



**INTELLIGENZA ARTIFICIALE
MEDICALE E DENTALE**
dalla ricerca all'impresa
attualità e prospettive

dii UNIVERSITÀ DI PADOVA
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

IOBV

CNA Artigiani Imprenditori d'Italia Padova e Rovigo

Assi.O.S. Venezia

eumed

sabato 7 giugno 2025
Best Western Plus Hotel Galileo Padova

**Rilevamento automatico di anomalie nella morfologia mandibolare
tramite tecniche di deep learning e statistical shape models**

Elisa Vargiu

7 giugno 2025

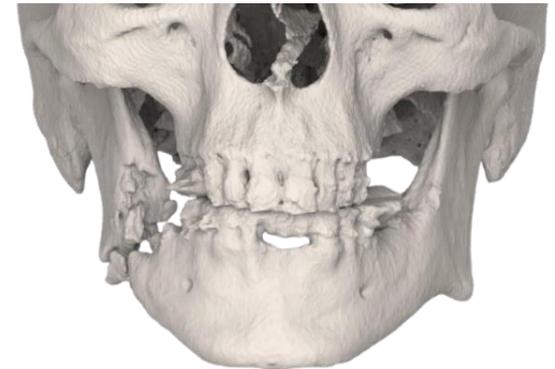
Introduzione

Principali cause dei difetti che richiedono ricostruzione mandibolare:

- Patologie neoplastiche: carcinoma a cellule squamose (SCC oral cavity), ameloblastoma.
- Complicazioni post-trattamento: osteonecrosi (MRONJ), osteoradionecrosi (ORN), radiodermite cronica.
- Traumi
- Malformazioni congenite.

Modalità di Ricostruzione:

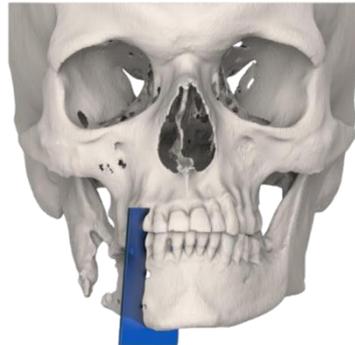
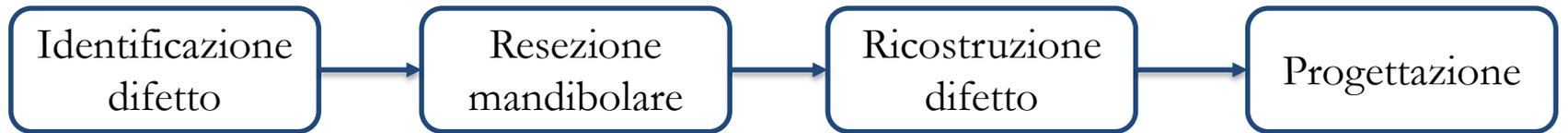
- lembi ossei microvascolarizzati (es. lembo di perone)
- dispositivi personalizzati in titanio (Patient-Specific Implants - PSI).



