

PROGRAMMA DEL

**CORSO INTEGRATO DI DISEGNO APPLICATO**  
**CORSO C – A.A. 2006/2007 – primo semestre**

**DOCENTE: Dott. Arch. Tania Cambi**

## **1. Obiettivi del corso**

Il controllo e la “manipolazione” dell’immagine mentale e la capacità di visualizzare e rappresentare lo spazio sono qualità fondamentali per la professione di Architetto. Per fare ciò occorre poter disporre di una adeguata educazione all’arte di vedere lo svolgersi delle forme nello spazio ed alla risoluzione delle problematiche relative la loro rappresentazione affinché non sussistano dubbi interpretativi riguardo il “materializzarsi” dell’idea progettuale o la redazione di un rilievo architettonico sul foglio da disegno. Questa “educazione” riguarda appunto l’apprendimento dei Fondamenti e delle Applicazioni della Geometria Descrittiva, intendendo l’impiego del Disegno Automatico come una di queste: potente strumento volto alla modellazione tridimensionale nonché valido aiuto in indagini geometriche e metriche. L’iter progettuale idea-rappresentazione-controllo-verifica viene così ad integrarsi in un unico strumento, il modello digitale, confinando la necessità del piano di rappresentazione alle fasi conclusive del lavoro.

Il corso è impostato su due moduli.

Il primo ha lo scopo di far apprendere allo studente i principi teorici, i fondamenti pratici e le applicazioni della Geometria Descrittiva tappa necessaria per sviluppare la capacità di pensare nello spazio ed ottenere la rappresentazione bidimensionale di ciò che lo circonda in modo tradizionale.

Il secondo mira a far esercitare lo studente ad applicare e confrontare gli stessi principi nell’ambiente virtuale bidimensionale e tridimensionale del CAD (*Computer Aided Design*).

L’integrazione di tale addestramento ha l’obiettivo di fornirgli i mezzi necessari ed una metodologia di lavoro guidata da solide basi teoriche e sufficienti capacità pratiche affinché possa poi procedere e svilupparsi in modo autonomo nella rappresentazione dello spazio architettonico.

## **2. Argomenti trattati**

Per il modulo di Fondamenti e Applicazioni della Geometria Descrittiva:

Elementi della geometria proiettiva: elementi impropri; generalità delle proiezioni; proiezione centrale; proiezione parallela; prospettività; omologia piana; omologia di ribaltamento.

Proiezioni ortogonali: elementi di riferimento; condizioni di appartenenza; parallelismo, perpendicolarità; varie omologie; ribaltamenti; problemi di misura; rappresentazioni di figure piane e di solidi; ombre.

Proiezioni centrali: elementi di riferimento; condizioni di appartenenza; parallelismo, perpendicolarità; omologia di ribaltamento; problemi di misura; vari tipi di prospettiva; ombre.

Proiezioni assonometriche: elementi di riferimento; teorema del Pohlke; triangolo delle tracce; vari tipi di assonometria.

### Per il modulo di Disegno Automatico:

Descrizione dell'ambiente CAD di lavoro

Costruzione 2D degli elementi geometrici fondamentali

Cenni sui principali comandi 2D (controllo delle problematiche di appartenenza, intersezione, manipolazione, modifica degli enti)

Impostazione per il disegno 2D

Lavorare in 3D (controllo della visualizzazione, del piano di costruzione, problematiche di costruzione, appartenenza, intersezione, manipolazione, modifica degli enti)

La costruzione di modelli tridimensionali: modellazione solida e per superfici (costruzione di superfici e di solidi principali)

Impostazione luci e materiali

Rendering.

Problematiche di salvataggio, importazione ed esportazione e plottaggio di file dwg, raster e dxb

Proiezioni ortogonali nella concezione informatica

Riferimenti applicativi delle operazioni in assonometria e prospettiva in 3D con computer.

