste alle seguenti scale: **1:1**, **1:2**, **1:2**, **1:5**. La tavola da produrre è esattamente quella in Figura 9.6.

Per facilitare la definizione delle scale delle varie viste, nella tabella seguente sono riportati i valori da digitare al comando **ZOOM** opzione **XP** per definire la scala della vista. Va ricordato che nello spazio carta, che è l'ambiente di definizione della tavola, l'unità di misura è il *millimetro*. Infatti la dimensione della tavola di disegno in A4 è di **297 x 210** unità di disegno, cioè **millimetri**.

In scala 1:1 se il disegno è stato prodotto con unità di disegno **millimetro**, **un** millimetro del disegno corrisponde ad **un** millimetro su carta, mentre se l'unità di disegno è il **metro**, sempre in scala 1:1, **un** millimetro su carta corrisponde a **0.001** unità di disegno.

Scala di stampa e valori di ZOOM XP

Per comprendere meglio la corrispondenza fra la scala di disegno di ogni finestra e i valori da assegnare al comando **ZOOM XP** è stata inserita una tabella di corrispondenza per un disegno in millimetri. Nella Tabella 9.2 per una scala 1:1 il valore in millimetri nello spazio carta è lo stesso dello spazio di disegno, quindi il valore da assegnare a ZOOM XP è 1.

Per un disegno in scala 1:2 la dimensione su carta viene ridotta a metà, quindi il valore da dare a ZOOM XP è 0.5. E così per gli altri valori di scala rispetto ai valori da assegnare a ZOOM XP.

Per facilitare la definizione della scala, in AutoCAD è possibile scegliere le impostazioni predefinite nella tavolozza *Proprietà* di Figura 9.7.

Scala di stampa	Unità di disegno in millimetri	Zoom XP con disegno in millimetri
1:1	1	1 XP
1:2	2	.5 XP
1:5	5	.2 XP
1:10	10	.1 XP
1:50	50	.02 XP
1:100	100	.010 XP
1:200	200	.005 XP

Tabella 9.2 - Valori di corrispondenza con disegno in millimetri

Il controllo della scala della finestra selezionata è definibile nelle opzioni *Scala standard* e *Scala personalizzata*. La voce *Scala standard* fornisce una serie di rapporti predefiniti e “quasi” standard che possono essere impostati per la finestra selezionata. Per impostare la scala è necessario selezionare una finestra alla volta nello spazio carta.

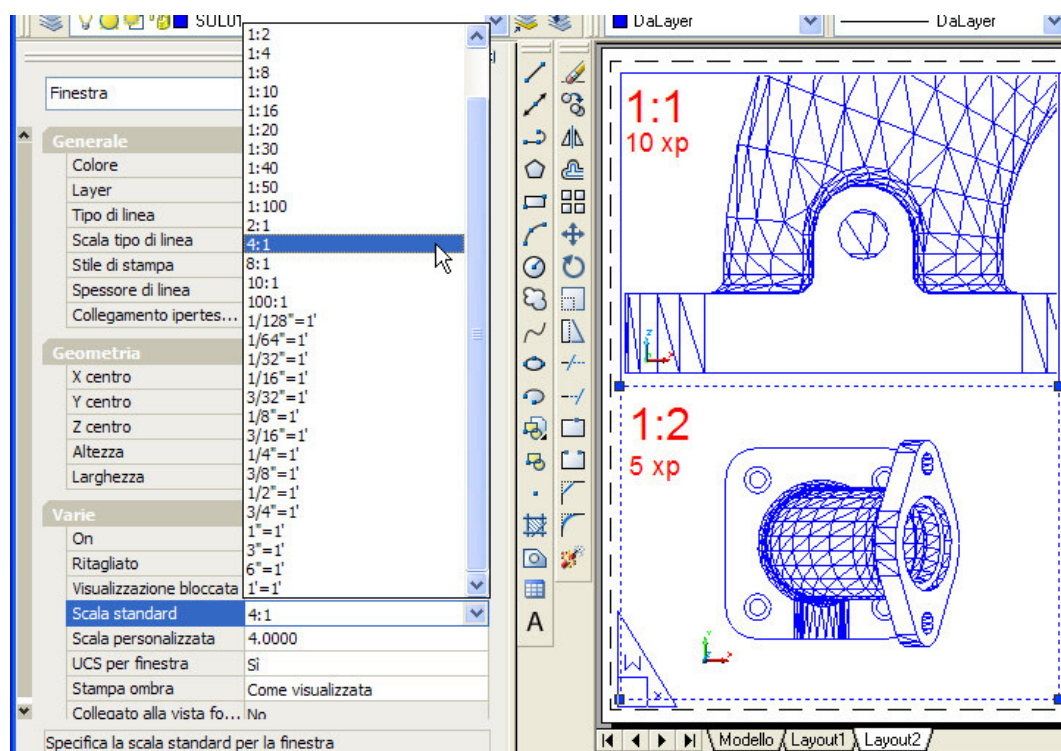


Figura 9.7 - Visualizzazione del pezzo a scale diverse visualizzate in ogni finestra.

L'elenco riportato alla voce *Scala standard* fornisce tutti i rapporti standard della scala con l'unico limite però, forse evitabile, che si riferiscono all'unità di misura millimetro dello spazio di disegno. In pratica funzionano solo se c'è una corrispondenza *millimetro/millimetro* fra disegno e spazio carta. Se invece si usa un rapporto *centimetro/millimetro*, come nel nostro caso, si deve correggere il rapporto moltiplicando per 10 il fattore riportato. Per una scala di 1:1 si sceglie il valore 10:1 che moltiplicato per 10, millimetri su centimetro, determina una scala 1:1.

Alla voce *Scala personalizzata* il rapporto di scala da inserire è quello corrispondente al valore da inserire per il comando ZOOM XP. I due modi per inserire la scala sono correlati e uno sostituisce l'altro.

Scala definita nella barra degli strumenti Finestre.

La barra degli strumenti *Finestre* di Figura 9.8 fornisce lo stesso elenco che si può trovare in *Scala standard* e in più la possibilità di digitare da tastiera sia i valori in forma *rapporto di scala*, ad esempio 1:100, sia i valori con l'*opzione XP*.



Figura 9.8 - Barra degli strumenti *Finestre* che si attiva con il pulsante destro del mouse sopra una qualunque barra.

Dopo aver selezionato una finestra nello spazio carta, è possibile digitare sia il valore **10:1** sia **10xp** per avere una scala di 1:100, come si può verificare nella finestra in basso a sinistra Figura 9.7.

Scala di stampa	Unità di disegno in millimetri	Unità di disegno in centimetri	Unità di disegno in metri	Zoom XP per disegno in metri	Zoom XP per disegno in centimetri	Zoom XP per disegno in millimetri
1:1	1	0.1	0.001	1000 XP	10 XP	1 XP
1:2	2	0.2	0.002	500 XP	5 XP	.5 XP
1:5	5	0.5	0.005	200 XP	2 XP	.2 XP
1:10	10	1	0.010	100 XP	1 XP	.1 XP
1:50	50	5	0.050	20 XP	.5 XP	.5 XP
1:100	100	10	0.10	10 XP	.10 XP	.010 XP
1:200	200	20	0.20	5 XP	.05 XP	.005 XP

Tabella 9.3 - Valori di corrispondenza fra la scala e il fattore di Zoom XP

Definire la scala con il comando ZOOM XP

E' possibile definire la scala di visualizzazione di ogni finestra in modalità *modello* mediante il comando ZOOM e opzione XP. L'opzione XP di Zoom permette di specificare la scala relativa all'unità di misura dello spazio carta.

Come si può vedere nella colonna *Zoom XP per disegno in centimetri* della tabella precedente, nelle finestre di Figura 9.7 sono state usati i seguenti valori al comando Zoom:

- scala 1:1 = ZOOM 10 XP
- scala 1:2 = ZOOM 5 XP
- scala 1:5 = ZOOM 2 XP

Ad esempio in scala 1:1 *un* millimetro su carta corrisponde a *10* unità se l'unità di disegno è il centimetro.

Definire la scala con la tavolozza Proprietà

La tavolozza *Proprietà* permette di modificare alcune proprietà della finestra mobile e fra queste le opzioni *Scala standard* e *Scala personalizzata*, come si può vedere nella Figura 9.7. La voce *Scala standard* fornisce una serie di rapporti predefiniti e standard che possono essere impostati per la finestra selezionata. Per impostare la scala è necessario selezionare una finestra alla volta dallo spazio carta.



Le scale riportate nella tavolozza *Proprietà* alla voce *Scala standard* non rispettano i suggerimenti delle norme UNI. Sono fornite scale non contemplate dalle norme, come 1:4, 1:8, 8:1 e mancano invece alcune che sono importanti e che sono presenti nelle norme, come 1:5 e 5:1. Per definire queste scale è necessario definirle con Zoom XP. Le *finestre mobili* nel layout in genere non sono stampate e per questo congelate in un layer apposito o disattivate nella proprietà di *stampa*.

9.4 Esempio grafico di messa in tavola

Riprendiamo il disegno del sostegno del capitolo precedente per realizzare una tavola finita e completa utilizzando un modello di layout fornito dal sistema.

Il disegno da mettere in tavola è il modello del sostegno visto nel capitolo X e allegato con il nome: **d0904_sostegno.dwg**.

Creazione di una tavola con viste 3D

In questa sequenza vediamo come creare una tavola di disegno con 4 viste sul modello 3D utilizzando un modello di layout inserito nello **spazio carta**. Con questo esempio vogliamo verificare il grande vantaggio fornito dall'impaginazione di un disegno nello spazio carta facendo ricorso ai modelli di layout, che in genere sembrano di difficile utilizzo.

Le fasi di costruzione sono le seguenti:

7. Aprire il disegno e inserire un nuovo modello di layout dal menù *Inserisci | Layout | Layout dal modello* come in Figura 9.5;
8. Scegliere il formato **ISO A4 -Color Dependent Plot Styles.dwt** con orientazione verticale oppure il modello fornito nel corso **A4_2.dwt** che ha un orientamento orizzontale. In alternativa si può modificare il modello **ISO A4** e creare la variante orientata orizzontalmente;
9. Il modello ha un'unica finestra di layout mentre a noi servono 4 viste: si fa prima a cancellarla;
10. Inserire 4 finestre con il menù *Visualizza | Finestre | 4* come in Figura 9.9;

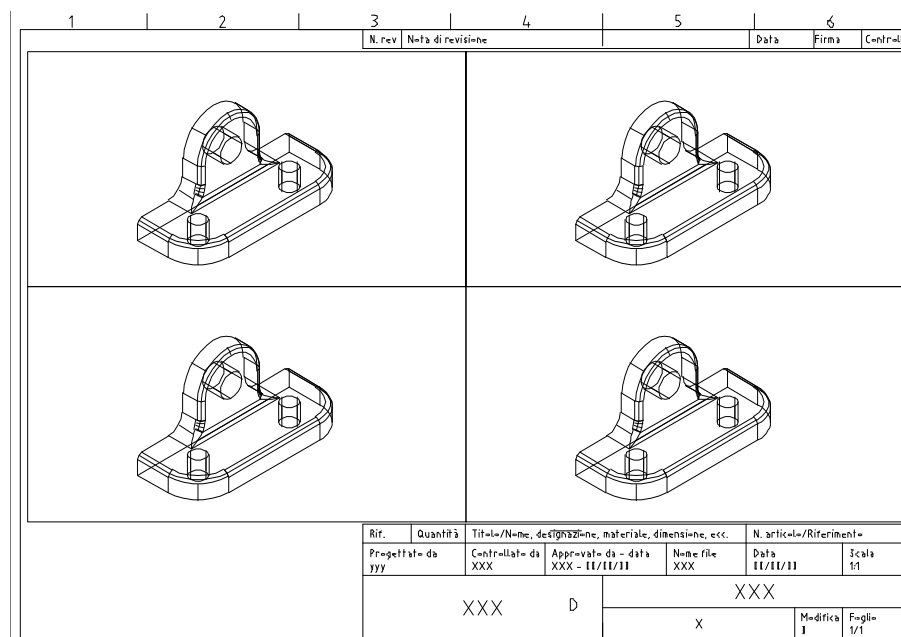


Figura 9.9 - Inserimento di 4 finestre nel layout caricato dal modello. Notare le 4 viste uguali con le cornici visibili e interne alla squadratura.

In ogni finestra creata si deve definire le varie viste con il comando **PVISTA** e con i tre valori in coordinate assolute **0, 0, 1 / - 0, -1, 0 / -1, 0, 0** corrispondenti alle tre viste, come trattato nel Capitolo 2. L'assonometria può essere definita con l'opzione **R** e valori angolari di 225 e 35 gradi.

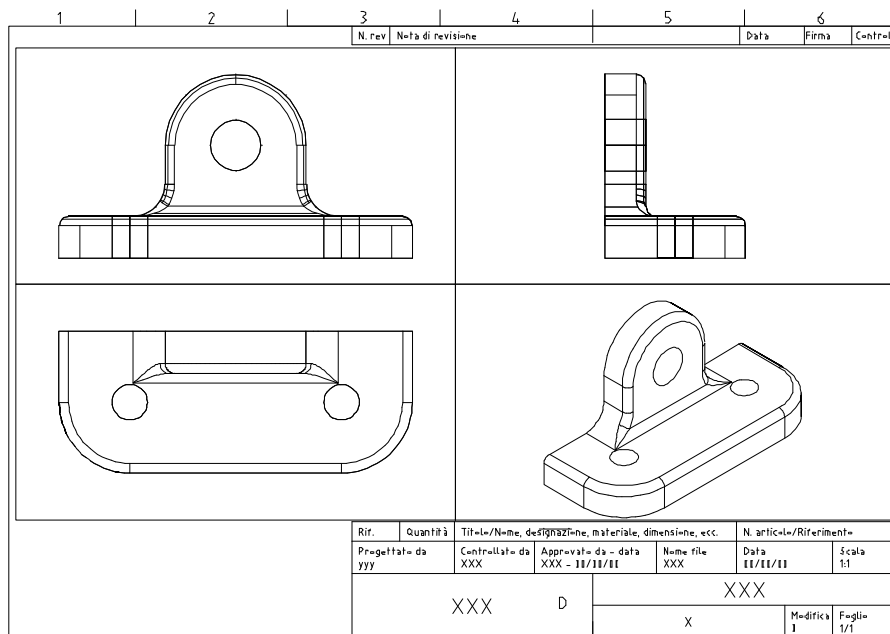


Figura 9.10 - Definizione delle viste con il comando PVISTA e i valori riportati al punto 5. Dopo aver definito le viste, si deve settare la scala 1:1 e allineare le viste fra di loro.

Come allineare le viste

Per allineare tutte le viste fra di loro, si usa il comando **MVSETUP** con l'opzione **Allinea** per allineare le viste ortogonali. La scala è stata definita con **ZOOM** opzione **1XP** in ogni finestra, corrispondente al rapporto 1:1.

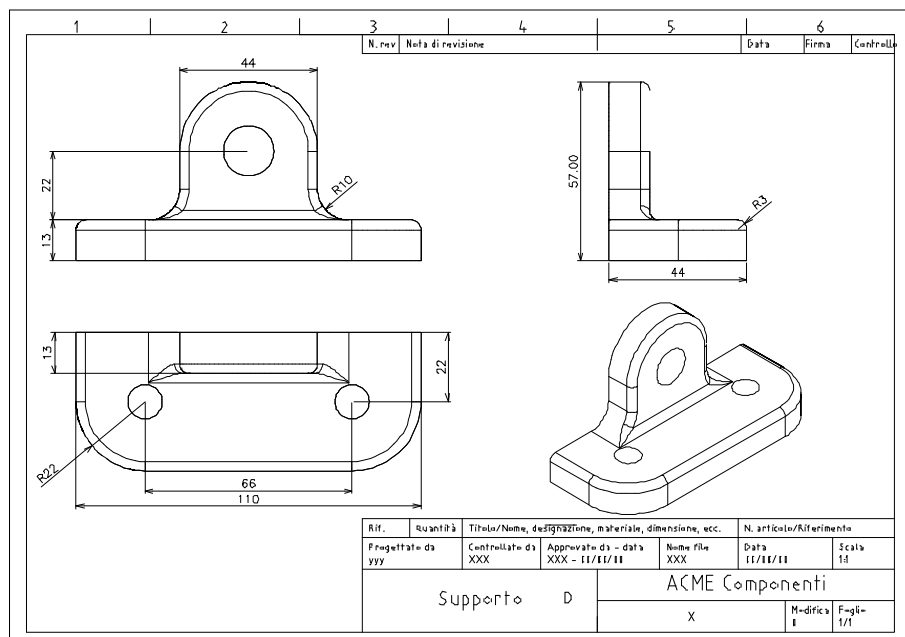


Figura 9.11 - Tavola completa di quote e cartiglio, con le cornici delle finestre rese invisibili. Il cartiglio è un blocco con attributi fornito con il modello di layout che può essere editato e modificato come un normale blocco con attributi.

Alla fine della sequenza, si devono inserire le quote nello spazio carta e aggiornare i dati del cartiglio editando i vari attributi del blocco.

Differenza con SOLPROF e SOLVIEW

In questa sequenza è stata creata una tavola con **4 viste** che si aprono direttamente sul modello 3D, mentre nel Capitolo 8 è stata creata una tavola con **proiezioni 2D** realizzate con i comandi SOLPROF e SOLVIEW.

La differenza è sostanziale perché nel primo caso, le viste, non sono state generate delle proiezioni 2D ma le viste sono delle **finestre dirette** sul modello che viene aggiornato in tempo reale. Nel secondo caso, le proiezioni, c'è una completa indipendenza delle proiezioni rispetto al solido 3D, tanto che una volta create rimangono scollegate con il modello che le ha generate.

Queste due modalità di creazione delle tavole di disegno, una volta noti i limiti e i vantaggi di ogni soluzione, lasciano al disegnatore la facoltà di scegliere le prestazioni che vuole ottenere dalle tavole di progetto.

Va detto però, come considerazione finale di questo Capitolo, che nei modellatori solidi più recenti la costruzione delle tavole, la **messa in tavola** come viene definito con termini più appropriati, viene fatta in automatico dal sistema senza la gestione dei layer che fa AutoCAD in maniera molto macchinosa e complicata.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno `eser_09_01.dwg` e definire nella scheda Layout1 dei fattori di scala secondo rapporti UNI nelle singole finestre.
2. Sempre nel disegno `eser_09_01.dwg` definire nella scheda Layout2 le viste secondo le scale indicate in ogni finestra, come nella Figura 9.6 della Guida didattica.
3. Aprire il disegno `eser_09_02.dwg` e inserire il cartiglio del layout `a4_2.dwt` fornito nel CD-Rom come nella Figura 9.11.
4. Aprire il disegno `eser_09_03.dwg` che contiene il modello 3D della lampada Tizio. Creare l'impaginazione della lampada in un foglio A3 orizzontale con 4 viste.

Il rendering dei modelli

Contenuti

In questo capitolo sono trattati tutti gli aspetti tecnici del rendering fornito da AutoCAD. La qualità del rendering del programma è molto migliorata soprattutto con le ultime versioni, dalla versione 2004 in poi. E' aumentata di conseguenza anche la complessità d'utilizzo delle numerose opzioni e impostazioni della funzione **Render**. Per questo si è adottato in questo tutorial un approccio graduale ai vari aspetti del rendering sviluppato nei Capitoli 10 e 11, iniziando prima dagli aspetti teorici e tecnici, passando quindi alla finestra di **controllo** del rendering per poi affrontare il tema dei **materiali** e delle texture, lasciando per ultimo il tema più importante ed allo stesso tempo difficile che è rappresentato dalla **luce**.

Indice

- 10.1 Tecniche di rendering
- 10.2 Formato delle immagini
- 10.3 Come creare un'immagine di rendering
- 10.4 Tipi di rendering

Comandi trattati: RENDER

10.1 Le tecniche di rendering

Il Rendering è l'ultima fase del processo di disegno che porta alla costruzione di una scena 3D, processo che va dalla **modellazione geometrica** fino al **rendering fotorealistico**, attraverso diverse fasi intermedie come illustrate nella Figura 10.1.

Le principali fasi di costruzione di un'**immagine di sintesi** sono i seguenti:

- **Modello**. La costruzione del modello è la fase più importante perché condiziona in modo significativo la qualità delle geometrie che saranno rese in rendering;
- **Modello**. La costruzione del modello è la fase più importante perché condiziona in modo significativo la qualità delle geometrie che saranno rese in rendering;
- **Modello di illuminazione**. Comprende tutte le componenti che riguardano la luce, il tipo di illuminazione, le luci ed il modello di shading adottato;
- **Texture**. Sono i materiali applicati alle superfici dei solidi secondo i vari stili di mappaggio;
- **Shading**. È il modello di ombreggiatura utilizzata nella scena e sui singoli modelli;
- **Immagine di sintesi finale**. E' il risultato dell'applicazione di tutti i componenti e le tecniche di rendering sugli oggetti e nell'ambiente.

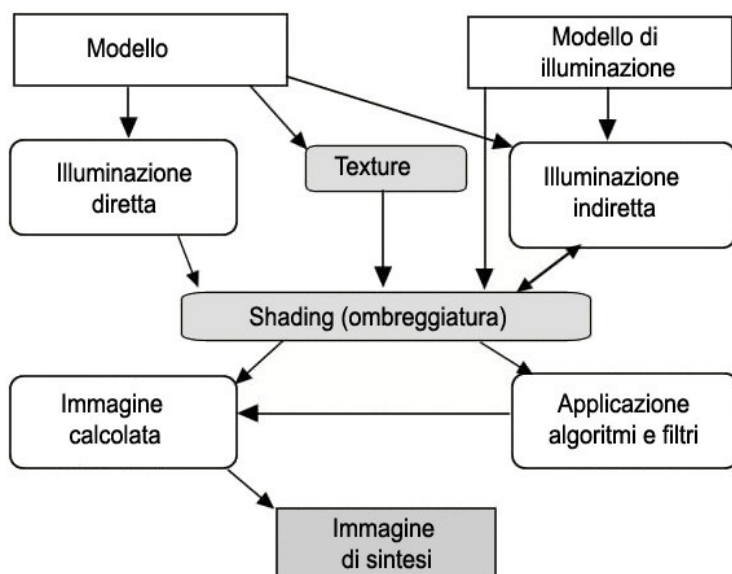


Figura 10.1 - Schema delle fasi di rendering di una scena virtuale

Modelli di Shading

Con **Shading** s'indica il processo di rendering mediante il quale si assegnano alla superficie di un oggetto i valori che controllano l'interazione della superficie con la luce della scena e determinare così gli effetti cromatici fondamentali dell'oggetto quali: il colore, la trasparenza, la rifrazione, le proprietà di riflessione. Questo processo simula il comportamento del materiale nella realtà e per questo viene definito anche col termine **Fotorealismo**. La tecnica dello *shading* è anche detta *surfacing* perché tratta soprattutto il comportamento delle superfici dei solidi. Nel tempo sono state sviluppate diverse tecniche di shading, influenzate sia dalla potenza di calcolo dei computer e sia dal progresso nello studio degli algoritmi applicati alle superfici. I modelli sviluppati che si possono trovare anche in AutoCAD sono i seguenti: *Flat shading*, *Gouraud shading*, *Phong shading* e *Ray tracing*.

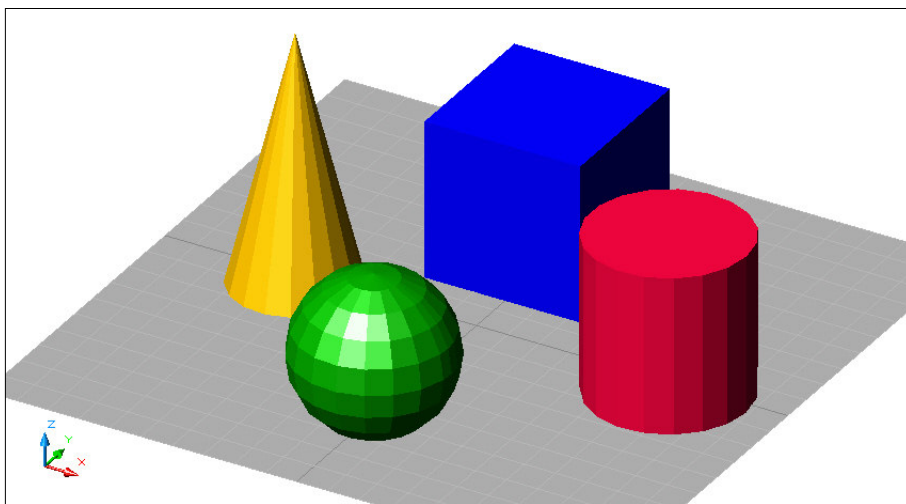


Figura 10.2 - Modello di rendering in *Flat shading*. La resa grafica dei solidi è per facce piatte di colore omogeneo ognuna calcolata come un'entità unica. Non sono riportate le texture né i diversi comportamenti delle luci.

Flat shading (Constant shading)

È un modello di ombreggiatura secondo il quale ogni poligono viene rappresentato con un solo colore che rappresenta la combinazione della luce ambientale e delle caratteristiche fisiche e cromatiche dell'oggetto. Il risultato è piuttosto scadente in quanto gli oggetti appaiono sfaccettati e lasciano trasparire l'effettiva conformazione geometrica dei poligoni e dei solidi. È il primo livello di shading e viene usato per effettuare una veloce verifica di una scena se non si hanno grandi disponibilità di calcolo del calcolatore.

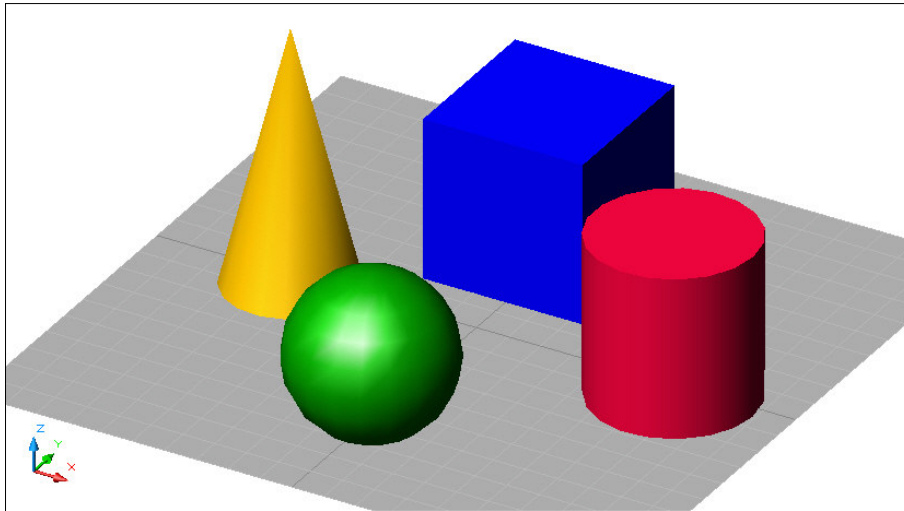


Figura 10.3 - Modello di rendering in **Gouraud shading**. Le facce non sono più riconoscibili perché la sfumatura copre i punti di raccordo fra gli spigoli. Il numero di facce però non è cambiato: sui bordi si riconoscono ancora gli spigoli delle facce.

Gouraud shading

Nel modello **Gouraud shading**, così chiamato in onore del matematico francese Henri Gouraud, ogni colore del triangolo da renderizzare è creato interpolando i colori calcolati ai vertici di ogni angolo del triangolo. In questo modo il colore interno del triangolo è ottenuto per **miscelazione** dei colori dei vertici calcolati sulla base del modello d'illuminazione della scena 3D. Il risultato del *Gouraud shading* è di solito visivamente piacevole dando un effetto superficiale ben omogeneo (da qui anche l'indicazione di questo effetto con il termine **smooth shading**). AutoCAD fornisce un modello di *Ombreggiatura Gouraud* con spigoli attivati per visualizzare anche gli spigoli di costituzione dei solidi.

Phong shading

È il modello di ombreggiatura più accurato. Genera le superfici in modo più realistico calcolando l'interazione della luce ambientale con la superficie dell'oggetto su **ciascun punto** di ogni poligono. Per questa prestazione fornita richiede una grande risorsa di calcolo per creare il rendering di una scena. Rispetto al *Gouraud Shading*, con il *Phong Shading* si ottengono risultati superiori ma a discapito del maggior tempo di calcolo richiesto. La tecnica si basa sull'utilizzo del metodo di illuminazione *Phong Lighting* che è lo stesso modello applicato anche alle luci.