Workflow attuale di ricostruzione mandibolare

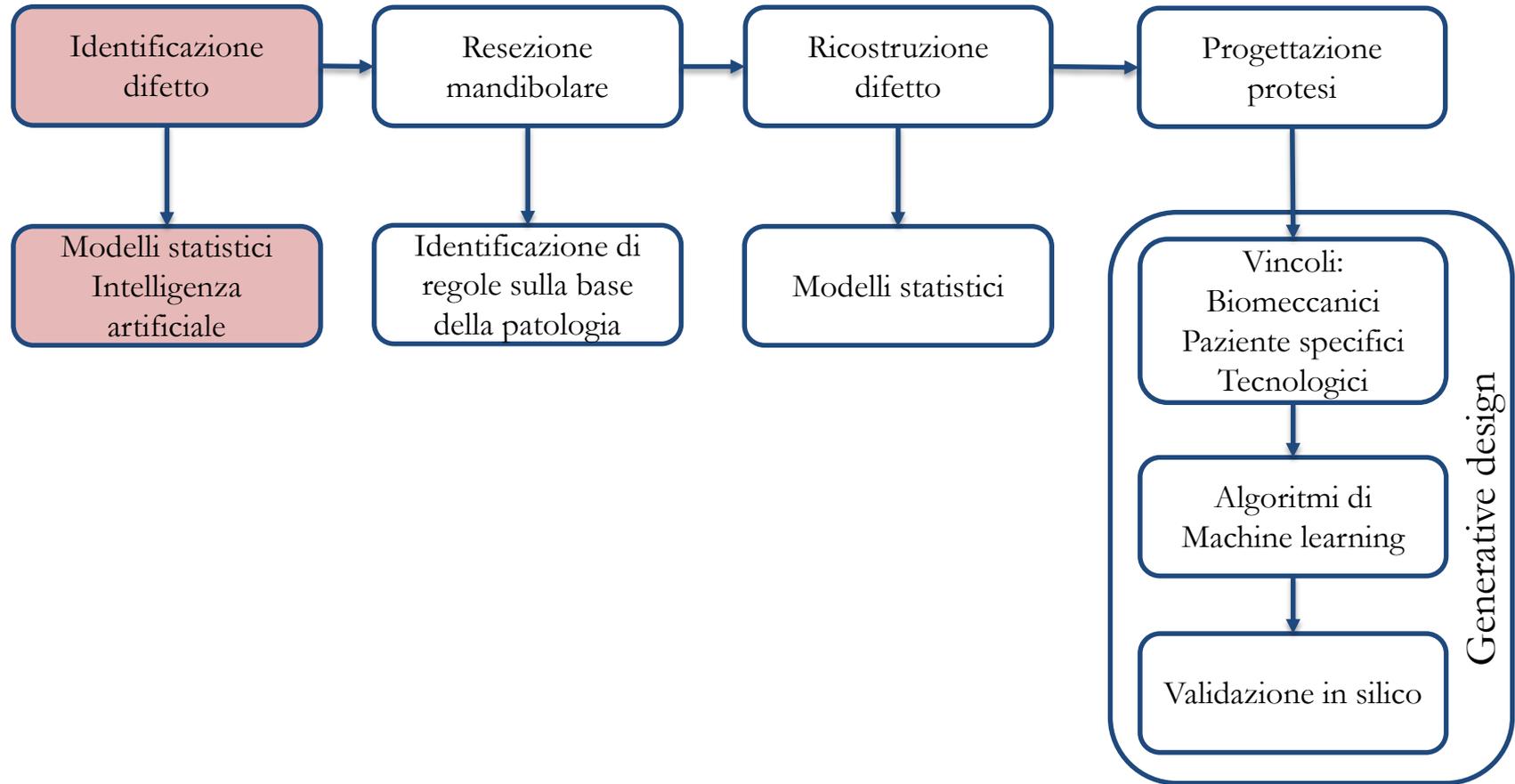
Virtual Surgical Planning e progettazione del dispositivo protesico

Collaborazione tra chirurghi e ingegneri



L'individuazione del difetto è effettuata dal chirurgo, che dopo aver individuato la zona colpita dalla patologia, definisce dei margini di sicurezza su cui poi effettuare i piani di resezione.

Workflow di ricostruzione mandibolare avanzato



⚠️ □ Questi algoritmi non sostituiscono in alcun modo la decisione del chirurgo. Il loro scopo è fornire una base quantitativa per supportare il chirurgo nella definizione dei margini di resezione in base alle specifiche patologie.

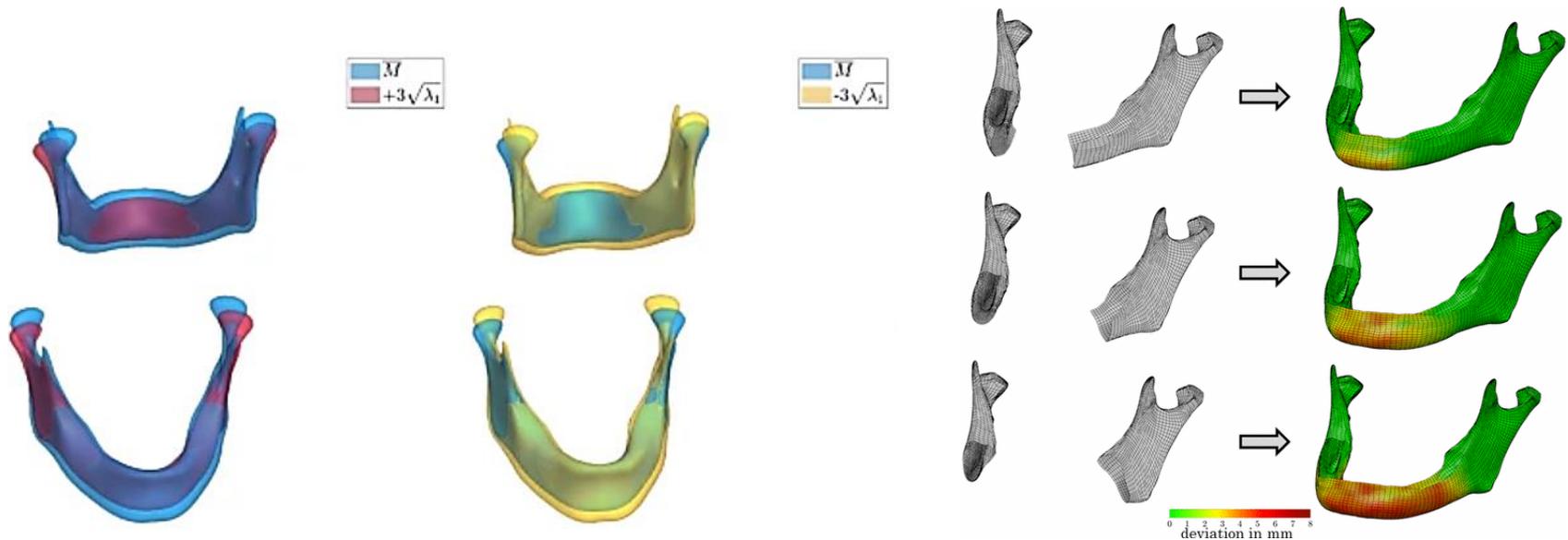
Statistical Shape Models

Che cos'è un Modello Statistico di Forma (SSM)?