Applicazione dei procedimenti inversi di fondamentali ed applicazione della geometria descrittiva da adottare nella ricerca degli elementi fondamentali delle rappresentazioni prospettica, assonometrica e di Monge ottenute dal modello tridimensionale informatico

### **3. Modalità della didattica**

Il corso si articola in lezioni teoriche ed applicazioni guidate sugli argomenti trattati per entrambi i moduli.

Si riporta qui di seguito un elenco indicativo degli argomenti del corso e tempistica per il modulo di *Fondamenti*:

ELEMENTI DI GEOMETRIA PROIETTIVA (circa 6 ore):

- operazioni geometriche fondamentali (proiezione e sezione);
- proiezione di un punto;
- concetto di punto unito;
- proiezione di una retta;
- elementi impropri (punto, retta e piano);
- concetto di proiezione centrale;
- concetto di proiezione parallela;
- prospettività (concetto di “asse”; concetto di “retta limite”).
- proiettività;
- ribaltamento come particolare tipo di prospettività;
- omologia piana;
- omologia di ribaltamento;
- omologia casi particolari.

METODO DELLE PROIEZIONI ORTOGONALI (circa 15 ore):

- elementi di riferimento;
- rappresentazione di un punto;
- rappresentazione di punti generici nei quattro diedri;
- rappresentazioni di punti particolari;
- rappresentazione di una retta generica;

- rappresentazione di rette generiche nei quattro diedri;
- rappresentazione di rette particolari.
- rappresentazione di una retta appartenente ad un piano di profilo;
- rappresentazione del piano (generico);
- rappresentazioni di piani principali (piano verticale; piano perpendicolare a  $\pi_2$ ; piano di profilo; piano parallelo alla "l"; piani paralleli a  $\pi_1$  e  $\pi_2$ );
- condizioni di appartenenza (appartenenza di un punto ad una retta; appartenenza di una retta ad un piano; appartenenza di un punto ad un piano);
- problemi grafici sull'appartenenza (retta congiungente due punti; retta comune a due piani; retta comune a due piani paralleli alla "l"; piano passante per due rette incidenti; piano determinato da tre punti; punto di intersezione di una retta con un piano)
- condizioni di parallelismo (tra due rette; tra due piani; tra una retta ed un piano);
- problemi grafici elementari sul parallelismo (parallela ad una retta da un punto dato esterna ad essa);
- condizioni di perpendicolarità.
- Individuazione e rappresentazione di due piani paralleli distanti una misura assegnata;
- problemi grafici sulla perpendicolarità (per un punto dato condurre la retta perpendicolare ad un piano dato, perpendicolarità fra due piani di cui uno proiettante, individuazione della minima distanza tra un piano  $\alpha$  ed un punto A esterno ad esso);
- cambiamento 2° piano di proiezione;
- individuazione angoli che un piano forma con i piani di proiezione;
- individuazione angoli che una retta forma con i piani di proiezione;
- individuazione delle tracce di un piano dato l'angolo che esso forma con  $\pi_1$  o  $\pi_2$
- concetto di retta di massima pendenza e dell'individuazione e rappresentazione delle altezze dei solidi;
- concetto di ribaltamento di un punto appartenente ad un piano  $\alpha$  qualsiasi sul piano  $\pi_1$  (procedimento diretto per l'individuazione delle vere grandezze, procedimento inverso per l'individuazione delle immagini data una figura in vera grandezza);
- cenni sui 5 poliedri regolari
- omologia tra ribaltamento e prima immagine;
- omologia tra prima e seconda immagine;
- impiego del nuovo secondo piano di proiezione
- sezioni piane di solidi con piani proiettanti;
- sezioni piane di solidi con piani generici;
- individuazione della vera grandezza delle sezioni individuate con omologia di ribaltamento;
- intersezioni di solidi con rette.
- intersezione fra solidi;
- ombre in P.O.: generalità (sulla tipologia della sorgente luminosa; ombra propria e portata; fenomeni trascurati; concetto di linea separatrice);
- concetto di ombra di un punto, di una linea e di una superficie (retta d'ombra, piano d'ombra, volume d'ombra);
- ombre sui piani di proiezione: ombra di un punto; ombra di un segmento; ombra di figure piane;
- cenni su omologia affine fra prima /seconda immagine ed ombre su  $\pi_1/\pi_2$ ;
- ombre di solidi;
- richiami su: individuazione delle tangenti ad una circonferenza ed a un'ellisse condotte da un punto esterno
- ombre su piani generici: ombra di un punto su un piano
- Ombra di un segmento su un piano
- Ombra di una figura piana su un piano generico (risoluzione per punti)
- Ombra di una figura piana su un piano generico (risoluzione per piani d'ombra)