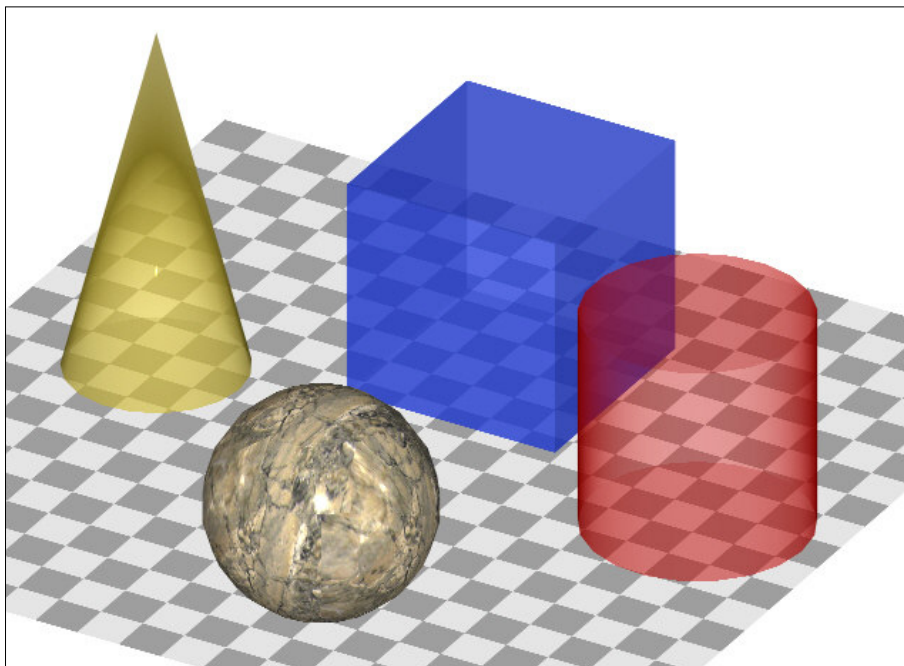


Figura 10.4 - Modello di rendering *Raytrace fotografico* realizzato con il comando di Render. La qualità dell'immagine è migliore sia come resa delle superfici sia delle luci e delle trasparenze.

Ray tracing

Tecnica di rendering basata sul calcolo dei singoli raggi di luce (*ray tracing*) che sono generati sulla scena. Il *ray tracing* richiede una grande mole di calcoli, dato che per ogni singolo raggio di luce è necessario ricostruirne il percorso in modo esatto, tenendo conto di tutte le caratteristiche dei materiali che colpisce e che attraversa, compreso anche quando viene riflesso e rifratto da alcuni materiali con la conseguente moltiplicazione dei raggi sulla scena. Per ogni raggi vengono applicate in tempo reale tutte le leggi fisiche e ottiche che sono implicate. In compenso fornisce una qualità di rendering molto elevata e molto realistica.

10.2 Formato delle immagini

Esistono due tipi di immagini grafiche : **immagini a punti** o **immagini raster** (*bitmap graphics*) e **immagini vettoriali** (*object-oriented graphics*).

Le **immagini bitmap** sono formate da una griglia rettangolare (raster) di **pixel** colorati che possiamo paragonare ad un mosaico le cui tessere corrispondono ai singoli pixel. L'immagine viene memorizzata nel proprio formato (pixel) e colore (profondità cromatica).

Le **immagini vettoriali** invece sono composte da **oggetti grafici** (punti, linee, curve, cerchi) ognuno dei quali è definito, nella memoria del computer, da una funzione matematica o *algoritmo grafico*. Ogni oggetto è indipendente dagli altri e può essere spostato, modificato od eliminato senza influenzare gli altri oggetti dell'immagine. Poiché ogni oggetto è rappresentato (in memoria) da una equazione matematica, per riprodurre l'immagine su un dispositivo raster (*periferica grafica*), deve essere proiettata alla dimensione supportata dalla periferica stessa e di conseguenza trasformata in pixel, operazione che viene definita **rasterizzazione**.

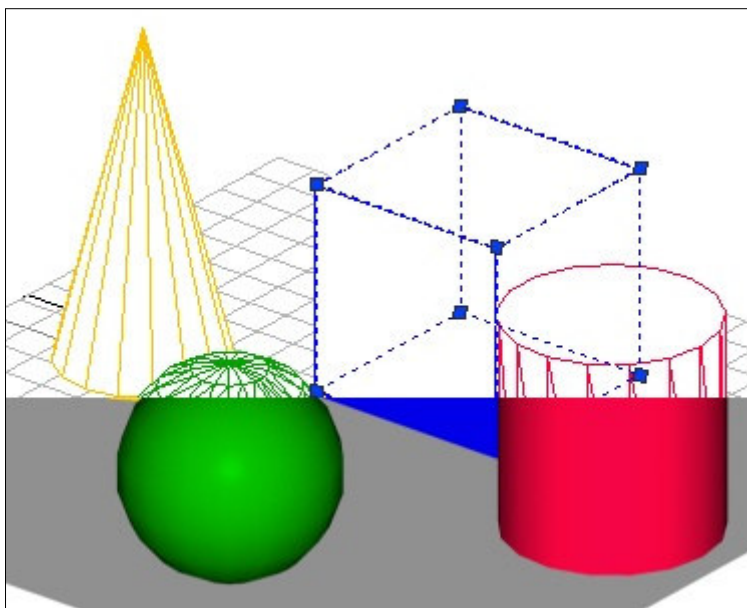


Figura 10.5 - Immagine visualizzata in wireframe in alto e in rendering in basso. Nei primi sistemi CAD il modello veniva visualizzato in wireframe (file di ferro) e solo alla fine si lanciava il rendering della scena, mantenendo distinti i due stili di visualizzazione. Ora con le nuove potenze di calcolo si può modellare avendo sempre attiva la visualizzazione in rendering della scena.

Il procedimento contrario, corrispondente alla trasformazione di immagini raster in immagini vettoriali viene definito vettorializzazione.

Immagini bitmap

La **grafica bitmap**, o *grafica raster*, trova applicazione soprattutto nei settori dell'elaborazione d'immagine. I vantaggi di questo tipo di grafica consistono nel fatto che lavorando con i singoli pixel si possono ottenere effetti simili a quelli della pittura e grafica tradizionale (pennello, aerografo, matita, carboncino). I programmi di fotoritocco, per esempio, operano su immagini raster, e i ritocchi sono possibili sui singoli pixel. D'altra parte l'immagine si può ingrandire (su monitor o in stampa) solo ingrandendo la dimensione del pixel, che può diventare visibile, fino a creare effetti deformati (pixelizzazione).

Immagini vettoriali

La **grafica vettoriale**, o *grafica ad oggetti*, è un altro modo di creare grafica col computer. I programmi che consentono di creare immagini vettoriali non memorizzano il disegno come insieme di punti, ma con funzioni matematiche che descrivono i singoli oggetti e primitive grafiche. I programmi di CAD e di modellazione solida utilizzano la grafica vettoriale. Ogni oggetto del disegno viene memorizzato in un database interno del programma formato da oggetti grafici descritti geometricamente. Grazie a questa tecnica gli oggetti si possono ingrandire, rimpicciolire, ruotare, ridimensionare, colorare (bordi e contenuto) senza nessuna perdita di qualità. Inoltre, gli oggetti si possono trattare in modo

indipendente, come se ognuno fosse tracciato su un piano singolo. Gli oggetti possono essere disposti nello spazio creando effetti di oggetti nascosti (*hidden line*).

Formati grafici raster (bitmap)

Un formato grafico è il formato in cui un'immagine è salvata. Il file si riconosce dall'estensione che identifica in 3 lettere il tipo di immagine contenuta. Ogni formato ha caratteristiche proprie con vantaggi e svantaggi. I termini usati per le immagini bitmap sono: raster, bitmap, pittorici, elaborazione d'immagine, fotorealismo, rendering,

Ogni formato ha caratteristiche proprie rispetto al numero di colori che può supportare.

- 1 bit per pixel si riferisce ad un'immagine con 2 colori.
- 4 bit per pixel si riferisce ad un'immagine con 16 colori.
- 8 bit per pixel si riferisce ad un'immagine con 256 colori.
- 16 bit per pixel si riferisce ad un'immagine con 65.536 colori.
- 24 bit per pixel si riferisce ad un'immagine con 16.777.216 colori. Detta RGB

Vediamo in dettaglio i formati usati da AutoCAD per salvare le immagini di rendering.

Bit per pixel	colori	formula
4	16	2^4
8	256	2^8
16	65.536 - 64K	2^{16}
24	16.777.216 - 16M	2^{24}

Formato BMP

Il formato BMP (bitmap) è lo standard del formato di Windows. Il formato BMP è usato da Paintbrush e le immagini create possono essere usate come "sfondo" di Windows. Windows usa una palette di colori fissa che non può essere cambiata: viene usata per i bordi e lo sfondo dello schermo e delle finestre di Windows.

Il numero dei colori è il seguente:

- BMP-OS/2-RGB supporta 1, 4, 8, 24 bits per pixel - non compresso
- BMP-Windows-RGB supporta 1, 4, 8, 24 bits per pixel - non compresso.
- BMP-Windows-RLE supporta 4, 8 bits per pixel - compressione RLE.

Formato PCX

Il formato **PCX** è un vecchio formato raster usato in alcuni programmi di grafica pittorica, ora però non più diffuso.

Formato EPS - Postscript

Il formato **EPS** (Encapsulated PostScript) è utilizzato da molti programmi di impaginazione ed è lo standard nel settore tipografico. E' l'unico formato che supporta la trasparenza in immagini Bitmap.

Formato TGA

Il formato **TGA** (Truevision Targa Format) è stato sviluppato da Truevision negli anni '70 per le proprie schede grafiche TARGA. Il formato supporta ogni dimensione di file da 1 bit a 32 bit colore. E' stato un formato molto diffuso negli anni '80 nella grafica per PC per la sua stabilità di formato e per questo ha costituito uno standard de facto come formato grafico. La compressione è fatta con algoritmo RLE a 15, 16 e 24 bit colore.

Formato TIF

Il formato **TIFF** (Tagged-Image File Format) è usato come formato di scambio fra programmi raster diversi con diversi gradi di compressione. Il formato TIFF in origine è nato per costituire un formato raster standard e per questo ha ancora tutte le caratteristiche per essere applicato in un ampio spettro di

applicazioni. Dal formato TIFF infatti si può convertire in quasi tutti i formati grafici. Viene usato soprattutto nel settore della grafica e della composizione editoriale.

Il formato TIFF usa 6 differenti formati di salvataggio:

- No-compression
- Huffman
- Pack Bits
- LZW
- Fax Group 3
- Fax Group 4

In aggiunta può salvare i formati in 3 categorie diverse:

- bianco e nero
- con scala di grigi
- a colori

Il formato TIFF supporta anche il metodo di compressione LZW che è lo stesso usato dal formato GIF. Una stessa immagine può essere salvata in formato compresso o non compresso.

Caratteristiche tecniche

- TIFF - senza compressione supporta 1, 4, 8, 24 bits per pixel
- TIFF - Huffman supporta 1 bit per pixel.
- TIFF - Pack Bits supporta 1 bit per pixel.
- TIFF - LZW supporta 4, 8, 24 bits per pixel.
- TIFF - Fax Group 3 supporta 1 bit per pixel.
- TIFF - Fax Group 4 supporta 1 bit per pixel.

Formato GIF

Il formato **CompuServe® GIF** è nato come formato delle immagini di CompuServe Information Service, provider di Internet USA nel 1987. L'esigenza era di avere un formato il più compresso possibile per scaricare le immagini dal Bulletin Board Systems (BBS), rete molto lenta di comunicazione fra computer. La compressione è realizzata con il metodo LZW per indicizzare la tavolozza dei colori.

Ci sono due versioni di file GIF: 87a e 89a. Entrambe usano un sistema interallacciato (*interlacing*) per la gestione dei colori. *Interlacing* vuol dire che una immagine è salvata in 4 passi o fasi di salvataggio. L'utente può vedere l'immagine "comporsi" mentre viene scaricata ed avere un'idea del contenuto della stessa e interrompere il caricamento prima del termine risparmiando tempo.

Caratteristiche tecniche

I formati GIF possono essere da monocromatici fino a 256 colori.

- GIF - version 87a Non-Interlaced supporta 1, 4, 8 bits per pixel.
- GIF - version 87a Interlaced supporta 1, 4, 8 bits per pixel.
- GIF - version 89a Non-Interlaced supporta 1, 4, 8 bits per pixel
- GIF - version 89a Interlaced supporta 1, 4, 8 bits per pixel

Formato JPG

Il formato **JPEG** (Joint Photographic Experts Group) permette una elevata compressione dell'immagine perché elimina le informazioni non necessarie come i colori che l'occhio umano non distingue. Poiché elimina alcune informazioni viene definito un formato "lossy", cioè "a perdita d'informazioni".

Un'immagine compressa e decompressa non mantiene le stesse informazioni cromatiche di quella originaria. In molti casi però la differenza non è riconoscibile. In generale il formato JPEG ha un rapporto di compressione fra 5:1 e 15:1. Le immagini vengono decomprese automaticamente mentre vengono aperte, mentre la compressione viene decisa al momento di salvare l'immagine nel formato JPEG.

10.3 Come creare un'immagine di rendering

Il completamento di un progetto, dopo la modellazione geometrica, è costituito dalla resa fotorealistica delle varie inquadrature, complete di texture, luci e punti di vista significativi.

RENDER

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Render Render	Visualizza Render Render	RENDER	RR

Il comando **RENDER** produce un'immagine utilizzando le informazioni tratte da una scena, dal gruppo di selezione corrente o dalla vista corrente. Crea un'immagine fotorealistica o ombreggiata di un modello in wireframe o di un modello solido tridimensionale

I parametri che contribuiscono a formare una scena sono: i modelli, i materiali, le luci. L'insieme di tutti questi oggetti formano una *scena di rendering*. Una *scena* è formata da un punto di vista e da una serie di luci e può essere memorizzata nella finestra RENDER per costituire una fra le diverse possibili immagine di rendering. Se non si specificano scene, RENDER utilizza la vista corrente e tutte le luci del disegno. Se non sono presenti luci, RENDER imposta come default una sorgente di *luce distante* con intensità pari a 1. Visto che il comando LUCE sarà analizzata nel Capitolo successivo, tutte le immagini di questa parte avranno la luce impostata e quella di default fornita dal sistema.

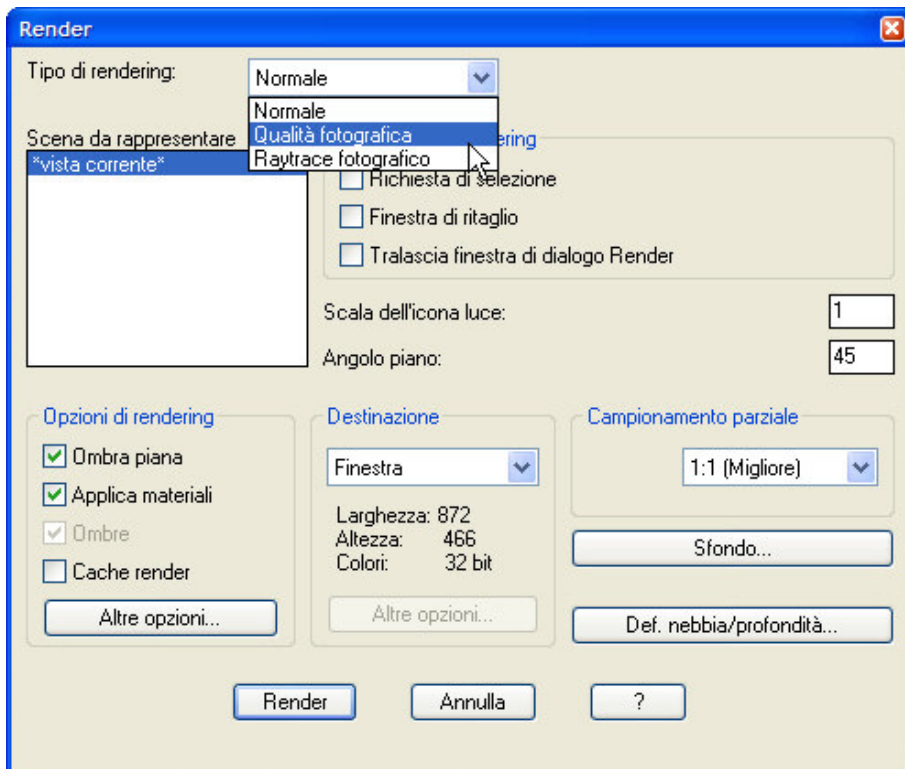


Figura 10.6 - Finestra di dialogo Render dove assegnare le varie proprietà per il rendering del modello. Se non è stata creata nessuna scena, le impostazioni riguardano la vista corrente.

Per ogni *Tipo di rendering* corrispondono opzioni di rendering diverse: cliccando sul pulsante *Altre opzioni* la finestra di dialogo che si apre è diversa.

Nella finestra di dialogo Render si può scegliere i seguenti tipi di rendering:

- **Normale.** Crea un'immagine utilizzando i modelli di Gouraud o di Phong ma non genera le ombre proprie e portate dei solidi. Inoltre non visualizza i materiali sui solidi anche se sono già stati applicati. E' una modalità che permette un rendering veloce per il controllo dei parametri di base.
- **Qualità fotografica (Photo Real).** Visualizza i materiali applicati agli oggetti e le texture. Non visualizza la *rifrazione* degli oggetti trasparenti né la *riflessione* degli oggetti resi a specchio.

- Raytrace fotografico (Photo Raytrace). E' la tecnica di rendering che fornisce la maggior qualità grafica mediante il controllo delle luci, delle trasparenze e della qualità delle texture.

Nella finestra **Render** sono disponibili diverse opzioni per definire il tipo di rendering da creare.

Analizziamo in dettaglio i principali riquadri presenti nella finestra.

Procedura di rendering

- Permette di selezionare egli oggetti da calcolare limitando così il tempo di renderizzazione.
- Richiesta di selezione. Attiva la selezione degli oggetti sui quali eseguire il rendering.
- Finestra di ritaglio. Permette l'indicazione di una *finestra di selezione* entro la quale eseguire il rendering. La ragione è quella di limitare il tempo di rendering.
- Tralascia finestra di dialogo Render. Non visualizza la finestra di Figura 10.6 mantenendo le impostazioni correnti. Serve per velocizzare le prove di rendering. Ricordarsi di usare il comando RPREF per ri-attivare la finestra, altrimenti non viene più visualizzata.

Scena da rappresentare

Elenca le scene presenti nel file di disegno che si possono attivare, compresa la vista corrente. Se non sono state definite scene, è presente solo la vista corrente.

Scala dell'icona luce

Ogni luce è rappresentata nel disegno da un blocco: questa casella controlla la dimensione dei blocchi. Il fattore di scala influisce sui seguenti blocchi: OVERHEAD, DIRECT e SH_SPOT.

Angolo piano

Imposta l'angolo in base al quale viene interpretato uno spigolo. Il valore di default è pari a 45 gradi. Con questa impostazione, gli angoli maggiori di 45 gradi vengono considerati spigoli. Gli angoli minori di 45 gradi vengono smussati. Per definire uno spigolo minore di 45 gradi, ridurre l'impostazione di questa opzione.

Opzioni di rendering

Controlla la visualizzazione del rendering attraverso l'attivazione di alcune opzioni.

- **Ombra piana.** Se attiva, rende più uniforme una superficie rendendo gli spigoli più sfumati. E' l'algoritmo di Phong applicato alle facce di ogni singolo oggetto.
- **Applica materiali.** Attiva l'applicazione dei materiali sugli oggetti con il calcolo relativo alla scala e alle proprietà del materiale. Se non è attiva gli oggetti vengono calcolati secondo il materiale definito come GLOBALE.
- **Ombre.** Genera le ombre portate dei singoli oggetti. Si applica soltanto per il tipo di rendering *Qualità fotografica* e *Raytrace fotografico*.
- **Cache render.** Attiva la memorizzazione delle informazioni di rendering in un file di cache che viene riutilizzato se non si sono fatte modifiche sulla geometria e sulla vista. Ha la funzione di riutilizzare i risultati di calcolo delle scene precedenti e risparmiare in modo significativo il tempo di calcolo.

Destinazione

Definisce il tipo di output che si vuole ottenere, scelto fra la vista corrente (*Finestra*), una specifica finestra di rendering (*Finestra Render*) oppure nel memorizzare l'immagine prodotta in un *File* in formato bitmap che può essere definito nella finestra di dialogo *Configurazione output del file* in nel pulsante *Altre opzioni*. Vedere il paragrafo *Formati delle immagini* per l'analisi di questa finestra.

Campionamento parziale

Per velocizzare il rendering delle scene più complesse, è possibile campionare (ridurre) il numero dei pixel calcolati, mantenendo però le impostazioni generali, come le ombre e la qualità. Si può scegliere il valore della riduzione, da 1:1, qualità massima, fino ad una riduzione di 1 su 8 pixel calcolati (8:1).

Pulsante Sfondo

Visualizza la finestra di dialogo *Sfondo* di Figura 10.7

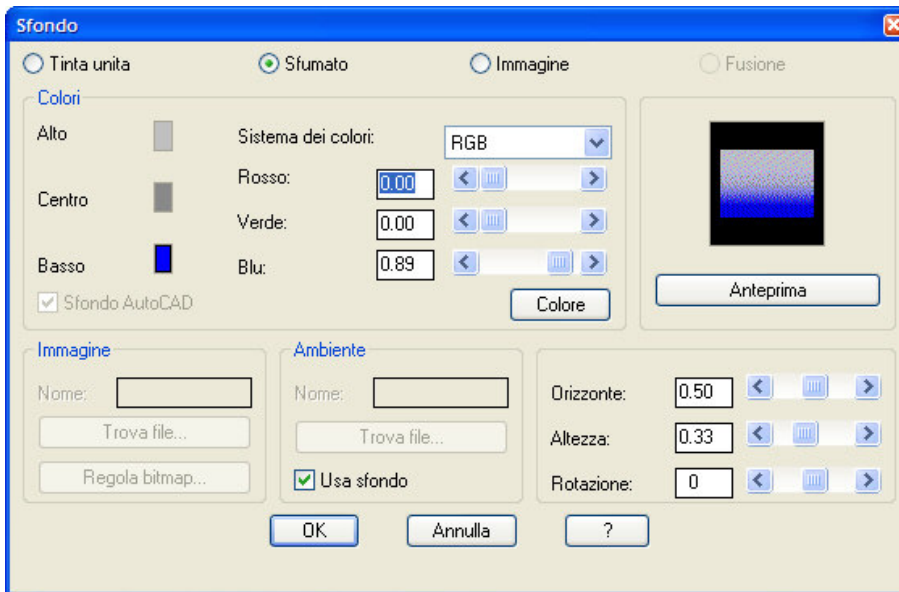


Figura 10.7 - Finestra di dialogo *Sfondo* che si apre con il pulsante analogo. Nella finestra è possibile definire il tipo di colore o di immagine da posizionare nello sfondo della scena di rendering.

Il tipo di sfondo può essere scelto fra uno dei seguenti:

- **Tinta unita.** Definisce un colore unico che può essere preso dallo sfondo corrente di AutoCAD oppure scelto secondo i due sistemi forniti dal sistema RGB o HLS. Muovendo i tre controlli si modifica in modo graduale il colore desiderato;
- **Sfumato.** Permette di posizionare sullo sfondo due o tre colori sfumati secondo i controlli che si sono definiti. Sono disponibili anche le opzioni *Orizzonte*, *Altezza* e *Rotazione* per stabilire meglio la posizione dei colori sfumati. Per default, viene impostato uno sfondo sfumato a tre colori. Per creare uno sfondo sfumato a due colori, impostare *Altezza* su 0. In questo modo vengono utilizzati solo i colori *Alto* e *Basso*;
- **Immagine.** E' possibile utilizzare un'immagine come sfondo della scena. Per le immagini dello sfondo è possibile utilizzare i seguenti tipi di file: BMP, JPG, PCX, TGA e TIFF. Se selezionata, si attiva il riquadro *Immagine* dove scegliere il nome dell'immagine da usare come sfondo presente sul proprio disco rigido.
- **Fusione.** Utilizza come sfondo l'immagine corrente. Questa opzione è disponibile solo quando l'opzione *Destinazione* della finestra di dialogo *Render* è impostata su *Finestra*.

Definizione della nebbia

Il pulsante *Def nebbia* o direttamente il comando **NEBBIA** permette di definire una simulazione di nebbia nella scena selezionando il colore, la distanza della nebbia vicina e la distanza della nebbia lontana ed infine la percentuale della nebbia in primo piano e in lontananza. Il sistema di definizione dei colori è in modalità RGB (Red/ Green/ Blue) o HLS (Hue/ Lightness/ Saturation, Tonalità/ Luminosità/ Saturazione).

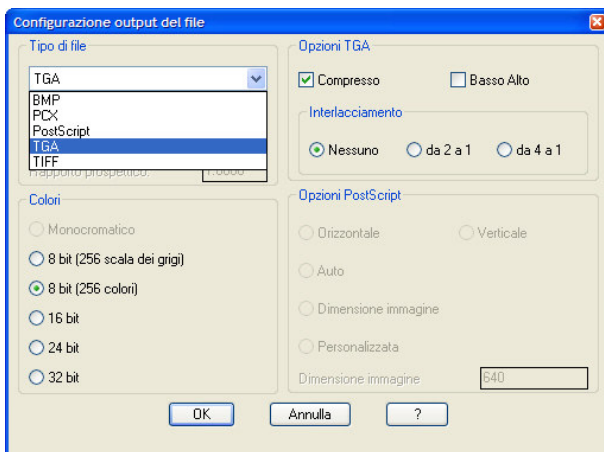


Figura 10.8 - Finestra di dialogo *Configurazione output del file* che si attiva con il pulsante *Altre opzioni* quando la destinazione è un file. Il formato riguarda quella dell'immagine da memorizzare prodotta dal comando *Render*. E' il modo più completo per salvare su file un'immagine di rendering. I formati che si possono scegliere per l'immagine sono visualizzati nella casella *Tipo di file*.

10.4 Tipi di rendering

Il rendering può essere eseguito secondo alcuni tipi o *stili di rendering* legati dalla qualità dell'immagine che si vuole ottenere.

Tipo di rendering Normale

Se il tipo di rendering è definito come *Normale* (Figura 10.6), il pulsante *Altre opzioni* presenta una specifica finestra di dialogo dove scegliere lo stile di rendering e il controllo delle facce.



Figura 10.9 - Finestra di dialogo *Opzioni render* che si attiva con il pulsante *Altre opzioni* quando il tipo è *Normale*.

La finestra *Opzioni render* ha le seguenti due sezioni:

Qualità del rendering

Le due opzioni permettono di definire il grado di accuratezza del rendering: il metodo Gouraud e il metodo di Phong.

Controlli delle facce

E' possibile definire due modalità per il controllo delle facce degli oggetti solidi 3D:

- **Scarta facce posteriori.** Rende invisibili le facce posteriori che sono nascoste dal punto di vista corrente. In questo modo viene accelerato il processo di rendering.
- **Normale faccia posteriore negativa.** Controlla quali facce in un disegno vengono considerate posteriori da AutoCAD. In un sistema di coordinate con convenzione della mano destra, quale AutoCAD, quando si disegna una faccia tridimensionale e si specificano i vertici in senso antiorario, un vettore normale positivo è orientato verso l'osservatore e identifica la faccia come anteriore. La faccia posteriore è identificata da un vettore normale negativo orientato in direzione opposta rispetto all'osservatore.

Se si deseleziona questa opzione, viene invertito il modo in cui vengono identificate le facce posteriori. Se l'opzione *Scarta facce posteriori* è selezionata, AutoCAD riconosce le facce con vettori normali negativi come facce posteriori e le elimina.

Tipo di rendering Qualità fotografica

La modalità **Qualità fotografica** crea delle immagini molto realistiche calcolando anche le texture, le luci e le ombre. Non visualizza la *rifrazione* degli oggetti trasparenti né la *riflessione* degli oggetti resi a specchio.

I riquadri presenti nella finestra *Opzioni di rendering di qualità fotografica* di Figura 10.10 sono riportati in seguito.

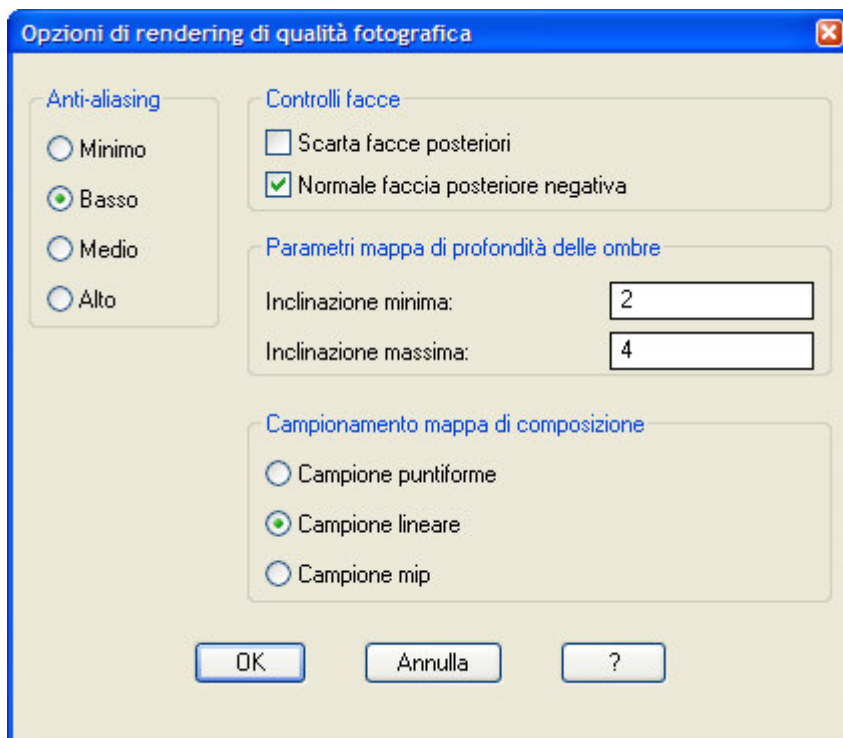


Figura 10.10 - Finestra di dialogo *Opzioni di rendering di qualità fotografica* che si attiva con il pulsante *Altre opzioni* quando il tipo è *Qualità fotografica*.

