Fondamenti della modellazione 3D

Impara le basi della modellazione tridimensionale

punto impresa digitale

UNIONCAMERE

DINTEC
CONSORZIO PER L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

Docente

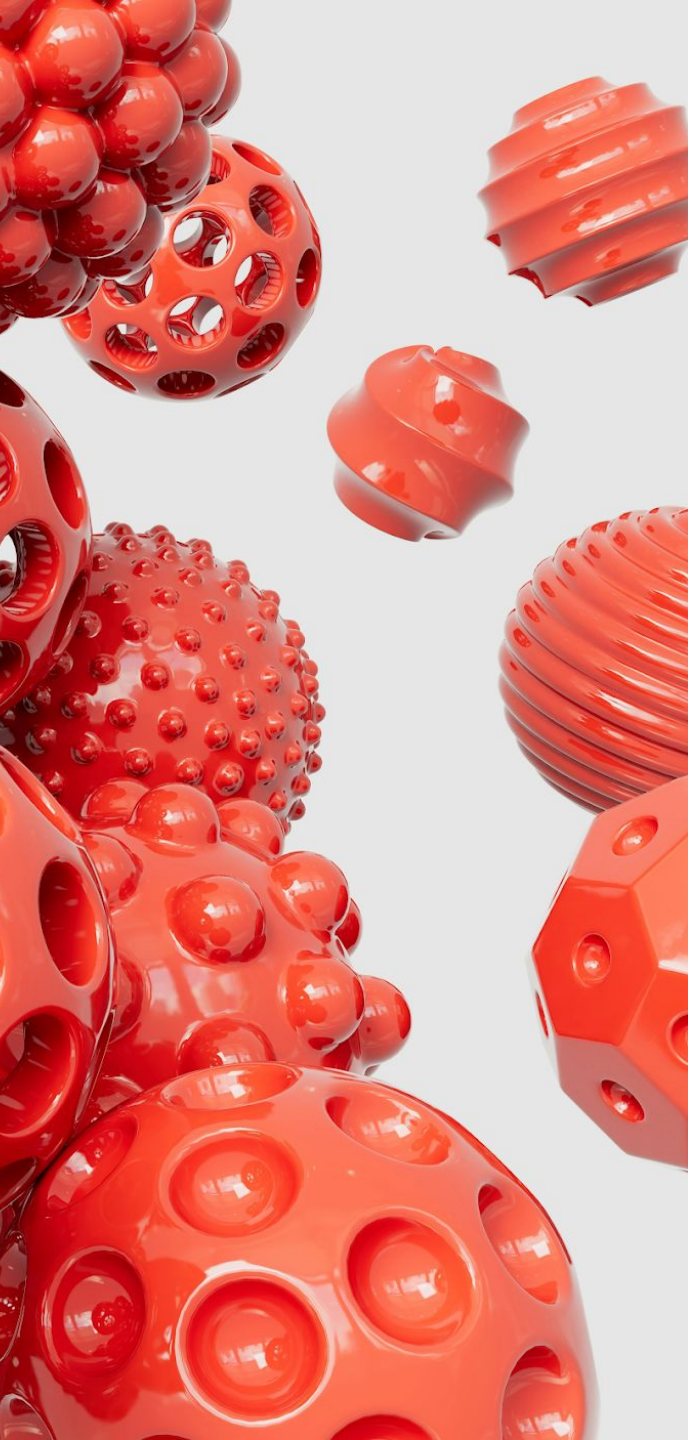
Danilo Scappatura

Product Designer



01

Introduzione alla modellazione 3D



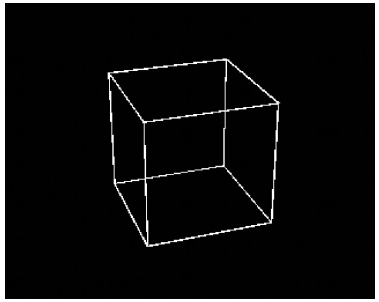
Cos’è la modellazione 3D?

Processo atto a creare **rappresentazioni tridimensionali** di oggetti in uno spazio tridimensionale **virtuale**, permettendo di visualizzarlo da diverse angolazioni e prospettive.

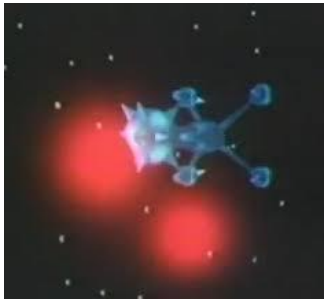
La storia della modellazione 3D



Anni ‘60



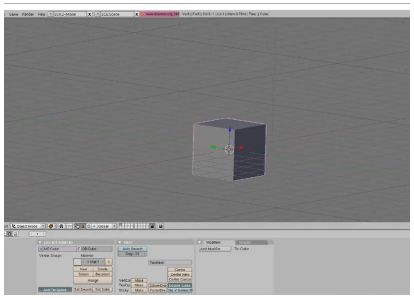
Anni ‘70

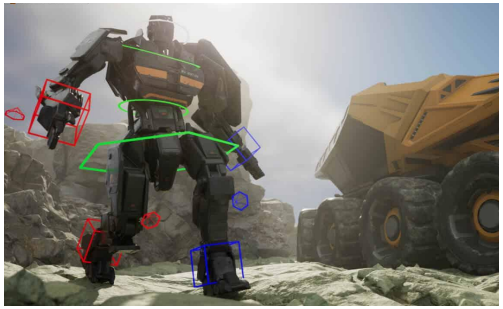


Anni ‘80

La storia della modellazione 3D







Anni ‘90

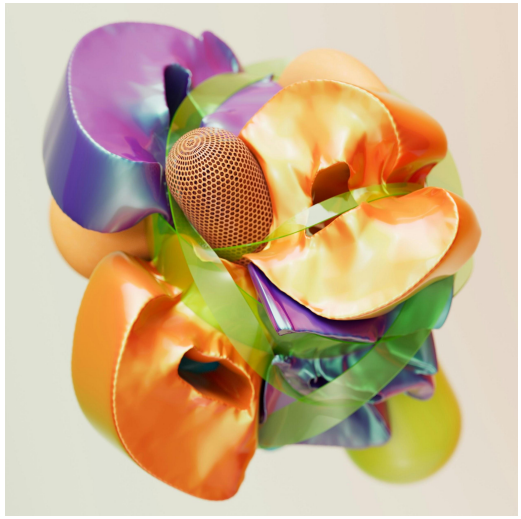
Anni 2000

Anni 2010+

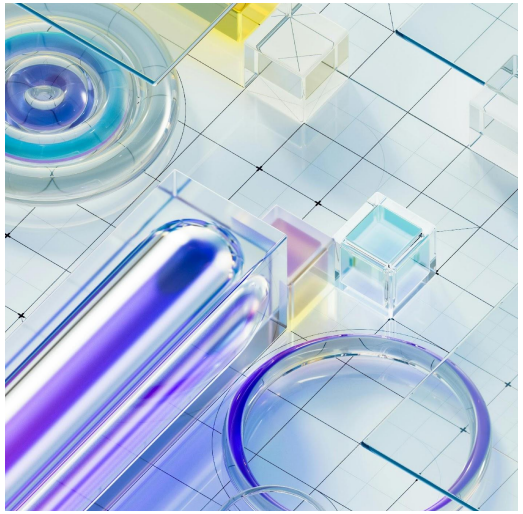
02

Le tipologie di modellazione

Principali differenze



Modellazione organica



Modellazione geometrica

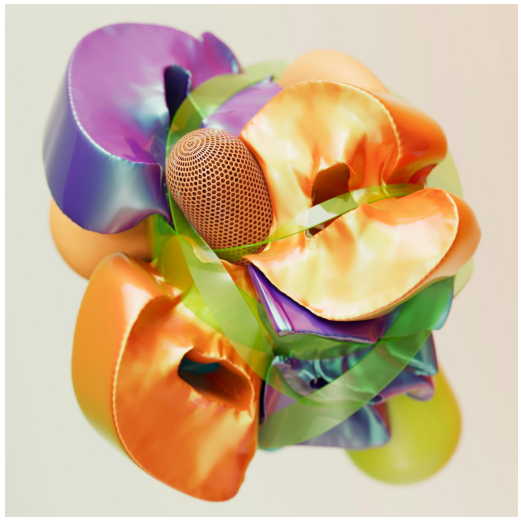
Modellazione organica

- Si concentra sulla creazione di **forme complesse e fluide** che imitano oggetti naturali, come piante, animali e figure umane.
- Utilizza strumenti come il "**sculpting**" per ottenere forme morbide e dettagliate.
- Permette un alto livello di **dettaglio e realismo**, ideale per character design e creature.
- Spesso più **intuitiva**, poiché si può "modellare" come si farebbe con la scultura tradizionale.

Modellazione geometrica

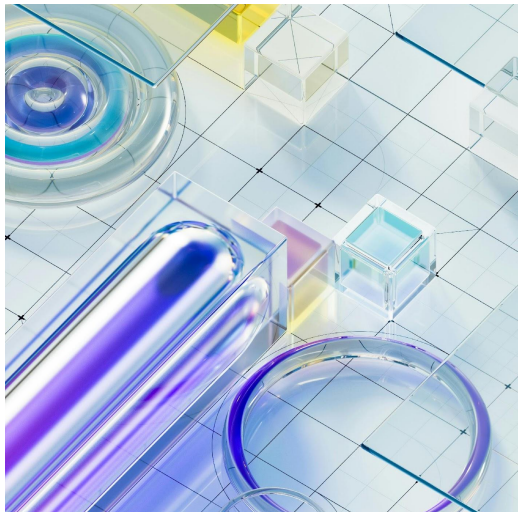
- Si basa su **forme geometriche rigide e definite**, come poligoni, linee e superfici piane.
- Utilizza **primitive** come cubi, sfere e cilindri, oltre a operazioni booleane per creare forme più complesse.
- Maggiore **precisione e controllo** sulle dimensioni e le proporzioni, adatta per oggetti meccanici e architettura.
- Le forme sono spesso più facili da esportare in software di ingegneria o produzione.

