

Geometria descrittiva e nuove tecnologie

1.1 La Geometria del CAD

Ogni programma di CAD si basa sui principi, ormai consolidati ed universalmente accettati, della geometria descrittiva; le uniche differenze riscontrabili tra i vari programmi è la posizione del piano di disegno (per altro modificabile) rispetto al **Sistema Cartesiano** di riferimento globale (WCS). I tre piani cartesiani o fondamentali sono, quindi, tra loro perpendicolari e si intersecano lungo i tre assi cartesiani X, Y e Z. Essi per convenzione vengono assunti come Piano orizzontale (XY), Piano frontale (XZ) e Piano laterale (YZ). Convenzionalmente l'oggetto da disegnare viene disposto con i suoi spigoli importanti paralleli agli assi.

Nella progettazione Architettonica al computer, per convenzione, la vista perpendicolare del piano XY è la vista dall'alto o piana.

Richiami:

- *PV rappresenta il punto di vista, PP la proiezione perpendicolare del PV sul piano di proiezione (quadro); la Distanza principale è data da PV-PP; PV è esterno al quadro e si proietta, perpendicolarmente ad esso, sul Punto Principale (PP);*
- *Il quadro è posto tra il Punto di Vista (PV) e l'oggetto ad una altezza H dal suolo (Piano Orizzontale o Geometrico); l'Orizzonte (luogo dei punti di fuga delle rette orizzontali) passa per il PP;*
- *Spostando il Quadro, parallelamente a sé stesso, la proiezione parallela o prospettica ingrandisce o rimpiccolisce, senza cambiare i rapporti tra i segmenti; spostando invece il PV o il PP (ruotando il quadro) rispetto all'oggetto, la prospettiva cambia e cambiano i rapporti tra i segmenti rappresentati.*

1.1.1 Cad 2D e Cad 3D

Nel CAD 2D la rappresentazione avviene con gli stessi vantaggi e limitazioni presenti nelle proiezioni ortogonali rigorosamente codificate da Monge fin dal 18° secolo. Il vantaggio è dato dalla immediata misurabilità di molte parti dell'oggetto in quanto parallele al piano di disegno e visualizzazione. Gli svantaggi risiedono nel fatto che vengono rappresentati sul piano di disegno solo due dei tre assi cartesiani: il terzo asse (parallelo alla direzione di proiezione) viene proiettato come un punto. Un disegno CAD 2D è definito, infatti, da un piano di proiezione parallelo ad uno dei tre piani cartesiani e da una direzione di proiezione perpendicolare al piano di proiezione e visualizzazione. Gli utilizzi e le procedure sono analoghe a quelle del disegno tradizionale; con la conseguenza di dover ricombinare assieme, mentalmente, informazioni provenienti da due o più disegni separati (la pianta, la vista dall'alto, un prospetto frontale, uno laterale, ecc).

Nella proiezione ortogonale la direzione di proiezione è sempre parallela ad un asse cartesiano e perpendicolare ad uno dei tre piani cartesiani. Una sola proiezione ortogonale non è mai in grado di descrivere complessivamente tutto l'oggetto tridimensionale.

La visualizzazione a schermo nei programmi Cad 3D, all'apertura, non si presenta molto diversa da quella 2D essendo la vista corrente, ovviamente bidimensionale e solo la presenza, nel display delle coordinate, di una terza serie di cifre ci dimostra che il programma è pronto per un disegno tridimensionale. La presenza del simbolo WCS (ad esempio X-Y) ci indica che il

programma sta agendo secondo una proiezione ortogonale (in questo caso vista dall'alto o piana) esattamente come nel Cad 2D; il movimento del puntatore restituisce solo coordinate X e Y mentre Z resta fermo sullo zero.

