



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

## Tecnologie ENEA per i Beni Culturali mature per il trasferimento tecnologico



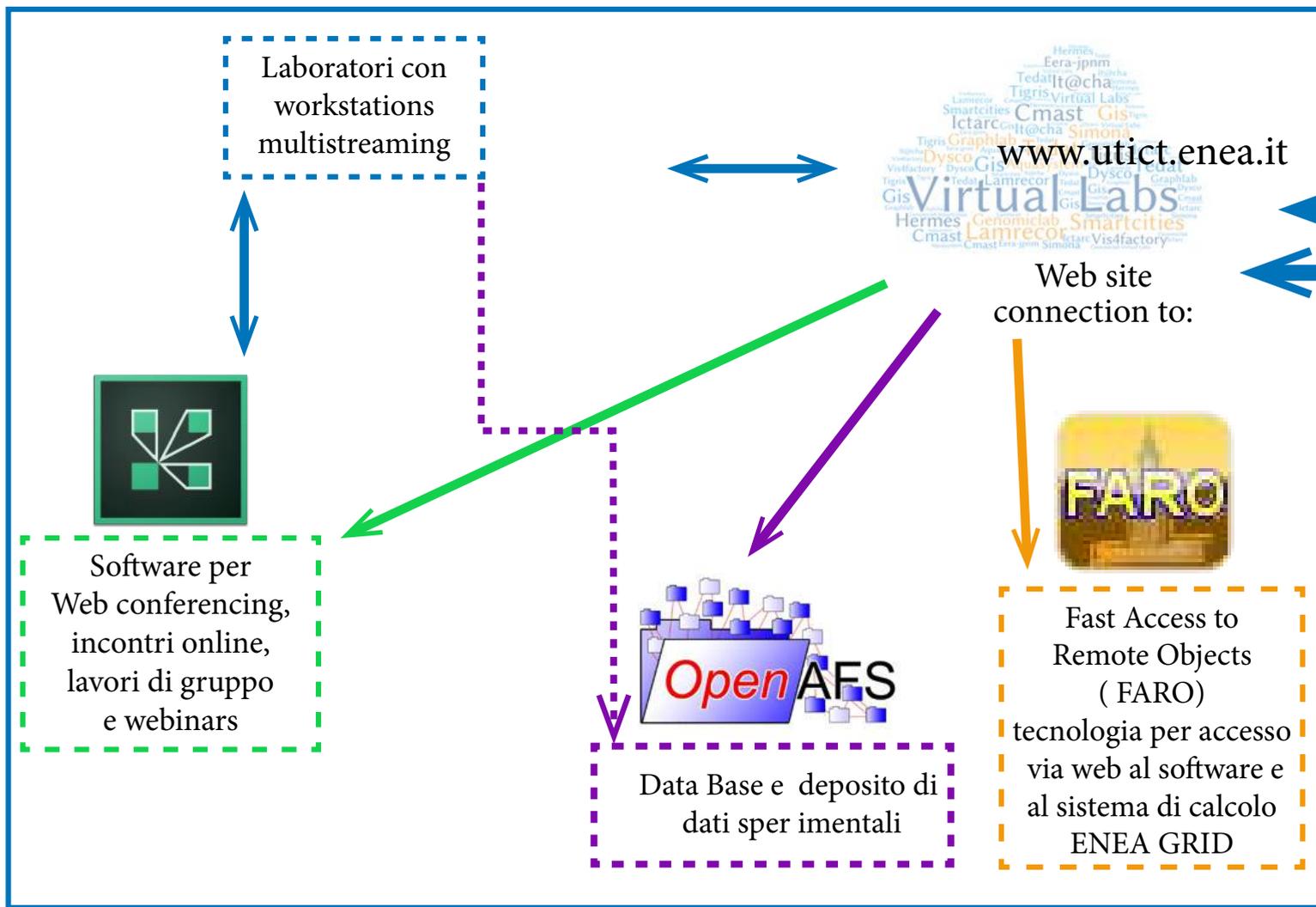
Sviluppo e diffusione di metodi, tecnologie e strumenti avanzati per la **CO**nservazione  
dei **B**eni culturali, basati sull'applicazione di **R**adiazioni e di tecnologie **A**bitanti

Nell'ambito del progetto COBRA, finanziato dalla Regione Lazio, L'ENEA apre i suoi laboratori nelle sedi laziali di Frascati e Casaccia per permettere agli End-User operanti nel settore di partecipare, localmente o via rete, alla sperimentazione su casi di studio eseguita mediante i sistemi disponibili e i prototipi in corso di sviluppo per tecnologie diagnostiche e di processo.

**La partecipazione è aperta anche a end-user per campagne esterne nella Regione.**

<http://ict.enea.it/it/progetti/utict-e-i-progetti/cobra>

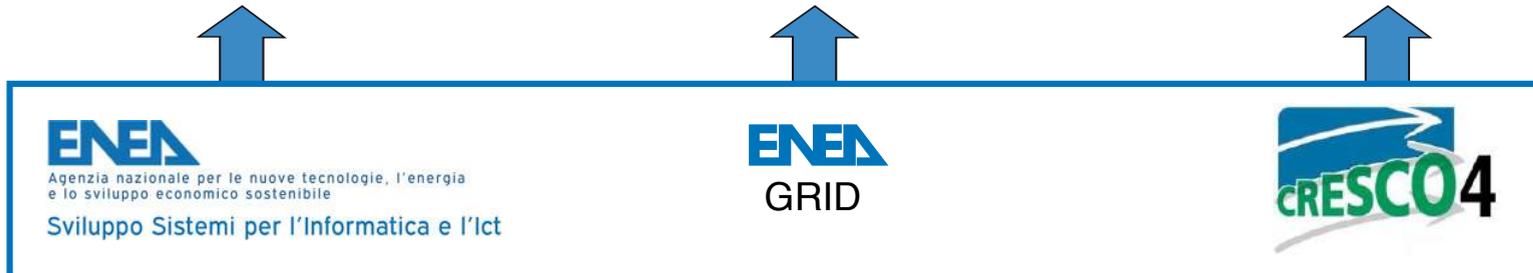
# I Laboratori virtuali in Cobra



**Realizzazione di un'infrastruttura Hardware e Software, basata su cloud computing, in grado di rendere disponibili servizi ed applicazioni ICT**

*L'infrastruttura ENEA consente di condividere via web le risorse informatiche per il calcolo scientifico e tutti gli strumenti ICT per la:*

- ◇ diffusione dei risultati ottenuti negli esperimenti
- ◇ conoscenza integrata, finalizzata ad acquisire e condividere informazioni e dati con end-user e stakeholder
- ◇ implementazione di modalità innovative di fruizione del Patrimonio Culturale.



# Schema DySCo - Laboratorio con accesso remoto in Casaccia

Structural Dynamics, numerical Simulation, qualification tests and vibration Control

Home page: [www.afs.enea.it/project/dysco](http://www.afs.enea.it/project/dysco)

**Real-time sharing of experiments**

**Stored data and archived reports**

**Access to CRESCO hardware and software**

**Documents**

- Presentations
- Image gallery
- Technical Reports
- Papers
- 3d Vision Videos
- Software Tools
- Public Area
- Private Area

**Thematic areas**

- Structural Dynamic
- Vibration Control
- Certifications
- FE Modeling

**CRESCO# Tools**

- AFS password changer
- ENEA GRID ticketing
- Java manager interface
- Project seminar room
- Videoconference
- CRESCO reference
- How to use ENEA-GRID

**Activities**

lel "pilastrino midollo" - brevetto EDILINNOVA 29/09/2010 - h10- Pr

Laboratory Presentation

The DYSCO Virtual Laboratory is the first example in Italy of remotely shared experimental tests on a network platform consisting of two large scale 6DOF oleo dynamic seismic tables and two electro dynamic shakers at the MAT-QUAL laboratories of the ENEA Casaccia research Center in Rome, for seismic, mechanical, aerospace and nuclear applications.

The connection to DYSCO virtual laboratory is provided by the ENEA-GRID of numerical computation, and more specifically by ENEA-CRESCO facilities ( Computational RESearch center on COMplex system ): the results are shared in real time via Internet among the partners of the experiment and stored in ENEA web pages for future use and for every remote user who can visualize them by different access privileges.

As the experimentation goes on, remote users have the possibility to interact step by step with the experts of the DYSCO laboratory, exchanging opinions about the results and, if necessary, agree the modifications in the subsequent steps of the experiment.

**DySCO : Un'interfaccia di uso generale, disponibile via Internet tramite qualsiasi browser**

- ◇ - Prima piattaforma virtuale per ingegneria sismica tramite la quale è possibile partecipare ai test su tavole vibranti
- ◇ - Scopo: studio di tecniche e sistemi per mitigare il rischio sismico
- ◇ - Campi di applicazione:
  - Beni Culturali**
  - Ingegneria civile
  - Meccanica
  - Aeronautica
  - Trasporti
  - Infrastrutture energetiche

Le sessioni sperimentali remote usano streamers basati su Tecnologia Flash ed Adobe Connect nella stanza virtuale:

<https://connect.portici.enea.it/tavibr>

# Sistemi laser scanner per imaging remoto

## ITR-RGB: Modelli 3D e colorimetria remota

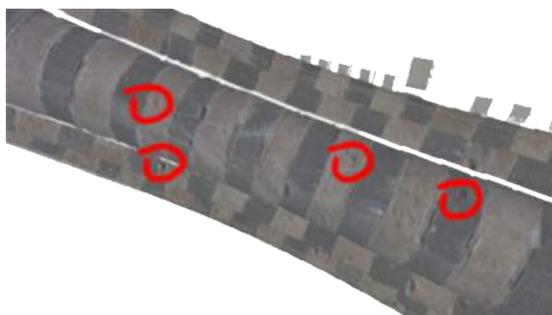
Tre sorgenti laser monocromatiche per la resa del colore, procedura di calibrazione in funzione della distanza. Operazione da 3 a 30m con risoluzione submillimetrica.



Misure in doppia modulazione



Evidenza di fessurazioni sul modello 3D di un'arcata del Duomo di Orvieto



Modello 3D di uno dei Bronzi di Riace

## LIF SCANNING: fluorosensore laser 2D

Il prototipo LIF Scanning a scansione di linea è uno strumento portatile che permette l'analisi non invasiva di superfici mediante lo studio dell'emissione di fluorescenza indotta dalla radiazione laser



Prototipo LIF Scanning



Evidenza mediante LIF imaging di una depigmentazione sul modello 3D di un affresco

## Prototipo integrato ILS: LIF/Raman/LIBS

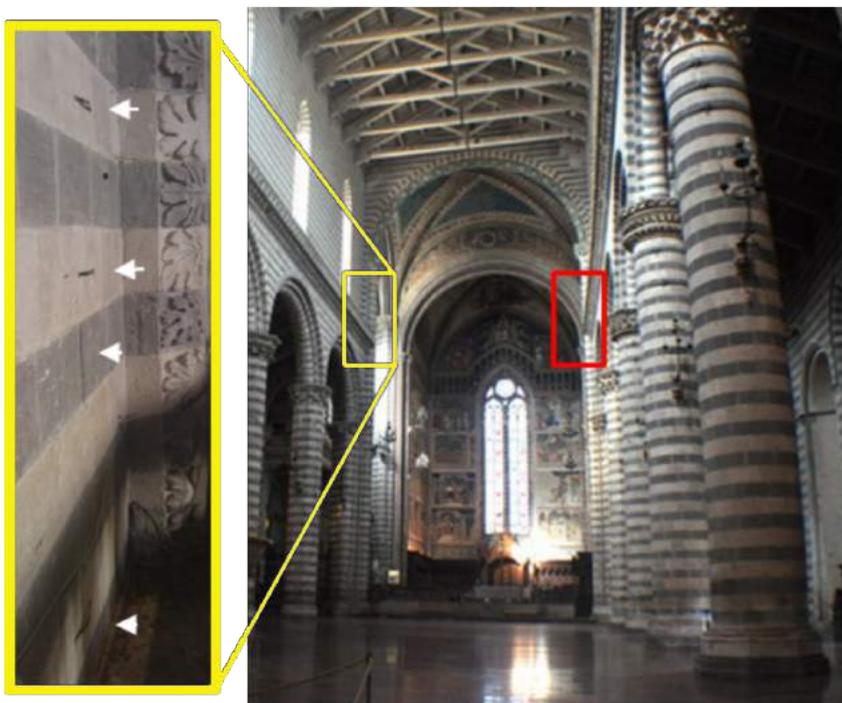
Già impiegato con successo per analisi microdistruttive di ceramiche dipinte



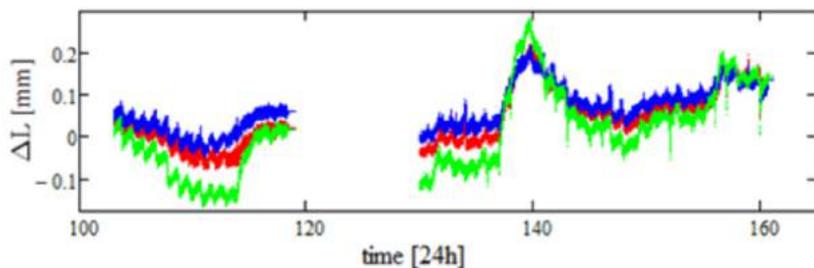
# Sistemi di sensori in fibra ottica per monitoraggio strutturale

I sensori FBG sono adatti ad applicazioni permanenti e su tempi lunghi. L'apertura di crepe su pareti in muratura è un problema per i complessi storici monumentali. I sensori FBG sensibili sia a eventi statici che dinamici (subsidenza, terremoti, ...) operano in qualsiasi condizione (all'aperto, sepolti, sommersi, ...), sono poco invasivi sia come cablaggio che come dispositivo di misura miniaturizzato

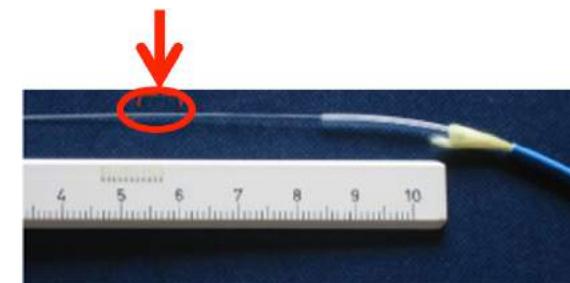
## Il Duomo di Orvieto



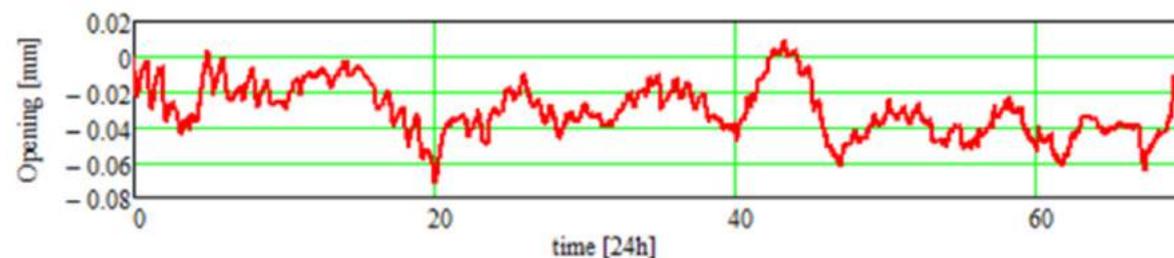
Monitoraggio su 3 diversi sensori



Sensore FBG inserito nella fibra ottica



## Le Mura Aureliane di Roma

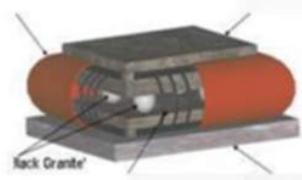
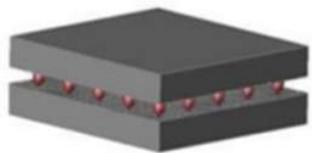


Monitoraggio in una posizione preselezionata

# Applicazione delle tavole vibranti

## Realizzazione di basi marmoree antisismiche per statue vulnerabili

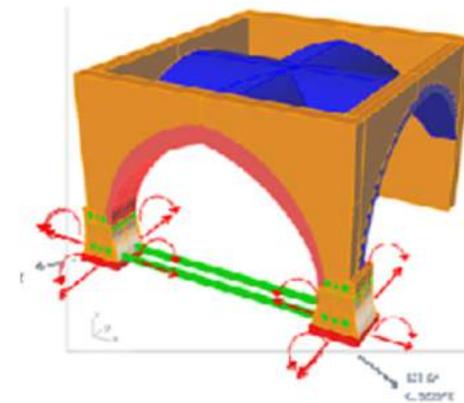
Sperimentazione di materiali e tecnologie per la protezione sismica del patrimonio culturale e singole opere d'arte: individuazione dei meccanismi di formazione delle fratture e dei cinematismi di collasso dei macro elementi strutturali, definizione e verifica delle più opportune tecniche di intervento



Basi Antisismiche ENEA per bronzi di Riace, S. Michele Arcangelo, 12 Apostoli + Annunciazione

## Prove sismiche su modelli di strutture in scala

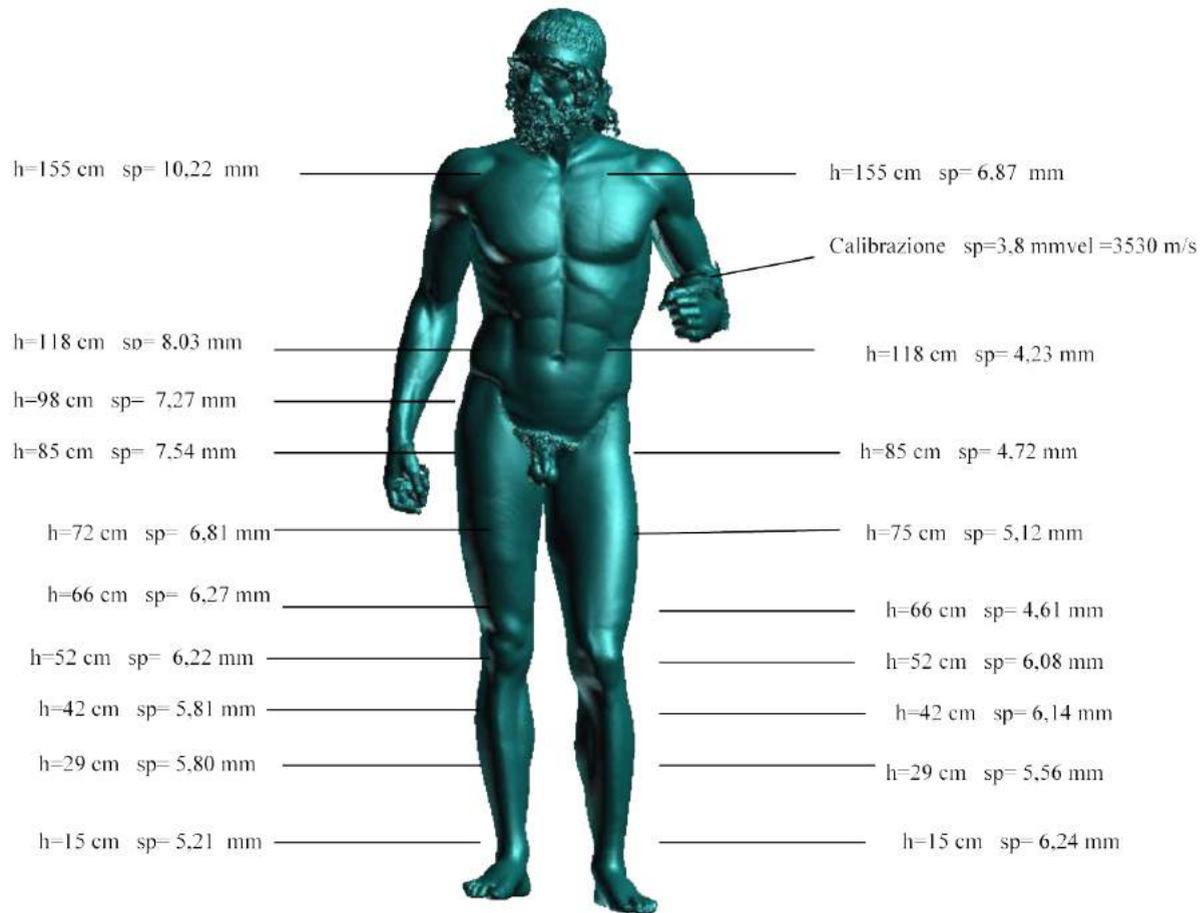
Cinematismi di collasso di un edificio in muratura tipico dell'edilizia storica italiana



Modello in scala 1:6 del macro elemento "Volta a Crociera" della Moschea di Algeri

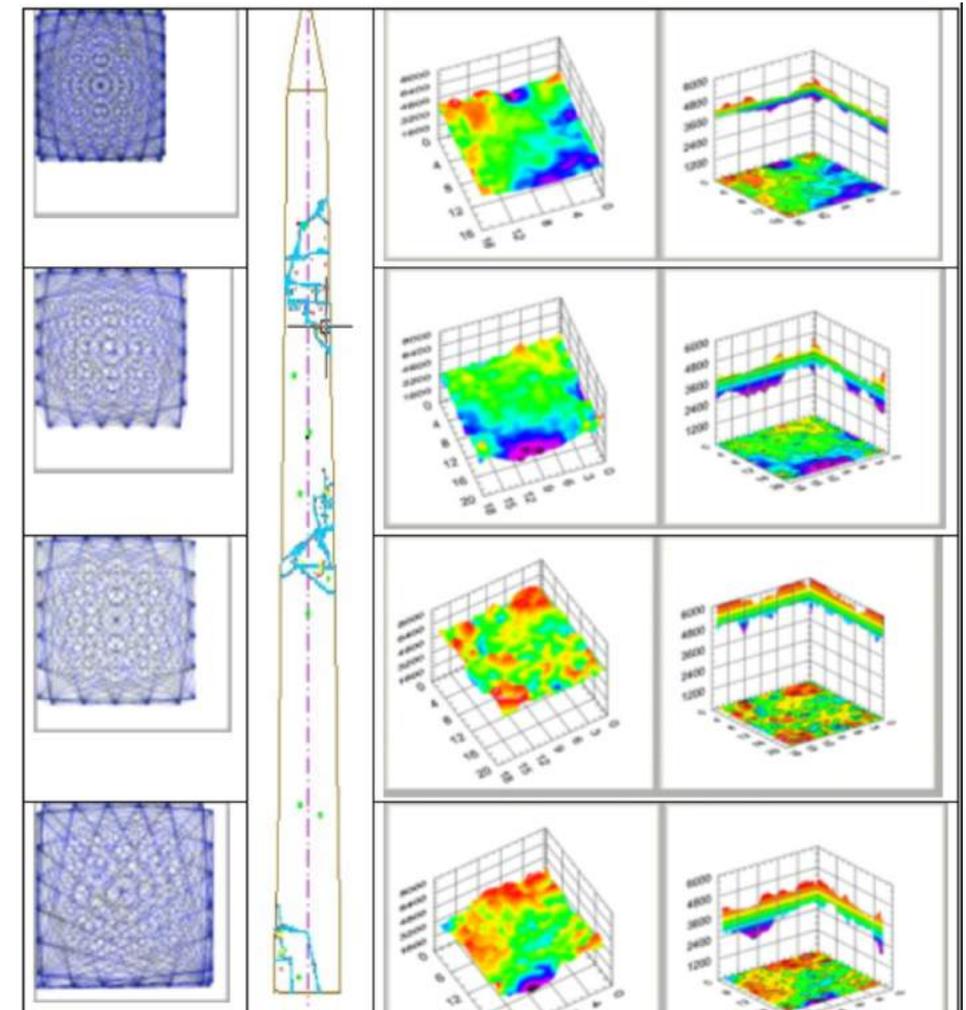


# Prove non distruttive per Indagini strutturali e rilievo quadro fessurativo



*Bronzi di Riace: Indagini Ultrasoniche con tecnica Pulse Echo per mappatura spessori*

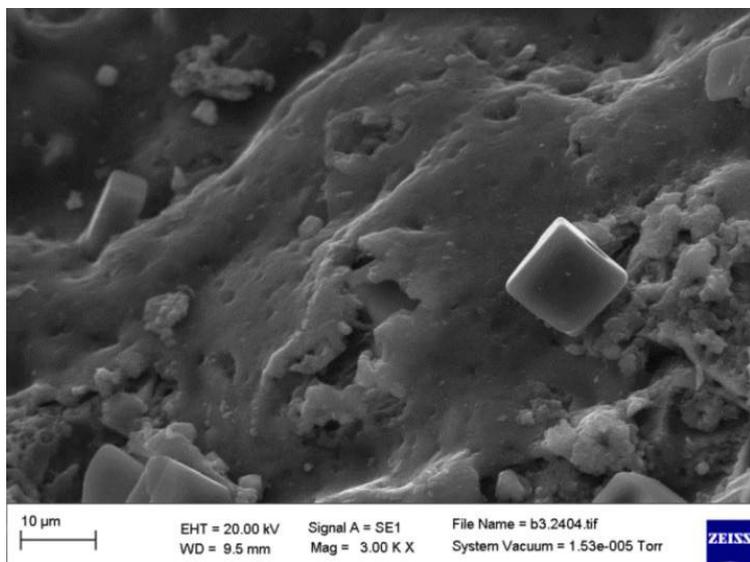
Indagini strutturali e mappatura del quadro fessurativo di singole opere d'arte e di strutture storico monumentali; sviluppo di software di gestione dei sistemi automatici impiegati nelle indagini non distruttive per il patrimonio artistico



*Obelisco Lateranense: Tomografia Sonica per rilievo geometrico dei giunti e mappatura quadro fessurativo*

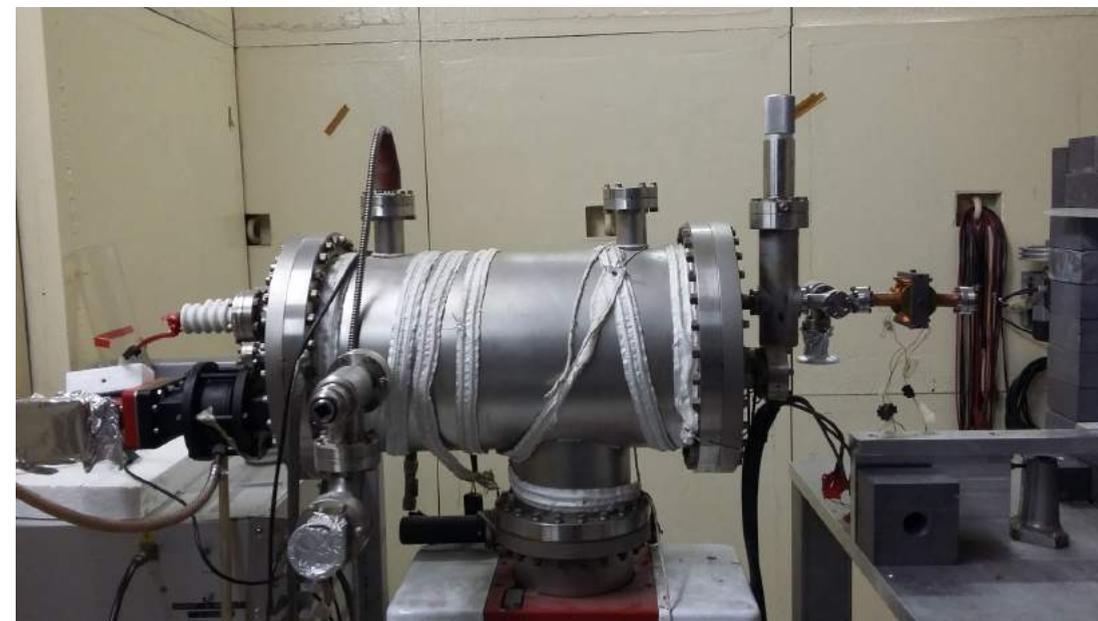
# Tecnologie in processi di restauro

## Camere climatiche per studi di degrado



*Immagine SEM di un cristallo di sale su campione lapideo depositato in camera climatica*

## LINAC di elettroni a 5 MeV per disinfestazione mediante raggi X



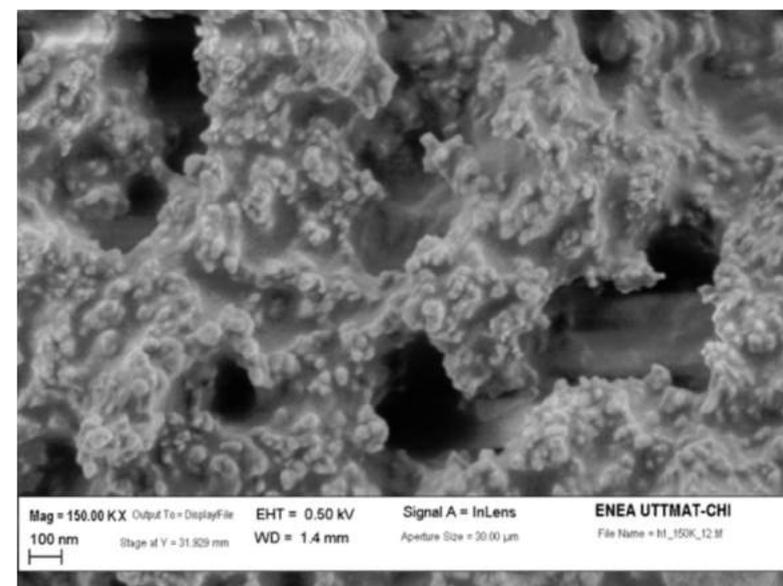
*Impianto operante presso ENEA CR Frascati*

## Ablazione laser per pulitura delicata



*Rimozione di patina artificiale mediante ablazione laser su campione di bronzo certificato*

## Sviluppo di nanocompositi protettivi



*Immagine SEM di un campione di marmo trattato con una dispersione di Rhodorsil e nanoSiO<sub>2</sub>*

Per l'ablazione Laser, El.En. e Quanta System rendono disponibili dei loro sistemi commerciali presso CR ENEA Frascati.



# Tecnologie per diagnostiche e processi di conservazione di Beni Culturali in COBRA

Il progetto COBRA\* è focalizzato sul trasferimento di tecnologie e metodologie innovative dai laboratori di ricerca agli end-user finali, in particolare alle PMI, operanti nel settore della conservazione di Beni culturali

## ICT

- » Basi dati su competenze e tecnologie diagnostiche
- » Acquisizione, storage e presentazione di dati sperimentali
- » Accesso remoto real-time a laboratori ed esperimenti

## Diagnostica

- » Imaging remoto e spettroscopie (laser visibile-UV, THz, raggi x, PIXE)
- » Monitoraggio strutturale mediante sensori FBG
- » Controlli non distruttivi
- » Prove sismiche, progettazione di basamenti antisismici e dispositivi di protezione

## Conservazione

- » Disinfestazione di volume mediante radiazioni (raggi x, elettroni, protoni)
- » Pulitura laser di substrati fragili

\* Progetto n. 1031 finanziato dalla Regione Lazio nel periodo 21/07/2015 - 20/07/2017 ai sensi della (LR 13/2008 Progetti di ricerca presentati da Università e Centri di Ricerca)



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

[www.enea.it](http://www.enea.it)