Principali differenze



Modellazione organica

Forme fluide e dettagliate, ideale per oggetti naturali



Modellazione geometrica

Forme rigide e definite, migliore per oggetti tecnici e architettonici

03

Concetti base della modellazione 3D

Vettori, piani e sistemi di coordinate

- **Vettori:** descrivono la direzione e la distanza
- **Piani:** sono "helper" astratti bidimensionali
- **Sistemi di coordinate:** sistema di riferimento basato su coordinate, le quali individuano la posizione di un oggetto in qualche spazio

Primitive

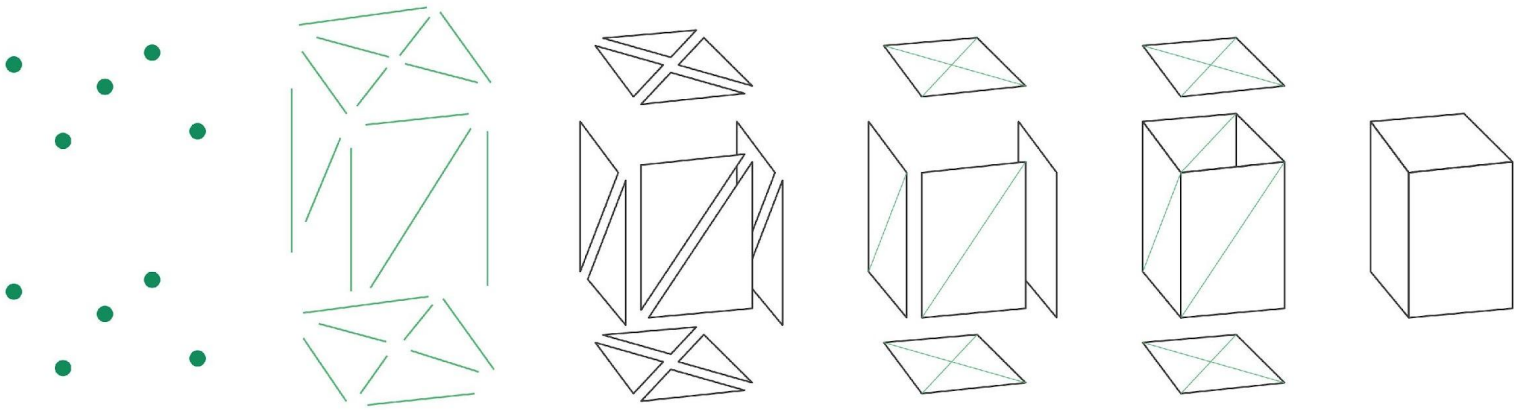


Le primitive sono **forme geometriche semplici** che servono come base per creare modelli più complessi

Vertici, spigoli e facce

- **Vertici:** sono punti nello spazio tridimensionale. Ogni vertice ha coordinate (X, Y, Z) che determinano la sua posizione
- **Spigoli:** sono le linee che collegano due vertici
- **Facce:** sono superfici piane delimitate da spigoli. La maggior parte dei modelli 3D utilizza facce triangolari o quadrangolari (poligoni)

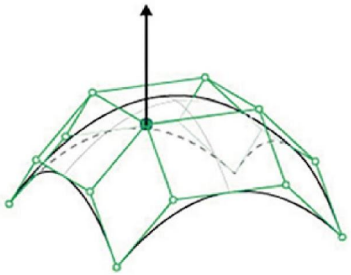
Vertici, spigoli e facce

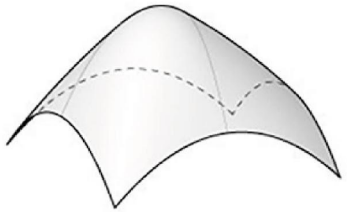


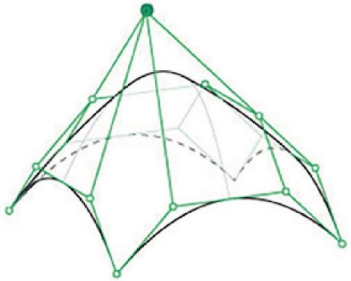
Vertici Spigoli Facce Poligoni Superfici Modello 3D

Le superfici

Le superfici sono uno degli **elementi fondamentali** per rappresentare oggetti e forme. Esistono diversi tipi di superfici in 3D, ognuno con caratteristiche specifiche, usi e vantaggi in base al contesto.



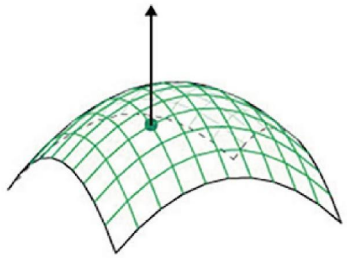


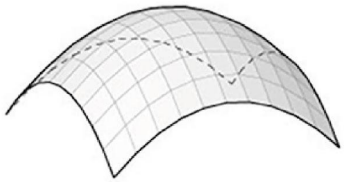


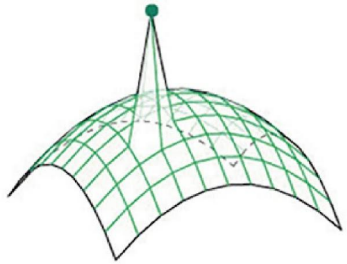


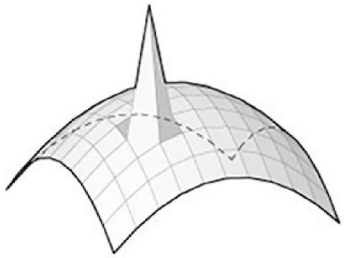
NURBS

- Basata su **curve matematiche**
- Elevata **precisione** nelle superfici curve
- Usata in CAD, design industriale, ingegneria
- Modifica tramite **punti di controllo**
- Superfici curve rappresentate in modo **efficiente**





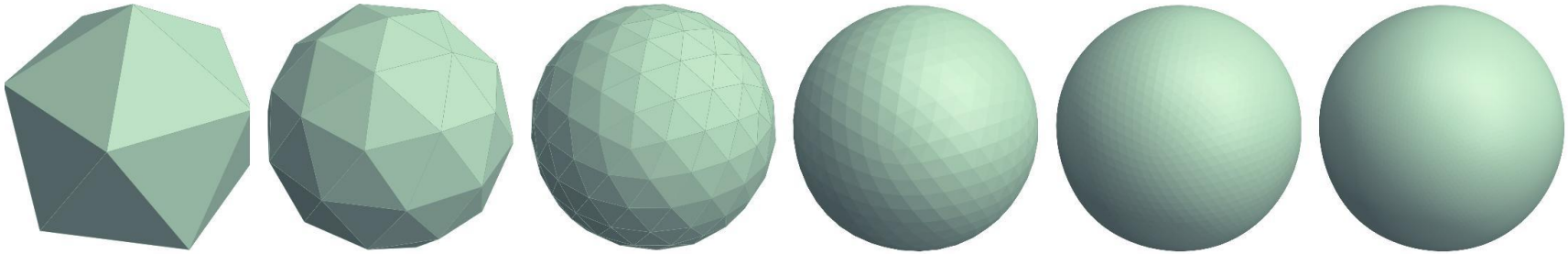




Mesh

- Composta da **poligoni** (triangoli o quadrati)
- **Approssimativa**, dipendente dal numero di poligoni
- Usata in film, videogiochi, animazioni 3D
- Modifica tramite **vertici e poligoni**
- Più **complessa** per rappresentare superfici curve

Superfici di Subdivisione



- Combinano la **semplicità delle mesh** poligonali con la capacità di generare **superfici lisce** simili a quelle NURBS
- Può essere **suddivisa ripetutamente** per ottenere superfici più dettagliate e morbide

La topologia





Si riferisce alla struttura e all'organizzazione della geometria di un modello.

- **Quads e triangoli**
- **Flow della topologia** (Edge Flow)
- **Retopologia**

04

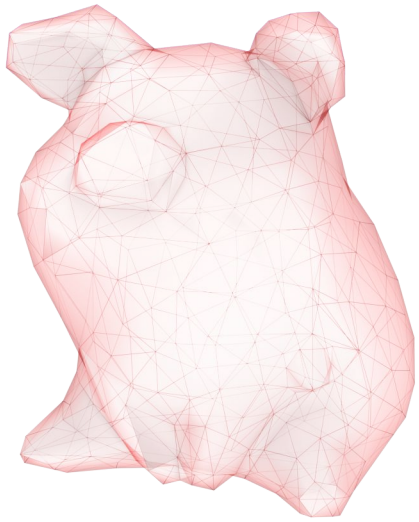
Tecniche di modellazione 3D

Modellazione Poligonale

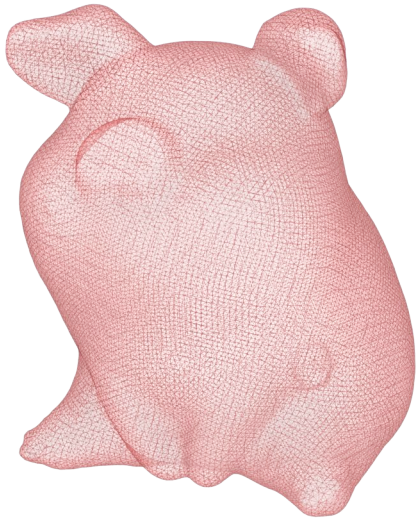


- Utilizza **poligoni** per costruire forme tridimensionali
- È molto comune in videogiochi, animazioni e film. Consente di creare modelli dettagliati e ottimizzati per le prestazioni

Low-poly vs High-poly



Low-poly



High-poly



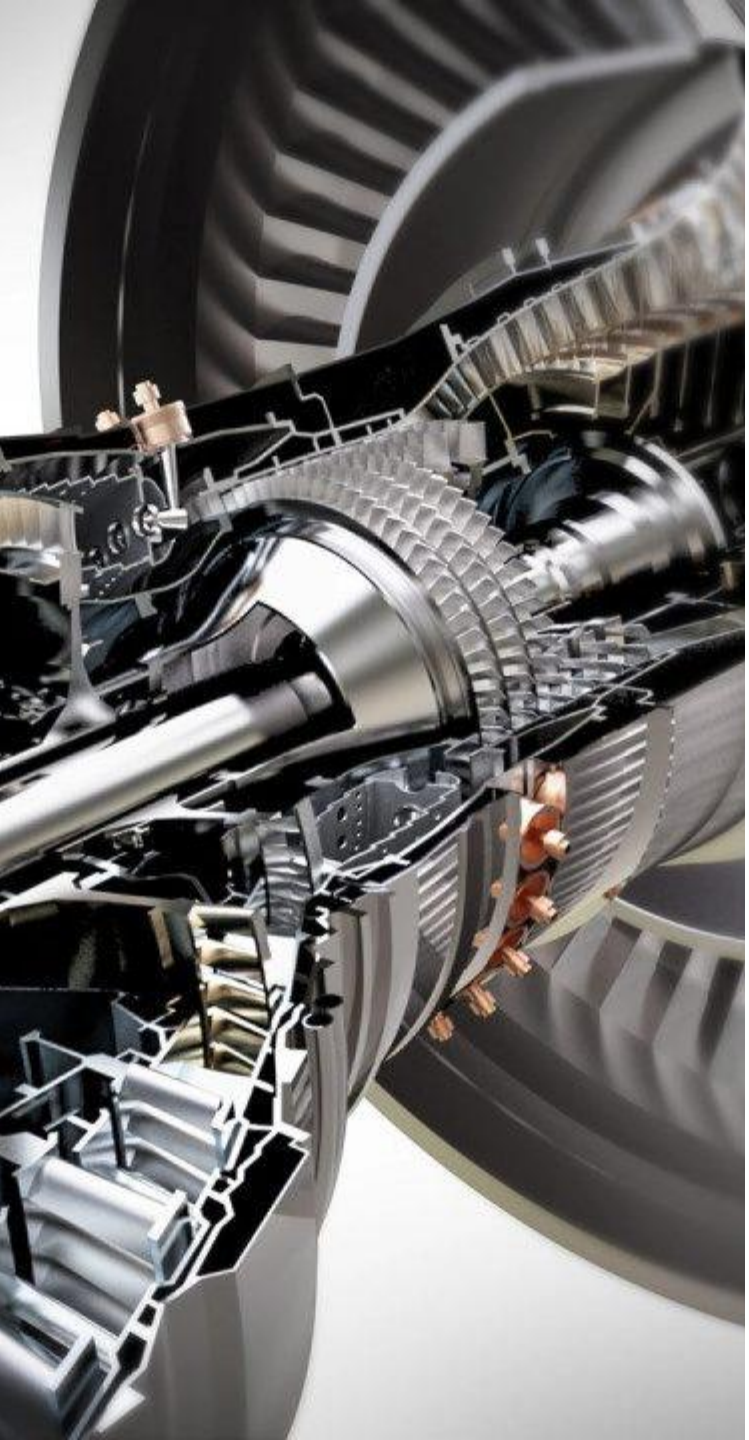
Modellazione NURBS

- Utilizza superfici curve e complesse, definendo la geometria attraverso curve matematiche
- Ottima per oggetti che richiedono superfici lisce e precise, come automobili e prodotti di design industriale

