

## Introduzione

Il termine CAD sta per **Computer-aided Design**. L'interpretazione corretta del termine è quella di **progettazione assistita dal calcolatore** (e non di disegno assistito dal calcolatore).

"CAD" è quindi un termine assai generico che indica, di norma, dei sistemi software orientati alla progettazione (civile, industriale, elettronica).

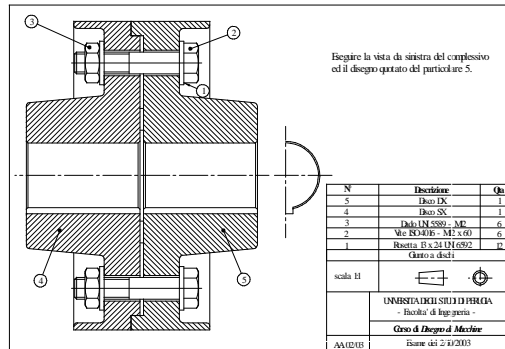
In questo corso ci occuperemo di sistemi CAD (di uno in particolare) **orientati alla modellazione solida tridimensionale (CAD 3D)**

*Appunti di Disegno Tecnico Industriale* 408

## Il CAD 2D (Computer-aided Drafting)

Fino a pochi anni fa i sistemi maggiormente utilizzati nelle aziende erano rappresentati da ambienti CAD bidimensionali.

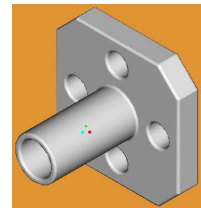
I sistemi CAD 2D (*Computer-aided Drafting*) consentono la realizzazione di disegni tecnici digitali (e non di modelli tridimensionali). Di norma sono rappresentati in forma vettoriale (dxf, wmf, eps).



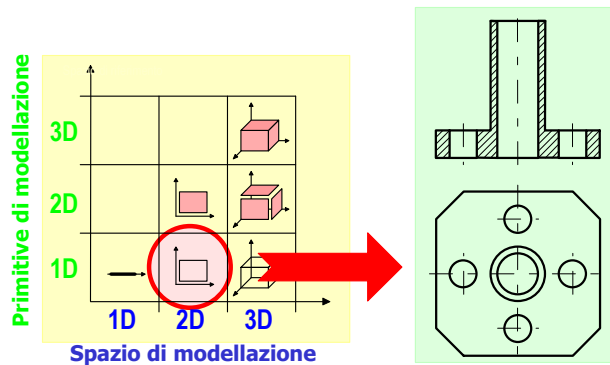
Esempio di disegno tecnico realizzato con un sistema di *Computer-aided Drafting*

## Generalità sul CAD 2D

- primitive di modellazione 1D
- spazio di modellazione 2D
- sono sistemi per il Disegno Tecnico assistito dal calcolatore



Oggetto utilizzato come esempio



## Le origini del CAD 2D

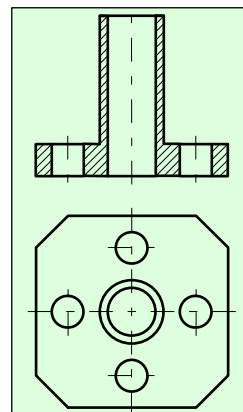
- Storicamente si è partiti dall'informatizzare il disegno tecnico perché:
  - il disegno è una fase lunga e dispendiosa della progettazione
  - il linguaggio è formalizzato secondo convenzioni unificate e ampiamente consolidate
- Il disegno CAD si ottiene simulando riga, flessibile, squadra, compasso e goniometro
- È facile:
  - **archiviare** e
  - **riutilizzare** disegni

*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

411

## Primitive grafiche nel CAD 2D

- Primitive grafiche:
  - punti nel piano
  - linee nel piano
    - rette e segmenti di retta
    - spezzate
    - poligoni
    - cerchi e archi
    - curve (Coons, Bezier, B-Spline)
  - quote
  - campiture
  - annotazioni

