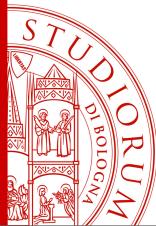


# La Grafica 3D e sue Applicazioni



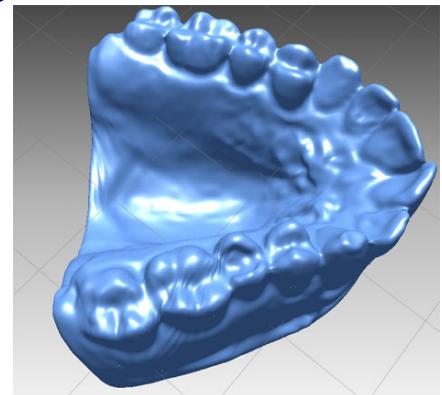


# Seconda Parte

## (immagine come ausilio)



- CAD/CAM e Progettazione Industriale
- Prototipizzazione Rapida (RP)
- Reverse Engineering (RE)
- CAE, GIS e SciVis
- Analisi e Simulazione (FEA, FEM)
- Architettura
- Medicina (MI)
- Arte / Beni Culturali
- .....

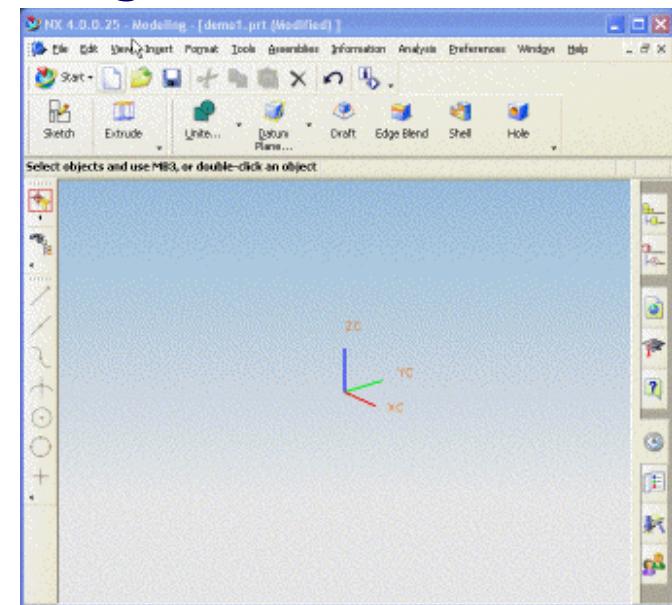


# I Sistemi CAD

- **CAD** è l'acronimo di **Computer Aided Design** e consiste in un software per la progettazione assistita al calcolatore

## Chi usa il CAD?

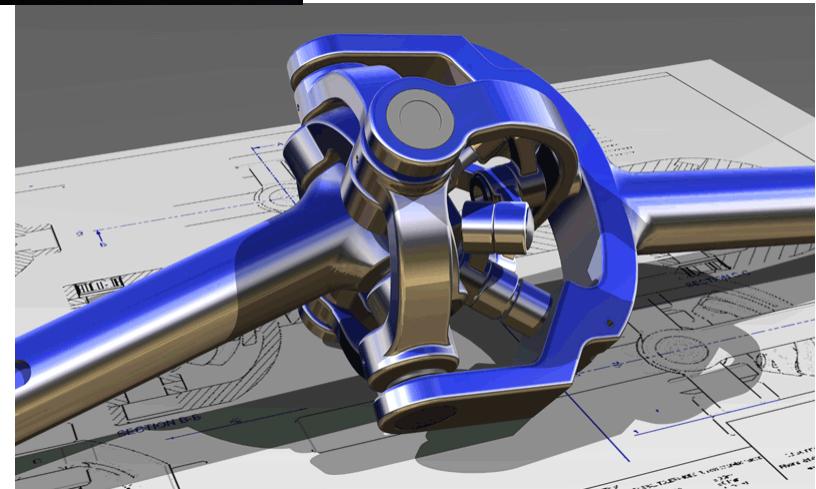
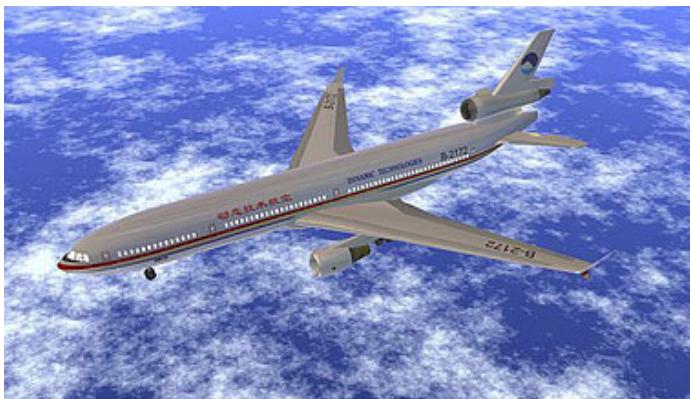
- anni '70: grandi aziende automobilistiche e aerospaziali (main frame).
- anni '80: aziende medio-grandi e tecnologicamente avanzate (workstation grafiche)
- anni '90: diffusione dei PC, evoluzione delle schede e interfacce grafiche, abbassamento dei costi dell'hardware; i sistemi CAD sono alla portata di tutti
- Oggi tutto ciò che viene prodotto industrialmente e non solo viene progettato con il CAD





# Progettazione Industriale

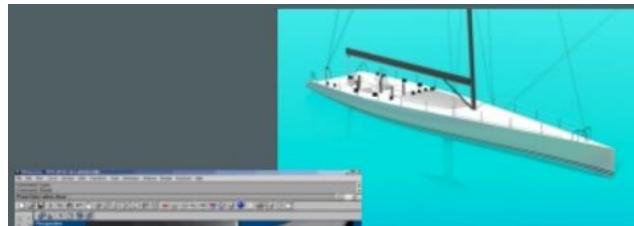
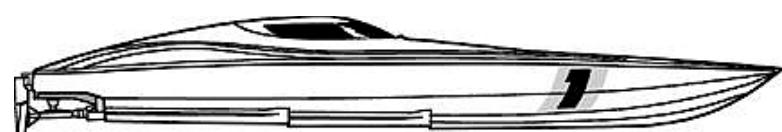
## Aircraft Design