- Ombra di un punto su un poliedro
- Ombra portata portata di elementi su elementi
- Ombra di un segmento su una figura piana (triangolo) con risoluzione per raggi inversi
- Ombre a  $45^\circ$ , cenni
- Concetto di individuazione rapida di ombre portate a  $45^\circ$  di elementi su pigreco2
- Concetto di individuazione rapida di ombre portate a  $45^\circ$  di elementi su pigreco1

METODO DELLA PROIEZIONE CENTRALE (circa 15 ore):

- Generalità
- Elementi di riferimento
- Concetti di proiezione e sezione
- Rappresentazione degli elementi geometrici fondamentali
- Rappresentazione della retta generica
- Rappresentazione di rette particolari: proiettante; proiettante perpendicolare a pigreco; perpendicolare a pigreco
- Rappresentazione del punto
- Rappresentazione del piano generico
- Rappresentazione di piani particolari: piano proiettante; rappresentazione di un piano perpendicolare al piano pigreco; piano proiettante e perpendicolare al quadro pigreco (di profilo)
- Condizioni di appartenenza
- Appartenenza di un punto ad una retta
- Appartenenza di una retta ad un piano
- Appartenenza di un punto ad un piano
- Condizioni di parallelismo
- Parallelismo fra rette
- Parallelismo fra piani
- Parallelismo fra una retta ed un piano
- Condizioni di perpendicolarità
- Concetto di determinazione della polare e del polo, dell'antipolo e dell'antipolare rispetto ad una circonferenza di raggio assegnato
- Costruzione geometrica per individuazione dell'antipolare rispetto ad una circonferenza di raggio assegnato
- individuazione in P.C. della fuga delle verticali ad un piano generico (nello spazio e sul foglio da disegno)
- Perpendicolarità fra rette e piani
- Perpendicolarità tra rette
- Perpendicolarità fra piani
- Ricerca delle vere grandezze: generalità
- Ribaltamento di un piano generico
- Concetto di retta di massima pendenza
- Omologia di ribaltamento
- Concetto di retta limite
- Risoluzione guidata in classe di esercizi tratti dal libro quale volume sulle P.C. di R. Corazzi. Per l'applicazione dei concetti di appartenenza, parallelismo e perpendicolarità:
- E1: dato un punto Q ( $Q_1$ ,  $T_q$ ,  $F_q$ ) un piano alfa, individuare il piano beta parallelo ad alfa e contenente Q;