È uno strumento che analizza e sintetizza le variazioni di forma 3D all'interno di un gruppo di oggetti (es. mandibole), catturandone le caratteristiche principali.

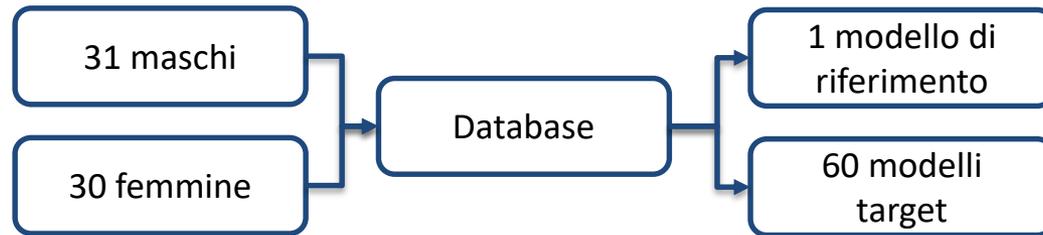
Potenzialità e Aree di Applicazione:

- **Analisi morfologica:** studio quantitativo delle variazioni di forma nella popolazione
- **Modellazione e Previsione Morfologica:** generazione di nuove forme conformi alla variabilità appresa dalla popolazione studiata

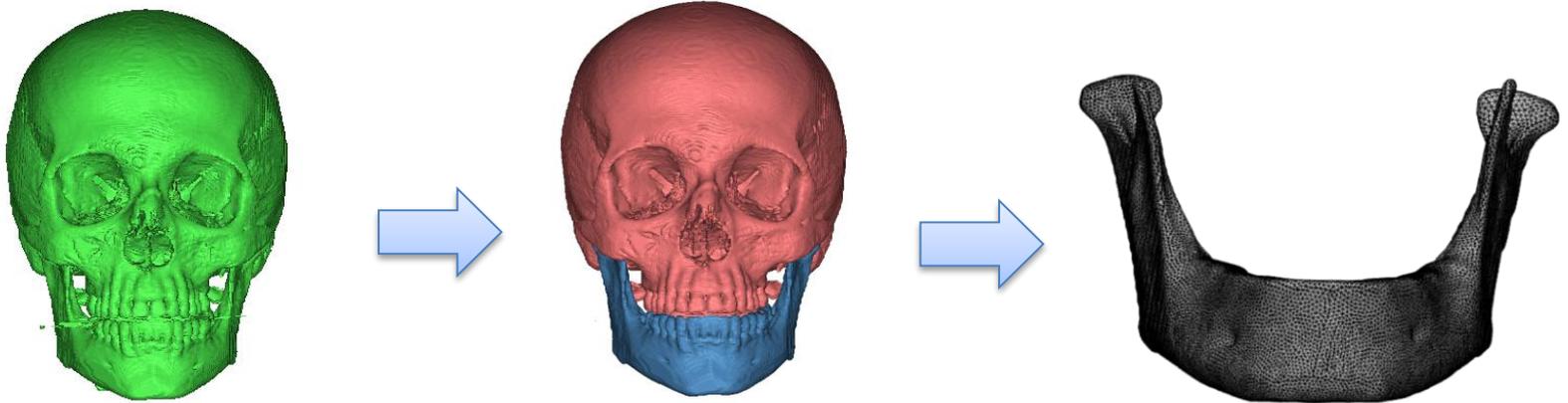


SMM: creazione del database

Popolazione: New Mexico database Decedent



Esempio:

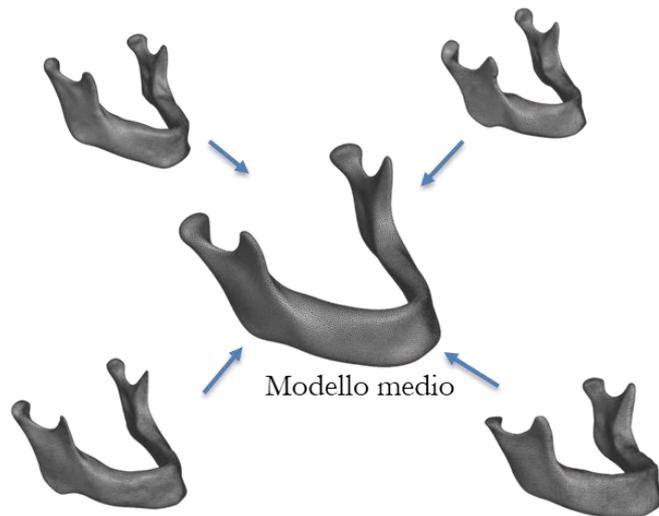


- **Rimozione delle componenti dentali:** le strutture dentali vengono rimosse per assicurare che la variabilità nel modello sia puramente scheletrica
- **Wrapping e remeshing:** I modelli ossei vengono sottoposti a wrapping e remeshing per ottenere superfici lisce, chiuse e con una topologia standardizzata