Sculpting

- Simula la scultura tradizionale, permettendo di "modellare" digitalmente come si farebbe con l'argilla
- Ideale per creare dettagli complessi e forme organiche, utilizzato spesso nel character design e nella creazione di creature





Modellazione CAD

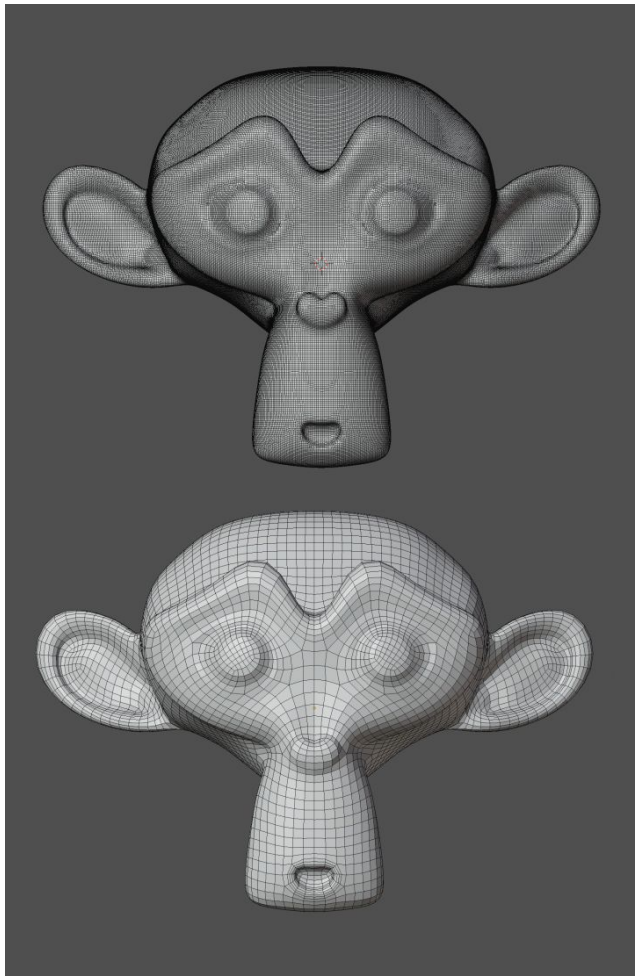
- Si concentra sulla creazione di modelli tecnici e precisi, utilizzando strumenti specifici per ingegneria e architettura
- Usata in ingegneria, architettura e design meccanico per produrre progetti dettagliati e funzionali

Modellazione Procedurale

- Genera modelli e texture attraverso algoritmi e parametri, permettendo variazioni automatiche e design ripetibili
- Spesso utilizzata per creare ambienti generativi, come paesaggi o texture complesse



Retopology



- Processo di semplificazione di un modello 3D complesso, mantenendo i dettagli visivi ma riducendo il numero di poligoni
- Utilizzata per ottimizzare modelli per videogiochi e animazioni, rendendoli più leggeri e gestibili

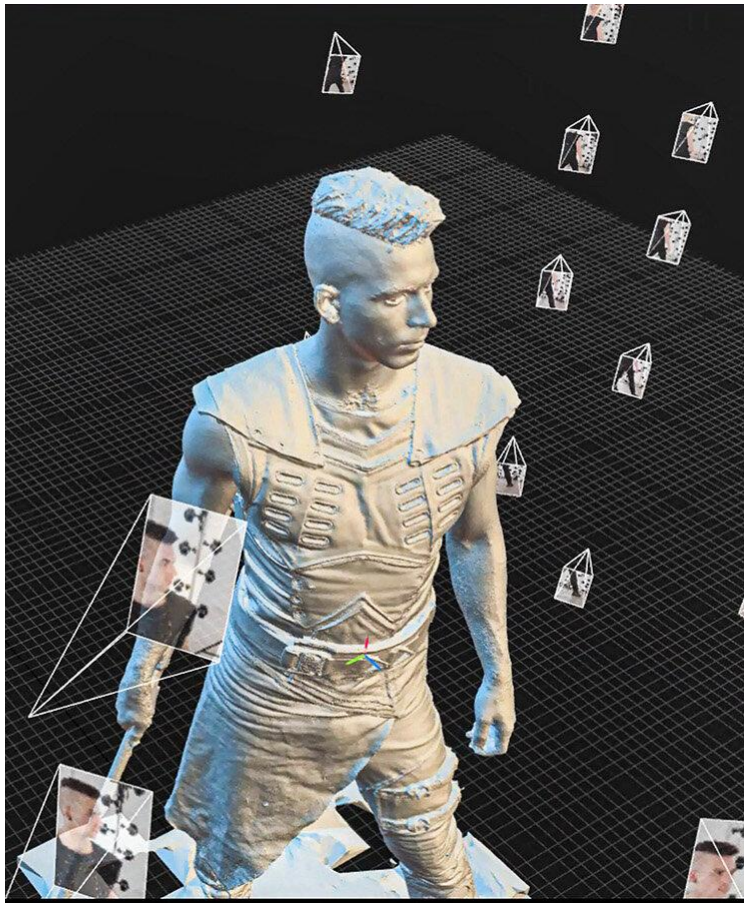
UV Mapping

- Non una tecnica di modellazione in sé, ma essenziale per applicare texture su modelli 3D, creando una rappresentazione 2D delle superfici

- Fondamentale per la texturizzazione in qualsiasi progetto di modellazione 3D



Photogrammetry



- Tecnica che crea modelli 3D a partire da fotografie di oggetti reali, utilizzando software specializzati per ricostruire la geometria
- Utilizzata in architettura, heritage preservation e videogiochi per creare repliche dettagliate di oggetti reali

Modellazione a vettori

- Utilizza forme vettoriali per creare oggetti 3D
- Spesso utilizzata in grafica e design, per la creazione di loghi o illustrazioni 3D



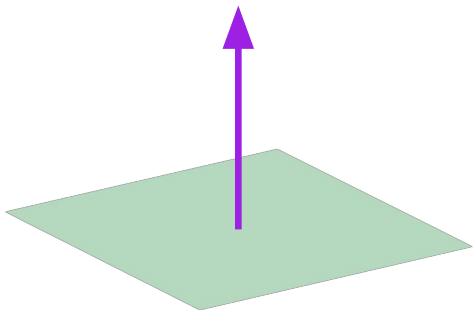
05

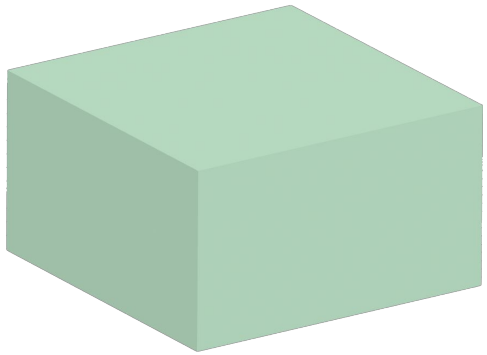
Strumenti di modellazione 3D

Estrusione

Consente di creare nuove geometrie **spingendo** o **tirando** facce o bordi di un oggetto.

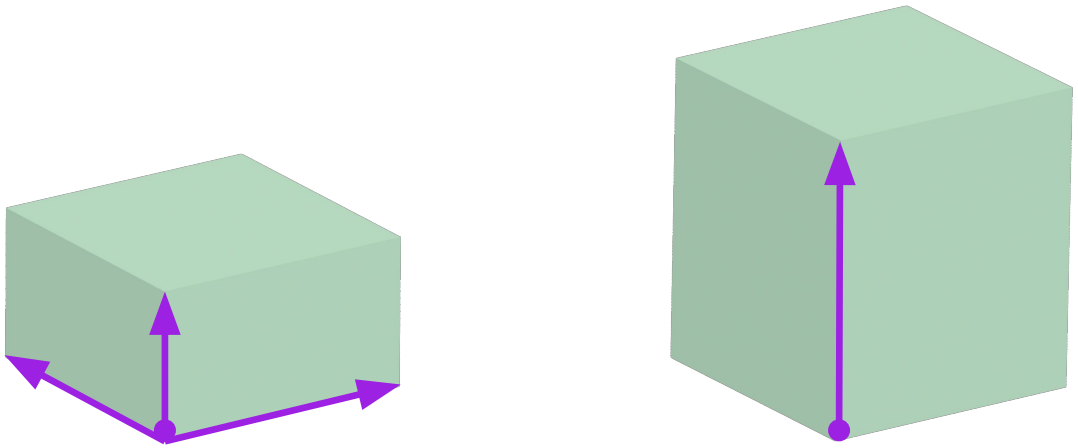
Viene spesso utilizzato per aggiungere spessore o sviluppare superfici a partire da una base.





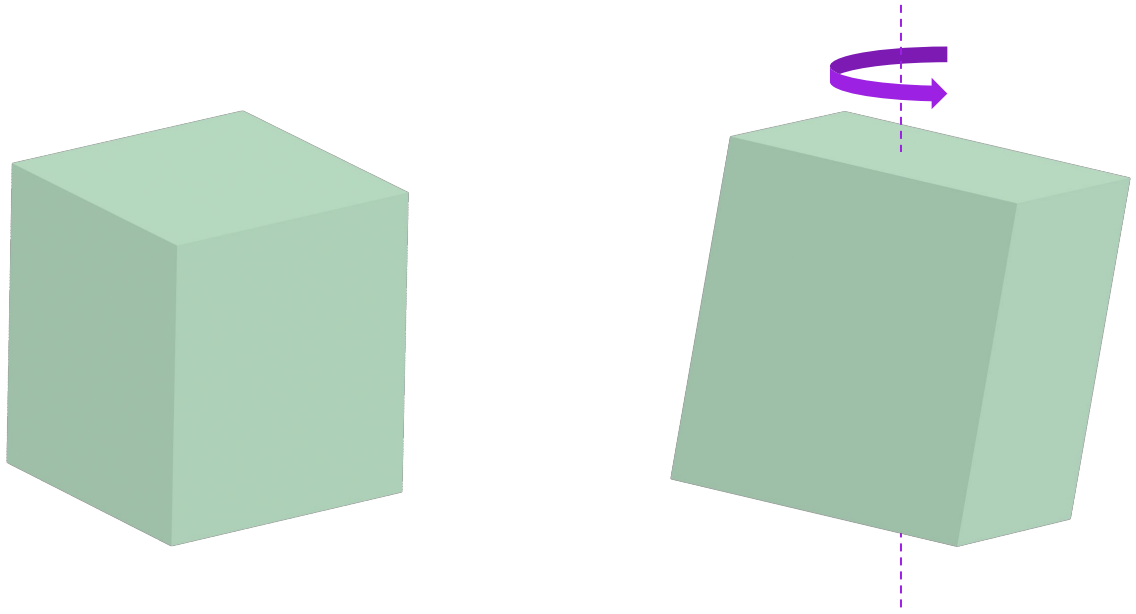
Scala

Permette di **ridimensionare** un oggetto o una parte di esso lungo uno o più assi (X, Y, Z). Può essere applicato all'intero oggetto o a singoli vertici, bordi o facce.