# Progettazione Industriale

Naval Design



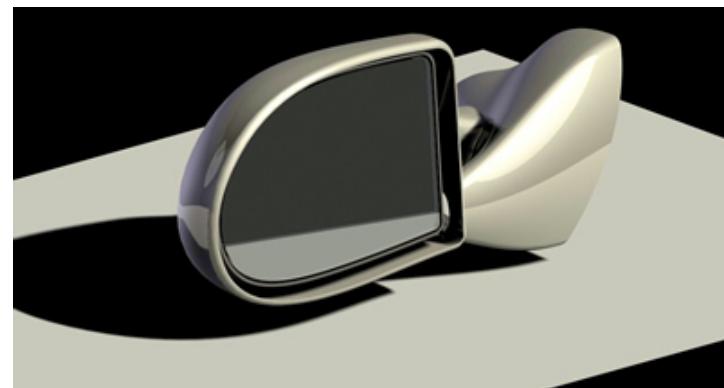
PTC naviga con Luna Rossa





# Progettazione Industriale

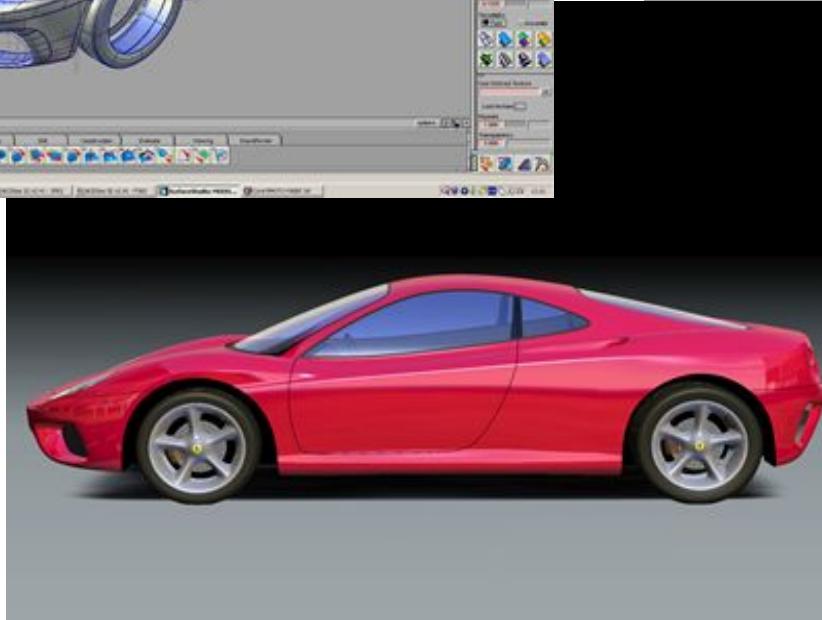
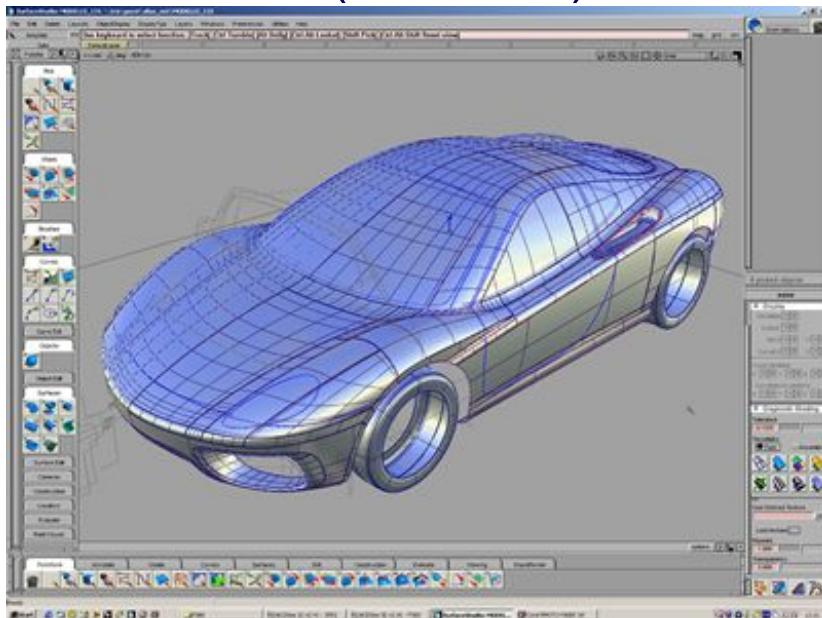
Car Design e Automotive Design





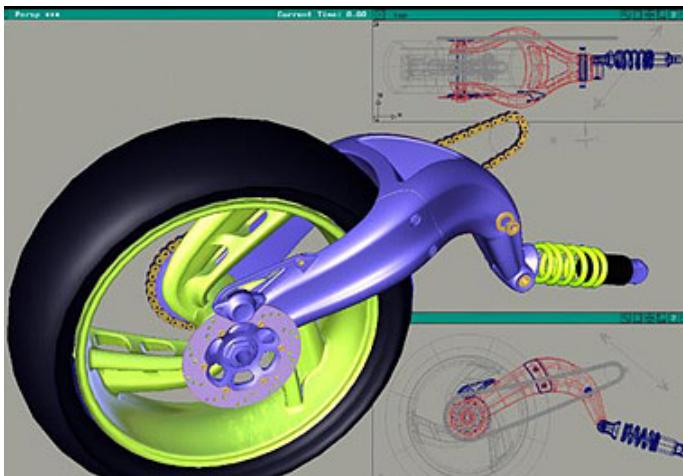
# Ferrari

Studio Tools (Autodesk)





# Progettazione Industriale



Cycle Design



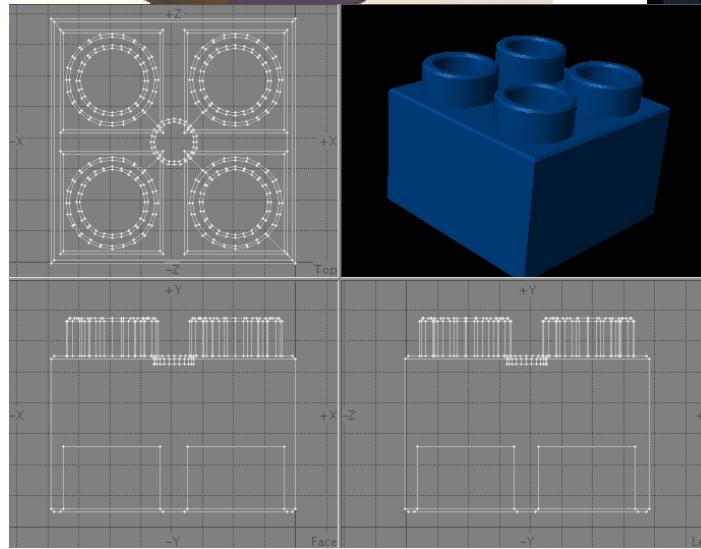
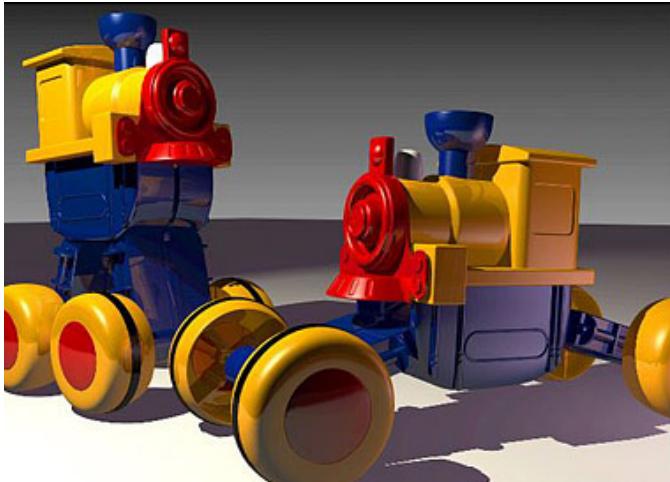
Ducati

*Ducati Monster 52R*

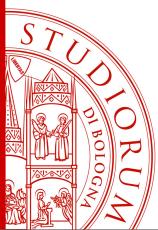


# Progettazione Industriale

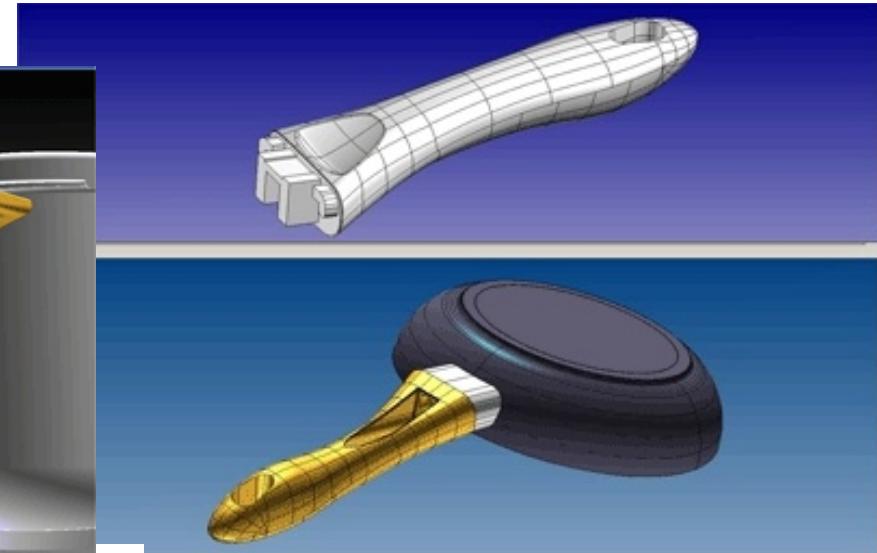
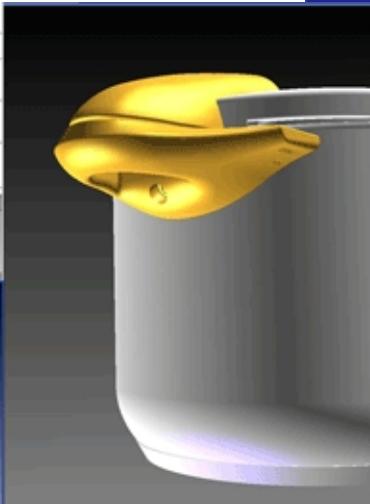
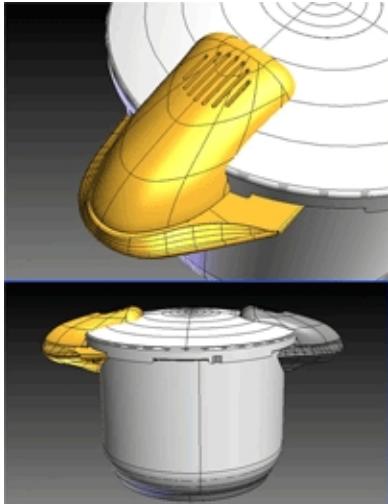
## Toy Design