Il programma è in grado, però, di variare il piano di proiezione ortogonale oppure di passare ad una delle proiezioni assonometriche possibili o ancora ad una proiezione prospettica. Nel Cad 3D è, infine, anche possibile lavorare (dopo averle attivate) su più proiezioni parallele contemporaneamente. Basta, ad esempio, suddividere lo schermo in più finestre ed assegnare ad ognuna di esse - con Autocad si usa il comando, *Finestre > 3 Finestre* - le diverse viste tipiche *Fronte, Sinistra, Alto* per avere una impostazione di disegno come nelle proiezioni ortogonali secondo il sistema di Monge. Con l'aggiunta di una vista in assonometria (ad esempio *SO assonometrico*) in una quarta finestra, si potranno controllare i risultati delle operazioni di disegno. Ogni vista riporterà, in tempo reale, i cambiamenti operati nella finestra attiva. Si potrà notare come si stia disegnando su dei piani di proiezione ben specificati: le entità bidimensionali (come, ad esempio rettangoli, cerchi, ecc.) riposano tutte su uno stesso piano X-Y, Y-Z o X-Z.

1.1.2 La Proiezione Assonometria

La Proiezione Assonometria, al contrario della proiezione ortogonale, rappresenta contemporaneamente tutti e tre gli assi cartesiani nello stesso disegno, ottenendo lo scopo di far comprendere immediatamente la forma dell'oggetto rappresentato. Essa può essere usata sia nella fase di creazione ed editing delle entità disegnate che per la visualizzazione finale del modello tridimensionale. Esistono due tipi di assonometrie:

- **Assonometrie ortogonali:** La differenza essenziale rispetto alle proiezioni ortogonali, è data dalla diversa giacitura del piano di proiezione che non è mai parallelo ad uno dei tre piani cartesiani. La direzione di proiezione resta perpendicolare al piano di proiezione. Si possono, inoltre, avere tre sotto-tipi di assonometrie ortogonali:
 - Assonometria ortogonale **isometrica:** Il piano di proiezione forma angoli uguali con i tre assi. In questo caso lunghezze uguali, parallele agli assi, si proietteranno nella stessa misura sul piano, a meno di un fattore di riduzione dovuto al fatto che i segmenti non sono paralleli al piano di proiezione.
 - Assonometria ortogonale **dimetrica:** Il piano di proiezione forma, con gli assi, due angoli uguali tra loro ed uno diverso. In questo caso segmenti uguali tra loro (e sempre paralleli agli assi) si proietteranno due uguali tra loro ed il terzo con lunghezza diversa, maggiore o minore rispetto agli altri due. (*vedi figura*)
 - Assonometria ortogonale **trimetrica:** Il piano di proiezione forma, con gli assi, tre angoli diversi tra loro. In quest'ultimo caso tre segmenti, uguali tra loro nella realtà e paralleli ai tre assi cartesiani, si proietteranno sul piano con lunghezze diverse.

Uno dei vantaggi delle assonometrie ortogonali è dato dalla possibilità di misurare le lunghezze parallele agli assi; in particolare l'assonometria ortogonale isometrica è quella con le migliori caratteristiche di misurabilità e semplicità d'uso. Ove essa non sia abbastanza efficace per i risultati desiderati è possibile ricorrere ad un altro tipo: ad esempio, ad una assonometria ortogonale dimetrica o trimetrica di cui siano noti i rapporti tra gli assi. Lo scorciamento delle lunghezze sul terzo asse varia col variare della sua inclinazione. Per un angolo di 90° il fattore di scorciamento è 0 e la proiezione è una proiezione ortogonale che, infatti, proietta il terzo asse come un punto. Per un angolo di 45 gradi il fattore è 1 (nessuno scorciamento), per angoli minori il fattore è maggiore di 1 e per angoli maggiori il fattore è maggiore o uguale a zero e minore di 1. Se il

fattore di scorciamento è 1 l'assonometria obliqua diviene monometrica con misure uguali lungo i tre assi; se esso è diverso da 1 l'assonometria è dimetrica. Non esiste un'assonometria obliqua trimetrica poiché il piano di proiezione è parallelo a due assi contemporaneamente.

- **Assonometrie oblique:** Sono molto usate nel disegno tradizionale. La direzione di proiezione non è mai perpendicolare al piano di proiezione ma obliqua rispetto ad esso. Alcuni spigoli e facce dell'oggetto (frontali, laterali od orizzontali) sono facilmente misurabili in quanto paralleli al piano di proiezione. Si possono avere alcuni sotto-tipi di assonometrie oblique:
 - Assonometria obliqua **militare:** Il piano di proiezione è parallelo al piano orizzontale.
 - Assonometria obliqua **cavaliera:** Il piano di proiezione è parallelo al frontale o laterale.