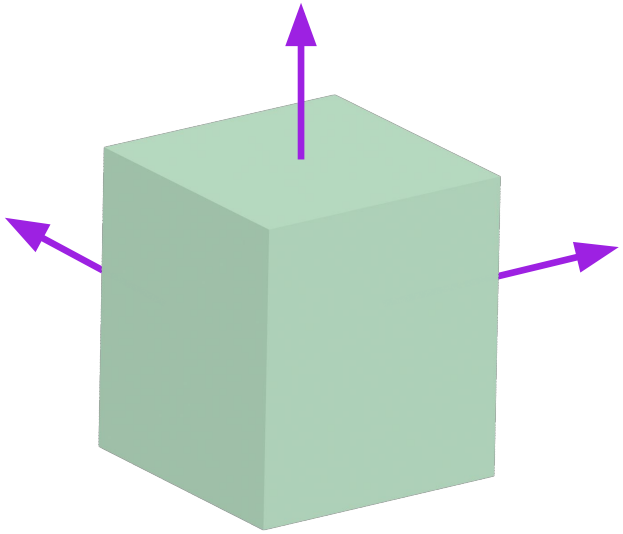
Rotazione

Rotazione Questo strumento ruota un oggetto o una parte di esso attorno a un punto di **pivot**, (asse di rotazione) che può essere l'origine dell'oggetto o un punto definito dall'utente.



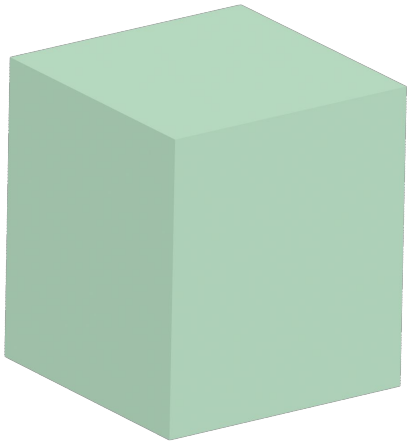
Traslazione

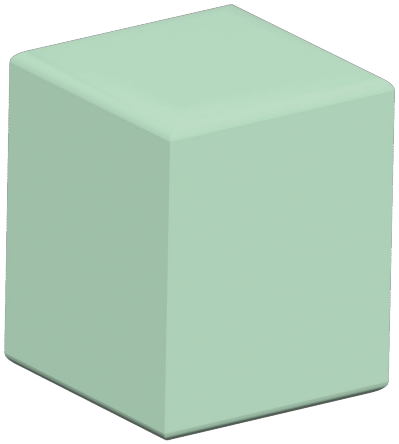
Consente di **spostare** un oggetto o una selezione lungo gli assi X, Y o Z.



Bevel

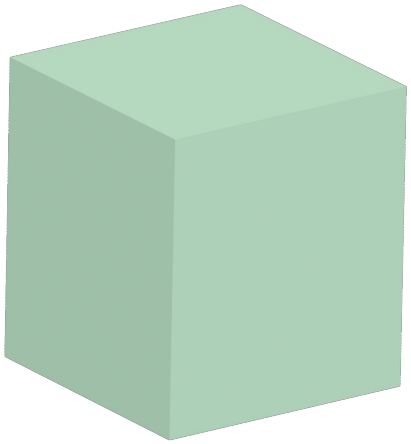
Utilizzato per **smussare** i bordi di un oggetto, creando una transizione più morbida tra superfici adiacenti. Questo comando può essere utilizzato per aggiungere dettagli e rendere un oggetto più realistico.

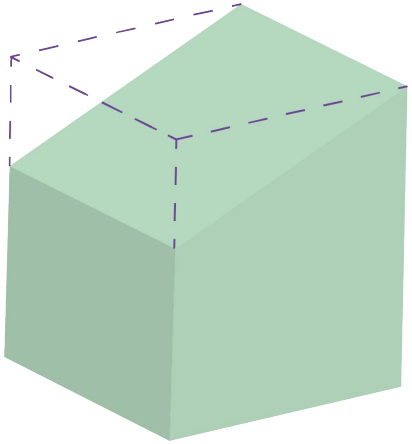




Taglio

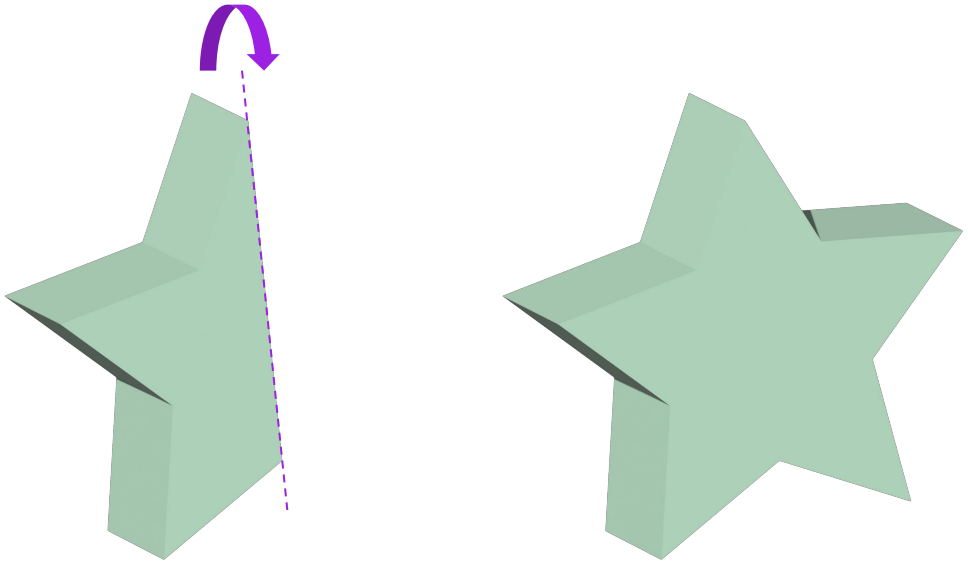
Il comando di taglio, come il **Loop Cut** o il **Knife Tool**, consente di aggiungere nuovi loop di suddivisione o di **tagliare** manualmente una mesh per inserire dettagli aggiuntivi.





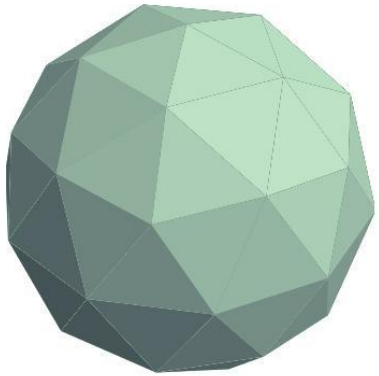
Mirror

Lo strumento di mirroring consente di **duplicare** una parte di un oggetto riflettendolo lungo un piano o asse. Questo è utile per creare oggetti simmetrici, come personaggi o veicoli.



Subdivision Surface

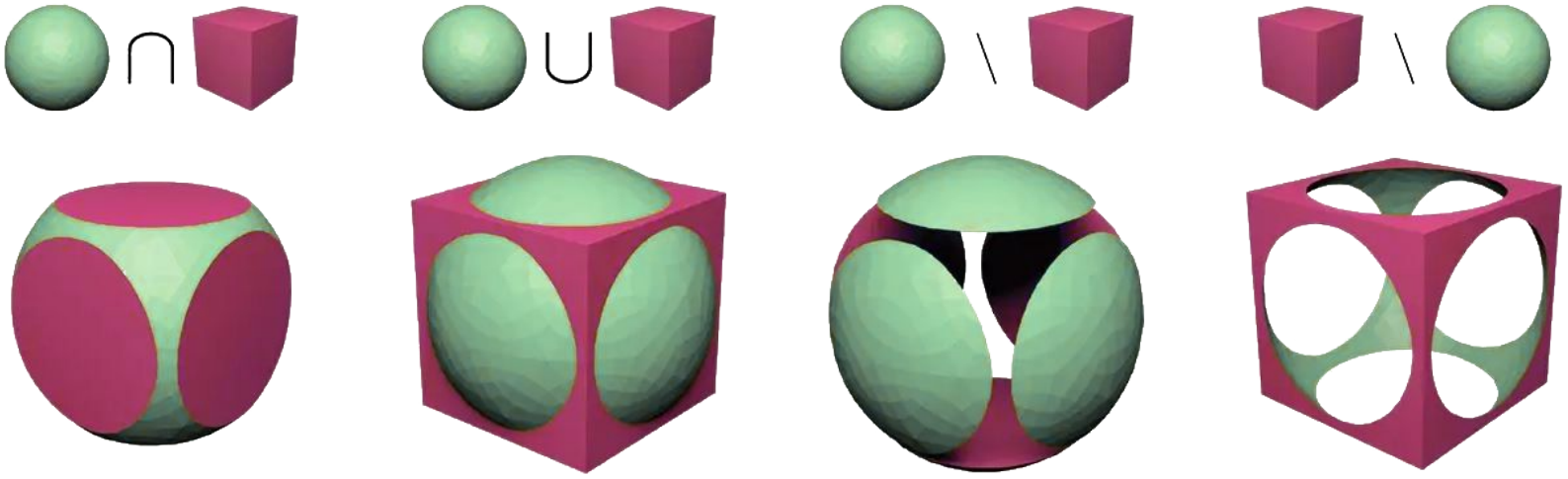
Può essere utilizzata durante il processo di modellazione per **suddividere** una mesh in modo non distruttivo, rendendola più morbida e arrotondata.





Operazione booleane

Le operazioni booleane permettono di **combinare**, **sottrarre** o **intersecare** oggetti.



Intersezione | Unione | Sottrazione | Sottrazione

Curve

- **Curve di Bezier:** curve controllate da punti di controllo.

  Modificando la posizione dei punti di controllo, si modifica la forma della curva

- **NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines):** curve più avanzate rispetto alle Bezier e consentono un controllo maggiore sulla forma e la fluidità

- **Spline:** curve che passano attraverso o vicino ai punti di controllo. Possono essere configurate per essere più rigide o più morbide, a seconda di come vengono manipolati i punti di controllo

Strumenti basati sulle curve: Curve di estrusione

L'**estrusione lungo una curva** consente di generare geometrie tridimensionali a partire da una forma **bidimensionale** che viene "spinta" lungo una curva.

