

'Sapienza' Università di Roma – Facoltà di Architettura – AA 2012 - 2013

## **Corso di Laurea in Architettura**

### ***Corso di Fondamenti e Applicazioni della Geometria Descrittiva (recupero)***

*Riccardo Migliari<sup>1</sup>, Leonardo Baglioni<sup>2</sup>, Marta Salvatore<sup>3</sup>, Jessica Romor<sup>3</sup>*

*1 Professore ordinario di Fondamenti e applicazioni della geometria descrittiva  
2 Ricercatore, 3 Dottore di ricerca*

#### ***Premessa***

Il disegno è lo strumento con il quale l'architetto compone e comunica il progetto. Non si tratta, tuttavia, del disegno esperto ma intuitivo di un artista, perché l'architetto non cura soltanto l'estetica di un edificio, ma deve controllarne la forma, la misura e le caratteristiche tecniche, oltre a molte altre qualità. Il controllo metrico e formale, in particolare, viene esercitato con l'ausilio della geometria e, in particolare, per mezzo di quella parte della geometria, che è detta descrittiva, che insegna a costruire modelli grafici delle forme a tre dimensioni e consente di studiarne le proprietà in forma analogica, cioè visiva. Per realizzare gli elaborati di progetto l'architetto si serve, in primo luogo, della propria abilità nel disegno a mano libera, ma deve poi anche tradurre le forme ideate in grafici accurati, che si tracciano con riga, compasso e altri ausili tecnici. Tra questi ausili si è inserito, a partire dalla fine degli anni Ottanta, il computer, che oggi è largamente usato e che permette non solo la realizzazione di disegni bidimensionali, ma anche di modelli a tre dimensioni. Molte delle ardite realizzazioni architettoniche degli ultimi anni non sarebbero state possibili senza questo strumento. Si deve perciò concludere che l'insegnamento del disegno, in una facoltà di architettura, deve oggi comprendere: il disegno a mano libera, che resta il più efficace e veloce mezzo di registrazione di un'idea, la geometria descrittiva, che comprende anche i metodi di rappresentazione informatica, e infine il disegno tecnico, anche digitale.

Queste discipline concorrono tutte a formare, nello studente architetto, quella capacità di immaginare lo spazio che è indispensabile a chi voglia progettare, ovvero prefigurare, una forma solida complessa, sia essa un edificio come una parte di città.

#### ***Finalità del Corso di Fondamenti e Applicazioni della Geometria Descrittiva***

Nel corso di Fondamenti e Applicazioni della Geometria Descrittiva, si vuole in primo luogo formare la capacità di immaginare lo spazio della quale si è detto. A questo scopo viene proposto dapprima lo studio della prospettiva, che è l'arte di rappresentare le forme tridimensionali così come esse appaiono allo sguardo. Nelle prime esperienze si farà uso del reticolo di Dürer, per imparare a proiettare sul foglio da disegno uno spazio esistente e a riconoscere, nel risultato, le strutture geometriche della prospettiva. Successivamente, lo studio della teoria prospettica permetterà di compiere l'operazione inversa, che consiste nel proiettare nello spazio, attraverso il disegno, una forma immaginata.

Lo studio della prospettiva permetterà anche di comprendere, in modo del tutto naturale, i fondamenti proiettivi dei metodi di rappresentazione usati nel controllo metrico del progetto, vale a dire le proiezioni ortogonali associate e le assonometrie.

Allo studio dei metodi di rappresentazione grafica, seguirà quello dei metodi di rappresentazione digitale: la rappresentazione matematica e la rappresentazione numerica. Il primo di questi metodi sarà utilizzato per analizzare la costruzione e le proprietà delle superfici d'uso comune in architettura; mentre il secondo sarà utilizzato per migliorare la padronanza della prospettiva in ambito digitale.

#### ***Programma delle lezioni***

##### **Lezione 01**

###### *Introduzione al Corso*

Organizzazione della didattica e illustrazione del programma delle lezioni.

Alcuni richiami di geometria euclidea utili nel disegno di architettura. Enti geometrici fondamentali (punto, retta e piano). Enti geometrici dello spazio proiettivo (direzione giacitura). Parallelismo. Perpendicolarità. Alcuni luoghi

geometrici nel piano e nello spazio: il cerchio e la retta; la sfera e il piano. Condizioni necessarie e sufficienti affinché siano individuati un punto, una retta, o un piano.