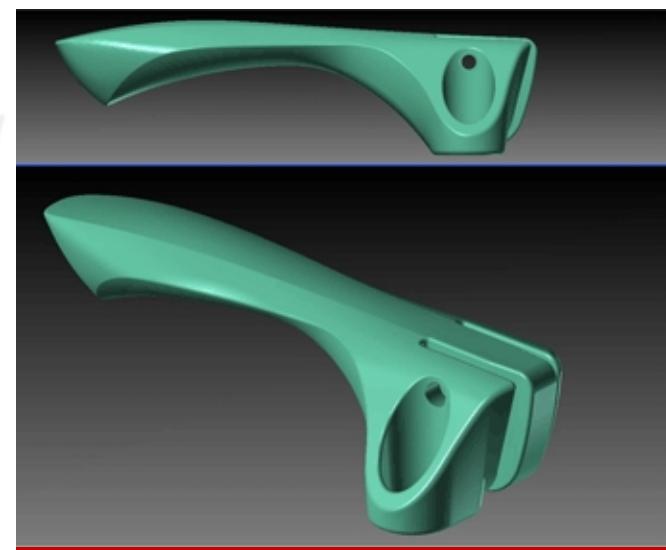
Lego usa Solid Edge  
(Siemens)

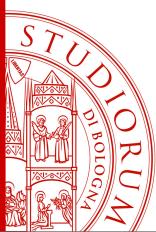


# Lagostina



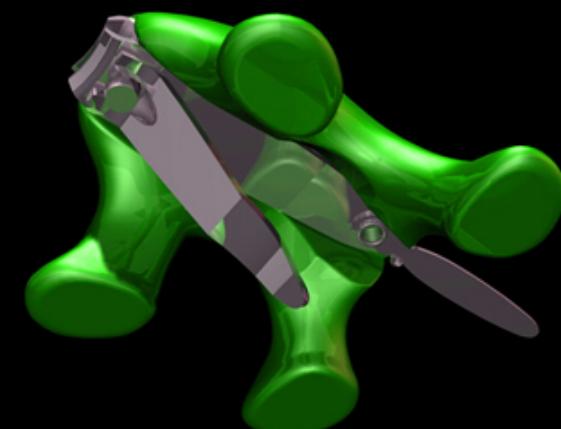
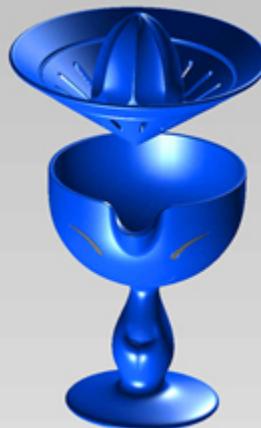
think3





# Alessi

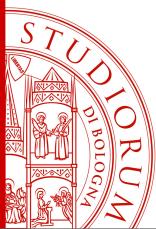
## think3





# Adidas





# Ecc. ecc. ...



Oxalis



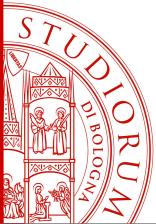
Simop



Grohe

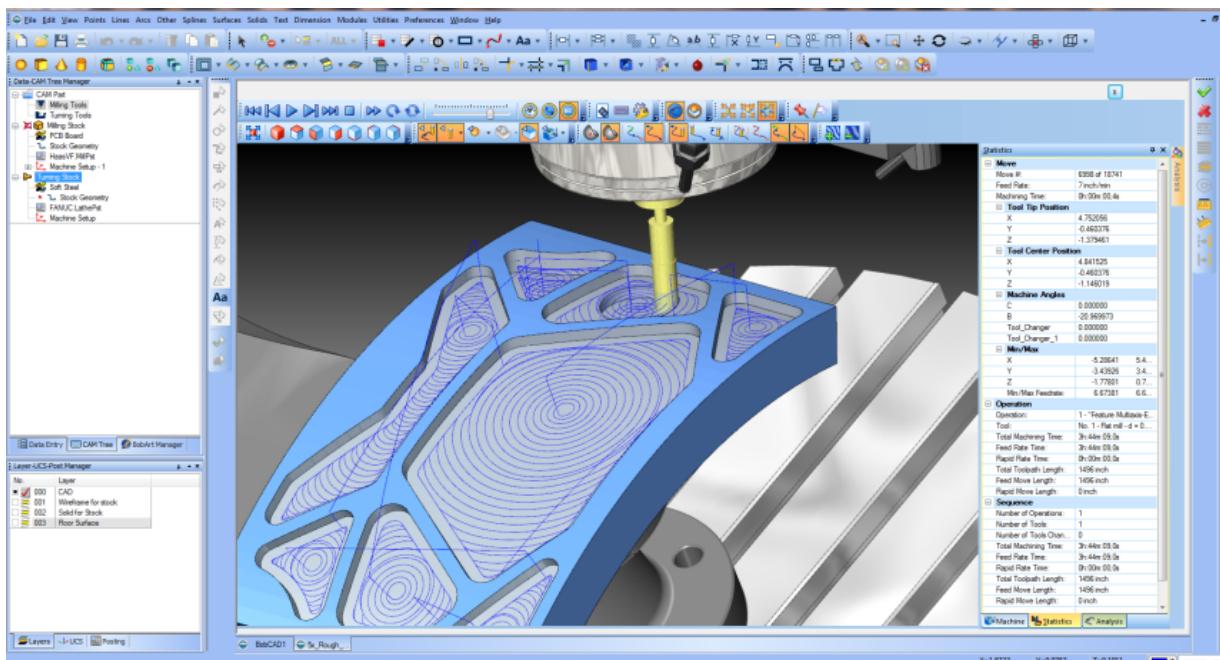


Vega



# CAD/CAM

I modelli 3D generati con un pacchetto CAD possono essere importati in un sistema CAM (Computer Aided Manufacturing); questo genera le istruzioni per una macchina utensile al fine di **produrre** il modello progettato.



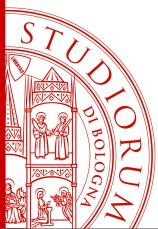
# CAM e Prototipizzazione



**AbaMill compatta 3020**

- Macchine a controllo numerico (CNC) realizzano prototipi e stampi di alta qualità, a partire da un modello CAD 3D.
- Si basano su asportazione di materiale.
- Sono adatte ad essere impiegate in differenti settori: oreficeria, calzatura, architettura (realizzazione di plastici), settore moda e meccanica.

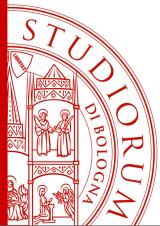
Queste fresatrici permettono di lavorare comodamente materiali come il legno, polimeri di varia densità, metalli (*alluminio, ottone, rame ecc.*), plastica, plexiglass, cera e molti altri.