Strumenti basati sulle curve: Curve di rivoluzione

Con la **rivoluzione**, possiamo creare una forma 3D facendo **ruotare** una curva attorno a un **asse**. È uno strumento utile per creare oggetti simmetrici come vasi, bicchieri, bottiglie o altre forme di rotazione.

Strumenti basati sulle curve: Loft

Lo strumento **loft** permette di creare una **superficie** che si sviluppa **tra due o più curve**. Possiamo creare una serie di sezioni trasversali diverse e il loft genererà una superficie che connette in modo fluido queste sezioni.

Strumenti basati sulle curve: Sweep

Lo strumento **sweep** è simile all'estrusione lungo una curva, ma offre maggiore flessibilità. Con sweep, possiamo **estrudere** una forma lungo una curva seguendo il tracciato, ma controllando l'**orientamento** e la **scala** della sezione estrusa lungo il percorso.

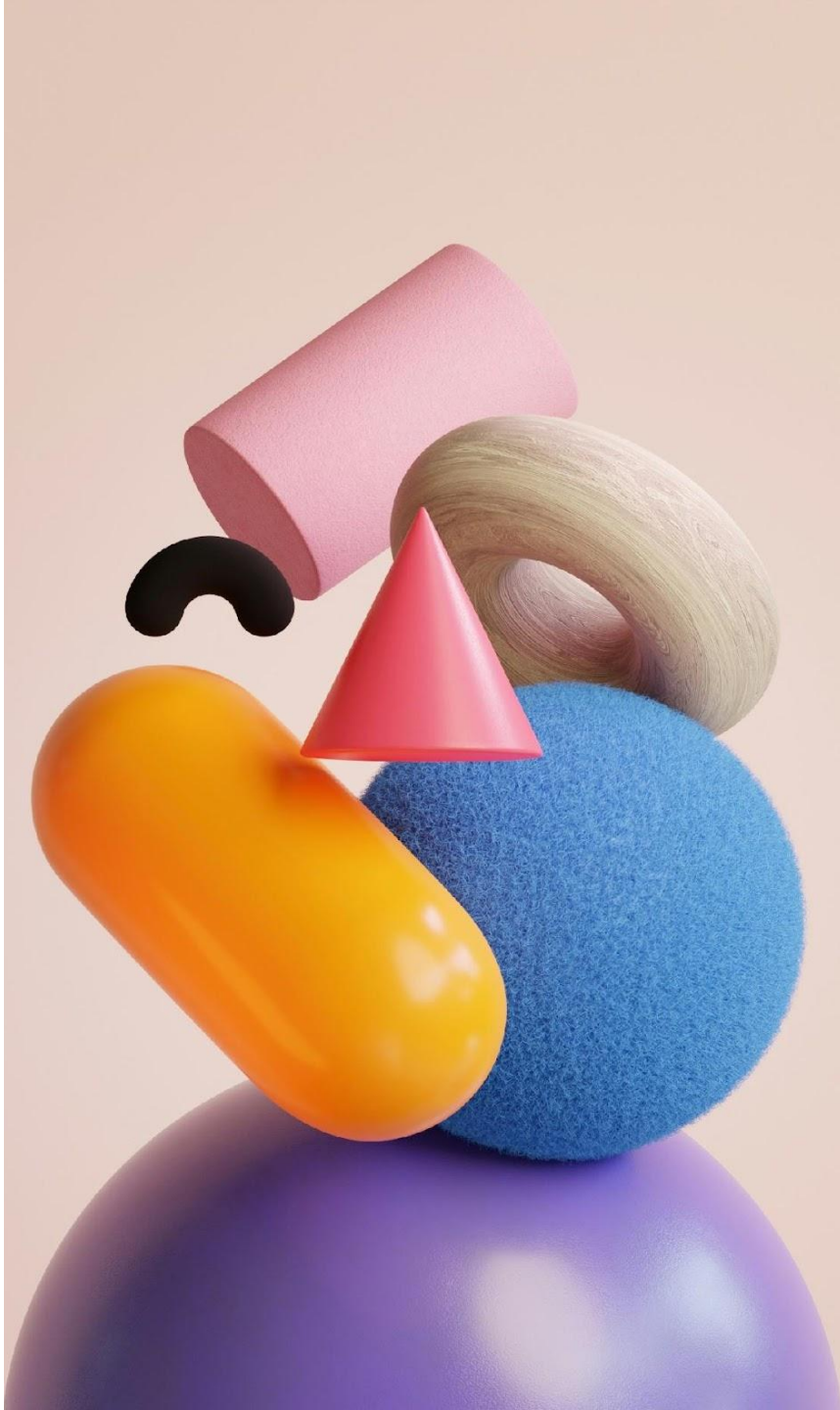
06

Rendering

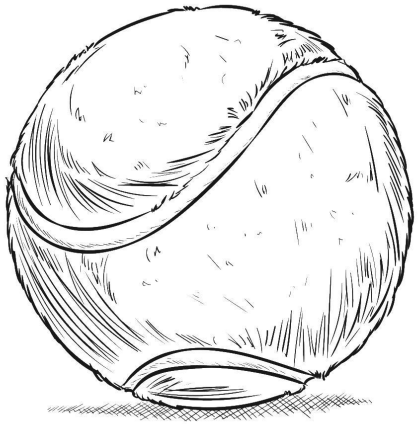
Rendering

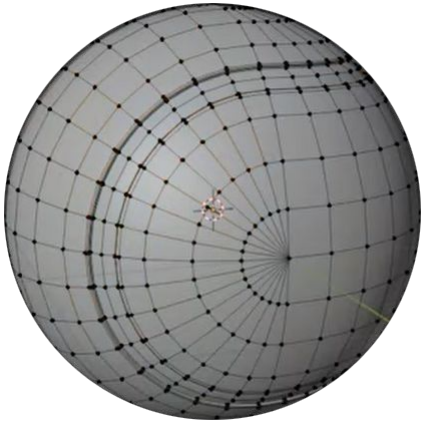
- Generazione di **un'immagine finale** a partire da un modello tridimensionale.

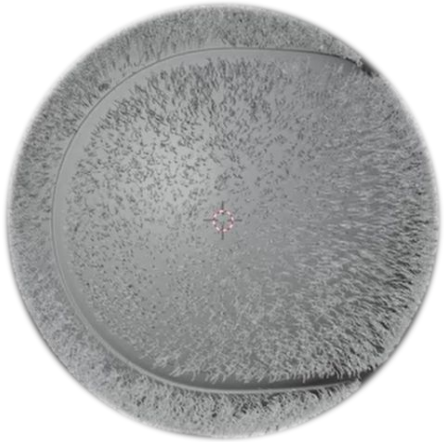
- Converte i dati grezzi di un modello 3D, creati con forme geometriche e texture, in un'immagine bidimensionale dettagliata e fotorealistica, o stilizzata.



Rendering





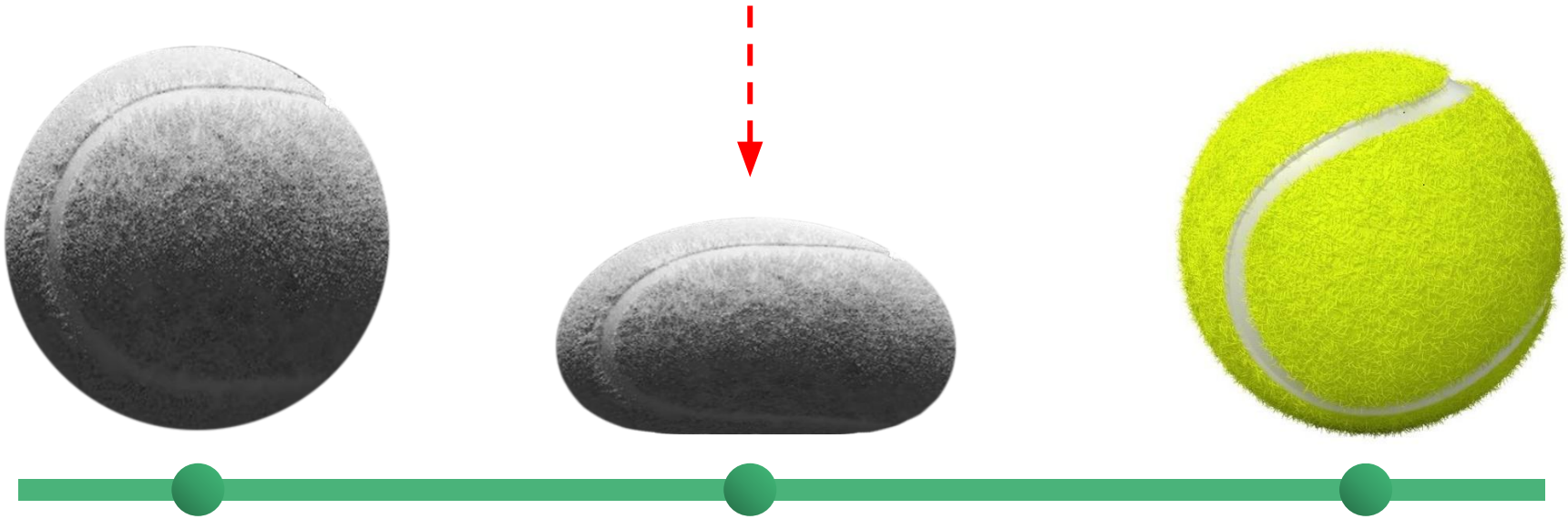


Concept

Modellazione 3D

Texturing

Rendering



Illuminazione

Animazione

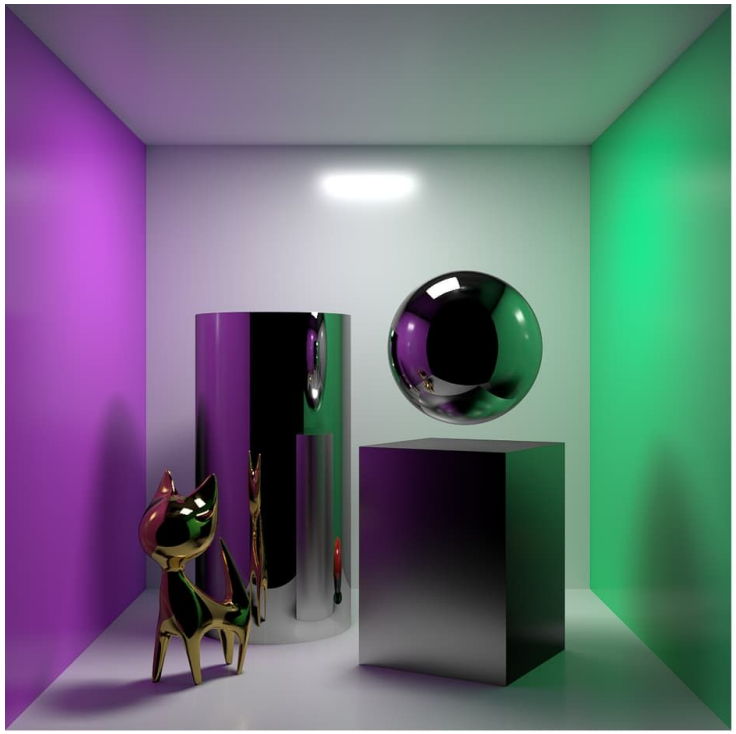
Rendering

Come funziona il rendering?

