



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

I Digital Twins per il Cultural Heritage



Marialuisa Mongelli
marialuisa.mongelli@enea.it
TERIN-ICT-HPC



Convegno Various Innovative Technological Experiences – VITEII



Monte Porzio Catone, 15-19 Aprile 2024
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma

I digital twin

Cosa sono

Rappresentazioni digitali di opere d'arte di beni mobili o immobili

Come si ottengono

Tecnologie digitali avanzate di scansione 3D

Modellazione computerizzata

Realtà Virtuale (VR) e Realtà Aumentata (AR)

Obiettivi

Supporto alla diagnostica e al monitoraggio per la protezione, la conservazione, la conoscenza, la valorizzazione, la fruizione



Digital Twin e Modelli Numerici

I Digital Twin e i modelli numerici necessitano di importanti infrastrutture di calcolo

- Potenza di calcolo
- Spazi di archiviazione (dati estremamente voluminosi)
- Risorse scalabili e flessibili
- Accessibilità e capacità di gestire e memorizzare grandi quantità di informazioni in modo efficiente e accessibile da remoto
- Analisi avanzata dei dati
- Lavoro collaborativo
- Piattaforme online per una fruizione più accessibile in AR e VR

L'infrastruttura ICT ENEA per il patrimonio culturale

CRESCO6 Infrastructure (REsearch Computational center on COMplex System)



Computing power rating 1.4 PFLOPS
nodes: 434
cores: 20832



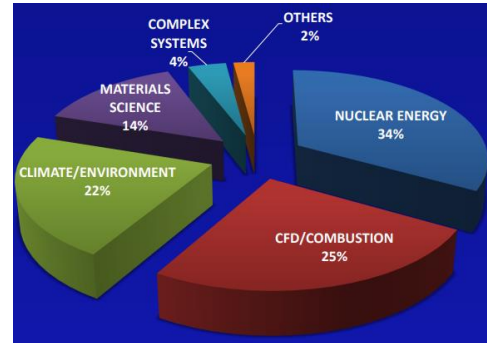
Each node
processors: 2xCPU Intel Xeon Platinum 8160 with 24 cores
clock: 2.1 GHz
memory: 192 GB (4 GB/core)

Network
Intel Omni-Path 15 switch with 46 ports
bandwidth: 100 Gb/s
latency: 100 ns



ENEA Virtual Labs

Virtual Labs => Open Labs
Networking of instrumentation and skills to support research and industry