I metodi di rappresentazione grafici e i metodi di rappresentazione digitale.

### **Lezione 02**

*La prospettiva.* L'osservatore o centro di proiezione, il quadro, la piramide visiva e 'l'intersecazione' dei raggi visivi. Una macchina prospettica, il reticolo di Dürer, ed il suo uso. La distanza principale o distanza focale, le dimensioni del quadro e gli angoli del campo visivo. Analogie con la tecnica fotografica e con il rendering. Come fissare la posizione del quadro, verticale o inclinato, e quella dell'osservatore rispetto al quadro: il cerchio di distanza. Angolo di campo visivo e angolo di campo prospettico.

### **Lezione 03**

*La prospettiva.* L'operazione di proiezione e sezione da un centro **O** sopra un piano di quadro  $\pi'$ . La traccia di una retta. La proiezione della retta e la proiezione dei punti che le appartengono. La relazione biunivoca che intercede tra la retta oggettiva e la sua proiezione. La fuga **F** come immagine della direzione di una retta. La fuga **F** come immagine del sostegno di una stella di rette parallele. La traccia di un piano. Il luogo geometrico delle fughe delle rette di un piano. La fuga **f** di un fascio di piani paralleli.

### **Lezione 04**

*La prospettiva.* L'impostazione della prospettiva a quadro verticale. Il problema della inaccessibilità delle tracce sul reticolo di Dürer e la conseguente necessità di una contrazione o riduzione in scala dello spazio. Il piano geometrico, la retta fondamentale, il piano dell'orizzonte, l'orizzonte, il piano meridiano, il piano anteriore. L'osservatore come modulo dello spazio prospettico. La rappresentazione e la ricostruzione nello spazio di rette perpendicolari al quadro. La rappresentazione delle rette parallele al quadro.

### **Lezione 05**

*La prospettiva.* La rappresentazione di una retta in posizione generica (orizzontale e non) e la sua ricostruzione nello spazio. La misura dell'angolo formato da una retta perpendicolare al quadro e da una retta in posizione generica, incidenti in un punto (ribaltamento di un piano proiettante perpendicolare al quadro). La rappresentazione di un segmento, di data lunghezza, che appartiene ad una retta perpendicolare al quadro: sua misura sul piano geometrico e sul piano verticale che gli appartiene. La rappresentazione di un segmento, di data lunghezza, che appartiene ad una retta parallela al quadro.

---

*Prima tavola: la prospettiva frontale di un ambiente interno, abbozzo su formato A3 (o simile).*

### **Lezione 06**

*La teoria delle ombre e del chiaroscuro.* Effetti della luce sui corpi. Sorgenti di luce che possono essere rese per via grafica. Ombra propria, ombra portata e ombra autoportata, separatrice d'ombra propria di un solido. Prospettiva dell'ombra di una retta. Ombra portata da un solido. Ombra propria, portata e autoportata.

---

*Seconda tavola (parte prima): la medesima prospettiva frontale di un ambiente interno - esterno, completata e riportata a matita, su carta da acquerello formato A3 (o simile).*

### **Lezione 07**

*La teoria delle ombre e del chiaroscuro.* Costruzione dell'ombra di un solido. Il contorno d'ombra portata come proiezione del contorno d'ombra propria, ovvero, nel caso dei poliedri, della spezzata separatrice d'ombra propria. Ombra propria, portata e autoportata nell'imbotte di una porta in condizioni di controllo.

---

*Seconda tavola (parte seconda): la medesima prospettiva frontale; costruzione dei contorni di ombra portata e individuazione dei piani in ombra propria, di un ambiente interno - esterno, completata e riportata a matita, su carta da acquerello formato A3 (o simile).*

### **Lezione 08**

*La teoria delle ombre e del chiaroscuro.* La legge di Lambert. La scala delle tinte ed il suo uso. La resa della legge di Lambert in ambito digitale. La resa del chiaroscuro e dei riflessi in ambito digitale.

---

*Seconda tavola (parte terza): la medesima prospettiva frontale; la resa del chiaroscuro all'acquerello.*

### **Lezione 09**

*La prospettiva.* L'impostazione della prospettiva d'angolo. Misura di una retta orizzontale obliqua. Cerchio di misura e sua applicazione alla misura di una retta generica. Le tracce e le fughe inaccessibili: soluzione dei relativi problemi: applicazioni del teorema di Desargues e cerchi di misura ridotti.