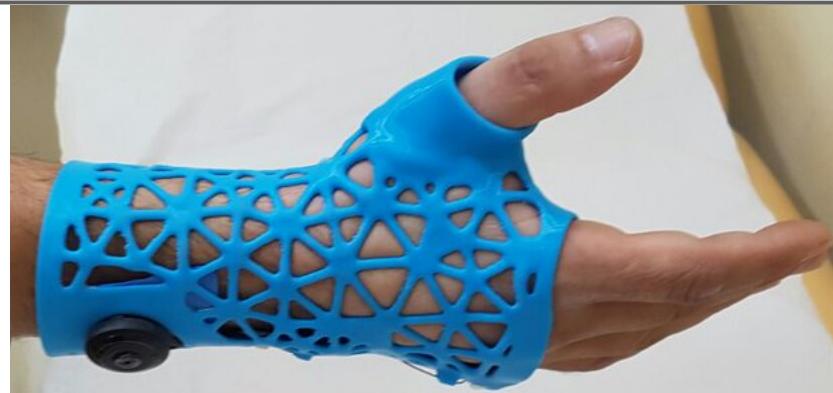
# Prototipizzazione Rapida (PR)

Le tecnologie di PR permettono, a partire da un modello CAD 3D, di realizzare un **prototipo** per addizione di uno strato di materiale sull'altro, indipendentemente dalla complessità della sua geometria e senza la necessità di attrezzature aggiuntive.





# Additive Manufacturing





# Stampa 3D

---

Youtube:

Come funziona una stampante 3D

<https://www.youtube.com/watch?v=lL6l5pkxTmg>

Stampa 3D in metallo by Desktop Metal

<https://www.youtube.com/watch?v=5pmI90AnQ0o>

# Reverse Engineering (RE)

Il RE, utilizzando un sistema a scansione che rileva le coordinate dei punti sulla superficie di un oggetto fisico reale, permette di ricostruirne la geometria al computer, in maniera sufficientemente rapida e precisa.



Tavoletta cuneiforme

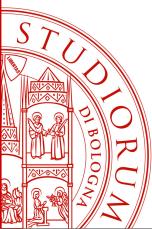


Ricostruzione Mesh

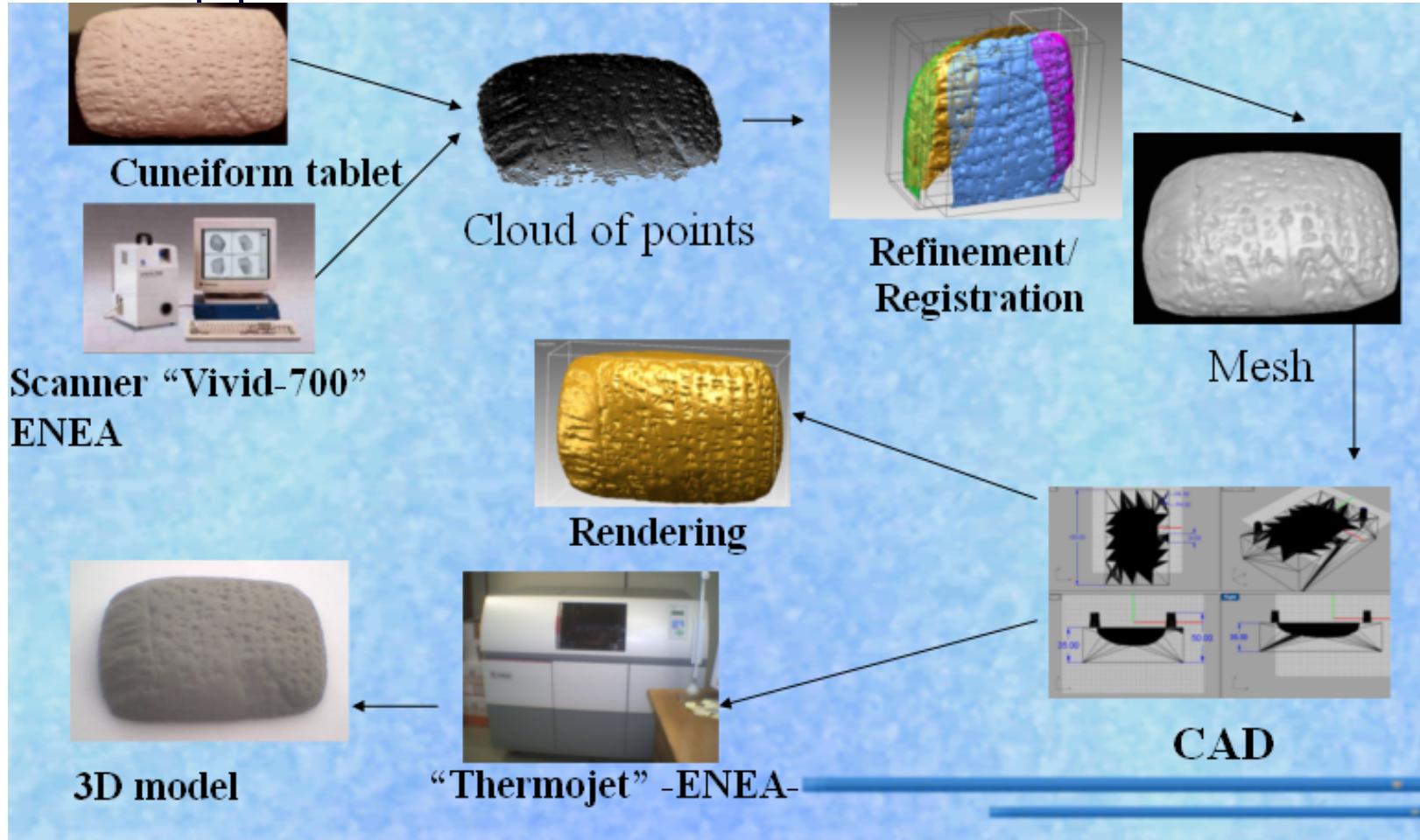


Scanner PICZA PIX-30 Roland

# Reverse Engineering e Prototipizzazione Rapida



L'intera pipeline



# Reverse Engineering

## Scanner 3D: Micro Scribe G2X



### Caratteristiche tecniche

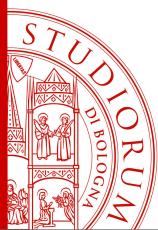
- ▶ Tecnologia piezoelettrica (contact digitizer)
- ▶ Risoluzione (x, y, z): (0.13 mm)
- ▶ Volume di scansione (x, y, z): (Sfera di 126 mm di diametro)

### Pro

- ▶ Poco costoso
- ▶ Acquisisce qualsiasi materiale (trasparenza, consistenza, colore)
- ▶ Accurato (acquisisce fori e rientranze)

### Contro

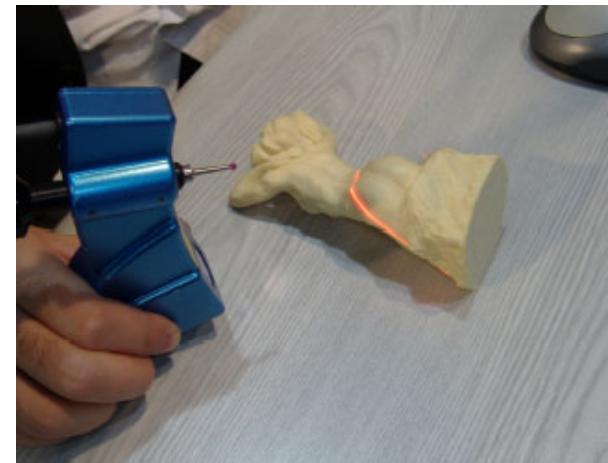
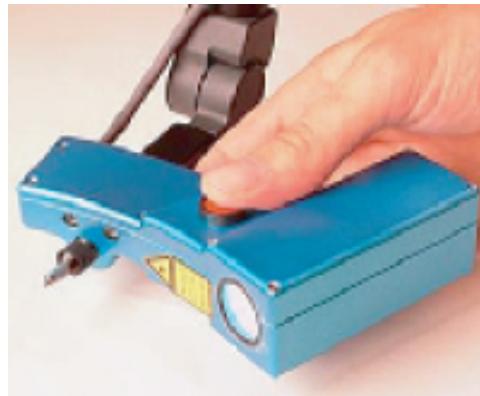
- ▶ Bassa velocità di scansione
- ▶ Acquisisce solo oggetti di dimensioni limitate
- ▶ Software in dotazione limitato