Per loro natura, programmi come AutoCAD non producono assonometrie di tipo obliquo. Per esse, eventualmente, è possibile ricorrere ad altro tipo di programmi. (es. Cartesio)

Tabella delle Assonometrie ortogonali (Autocad)

<i>Tipo di Assonometria</i>	<i>Angoli (XY, XZ, YZ)</i>	<i>Rapporti (X, Y, Z)</i>	<i>AutoCad PVISTA</i>
<i>Isometrica</i>	<i>120, 120, 120</i>	<i>1, 1, 1</i>	<i>1, 1, 1</i>
<i>Dimetrica</i>	<i>130, 130, 100</i>	<i>0.587, 1, 1</i>	<i>2.192, 1, 1</i>
“	<i>130, 100, 130</i>	<i>1, 0.587, 1</i>	<i>1, 2.192, 1</i>
“	<i>100, 130, 130</i>	<i>1, 1, 0.587</i>	<i>1, 1, 2.192</i>
“	<i>127, 127, 106</i>	<i>0.75, 1, 1</i>	<i>1.5985, 1, 1</i>
“	<i>127, 106, 127</i>	<i>1, 0.75, 1</i>	<i>1, 1.5985, 1</i>
“	<i>106, 127, 127</i>	<i>1, 1, 0.75</i>	<i>1, 1, 1.5985</i>
<i>Trimetrica</i>	<i>130, 120, 110</i>	<i>0.814, 0.936, 1</i>	<i>6, 4.83, 4</i>

N.B. Nella tabella sono riportati i dati di alcuni tipi più usati di assonometrie ortogonali. Ovviamente sono possibili numerose altre combinazioni.

1.1.3 La Proiezione prospettica

Le proiezioni ortogonali e assonometriche sono caratterizzate tutte dal fatto che il Punto di Vista è posto all'infinito ed i raggi proiettanti sono tutti tra di loro paralleli. La proiezione prospettica o Prospettiva, al contrario, ha il Punto di Vista a distanza finita dall'oggetto ed i raggi di proiezione divergono tra di loro. In una prospettiva segmenti uguali tra loro vengono proiettati con lunghezze diverse sul piano di rappresentazione: lunghezze che dipendono dalla distanza degli estremi del segmento dal Punto di Vista. Sono definibili almeno tre tipi diversi di prospettiva a seconda della positura del piano di disegno e visualizzazine:

- **Quadro frontale:** Il piano di proiezione (Quadro) è parallelo a due assi cartesiani e parallelo ad un piano cartesiano XY, XZ o YZ. Questo tipo viene, anche, detto prospettiva centrale od (impropriamente) ad un punto di fuga. La sua caratteristica è quella di mantenere orizzontali o verticali i segmenti che sono tali nella realtà. Nel disegno si ha un punto di fuga degli assi perpendicolari al quadro.
- **Quadro obliquo:** Il piano di proiezione è parallelo ad un asse cartesiano. Nel disegno si hanno due punti di fuga degli assi non paralleli al quadro. E' la più usata in architettura; vengono mantenuti tali solo i segmenti verticali,

- se il quadro è verticale, oppure quelli paralleli agli assi X o Y, se il quadro è parallelo ad uno di questi assi. *(vedi figura)*
- **Quadro inclinato:** Il piano di proiezione non è parallelo a nessun asse cartesiano. Nel disegno si hanno tre punti di fuga, uno per ogni asse cartesiano. Nessun segmento parallelo ad un asse cartesiano mantiene la sua giacitura. *(vedi figura)*

Per loro natura, i programmi come AutoCAD producono prospettive di tutti e tre i tipi.

Viste prospettiche di modelli elettronici 3D: Quadro obliquo e Quadro inclinato.

Esempio di prospettiva professionale eseguita con ArchiCad

*(Le parti precedenti e successive sono disponibili per il download nella sezione **Punto CAD**)*

** Il Prof. Rossetti è docente di Architettura presso il Liceo Artistico Statale DeChirico di Roma ed è raggiungibile all'indirizzo e-mail giorgio_rossetti@fastwebnet.it*