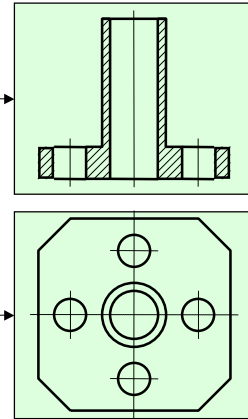


*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

412

## Caratteristiche dei sistemi CAD 2D

- agevolano la realizzazione del disegno tecnico
- producono un documento bidimensionale, ma **non modellano** l'oggetto in esso rappresentato
- come nel disegno tecnico tradizionale, anche nel disegno tecnico CAD:
  - la sola geometria catturata è quella dei contorni
  - ogni vista e/o sezione è un disegno a se stante (è lasciato al disegnatore il compito di rispettare le dipendenze geometriche tra le diverse viste e sezioni secondo le convenzioni unificate)



**Disegni  
intrinsecamente  
indipendenti**

*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

413

## Nascita dei sistemi CAD 3D

- La nascita dei sistemi CAD 3D si è ottenuta aggiungendo una **terza coordinata** ai sistemi 2D.
- Fornendo un semplice algoritmo di proiezione da 3D a 2D si è potuto separare la funzione di **modello** da quella di **documento** e creare la dipendenza gerarchica

modello 3D

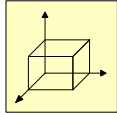


documento rappresentativo 2D

*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

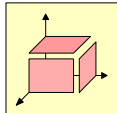
414

## Sistemi CAD 3D



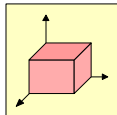
### ■ SISTEMI CAD 3D "WIRE-FRAME"

- primitive di modellazione **monodimensionali**
- modellazione di oggetti mediante la definizione degli spigoli e delle curve di contorno (modellazione tipo "fil di ferro")



### ■ SISTEMI CAD 3D "SUPERFICI"

- primitive di modellazione **bidimensionali** non connesse in modo intrinseco (indipendenti)
- modellazione di oggetti mediante la definizione delle superfici di contorno



### ■ SISTEMI CAD 3D "SOLIDI"

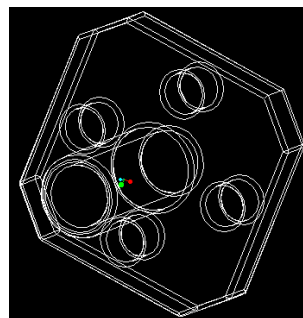
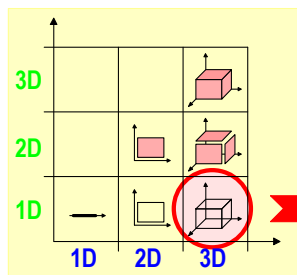
- primitive di modellazione **tridimensionali**
- modellazione di oggetti mediante primitive solide
- uso di operatori booleani

*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

415

## Sistemi CAD 3D *wireframe*

- primitive di modellazione 1D
  - rette, curve (analitiche, Bézier, Bspline o NURBS)
- spazio di modellazione 3D
- sono sistemi di modellazione geometrica tridimensionale a "fil di ferro"



*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

416

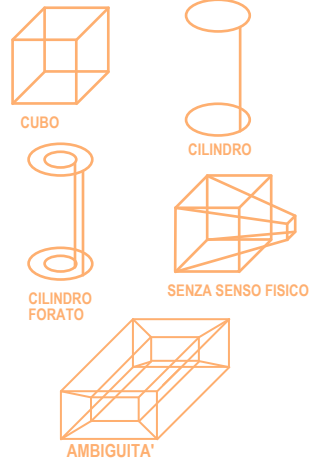
## Sistemi CAD 3D *wireframe*: vantaggi e svantaggi