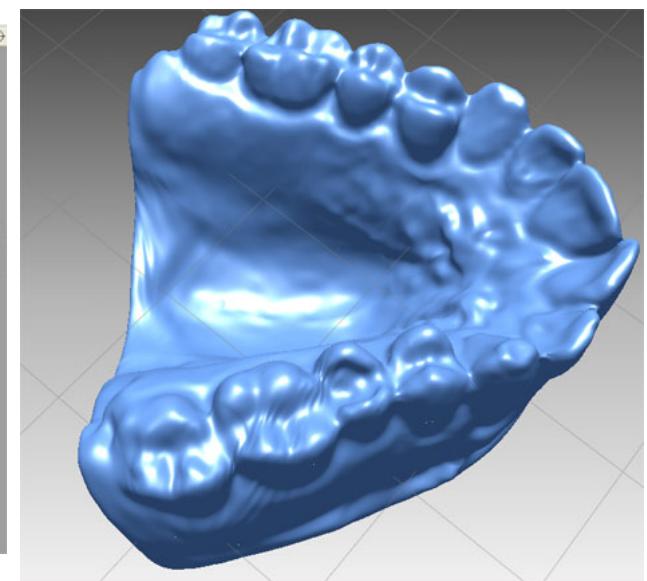
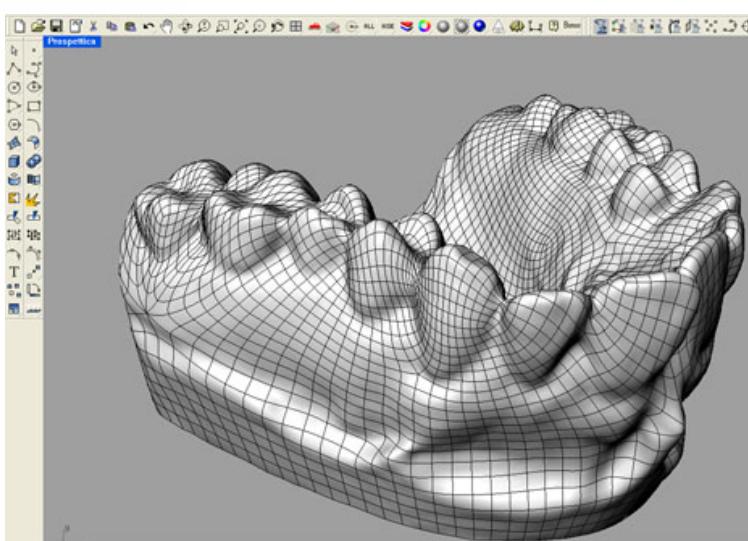
# Reverse Engineering



Laser MicroScan



Spline/NURBS



# Reverse Engineering

Scanner 3D: Minolta VIVID 900



ENEA, Bologna

## Caratteristiche tecniche

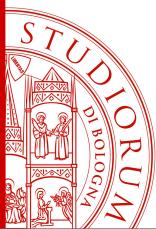
- ▶ Tecnologia ottica a luce strutturata (laser)
- ▶ Risoluzione: 0.17 mm
- ▶ Volume di scansione (x, y, z):  
(110-1200 mm, 80-900 mm, 40-750 mm)  
a seconda dell'ottica

## Pro

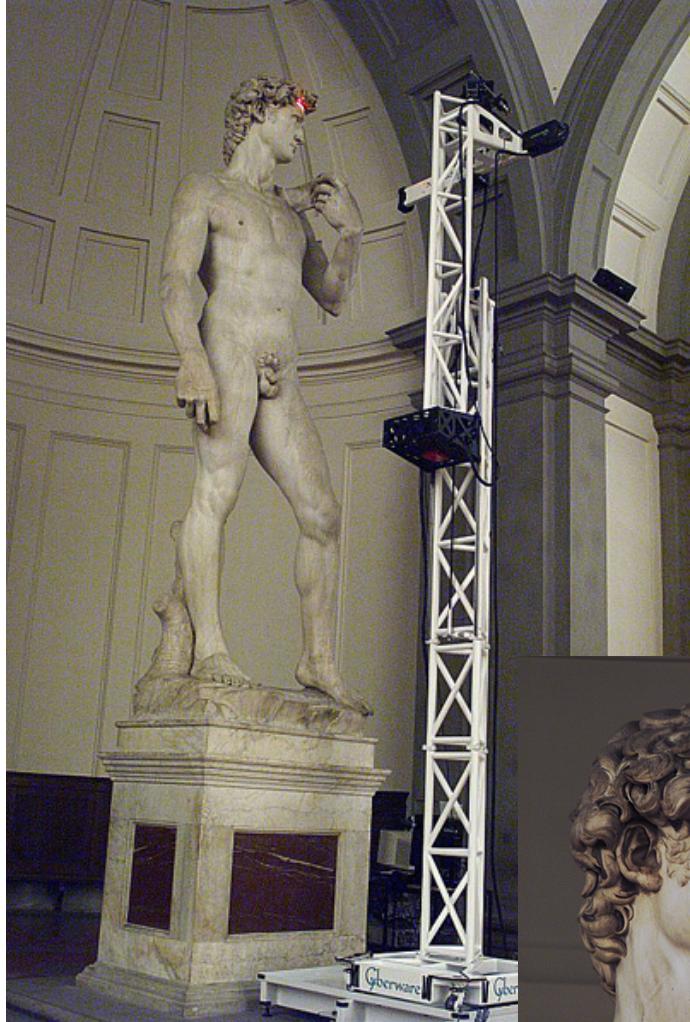
- ▶ Nessun contatto con l'oggetto
- ▶ Veloce nell'acquisizione
- ▶ Software in dotazione evoluto
- ▶ Acquisisce anche il colore (texture)

## Contro

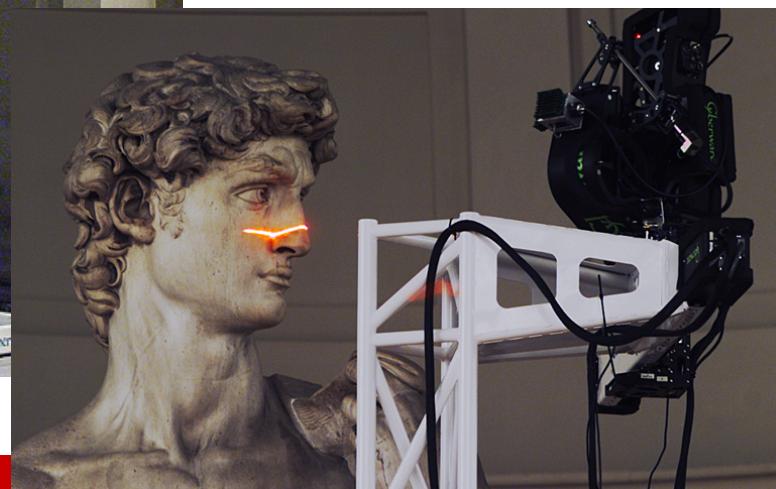
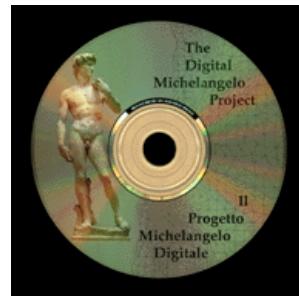
- ▶ Sensibile (molto) alle proprietà ottiche del materiale
- ▶ Relativamente costoso

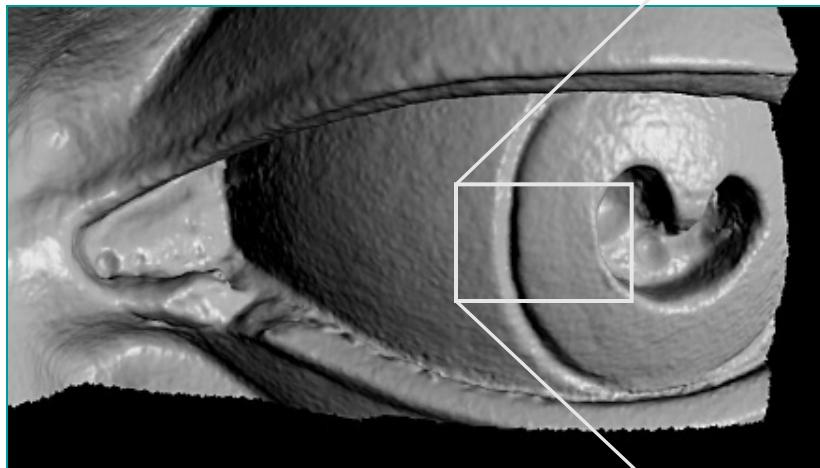


# Reverse Engineering/Arte



The Digital  
Michelangelo  
Project  
(settembre 1998  
giugno 1999)