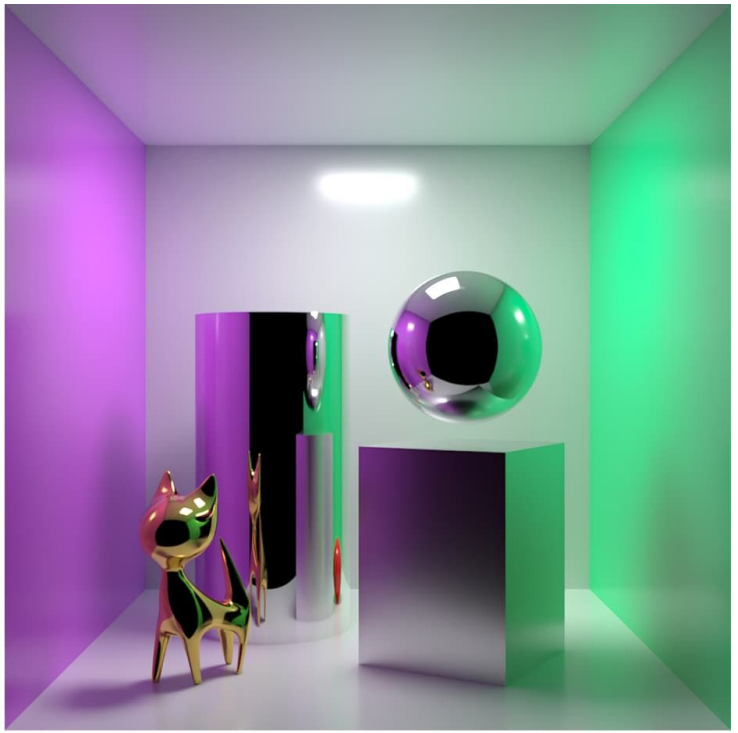


- Calcola come la luce **interagisce** con gli oggetti nella scena
- **Ray tracing** o **Path tracing**

Ray tracing vs Path tracing



Ray tracing



Path tracing

Le due tipologie

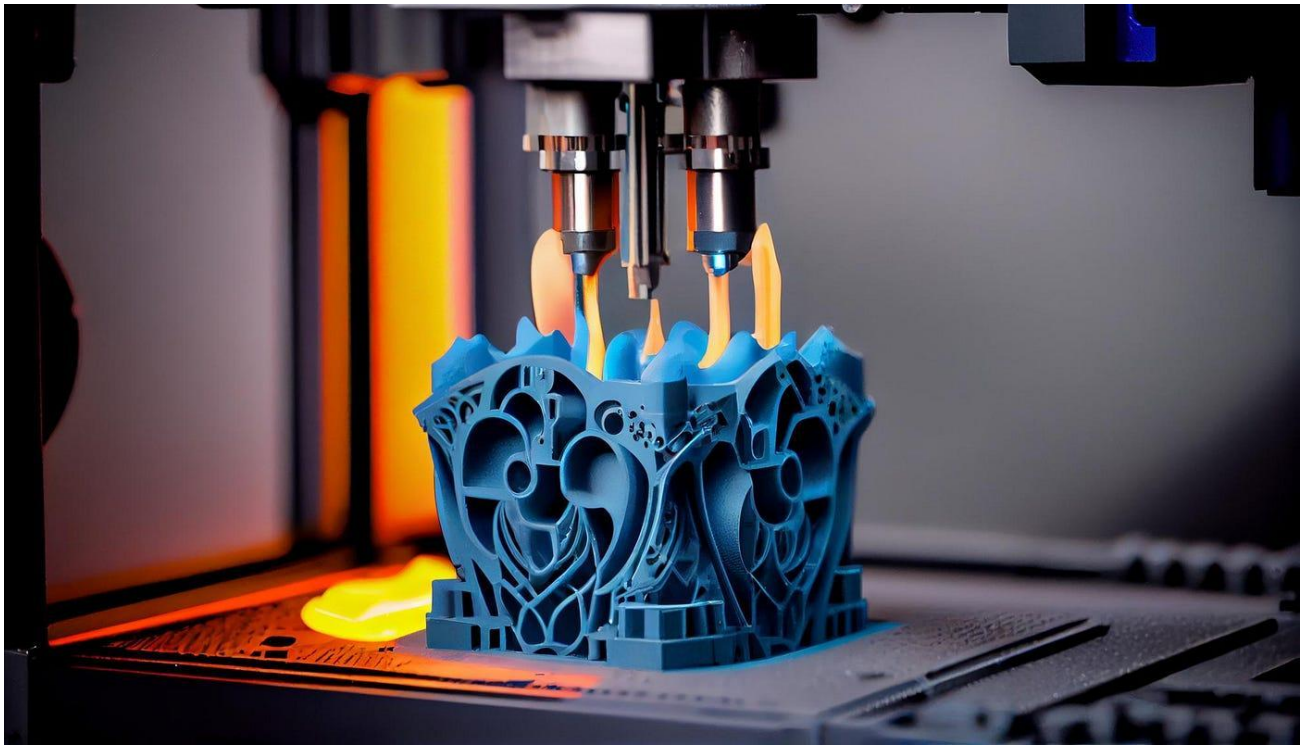


- Rendering in **tempo reale**
- Rendering **offline** o pre-renderizzato

07

Modellazione 3D per la prototipazione rapida

La stampa 3D



La stampa 3D si colloca nel mondo della modellazione tridimensionale come **un ponte tra il digitale e il fisico**

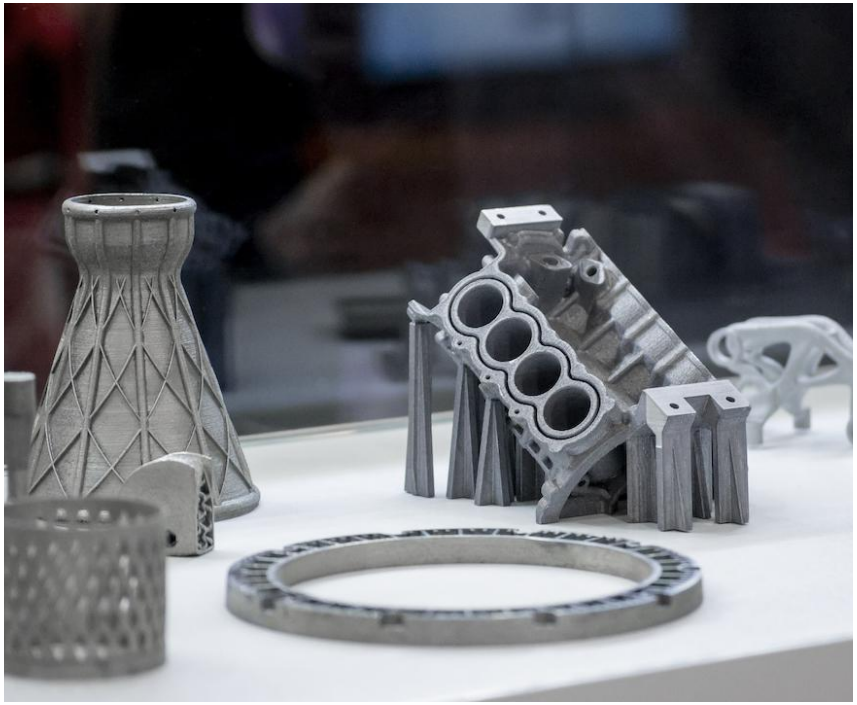
Materializzazione del Modello 3D



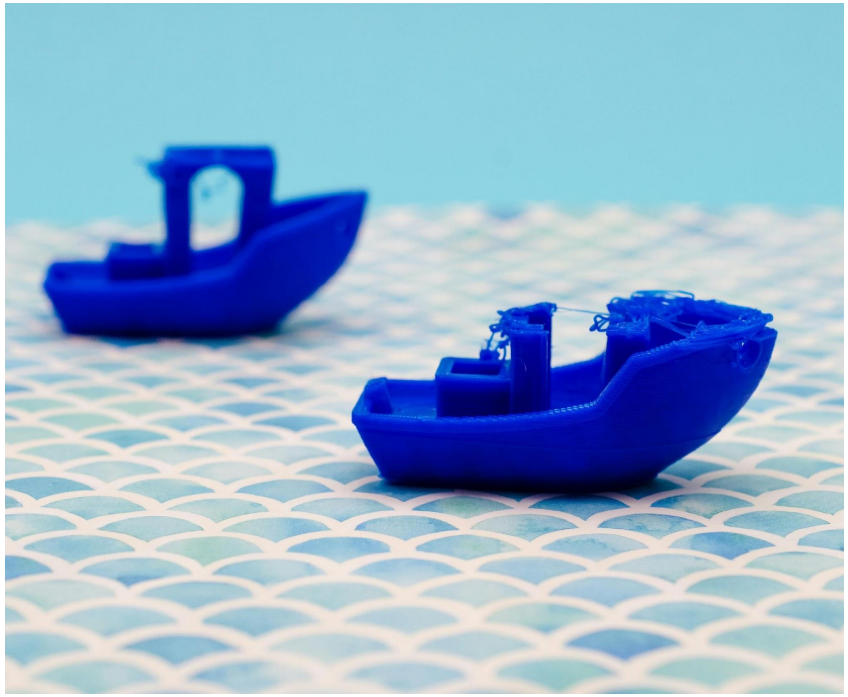
- Permette di trasformare un **modello digitale** in un **oggetto tangibile**
- I modelli 3D vengono esportati in **formati compatibili** con le stampanti 3D, come **STL, OBJ e 3MF**, per procedere alla stampa

Verifica e Prototipazione Rapida

- Consente di creare **prototipi fisici**
- Permette **iterazioni rapide**, con la possibilità di correggere errori e perfezionare il design



Compatibilità tra Modellazione e Stampa



La modellazione 3D deve tener conto delle limitazioni tecniche delle diverse tecnologie di stampa 3D

- **Sottosquadri**
- **Spessori minimi**
- **Supporti**

Personalizzazione e Produzione On-Demand

- Possibilità di produrre **oggetti su misura e personalizzati**
- Produzione **on-demand**



Iterazione e Innovazione



- Stretta integrazione tra fase di **progettazione** e **produzione**
- Riduzione di rischi e costi

Accessibilità per i Maker e l'Industria

La modellazione 3D è diventata più accessibile grazie a software intuitivi e a basso costo. La stampa 3D ha amplificato questa accessibilità, permettendo di creare prodotti personalizzati senza l'investimento in costose linee di produzione.