### ■ Aspetto positivo

- fornisce un modello unico da cui derivare i vari disegni tecnici

### ■ Limiti

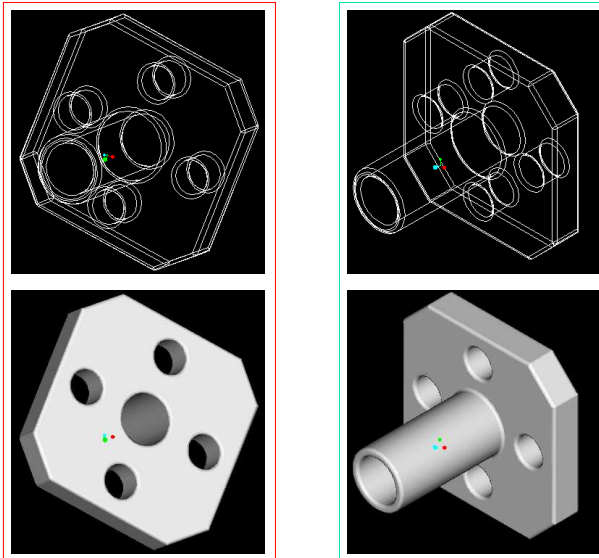
- geometria povera:
  - presenza delle sole linee di contorno reale
  - assenza delle linee di contorno apparente
- i modelli possono essere complicati da interpretare
- si possono produrre modelli senza senso fisico
- ambiguità: nella rappresentazione e nella corrispondenza 3D
- mancanza di convenzioni di rappresentazione unificate



*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

417

## Sistemi CAD 3D *wireframe*: ambiguità nella lettura

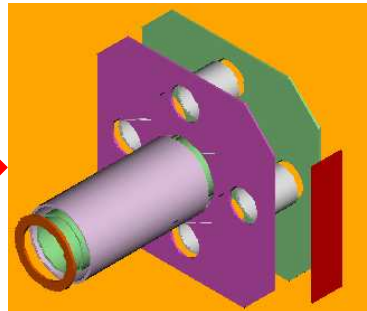
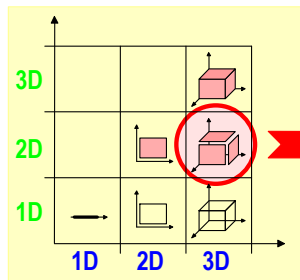


*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

418

## Sistemi CAD 3D per superfici

- primitive di modellazione 2D
- spazio di modellazione 3D
- sistemi di modellazione geometrica basati sulla descrizione delle superfici di contorno dell'oggetto
- oggetto definito dalle facce, spigoli, vertici che lo delimitano, senza vincoli topologici tra loro (**superfici non connesse in modo intrinseco**)
- è lasciato al progettista il compito della connessione dei lembi di superficie con l'ordine di continuità necessario



Appunti di Disegno Tecnico Industriale

419

## Caratteristiche dei sistemi CAD 3D per superfici

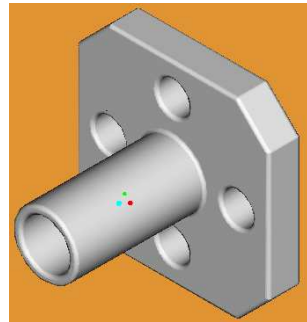
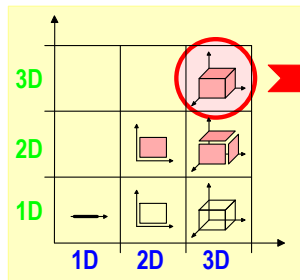
- **Primitive grafiche:**
  - piani
  - superfici di rivoluzione
  - superfici di estrusione
  - superfici di forma libera (Bezier, B-spline, NURBS)
- **Tecnica di modellazione:**
  - Oggetto definito mediante le sue superfici
  - Modello ottenuto mediante l'accostamento di patch (lambi) superficiali (contiguità)
  - La precisione dipende largamente dall'ordine di continuità (tangenza e curvatura)
- **Utilizzazione del modello:**
  - resa realistica
  - CAE (simulazione):
    - **fluidodinamica**
    - **strutturale** (strutture sottili)
  - CAM (produzione)
  - disegni 2D in automatico

Appunti di Disegno Tecnico Industriale

420

## Sistemi CAD 3D "solidi"

- primitive di modellazione 3D
- spazio di modellazione 3D
- modellazione di oggetti mediante **primitive solide**
- oggetto costruito combinando solidi di base (primitive) mediante operatori booleani di unione, intersezione e differenza