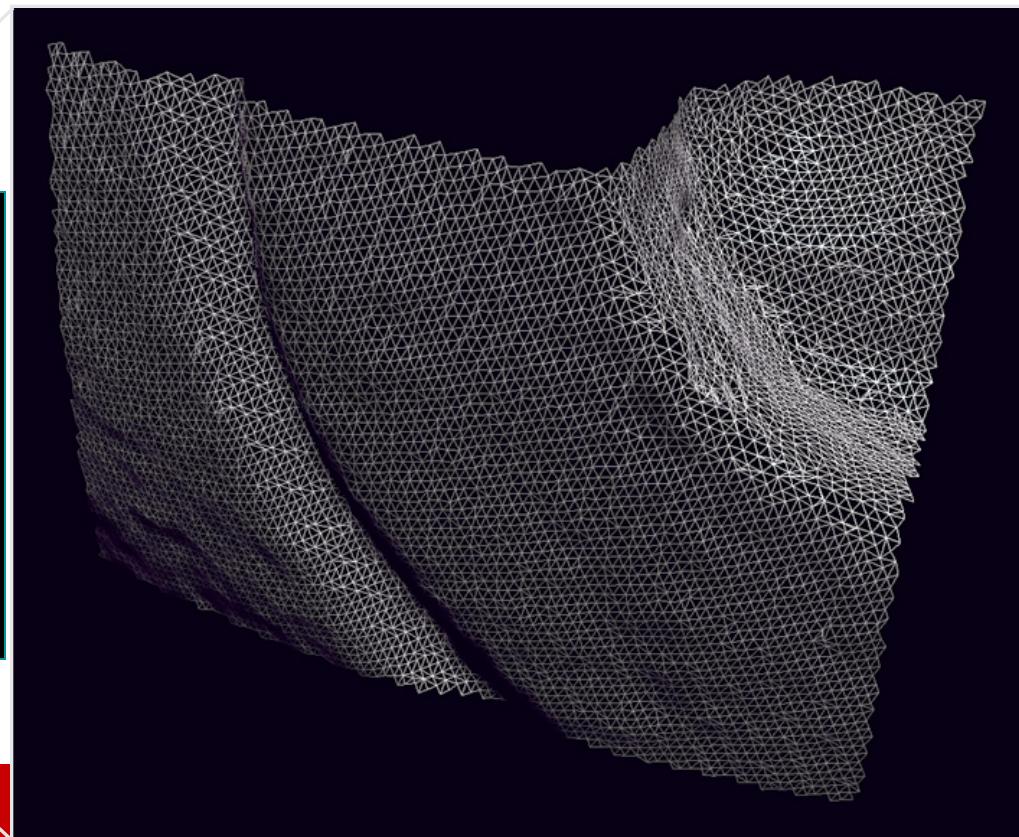


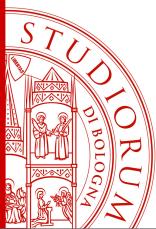


# Arte e Beni Culturali

Youtube: 3D Michelangelo's David

<https://www.youtube.com/watch?v=e-I2BMStRcg>





# Reverse Engineering

---

## Scanner 3D oggi

Youtube:

3D Systems new Sense 3D scanner

<https://www.youtube.com/watch?v=JRixks7Uka0>

Cubify Sense 3D Scanner in Action

<https://www.youtube.com/watch?v=ljjzRzTJOyw>

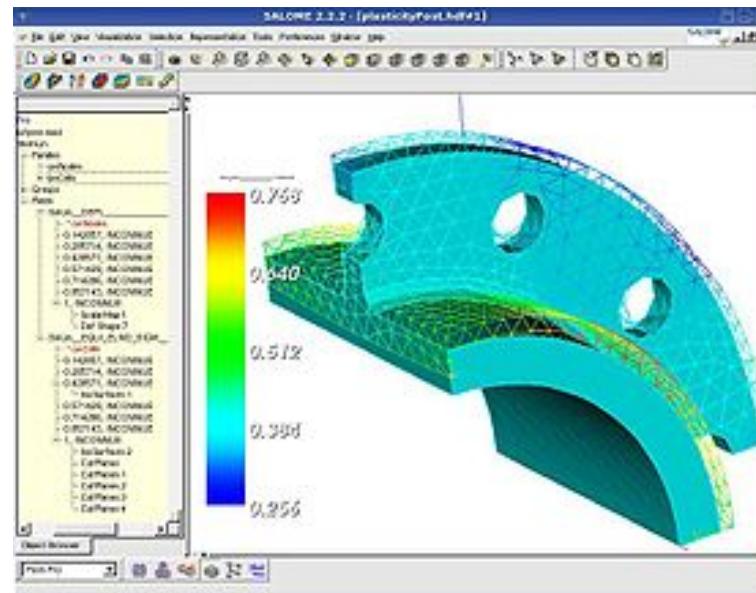
3D Systems Sense - 3D scanner || Unboxing, Installation and first runs

<https://www.youtube.com/watch?v=5rxNiQmRheE>

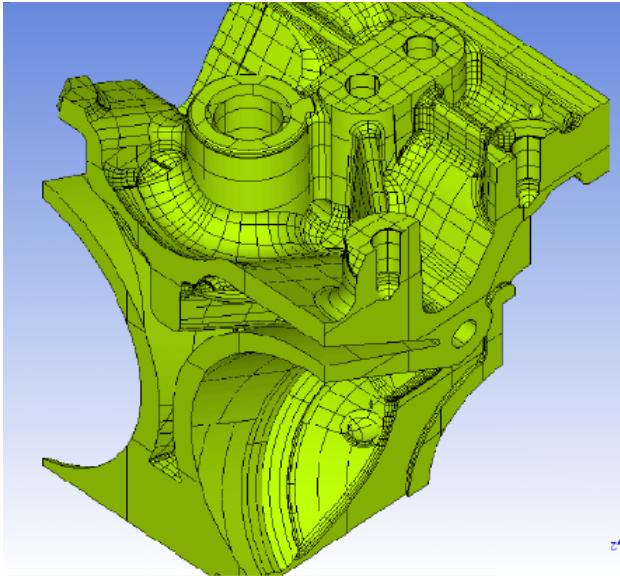
# CAE, GIS e SciVis

I modelli CAD 3D possono essere importati:

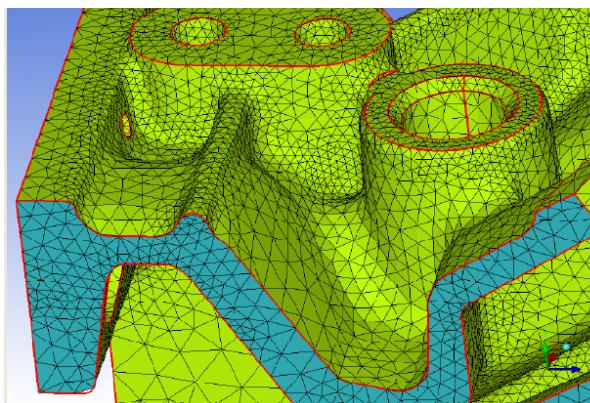
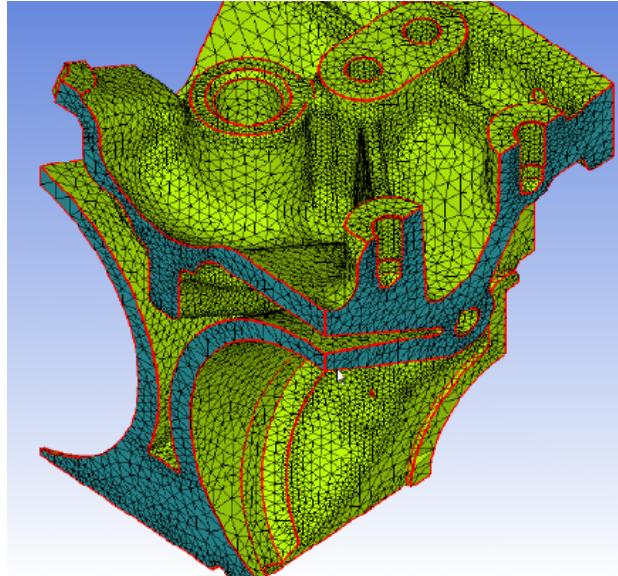
- in un sistema CAE (Computer Aided Engineering), per eseguire i calcoli tecnici per validare e ottimizzare il progetto. Alternativamente, è possibile utilizzare un sistema CAD/CAE, che integra le funzioni di CAD con quelle di CAE
- in un sistema GIS (Geographic Information Systems), per arricchire la cartografia
- in un software per realizzare Visualizzazioni Scientifiche