- E4: dato un piano alfa ed un punto Q ( $Q_1, T_q, F_q$ ) esterno ad alfa, individuare la retta s ( $s_1, T_s, F_s$ ) passante per Q e perpendicolare ad alfa;
- E5: individuare il punto Q ( $Q_1, T_q, F_q$ ) comune tra una retta r ( $r_1, T_r, F_r$ ) ed un piano alfa;
- E6: dato il punto Q ( $Q_1, T_q, F_q$ ) e la retta r ( $r_1, T_r, F_r$ ) individuare il piano alfa contenente il punto Q e perpendicolare ad r.  
Per applicazione dei concetti di ribaltamento e perpendicolarità:
- E8: individuare la distanza che intercorre tra due rette parallele;
- E9: individuare la distanza tra una retta ed un piano tra loro paralleli;
- E12: individuare l'angolo che una retta qualsiasi determina con il quadro pigreco;
- E13: individuare la vera grandezza dell'angolo determinato da due rette incidenti in un punto A ed appartenenti ad un piano alfa;
- E14: individuare l'angolo che un piano forma con pigreco (concetto di retta di massima pendenza);  
Per applicazione del concetto dell'omologia di ribaltamento:
- E19: assegnato un quadrato, in vera grandezza, individuare la sua immagine. Il quadrato deve appartenere ad un piano alfa dato;
- E21: dato un piano alfa ed un segmento in proiezione appartenente ad una retta qualsiasi di alfa, determinare la vera grandezza del segmento;
- E23: assegnato un piano alfa ed una retta generica esterna ad esso, determinare l'angolo che si determina fra i due;
- E25: assegnati un piano alfa ed un punto non appartenente ad esso individuare la loro minima distanza;
- Prospettiva: generalità (concetti di punto di vista, cono e cerchio visivo e loro determinazione);
- Tipi di prospettiva: a piano verticale ed a piano inclinato (dal basso verso l'alto e dall'alto verso il basso);
- Impostazione della prospettiva di un oggetto: operazioni fondamentali (collocazione del centro di vista V; assegnazione della direzione ed inclinazione dell'asse ottico) e non fondamentali (collocazione della posizione del quadro; prospettive simili).
- Descrizione del processo geometrico da utilizzarsi per la determinazione della prospettiva: attraverso la sovrapposizione dell'impiego delle proiezioni ortogonali (per inquadramento dell'oggetto e verifica che lo stesso rientri nel cono visivo in nuova seconda immagine ed in prima immagine; per individuazione degli elementi fondamentali quali cerchio di distanza, cono visivo, fuga e traccia del piano alfa coincidente con pigreco<sub>1</sub> su cui poggia l'oggetto) e dell'omologia di ribaltamento (per individuazione delle altezze ed il ribaltamento dei piani o facce di solidi per individuazione delle vere grandezze);
- Puntualizzazione sulla determinazione del processo di verifica (attraverso le proiezioni ortogonali) del cono visivo nella prospettiva a piano verticale;
- Puntualizzazione sulla determinazione del processo di verifica (attraverso le proiezioni ortogonali) del cono visivo nella prospettiva a piano inclinato;
- Prospettiva di configurazioni piane spaziali;
- Prospettiva a piano verticale di un parallelepipedo retto di base quadrata nota;
- Puntualizzazione sul processo di individuazione, nella prospettiva a piano verticale, di un segmento di misura nota perpendicolare ad un piano alfa (applicazione dell'omologia di ribaltamento di un piano verticale per la determinazione in prospettiva dell'altezza di un solido assegnato);
- Puntualizzazione sul processo di individuazione, nella prospettiva a piano inclinato, di un segmento di misura nota perpendicolare ad un piano alfa (applicazione dell'omologia di ribaltamento di un piano verticale per la determinazione in prospettiva dell'altezza di un solido assegnato);

- intersezione tra un parallelepipedo retto assegnato ed una retta generica in prospettiva a piano inclinato dall'alto verso il basso (E38)
- Richiami su proiezione centrale a piano verticale ed a piano obliquo di una retta generica nello spazio;
- Ombre in proiezione centrale: generalità;
- Casistica sulla posizione della sorgente luminosa nelle ombre in proiezione centrale: di fianco, di spalle e di fronte all'osservatore;
- ombra di un segmento verticale (in P.C. a piano verticale ed obliquo, nei tre casi di posizione della sorgente luminosa rispetto all'osservatore);
- ombra di un segmento orizzontale (in P.C. a piano verticale ed obliquo, nei tre casi di posizione della sorgente luminosa rispetto all'osservatore);
- ombra di solidi con sorgente di fronte all'osservatore in prospettiva a piano verticale;