SSM: architettura e risultati



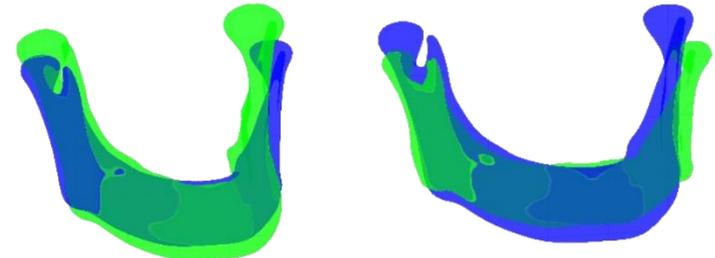
Risultato: Una Forma Media e 60 Componenti Principali (PCs) che descrivono la variabilità della popolazione.



Esempio: Prima componente principale

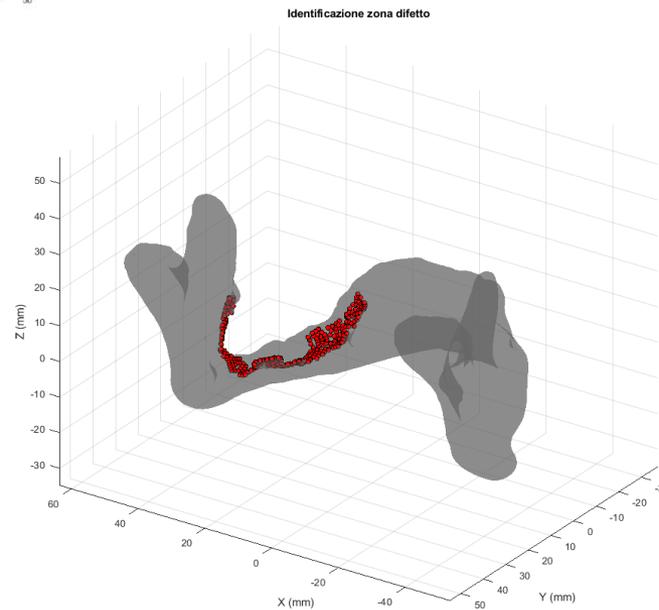
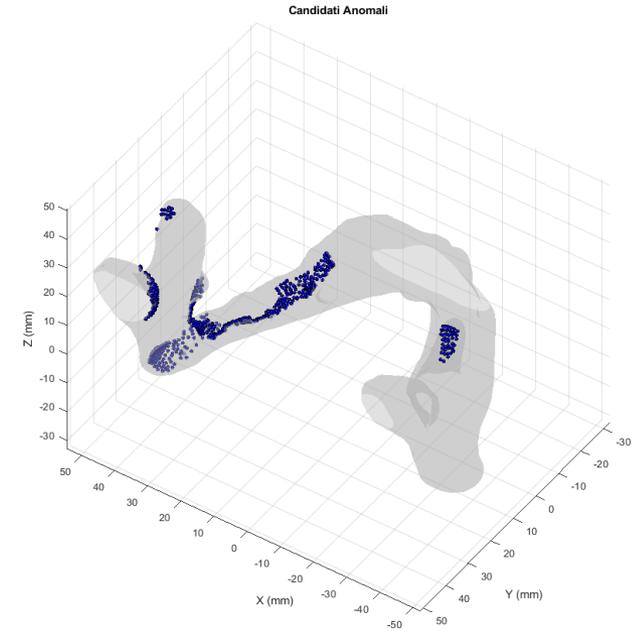
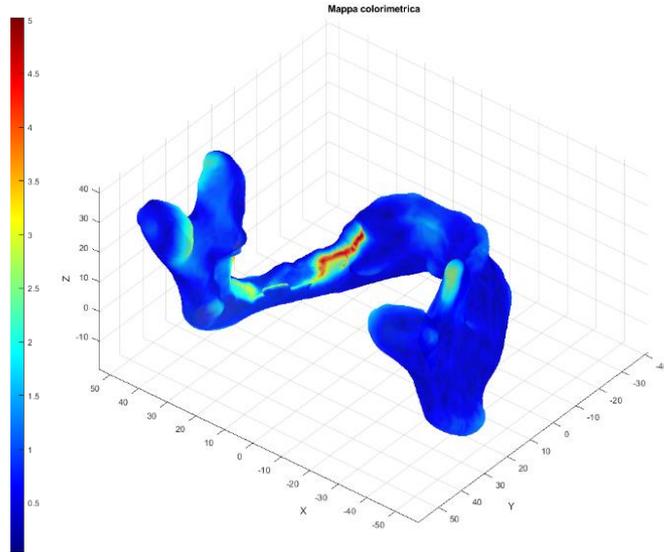
+3 σ
Media

