

Il restauro: sinergia tra arte e scienza

G. Giraudò – INFN Torino

Art & Science across Italy – Torino, 19 marzo 2019

Aula Magna Cavallerizza Reale, Università di Torino

Il restauro moderno: Metodo multidisciplinare

- ***Fotogrammetria – Scansione 3D***
- ***Analisi Ultrasuoni***
- ***Analisi con Elementi Finiti***



Fotogrammetria – Scansione 3D

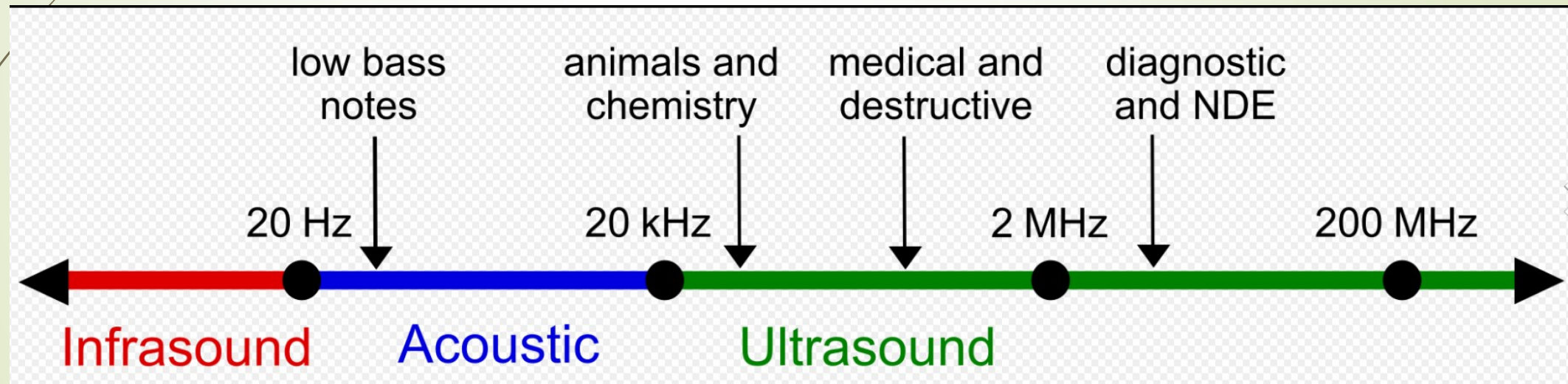
La fotogrammetria architettonica è una tecnica che consente di rilevare la forma, le dimensioni e la posizione di un elemento architettonico mediante una coppia di fotografie scattate con una camera stereometrica.

La scansione 3d è il processo che permette di catturare la forma della superficie di un oggetto nello spazio tridimensionale e visualizzarlo in 3D. Grazie a questo processo è possibile ottenere non solo le misure esatte dell'oggetto reale ma anche la digitalizzazione di tutte le sue parti.



Analisi a Ultrasuoni

L'analisi a ultrasuoni è un metodo non distruttivo in cui onde sonore ad alta frequenza sono introdotte nel materiale da esaminare, allo scopo di evidenziare difetti superficiali o interni, misurare lo spessore dei materiali, localizzare nel volume e misurare la dimensione di una eventuale lacuna.



Analisi agli Elementi Finiti

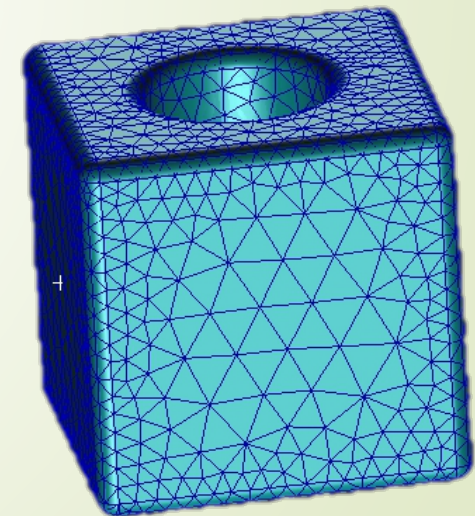
Il metodo degli elementi finiti (FEM, Finite Element Method) è una tecnica numerica con la quale si cercano soluzioni approssimate di problemi descritti da equazioni differenziali alle derivate parziali riducendo queste ultime a un sistema di equazioni algebriche.



Spazio Fisico Continuo



Spazio Virtuale Discreto



Statua frammentata di Bacco di età Imperiale

Marmo proveniente da Paros

Composta da 7 frammenti

Collezione Carlo Emanuele I di Savoia – Museo di Antichità - Torino



- Scansione 3D dei frammenti
- Analisi integrità strutturale con Ultra Suoni



- Ricomposizione virtuale della statua
- Analisi FEM statua intera
- Analisi FEM "realistica" - Progetto perni e strutture di supporto



- Assemblaggio perni-frammenti

STATO DI CONSERVAZIONE del marmo



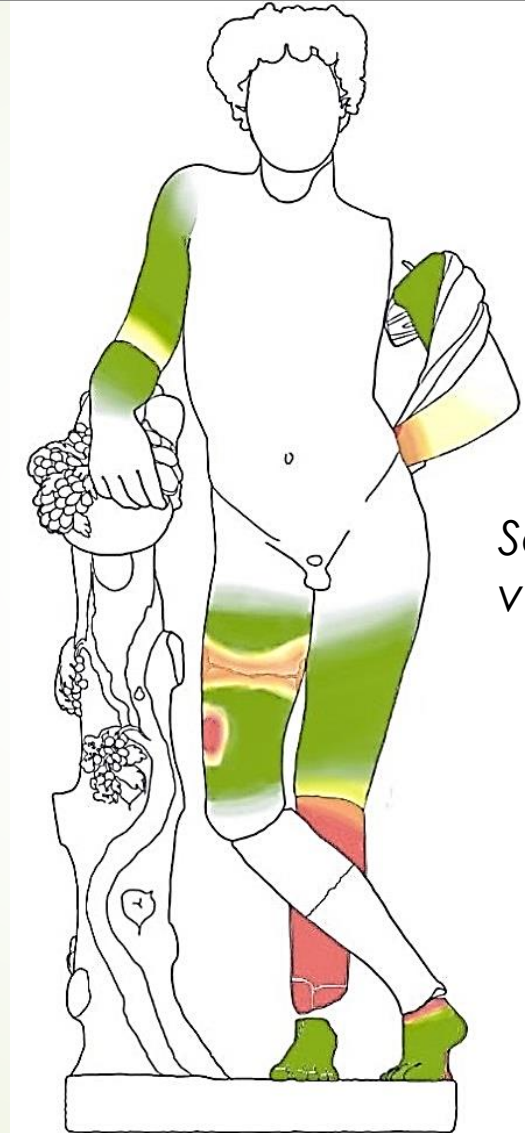
POLPACCIO SINISTRO:

Modulo di Young del marmo sano: **50 – 55 MPa**

Modulo di Young calcolato dagli ultrasuoni nel polpaccio: **13,8 MPa**

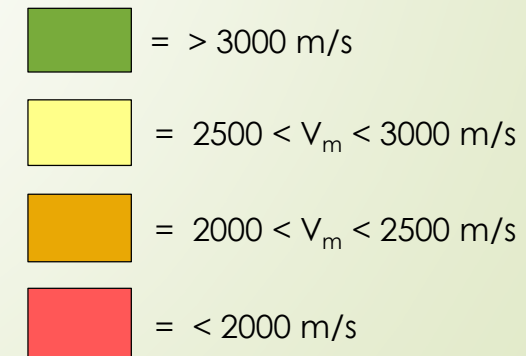
PEGGIORAMENTO DEL 72%

Si stima un **peggioramento analogo** nel **carico di rottura**



Schematizzazione dell'andamento della velocità media degli ultrasuoni

LEGENDA

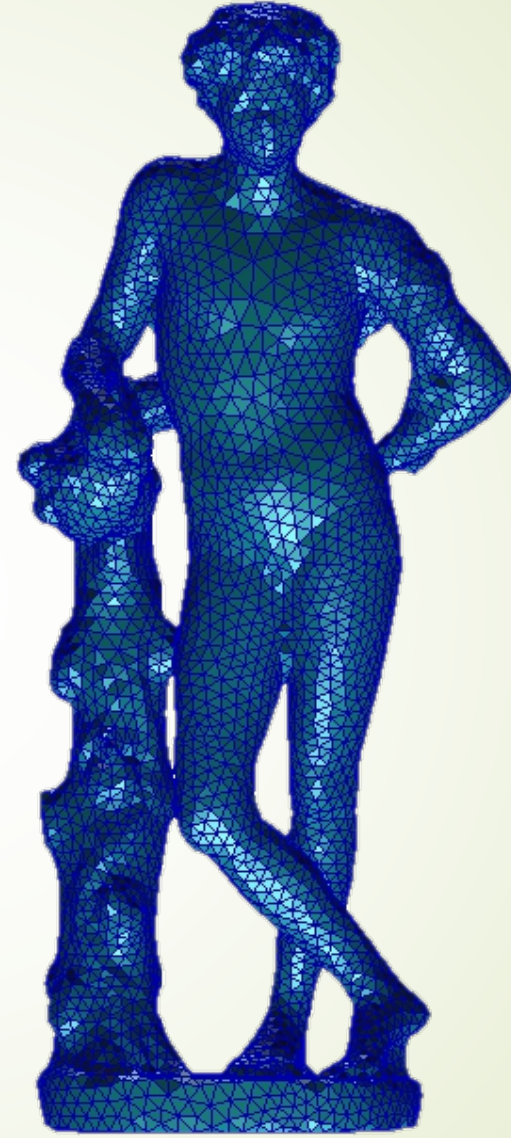


**VELOCITÀ MEDIE
DEGLI ULTRASUONI NEI
MARMI SANI:**

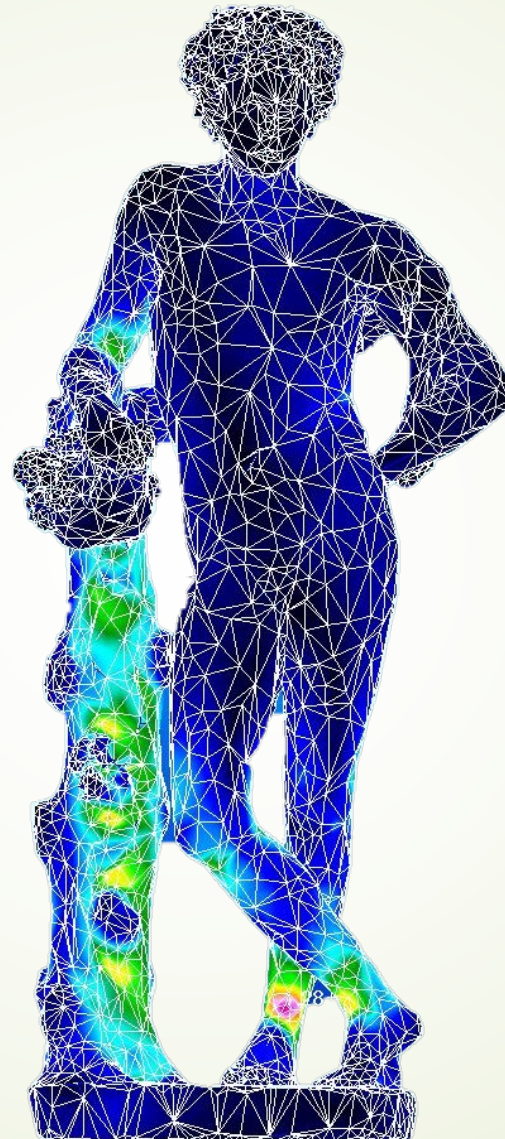
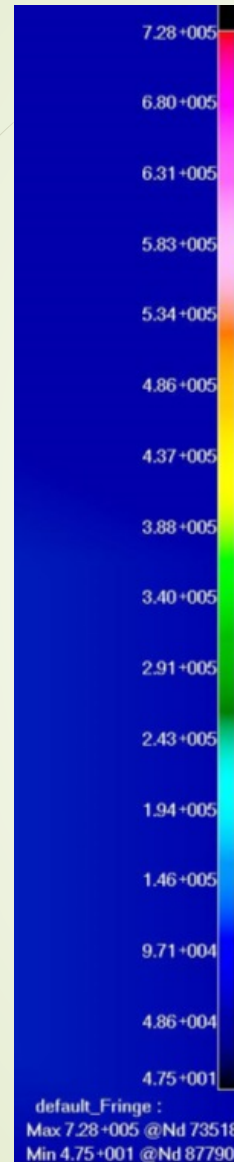
$$1500 \text{ m/s} < V_m < 6000 \text{ m/s}$$