### **Lezione 10**

*La prospettiva.* La rappresentazione del cerchio come linea grafica. La volta a crociera.

---

*Terza tavola:* la prospettiva frontale di una volta a crociera o di un sistema voltato, abbozzo su formato A3 (o simile).

### **Lezione 11**

*Le proiezioni ortogonali.* La direzione come centro di proiezione. I vantaggi della proiezione ortogonale. Metodi grafici di rappresentazione basati sulla proiezione ortogonale. La rappresentazione in pianta e alzato. L'assonometria.

---

*Quarta tavola (parte prima):* la medesima prospettiva frontale di una volta a crociera, completata e riportata a matita, su carta da acquerello formato A3 (o simile).

### **Lezione 12**

*Le proiezioni ortogonali.* La rappresentazione di una retta e di un piano in pianta e alzato. La misura di un segmento e di un'area: l'operazione di ribaltamento e l'analogo digitale.

### **Lezione 13**

*Le proiezioni ortogonali.* L'assonometria ortogonale e la costruzione delle unità di misura assonometriche. L'assonometria obliqua convenzionale e la sua giustificazione teorica.

### **Lezione 14**

*I metodi di rappresentazione digitale.* Rappresentazione matematica e rappresentazione numerica: rispettive caratteristiche e finalità. Software che implementano l'uno e l'altro metodo digitale

### **Lezione 15**

*La rappresentazione matematica.* Introduzione. Generalità sulla rappresentazione delle superfici: superfici discrete e superfici continue; equazioni canoniche ed equazioni NURBS. Curve per punti di controllo. Curve per punti di interpolazione. Tecniche di ottimizzazione delle curve. Cerchio osculatore in un punto di una curva piana. Curvatura. Curvatura e torsione in una curva gobba. Continuità tra curve: G0 di posizione, G1 di tangenza, G2 di curvatura, G3 di torsione. Superfici NURBS: isoparametriche, curvatura gaussiana, continuità tra superfici.

---

*Modello solido di una volta:* impostazione.

### **Lezione 16**

*La rappresentazione matematica.* Le superfici di rivoluzione e le strutture architettoniche che le utilizzano: volte semplici e composte. Nomenclatura e classificazione delle volte. Volte semplici: a botte, volta a vela, volta boema, volta anulare, cupola semisferica. Volte composte: volta a crociera, volta a padiglione. Costruzione e modellazione solida della volta crociera. Controllo della tassellazione ed esportazione in ambiente di rendering. Parametri essenziali del rendering. L'osservatore come modulo dello spazio prospettico.

---

*Modello solido di una volta:* completamento e controllo della tassellazione.

### **Lezione 17**

*La rappresentazione numerica.* La prospettiva digitale: impostazioni della camera.

---

*Modello numerico di una volta:* esportazione del modello matematico, impostazione e controllo della prospettiva e della composizione dell'immagine.

### **Lezione 18**

*La rappresentazione numerica.* Impostazione degli effetti di luce.

---

*Modello numerico di una volta:* impostazione e controllo degli effetti di luce.

### **Lezione 19**

*La rappresentazione numerica.* Rendering o chiaroscuro digitale. La legge di Lambert, la resa dei riflessi, la resa della penombra nell'ambiente digitale.

---

*Quarta tavola (parte seconda):* la resa intuitiva del chiaroscuro, ad acquerello, della prospettiva della volta a crociera.

## **Lezioni 20 - 25**

A partire da questa Lezione fino alla fine del Corso, si farà il riepilogo degli argomenti teorici e la revisione delle tavole e dei modelli.

### ***Organizzazione del Corso***

Il Corso si serve del sistema di e-learning della 'Sapienza', basato su Moodle. Ogni studente, dal proprio computer o servendosi dei computer a disposizione nelle aule informatiche (che si trovano nelle sedi di via Flaminia e di via Granturco), dovrà per prima cosa collegarsi con il sito <http://elearning.uniroma1.it/> e leggere attentamente il Manuale Studente, nel quale sono riportate anche le modalità di iscrizione. I rapporti didattici saranno gestiti attraverso la piattaforma Moodle, che consente agli studenti di prelevare i documenti messi a disposizione dal docente (testi, immagini, disegni e modelli 3D etc.), di comunicare con il docente stesso o di interagire in gruppi di discussione, di caricare documenti da sottoporre a verifica, di partecipare a test di valutazione, etc.