# Analisi e Simulazione



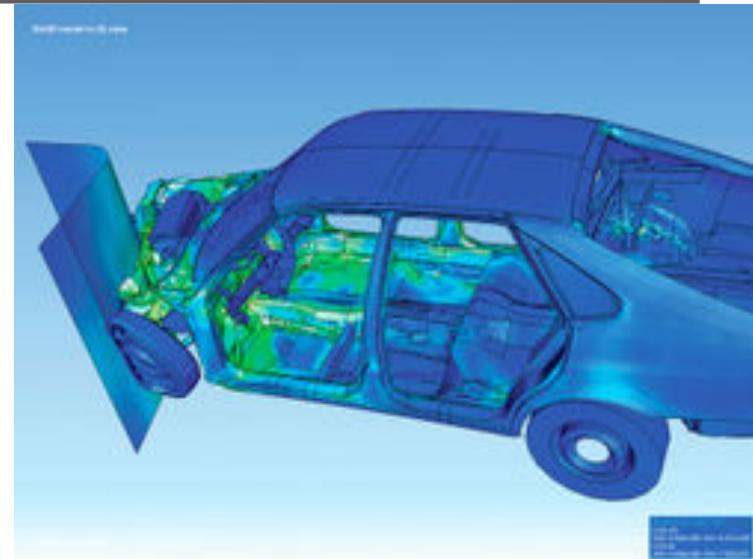
Generazione di Mesh



- La generazione di una mesh fa parte del processo di analisi.
- La mesh influenza l'accuratezza, la convergenza e la velocità della soluzione di una simulazione.
- Il tempo speso per la generazione della mesh del modello è una parte significativa di tutto il tempo necessario per arrivare alla soluzione.

# Crash-Simulation

Un Crash-Simulation è la ricreazione virtuale di un crash-test distruttivo di un'automobile mediante una simulazione al computer allo scopo di esaminare il livello di sicurezza dell'auto e dei suoi occupanti.



FEA: in questa fase del Crash-Simulation si usa il FEM (Finite Element Method); esso coinvolge una serie di procedure che elaborano le forze applicate e le proprietà del modello. Una tale analisi strutturale permette la determinazione di effetti quali deformazioni, sollecitazioni, tensioni, rotture causate da carichi strutturali come forze, pressione e gravità.

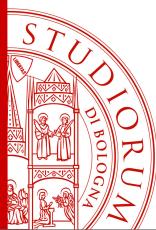
**Youtube:**

[https://www.youtube.com/watch?v=zssG3n19\\_yE](https://www.youtube.com/watch?v=zssG3n19_yE)

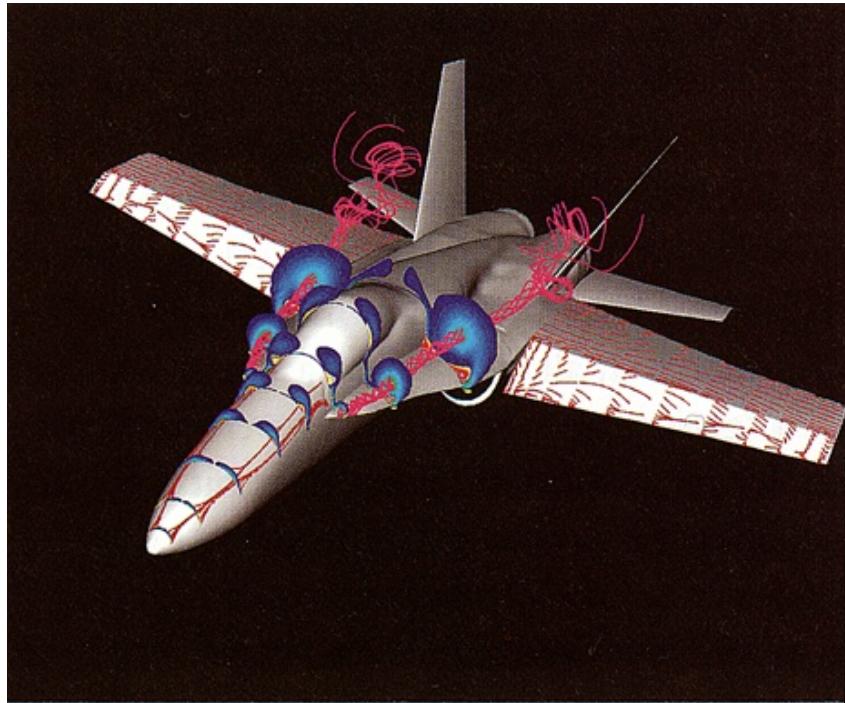
Car Crash Simulation:

<https://www.youtube.com/watch?v=47pIYy3TLbU>

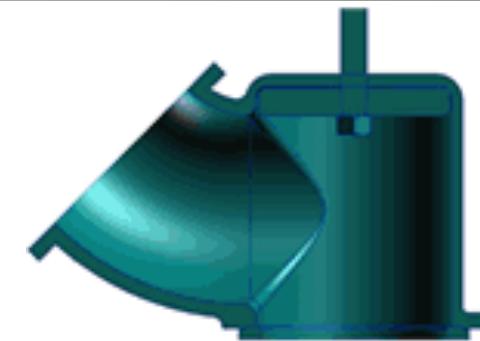
Plane Crash Simulation,



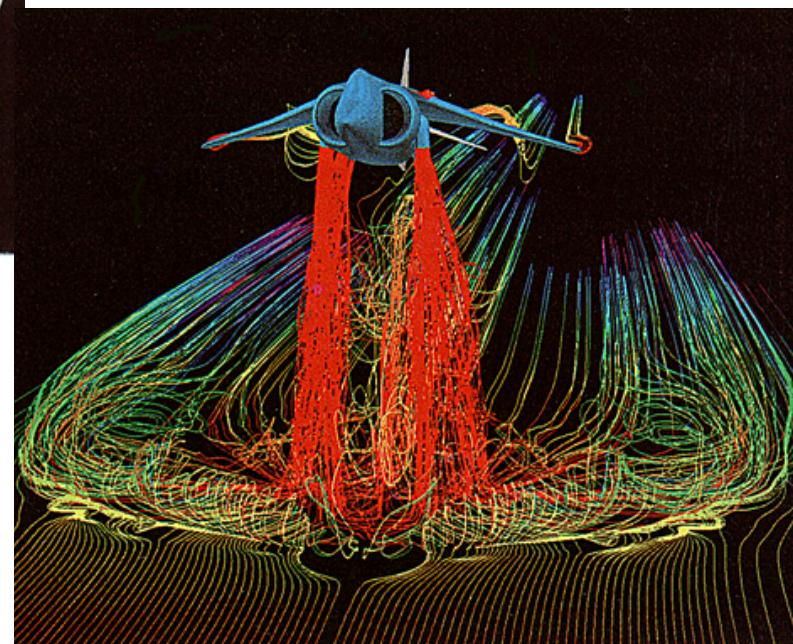
# Analisi e Simulazione

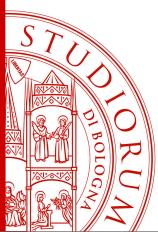


Simulazione di turbolenze,  
vortici, correnti,  
aerodinamicità, ecc.