-3 σ
Media



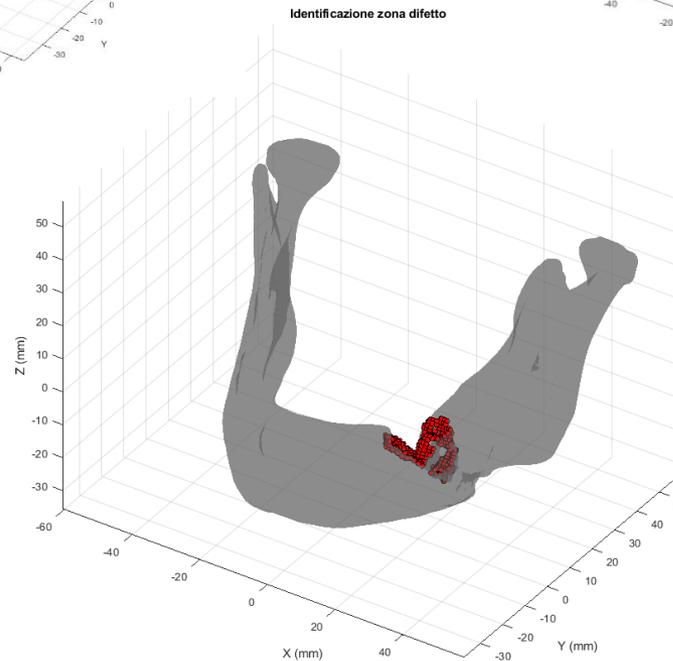
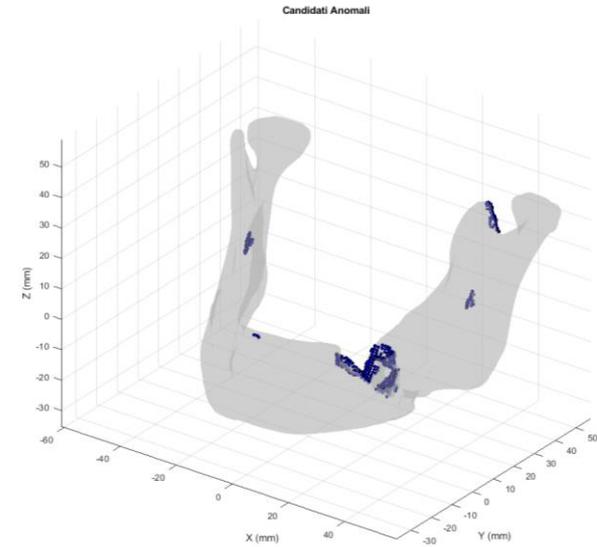
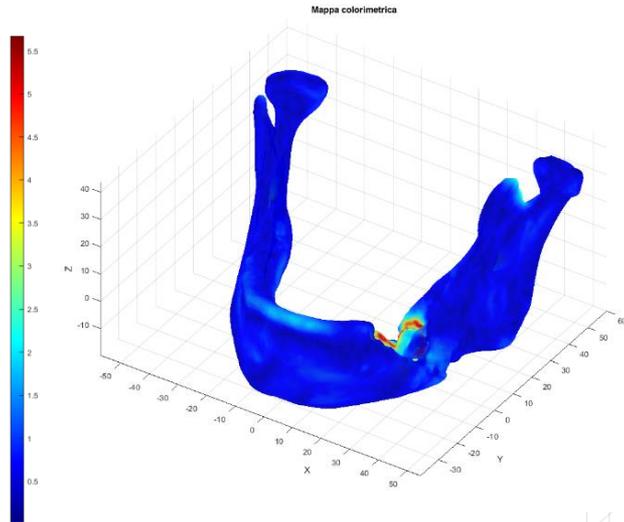
Indentificazione del difetto