### ***Materiali necessari per il disegno***

E' necessario che lo studente disponga dei comuni materiali da disegno: uno stiratore di circa 50 \* 40 cm, matite di durezza H, F e B, penne da disegno, una riga da 50 cm, una squadra a 45° e un compasso. Oltre a ciò, è richiesto un album di carta pesante a fogli ruvidi o semiruvidi, formato A3 o maggiore (30\*40 circa), un tubetto di acquerello color seppia (per la resa del chiaroscuro), due pennelli sintetici da acquerello, uno fine e uno medio. Infine è richiesto un taccuino formato A5, A4 o simile, a fogli bianchi lisci di carta pesante (150 g/mq), rilegato a quinterni.

### ***Testo di riferimento***

Il testo di riferimento è: R. MIGLIARI, Geometria dei modelli, Edizioni Kappa, Roma 2003.

### ***Software***

Il docente si servirà, nelle lezioni, di vari programmi (thinkdesign, Cinema4D, Photoshop etc.). Lo studente potrà avvalersi dei programmi che preferisce. Si ricorda, tuttavia, che la licenza d'uso di thinkdesign è gratuita per gli studenti della Facoltà di Architettura fino al compimento degli studi. Il software può essere scaricato all'indirizzo:

[http://riccardo.migliari.it/download/td\\_2010.zip](http://riccardo.migliari.it/download/td_2010.zip)

o

[http://riccardo.migliari.it/download/td\\_2011.zip](http://riccardo.migliari.it/download/td_2011.zip)

il programma misura circa 2 Gb, il tempo del download dipende dalla velocità del collegamento (due ore in ADSL).

La licenza d'uso può essere richiesta direttamente al professore, tramite e-mail, scrivendo all'indirizzo [riccardo.migliari@uniroma1.it](mailto:riccardo.migliari@uniroma1.it). Nella richiesta dovranno essere indicati:

il cognome e il nome dello studente, nonché il numero di matricola, scritti nella forma:

Cognomedellostudente\_Nomedellostudente\_numerodimatricola  
e, a parte, il 'codice macchina'.

Al fine di ricevere una risposta sollecita è essenziale rispettare il formato suddetto.

Quest'ultimo è un codice di otto lettere e numeri che si ricava, dopo avere installato il programma sul proprio computer, lanciando l'utility 'Gestore Licenze'. Gli utenti di Microsoft Vista o Windows 7 tengano presente che, prima di installare il programma, deve essere disabilitato il Controllo Account Utente.

Il codice, che varia da macchina a macchina, compare nella cornice della finestra del Gestore Licenze in basso a destra e deve essere copiato, nella e-mail indirizzata al professore, mediante i comandi Gestore Licenze/Modifica/Copia codice macchina e Incolla (Ctrl V) e ciò al fine di evitare errori.

***Esame: elaborati e prove***

L'esame consiste in una prova orale, nella quale viene chiesto allo studente di giustificare, dal punto di vista teorico, le costruzioni che sono state illustrate nel corso delle lezioni. L'esame consiste anche nella valutazione della qualità e della correttezza geometrica degli elaborati grafici. Questi elaborati sono:

le tavole realizzate durante le esercitazioni in aula e completate, ove necessario, nello studio individuale; questi disegni saranno realizzati su fogli di formato minimo A3, ma volendo anche più grandi, di carta ruvida o semiruvida adatta alla tecnica dell'acquerello; tutte le tavole debbono portare la firma del docente o dei suoi collaboratori;

i file relativi ai modelli realizzati e alle loro elaborazioni, nei formati e3, c4d, stp (per chi non usasse thinkdesing), psd, tif, memorizzati su CD o DVD.

Infine, ove lo ritenga opportuno, il docente proporrà la realizzazione ex tempore di semplici disegni digitali che diano prova delle conoscenze acquisite.

***Ricevimenti***

La didattica su piattaforma e-learning non richiede, almeno in teoria, i ricevimenti, in quanto lo studente può prendere contatto con il professore in qualsiasi momento attraverso il sistema telematico. Tuttavia, gli studenti potranno comunicare anche per e-mail scrivendo all'indirizzo [riccardo.migliari@uniroma1.it](mailto:riccardo.migliari@uniroma1.it). Qualora speciali esigenze rendano necessario un incontro, il docente provvederà a fissare un appuntamento.