Anti-aliasing

Controlla il livello di anti-aliasing utilizzato nel rendering. Con la tecnica anti-aliasing i pixel adiacenti ai pixel principali che definiscono una linea o un contorno vengono ombreggiati. Le 4 opzioni che si possono scegliere riguardano la qualità dell'anti-aliasing che si vuole ottenere, da Minimo a Alto. Maggiore è la qualità richiesta e maggiore sarà anche il tempo di calcolo. In genere si usa il livello minimo durante le varie prove, e solo alla fine per l'immagine di rendering da salvare si attiva il livello *Alto*.

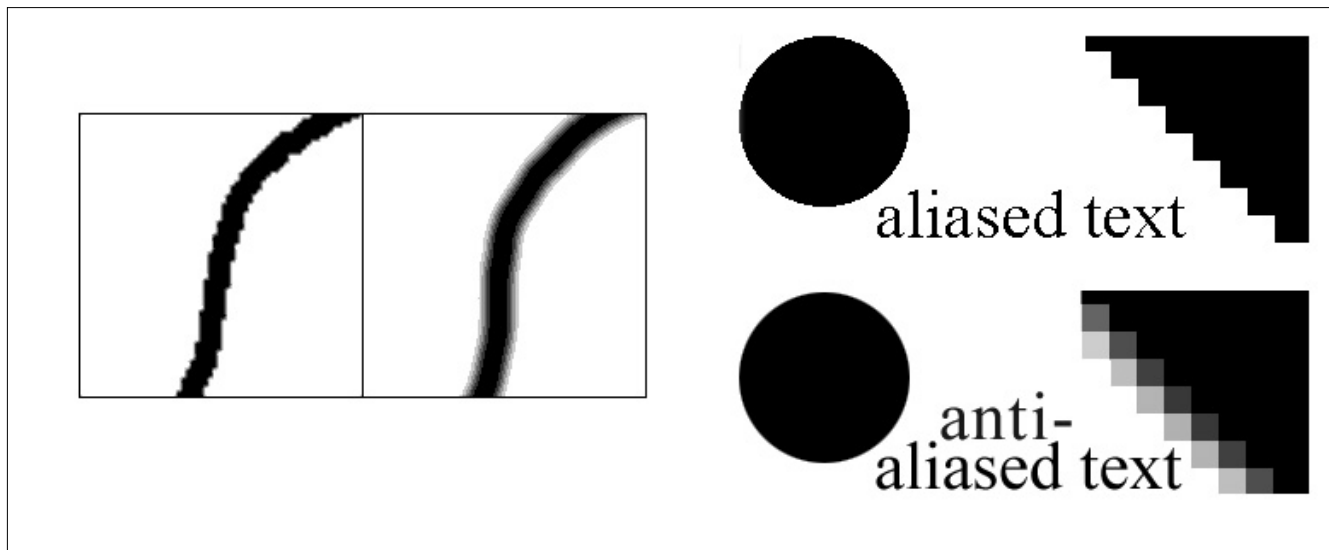


Figura 10.11 - Esempi di immagini aliased e con applicazione anti-aliased.

Controlli facce

Questa sezione è già stata analizzata in precedenza.

Parametri mappa di profondità delle ombre

Regola l'inclinazione della mappa delle ombre, che sposta un'ombra rispetto all'oggetto che la proietta per evitare ombre staccate o proiettate su se stesse. L'inclinazione minima di default è 2 e deve essere compresa tra 2.0 e 20.0. L'inclinazione massima di default è 4 e non deve superare la differenza di 10 il valore di inclinazione minima.

Campionamento mappa di composizione

Imposta il metodo di campionamento di una mappa di composizione quando questa viene proiettata su un oggetto più piccolo.

Le opzioni sono le seguenti:

- Campione puntiforme. Seleziona il pixel più vicino all'interno della bitmap.
- Campione lineare. Calcola la media dei quattro pixel più vicini al punto del campione all'interno della bitmap.
- Campione mip. Calcola la media dei pixel della bitmap utilizzando il metodo Mip, ovvero una media piramidale basata su aree di campionamento quadrate.

Tipo di rendering: Raytrace fotografico

La modalità **Raytrace fotografico** crea il render mediante il ray tracing (tracciamento del raggio di luce) cioè il tracciamento del percorso di ogni raggio di luce dalla sorgente luminosa fino al punto in cui esce dalla scena o diviene troppo debole per avere effetto. Il termine è utilizzato a volte anche per indicare la procedura opposta: il tracciamento del percorso di ogni raggio di luce dalla telecamera fino alla sorgente luminosa.

L'algoritmo del raytracing produce immagini realistiche di oggetti trasparenti con indici di rifrazione diversa ed con la capacità di riprodurre particolari effetti di riflessione degli oggetti sulla scena.

Con questo tipo di rendering, la finestra che viene presentata con il pulsante *Altre opzioni* è quella di Figura 10.12.

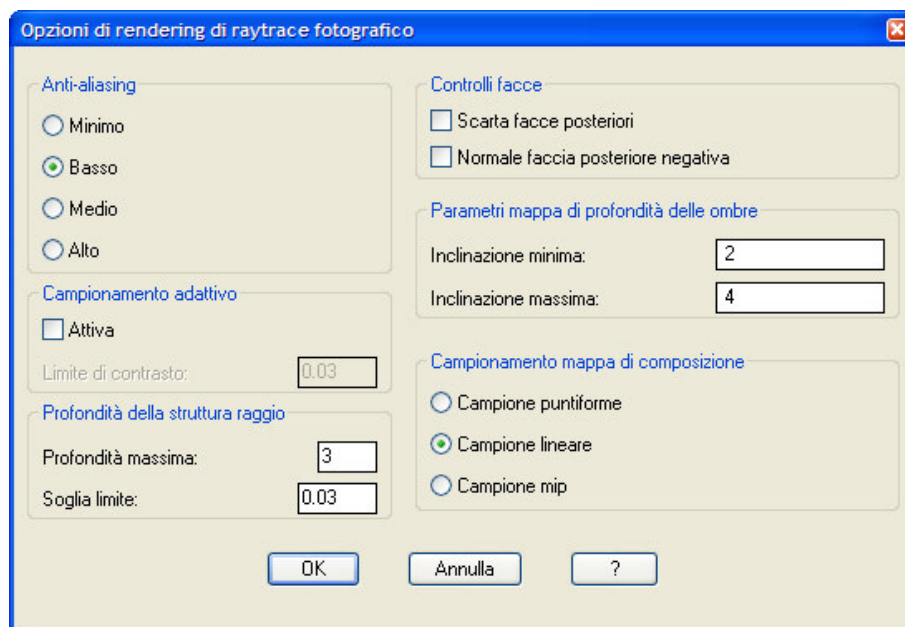


Figura 10.12 - Finestra di dialogo delle opzioni di rendering del tipo *Raytrace fotografico*. Rispetto al tipo *Qualità fotografica*, è stato aggiunto la sezione *Profondità della struttura del raggio* per il controllo del numero di riflessioni nel calcolo di un singolo raggio di luce.

La finestra presenta le stesse opzioni dei tipi precedenti con in più alcune tipiche del tipo Raytrace.

Campionamento adattivo

Accelera il processo di anti-aliasing entro i limiti della matrice campione. Il limite di contrasto imposta la sensibilità del campionamento adattivo. L'impostazione di valori più alti determina un aumento della velocità del rendering a discapito della qualità dell'immagine. È possibile specificare un valore compreso tra 0.0 e 1.0.

Profondità della struttura raggio

Controlla il grado di precisione e di profondità nel calcolo dei singoli raggi luminosi.

- **Profondità massima.** Definisce il numero di riflessioni o rifrazioni di un singolo raggio luminoso. Il valore di default è 3. Poiché valori maggiori garantiscono una maggiore precisione ma richiedono tempi di rendering più lunghi, si consiglia di non utilizzare come profondità massima valori superiori a 10.
- **Soglia limite.** Definisce il limite minimo per il calcolo del raggio successivo. Ad esempio, un valore di 0.03 indica che il tracciamento di raggi successivo deve contribuire al pixel finale di almeno il 3%. In caso contrario, la struttura raggio verrà tagliata in questo punto. I valori validi sono compresi tra 0.0 e 1.0. Questa funzione consente di definire il rapporto ottimale tra velocità di rappresentazione e qualità dell'immagine.

Comparazione fra i tipi di rendering

Nella Figura 10.13 sono rappresentate tre immagini di rendering della stessa scena calcolate con i tre tipi di rendering: *Normale*, *Qualità fotografica* e *Raytrace fotografico*. I materiali usati hanno una trasparenza e una riflessione del 60% costante. Le ombre sono state attivate ma sono visibili solo nella seconda e nella terza immagine. L'algoritmo di raytracing è riconoscibile nella terza immagine alla base del cilindro per la doppia ombra visualizzata, una per il solido e una di trasparenza.

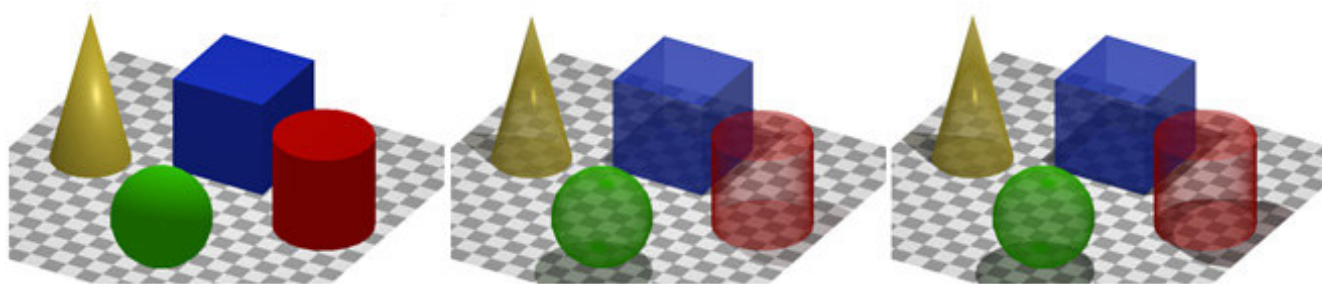


Figura 10.13 - Comparazione della stessa scena renderizzata con i tipo di rendering: *Normale*, *Qualità fotografica* e *Raytrace fotografico*. In tutte le scene sono attive le ombre mentre la luce è quelle di default. La trasparenza dei materiali è del 60%.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno **eser_10_01.dwg** e inserire nello sfondo della scena tre colori sfumati nella gamma del blu. Inserire poi un'immagine sullo sfondo fra quelle fornite nel CD-Rom.
2. Nel disegno **eser_10_01.dwg** modificare i colori dei solidi invertendoli rispetto a quelli correnti.

Inserimento dei materiali e delle luci

Contenuti

Per realizzare una scena con un elevato grado di realismo è necessario applicare dei materiali molto simili alla realtà ai solidi presenti nella scena. Le texture, come vengono più propriamente definiti i materiali, possono essere fornite dal programma ma possono anche essere realizzate dall'utente riprese con le moderne macchine fotografiche digitali, che forniscono immagini che non richiedono nessuna elaborazione ulteriore per essere utilizzate in AutoCAD. Per completare il livello di realismo del modello, è necessario l'inserimento accorto ed esperto delle luci che valorizzano la plasticità degli oggetti faticosamente modellati in 3D.

Indice

- 11.1 Texture e mappaggio dei materiali
- 11.2 Come caricare un materiale
- 11.3 Come modificare un materiale
- 11.4 Tipi e inserimento di mappe
- 11.5 Modelli di mappatura
- 11.6 Inserimento delle luci
- 11.7 Come creare le scene

Comandi trattati: MATERIALE, LIBMAT, MAPPAGGIO, LUCE, SCENA

11.1 Texture e mappaggio dei materiali

Il comando **MATERIALE** permette di assegnare dei materiali, caricati da una libreria, agli oggetti presenti nel disegno. Le varie opzioni per il controllo dei materiali assegnati sono fornite nella finestra di dialogo *Modifica* e nel pulsante *Libreria dei materiali* che permette di caricare da una libreria i materiali nel disegno.

MATERIALE

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Render Materiali	Visualizza Render Materiali	MATERIALE	-

Un modello a cui non è stato applicato nessun materiale (*texture*), assume le proprietà del materiale di default definito dal sistema, denominato **GENERALE**. Per applicare un materiale ad un oggetto 3D o modello, è necessario che prima il materiale sia **importato** nel file corrente da una *libreria di materiali* e poi assegnato, singolarmente o per classi di proprietà, all'oggetto desiderato. Le librerie sono dei file esterni che contengono una serie di materiali già predefiniti, dai quali si possono scegliere quelli che saranno applicati agli oggetti. Una volta impostato un materiale nella *palette dei materiali* del disegno corrente, la modifica del materiale comporta l'aggiornamento di tutti gli oggetti ai quali quel materiale è stato assegnato.

Un materiale può essere attaccato ad un oggetto singolo oppure assegnato a delle classi di appartenenza, come un *layer* o un *colore ACI* (AutoCAD Color Index). Questo vuol dire che tutti gli oggetti che appartengono ad un layer o che adottano un colore ACI, fra i 256 colori disponibili, avranno in automatico tutte le proprietà di un determinato materiale. Questo facilita di molto l'assegnazione di uno stesso materiale ad una serie di oggetti uguali e con lo stesso comportamento rispetto alle texture e alle luci.

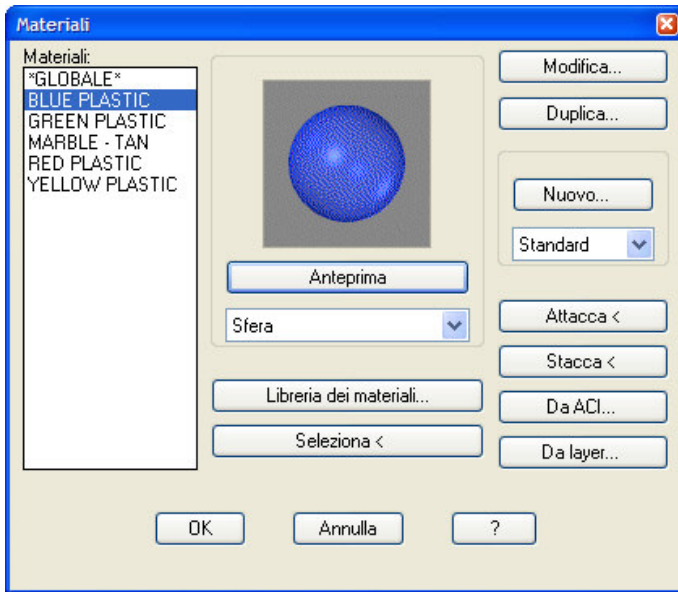


Figura 11.1 - Finestra di dialogo *Materiali* per la gestione dei materiali da assegnare ai singoli oggetti 3D. I materiali importati nel file sono elencati nella casella *Materiali* a sinistra che rappresenta la *palette dei materiali* del singolo disegno. Notare a destra i pulsanti di assegnazione: *Da ACI* e *Da Layer*.

Con il pulsante *Nuovo* l'utente può creare un nuovo materiale ed esportarlo in seguito nella *Libreria dei materiali*, per poterlo usare in un altro file.

Con *Seleziona* si “interroga” un oggetto riguardo il materiale di appartenenza e con *Attacca* si assegna il materiale selezionato ad un oggetto sul disegno.

La finestra **Materiali** di Figura 11.1 presenta le seguenti opzioni:

- **Materiali.** Elenca i materiali caricati nella scena corrente. Gli oggetti che non hanno alcun materiale assegnato hanno il materiale **GLOBALE** come default.
- **Anteprima.** Visualizza i materiali selezionati nella forma di sfera o di cubo.
- **Libreria dei materiali.** Visualizza la finestra di dialogo *Libreria dei materiali* nella quale è possibile selezionare un materiale. La libreria di default è **RENDER.MLI**, ma si può caricare anche altre librerie create per AutoCAD o per 3D Studio. Il comando corrispondente da digitare è **LIBMAT**.
- **Seleziona.** Chiude temporaneamente la finestra di dialogo per consentire di selezionare un oggetto e di visualizzare il materiale associato.
- **Modifica.** Visualizza una delle quattro finestre di dialogo per la modifica dei materiali.
- **Duplica.** Permette di duplicare un materiale con un altro nome per poter avere materiali che hanno caratteristiche molto simili.
- **Nuovo.** Visualizza una delle quattro finestre di dialogo per la modifica dei materiali, a seconda del tipo di materiale selezionato all'interno dell'area Nuova:
 - Finestra di dialogo Nuovo o Modifica materiale Standard
 - Finestra di dialogo Nuovo o Modifica materiale Granito
 - Finestra di dialogo Nuovo o Modifica materiale Marmo
 - Finestra di dialogo Nuovo o Modifica materiale Legno
- **Attacca.** Permette di assegnare il materiale corrente ad un oggetto sul disegno selezionato col mouse. Questa opzione non è disponibile quando il materiale selezionato è **GLOBALE**.
- **Stacca.** Permette di “staccare” da un oggetto presente sul disegno un materiale assegnato in precedenza.
- **Da ACI.** Visualizza la finestra di dialogo *Seleziona da ACI* per selezionare un colore della palette di base di AutoCAD (AutoCAD Color Index) cui associare un materiale.
- **Da layer.** Permette di assegnare ad un layer esistente nel disegno un materiale fra quelli caricati nell'elenco.

11.2 Come caricare un materiale dalla libreria

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Render Libreria dei materiali	Visualizza Libreria dei materiali	LIBMAT	-

La libreria viene caricata in tre modi diversi: cliccando il tasto *Libreria dei materiali* nella finestra *Materiali*, cliccando sull'icona *Materiali* nella barra degli strumenti *Render* oppure digitando il comando LIBMAT. È possibile importare un materiale predefinito da un file di libreria dei materiali (MLI) oppure crearne uno nuovo nella finestra precedente *Materiale*.

Ogni materiale importato può essere utilizzato senza alcuna modifica ma volendo è possibile modificarlo e salvarlo con i nuovi valori nella stessa libreria o in una nuova libreria personalizzata.

Un nuovo disegno contiene solo il materiale GLOBALE che è costituito da un gruppo di valori di materiali di default.



Figura 11.2 - Finestra di dialogo *Libreria dei materiali* per l'importazione dei materiali nel disegno da utilizzare per i modelli. L'importazione dei materiali aumenta la dimensione del file e pertanto è opportuno caricare nel disegno solo quelli effettivamente utili.

Le opzioni fornite nella finestra *Libreria dei materiali* sono le seguenti:

- **Disegno corrente.** L'elenco visualizza i materiali contenuti nel disegno. Un materiale può essere contenuto nel disegno, ma non essere assegnato ad alcun oggetto come un blocco di disegno. Un materiale di questo tipo viene definito non collegato o non assegnato. Si può salvare l'elenco dei materiali caricati nel disegno come nuova libreria da utilizzare consente di salvare o eliminare materiali. La selezione di materiali nell'elenco *Libreria corrente* rimuove la selezione da tutte le voci selezionate nell'elenco *Disegno corrente* e viceversa.
- **Elimina.** Elimina tutti i materiali non utilizzati dall'elenco *Disegno corrente*.
- **Salva con nome.** Permette di salvare l'elenco corrente dei materiali in una nuova libreria di materiali (MLI) per poter essere utilizzato in un secondo momento.
- **Libreria corrente.** Nome della libreria selezionata. La libreria di default è render.mli.
- **Apri.** Permette di caricare un'altra libreria di materiali con estensione MLI.
- **Salva.** Salva le modifiche apportate al file della libreria dei materiali (MLI) nella cartella corrente.
- **Salva con nome.** Salva con altro nome la libreria corrente.
- **Anteprima.** Visualizza un campione del materiale selezionato nell'elenco *Libreria corrente* o nell'elenco *Disegno corrente*. Si può scegliere di applicare l'esempio a una sfera o a un cubo. È possibile visualizzare in anteprima un solo materiale alla volta.

- **Importa.** Aggiunge all'elenco *Disegno corrente* uno o più materiali selezionati nell'elenco *Libreria corrente*. Se si importa un materiale già contenuto nell'elenco *Disegno corrente*, viene visualizzata una finestra di avviso.
- **Esporta.** Aggiunge alla *Libreria corrente* un materiale selezionato nell'elenco *Disegno corrente*.
- **Elimina.** Elimina i materiali selezionati nell'elenco *Disegno corrente* o *Libreria corrente*.

11.3 Come modificare un materiale della libreria

Un materiale della libreria quando viene modificato nei suoi vari attributi aggiorna in tempo reale tutti gli oggetti ai quali è stato assegnato. Cliccando sul pulsante *Modifica* della finestra *Materiali* di Figura 11.1 viene presentata la finestra *Modifica materiale* di Figura 11.3 dove si possono modificare tutte le proprietà del materiale selezionato.

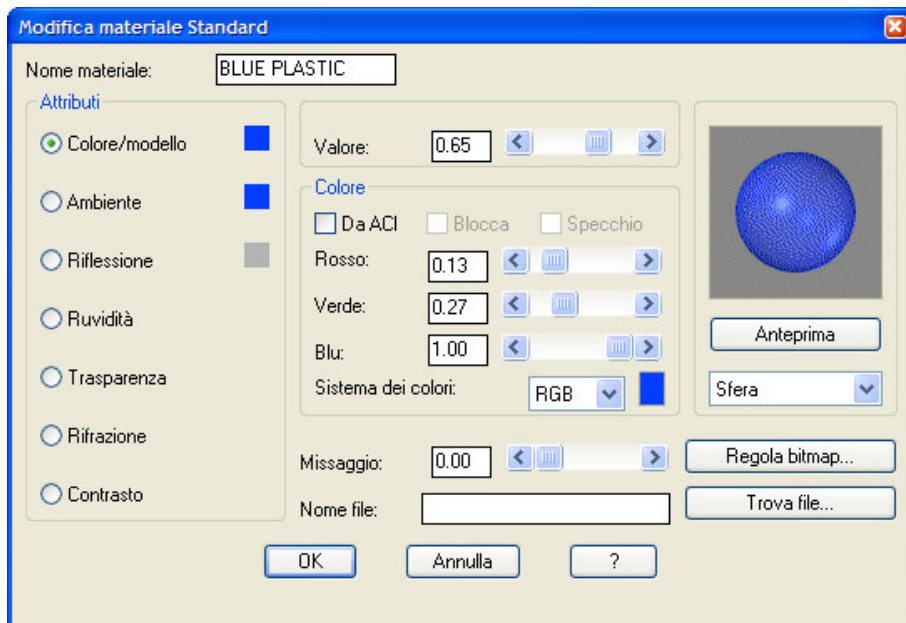


Figura 11.3 - Finestra di dialogo *Modifica materiale Standard* per modificare il materiale selezionato: quello selezionato è il materiale di base denominato Standard.

Gli attributi di ogni materiale sono i seguenti:

- **Colore.** Regola il colore principale del materiale. È possibile regolare il colore utilizzando l'opzione *Valore* e le opzioni dell'area *Colore*. Il colore può essere definito secondo il modello **RGB** (Rosso, Verde, Blu) o **HLS** (Tinta, Luminosità, Saturazione). Il colore corrente è visualizzato sia in un'area campione nell'angolo inferiore destro della sezione *Colore*, sia accanto al pulsante del colore.
- **Ambiente.** Regola il colore di ambiente (ombra) del materiale. È possibile regolare il colore utilizzando l'opzione *Valore* e le opzioni dell'area *Colore*. Il colore campione indica il colore impostato.

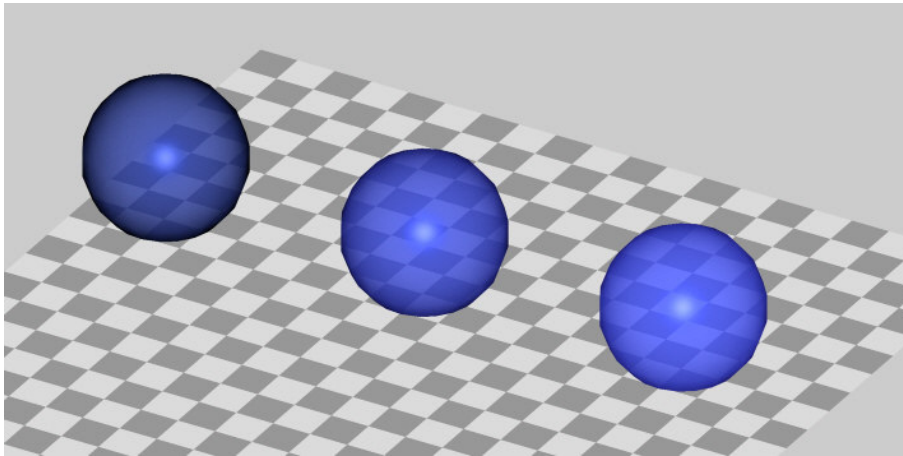


Figura 11.4 - Risultato della variazione dell'attributo *Ambiente*: da sinistra con valore rispettivamente di 0, 50, 80. La trasparenza è costante del 50 %.

- **Riflessione.** E' il fenomeno ottico per cui un raggio incidente su uno specchio o una superficie levigata viene rinviato verso la sorgente. Il comportamento del raggio di luce segue il principio di Fermat secondo il quale l'angolo d'incidenza formato con la normale è uguale a quello formato con l'angolo di riflessione. Il fattore di *Riflessione* è condizionato dalla *Ruvidità* delle superficie colpita: una superficie ruvida può essere a sua volta anche molto riflettente, generando una maggiore dispersione dei raggi rispetto ad una superficie perfettamente levigata (*Ruvidità* = 0). È possibile regolare il colore utilizzando l'opzione *Valore* e le opzioni dell'area *Colore*. Il colore campione indica il colore impostato.

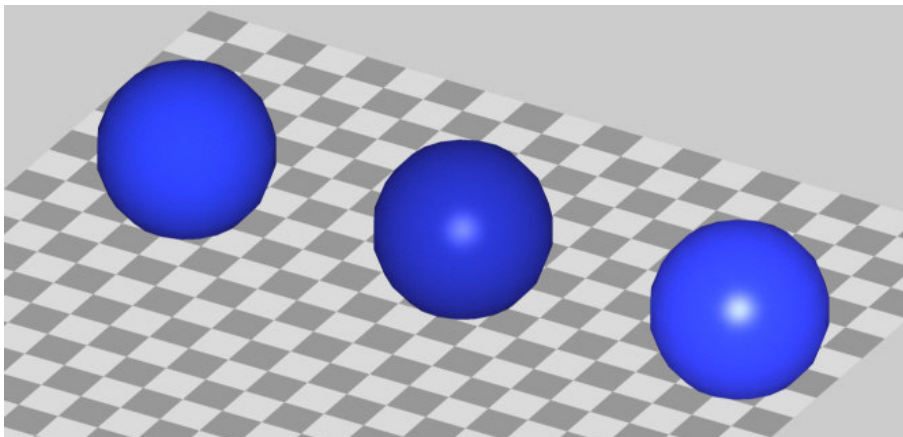


Figura 11.5 - Risultato della sola variazione dell'attributo *Riflessione*: da sinistra con valore 0, 70, 90 e stesso colore. La trasparenza ha valore 0.

- **Ruvidità.** Regola la ruvidità o la lucentezza del materiale. Regolando la ruvidità, si modifica la dimensione dell'area che riflette la luce. Quanto più alto è il livello di ruvidità, tanto maggiore sarà l'area di riflessione.

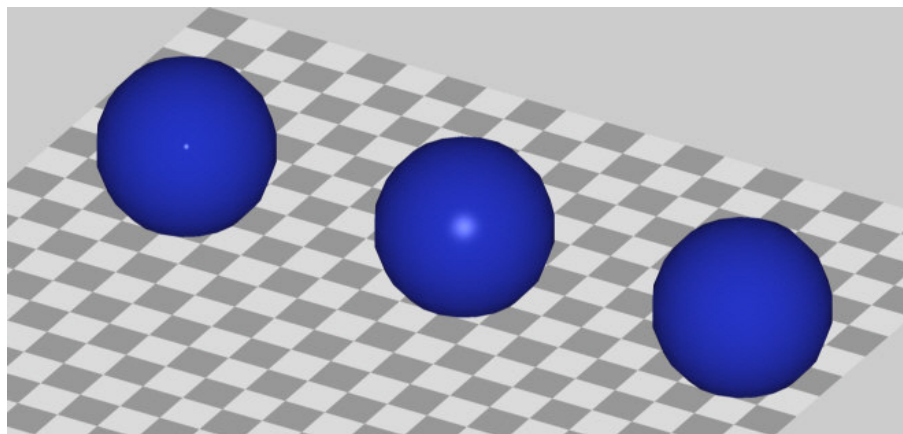


Figura 11.6 - Risultato della variazione dell'attributo *Ruvidità*: da sinistra con valore 0, 50, 100. Notare come la riflessione cambia fino ad annullarsi.