Patologia: SCC oral cavity



Indentificazione del difetto

Patologia: MRONJ



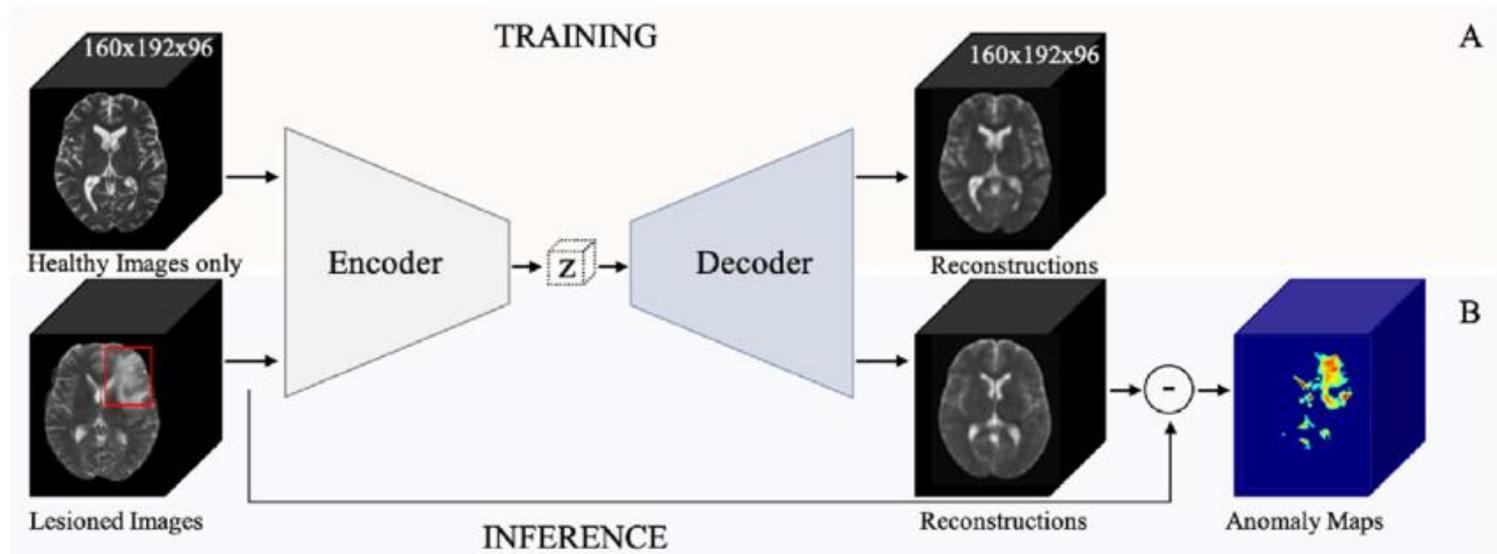
Autoencoder

Cos'è un Autoencoder?

È una rete neurale **non supervisionata** che impara a:

- Comprimere l'input mediante un **Encoder**, creando una rappresentazione a bassa dimensione.
- Ricostruire l'input originale a partire da questa rappresentazione, utilizzando un **Decoder**.

Addestrato su dati "normali", un Autoencoder segnala dati "anomali" (difetti) con un elevato errore di ricostruzione.

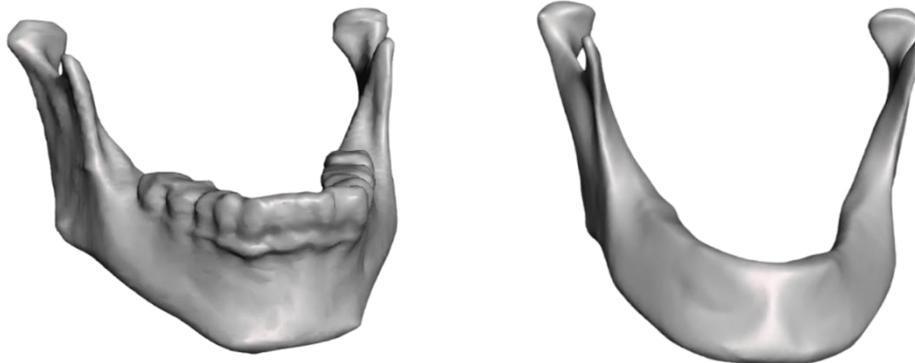


Autoencoder: creazione dataset

Organizzazione del Dataset

- **Set di Training (200 campioni):**

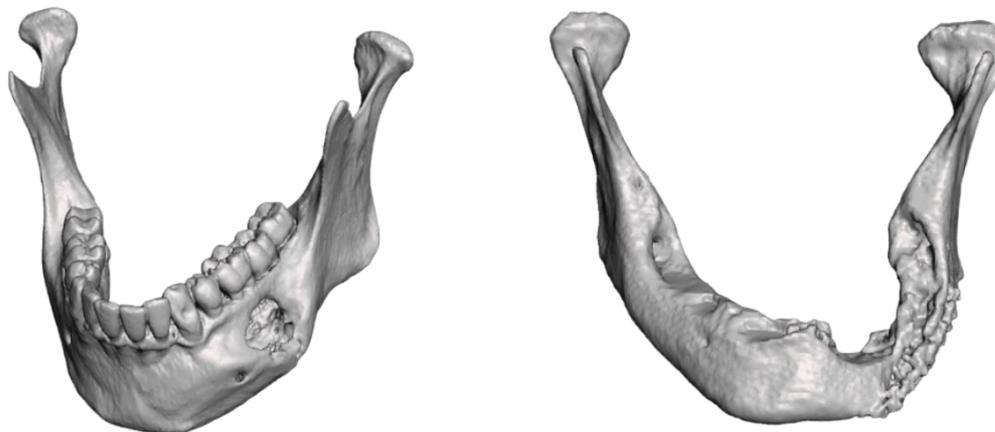
Composto da una popolazione mista di mandibole, sia **dentate** che **edentule**



- **Set di Validazione (50 campioni totali):**

30 mandibole sane (definite come "normali").