Scansione 3D



Discretizzazione

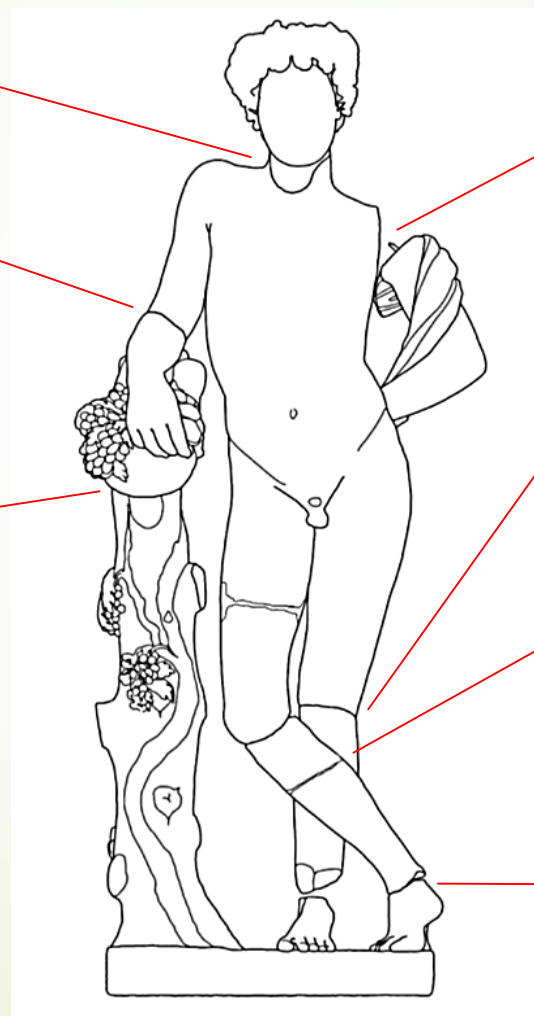
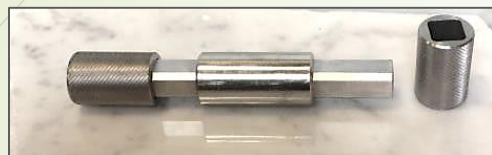


INTERVENTO

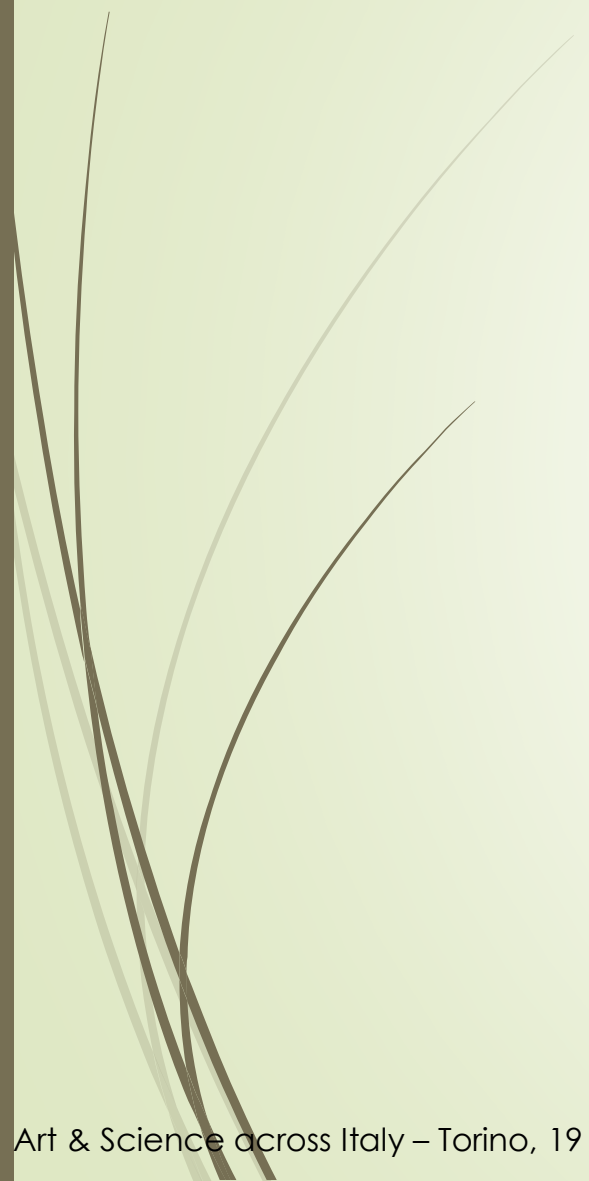
- REVERSIBILE
- NON INVASIVO



PERNI SMONTABILI
PROGETTATI PER
NON MODIFICARE I
FORI PREESISTENTI







Grazie per l'attenzione