L'infrastruttura ICT ENEA per il patrimonio culturale

Protezione



ARCH SAVING CULTURAL HERITAGE

Monitoraggio
Analisi
Controllo

Conservazione



ECODIGIT



**Ikaros-Museum
Remote Control**

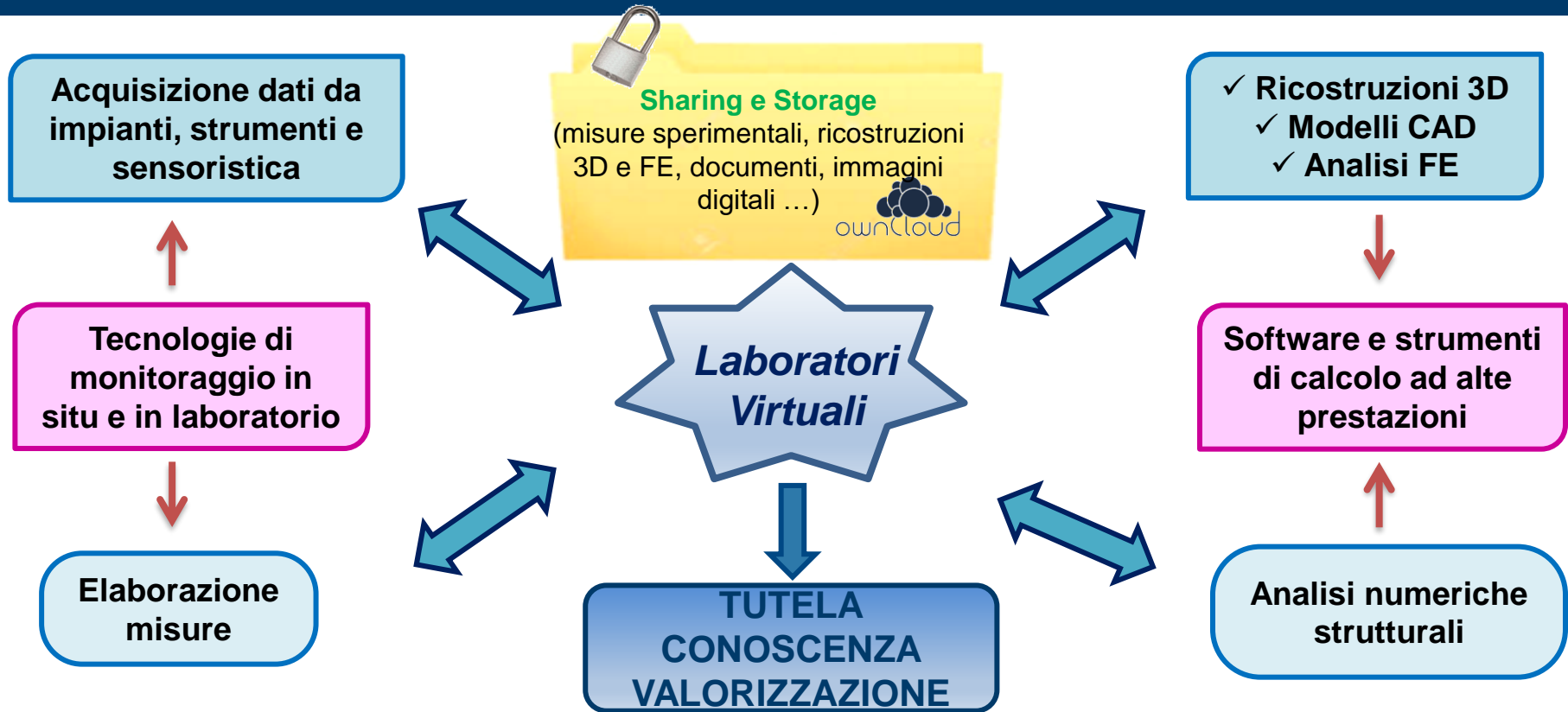
Utilizzo remoto
di strumenti e
tecnologie

Valorizzazione

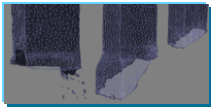
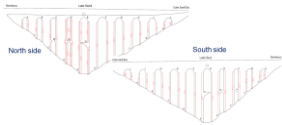


Sviluppo di infrastrutture
ICT a supporto della
ricerca e dell'industria

L'infrastruttura ICT ENEA per il patrimonio culturale



Virtual LAB ITH@CA e la catena di modellazione



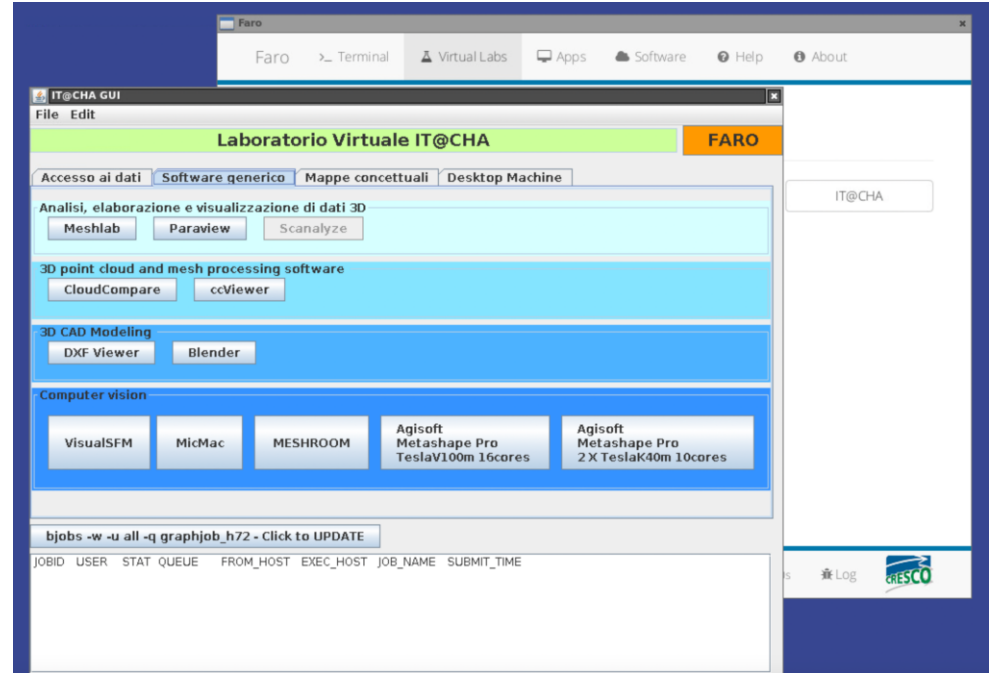
- ✓ Ricostruzioni 3D
- ✓ Modelli CAD
- ✓ Analisi FE



Software e strumenti
di calcolo ad alte
prestazioni



Analisi numeriche
strutturali



The screenshot displays the IT@CHA GUI interface. At the top, there's a navigation bar with 'FARO' and 'Virtual Labs'. Below it, the main window is titled 'Laboratorio Virtuale IT@CHA' and 'FARO'. The interface is divided into several sections:

- Accesso ai dati**: Software generico, Mappe concettuali, Desktop Machine
- Analisi, elaborazione e visualizzazione di dati 3D**: Meshlab, Paraview, Scanalyze
- 3D point cloud and mesh processing software**: CloudCompare, ccViewer
- 3D CAD Modeling**: DXF Viewer, Blender
- Computer vision**: VisualSFM, MicMac, MESHROOM, Agisoft Metashape Pro (TeslaV100m 16cores), Agisoft Metashape Pro (2X TeslaK40m 10cores)

At the bottom, there's a terminal window with the command `bjobs -w -u all -q graphjob_h72 - Click to UPDATE` and a table with columns: JOBID, USER, STAT, QUEUE, FROM_HOST, EXEC_HOST, JOB_NAME, SUBMIT_TIME.

dalla nuvola di punti al modello agli elementi finiti per il calcolo strutturale



I Digital Twin per il Cultural Heritage

15-19 Aprile 2024 Monte Porzio Catone- INAF-Osservatorio Astronomico di Roma

Virtual lab DySCo per la condivisione delle prove sperimentali su tavola vibrante

ENEA DySCo

Home About us ENEA-GRID Projects Collaborate Search

Welcome to ENEA DySCo Virtual Laboratory
(Structural Dynamic, numerical Simulation qualification tests and vibration Control)

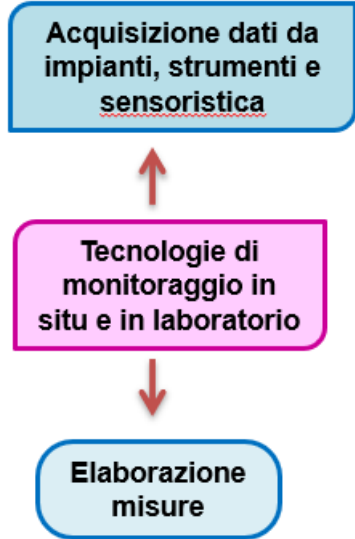
Join us

Documents

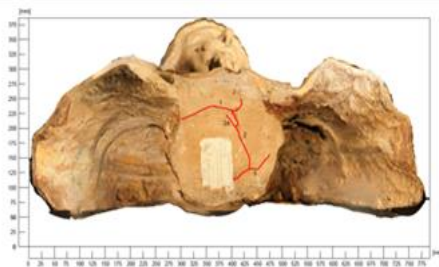
- Presentations
- Image gallery
- Technical Reports
- Papers
- 3D Vision Videos
- Software Tools
- Public Area
- Private Area

Thematic areas

- Structural Dynamic
- Vibration Control
- Certifications
- FE Modelling



La digitalizzazione da scansione fotogrammetrica



Crack at the basis	
Code	Length [mm]
1	142,4
2	115,1
2a	27,2
3	90,0

Increasing museum documentation and expert knowledge



Obiettivo: documentare lo stato di conservazione e porre in evidenza dettagli nascosti

Integrazione Tecnologie digitali e strumentali

Photogrammetry



NIKON D60
CCD sensor
(10.2 Mpx)



Structured-light



SMARTSCAN
by AICON 3D
SYSTEM



Unrolling of the backrest



Unrolling of the base



Detail of unwrapping relief



Tecnologie digitali e strumentali

Approccio integrato fotogrammetria - FBG

Aurelian Walls

- Built between 270 and 275 A.C.
- Originally about 19 Km
- Represented the city walls
- Nowadays remains 12.5 km long.
 - ❖ 383 towers,
 - ❖ 7020 battlements,
 - ❖ 5 main seats,
 - ❖ 2066 r windows
- Many critical areas

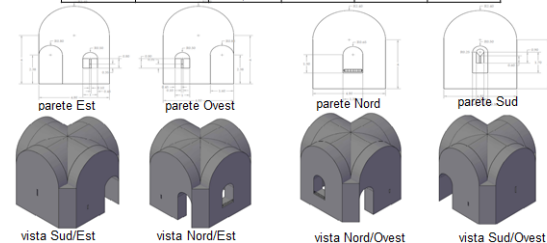


Torre L2: Rilievo geometrico dalla restituzione 3D fotogrammetrica

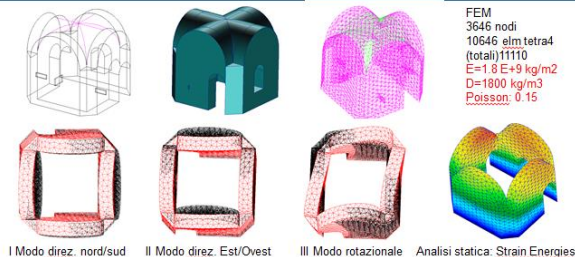


Torre L2: Rilievo geometrico Restituzione 3D fotogrammetrica

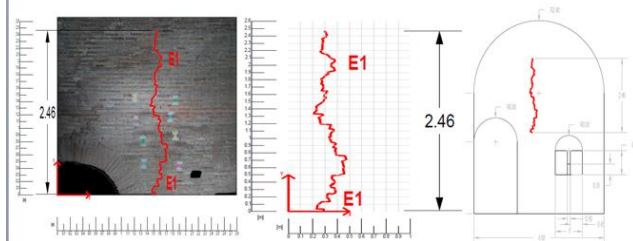
Elaborazione	Qualità	Cameras Aligned	Tie Points	Dense Cloud Points	3D Model Faces
Torre L2	Medium	255,292	79,889	10,926,183	1,794,696



Torre L2: Modello e analisi preliminare FE

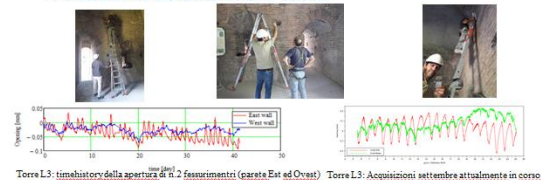


Torre L2: Quadro fessurativo parete est



Nuova campagna di misure con sensori FBG

- Nuova installazione sensori FBG per il monitoraggio in continuo (settembre 2018)
- ❖ delle lesioni sulle pareti della torre L3
- ❖ in alcuni tratti del camminamento esterno



Sistema di monitoraggio per il controllo dell'evoluzione del danno

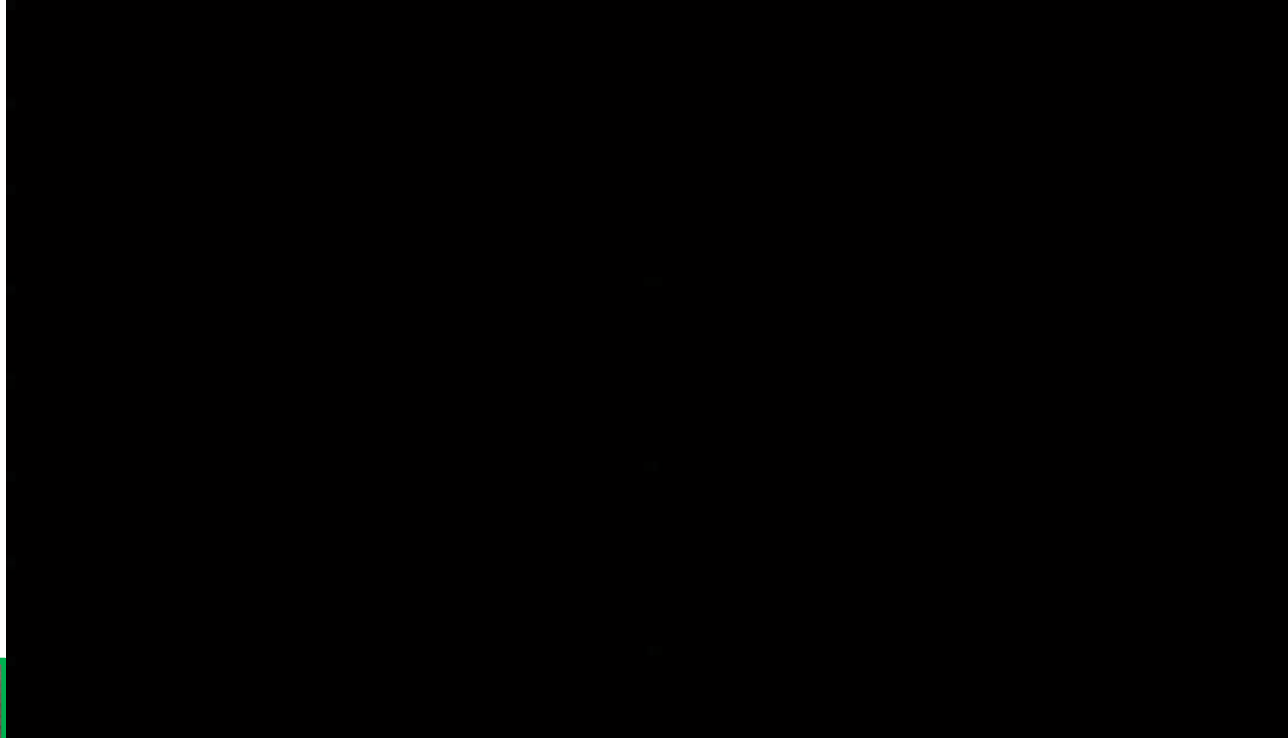
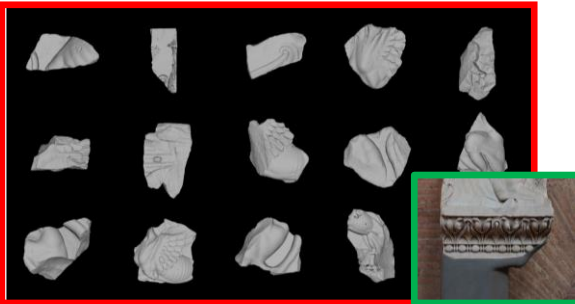


I Digital Twin per il Cultural Heritage

15-19 Aprile 2024 Monte Porzio Catone- INAF-Osservatorio Astronomico di Roma

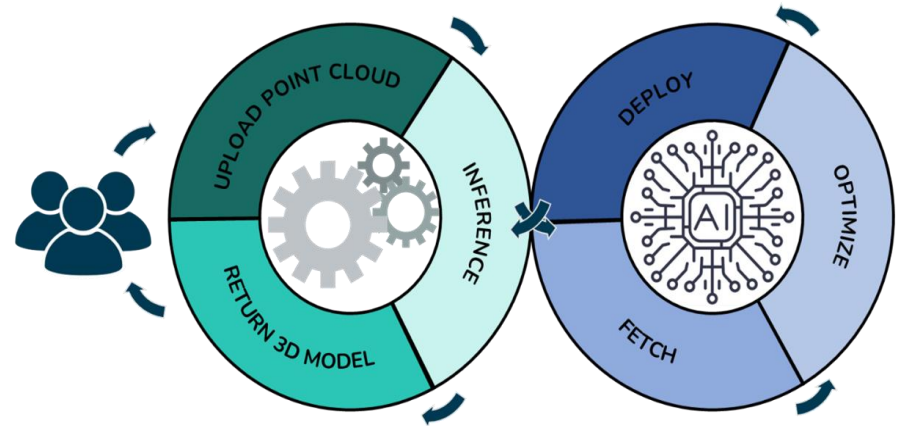
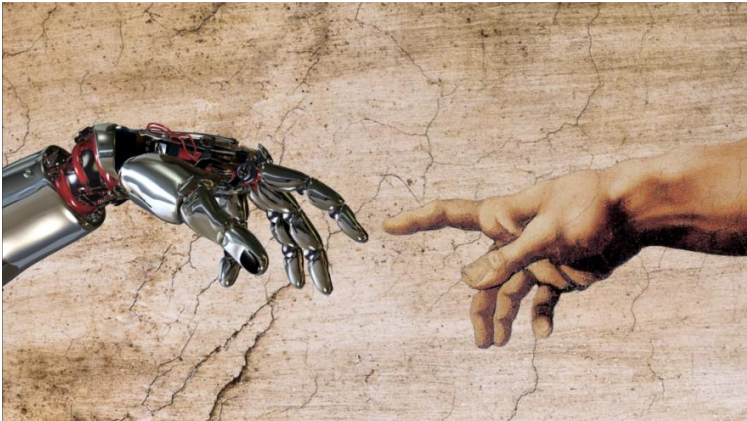
Integrazione Tecnologie digitali e strumentali

Antiche rovine della basilica Ulpia



IA per il riconoscimento delle nuvole di punti

Riconoscimento automatico delle nuvole di punti di elementi del patrimonio artistico a supporto della catena di modellazione



Obiettivo: Automatizzare il processo della definizione di modelli numerici mediante algoritmi di IA

Ikaros: il sistema integrato - museum remote control



Syremont S.p.A.

ENEA

Nomos Ricerche

Promente TLC

Conclusioni

Con la “**trasformazione digitale**”, la digitalizzazione, acquisisce un significato più esteso; mira ad ottimizzare le logiche di lavoro, ridisegnare le modalità di interazione tra gli utenti coinvolti, sviluppare ed implementare nuovi modelli di creazione del valore nell’ambito degli ecosistemi che vengono abilitati dalle **piattaforme digitali**, attivare percorsi virtuosi per l’efficientamento **nella gestione, conservazione e fruizione dei beni**.

La **modellazione** rappresenta un **valido supporto al monitoraggio e alla diagnostica, alla gestione e programmazione degli interventi manutentivi**, nonché nella valorizzazione di elementi del patrimonio artistico non facilmente accessibili.

Grazie a tutti per la partecipazione!



Marialuisa Mongelli
marialuisa.mongelli@enea.it



Tecnologie ICT per il Patrimonio Culturale - <https://ict.enea.it/ict-per-i-beni-culturali>

Un caloroso ringraziamento va ai colleghi della divisione ICT e dei laboratori HPC e RETE che contribuiscono a vario livello, quotidianamente, con le loro competenze e professionalità a garantire il funzionamento dell'infrastruttura ICT dell'ENEA.