- **Trasparenza.** Regola la trasparenza dell'oggetto tipica del materiale vetro. È possibile utilizzare l'opzione *Valore* per specificare il grado di trasparenza dell'oggetto. Si può ricorrere ad una mappa di opacità del materiale caricata da un file bitmap, da digitare in *Nome file*.

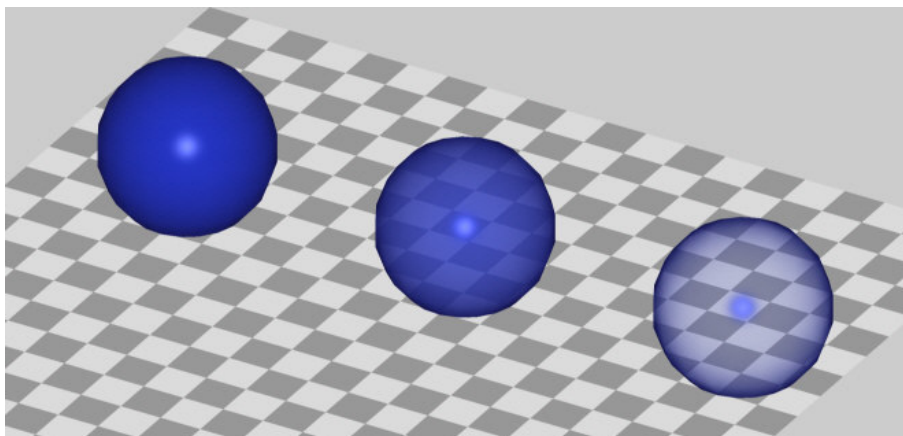


Figura 11.7 - Risultato della sola variazione dell'attributo *Trasparenza*: da sinistra, con valore rispettivamente di 10, 50, 90.



Notare che con i tipi di render *Qualità fotografica* e *Raytrace fotografico*, la trasparenza tende a diminuire vicino agli spigoli degli oggetti chiusi o quando la normale alla superficie è perpendicolare alla linea di vista. In questo caso, lo sfondo è maggiormente visibile al centro di un oggetto vuoto che non vicino agli spigoli. È possibile disattivare questo effetto impostando la trasparenza a 1.0. Questa impostazione è particolarmente importante quando si applicano le mappe di opacità o di composizione in modalità decalcomania e quando si desidera rimuovere ogni traccia di superficie se la trasparenza è impostata su 0.

- **Rifrazione.** Regola la rifrazione dell'oggetto. La rifrazione è la deviazione dei raggi luminosi rispetto alla direzione originale che si verifica sulla superficie di separazione di due materiali otticamente diversi. Viene applicata solo al rendering di tipo *Raytrace fotografico*. È possibile utilizzare l'opzione *Valore* per specificare il grado di rifrazione del materiale. La rifrazione influisce anche sulla trasparenza del materiale.

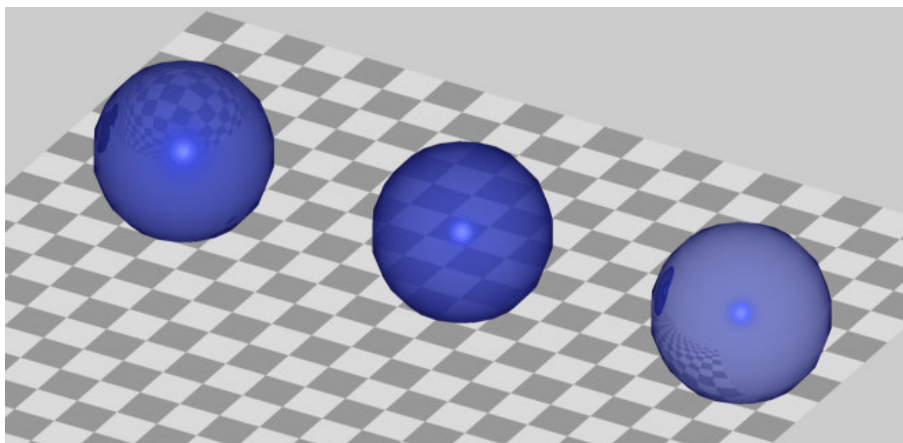


Figura 11.8 - Risultato della variazione dell'attributo **Rifrazione**: da sinistra, con valore rispettivamente di 0.01, 1.0, 100.0. La rifrazione con valore 1 (al centro) è trasparente senza deformazione ottica.

- **Contrasto.** Detto normalmente *Bumping*, è un effetto di perturbazione 3D su una superficie. E' famoso l'effetto buccia d'arancia su delle sfere. L'area *Missaggio* permette di specificare il nome di un file di mappa e il fattore di applicazione della mappa.

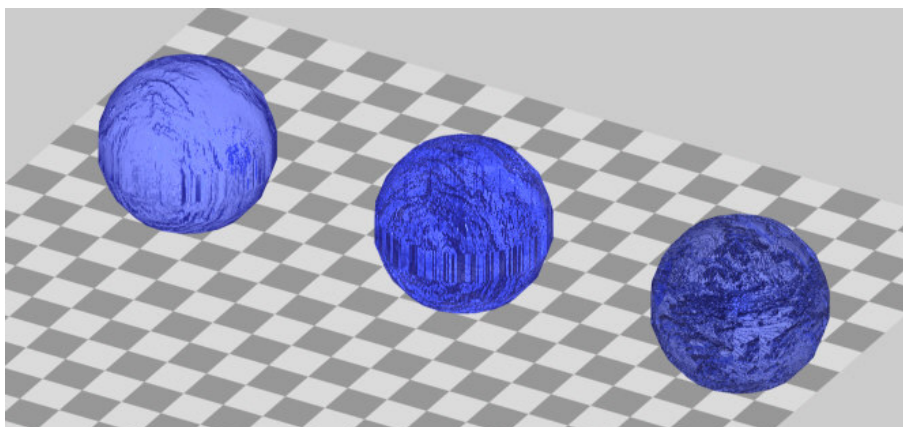


Figura 11.9 - Risultato della sola variazione dell'attributo **Contrasto**: da sinistra, con valore di *missaggio* rispettivamente di 0, 5, 10. La mappa è una foto di nuvole.

Controlli comuni

Oltre agli attributi dei singoli materiali, ci sono dei controlli che agiscono su tutti i materiali nella gestione del colore e dei file associati.

- **Valore.** Consente di modificare il valore dell'attributo selezionato. È possibile digitare un valore o utilizzare la barra di scorrimento.
- **Colore.** Regola i tre attributi di colore del materiale: principale, ambiente e riflessione. Il colore corrente è visualizzato sia in un campione nell'angolo inferiore destro dell'area *Colore* che in un campione accanto al pulsante che indica il colore di cui si esegue l'impostazione.
- **Da ACI.** Associa il colore del materiale dell'oggetto al colore della palette ACI. Questa opzione è disponibile solo per l'attributo *Colore*. Può essere utilizzata per gli attributi *Ambiente* e *Riflessione* solo nel caso in cui non siano bloccati.
- **Blocca.** Blocca il colore dell'attributo in base al colore principale. Questa impostazione è disponibile solo per gli attributi *Ambiente* e *Riflessione*.
- **Specchio.** Crea riflessioni speculari se il rendering del materiale viene eseguito con il render *Qualità fotografica* oppure riflessioni calcolate dei raggi luminosi se invece viene eseguito con il render *Raytrace fotografico*. Questa impostazione è disponibile solo per l'attributo *Riflessione*. Se si specifica un file di immagine per la mappa di riflessione, si otterrà una riflessione che unisce lo sfondo e la mappa.
- **RGB - Rosso, Verde e Blu.** Regolano direttamente i componenti RGB (Red, Green, Blue, rosso, verde, blu) del colore. È possibile digitare dei valori o utilizzare le barre di scorrimento.
- **Tonalità, Luminos., Saturaz.** Regolano direttamente i componenti HLS (Hue, Lightness, Saturation, Tonalità, Luminosità, Saturazione) del colore. È possibile digitare dei valori o utilizzare le barre di scorrimento. Regolando la tonalità, si modifica l'ombra del colore. Aumentando la luminosità, si aumenta la luminanza del colore con l'aggiunta di bianco. Aumentando la saturazione, si aumenta la purezza del colore. Quanto maggiore è la saturazione, tanto minore sarà la quantità di grigio nel colore.
- **Missaggio.** Definito anche **fattore di Blending**, influisce sul grado d'uso di una bitmap nel rendering. Per un materiale è possibile specificare quattro bitmap differenti: una per ogni attributo di rendering. Questo valore può avere un range tra 0 e 1.0. Il valore di default è 0.0 quando non è specificata alcuna bitmap e 1.0 quando è specificata una bitmap. Se la bitmap non è affiancata, i materiali a scala fissa bloccano tutte le impostazioni di posizionamento della bitmap per Modello, Trasparenza e Contrasto. Se disponibile, l'impostazione di posizionamento della bitmap per Modello ha priorità sulle altre. Se non è presente alcuna mappa di modello, vengono utilizzate le impostazioni di Trasparenza. Se non sono presenti impostazioni né per Modello né per Trasparenza, vengono utilizzate le impostazioni di Contrasto. Per regolare la bitmap vedere il comando MAPPAGGIO in seguito.

11.4 Tipi e applicazioni di mappe

AutoCAD fornisce quattro tipi di mappe d'immagini da applicare sugli oggetti 3D: mappa di **composizione**, di **riflessione**, di **opacità** e di **contrasto**. Tutti i tipi possono essere applicati singolarmente o in combinazione tra di loro anche tutti insieme su un unico oggetto. La facilità di applicazione però non deve far perdere di vista che è l'effetto finale il vero obiettivo, effetto che può essere di simulazione di un oggetto realistico oppure di produzione di un oggetto virtuale non facilmente realizzabile.

Mappe di composizione

Una mappa di composizione è la proiezione di un'immagine su un oggetto solido. L'immagine proiettata definisce sia il colore dell'oggetto sia il motivo grafico che risulta dipinto sulla superficie (texture). Per effetto dell'interazione tra le proprietà dell'oggetto come la mappa di composizione, le caratteristiche superficiali dell'oggetto, la luce e le ombre portate, questa tecnica consente la produzione di immagini molto realistiche. La mappa di composizione viene assegnata nella finestra *Modifica materiali* di Figura 11.3 dopo aver attivato l'attributo *Colore | modello*.

Mappe di riflessione

Una mappa di riflessione (detta anche **mappa d'ambiente**) simula l'effetto di un'immagine riflessa sulla superficie di un oggetto lucido. Un esempio è l'immagine del cielo riflessa da un solido lucido o cromato. Per ottenere un rendering di buona qualità il materiale deve avere un basso valore di ruvidità e la bitmap di riflessione deve avere un alto valore di riflessione.

Mappe di opacità (Trasparenza)

Le mappe di opacità sono immagini bitmap che creano l'effetto di aree opache e trasparenti sulla superficie di un oggetto. Le aree di bianco puro di una mappa di opacità sono completamente opache, mentre un'area di nero puro può essere trasparente. Per le mappe di opacità a colori, la conversione viene eseguita utilizzando i valori della scala dei grigi corrispondenti ai singoli colori.

Mappe di contrasto

Una mappa di contrasto, detta anche **Bump Map**, è un'immagine con toni di grigi che, mediante l'algoritmo di *bumping*, simula sulla superficie degli oggetti un rilievo 3D molto verosimile, completo di giochi di luci e di riflessi. Per creare un effetto a sbalzo o a bassorilievo, è possibile selezionare un'immagine qualsiasi e mapparla su un oggetto. Le mappe di contrasto aumentano in maniera considerevole il tempo necessario per il rendering.

Il rendering di qualità fotografica supporta anche tre materiali speciali o di elaborazione quali il marmo, il granito e il legno. Quando si esegue il rendering, questi materiali generano un motivo 3D con due o più colori che vengono applicati su un oggetto. Il motivo è controllato da alcuni parametri che variano a seconda del materiale scelto. I materiali di elaborazione sono detti anche **materiali modello**.

È possibile applicare una combinazione di mappe diverse: ad esempio, è possibile applicare ad una superficie una mappa di composizione di un'immagine e la stessa immagine come mappa di contrasto per dare spessore e rilievo ai tratti neri.

Finestra “Regola posizionamento delle bitmap dei materiali”

E' possibile accedere a questa finestra cliccando sul pulsante *Regola bitmap* nella finestra *Modifica materiale* di Figura 11.3. In questa finestra è possibile regolare il posizionamento della bitmap del materiale sugli oggetti.

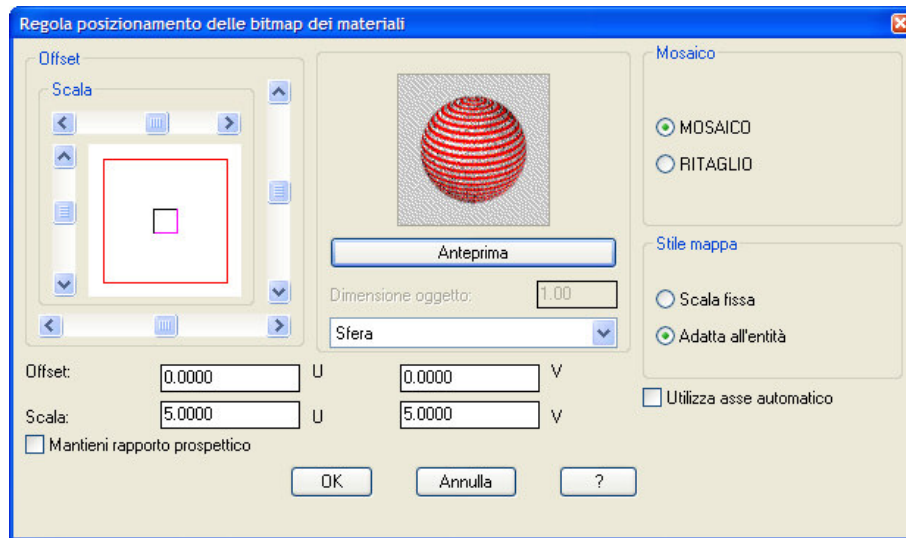


Figura 11.10 - Finestra di dialogo *Regola posizionamento delle bitmap dei materiali*. A sinistra, il rettangolo rosso corrisponde all'oggetto, mentre il rettangolo nero e rosso corrisponde alla dimensione della texture (mappa). In questo caso la mappa è molto più grande dell'oggetto perché in scala 5.

Nell'angolo sinistro è presente un diagramma il cui aspetto cambia in funzione delle modifiche apportate ai valori di posizionamento della bitmap. Per regolare la scala della mappa si regolano le barre di scorrimento ai lati: il rettangolo rosso rappresenta la dimensione della bitmap e quello nero-rosso rappresenta la dimensione dell'oggetto. La scala di mappatura di default è di 1:1.

Le altre opzioni sono le seguenti:

- **Offset.** Modifica la posizione della bitmap rispetto alla posizione delle coordinate di proiezione UV, cioè lungo l'asse X e asse Y. I valori di offset possono variare da -1 a +1 in entrambe le direzioni (U o V). Per regolare lo sfalsamento e la scala si possono utilizzare le quattro barre di scorrimento ai lati del diagramma, oppure digitare i valori nelle caselle U e V di *Offset* e *Scala*. Il rettangolo della bitmap si sposta in modo da indicare il nuovo valore di sfalsamento. Se è selezionata l'opzione *Mosaico* e si modifica lo sfalsamento in modo che il rettangolo della bitmap venga visualizzato al di fuori del rettangolo di proiezione, la bitmap viene comunque applicata all'oggetto quando se ne esegue il rendering. Tuttavia, se è selezionata l'opzione *Ritaglio*, viene eseguito il rendering della bitmap solo nel punto in cui viene posizionata, come illustrato nel diagramma. Di conseguenza, se la bitmap risulta al di fuori del rettangolo di proiezione, non verrà visualizzata nel rendering;
- **Scala.** Specifica il numero massimo di moduli della bitmap che è possibile includere nell'oggetto lungo le direzioni U o V. Le dimensioni del rettangolo della bitmap cambiano in funzione del nuovo fattore di scala;
- **Mantiene rapporto prospettico.** Blocca il rapporto corrente dei valori della scala U e V. Lo spostamento di una barra di scorrimento determina lo spostamento dell'altra, l'immissione di un valore in una delle due caselle U o V di *Scala* determina la modifica dell'altro valore;
- **Dimensione oggetto.** Regola la dimensione della sfera o cubo di anteprima. È possibile utilizzare questa opzione per visualizzare in anteprima il numero di moduli ripetuti che risultano affiancate negli oggetti sottoposti a rendering. Quanto più grande è il cubo, tanto maggiore sarà il numero dei moduli affiancati della bitmap visualizzate;
- **Mosaico.** Crea la texture sul modello ripetendo il modulo base diverse volte fino a saturare lo spazio;
- **Ritaglio.** Inserisce la texture sul modello solo una volta;
- **Scala fissa.** Specifica una scala fissa per eseguire il rendering dei materiali costituiti da immagini contenenti più modelli ripetuti, quali mattoni, pietre, tasselli di un mosaico e motivi di sfondo. I valori nelle caselle U e V di *Scala* sono i valori del materiale. L'opzione *Scala fissa* si applica solo a bitmap affiancate;
- **Adatta all'entità.** Permette di adattare un'immagine ad una superficie selezionata per l'inserimento. I valori di sfalsamento e di scala della bitmap devono essere regolati manualmente;

- **Utilizza asse automatico.** Applica i materiali alle superfici orientate lungo gli assi XY, YZ e XZ. Se questa opzione non è selezionata, vengono utilizzate per la mappatura a scala fissa solo le superfici orientate lungo l'asse XY.

Come inserire le mappe e le texture

Per applicare una texture è importante sapere riconoscere le **coordinate mondo** e le **coordinate oggetto**. Se l'oggetto si muove anche le texture si modificano perché sono solidali con l'oggetto. In coordinate mondo le texture rimangono fisse mentre l'oggetto si muove. La proiezione di diapositive su un oggetto è il classico esempio di coordinate mondo delle texture. AutoCAD utilizza le **coordinate oggetto** come metodo standard di applicazione delle mappe.

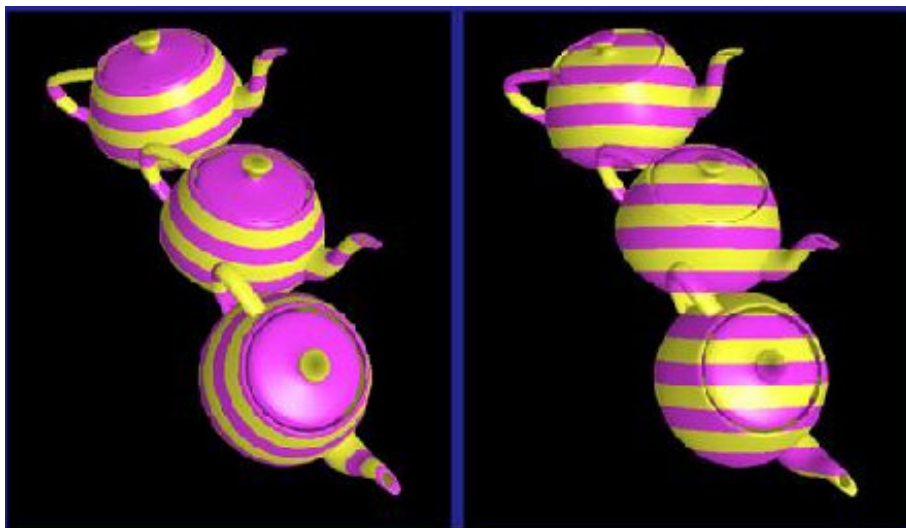


Figura 11.11 - Esempi di mappatura di oggetti 3 D in coordinate oggetto a sinistra e in coordinate mondo a destra.

Nella Figura 11.12 alla teiera è stata applicata una *mappatura di composizione* formata da un'immagine di linee rosse e grigie con le seguenti impostazioni: degli attributi: *Ambiente* (0.70), *Riflessione* (0.20), *Ruvidità* (0.50), *Trasparenza* (0.0), *Rifrazione* (1.0) e *Contrasto* nullo.

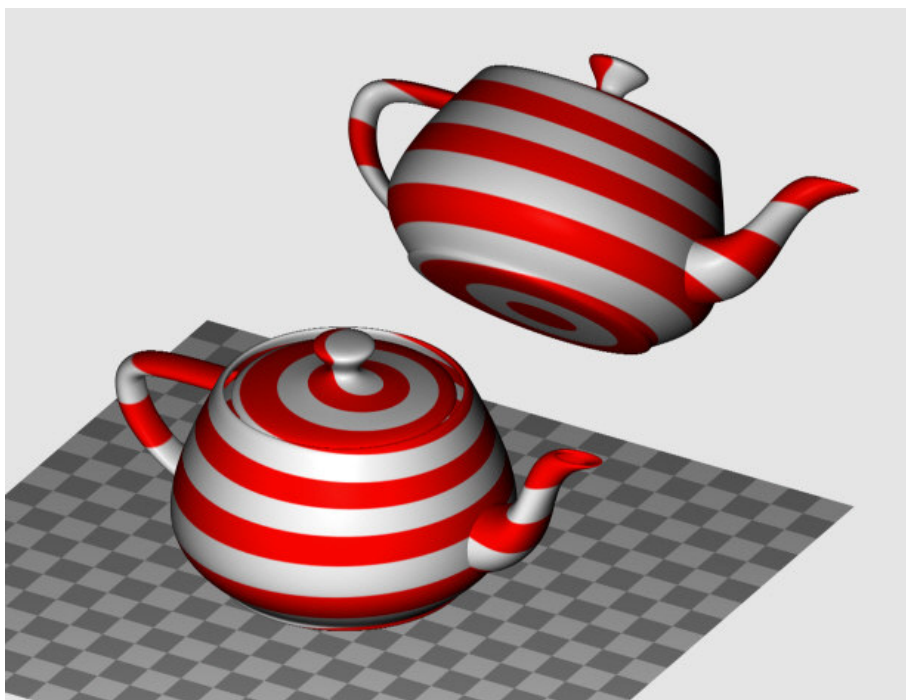


Figura 11.12 - La *mappatura oggetto* rimane solidale con la teiera anche se questa ruota. La *mappatura oggetto* è quella normalmente usata nel rendering.

Inserire una mappatura

Per inserire una mappatura scelta fra i quattro tipi analizzati in precedenza, e cioè **composizione**, **riflessione**, **opacità** e **contrasto**, è necessario:

- selezionare il tipo di mappatura desiderato nella sezione *Attributi* della finestra *Modifica materiale* di Figura 11.3;
- definire un peso da 0 a 1 nella casella *Valore*;
- inserire il file dell'immagine che rappresenta la mappa con il pulsante *Trova file*;
- definire il valore del *Missaggio*, cioè del grado d'uso della mappa definita intesa come intensità rispetto ad un fondo omogeneo;
- con il pulsante *Regola bitmap* è possibile definire la posizione e la scala della mappa rispetto all'oggetto, come in Figura 11.3;
- con *Anteprima* si può avere una prima verifica delle impostazioni attuate.
- Per lanciare il rendering si usa il pulsante *Render*.

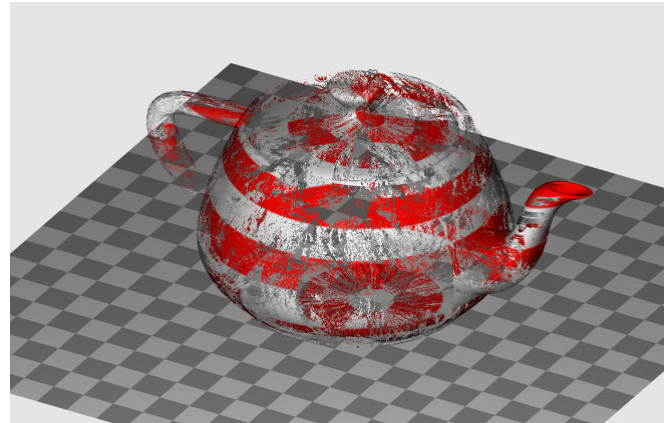
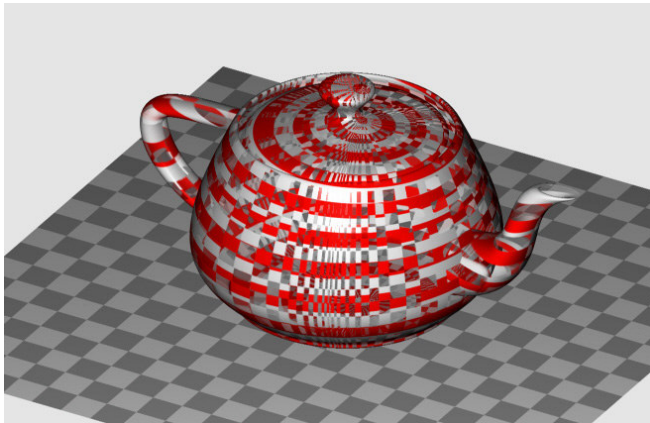


Figura 11.13-14 - Esempi di *mappatura di trasparenza* utilizzando due mappe diverse sullo stesso oggetto. Gli altri attributi non sono stati modificati.

Nella figure seguenti sono riportate le immagini delle mappe di contrasto utilizzate e i risultati dell'applicazione sulla teiera.

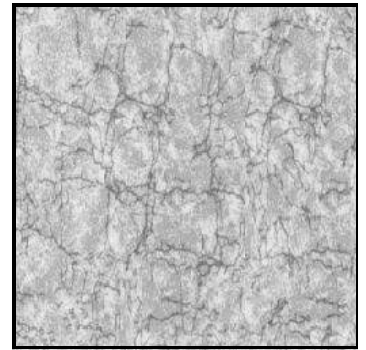
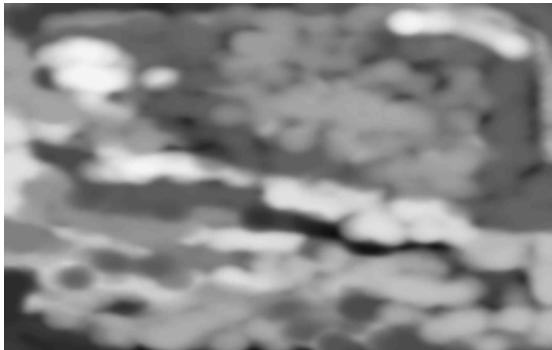


Figura 11.15 - Mappe di *contrasto* A, B, C usate nei rendering delle successive. La mappa B è a colori mentre la C è in bianco e nero. I risultati sul rendering sono decisamente diversi come si può verificare nelle immagini seguenti.

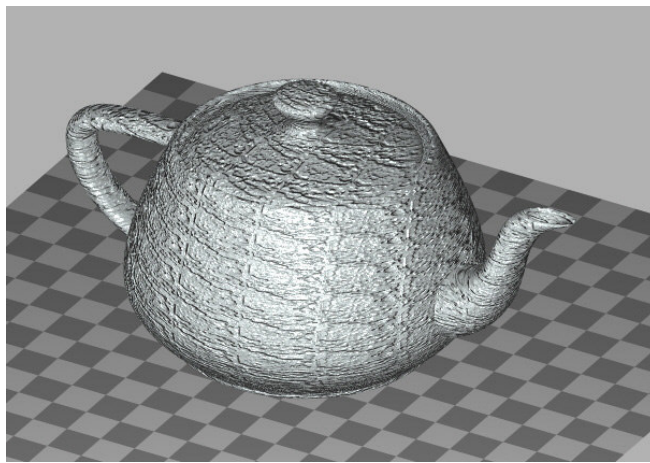
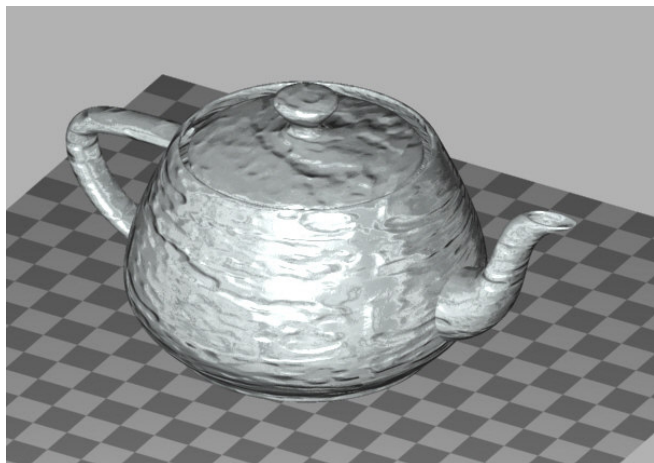


Figure 11.16-17 - Teiera nella quale è stata usata la mappa A di Figura 11.15. In quella di sinistra il valore di *Missaggio* è 0.03 e la Scala U e V è -10, mentre in quella di destra il *Missaggio* è 0.10 e la Scala U e V è -40.