20 mandibole con difetti (definite come "anomale").

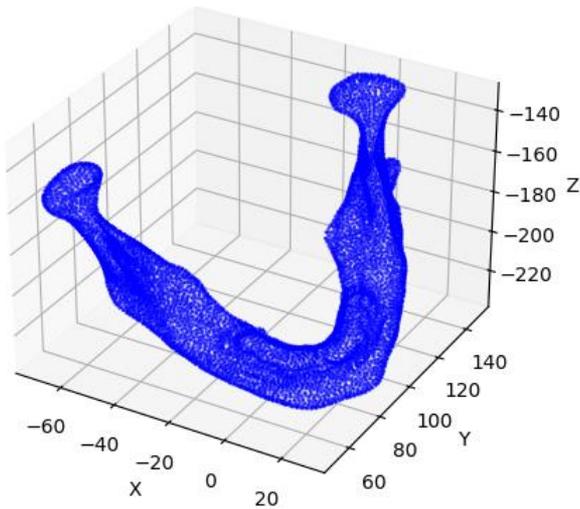


Data Augmentation

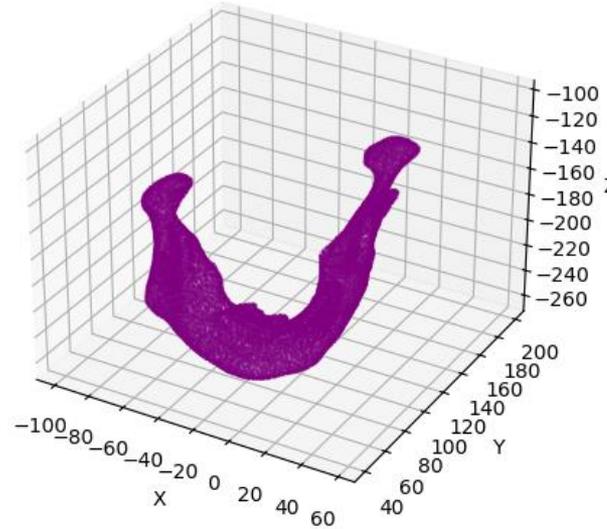
Migliorare la generalizzazione del modello e aumentare la numerosità del dataset di training.

- **Tecniche Utilizzate:**

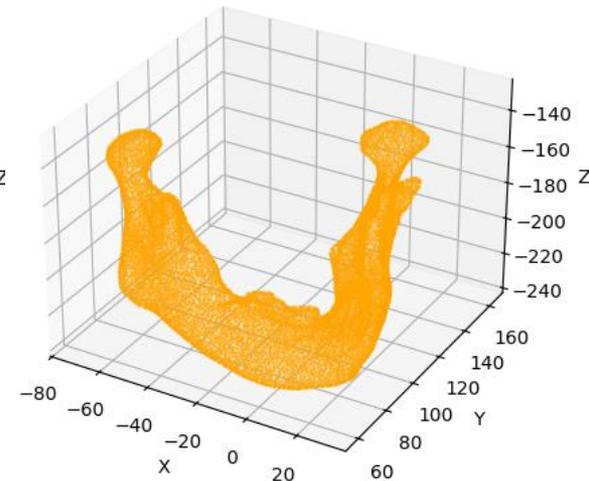
1. Rotazione
2. Scaling
3. Jittering



Rotazioni



Scaling



Jittering
(rumore)

Autoencoder: architettura

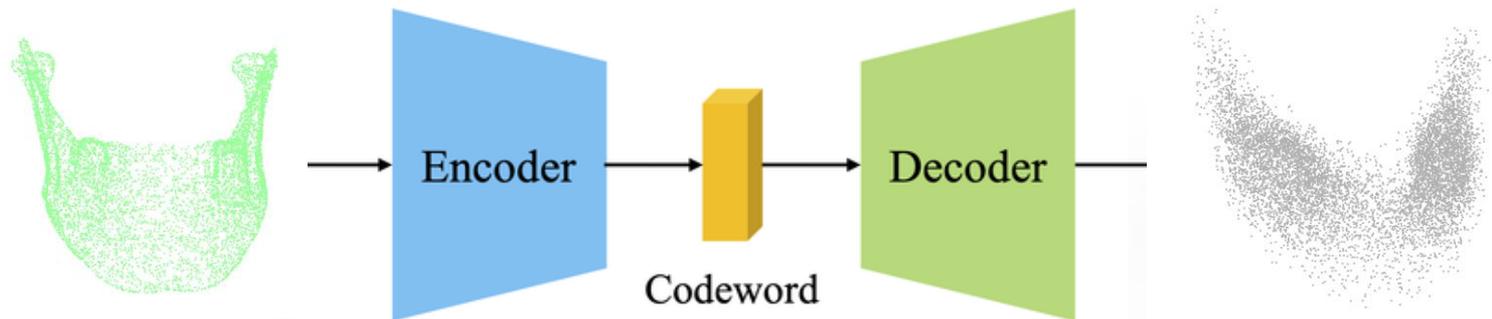
Componenti chiave del modello:

Encoder (Basato su PointNet)

- **Architettura:** Specializzata per l'elaborazione diretta di **nuvole di punti 3D**.

Decoder (Multi-Layer Perceptron - MLP)

- **Architettura:** Rete neurale feed-forward (MLP)

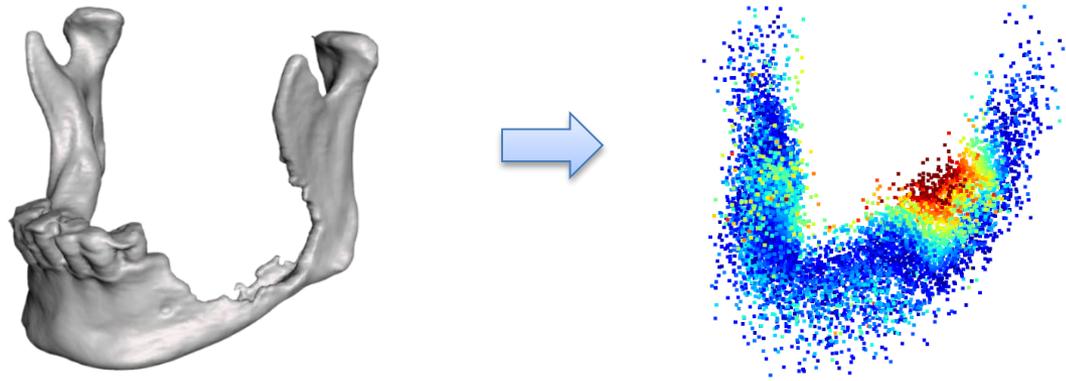


Indentificazione del difetto

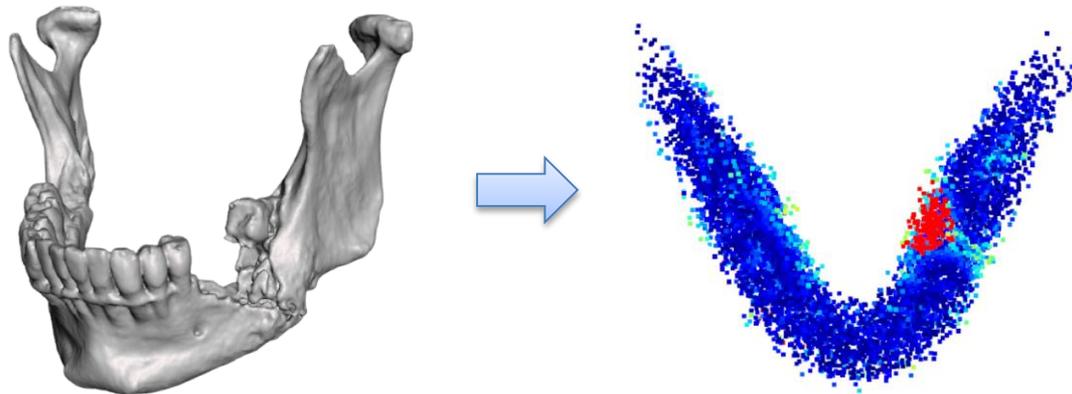
Analisi dell'errore basata sulla Chamber distance (quantificazione della dissimilarità geometrica):

- Misurando 1: Ricostruzione normalizzata della mandibola in esame
- Misurando 2: Mandibola in esame (**difettosa**)

Patologia: SCC oral cavity



Patologia: MRONJ



Conclusioni

Punti di Forza e Limiti dei Modelli

Modello Statistico:

- ✓ **Forza:** Identifica efficacemente i difetti mandibolari
- ⚠️ **Limite:** Richiede dati **edentuli**.

Autoencoder:

- ✓ **Forza:** Approccio promettente che **supera il problema dei denti**.
- ⚠️ **Limite:** Risultati preliminari. La ricostruzione è scarsa su dettagli come condili e processi coronoidi

Sviluppi Futuri (Focus sull'Autoencoder)

- **Ampliare il dataset di training:**
Aumentare il numero di modelli sani per migliorare la qualità della ricostruzione.
- **Affinare l'architettura del modello:**
Ottimizzare il modello per catturare con maggiore precisione le feature di aree complesse.



Grazie per l'attenzione!