

Claudio Gasparini

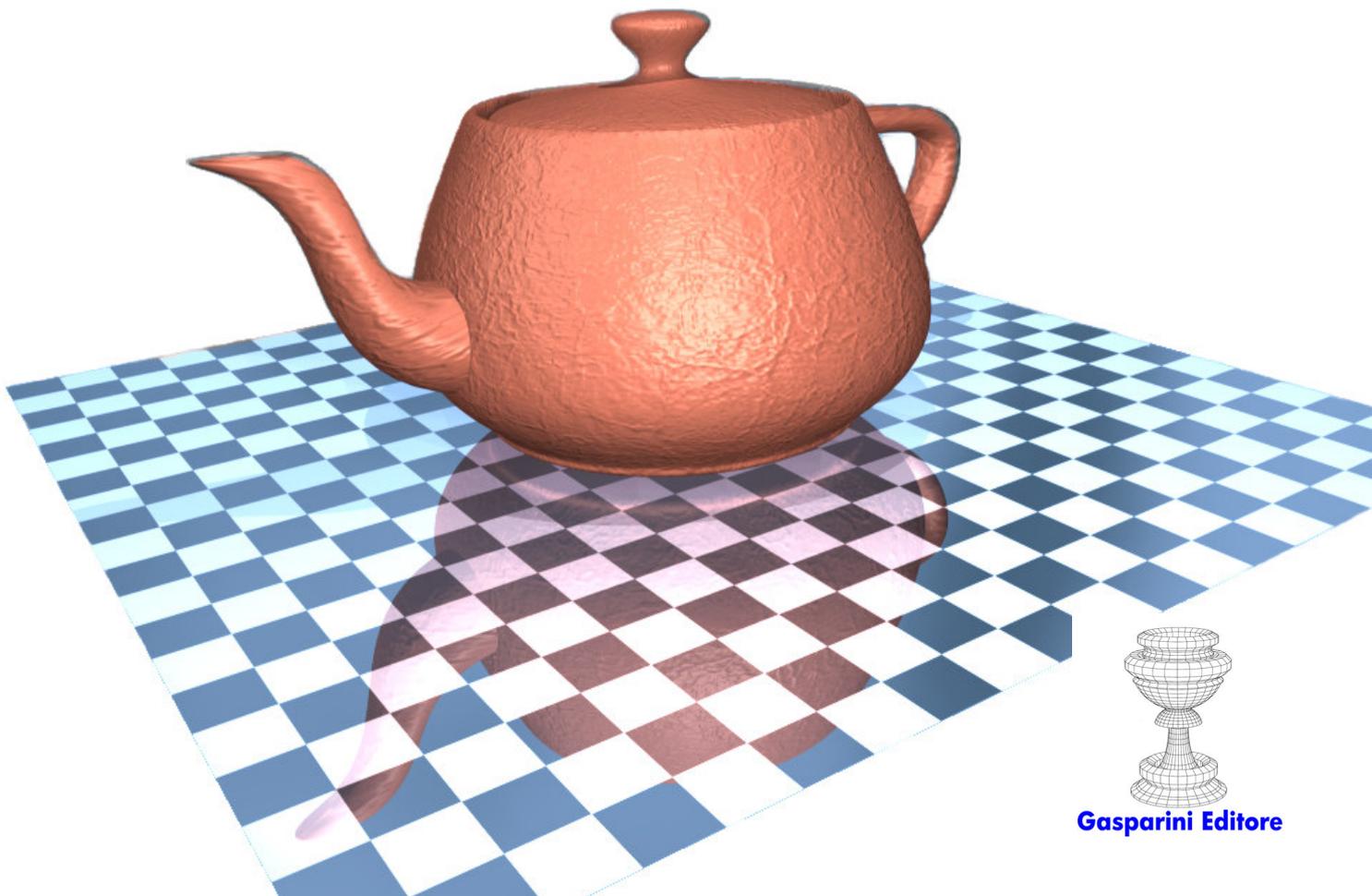
# Modellazione di una teiera

**Come modellare una teiera con AutoCAD**

Capitolo 12 della Guida didattica di

**CAD Tutor 3D**

Corso interattivo di AutoCAD 3D su CD-Rom



**Gasparini Editore**

## Modellazione di una teiera

### Come modellare una teiera con AutoCAD

Per questo Capitolo sono disponibili n. 13 video che illustrano tutti i passaggi di realizzazione della teiera e si trovano sul sito [www.corsiinrete.it](http://www.corsiinrete.it).

Questo capitolo viene distribuito gratuitamente e costituisce il Capitolo 12 del libro:

CAD Tutor<sup>®</sup> 3D - Corso interattivo di AutoCAD su CD-Rom

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

Il corso su CD-Rom comprende 63 video con le spiegazioni passo passo di tutti gli esercizi del corso, compresa la modellazione della teiera realizzata con AutoCAD. Comprende inoltre una *Guida didattica di AutoCAD 3D* di più di circa 200 pagine e numerosi esercizi in formato DWG per approfondire i contenuti del corso.

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

Sito dove si possono ordinare i **video** della modellazione della teiera, la **Guida didattica** e il **Corso su CD-Rom**: [www.corsiinrete.it](http://www.corsiinrete.it). Tutti i supporti didattici possono essere acquistati separatamente.

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

Email: [info@corsiinrete.it](mailto:info@corsiinrete.it)

Questo capitolo è stato rilasciato sotto la licenza **Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate**. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/> o spedisci una lettera a Creative Commons, 559 Nathan Abbott Way, Stanford, California 94305, USA.

# SOMMARIO

della Guida didattica completa anche con il Capitolo 12

## Prefazione

### 1. Introduzione al disegno 3D

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

### 2. Definire le viste nello spazio

- 2.1 Creazione delle finestre di vista ..... video
- 2.2 Come definire il punto di vista
- 2.3 Come creare le viste assonometriche
- 2.4 Come creare una vista prospettica ..... n.2 video
- 2.5 Come usare la funzione ORBITA 3D ..... video

### 3. Curve e superfici nello spazio

- 3.1 Le curve 3D
- 3.2 Uso di faccia 3D
- 3.3 Primitive di modellazione di superfici ..... n.4 video
- 3.4 Le superfici rigate, orientate e di rotazione ..... n.3 video
- 3.5 Superficie di Coons ..... video
- 3.6 Creazione e modifica di mesh ..... video

### 4. Modellazione solida

- 4.1 Introduzione alla modellazione solida
- 4.2 Metodi di rappresentazione dei solidi: wireframe, Boundary, CSG
- 4.3 Primitive solide ..... n. 4 video
- 4.4 Solidi di estrusione e di rivoluzione ..... n.2 video
- 4.5 Operazioni booleane ..... video

### 5. Modifica dei solidi

- 5.1 Funzioni di modifica nello spazio: sposta, allinea, ruota 3D, specchio 3D, serie 3D ..... n. 6 video
- 5.2 Modifica dei solidi: cima, raccordo, trancia ..... n. 3 video
- 5.3 La modifica delle features con MODIFSOLIDI
  - 5.3.1 Faccia: estrudi, sposta, offset, cancella, ruota, rastremazione, colora, copia ..... n. 4 video
  - 5.3.2 Spigolo: colora, copia
  - 5.3.3 Corpo: impronta, elimina, separa, svuota ..... video

### 6. Visualizzazione dei solidi

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

### 7. Spazio carta e spazio modello

- 7.1 Funzione dello spazio Carta ..... video
- 7.2 Creazione delle finestre ..... video
- 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 ..... video

## 8. Disegni 2D da modelli solidi

- 8.1 Creazione di proiezioni 2D da solidi: SOLPROF ..... video
- 8.2 Creazione di viste da un modello: SOLVIEW ..... video

## 9. Layout e stampa dei disegni

- 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 ..... video
- 9.4 Esempio grafico di messa in tavola ..... video

## 10. Il rendering dei modelli

- 10.1 Tecniche di rendering
- 10.2 Formato delle immagini
- 10.3 Come creare un'immagine in rendering ..... video
- 10.4 Tipi di rendering

## 11. Inserimento dei materiali e delle luci

- 11.1 Texture e mappaggio dei materiali ..... video
- 11.2 Come caricare un materiale
- 11.3 Come modificare un materiale ..... video
- 11.4 Tipi e inserimento di mappe
- 11.5 Stili di mappatura ..... video
- 11.6 Inserimento delle luci ..... video
- 11.7 Come creare le scene

## 12. Esercizio: costruzione di una teiera

- 12.1 Perché la teiera di Utah ..... video
- 12.2 Come rilucidare una foto ..... 2 video
- 12.3 Impostazioni di base
- 12.4 Inserimento delle linee e delle curve ..... video
- 12.5 Costruzione del corpo centrale ..... video
- 12.6 Creare il coperchio della teiera ..... video
- 12.7 Creare il manico ..... video
- 12.8 Creare il becco ..... video
- 12.9 Inserire un foro ..... video
- 12.10 Il rendering della teiera ..... video
- 12.11 Inserire le texture ..... video
- 12.12 La mappatura dei materiali ..... video
- 12.13 Inserimento delle luci ..... video

## Supporti didattici

In totale i video del Corso sono n. 63 per una durata complessiva di 3 ore 40 min. I video di questo capitolo, il Capitolo 12, sono n.13 per una durata di 1 ora 17 min. e sono disponibili nel sito dell'Editore [www.corsiinrete.it](http://www.corsiinrete.it). Gli esercizi in formato DWG sono 73 che l'utente può eseguire sul proprio computer per verificare il grado di apprendimento.

## 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. Per tutti i capitoli sono disponibili dei video che riprendono passo passo tutte le azioni fatte con AutoCAD.

### Indice

- 12.1 Perché la teiera di Utah [video](#)
- 12.2 Come rilucidare una foto [2 video](#)
- 12.3 Impostazioni di base
- 12.4 Inserimento delle linee e delle curve [video](#)
- 12.5 Costruzione del corpo centrale [video](#)
- 12.6 Creare il coperchio della teiera [video](#)
- 12.7 Creare il manico [video](#)
- 12.8 Creare il becco [video](#)
- 12.9 Inserire un foro [video](#)
- 12.10 Il rendering della teiera [video](#)
- 12.11 Inserire le texture [video](#)
- 12.12 La mappatura dei materiali [video](#)
- 12.13 Inserimento delle luci [video](#)

### 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.

### 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 della curve di Bézier. (foto fornita dal Boston Computer Museum, X00398..)

*Gentile concessione del Boston Computer Museum, Boston, inv. X00398.*

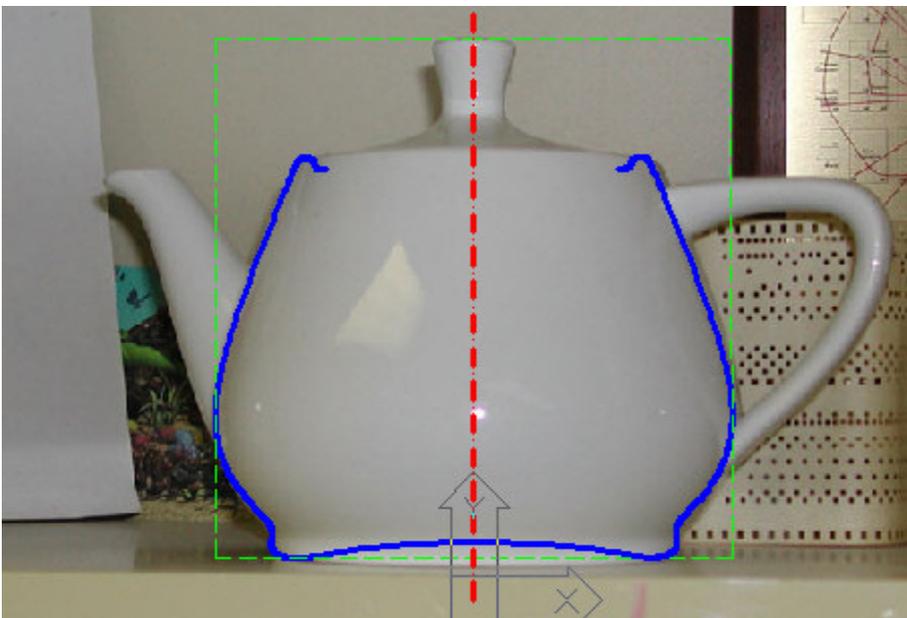
La teiera di Utah, nota come **Utah Teapot** ha una significativa e particolare storia legata alla nascita della computer grafica. Nel 1975 Martin Newell che lavorava all'università dello Utah realizzò per la prima volta un modello 3D di una semplice teiera, comperata dalla moglie al supermercato locale. 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.

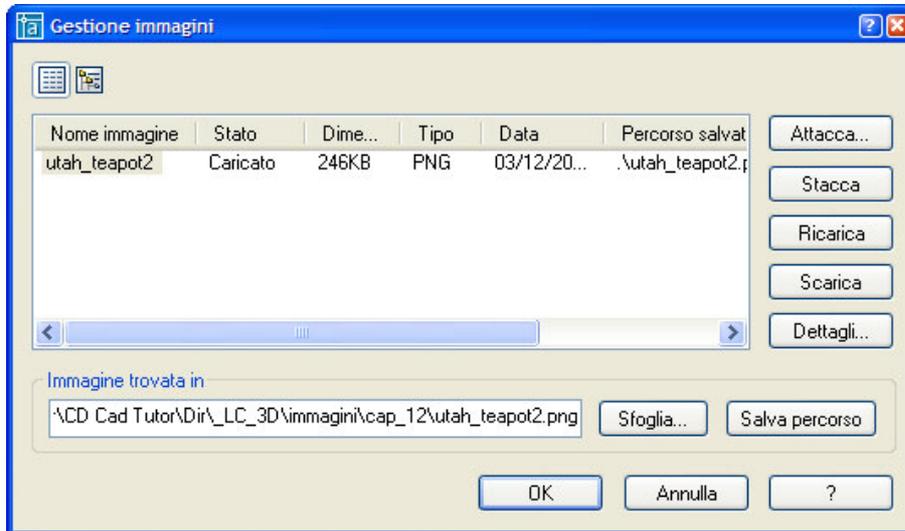


**Figura 12.2** - Tracciamento delle curve spline e delle linee di costruzione sopra la foto della teiera. La foto rimane come sfondo al disegno vettoriale e non può essere importata nel disegno CAD se non come linee rilucide sul profilo della teiera.

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.

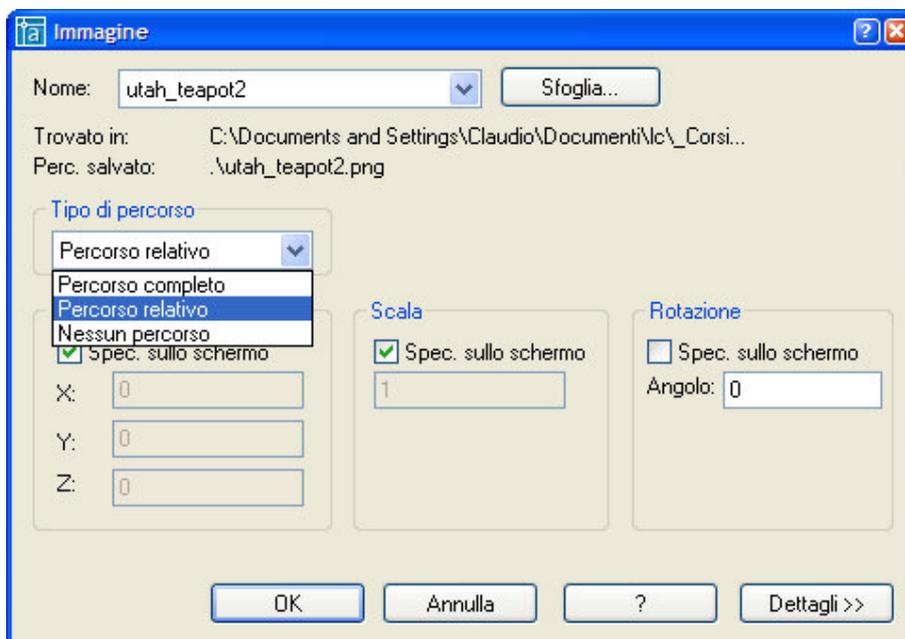
## Come inserire un'immagine sullo sfondo di AutoCAD

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 **XRIF**, come si può vedere dal tipo di finestra presentata.



**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 XRIF.

L'immagine inserita è un blocco che mantiene il collegamento esterno con l'originale e presenta tutte le opzioni tipiche dei blocchi XRIF: può essere staccato, ricaricato, scaricato e del quale si possono visualizzare i dettagli di proprietà.



**Figura 12.4** - Finestra **Immagine** per inserire nel disegno l'immagine 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. Si può quindi inserire l'immagine 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

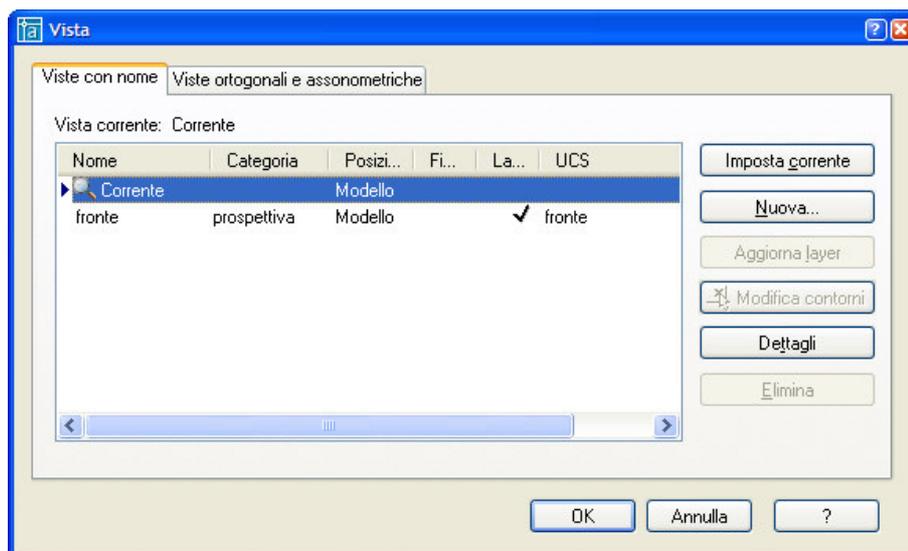
Digitare **un'opzione** [Nuovo/SPosta/ Ortogonale/ Precedente/ Ripristina/ Memorizza/ Cancella/ APplica/?/Globale] <Globale>: **SP (sposta l'UCS )**

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.

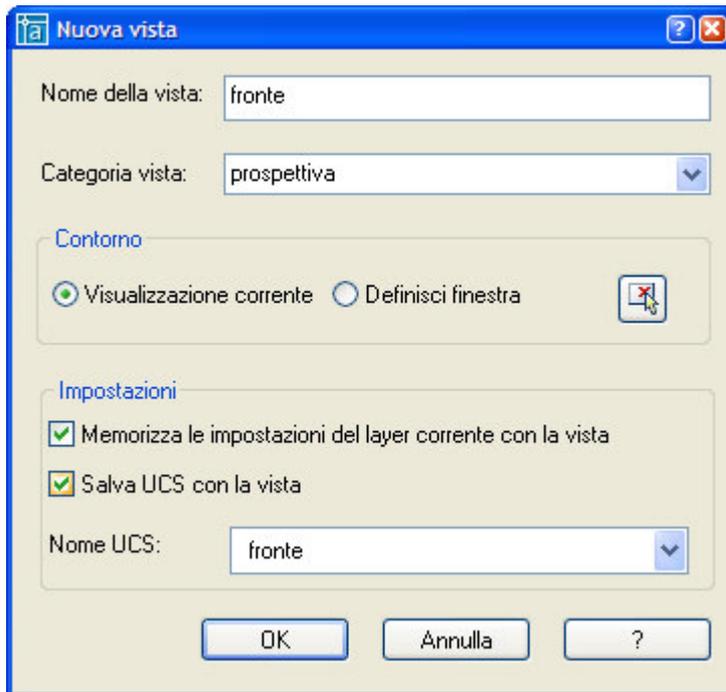
### Salvataggio della vista

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.

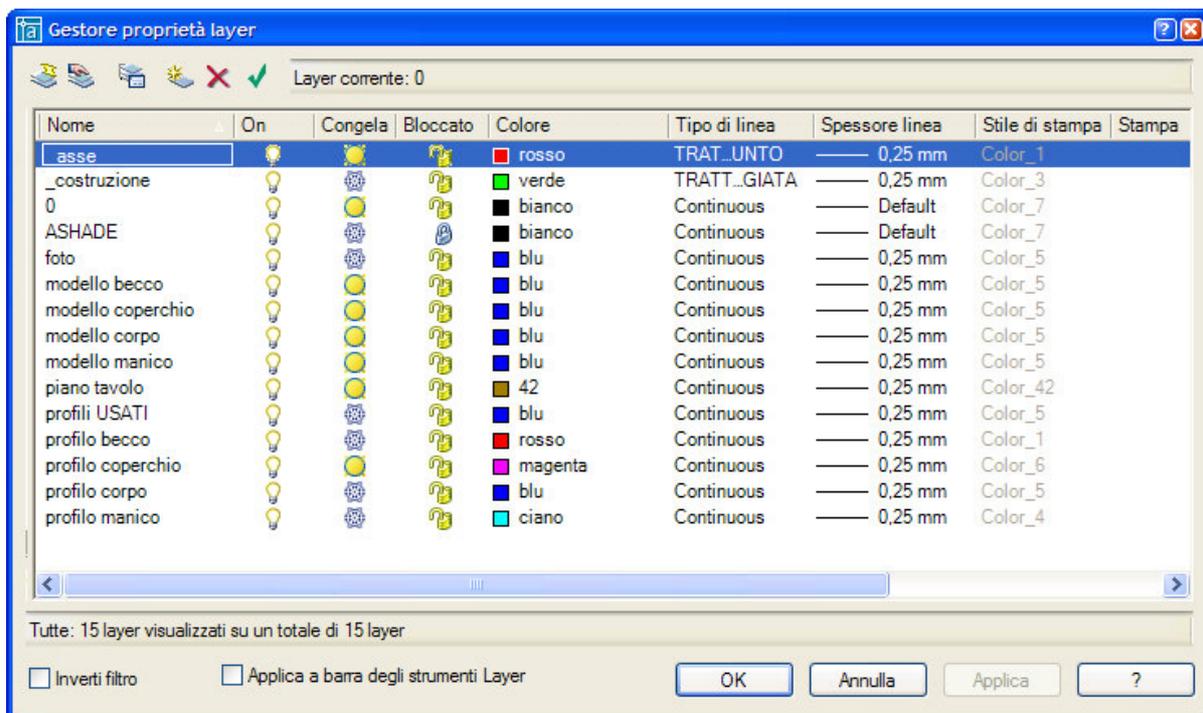


**Figura 12.6** - Finestra *Nuova vista* che permette di memorizzare la vista corrente con il nome *fronte*. Insieme alla vista viene salvato anche la posizione dell'UCS salvato in precedenza con lo stesso nome. È attiva anche la memorizzazione delle impostazioni dei layer correnti.

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

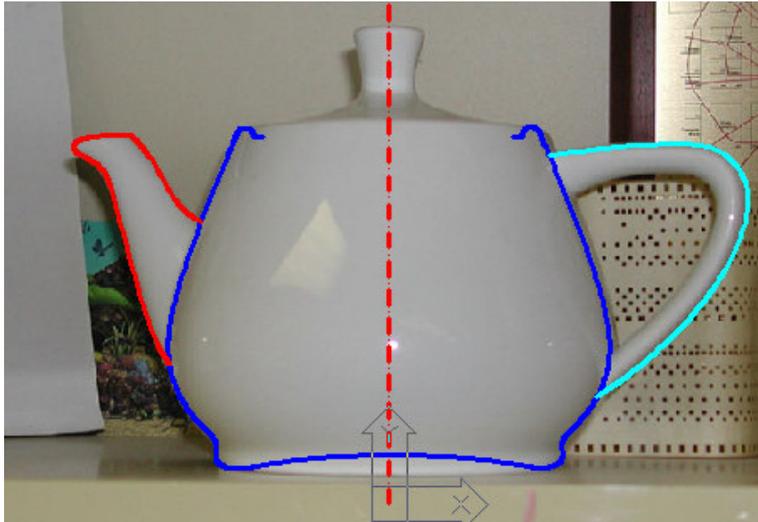
**Tabella 12.1** - Valori consigliati per le variabili di visualizzazione

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

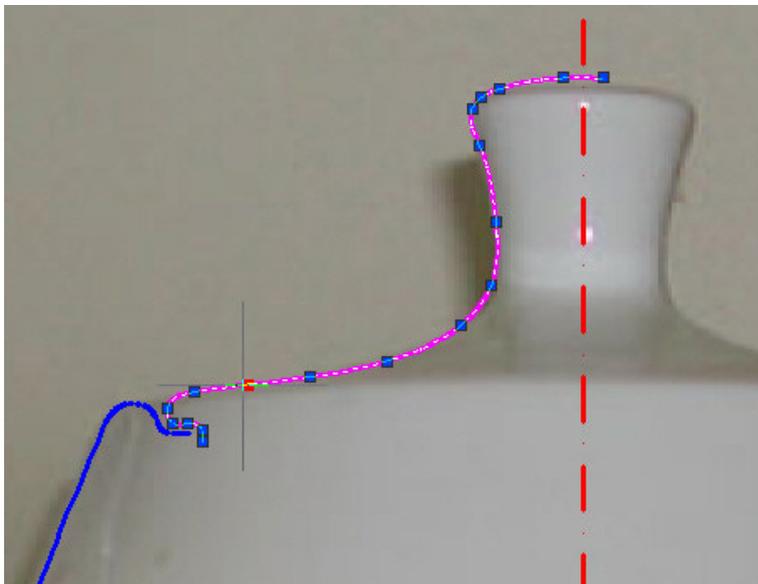
Dopo aver creato i layer secondo lo schema precedente, inseriamo le linee **ASSE** e **COSTRUZIONE** con i colori della Figura 12.2. Le linee di costruzione verdi servono a definire l'ingombro massimo della teiera e saranno di supporto e di riferimento per le curve.

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 poter 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. 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 cuspidi (angolo acuto) o semplicemente i punti di flesso della curva.

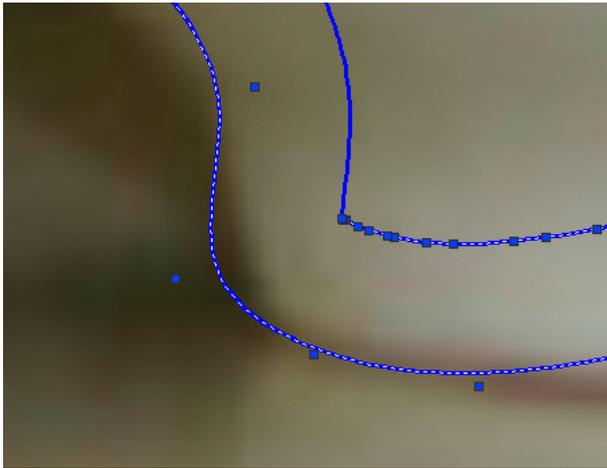


Per definizione i punti di flesso sono quei punti in cui la curva cambia concavità, passando da concava a convessa (o viceversa) con continuità. Di conseguenza la funzione  $f'(x)$  passerà da un valore positivo ad uno negativo (o viceversa). Se il passaggio non avviene in continuità, cioè se le curve 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.

Non è sempre necessario trasformare la spline o polilinea in Regione. Anche una spline o polilinea può essere usata per creare un solido ( o superficie) di rivoluzione: la condizione essenziale è che siano **chiuse**. Se il sistema fornisce un messaggio d'errore, vuol dire che il profilo non è chiuso.



**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 degli strumenti	Menu	Comando da 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'estrusione 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 quelle 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**)

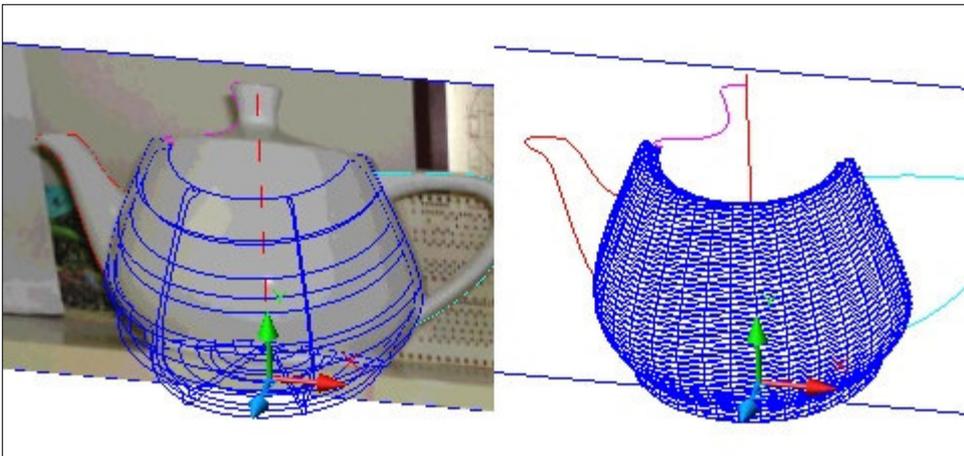
Selezionare oggetti: trovato(i) 1 (**selezionare la regione**)

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.



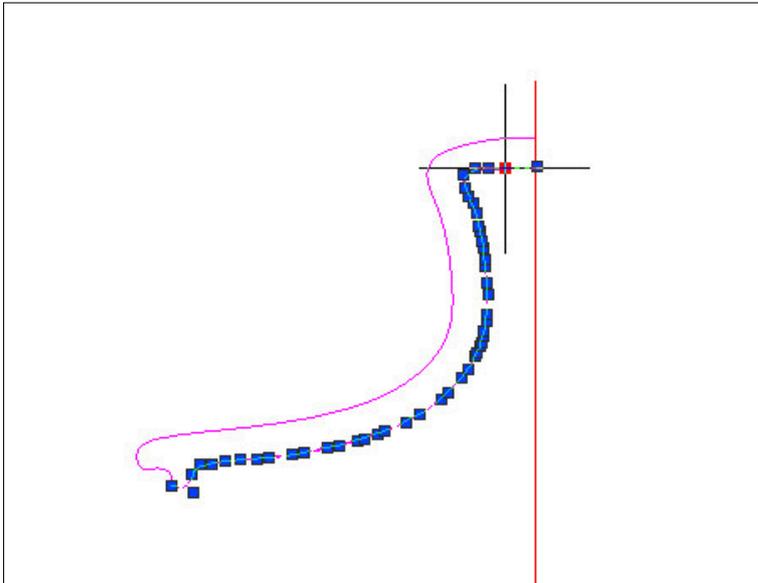
In AutoCAD i profili utilizzati per la creazione degli oggetti, come in questo caso nel solido di rivoluzione, vengono cancellati dal sistema. Per mantenere i profili si deve assegnare alla variabile DELOBJ il valore 0 che di default ha valore 1. In questo modo i profili di rivoluzione e di estrusione 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.

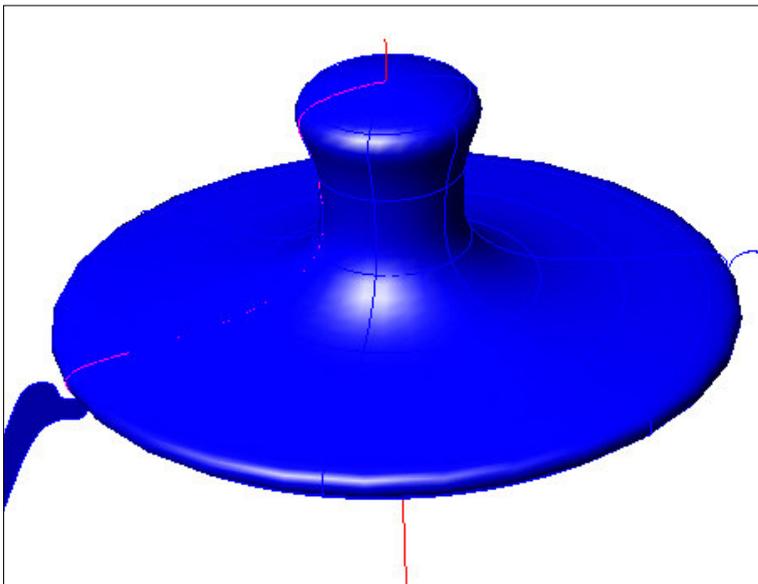
Il procedimento è lo stesso di quello seguito per il corpo centrale:

- 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.

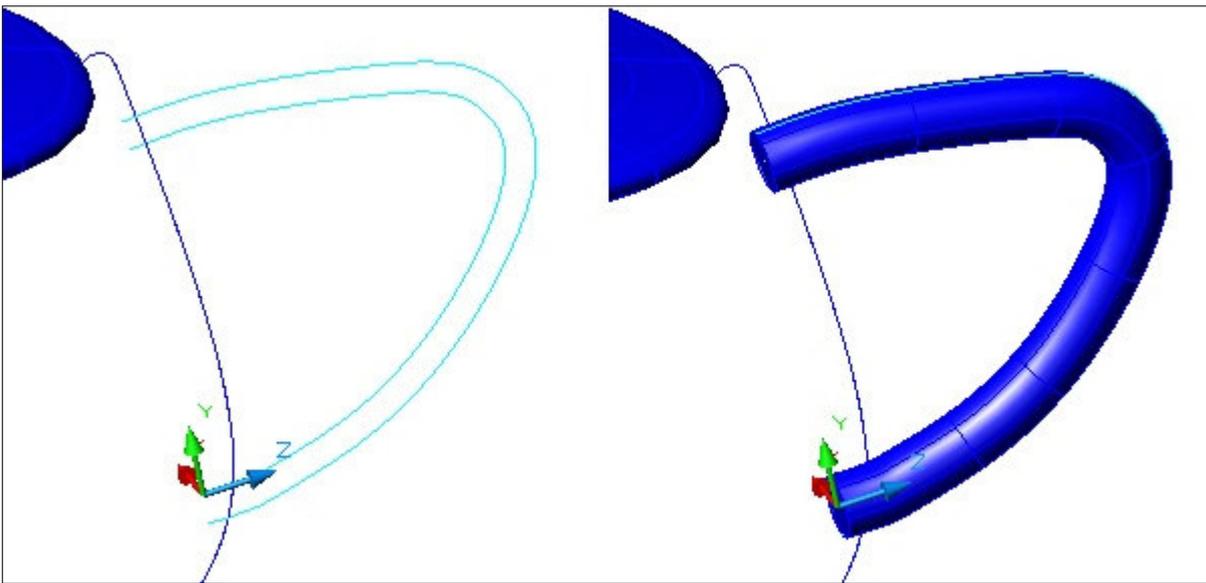
Ricordarsi sempre di rendere corrente il layer relativo, in questo caso il layer **modello coperchio** prima di creare il solido. La possibilità di congelare i vari layer rende il lavoro molto più facilitato nella gestione della visualizzazione dei vari componenti..

## 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)**

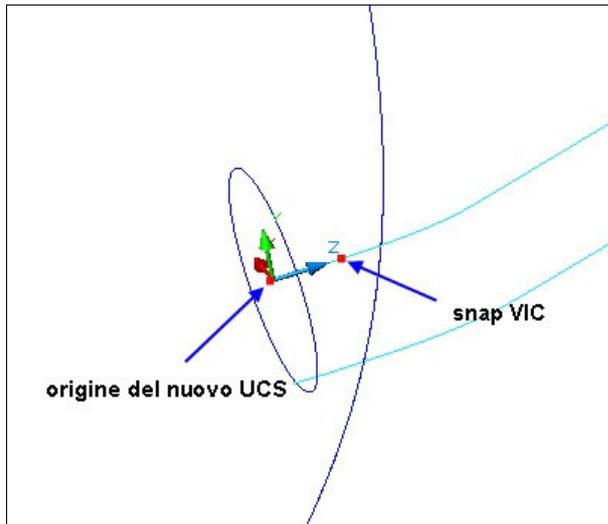
Specificare origine del nuovo UCS o [Asse-z/3punti/ OGgetto/ Faccia/ Vista/ X/ Y/ Z] <0,0,0>: **A (orientamento lungo l'asse Z)**

Specificare nuovo punto di origine <0,0,0>: **(INVIO per confermare l'origine)**

Specificare punto sulla parte positiva dell'asse Z

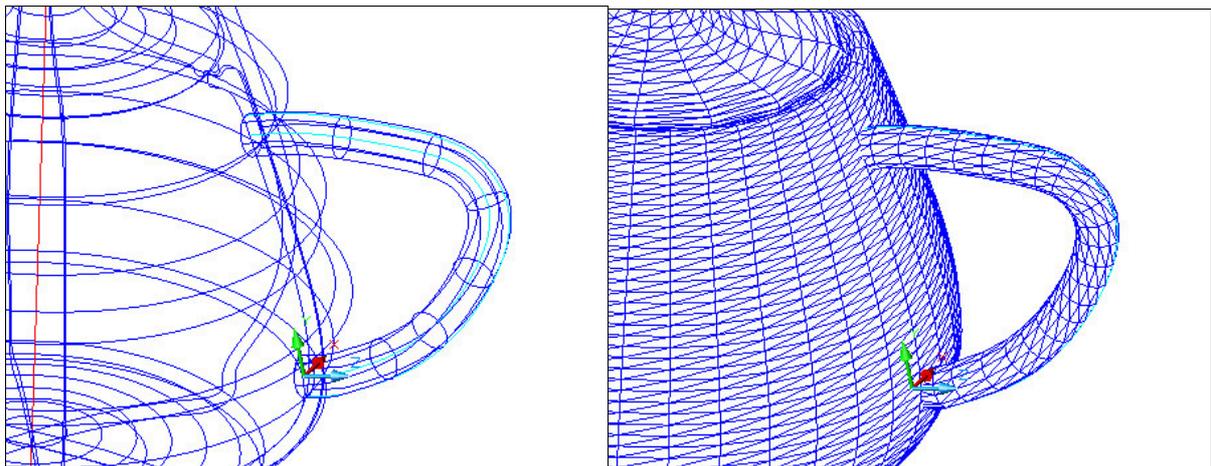
<0.0000,0.0000,1.0000>: **VIC (snap ad oggetto VICino per posizionare l'asse Z)**

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.

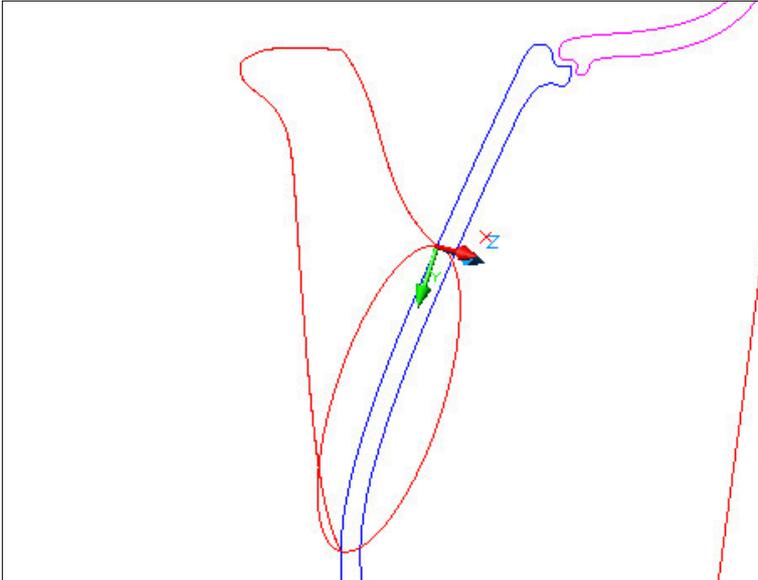


**Figura 12.17** - Due diversi stili di visualizzazione dello stesso manico della teiera: a sinistra in wireframe dove si riconosce la geometria interna del manico mentre a destra la visualizzazione è con linee nascoste senza possibilità di conoscere la composizione interna dei solidi.

## 12.8 Creare il becco

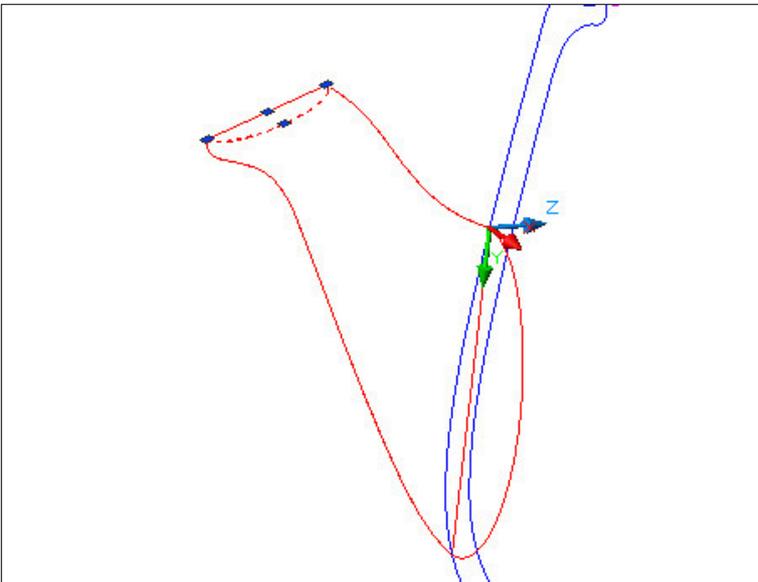
Per creare il becco adottiamo un'altra strategia di modellazione ricorrendo alle superfici di Coons tracciate per 4 curve. In questo modo abbiamo la possibilità di trattare anche le superfici nella realizzazione di questo esercizio.

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.

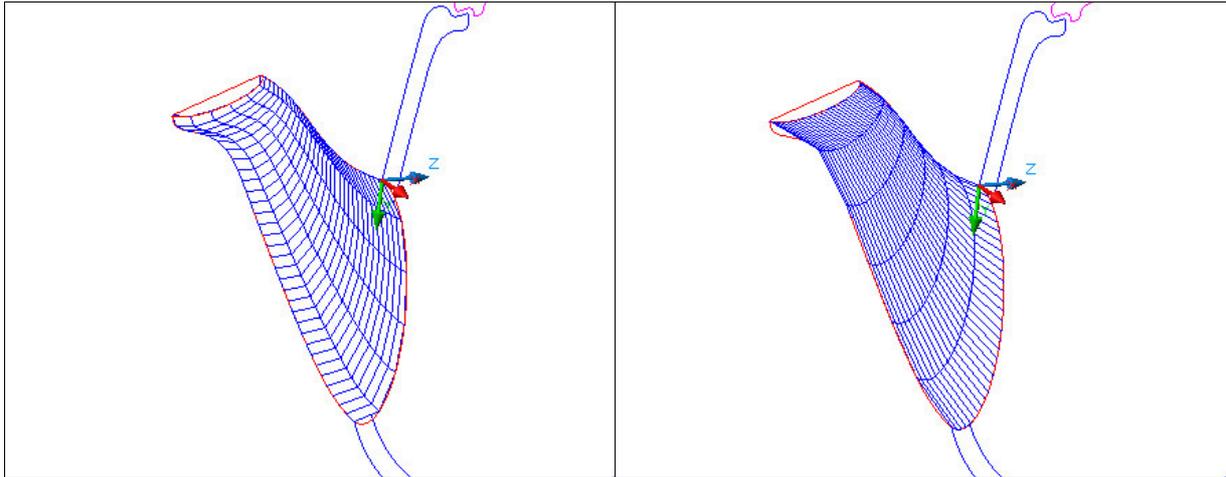
### Variabili SURFTAB1 e SURFTAB2

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**

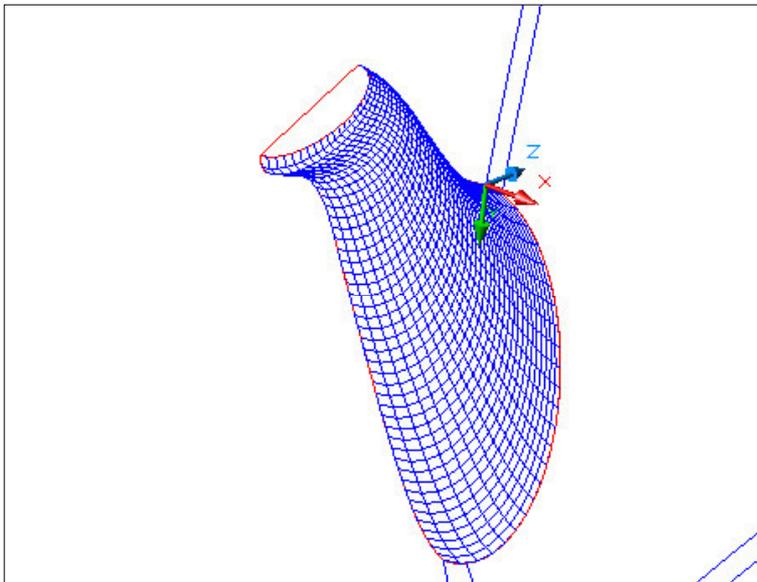
Densità wireframe corrente: SURFTAB1=32 SURFTAB2=6 (**impostazioni correnti**)

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 la 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.

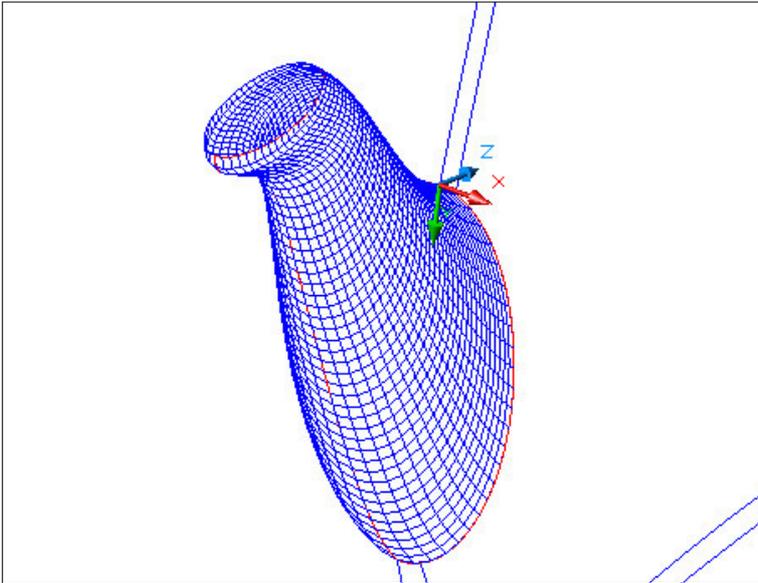


**Figura 12.21** - Impostazione corretta delle due variabili che generano una maglia quasi quadrata: i valori sono SURFTAB1=44 e SURFTAB2=24.

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)**

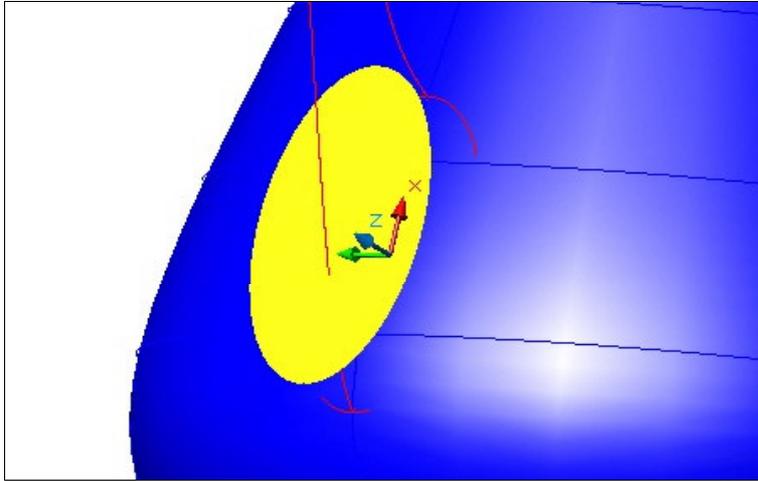
Specificare punto sul piano YZ piano <0,0,0>: **(INVIO per confermare l'origine)**

Eliminare gli oggetti sorgente? [Sì/No] <N>: **(INVIO per confermare NO)**

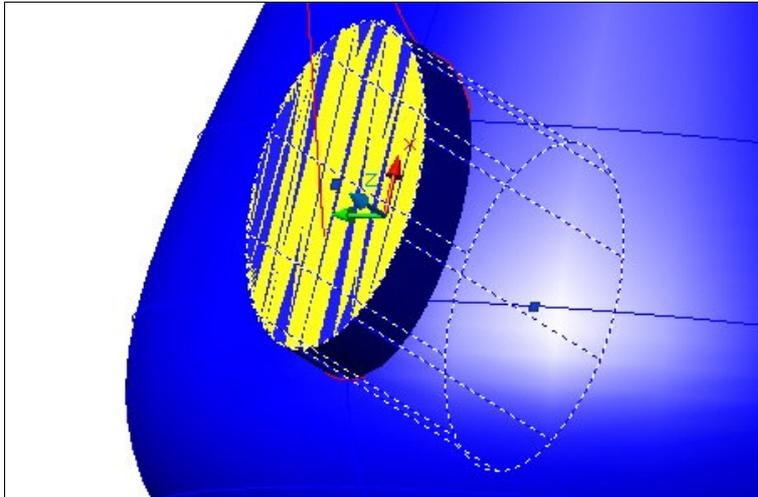
Nella copia speculare della superficie, è sempre opportuno posizionare l'UCS in coincidenza con la posizione del piano di specularità per facilitare la selezione del punto di origine e del piano di riferimento.

## 12.9 Inserire un foro in corrispondenza del becco

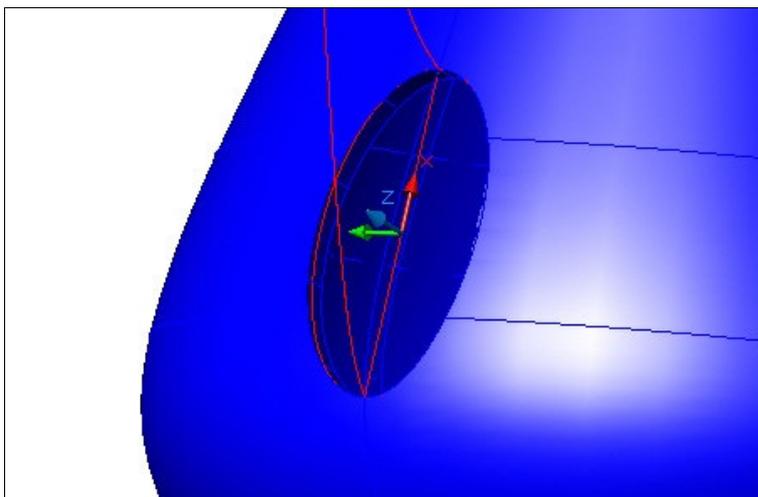
In corrispondenza del becco appena costruito, è necessario inserire un foro di dimensione uguale all'ellisse con la quale è stato costruito la base del becco. Il foro è stato creato con operazione booleane di **sottrazione** estrudendo l'ellisse trasformata in Regione.



**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 forata il solido con un'operazione booleana di sottrazione.



**Figura 12.25** - Corpo della teiera forato dal solido di estrusione sottratto con operazione booleana.

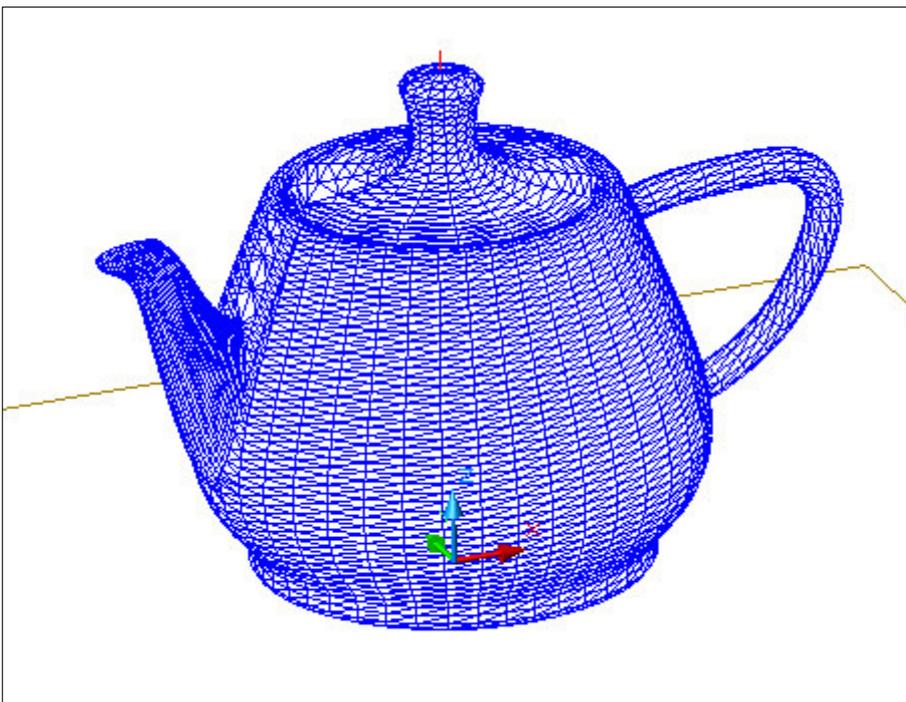
## Teiera completata

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!



**Figure 12.30-31** - Composizioni creative create con il comando SPECCHIO3D

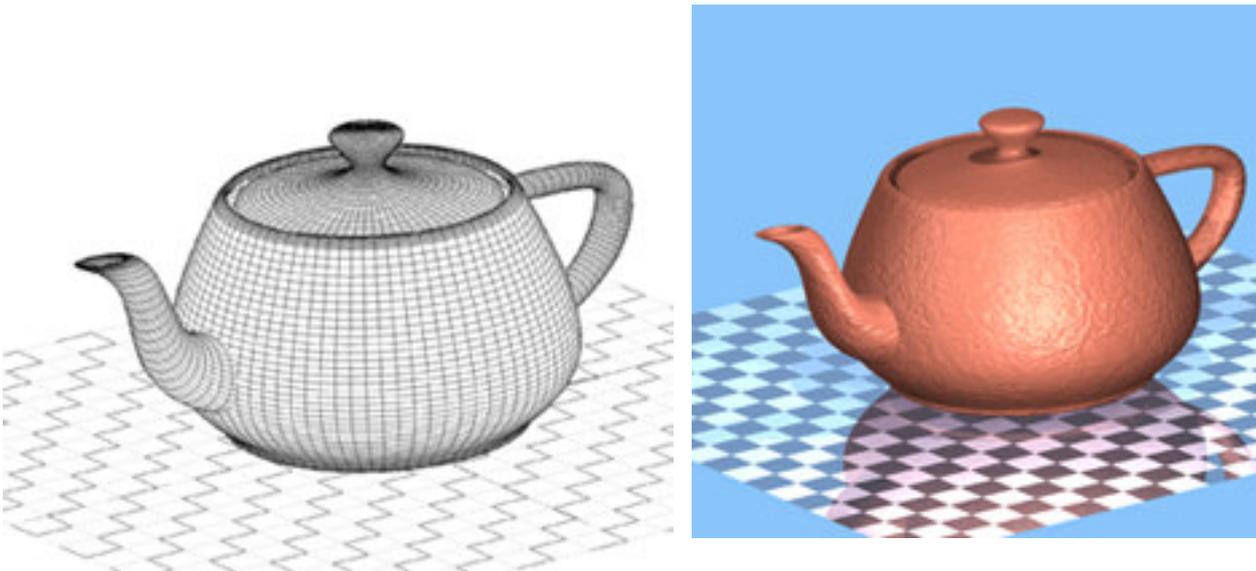
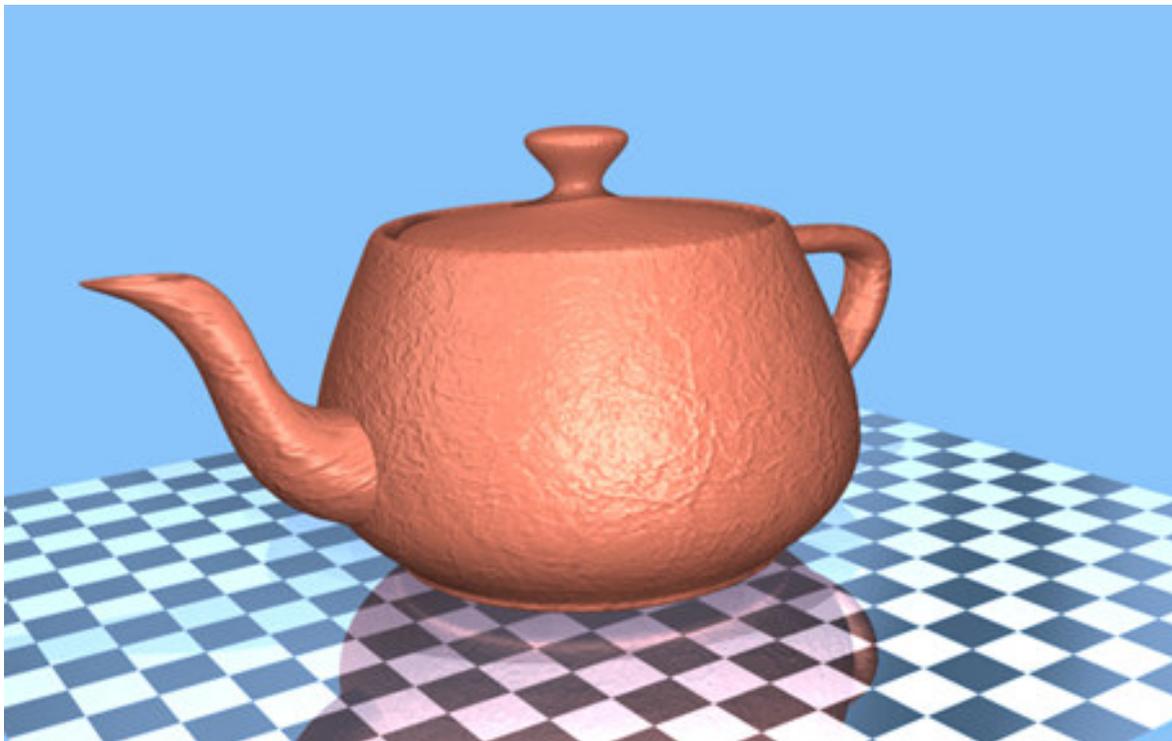


Figure 12.32 - 33 - 34 - In queste immagini finali sono illustrati alcuni esempi di rendering della teiera costruite in viste assonometriche e prospettiche utilizzando il comando 3DORBITA.



### Supporti didattici

Per completare la modellazione, sono stati realizzati altri 3 video riguardanti l'inserimento delle texture, la mappatura dei materiali e l'inserimento delle luci.

#### 12.11 Inserire le texture

#### 12.12 La mappatura dei materiali

#### 12.13 Inserimento delle luci

Nel Corso **CAD Tutor 3D** su CD-Rom sono disponibili tutte le 12 lezioni, comprese quelle che trattano in modo approfondito il rendering di AutoCAD, qui solo accennato. Nel Corso è compresa una **Guida didattica** con più di 200 pagine di approfondimento degli argomenti trattati nel CD-Rom. Per maggiori informazioni consultare il sito: [www.corsiinrete.it](http://www.corsiinrete.it)