Nella *mappatura di contrasto (Bumping)* delle Figure 10.16 e 10.17 la stessa immagine è stata usata diversi valori di missaggio e di scala. Nella seconda l'effetto non è di qualità perché si riconosce l'effetto mosaico nel modulo dell'immagine di base e perché il rilievo è troppo pronunciato rispetto alla dimensione della teiera. La prima immagine ha le impostazioni degli attributi più realistici anche se il contrasto è forse troppo accentuato per poter essere realistico.

Le mappe possono essere combinate fra di loro adottando immagini diverse sia nella composizione sia nel contrasto o nella trasparenza.

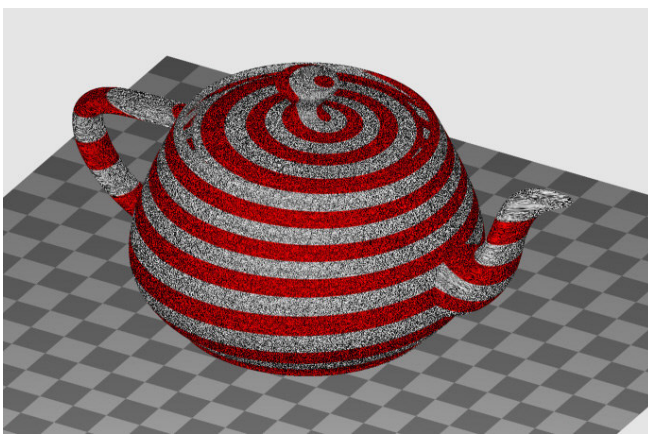
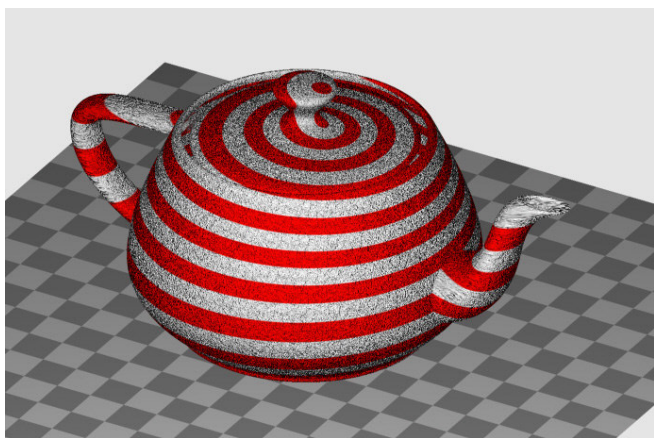


Figure 11.18-19 - In queste teiere sono state usate le mappe B e C di Figura 11.15. A sinistra la mappa a colori B ha determinato un bumping molto più morbido e realistico rispetto all'immagine C in bianco e nero a destra. Tutti gli altri valori sono rimasti uguali.

Come trovare le impostazioni migliori

Il lavoro di rendering è una delicata e a volte stressante attività di continua scelta di parametri fra i molti disponibili. Solo con continue prove si può arrivare a trovare il giusto effetto che si vuole ricavare per una scena. I fattori importanti sono un mix fra i seguenti tre principali: la conoscenza del programma e del comportamento di tutti i parametri disponibili, un computer relativamente veloce e molto tempo da dedicare per arrivare al risultato ricercato.

La tecnica migliore è sviluppare un **metodo di approccio**, basato su una serie di prove dove vengono sperimentate variazioni di una variabile alla volta. Alla fine si avrà prodotto una tabella scritta dove poter incrociare tutti le variazioni sperimentate e scegliere l'effetto migliore.

Nella immagini che seguono sono state fatte delle prove di variazione delle mappe di contrasto attraverso la variazione di due soli parametri: la *scala* della mappatura e il valore del *missaggio*, cioè del blending. La mappa usata è l'immagine B della Figura 11.15. La tabella prodotta permette di verificare l'effetto di rendering prodotto per le varie immagini e di valutare i risultati ottenuti.

■ Missaggio	■ Scala bitmap	■ Immagine
■ 0.1	■ 3	■ 10.20
■ 0.1	■ 1	■ 10.21
■ 0.1	■ 0.3	■ 10.22
■ 0.2	■ 5	■ 10.23
■ 0.5	■ 5	■ 10.24
■ 1.0	■ 5	■ 10.25

Tabella 11.1 - Tabella con le impostazioni delle immagini seguenti

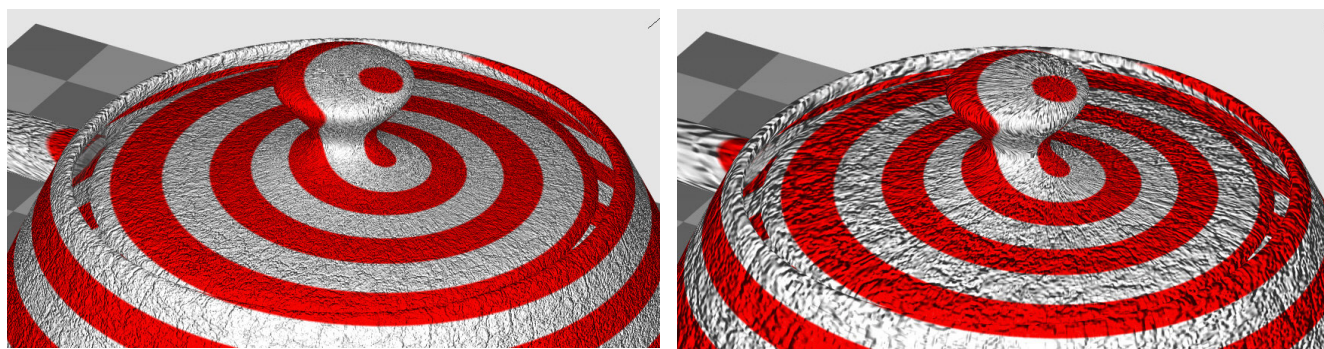


Figure 11.20-21 - E' variata solo la scala della mappa: valore 3.0 a sinistra e 1.0 a destra. Più la scala è ridotta e più ampio è l'effetto di contrasto (bumping), mentre se la scala è grande l'effetto viene distribuito su un'area più vasta.

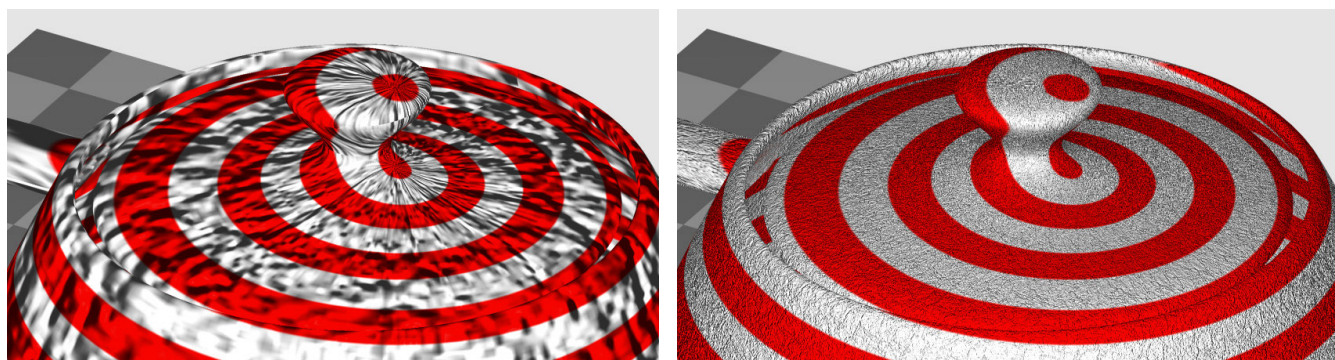


Figure 11.22-23 - L'immagine a sinistra continua la serie delle due precedenti: la *scala* è 0.3 e l'effetto è molto accentuato. Quello che si vede è solo una piccola parte della mappa D originale. A destra è variato il *missaggio* che qui ha valore 0.20 mentre la *scala* è 5.0.

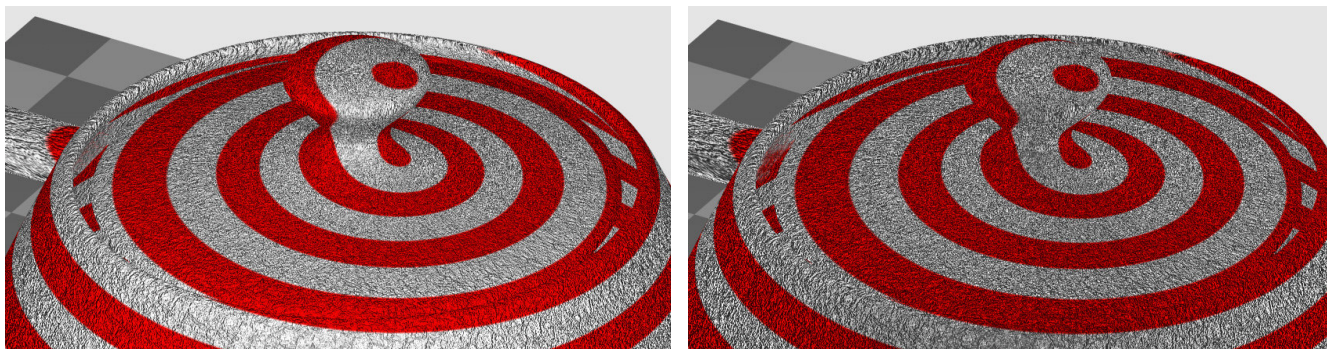


Figure 11.24-25 - Sempre con scala 5.0, a sinistra il *missaggio* è 0.5 mentre a destra è 1.0. Il risultato migliore è con missaggio molto basso per non

L'immagine migliore della serie delle 6 immagini precedenti è quella di Figura 11.23 con valori molto bassi di missaggio (0.20) e valore relativamente elevato (5.0) della scala. L'effetto sul rendering è determinato dalle **impostazioni** che si adottano e ovviamente dall'**immagine** usata come mappa che ne determina l'effetto ricercato.

11.5 Modelli di mappatura

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Render Mappaggio	Visualizza Render Mappaggio	MAPPAGGIO	-

Il comando **MAPPAGGIO** consente di definire le modalità di mappatura dei materiali sugli oggetti e corrisponde alla proiezione di un'immagine 2D su un oggetto solido. L'immagine utilizzata per la proiezione può un'immagine bitmap nei seguenti formati: BMP, PNG, JPG, TGA; GIF e PCS. Un'immagine proiettata può essere ruotata, scalata, spostata, filtrata e modificata in diversi modi.

La proiezione di una mappa su un oggetto può essere fatta secondo 3 modelli di proiezione diversi:

- piana.
- cilindrica
- sferica

Esiste anche un quarto modello, detto **solido**, che corrisponde ad una **texture procedurale** cioè texture generate da una funzione matematica (algoritmo) invece che essere un'immagine proiettata su un oggetto 3D.

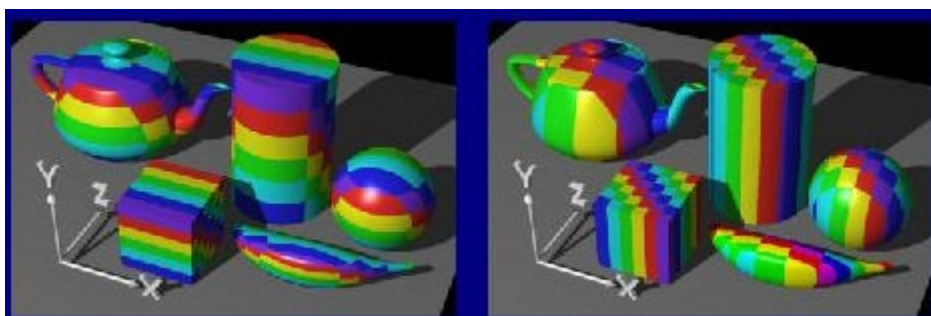


Figura 11.26 - Modello di proiezione piana con la direzione di proiezione.

Nella Figura 11.26 si riconosce il modello di proiezione che del tipo piano perché è evidente la direzione rivelata dalla “strisciata” della texture lungo le superfici non perpendicolari alla proiezione. In genere non viene usata nella mappatura dei solidi ma solo nelle superfici piana, come per un quadro appeso ad una parete o per effetti di *carta da parati*.



Figura 11.27 - Modello di proiezione cilindrica usata per i solidi che hanno una direzione di mappatura, come ad esempio un tronco di legno o una colonna. Nella mappatura cilindrica la faccia di sezione ha una mappa diversa.

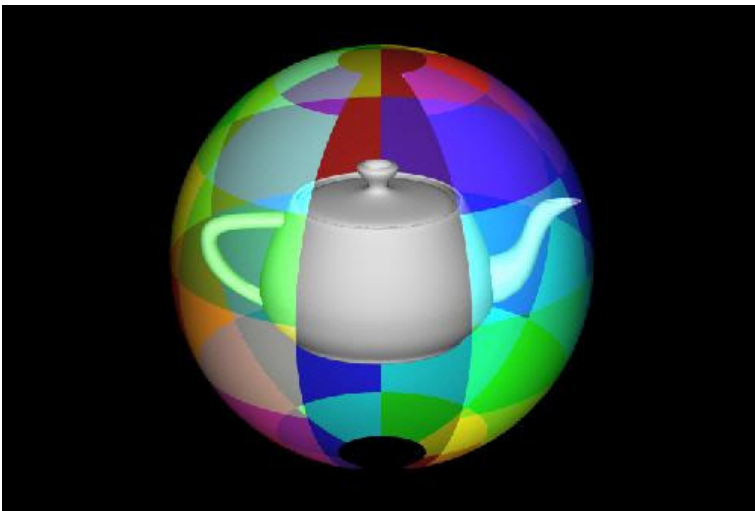


Figura 11.28 - Modello di proiezione sferica per oggetti che vengono “rivestiti” dalla mappa senza differenze di continuità. E’ il caso della teiera che presenta una texture omogenea anche negli angoli.

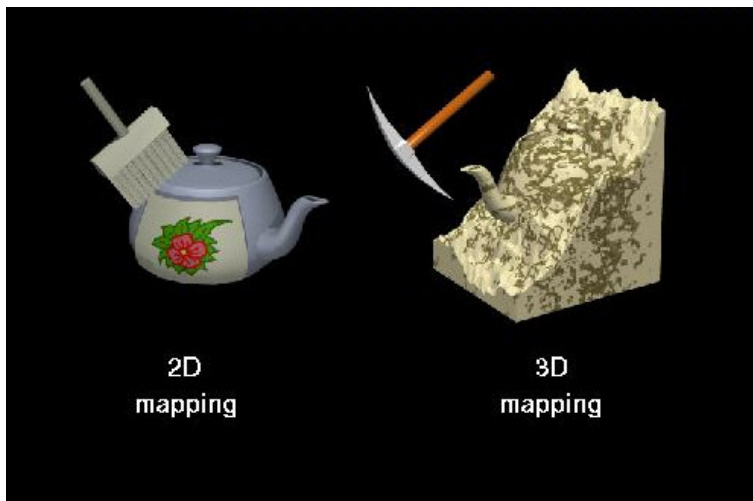


Figura 11.29 - Texture procedurale (mappa solida o 3D mapping) generata da un algoritmo che si adatta in modo realistico al solido. Inoltre se il solido viene modificato la texture viene ricalcolata dal sistema per adeguarsi alla nuova geometria.



Figura 11.30 - Finestra di dialogo per la modifica del Mappaggio: tipo di proiezione e scala della mappatura. Con il tasto *Regola coordinate* viene presentata la finestra di Figura 10.31 mentre con *Acquisisci da* consente di copiare le impostazioni di mappatura da un oggetto sul disegno. Con il pulsante *Copia su* le impostazioni correnti vengono applicate sull'oggetto selezionato.

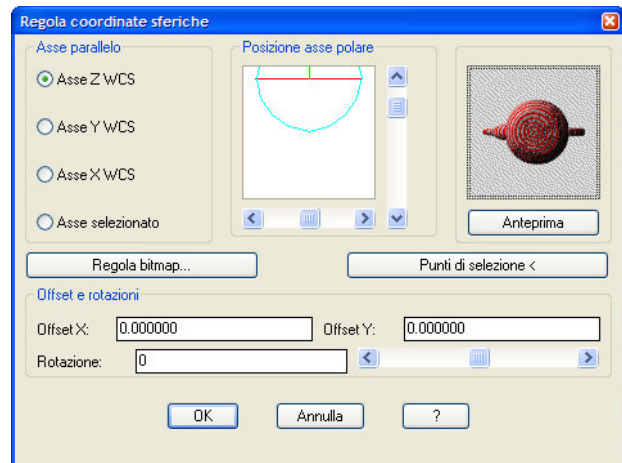
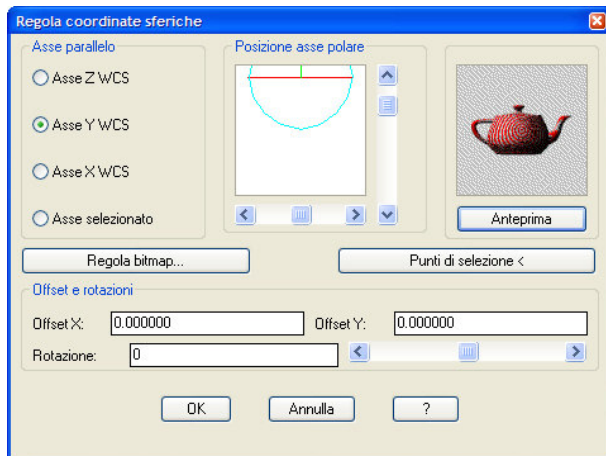


Figura 11.31-32 - Finestra di dialogo per la regolazione delle coordinate sferiche. Per modificare la direzione di proiezione è sufficiente scegliere un diverso *Asse parallelo* alla proiezione.

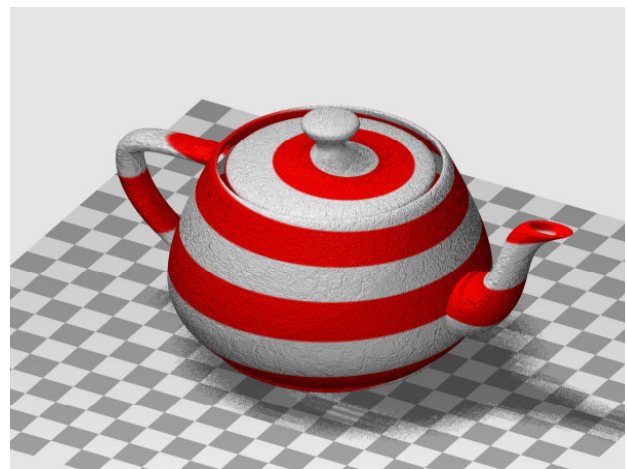
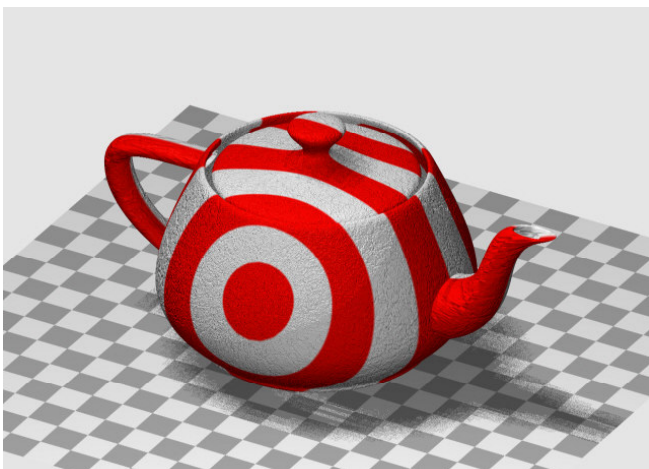


Figura 11.33-34 - Effetti di texture diverse ottenute dalla scelta dei due assi di proiezione.

Finestra Regola coordinate sferiche

La finestra di Figura 11.31 consente di definire l'asse polare del sistema di coordinate sferiche e la linea di avvolgimento per la proiezione della bitmap.

Asse parallelo

Specifica uno dei tre assi perpendicolari del sistema WCS oppure un asse definito dall'utente scegliendo *Punti di selezione*. Con *Asse selezionato* e OK senza utilizzare *Punti di selezione* per default viene utilizzato l'asse Z del sistema WCS.

Posizione asse polare

Mostra una proiezione parallela della mesh dell'oggetto su un piano perpendicolare all'asse corrente. Mostra inoltre l'asse di proiezione con un cerchio blu, il cui centro corrisponde all'asse stesso. Un raggio verde indica la linea di avvolgimento. È possibile spostare l'asse utilizzando le barre di scorrimento.

Anteprima

Visualizza un'immagine bitmap del materiale selezionato e la relativa coordinata di mappatura. Se non è associato alcun materiale, nell'area di anteprima viene visualizzata un'immagine grigia.

Regola bitmap

Visualizza la finestra di dialogo *Regola il posizionamento delle bitmap oggetti* nella quale è possibile regolare l'offset e la scala della bitmap.

Scegli punti

Chiude temporaneamente la finestra di dialogo *Regola coordinate sferiche* per consentire di definire una sfera di proiezione specificando i punti nell'area di disegno di AutoCAD. Viene chiesto di specificare tre punti: il *punto centrale* della sfera di mappatura, il *raggio* della sfera nella direzione del relativo polo superiore e la *direzione* verso la linea di avvolgimento.

Offset e rotazioni

Modifica gli offset X e Y della mappa. È possibile modificare la rotazione digitando un nuovo valore o utilizzando la barra di scorrimento.

11.6 Inserimento delle luci

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Render Luci	Visualizza Render Luci	LUCE	-

Il comando **LUCE** permette d'inserire e gestire l'illuminazione in una scena e di controllare la posizione, il colore e l'intensità degli effetti luminosi.

AutoCAD gestisce quattro tipi di luci: luce **circostante**, luce **puntiforme**, luce **distante** e **spotlight**.

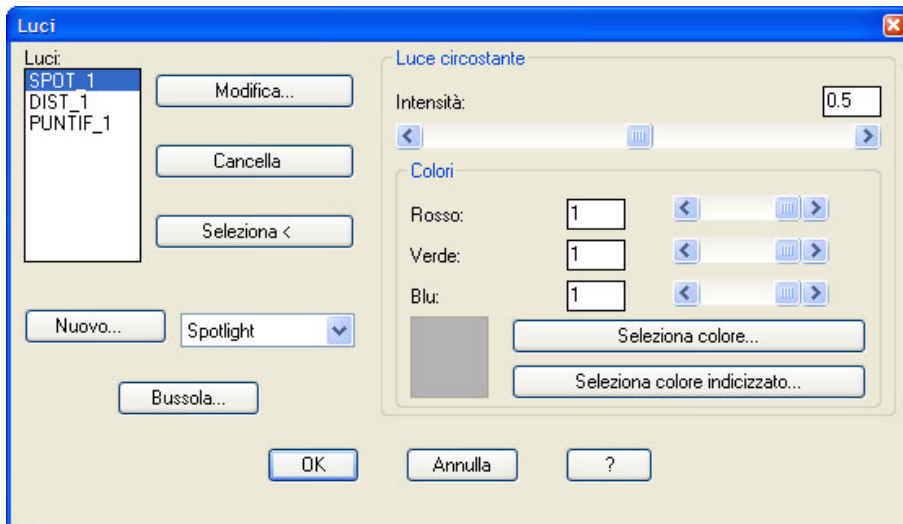


Figura 11.35 - Finestra per l'inserimento delle luci. Prima d'inserire una nuova luce, si deve scegliere il tipo nell'elenco vicino al pulsante *Nuovo*.

Vediamo in dettaglio i singoli tipi di luce forniti da AutoCAD:

- **Luce circostante.** Corrisponde alla *luce ambiente* e controlla la luce di sfondo che fornisce un'illuminazione costante a tutte le superfici del modello. Serve per evitare di lasciare completamente al buio le parti non illuminate. In genere va tenuta con valore basso per evitare di avere un'immagine senza spessore e satura.
- **Luce puntiforme.** Corrisponde alla normale *lampadina* ed emette raggi di luce in tutte le direzioni da un unico punto con un'intensità che può diminuire di un fattore in funzione della distanza. Per impostare l'attenuazione è possibile utilizzare l'opzione *Lineare inverso*, *Quadrato inverso* o *Nessuna*.
- **Luce distante.** Corrisponde alla *luce del sole* ed emette raggi di luce paralleli in una direzione data. Alle luci distanti non viene applicata alcuna attenuazione. La luce emessa mantiene un'intensità costante indipendentemente ovviamente dalla distanza che è all'infinito.
- **Spotlight.** Corrisponde ad un **faretto da scena (spot)** ed emette un cono di luce direzionale. È possibile specificare la direzione della luce e le dimensioni del cono. Analogamente alle luci puntiformi, l'intensità delle spotlight diminuisce con l'aumentare della distanza. Le luci spotlight hanno un angolo dell'area di eccessiva brillantezza e un angolo di caduta, che insieme determinano il grado di diminuzione della luce lungo lo spigolo del cono. Quando la luce proveniente da una spotlight colpisce una superficie, l'area di massima illuminazione è circondata da un'area di intensità minore.

Quando si crea una luce, nel disegno viene inserito un blocco luce per mostrarne la posizione e il tipo.



Figura 11.36 - Simboli dei tipi di luci che vengono inseriti nel disegno nella posizione di ogni punto luminoso.

Le proprietà delle luci

Le luci hanno le seguenti proprietà:

- **Colore.** Tutte le luci hanno un colore definito, che in genere è quello di default, cioè grigio;
- **Attenuazione.** In AutoCAD le luci puntiformi e spotlight possono essere settate per avere un'attenuazione dell'intensità luminosa rispetto alla distanza dall'oggetto illuminato;
- **Tipologie delle ombre.** Ad ogni luce è possibile associare una tipologia di ombra generata attraverso una *mappa delle ombre* o dei *volumi delle ombre*. La generazione delle ombre in AutoCAD può essere attivata o disattivata per ogni singola luce per i tre tipi di luci.

Come inserire una luce

La finestra di dialogo del comando **LUCI** di Figura 11.35 fornisce il controllo delle luci all'interno di un modello. Per creare una nuova luce si seleziona il tipo di luce desiderata nell'elenco vicino al pulsante *Nuovo* e quindi si clicca sul pulsante per attivare le finestre di Figura 11.37 e 38. Le finestre presentano delle impostazioni diverse a seconda del tipo di luce selezionato.

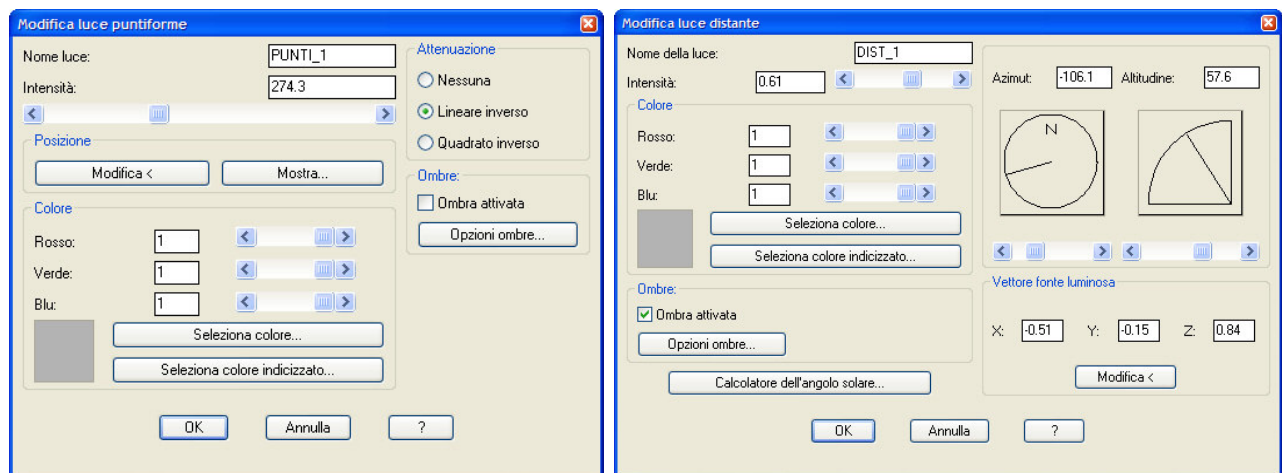


Figura 11.37-38 - Finestre per l'inserimento e la modifica delle luci: a sinistra per una luce *puntiforme* e a destra per la luce *distante*.

Per inserire una luce premere il pulsante *Modifica* e inserire le coordinate o indicare un punto per la posizione.

La posizione di una luce in un disegno è sempre un'azione di non facile attuazione perché si tratta di indicare un punto o un vettore in uno spazio 3D dove non ci sono però punti di riferimento. In genere con altri oggetti, l'inserimento è facilitato perché si può usare i filtri di snap ad oggetto, mentre per le luci ben difficilmente ci sono dei punti di riferimento per il posizionamento visto che in genere sono sospese in alto.

Si possono allora adottare due tecniche abbastanza diverse.

Primo modo per inserire una luce: coordinate filtro

L'uso delle *coordinate filtro* è un metodo non molto agevole ma sicuramente veloce. Per la localizzazione di un punto, è possibile digitare dei **filtri di coordinate** per specificare una o due coordinate, mediante i filtri preceduti da un punto: esempio **.XY** significa che il punto che viene dato col mouse deve essere letto solo come coordinata XY senza quindi l'asse Z.

Nell'esempio che segue, il punto indicato viene specificato in due tempi: prima, utilizzando il filtro di snap **.XY**, viene indicata la coordinata XY che corrisponde alla proiezione del punto sul piano XY. Quindi, dopo aver dato INVIO, viene digitato il valore dell'altezza Z. Si può quindi lavorare anche in vista assonometrica come in Figura 11.39 o direttamente in pianta, considerato che con le due fasi d'inserimento si ha un completo controllo del posizionamento tridimensionale.

Comando: `_light`

Inserire punto luce <corrente>: `.XY` (digitare `.XY`, cliccare col mouse un punto sul piano XY e dare INVIO)

(manca Z): `200` (digitare l'altezza sulla verticale del primo punto)

Se l'inserimento della nuova luce richiede un vettore, come ad esempio per la luce **Spotlight** o **distante**, i punti da definire saranno due specificati nello stesso modo.

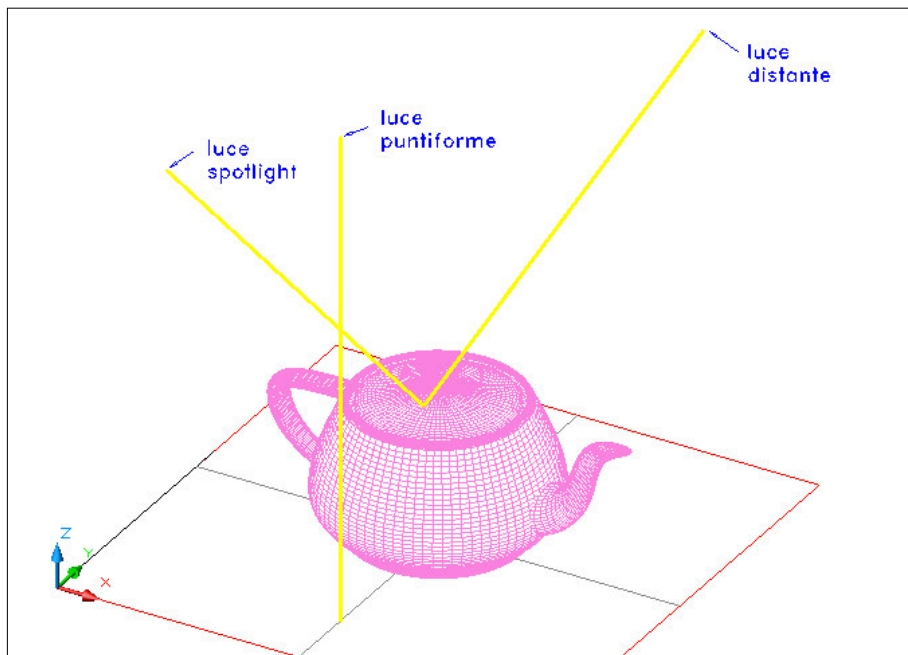


Figura 11.39 - Schema del posizionamento delle luci in una scena. In genere le luci sono posizionate ai lati del punto di ripresa con una luce sullo sfondo a rischiarare l'ambiente. In questo esempio si è applicato il secondo modo d'inserimento delle luci, inserendo delle linee di costruzione.

Secondo modo per inserire una luce: con linee di costruzione

Si può adottare una seconda strategia per inserire le luci in un disegno: inserendo delle *linee di costruzione* corrispondenti ai due punti di posizionamento delle luci nella scena. Una volta inserite nel disegno dei vettori che corrispondono esattamente ai due estremi dei vettori delle luci, l'inserimento avviene in modo veloce e preciso. In questo modo è possibile visualizzare esattamente la direzione delle luci, come in Figura 11.39, e modificare, se il caso, le linee per avere un'illuminazione senza difetti.

Con l'inserimento di linee di costruzione si può avere quindi la visibilità dello schema di illuminazione e un controllo della posizione delle varie sulla scena.

11.7 Come creare le scene

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Render Scene	Visualizza Render Scena	SCENA	-

Una **SCENA** è l'associazione di un punto di vista con una o più luci. Il comando **SCENA** permette di creare e modificare delle scene: quando si attiva il comando nella finestra di dialogo di Figura 11.40 è possibile modificare una scena esistente o crearne una nuova. Se si sceglie il pulsante *Nuovo* la finestra di Figura 11.41 presenta l'elenco delle *viste* presenti già create nel disegno e a destra le luci fra le quali scegliere la nuova scena. Per comporre una scena è possibile scegliere una sola vista mentre è possibile selezionare una o più luci presenti. Le viste devono essere state create con il comando **VISTA** e se non ci sono presenti nel disegno, con **CORRENTE** si seleziona la vista corrente.

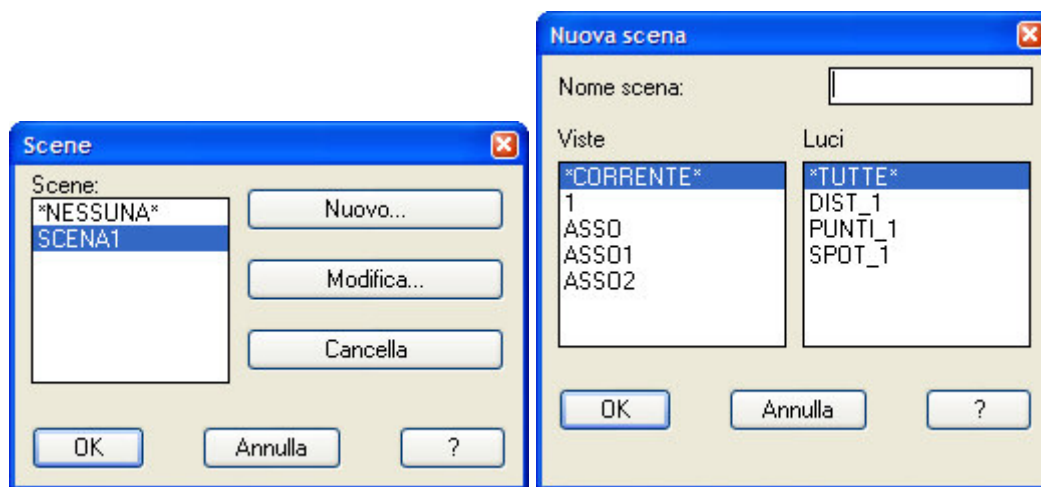


Figura 11.40-41 - Finestre per la creazione di una nuova scena.

La funzione del comando **Scena** è predisporre dei punti di vista comprensivi di luci già memorizzati nel disegno per riprenderli velocemente senza dover ripetere tutte le azioni di impostazione.

Per associare più luci ad una scena si deve tenere premuto il tasto CTRL mentre si selezionano le luci.

Esercizi

Gli esercizi di ogni Capitolo sono dei disegni di AutoCAD in formato DWG che possono essere aperti con il programma installato sul proprio computer e completati in alcune parti, come richiesto nelle singole domande. Tutti i file devono essere salvati con lo stesso nome.

1. Aprire il disegno **eser_11_01.dwg** e assegnare i materiali già precaricati nel file ai componenti al sedia. La seduta e lo schienale sono di plexiglas trasparenti (glass) mentre la struttura è alluminio (gray matte). Gli snodi sono scuri (old metal). I nomi dei materiali sono quelli forniti da AutoCAD.
2. Aprire il disegno **eser_11_02.dwg** e assegnare un materiale alla piastra in modo da avere una visualizzazione molto realistica e che valorizzi la geometria del pezzo.
3. Aprire il disegno **eser_11_03.dwg** e eliminare l'effetto di trasparenza dei solidi inseriti e aumentare la riflessione nei solidi.
4. Aprire il disegno **eser_11_04.dwg** e realizzare la sfera trasparente e gli altri solidi speculari. Aggiungere sullo sfondo un'immagine fra quelle fornite sul CD_Rom.
5. Aprire il disegno **eser_11_05.dwg** e individuare quale attributo è variato fra le 3 sfere. Modificare quindi le impostazioni delle 3 sfere rispetto alla trasparenza e rifrazione.
6. Aprire il disegno **eser_11_06.dwg** e individuare il materiale applicato alla teiera. Inserire quindi un effetto di contrasto applicando il file bitmap refmap.jpg. Definire un contrasto limitato.
7. Sempre nel disegno **eser_11_06.dwg** modificare il materiale applicato alla teiera con marble-tan e trovare una scala della texture realistica rispetto alla venatura del marmo che non può avere scala di valore 1.
8. Aprire il disegno **eser_11_07.dwg** e modificare l'orientamento delle righe rosse da orizzontali a verticali senza modificare la scala.
9. Aprire il disegno **eser_11_08.dwg** e individuare il materiale applicato alla teiera. Inserire quindi un effetto di contrasto applicando il file bitmap refmap.jpg. Definire un contrasto limitato.
10. Aprire il disegno **eser_11_09.dwg** creare una vista prospettica della teiera come nella copertina della Guida didattica.

Costruzione di una teiera

Contenuti

L'ultimo capitolo di questo libro vuole riprendere tutti contenuti e le conoscenze trattate nel libro per applicarle ad un esercizio di modellazione completo, che riassume e comprende le principali funzioni di costruzione di un oggetto 3D. In questo tutorial viene affrontata la modellazione di una teiera famosa, denominata *Utah Teapot*. A partire dalla foto dell'oggetto reale, s'inizia con la rilucidatura dei principali profili tracciati con spline direttamente sulla foto, per aver una migliore fedeltà con l'originale. Dopo aver editato e migliorato il tracciamento delle spline, queste vengono convertite in Regioni per creare i solidi di rivoluzione e di estrusione. Il becco è costruito con superfici di Coons per prendere in esame anche il tracciamento delle superfici e delle NURBS. Al termine dell'esercizio, la teiera viene completata con l'inserimento delle texture, delle mappe di contrasto (bumping) e delle luci per produrre in rendering alcune immagini fotorealistiche.

Indice

- 12.1 Perché la teiera di Utah
- 12.2 Come rilucidare una foto
- 12.3 Impostazioni di base
- 12.4 Inserimento delle linee e delle curve
- 12.5 Costruzione del corpo centrale
- 12.6 Creare il coperchio della teiera
- 12.7 Creare il manico
- 12.8 Creare il becco
- 12.9 Inserire un foro
- 12.10 Il rendering della teiera

Comandi trattati

IMMAGINE, UCS, VISTA, SPLINE, REGIONE, RIVOLUZIONE, ESTRUDI, TRANCIA, SOTTRAI, SUPCOON, SPECCHIO3D, RENDER

Fasi di lavoro

- creazione del profilo del corpo centrale e del coperchio;
- creare una superficie di rotazione ;
- inserire i profili del becco e inserire una superficie proporzionale;
- creare il profilo del manico e inserire una superficie tubo.

Prestare attenzione

- a tutte le curve devono essere raccordate perfettamente altrimenti le superfici e i solidi risultano aperti;
- a tagliare le superfici e i solidi fra di loro in modo da eliminare le sovrapposizioni e le sporgenze.

12.1 Perché la teiera di Utah



Figura 12.1 - Foto della teiera nota come *Utah Teapot* perché usata per la prima volta da un ricercatore dell'università dello Utah come modello per la costruzione delle curve di Bézier. (foto fornita dal Boston Computer Museum, X00398..)

Gentile concessione del Boston Computer Museum, Boston, inv. X00398.

La teiera di Utah, nota come **Utah Teapot** ha una significativa e particolare storia legata alla nascita della computer grafica. Nel 1975 Martin Newell che lavorava all'università dello Utah realizzò per la prima volta un modello 3D di una semplice teiera, comperata dalla moglie al supermercato locale. Il modello era realizzato mediante *free-form*, cioè forme libere tracciate utilizzando le curve di Bézier. Da quella prima modellazione nel 1975, la teiera ha costituito uno dei test più usati per valutare l'efficienza degli algoritmi e degli strumenti di rendering di un programma. Il modello digitale originale era composto da circa 110 vertici ed era stato disegnato prima su carta millimetrata e poi “rilucidato” su un monitor Tektronix sul quale era stata appoggiata la carta millimetrata al fine di ricavare le curve di Bezier.

La teiera è stata donata al *Boston Computer Museum* dove è conservata nella sezione “Oggetti effimeri” e catalogata come "Teapot used for Computer Graphics rendering".

In questo tutorial viene affrontata la modellazione della teiera mediante l'utilizzo sia dei solidi sia delle superfici allo scopo di affrontare in modo completo tutte le principali tecniche di modellazione. Ai fini didattici si è scelto di usare un approccio di modellazione ibrido, usando le due tecniche di modellazione insieme nello stesso modello, sapendo però che AutoCAD non presenta questa flessibilità non essendo un modellato completo.

12.2 Come rilucidare una foto

Quando si deve modellare un oggetto a partire da una foto, si può ricorrere al comando **IMMAGINE** che permette di posizionare la foto del modello sullo sfondo dello schermo e utilizzare AutoCAD come tecnigrafo luminoso per *rilucidare* un disegno. In pratica si tratta di posizionare la foto sul disegno e ripassare con il comando *spline* e *polilinea* i contorni della teiera. Si deve partire da una foto della teiera presa perfettamente in asse e senza distorsioni prospettiche. Nel nostro caso, considerato che la foto proviene direttamente dal museo di Boston, le leggere deformazioni prospettiche sono state corrette durante il tracciamento delle linee.

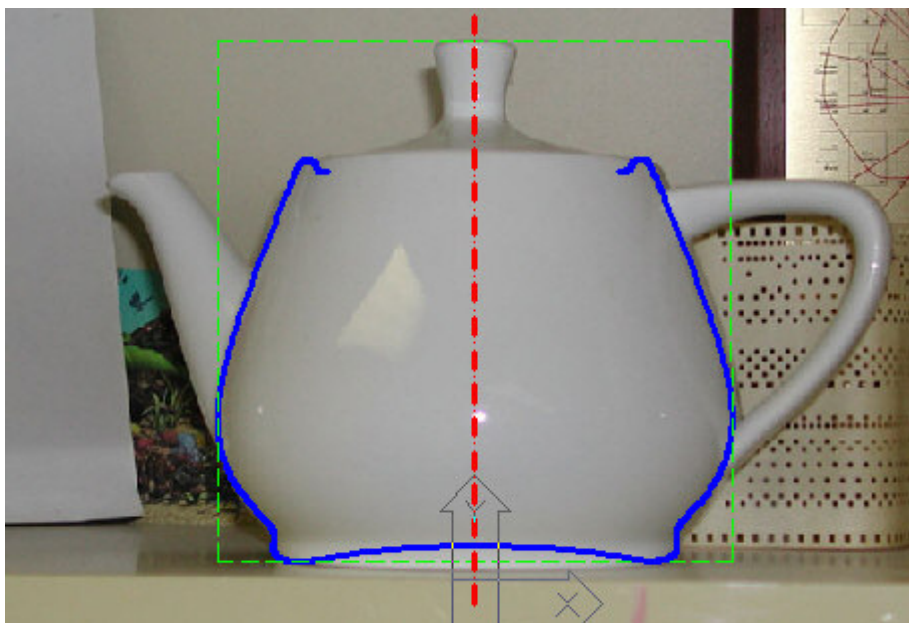


Figura 12.2 - Tracciamento delle curve spline e delle linee di costruzione sopra la foto della teiera. La foto rimane come sfondo al disegno vettoriale e non può essere importata nel disegno CAD se non come linee rilucide sul profilo della teiera.

Se possiamo fotografare direttamente l'oggetto, è bene usare un teleobiettivo medio (80-135 mm) per fotografare l'oggetto onde evitare le deformazioni prospettiche che anche un normale obiettivo normale di 50 mm fornisce. Usare quindi una illuminazione molto contrastata che metta in risalto soprattutto i contorni dell'oggetto creando uno stacco con lo sfondo per accentuare i profili e gli spigoli.

Come inserire un'immagine sullo sfondo di AutoCAD

Per inserire un'immagine in formato bitmap sullo sfondo di un disegno come nella Figura 12.2, si utilizza il comando **IMMAGINE** oppure si seleziona il menu *Inserisci | Gestione immagini* di Figura 12.3 e si clicca sul pulsante *Attacca* per caricare il file desiderato. L'immagine è a tutti gli effetti un blocco esterno **XREF**, come si può vedere dal tipo di finestra presentata che è tipica dei blocchi XREF.

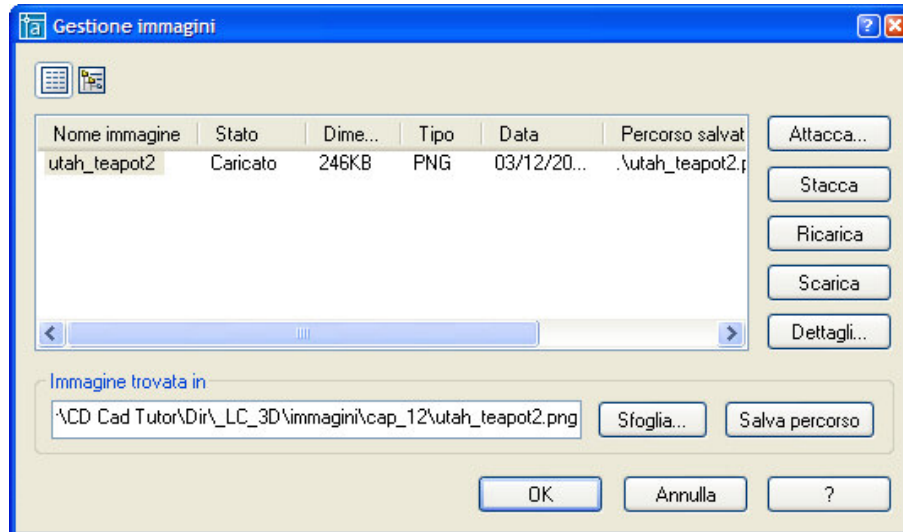


Figura 12.3 - Finestra **Gestione immagini** dove è possibile caricare sullo sfondo un'immagine in formato bitmap. I pulsanti forniscono le stesse opzioni dei blocchi XREF.

L'immagine inserita è un blocco che mantiene il collegamento esterno con l'originale e presenta tutte le opzioni tipiche dei blocchi XREF: può essere staccato, ricaricato, scaricato e del quale si possono visualizzare i dettagli di proprietà.

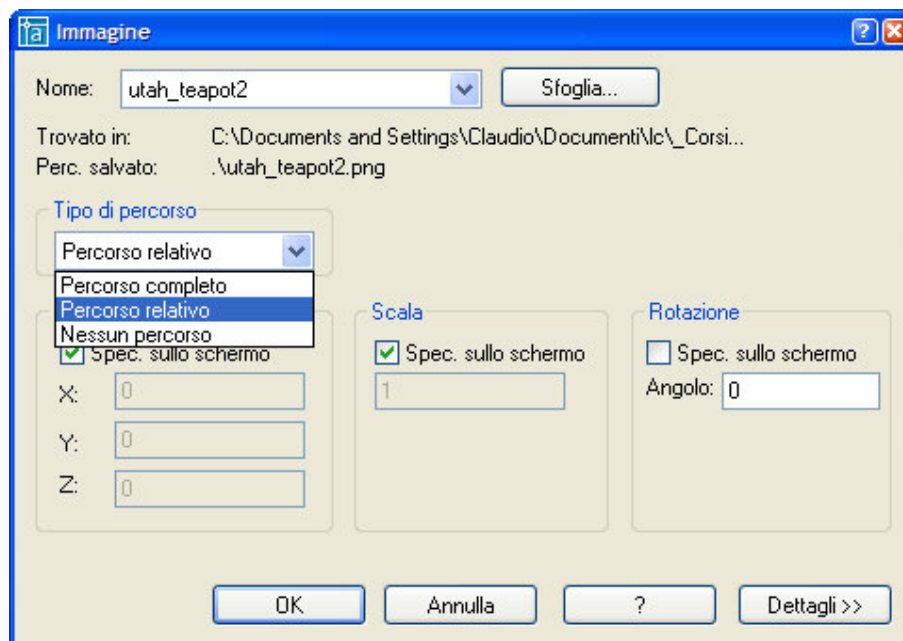


Figura 12.4 - Finestra **Immagine** per l'inserimento dell'immagine nel disegno come un normale blocco. Si può scegliere il *Tipo di percorso* da memorizzare nel file per ricaricare l'immagine ad ogni apertura del disegno. L'immagine può anche mantenere un collegamento esterno per alleggerire la dimensione del file.

Definire la scala dell'immagine

Per *rilucidare* l'immagine in modalità **overlay** (sovrapposizione) è importante che la foto sia alla scala corretta. Nella finestra di Figura 12.4 è possibile definire la scala d'inserimento, come un qualunque blocco. In genere non si conosce la dimensione dell'immagine in unità di disegno ma solo come dimensione in pixel e di conseguenza ben difficilmente è nota la scala d'inserimento.

Si può quindi inserire l'immagine nel disegno senza curarsi della dimensione reale e ridimensionarla in seguito che le giuste proporzioni con il comando **SCALA**. Conoscendo la dimensione reale della teiera, si usa l'opzione **Riferimento** del comando **SCALA** per scalare la foto dando come distanza dei due punti del diametro maggiore il valore di 120 *unità di disegno*, corrispondenti all'*unità millimetri*.

12.3 Impostazioni di base

È importante definire correttamente le impostazioni di base del disegno perché ci faranno risparmiare molto tempo e ci faciliteranno il lavoro di modellazione.

Posizionamento dell'UCS

La foto viene inserita, come tutti i blocchi, nel piano XY dell'UCS corrente per questo è importante mettere in posizione l'UCS **prima** dell'inserimento. L'UCS sarà quindi posizionato in verticale rispetto al WCS (sistema in coordinate Globale) con l'origine posizionato alla base dell'asse centrale.

La sequenza di dialogo con il sistema è la seguente:

Comando: **UCS**

Digitare un'opzione [Nuovo/SPosta/ Ortogonale/ Precedente/ Ripristina/ Memorizza/ Cancella/ APplica/?/Globale] <Globale>: X (**rotazione attorno asse X**)

Specificare angolo di rotazione attorno all'asse X <0>: **90 (rotazione di 90 positivo)**

Dopo aver ruotato l'UCS, lo si deve spostare sull'asse centrale:

Comando: **UCS**

Digitare un'opzione [Nuovo/SPosta/ Ortogonale/ Precedente/ Ripristina/ Memorizza/ Cancella/ APplica/?/Globale] <Globale>: **SP (sposta l'UCS)**

Specificare nuovo punto di origine o [profZ]<0,0,0>: **FINe (posizionarlo alla fine dell'asse centrale)**

È molto utile salvare la posizione dell'UCS corrente per avere la possibilità in seguito di ripristinare la stessa posizione indipendentemente dalla posizione corrente. Per salvare la posizione si ricorre al comando **UCS** e si sceglie l'opzione **M** (Memorizza) assegnando il nome alla posizione.

Salvataggio della vista

Durante la modellazione è spesso necessario ripristinare un punto di vista usato in precedenza: per questo è utile salvare anche i punti di vista più importanti per riprenderli durante il lavoro. Con il comando **VISTA** viene presentata la finestra *Vista* di Figura 12.5 nella quale si possono salvare le nuove viste.

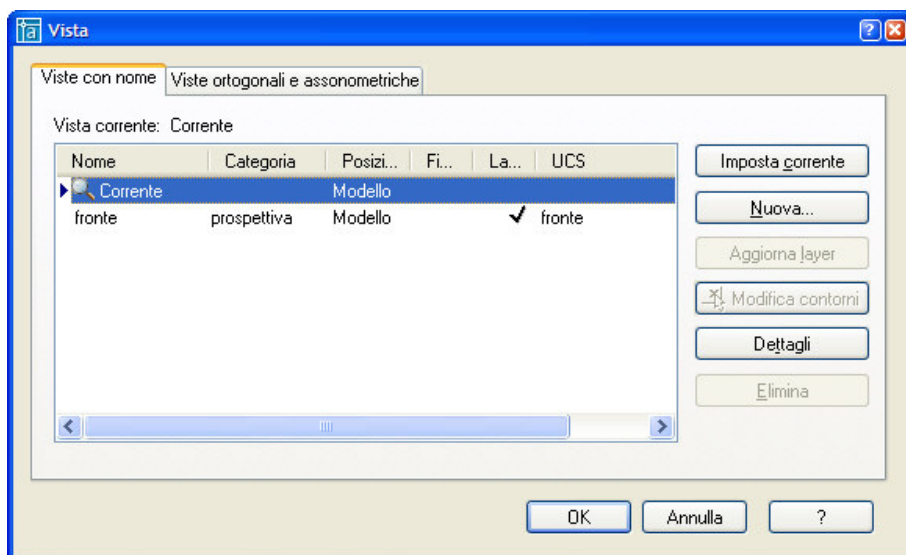


Figura 12.5 - Finestra *Vista* dove è possibile caricare sullo sfondo un'immagine in formato bitmap. Si può definire il *Tipo di percorso*

La nuova vista può contenere oltre al punto di vista anche le impostazioni del **layer corrente** e dell'**UCS** del disegno e può mantenere la visualizzazione a tutto schermo o di una particolare finestra ridotta da definire.

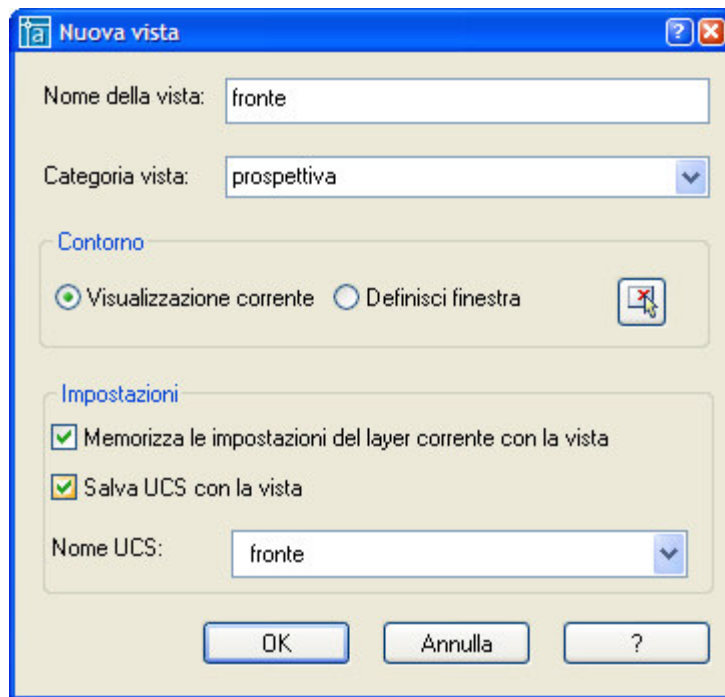


Figura 12.6 - Finestra *Nuova vista* che permette di memorizzare la vista corrente con il nome *fronte*. Insieme alla vista viene salvato anche la posizione dell'UCS salvato in precedenza con lo stesso nome. È attiva anche la memorizzazione delle impostazioni dei layer correnti.

Dopo aver salvato la nuova vista, questa viene inserita nell'elenco di Figura 12.5 per poter essere ripristinata con il pulsante *Imposta corrente*.

Creazione dei Layer

I layer sono degli aiuti indispensabili di disegno perché permettono di gestire gli oggetti del disegno visualizzando solo quelli utili e controllando le proprietà del colore e del tipo di linea in modo veloce e unificato.

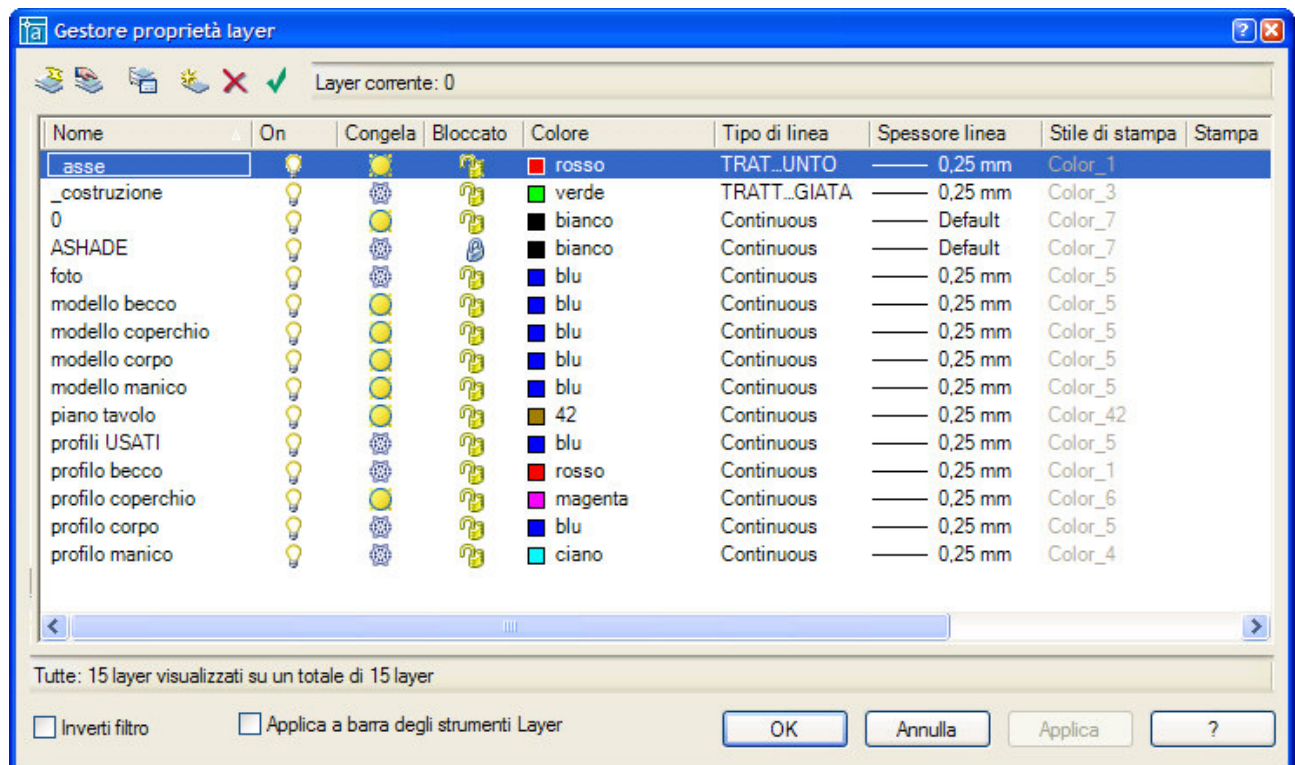


Figura 12.7 - Schema dei layer usati per la teiera.

I layer che riteniamo utili sono i seguenti:

- `_asse` e `_costruzione` sono layer di servizio con il tipo di linea *tratto-punto* e *nascosta*;
- foto dove inserire la foto;
- profilo becco, profilo coperchio, profilo manico e profilo corpo che contengono i singoli profili;
- modello con le 4 distinzioni precedenti, come modello becco ecc;

Il layer 0 non contiene alcun oggetto e i colori nei vari layer sono gestiti in modo personale secondo i propri gusti cromatici. Per posizionare il nome del layer all'inizio della lista, si antepone al nome il carattere sottolineato o underscore (`_`).



Ricordiamo che i colori sono gestiti dalla **Tabella stili di stampa** dove sono definiti gli spessori delle linee nella stampa. I colori si possono usare in modo personale, alla fine però vanno riportati secondo gli spessori contenuti nella Tabella. Ricordarsi anche che nella modellazione solida alcune lavorazioni trasformano i solidi in blocchi i colori dei quali non si possono modificare: è opportuno definire già all'inizio il colore dell'oggetto che si sta costruendo.

Controllo della visualizzazione

Il primo paragrafo del Capitolo 6 è dedicato alla visualizzazione e ai controlli della visualizzazione dei solidi. Forniamo qui una tabella riassuntiva di tutti i parametri di base che controllano la visualizzazione dei solidi.

Variabile	consigliato	default
VISTARIS	1.000	100
ISOLINES	10	4
DISPSILH	0	0
SPLINESEGS	16	8
FACETRES	2	0.5
FACETRATIO	0	0

Tabella 12.1 - Valori consigliati per le variabili di visualizzazione

Nella tabella sono riportati i valori di **default** di AutoCAD, cioè quelli che troviamo al momento dell'installazione, e i valori **consigliati** che sono quelli che può usare chi è dotato di un computer con buone prestazioni e che forniscono una buona qualità di visualizzazione. Usare valori superiori anche se si è dotati di computer con elevate prestazioni grafiche, non garantisce alcun miglioramento significativo delle immagini.

12.4 Inserimento delle linee e delle curve

Dopo aver creato i layer secondo lo schema precedente, inseriamo le linee **ASSE** e **COSTRUZIONE** con i colori della Figura 12.2. Le linee di costruzione verdi servono a definire l'ingombro massimo della teiera e saranno di supporto e di riferimento per le curve.

La curva **spline** in blu è stata tracciata solo nella sua parte simmetrica di sinistra e copiata con **SPECCHIO** a destra. Considerato che il modello ha una geometria speculare è **assolutamente** necessario disegnare solo una parte e copiare l'altra con specchio. Anche le linee di costruzione sono disegnate in modo speculare. Se un modello è simmetrico va sempre sfruttata questa proprietà geometrica per inserire tutte le linee al fine di evitare errori dimensionale e soprattutto per velocizzare il lavoro di disegno.

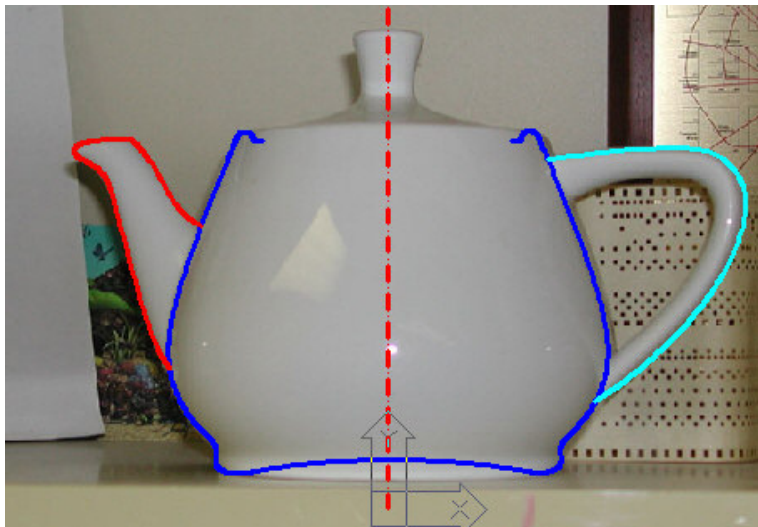


Figura 12.8 - Inserimento delle spline come contorno della teiera. Tutte le curve devono intersecarsi perfettamente e per questo sono state tagliate all'intersezione con gli altri profili presenti nel disegno.

I profili del manico e del becco s'intersecano perfettamente con il profilo del corpo centrale perché sono stati tagliati all'intersezione.

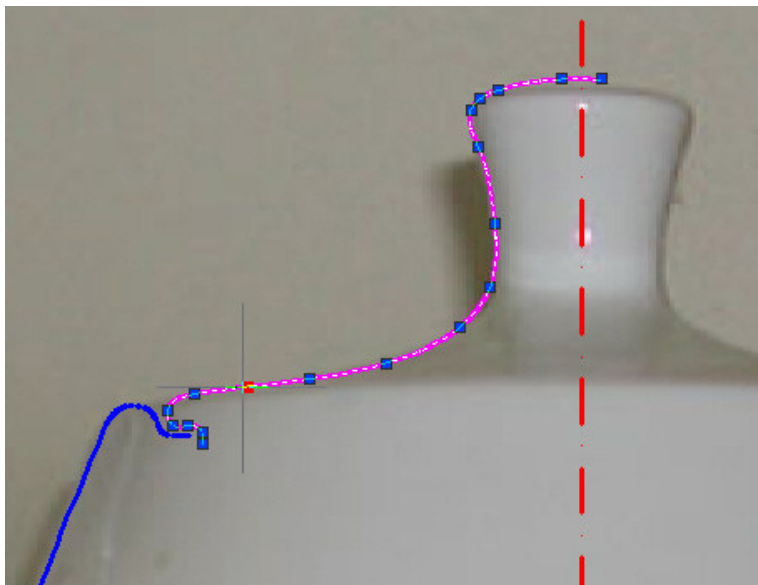


Figura 12.9 - Dopo aver inserito una spline è molto agevole editarla per spostare i vari poli di controllo e creare quindi una curva armonica e senza flessi. La curva non deve presentare avallamenti o andamenti irregolari perché verrebbero amplificati nella superficie generata. Notare che è disegnata solo la parte speculare sinistra e che la parte di contatto è stata prolungata oltre l'asse centrale con una direzione perpendicolare all'asse.

Come editare una spline

Dopo aver inserito una spline, è quasi sempre necessario editare i vari poli di controllo per creare un movimento più elegante alla curva. Per editare una spline è sufficiente cliccare sulla curva per attivare la visualizzazione dei grips e spostare un grip alla volta sul piano di disegno. Spostando un grip si modifica anche l'andamento della spline perché una curva NURBS, alla quale una spline appartiene, viene regolata dai poli di controllo, come si vede nella Figura 12.9. Il coperchio è un solido di rotazione e pertanto non è necessario copiare specularmente il profilo trovato perché sarà ruotato di 360 gradi.

12.5 Costruzione del corpo centrale

Il corpo centrale della teiera può essere disegnato sia come superficie che solido di rivoluzione mediante la rotazione del profilo blu (solo parte sinistra) di 360°. Se viene creata una superficie di rivoluzione non sarà possibile forare in seguito la teiera in corrispondenza al becco, anche se ai fini del rendering finale non c'è nessuna differenza di comportamento con i materiali rispetto ad un solido.

Per creare il corpo della teiera usiamo quindi le funzioni solide trasformando il profilo chiuso in una Regione in modo che nella rotazione questa crei un solido.

Inserire una spline parallela

Per creare una Regione usiamo il comando **OFFSET** per inserire una seconda curva, parallela alla spline inserita, alla distanza di 3 millimetri.

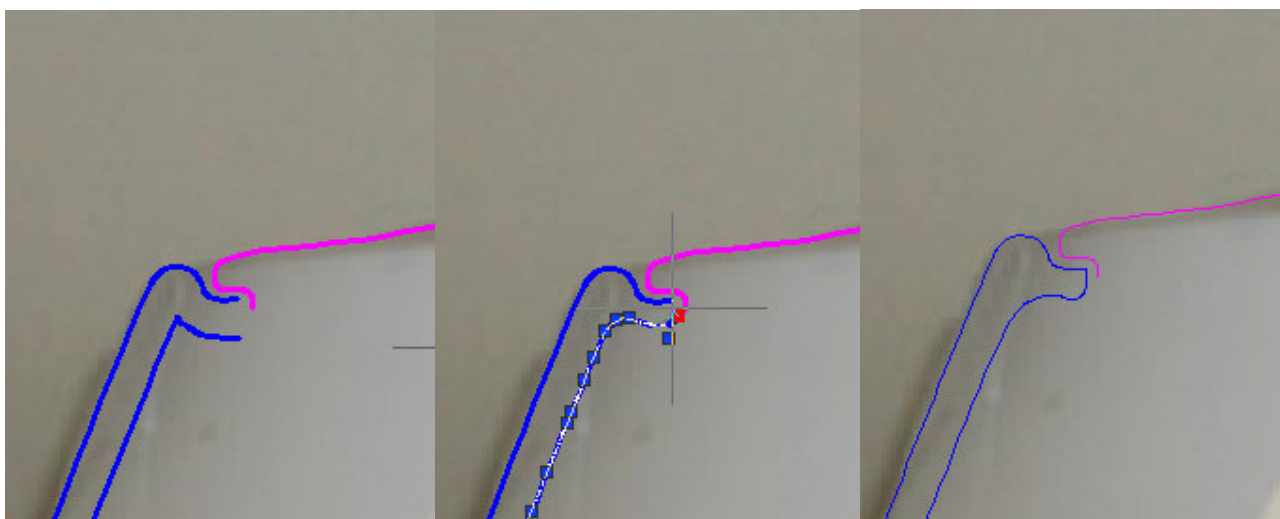


Figura 12.10 - Inserimento della spline parallela con il comando OFFSET e modifica dei poli agli estremi in modo da chiudere il profilo.

Nella Figura 12.10 la seconda spline parallela deve essere perfettamente agganciata alla prima spostando i poli agli estremi. I poli possono essere facilmente spostati per creare una curva fluida e senza punte eliminando tutti i punti di cuspide (angolo acuto) o semplicemente i punti di flesso della curva.



Per definizione i punti di flesso sono quei punti in cui la curva cambia concavità, passando da concava a convessa (o viceversa) con continuità. Di conseguenza la funzione $f'(x)$ passerà da un valore positivo ad uno negativo (o viceversa). Se il passaggio non avviene in continuità, cioè se le curve non hanno in comune la tangente e la curvatura uguale, allora nella curva sarà visibile il punto di contatto.

Se la spline parallela è inserita verso l'interno della teiera, allora nelle curve concave genera un'intersezione con se stessa: in questo caso il sistema spezza la spline come si può vedere nella Figura 12.11. In questo caso si può editare le spline spezzata per migliorare l'andamento nel punto di interruzione spostando i vari poli per creare una curva armonica.

Per completare il profilo prima di trasformarlo in Regione, si deve chiudere anche la parte inferiore della teiera inserendo la linea che manca fra le due spline.

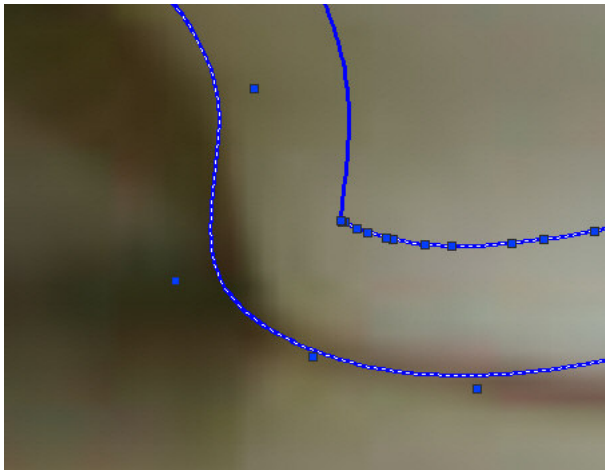


Figura 12.11 - La spline parallela interna alla prima genera un'intersezione con se stessa: in questo caso viene spezzata in due parti e interrotta nel punto di contatto. La spline può essere editata e modificata nei punti di controllo per evitare gli spigoli acuti.

Come creare una Regione

Per creare un solido uno dei metodi più efficaci e veloci è ricorrere ad una **Regione** trasformando il profilo in regione.

Regione

Icona	Barra strumenti	Menu	Comando tastiera	Alias
	Disegno Regione	Disegno Regione	REGIONE	REG

Una **Regione** è un'area bidimensionale creata a partire da una forma o da una sequenza di linee chiuse. Si possono usare sia polilinee, linee e curve, a condizione che siano chiuse, sia archi circolari, cerchi, archi ellittici, ellissi e spline. Le linee devono essere chiuse e non possono creare delle intersezioni.

Una regione viene definita anche **solido 2D** perché si comporta a tutti gli effetti come un solido che viene modificato con le **operazioni booleane** di **unione**, **sottrazione** e **intersezione**. Inoltre l'estruzione e la rivoluzione di una regione genera un solido pieno.

Comando: **REGIONE**

Selezionare oggetti: trovato(i) 3 **(selezionare le spline)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per fine selezione)**

Estrazione eseguita di 1 sequenza chiusa

Creazione eseguita di 1 regione

Controllare **sempre** che la Regione sia stata effettivamente creata verificando che il sistema aggiunga il messaggio "Creazione eseguita di 1 regione"; e verificare anche che la Regione corrisponda esattamente a quella desiderata verificando, cliccando con il mouse, il profilo tratteggiato ed i grips. La selezione di una sequenza **non chiusa** di linee non permette di creare una Regione ma fornisce il seguente messaggio d'errore: "Estrazione eseguita di 0 sequenze chiuse".

Creare il corpo della teiera

La costruzione del solido corpo della teiera avviene mediante la rotazione della Regione appena creata attorno all'asse.

Con il comando **RIVOLUZIONE** si seleziona la regione creata e si seguono le seguenti indicazioni:

Comando: **RIVOLUZIONE**

Densità wireframe corrente: ISOLINES=4 **(impostazioni correnti)**

Selezionare oggetti: trovato(i) 1 **(selezionare la regione)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per fine selezione)**

Specificare punto iniziale per asse di rivoluzione o definire asse per [Oggetto/X (asse)/Y (asse)]: **O (selezione di Oggetto che corrisponde all'asse)**

Specificare angolo di rivoluzione <360>: **(INVIO per confermare 360 gradi)**

Dopo aver creato il solido di rivoluzione, la visualizzazione del modello 3D avviene utilizzando le linee nascoste, con il comando **NASCONDI**.

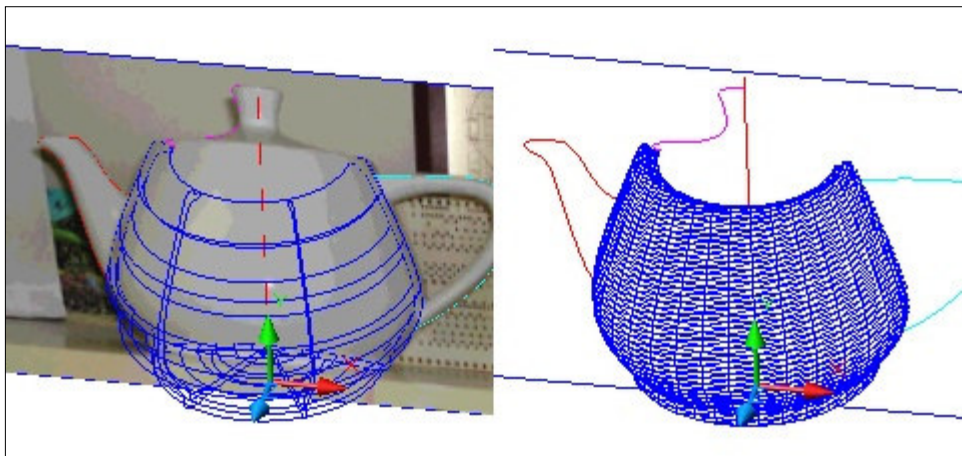


Figura 12.12 - Vista del solido di rivoluzione in wireframe a sinistra in assonometria e con linee nascoste a destra. La foto è un blocco che nasconde gli oggetti ma non viene visualizzata con linee nascoste.

Dopo aver rilucidato la foto con le curve spline, è possibile congelare il layer *foto* dove era stata inserita all'inizio oppure si può *staccare* la foto dal disegno con il pulsante *Stacca* della finestra di Figura 12.3. Ricordiamo che l'immagine bitmap non fa parte del file di disegno ma è un XRIF, cioè è un blocco che viene ricaricato ogni volta che si apre il file di disegno. Se il blocco al momento dell'apertura non viene trovato nel percorso memorizzato, viene inserito un marker d'errore nel punto d'inserimento del blocco.



In AutoCAD i profili utilizzati per la creazione degli oggetti, come in questo caso nel solido di rivoluzione, vengono cancellati dal sistema. Per mantenere i profili si deve assegnare alla variabile DELOBJ il valore 0 che di default ha valore 1. In questo modo i profili di rivoluzione e di estrusione non vengono cancellati nella creazione dei solidi..

12.6 Creare il coperchio della teiera

Per creare il coperchio della teiera si usa il comando **RIVOLUZIONE** facendo ruotare la Regione creata dal profilo iniziale.

Il procedimento è lo stesso di quello seguito per il corpo centrale:

- creazione di una spline parallela a 3 mm;
- chiusura dell'area mediante editazione dei poli e inserimento di una linea;
- creazione di una Regione;
- creazione di un solido di rivoluzione con il comando RIVOLUZIONE.

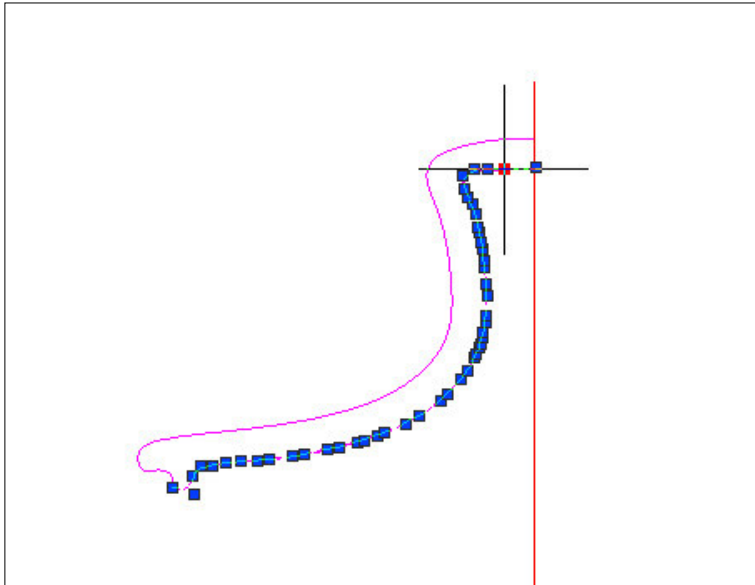


Figura 12.13 - Inserimento di una spline parallela a distanza 3 mm e spostamento dei poli per chiudere, in basso, le due spline mentre in alto viene inserita una linea di chiusura coincidente all'asse centrale.

Il coperchio viene creato per solido di **rivoluzione** della Regione attorno all'asse centrale, come per il corpo centrale della teiera.

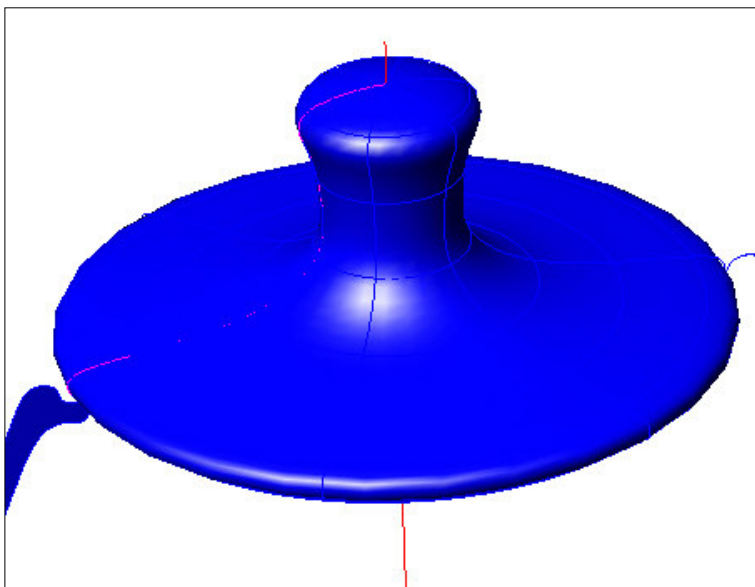


Figura 12.14 - Coperchio della teiera finito. Per comodità il corpo della teiera è stato congelato e rimane visibile solo la regione che l'ha generato.

Ricordarsi sempre di rendere corrente il layer relativo, in questo caso il layer **modello coperchio** prima di creare il solido. La possibilità di congelare i vari layer rende il lavoro molto più facilitato nella gestione della visualizzazione dei vari componenti.

12.7 Creare il manico

Il manico della teiera viene creato come un solido di estrusione a partire da un profilo circolare. Per fare questo è necessario posizionare l'UCS ad un estremo della spline inserita e tracciare il cerchio che rappresenta il profilo di estrusione.

Le fasi di realizzazione del manico a forma di tubo di sezione 4 mm sono le seguenti:

- creare una spline parallela a distanza 4 mm verso l'interno, visto che dovrà costituire la traiettoria di estrusione;
- editare i poli (o punti di controllo) della nuova spline in modo da trascinarli all'interno del profilo del corpo centrale;
- posizionare l'UCS alla fine della spline e orientare l'asse Z lungo la spline;
- inserire un cerchio di raggio 4 sul piano XY dell'UCS;
- creare il solido con ESTRUDI facendo scorrere il cerchio lungo la *Traiettoria* della spline.

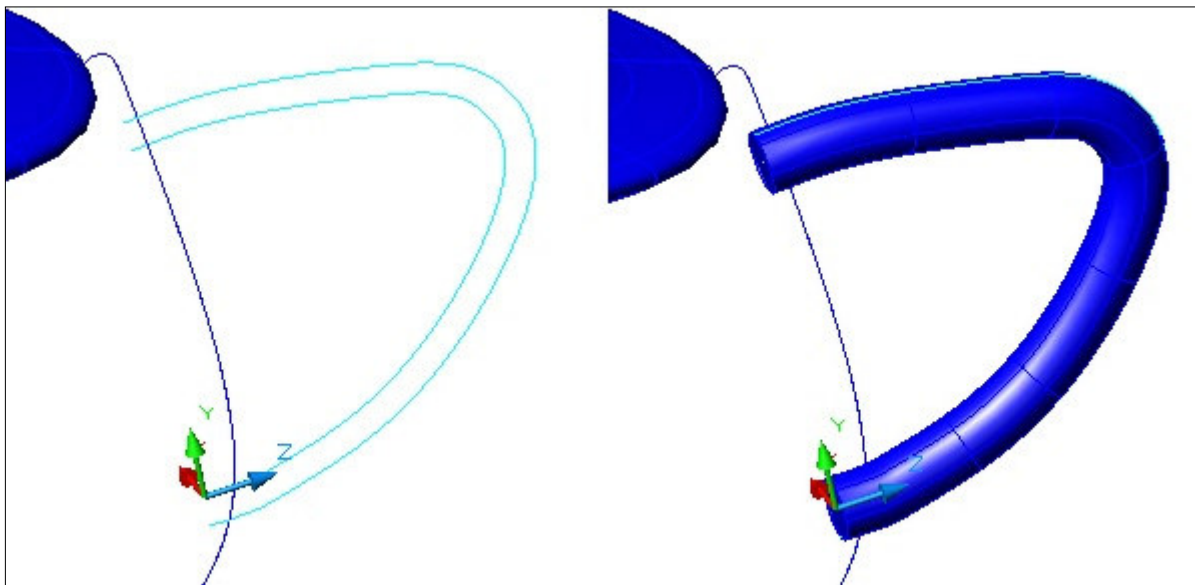


Figura 12.15 - Creazione del manico in estrusione dopo aver posizionato l'UCS ad un estremo della spline centrale.

Come posizionare l'UCS per un solido di estrusione

La costruzione del manico avviene mediante estrusione di un cerchio lungo una traiettoria **perpendicolare** al vettore dei primi due poli della spline, come è stato analizzato nel Capitolo 4. È necessario quindi spostare l'UCS al vertice della spline e posizionare il piano XY perpendicolare alla traiettoria. Per questo si usa il comando **UCS** con opzione **Asse-z** e si orienta la direzione dell'asse Z lungo la spline.

Comando: **UCS**

Digitare un'opzione [Nuovo/SPosta/ Ortogonale/ Precedente/ Ripristina/ Memorizza/ Cancella/ APplica/?/ Globale] <Globale>: **N (nuovo UCS)**

Specificare origine del nuovo UCS o [Asse-z/3punti/ OGgetto/ Faccia/ Vista/ X/ Y/ Z] <0,0,0>: **A (orientamento lungo l'asse Z)**

Specificare nuovo punto di origine <0,0,0>: **(INVIO per confermare l'origine)**

Specificare punto sulla parte positiva dell'asse Z

<0.0000,0.0000,1.0000>: **VIC (snap ad oggetto VICino per posizionare l'asse Z)**

È necessario posizionare l'UCS in modo perpendicolare alla prima parte della spline quindi con l'asse Z orientata lungo la spline.

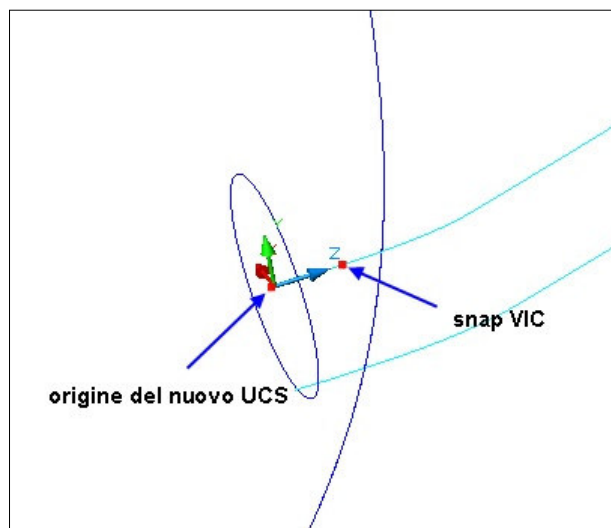


Figura 12.16 - Posizionamento dell'UCS con l'asse Z orientato lungo la traiettoria della spline usando il filtro VICino. Dopo aver posizionato l'UCS, s'inserisce il cerchio di raggio 4.

Il manico inserito è un solido in estrusione che dovrà essere tagliato nella parte interna in modo che non abbia sporgenze. Per tagliare la parte interna del manico si può utilizzare il comando **TRANCIA** dopo aver posizionato l'UCS all'interno della teiera. In alternativa si costruisce un solido di rivoluzione corrispondente al vuoto della teiera e si utilizza il comando **SOTTRAI** per eliminare le sporgenze.

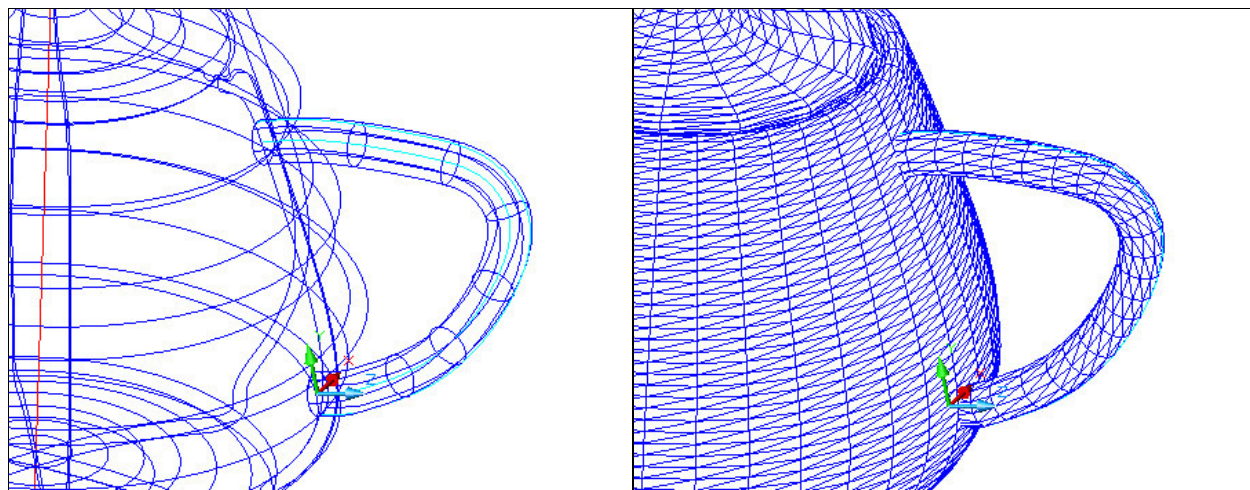


Figura 12.17 - Due diversi stili di visualizzazione dello stesso manico della teiera: a sinistra in wireframe dove si riconosce la geometria interna del manico mentre a destra la visualizzazione è con linee nascoste senza possibilità di conoscere la composizione interna dei solidi.

12.8 Creare il becco

Per creare il becco adottiamo un'altra strategia di modellazione ricorrendo alle superfici di Coons tracciate per 4 curve. In questo modo abbiamo la possibilità di trattare anche le superfici nella realizzazione di questo esercizio.

Nella Figura 12.18 è visualizzata la posizione dell'UCS con il piano XY perpendicolare al profilo del becco e passante per i due punti d'intersezione. L'ellisse è inserita sul piano XY passante per i due punti di contatto con il profilo del becco.

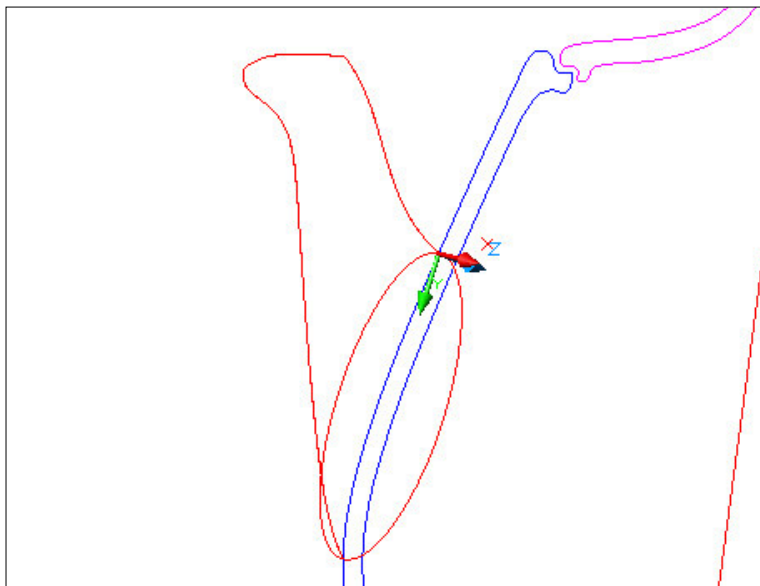


Figura 12.18 - Inserimento di un'ellisse con l'asse maggiore passante per i punti d'intersezione del profilo del becco con il profilo del corpo della teiera. L'asse minore è di 11 mm. Per inserire l'ellisse, l'UCS è stato posizionato con il piano XY perpendicolare al becco e passante per i due punti d'intersezione.

Prima di spostare l'UCS in una nuova posizione, ricordarsi di tagliare a metà l'ellisse lungo l'asse maggiore. Inserire quindi una semi-ellisse anche nella parte superiore del becco.

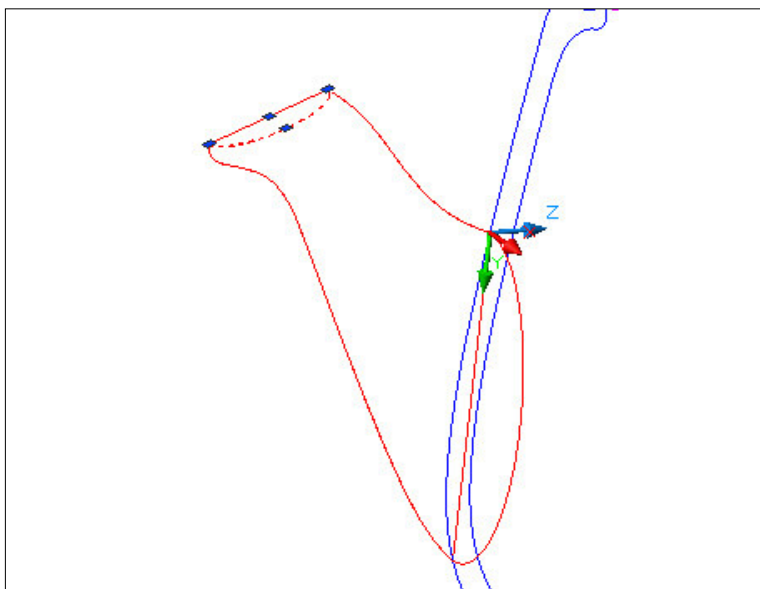


Figura 12.19 - Si devono inserire due ellissi alla base del becco e poi devono essere tagliate perché si lavora solo con la parte speculare del becco.

Variabili SURFTAB1 e SURFTAB2

Prima d'inserire le superfici di Coons, si devono definire due variabili che controllano l'intensità della mesh lungo le direzioni M e N.

Comando: **SUPCOON**

Densità wireframe corrente: SURFTAB1=32 SURFTAB2=6 (**impostazioni correnti**)

Le variabili sono **SURFTAB1** e **SURFTAB2** che controllano il numero di maglie lungo la direzione M e N: la maglia M è la prima curva selezionata e la maglia N la seconda selezionata. Le curve devono quindi essere selezionate secondo un criterio relativo alle impostazioni assegnate alle due variabili. Le impostazioni di default è 6 per entrambe.

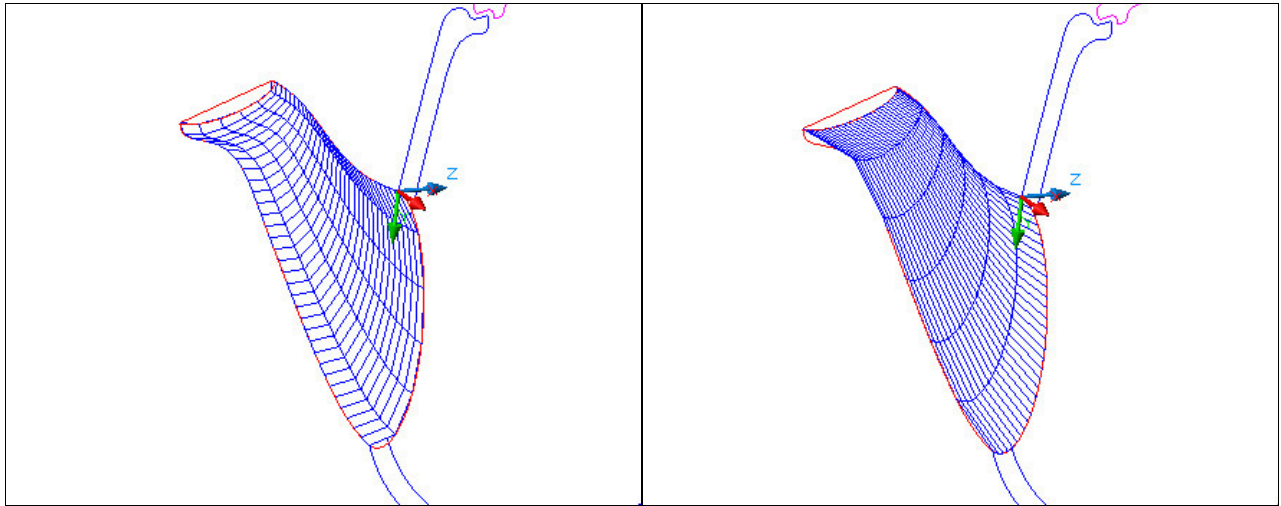


Figura 12.20 - I valori sono gli stessi, SURFTAB1=32 e SURFTAB2=6 ma sono è stata invertita le sequenza di selezione delle spline con una evidente differenza nella struttura della mesh.

Una superficie regolare deve una dimensione omogenea lungo le direzioni M e N in modo che la maglia sia possibilmente quadrata.

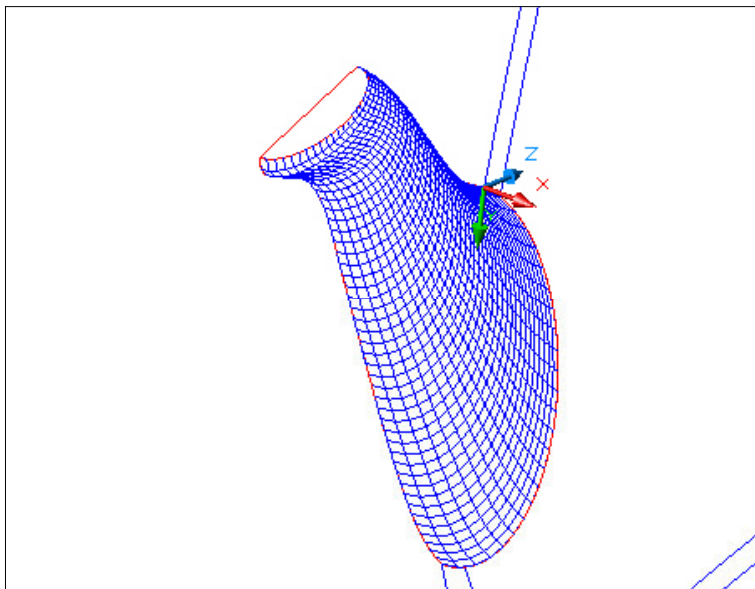


Figura 12.21 - Impostazione corretta delle due variabili che generano una maglia quasi quadrata: i valori sono SURFTAB1=44 e SURFTAB2=24.

Il valore delle due variabili dipende quindi dalla lunghezza delle curve che definiscono la superficie.

Inserimento della copia speculare della becco

La superficie del becco è costruita con il comando **SUPCOON** e d è tracciata fra le spline iniziali del becco e le due semi ellissi aggiunte da ultime. La superficie corrisponde a metà del becco perché è un oggetto speculare: per completare il becco si deve copiare con il comando **SPECCHIO3D** la superficie inserita attorno al piano ZY, vista la posizione corrente dell'UCS.

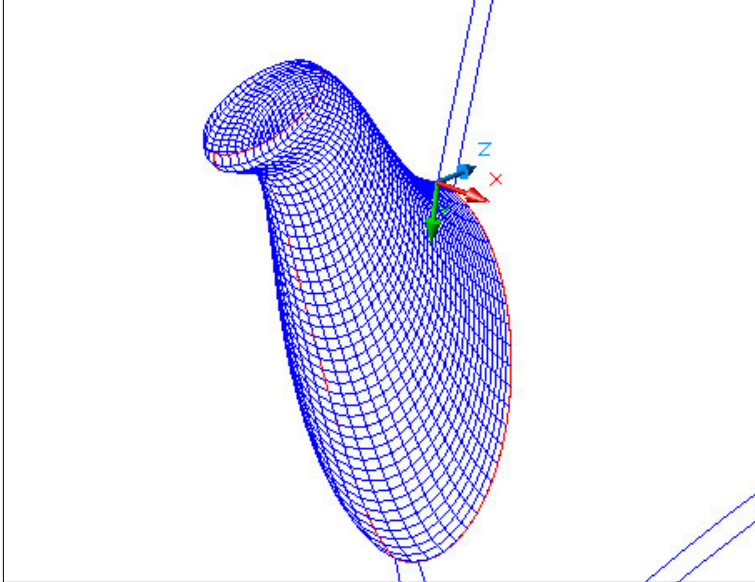


Figura 12.22 - Copia speculare della superficie destra del becco attorno al piano YZ dell'UCS coerente. Infatti l'UCS ha mantenuto la posizione precedente relativa all'inserimento della prima ellisse.

La sequenza della copia speculare di Figura 12.22 è la seguente:

Comando: **SPECCHIO3D**

Selezionare oggetti: **(selezionare la superficie)**

Selezionare oggetti: **(INVIO per fine selezione)**

Specificare primo punto del piano speculare (3 punti) o [Oggetto/ Prec/ asseZ/ Vista/ XY/ YZ/ ZX/3punti] <3punti>: **YZ (definizione del piano di specularità)**

Specificare punto sul piano YZ piano <0,0,0>: **(INVIO per confermare l'origine)**

Eliminare gli oggetti sorgente? [Sì/No] <N>: **(INVIO per confermare NO)**

Nella copia speculare della superficie, è sempre opportuno posizionare l'UCS in coincidenza con la posizione del piano di specularità per facilitare la selezione del punto di origine e del piano di riferimento.

12.9 Inserire un foro in corrispondenza del becco

In corrispondenza del becco appena costruito, è necessario inserire un foro di dimensione uguale all'ellisse con la quale è stato costruito la base del becco. Il foro è stato creato con operazione booleana di **sottrazione** estrudendo l'ellisse trasformata in Regione.

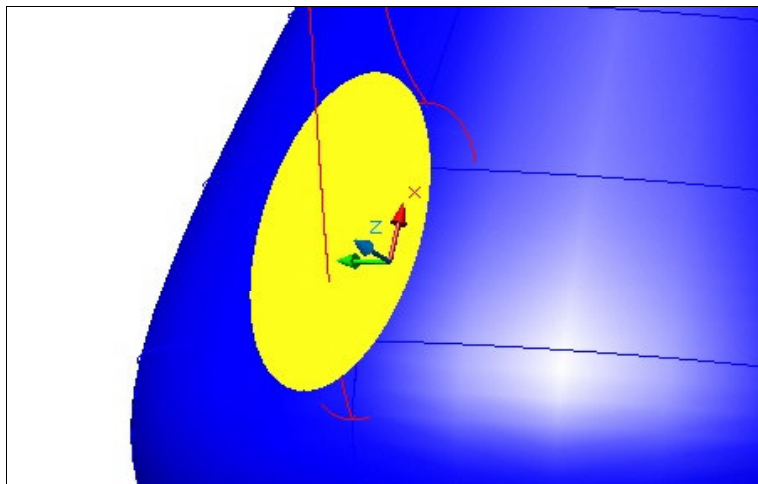


Figura 12.23 - Per forare il corpo della teiera in corrispondenza al becco, si riprende l'ellisse iniziale e la si sposta lungo l'asse Z in modo che sia esterna alla teiera. In seguito si trasforma l'ellisse in una Regione

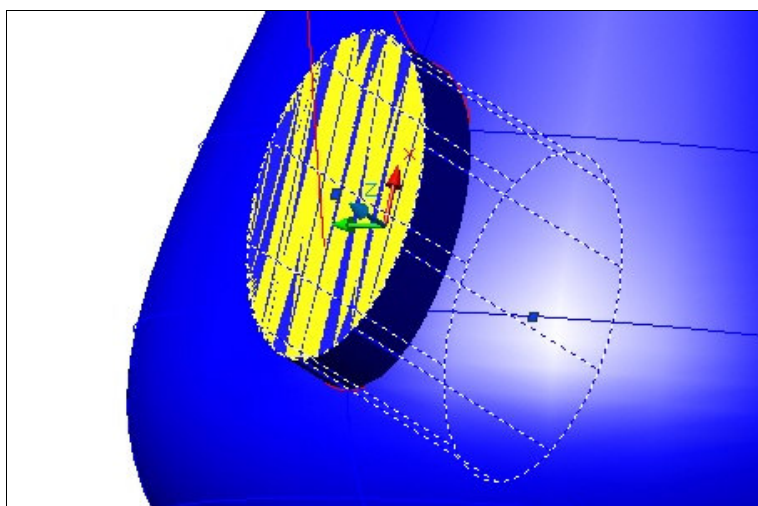


Figura 12.24 - Dopo aver trasformato l'ellisse in Regione, con il comando **ESTRUDI** si crea un solido che attraversa lo spessore della teiera e che fora il solido con un'operazione booleana di sottrazione.

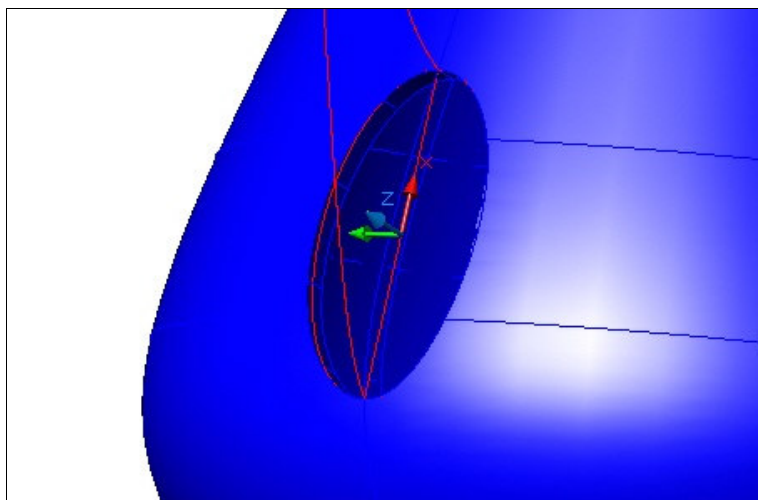


Figura 12.25 - Corpo della teiera forato dal solido di estrusione sottratto con operazione booleana.

Teiera completata

La teiera completata si presenta come in Figura 12.26 dove è stato inserito un piano di appoggio. La teiera è stata modellata interamente con solidi, ad eccezione del becco per il quale sono state usate due superfici di Coons. Per essere considerata completa e modellata correttamente, si dovrebbe trasformare in solido anche il becco, ma questo con AutoCAD diventa particolarmente complesso. Infatti il programma non permette di creare dei solidi a partire da superfici di Coons e per questo il becco dovrebbe essere creato interamente con operazioni booleane di sottrazione e addizione.

Ai fini del rendering il modello della teiera creato in modo ibrido, cioè con l'uso di solidi e di superfici, non presenta grandi limitazioni o restrizioni.



Figura 12.26 - Teiera completata con inserito alla base una 3DFACCIA a formare un piano di appoggio. Il modello è realizzato quasi interamente in modellazione solida ad eccezione del becco realizzato solo con superfici di Coons. È un solido incompleto ma ai fini del rendering può essere realizzato per ottenere delle immagini realistiche.

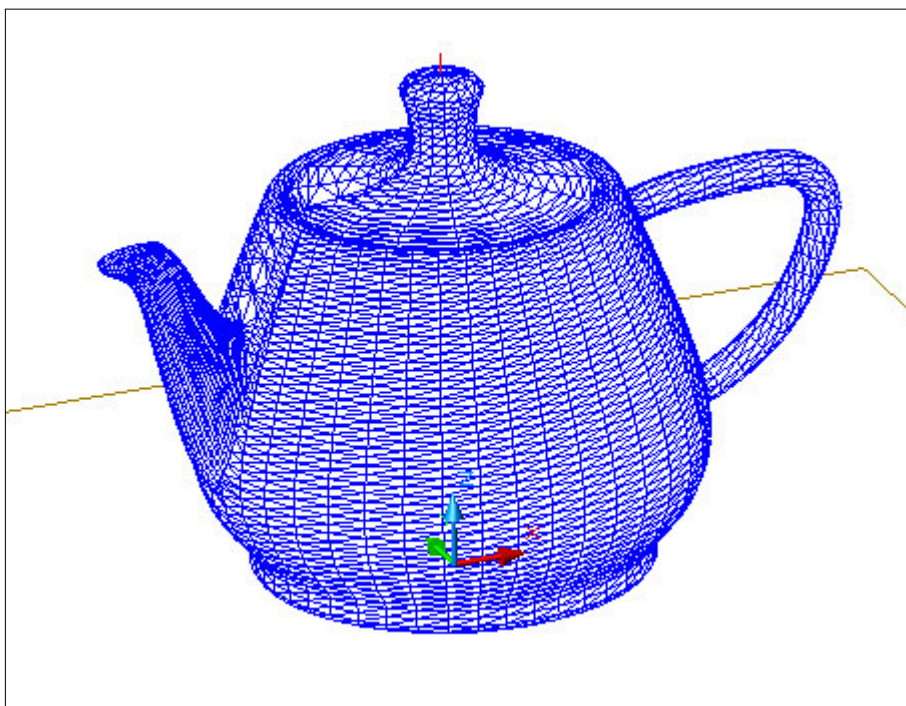


Figura 12.27 - Teiera completata visualizzata a linee nascoste. Le variabili fondamentali usate sono : FACETRES=4, SURFTAB1 e 2= 44 e 24.

Nello stile di visualizzazione sono riconoscibili sia i solidi, creati in estrusione e rivoluzione, sia le superfici del becco che presentano una maglia regolare quadrata. L'UCS è visualizzato in sovrapposizione al solido ma è posizionato alla base dell'asse centrale.

12.10 Il rendering della teiera

Alla teiera sono stati applicati dei materiali diversi come *White plastic* e *Old metal* con l'aggiunta di effetti di contrasto e alcune luci per illuminare la scena. La spiegazione di come sono stati eseguite le immagini di rendering è contenuta nei capitoli 10 e 11 dedicati all'inserimento dei materiali e della luci.



Figura 12.28 - Teiera completata con applicazione dei materiali in rendering. Sia le luci che i materiali contribuiscono a creare un'ambientazione particolare e caratteristica. Nelle due immagini le luci sono medesime, ma la scena e l'ambientazione risulta molto diversa, a dimostrazione che il materiale poco luminoso condiziona l'illuminazione della scena.



Figura 12.29 - Alla teiera è stato applicato un materiale bianco e inserito un effetto di contrasto (bumping) particolarmente accentuato.

Anche se non è molto evidente, ad un'attenta analisi si può notare che le pareti del becco non hanno spessore perché formate da una sola superficie. Per questo esercizio però il risultato è decisamente adeguato e comunque alla fine si può sempre truccare gli eventuali errori di rendering con un buon uso di elaborazioni in PhotoShop!



Figura 12.30-31 - Usando le operazioni di editazione 3D come SPECCHIO3D è possibile creare composizioni creative della teiera e dei vari componenti.

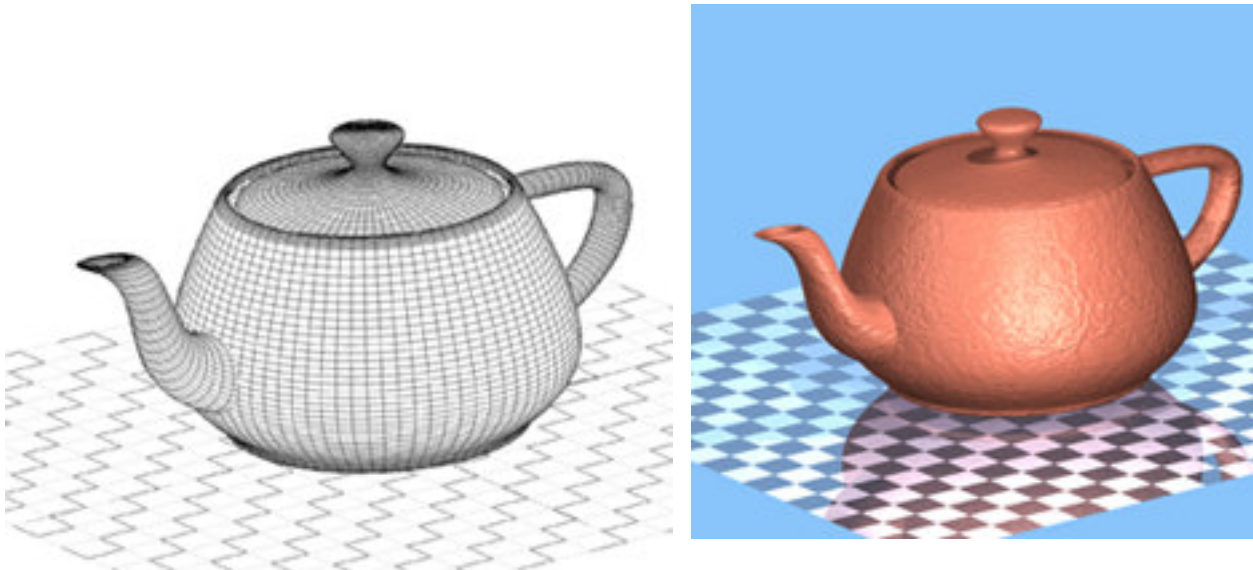
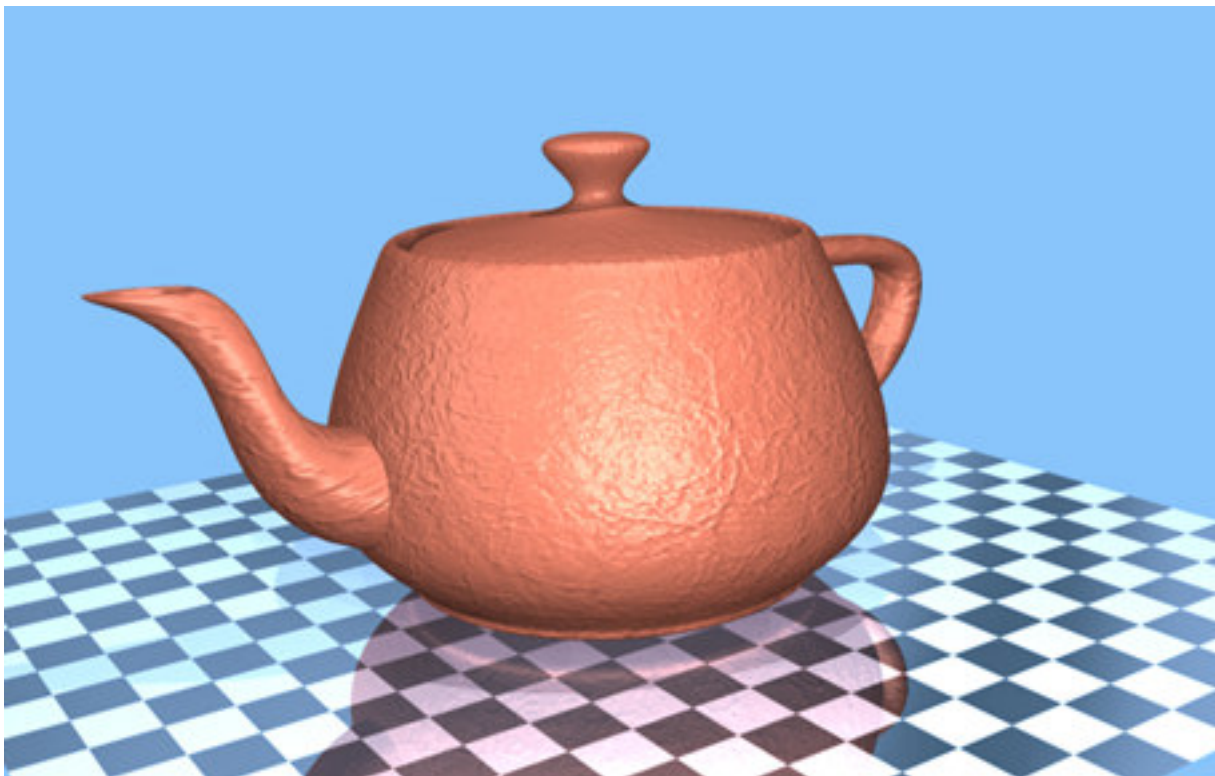


Figure 12.32 - 33 - 34 - In queste immagini finali sono illustrati alcuni esempi di rendering della teiera costruite in viste assonometriche e prospettiche utilizzando il comando 3DORBITA.



Nel CD-Rom del Corso sono disponibili altri 3 video riguardanti il rendering della teiera:

- 12.11 Inserire le texture
- 12.12 La mappatura dei materiali
- 12.13 Inserimento delle luci

Per maggiori informazioni consultare il sito: www.corsiinrete.it