#### METODO DELLA RAPPRESENTAZIONE ASSONOMETRICA (circa 6 ore)

- Assonometria: generalità, proprietà ed elementi di riferimento (assi veri, piani coordinati, quadro, triangolo delle tracce o triangolo fondamentale, assi assonometrici, unità obiettive ed assonometriche, rapporto assonometrico);
- Assonometria obliqua;
- Assonometria ortogonale;
- Assonometria isometrica, dimetrica, trimetrica;
- Assonometria obliqua: il triangolo fondamentale o delle tracce, elementi di riferimento ed individuazione della vera grandezza delle unità assonometriche attraverso il ribaltamento del piano coordinato relativo;
- Assonometria obliqua: teorema di Pohlke;
- Assonometria ortogonale: il triangolo fondamentale o delle tracce, elementi di riferimento ed individuazione della vera grandezza delle unità assonometriche attraverso il ribaltamento del piano coordinato relativo;
- Rappresentazione del punto;
- Rappresentazione della retta;
- Rappresentazione del piano;
- Assonometria obliqua: ribaltamento dei piani coordinati, omologia di ribaltamento;
- Assonometria ortogonale: ribaltamento dei piani coordinati, omologia di ribaltamento;
- Assonometria ortogonale di piramide assegnata con base triangolare appartenente al piano coordinato  $\pi_1$ ;
- Individuazione della vera grandezza di segmento su retta verticale (perpendicolare a  $\pi_1$ ), ribaltamento del terzo piano coordinato;
- Assonometria cavaliere: generalità ed elementi di riferimento;
- Assonometria cavaliere e sistema del Monge, legami con le proiezioni ortogonali;
- Rappresentazione in assonometria cavaliere di solido assegnato date le sue proiezioni ortogonali, l'asse assonometrico  $x_1$  e l'unità assonometrica  $m_x$ .

#### TEMPISTICA ESERCITAZIONI OBBLIGATORIE DA EFFETTUARSI IN AULA (circa 16 ore):

- 4 Ore per esercitazione su Proiettiva
- 4 Ore per esercitazione su P.O.
- 4 Ore per esercitazione su P.C.
- 4 Ore per esercitazione su P.ASSONOM.

Si riporta qui di seguito un elenco indicativo degli argomenti del corso e tempistica per il modulo di *Disegno Automatico* (per un totale di circa 30 ore):

#### INTRODUZIONE (circa 1 ora)

- Descrizione interfaccia
- Apertura di una sessione di lavoro in ambiente AutoCAD
- Lo spazio modello e lo spazio carta
- Operazioni di salvataggio in formato dwg

#### PREPARAZIONE DELL' AMBIENTE DI LAVORO: (circa 2 ore)

- colore del foglio da disegno o del fondo della finestra
- numero e disposizione delle finestre
- visualizzazione delle coordinate
- impostazione griglia, snap
- lo zoom
- L'ordinamento sui layer

#### LA COSTRUZIONE DEGLI ENTI GEOMETRICI FONDAMENTALI NEL CAD 2D: (circa 2 ore)

- punti
- rette
- piani
- altre primitive grafiche

#### DIREZIONI E GIACITURE (circa 1 ore)

- Controllo dell'appartenenza e dell'intersezione nel piano: la gestione degli snap

#### L'ORGANIZZAZIONE E LA MANIPOLAZIONE DEGLI ENTI (circa 2 ore)

- selezione di uno o più enti
- cancellazione e ripristino
- estensione o riduzione di un segmento
- modifica di una figura piana
- sezione di una retta o di un piano
- spostamento e copia
- importazione e gestione di immagini aster
- altri comandi fondamentali (quotature...)