*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

421

## Caratteristiche dei sistemi CAD 3D "solidi"

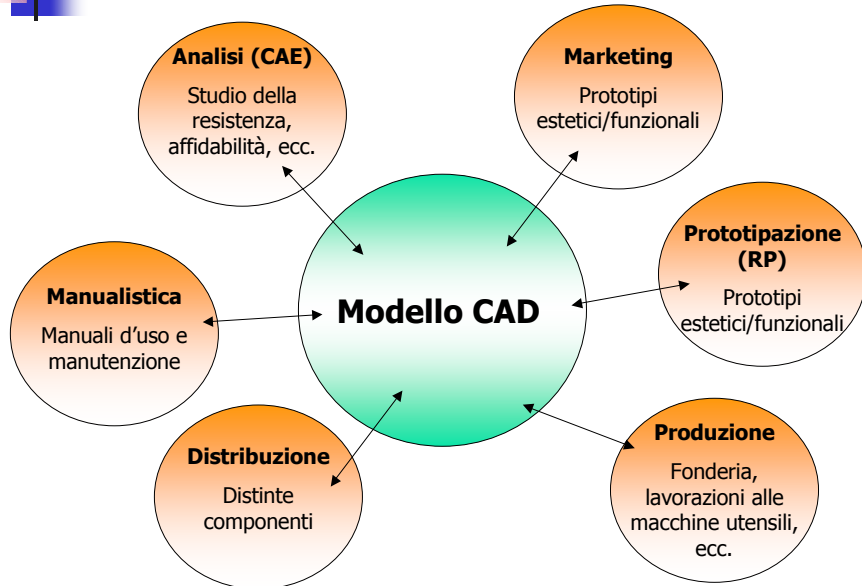
- Primitive grafiche:
  - entità di superficie (vedi CAD 3D SUPERFICII)
  - entità 3D CSG:
    - prismi
    - cilindri
    - coni
    - sfere
    - tori
- **Utilizzazione del modello:**
  - resa realistica
  - CAE:
    - calcolo automatico proprietà di massa
    - strutturale
    - dinamico
  - CAM
  - disegni 2D in automatico
- **Tecnica di modellazione:**
  - Oggetto definito mediante il suo volume
  - Occorre un'analisi geometrica preventiva per il riconoscimento locale dei solidi elementari costituenti
  - Modello ottenuto mediante applicazione degli operatori booleani (somma, sottrazione, intersezione) ai solidi elementari costituenti
  - Il modello è utilizzato anche per il calcolo automatico delle caratteristiche inerziali.

*Appunti di Disegno Tecnico Industriale*

422



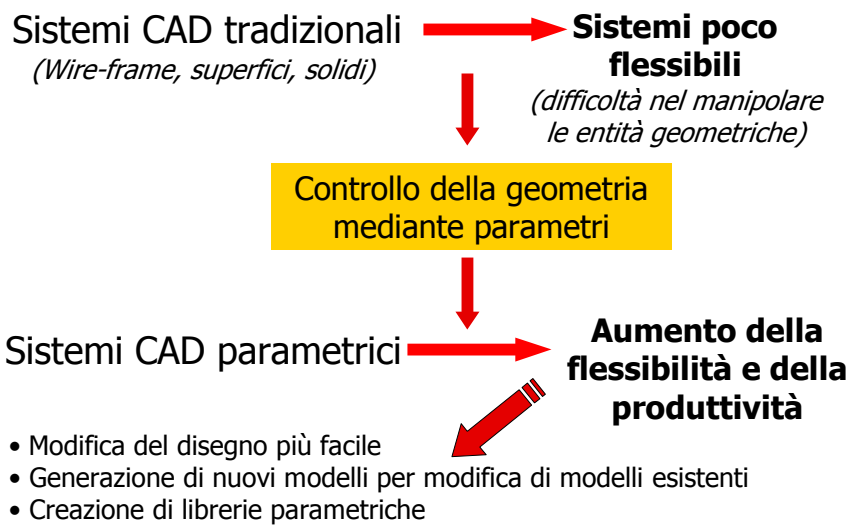
## Ruolo del CAD nella progettazione industriale



Appunti di Disegno Tecnico Industriale

423

## Evoluzione dei sistemi CAD



Appunti di Disegno Tecnico Industriale

424