Nuove Opportunità Creative



- Possibilità di realizzare forme complesse e dettagli intricati
- Prototipi e oggetti finiti con caratteristiche visive e tattili molto sofisticate, permettendo esplorazioni artistiche e soluzioni innovative

08

Software di modellazione 3D

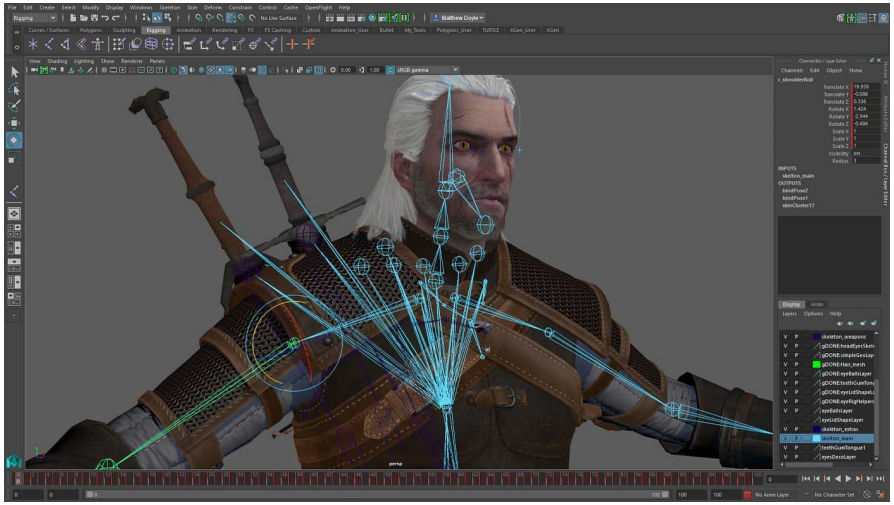
Blender

- Software open-source e gratuito, molto potente e versatile
- Modellazione poligonale, sculpting, animazione, rendering e compositing
- Ideale per artisti indipendenti, sviluppatori di giochi e animatori
  Ampia comunità e molte risorse di apprendimento disponibili



Autodesk Maya

- Software professionale ampiamente utilizzato nell'industria cinematografica e dei videogiochi
- Modellazione avanzata, animazione, simulazione di fluidi e particelle, rendering
- Produzione di film, videogiochi e animazioni di alta qualità



Autodesk 3ds Max

- Un altro software di Autodesk, noto per la sua interfaccia user-friendly e strumenti di modellazione robusti
- Modellazione poligonale, animazione, rendering con V-Ray e Arnold
- Architettura, visualizzazione di prodotti e design di giochi



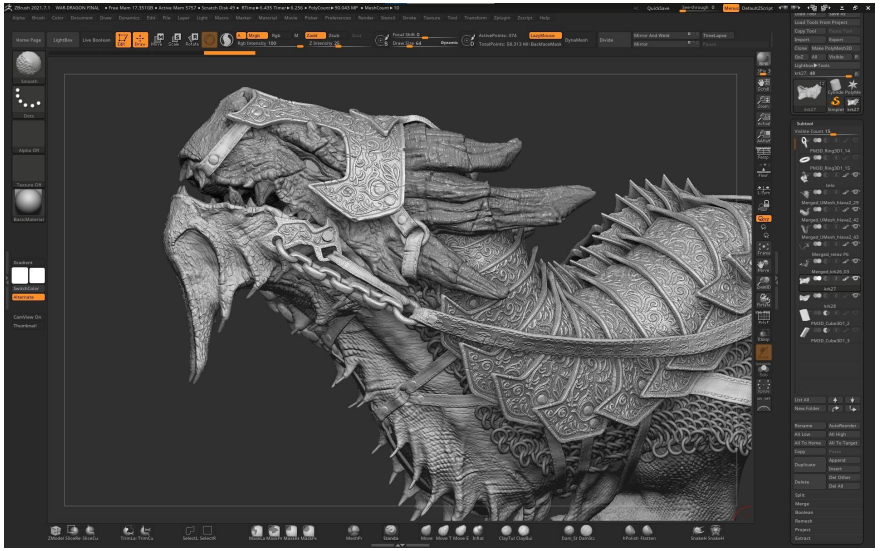
Cinema 4D

- Software di modellazione e animazione 3D sviluppato da Maxon
- Interfaccia intuitiva, ottimi strumenti per motion graphics e animazione
- Utilizzato principalmente per grafica animata, pubblicità e visualizzazione architettonica



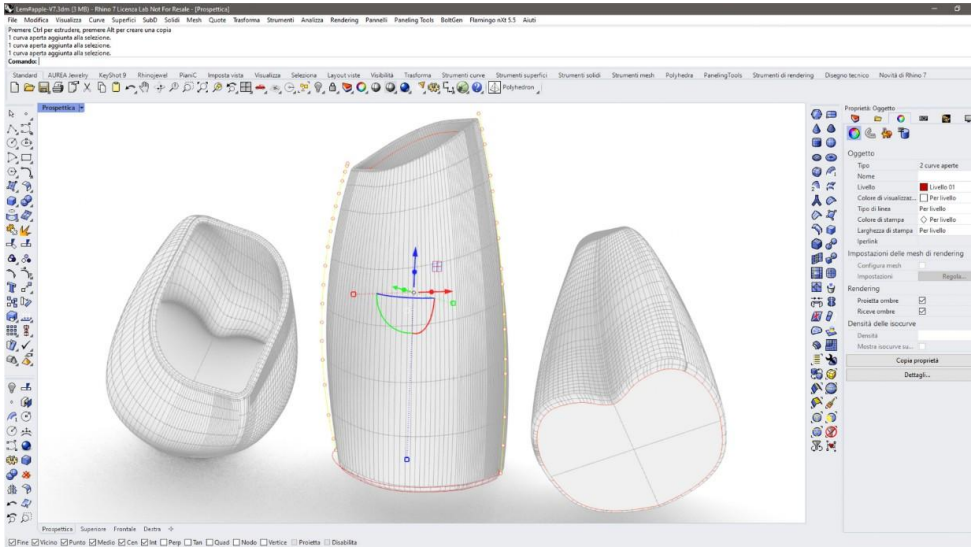
ZBrush

- Software di sculpting avanzato, specializzato nella creazione di modelli dettagliati
- Utilizza una tecnologia chiamata "pixol" per gestire dettagli complessi
- Creazione di personaggi, creature e oggetti altamente dettagliati per film e videogiochi



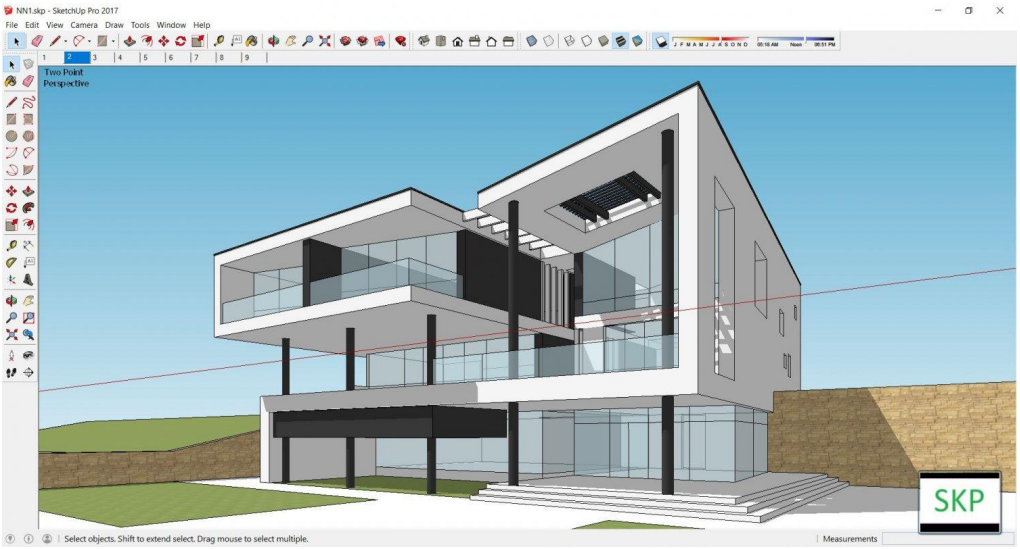
Rhinoceros (Rhino)

- Software di modellazione 3D focalizzato su NURBS
- Ottimo per la progettazione di forme curve e dettagliate, con strumenti avanzati di modellazione
- Design industriale, architettura e modellazione di gioielli



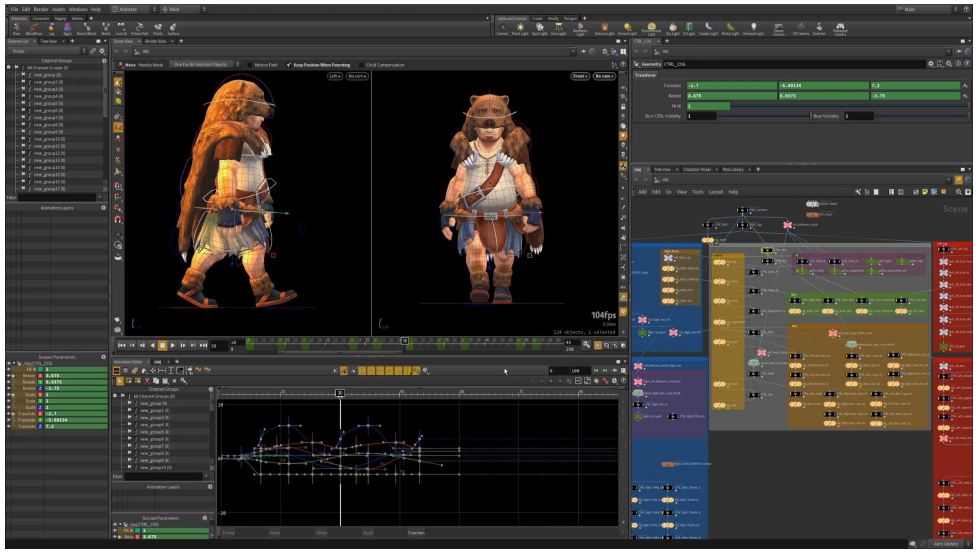
SketchUp

- Software di modellazione 3D facile da usare, ideale per principianti
- Interfaccia semplice, strumenti intuitivi per la modellazione architettonica
- Architettura, design di interni e pianificazione urbana



Houdini

- Software di modellazione e animazione 3D noto per la sua potenza nella simulazione di effetti visivi
- Modello procedurale, ottimi strumenti per simulazioni di fluidi e particelle
- Effetti speciali per film e videogiochi, simulazioni complesse