Data/ScientificVisualisation





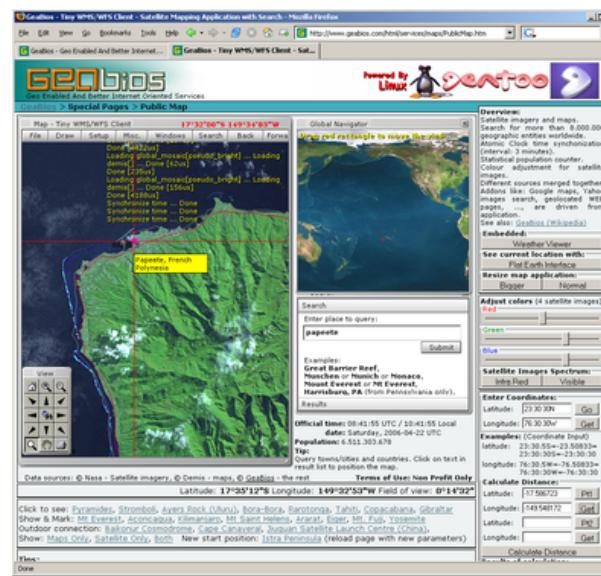
# Geographic Information Systems (GIS)

Un GIS è un database di informazioni geografiche 2D e 3D sia naturali che artificiali (strade, edifici, montagne, ecc.).

-Si tratta di un “computer system” in grado di integrare, memorizzare, editare, analizzare, condividere e visualizzare informazioni geografiche.

-In senso più generale è un tool che permette a degli utenti di formulare interattivamente delle domande, analizzare le informazioni geografiche, ed editare dati.

La tecnologia GIS può essere usata per ricerche scientifiche, gestione di risorse, gestione del patrimonio, stima dell'impatto ambientale, pianificazione urbana, cartografia e pianificazione stradale.



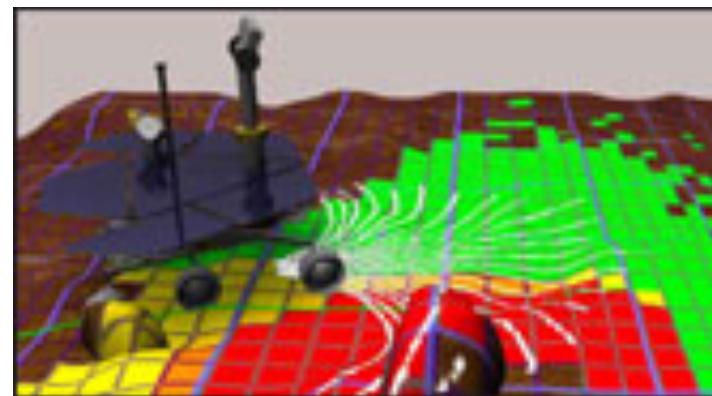
# Simulazione

NASA (National Aeronautics and Space Administration)



NASA's Mars  
Exploration Program

Spirit e Opportunity (2003)

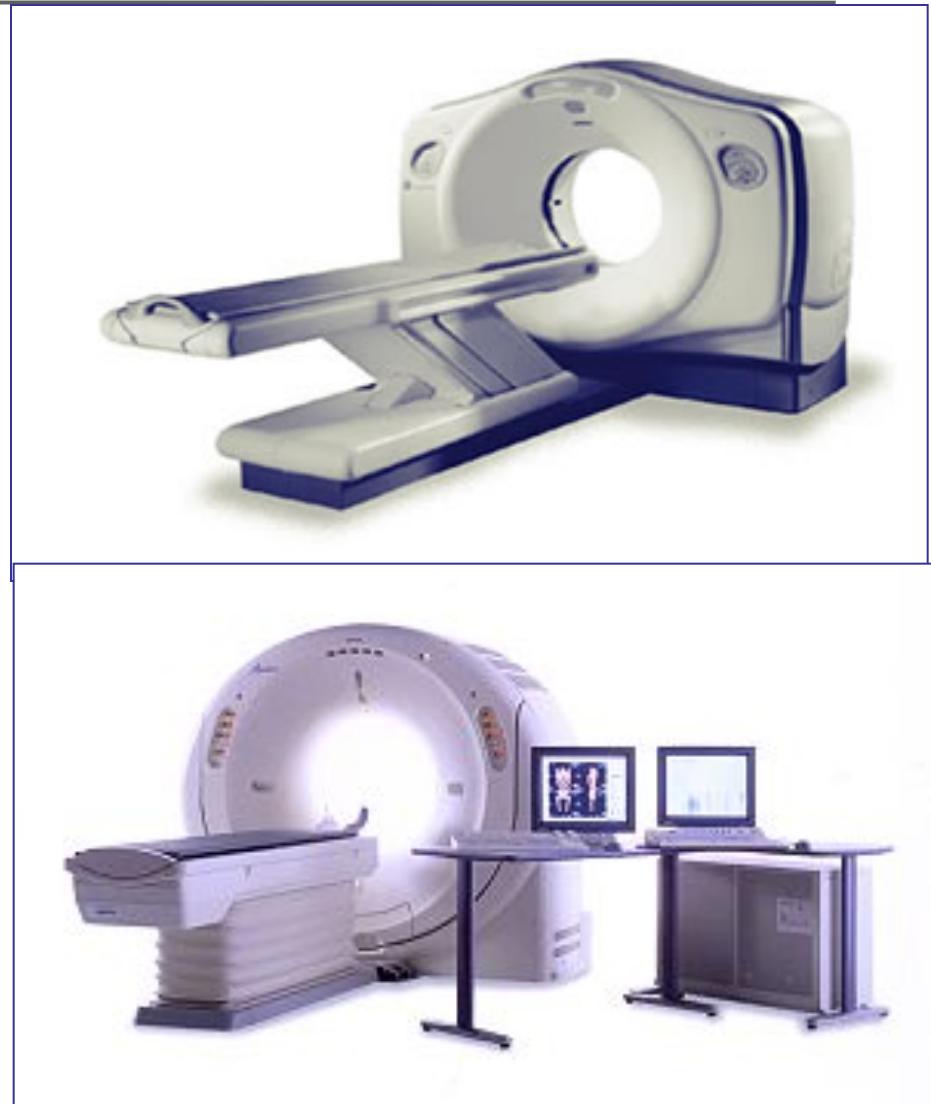


Youtube: NASA at Mars: 20 years of 24/7 exploration

<https://www.youtube.com/watch?v=JXZa8cmab1g>

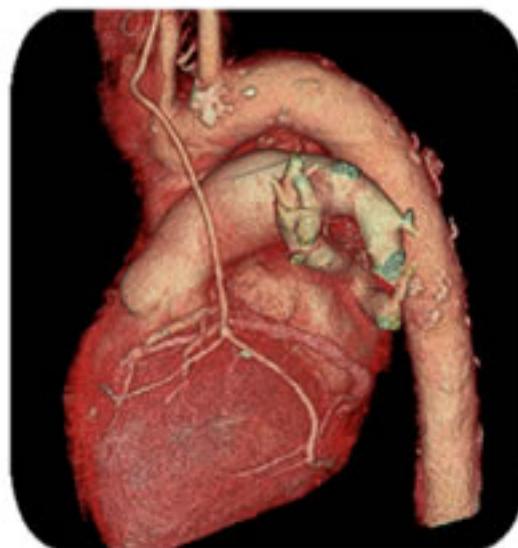
# CT Scan 64

CT sta per Computer Tomography e 64 per il numero di rilevatori; questa tecnologia acquisisce immagini ruotando le camere (rilevatori ai raggi X) intorno al corpo del paziente. La qualità ed il numero delle acquisizioni permettono, ad un software specializzato, di generare una ricostruzione 3D dell'organo o parte del corpo esaminato e quindi di produrre delle immagini a schermo di tali ricostruzioni.

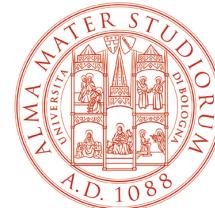
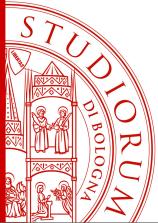


# CT Scan 64: esempi

Check-up del cuore con analisi delle coronarie, valvole, analisi ventricolare, massa del miocardio, morfologia delle placche e del tessuto polmonare



Immagini sintetiche dei vasi sanguigni



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**Giulio Casciola**  
Dip. di Matematica  
[giulio.casciola at unibo.it](mailto:giulio.casciola@unibo.it)