#### APERTURA DI UNA SESSIONE DI LAVORO IN 3D: (circa 4 ore)

- Introduzione
- Controllo della visualizzazione
- Controllo del piano di costruzione
- Il controllo dell'appartenenza e dell'intersezione nello spazio
- La costruzione del punto di intersezione di una retta e di un piano
- La costruzione della retta intersezione di due piani

- La costruzione del punto di intersezione di tre piani
- Costruzione di una figura piana
- Intersezione tra due figure piane
- Costruzione del punto di intersezione di un segmento con una figura piana
- Misura di grandezze lineari e di angoli
- Ricerca della vera forma di una figura piana

#### CONTROLLO DEL PARALLELISMO E DELLA PERPENDICOLARITÀ: (circa 2 ore)

- Costruzione di due rette parallele
- Costruzione di due rette perpendicolari nel piano
- Costruzione di una retta perpendicolare ad un piano in posizione generica
- Costruzione di piani paralleli
- Costruzione di rette parallele ai tre assi coordinati
- Costruzione delle linee piane in ambiente CAD
- Linee sghembe

#### MODELLAZIONE SOLIDA E PER SUPERFICI: (circa 10 ore)

- Introduzione
- Modellazione solida ed operazioni Booleane
- Costruzione delle superfici primitive e loro sezioni piane (sfera, cilindro, cono, toro)
- Costruzione delle cornici e loro sezioni piane
- Costruzioni di superfici a sezione variabile
- Costruzioni di rigate e loro sezioni piane
- Intersezioni di due superfici
- Le volte semplici
- Le volte composte

#### LA PROIEZIONE IN AMBIENTE CAD: CONTROLLO DEL CENTRO DI PROIEZIONE E DEGLI ALTRI PARAMETRI DI VISUALIZZAZIONE (circa 4 ore)

- Proiezioni ortogonali nella concezione informatica
- Rappresentazione assonometria e prospettica

#### RENDERING: (CIRCA 2 ORE)

- La resa del chiaroscuro e delle ombre
- I materiali

#### PROBLEMATICHE DI SALVATAGGIO, IMPORTAZIONE ED ESPORTAZIONE E PLOTTAGGIO DI FILE DWG, RASTER, EPS, E DXB (circa 1 ore)

APPLICAZIONE DEI PROCEDIMENTI INVERSI DI FONDAMENTI ED APPLICAZIONE DELLA GEOMETRIA DESCRITTIVA DA ADOTTARE NELLA RICERCA DEGLI ELEMENTI FONDAMENTALI DELLE RAPPRESENTAZIONI PROSPETTICA, ASSONOMETRICA E DI MONGE OTTENUTE DAL MODELLO TRIDIMENSIONALE INFORMATICO (circa 15 ore, pari a 3 ore per ciascuna metodologia)



Le restanti ore andranno assegnate per varie ed eventuali (esercitazioni guidate, illustrazione elaborati d'esame da produrre...)

#### **4. Modalità delle prove di verifica intermedie e finali**

Durante il corso verranno effettuate in aula 4 esercitazioni obbligatorie per il modulo di fondamenti su foglio da disegno (rispettivamente su proiettiva, proiezioni ortogonali, proiezioni centrali ed assonometria) da riconsegnare in cartaceo durante la prova ufficiale d'esame.

Il superamento positivo di tutte le prove (o comunque a discrezione del docente) permette di non affrontare lo scritto con validità riguardo al solo anno accademico in corso (il che vuol dire che dopo la conclusione dell'anno accademico in cui uno studente è iscritto questi deve affrontare lo scritto)

Per sostenere l'esame è necessario eseguire, come lavoro finale relativo al modulo di disegno automatico una tavola, nella quale si rappresenti, anche nelle sue qualità materiche oltreché geometriche, in proiezioni ortogonali o prospettiva od assonometria un soggetto architettonico od un particolare di esso preventivamente concordato con il docente e costruito come modello tridimensionale (con impostazioni di luci e materiali), preceduta da una tavola grafica di introduzione/illustrazione del tema prescelto (entrambe le tavole su cartaceo formato 50 x 70 e CD rom).

La prova d'esame finale consiste dunque in:

- Esame scritto individuale in aula (esercizio/i inerente/i gli argomenti trattati nel modulo di fondamenti da svolgersi a mano su foglio da disegno) per chi non avesse superato od eseguito le quattro esercitazioni obbligatorie;
- Prova orale (consegna e valutazione delle due tavole grafiche del tema prescelto, delle quattro esercitazioni obbligatorie, eventuali domande orali inerenti la teoria affrontata durante il corso come momento di verifica del livello di preparazione e dello stato di "educazione" raggiunto dallo studente alla visualizzazione nello spazio. A discrezione del docente si propone la eliminazione di queste ultime qualora siano stati ottenuti ottimi esiti nel lavoro finale e nella prova scritta unitamente alla dimostrazione di una convincente capacità di visualizzazione spaziale durante le revisioni e le esercitazioni)

#### NOTE: sulle esercitazioni ed esercizi

1. Le esercitazioni obbligatorie (effettuate in classe) devono essere rifatte in ambiente autocad (anche in 2D e consegnate su cartaceo) per chi le avesse sostenute sul foglio da disegno in extempore.
2. E' consigliato (ma non obbligatorio) effettuare gli esercizi proposti dal docente durante il corso delle lezioni, in ambiente autocad (almeno in 2D e consegnate su cartaceo).

#### NOTE: sul lavoro finale

Come da programma del corso, il lavoro finale deve essere consegnato stampato su cartaceo con CD di accompagnamento

- Per chi sostiene solo il modulo di *Fondamenti* (perché già in possesso dei crediti, certificati, di *disegno automatico*) il lavoro finale deve essere redatto a mano o in ambiente 2D e consegnato in cartaceo.

- Per chi sostiene solo il modulo di *Disegno automatico* (perché già in possesso dei crediti, certificati, di *Fondamenti*) il lavoro finale deve essere redatto a computer (in ambiente 3D e consegnato in cartaceo)

## 5. Bibliografia essenziale

Aterini B., *Appunti dalle lezioni del corso di Fondamenti ed Applicazioni della Geometria Descrittiva*, ed. Alinea, Firenze 2000.

Aterini B., *Il Metodo delle Proiezioni Centrali Applicazioni*, ed. Alinea, Firenze 1992.

Aterini B., *Il Metodo delle Proiezioni Ortogonali Applicazioni*, ed. Alinea, Firenze 1992.

Aterini B., *Introduzione ai metodi di rappresentazione della Geometria Descrittiva*, ed. Alinea, Firenze 1997.

AutoCAD, *Manuale dell'utente e guida in linea* (tasto F1)

Corazzi R., *Geometria "Scienza del Disegno" le proiezioni assonometriche – le proiezioni quotate – le ombre nei vari metodi di rappresentazione – le ombre a 45°*, Maggioli Editore, Rimini 1996.

Corazzi R., *Geometria "Scienza del Disegno" le proiezioni centrali – la prospettiva – la fotogrammetria*, Maggioli Editore, Rimini 1998.

Corazzi R., *Geometria "Scienza del Disegno" le proiezioni ortogonali – coniche – le superfici curve – le quadriche – le superfici elicoidali*, Maggioli Editore, Rimini 1996.

Corazzi R., *Geometria delle forme – Poliedri regolari*, Alinea editrice, Firenze 1984.

Corazzi R., *Su di un criterio per costruire le ombre*, Alinea editrice, Firenze 1986.

Giusti A. G., *Dalla Geometria Descrittiva al disegno automatico 1*, Malaspina Editrice, Massa 2000-2001.

Giusti A. G., *Dalle Proiezioni Ortogonali al disegno automatico 2*, Malaspina Editrice, Massa 2000-2001.

Giusti A. G., *Dalle Proiezioni Ortogonali al disegno automatico 3*, Malaspina Editrice, Massa 2000-2001.

Migliari R., *Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura*, Edizioni Kappa, Roma 2000.

Saccardi U., *Applicazioni della geometria descrittiva*, ed. L.E.F., Firenze 1980.