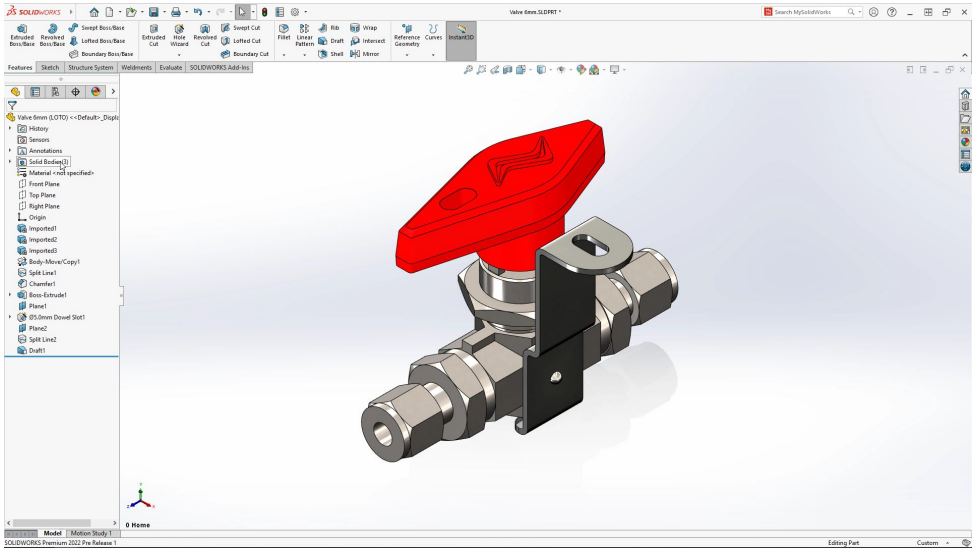
Modo

- Software di modellazione 3D con un forte focus sulla modellazione poligonale e rendering
- Ottimi strumenti di modellazione, texturizzazione e rendering
- Design industriale, visualizzazione e animazione



SolidWorks

- Software CAD per la progettazione meccanica e ingegneristica
- Focalizzato su modellazione parametrica, assemblaggi e simulazioni
- Ingegneria, design di prodotto e sviluppo di prototipi



09

Casi studio

Campi di applicazione

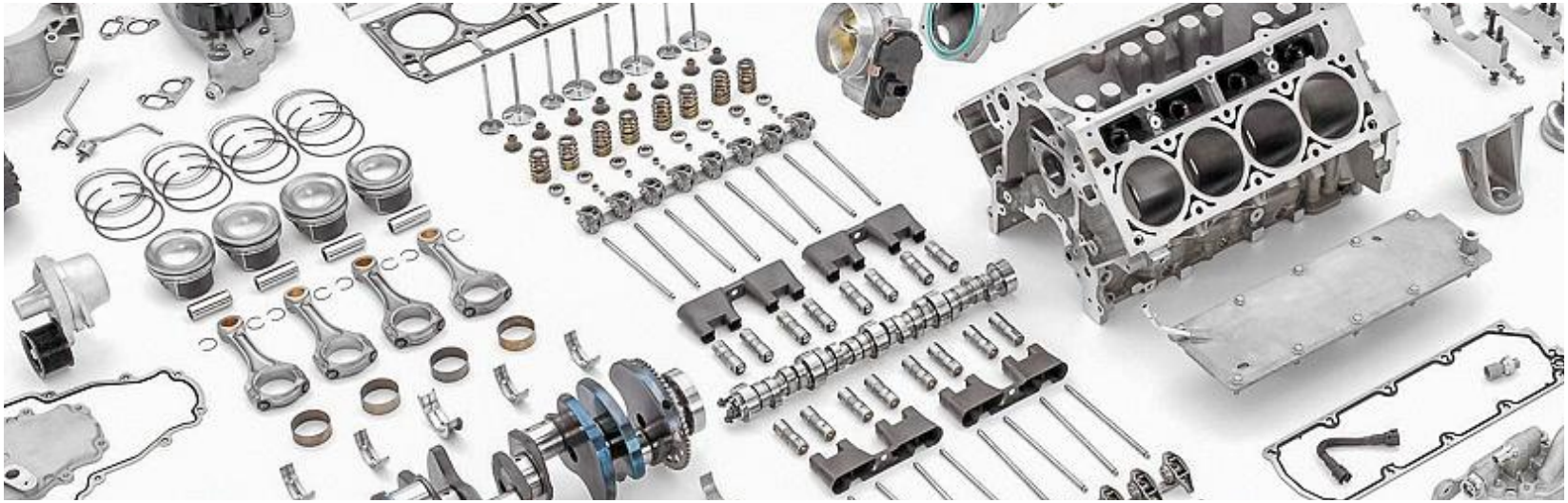


Applicazioni scientifiche o tecniche



Applicazioni artistiche

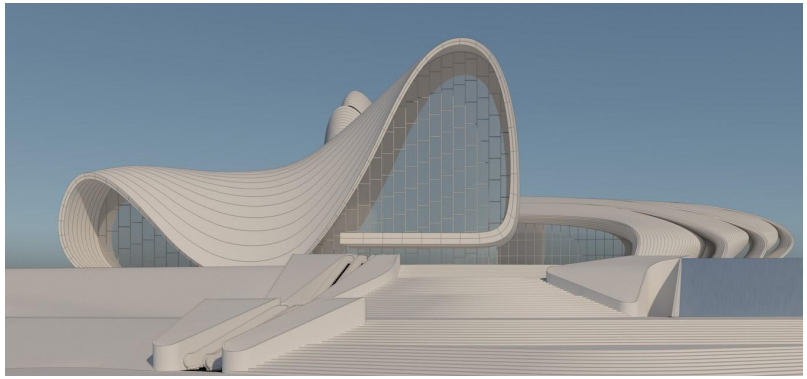
Caso studio: General Motors (GM)



General Motors ha adottato la modellazione 3D per progettare e testare virtualmente i nuovi modelli di auto prima della produzione. Utilizzando software come **CATIA** e **Alias**, GM è in grado di creare modelli digitali dettagliati delle automobili e componenti meccanici

- **Riduzione dei tempi di sviluppo**
- **Migliore comunicazione**
- **Test virtuali**

Caso studio: Zaha Hadid Architects





Lo studio **Zaha Hadid Architects** è noto per i suoi progetti architettonici caratterizzati da **geometrie fluide e complesse**. Utilizzano software come **Rhinoceros** e **Grasshopper** per creare strutture che sarebbero state difficili da progettare con metodi tradizionali.

- **Design avanzato e organico**
- **Visualizzazione realistica**
- **Costruzione più precisa**

Caso studio: Pixar Animation Studios

Pixar ha rivoluzionato il cinema di animazione creando i primi lungometraggi interamente realizzati in **computer grafica** (CGI).

- **Innovazione tecnica**
- **Narrazione immersiva**
- **Efficienza produttiva**



Caso studio: Ricostruzioni e protesi personalizzate



In ambito medico, la modellazione 3D viene utilizzata per pianificare interventi chirurgici complessi o per la creazione di protesi personalizzate.

- **Precisione nella pianificazione chirurgica**
- **Riduzione dei rischi**
- **Protesi su misura**

Caso studio: Fashion in 3D

La stilista **Iris van Herpen** utilizza la modellazione 3D per creare abiti e accessori con geometrie complesse e strutture innovative.

- **Innovazione nei materiali**
- **Produzione personalizzata**
- **Sostenibilità**



Caso studio: Sito archeologico di Pompei



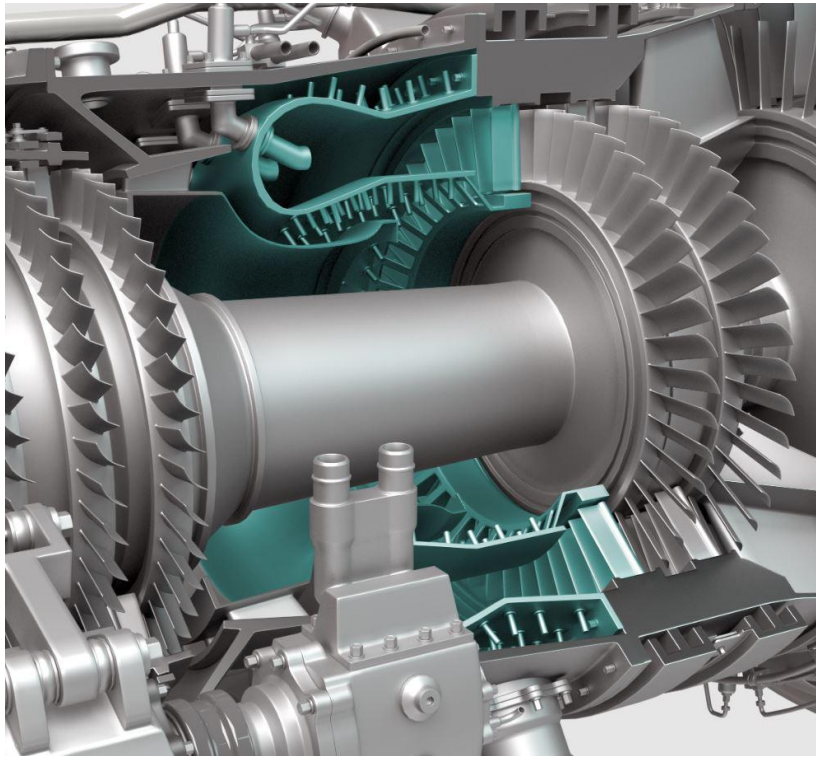
Gli archeologi hanno utilizzato la modellazione 3D per ricostruire virtualmente il sito di Pompei attraverso tecniche come la **fotogrammetria** e la **scansione laser**.

- **Conservazione del patrimonio**
- **Accesso per il pubblico**
- **Ricerca e analisi**

Caso studio: Progettazione di componenti aerospaziali

La **NASA** utilizza la modellazione 3D per progettare e testare componenti aerospaziali critici, come parti di motori a razzo e strutture per veicoli spaziali.

- **Ottimizzazione dei materiali**
- **Riduzione dei costi**
- **Precisione nella produzione**



10

Sviluppi futuri della modellazione 3D

Intelligenza Artificiale e Machine Learning

- **Automazione** della modellazione
- Modellazione **generativa**
- **Correzione** automatica

Modellazione basata su Realtà Virtuale (VR) e Aumentata (AR)

- VR per la **creazione immersiva**
- Collaborazione in **tempo reale**

Integrazione con la Stampa 3D e la produzione additiva

- Progettazione per **la produzione additiva**
- Progettazione **parametrica e generativa**

Nuovi materiali e simulazione fisica

- Modellazione di **materiali complessi**
- **Simulazioni** integrate

Sostenibilità e Design Circolare

- Modellazione per il **riciclo**
- Simulazione del **ciclo di vita**

11

Conclusione generale

Riepilogo dei concetti chiave

- **Tipologie di modellazione 3D**: Organica e geometrica
- **Concetti base**: Elementi chiave che compongono un modello 3D
- **Tecniche di modellazione 3D**: i diversi approcci per modellare in 3D
- **Pipeline della modellazione 3D** : Dal modello 3D al render o alla prototipazione rapida
- **Sviluppi futuri**: I campi di applicazione e gli sviluppi futuri

Il vostro percorso nella modellazione 3D

- **Approfondire le tecniche di modellazione** : approfondire l'uso di strumenti e tecniche avanzate
- **Sperimentare e Testare**: valutare i diversi metodi per generare modelli 3D
- **Individuare il campo di applicazione**: Finalizzare le tecniche in base al prodotto finale

CONTATTI

Danilo Scappatura

daniloscappatura@gmail.com

punto impresa digitale

UNIONCAMERE

DINTEC
CONSORZIO PER L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA