



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



Gestione distribuita dei dati sperimentali da prove su tavola vibrante per la protezione sismica di murature storiche

***I. Bellagamba, **F. Iannone, **M. Mongelli, **S. Migliori, **G. Bracco**

***Consortium GARR**

****ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development**

Conferenza GARR 2017 – *The Data Way to Science*
15-17 Novembre 2017, Venezia, Italia

1101 0110 1101
0001 0110 1110
1101 0110 0000



Il progetto Co.B.R.A.

Il progetto Co.B.R.A.

(Sviluppo e diffusione di metodi, tecnologie e strumenti avanzati per la CONservazione dei Beni culturali, basati sull'applicazione di Radiazioni e di tecnologie Abilitanti)

Obiettivi del progetto C.o.B.R.A.:

- Trasferimento tecnologico verso piccole e medie imprese;
- Utilizzo di tecniche e strumenti di monitoraggio non invasive;
- **Sviluppo di una piattaforma ICT per la condivisione dei risultati**
- Protezione, conservazione e fruizione del **patrimonio culturale**.

Progetto finanziato dalla “Regione Lazio” (LR 13/2008 Research project presented by Universities and Research Center)



Inizio progetto: 21 Giugno 2015
Fine progetto: 20 Dicembre 2017



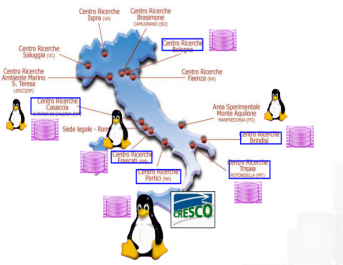
Gestione distribuita dei dati sperimentali da prove su tavola vibrante per la protezione sismica di murature storiche – Conferenza GARR 2017



Sviluppi ICT: ENEA Staging Storage Sharing (E3S)



- Architettura distribuita per la **condivisione** e lo **storage dei dati**
- Basata su tecnologia **Cloud** (Owncloud)
- **Gestisce la complessità di dati con formati eterogenei**
- Supporta l'intero processo di gestione dei dati (accesso remoto e visualizzazione)



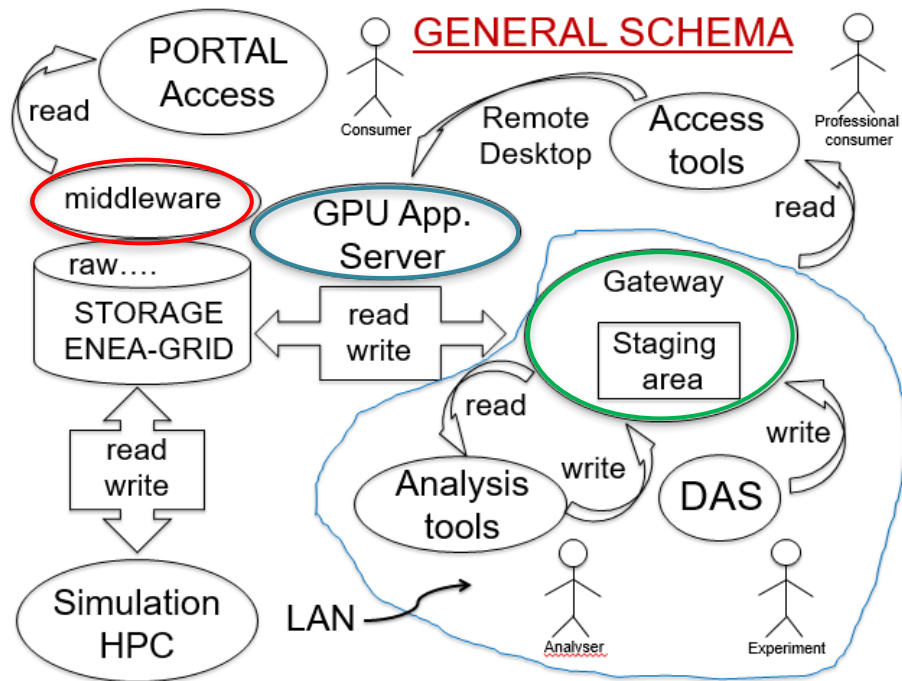
E3S permette la **condivisione in tempo reale** e la **gestione remota dei dati sperimentali** durante prove sismiche su tavola vibrante, eseguite presso il laboratorio SITEC (Sustainable Innovation TEChnologies) di ENEA Casaccia



Gestione distribuita dei dati sperimentali da prove su tavola vibrante per la protezione sismica di murature storiche – Conferenza GARR 2017



L'architettura ENEA Staging Storage Sharing (E3S)



3 componenti fondamentali

- **Gateway Node (GWN):** gestione delle aree di staging (LAN) e loro sincronizzazione con le aree di storage (WAN) del filesystem della cella AFS: *enea.it*;
- **Middleware Node (MWN):** gestione dei servizi di accesso alle aree di storage e dei servizi di data sharing;
- **GPU Application Server (GAS):** ambiente grafico per l'esecuzione di applicazioni su piattaforme hardware basate su GPU accessibili da remoto (FARO).

Architettura client/server: consente l'accesso ai dati da remoto mediante tool di visualizzazione e analisi

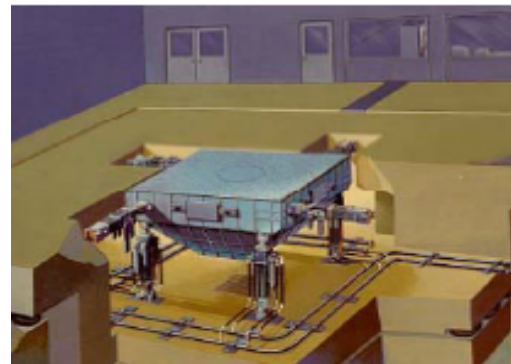
SITEC: Prove sperimentali su tavola vibrante

- Studio del comportamento dinamico di strutture storiche esistenti
- Studio di tecniche innovative di rinforzo e di isolamento alla base



Caratteristiche tavole vibranti

- ✓ Dimensioni: 4mx4m & 2mx2m
- ✓ Gradi di libertà: 6 DOF



Features	Table 1 (Master)	Table 2
Table size	4mx4m	2mx2m
Degree of Freedom	6 DOF	6 DOF
Frequency range	0-50 Hz	0-100 Hz
Acceleration	3g peak	5g peak
Velocity	0.5 m/s (0-peak)	1m/s (0-peak)
Displacement	0.25 m/s (0-peak)	0.30 m/s (0-peak)

Laboratorio SITEC (Sustainable Innovation TEChnologies)
Centro Ricerche ENEA Casaccia



Gestione distribuita dei dati sperimentali da prove su tavola vibrante per la protezione sismica di murature storiche – Conferenza GARR 2017



SITEC: Sistema di Acquisizione Dati Sperimentali

3DVision

- Sistema optoelettronico che acquisisce **le traiettorie 3D** di molteplici **markers** disposti sulle strutture oggetto dei test attraverso **videocamere digitali NIR** ad alta risoluzione;
- Sistema di misura dello **spostamento triassiale di markers** retroriflettenti, mediante triangolazione dei dati.

Specifications	Performance
Camera maximum frame rate at full resolution	350 fps (Hz)
Max markers per second	4,980,736
Sensor details	Vicon VEGAS-4 CMOS
Sensor resolution	2432 x 2048
Sensor grayscale depth	8 bit

Implementato grazie al **progetto COBRA** mediante **10 nuove** telecamere **NIR** (5 Megapixels), per fornire:

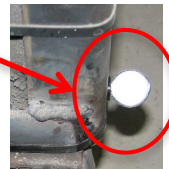
- più facile calibrazione del volume di misura;
- maggiore uniformità di acquisizione ed elaborazione delle immagini;



Gestione distribuita dei dati sperimentali da prove su tavola vibrante per la protezione sismica di murature storiche – Conferenza GARR 2017



Camera NIR



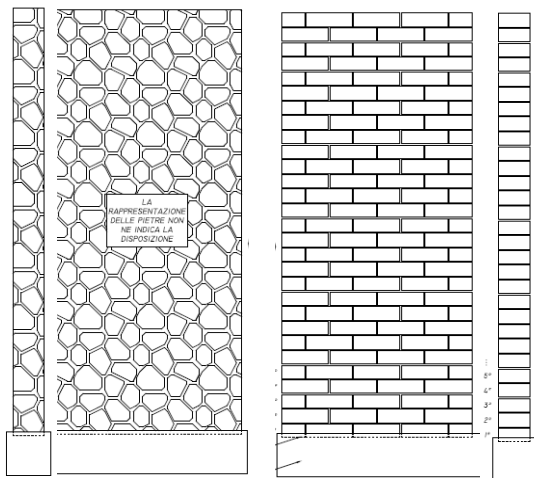
Marker
retroriflettenti



Campagna sperimentale - caso studio: pareti in muratura

Obiettivi principali:

- ❑ Studio della risposta dinamica di due paramenti murari per la valutazione del comportamento fuori piano fino al collasso;
- ❑ Verifica della capacità sismica di fibre di rinforzo ad alta resistenza.



Due pareti in muratura:

- Blocchi in **pietra**
- Blocchi regolari in **tufo**



Materiali tipici delle costruzioni storiche dell'Italia centrale

Progetto Italia-USA: "Composites with inorganic matrix for sustainable strengthening of architectural heritage"

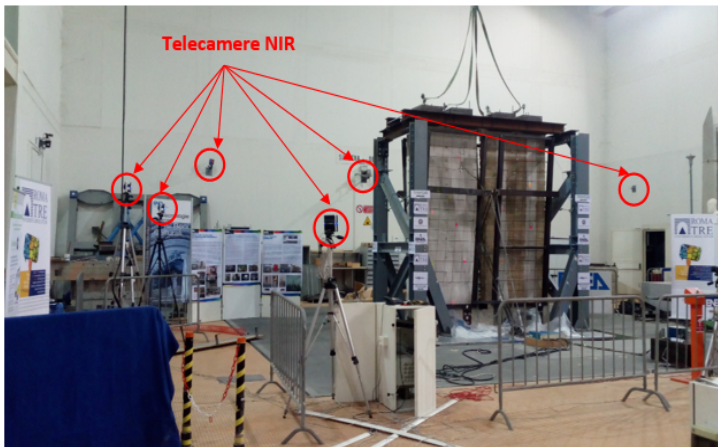


Gestione distribuita dei dati sperimentali da prove su tavola vibrante per la protezione sismica di murature storiche – Conferenza GARR 2017



Gestione dei dati delle sessioni sperimentali

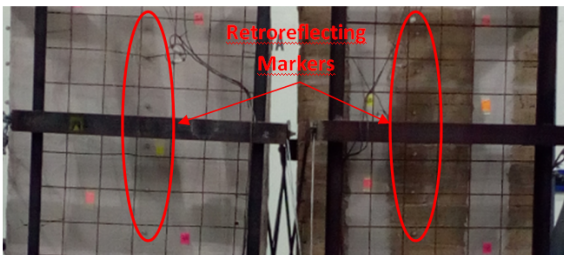
Test set up



5 input sismici di terremoti italiani registrati da accelerogrammi reali, ad intensità crescente dal 25% al 125%:

- Bagnoli
- Mirandola
- Amatrice
- Nocera
- L'Aquila

Dati / Formato	Formato proprietario	Formato standard
Dati acquisiti (raw data)	File binari: file.xcp, file.x2d	File binari: file.c3d File ASCII: file.txt File video: file.avi
Dati elaborati (post-processing data)	File binari esportabili in formati standard tramite appositi software	File di testo: file.txt File video: file.avi File Excel e file Matlab



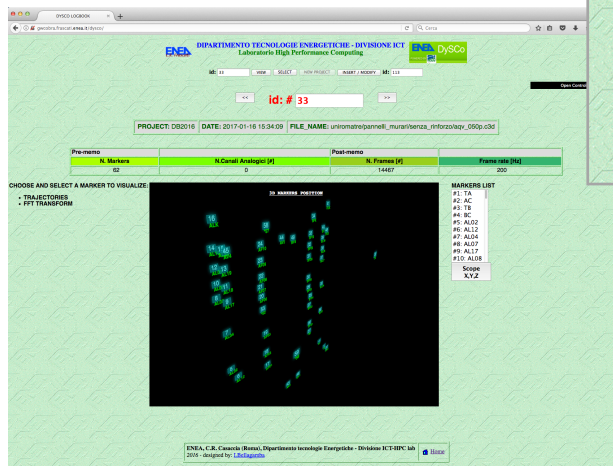
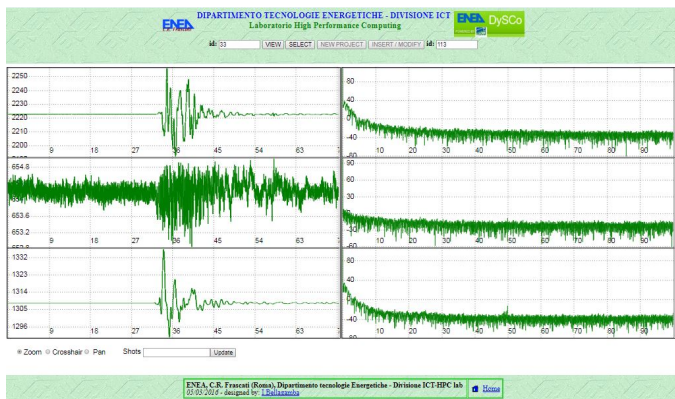
File di output del Sistema 3DVision:

- **file C3D (file binario)**-> contiene i **metadati** e le **traiettorie dei markers** relativi a ciascuno step di acquisizione
- Memorizzazione nell'area di staging di E3S
- sincronizzazione automatica nell'area di storage di E3S

Condivisione e gestione remota dei dati

Logbook DySCo: applicazione web basata su piattaforma LAMP (Linux Apache MySQL PHP)

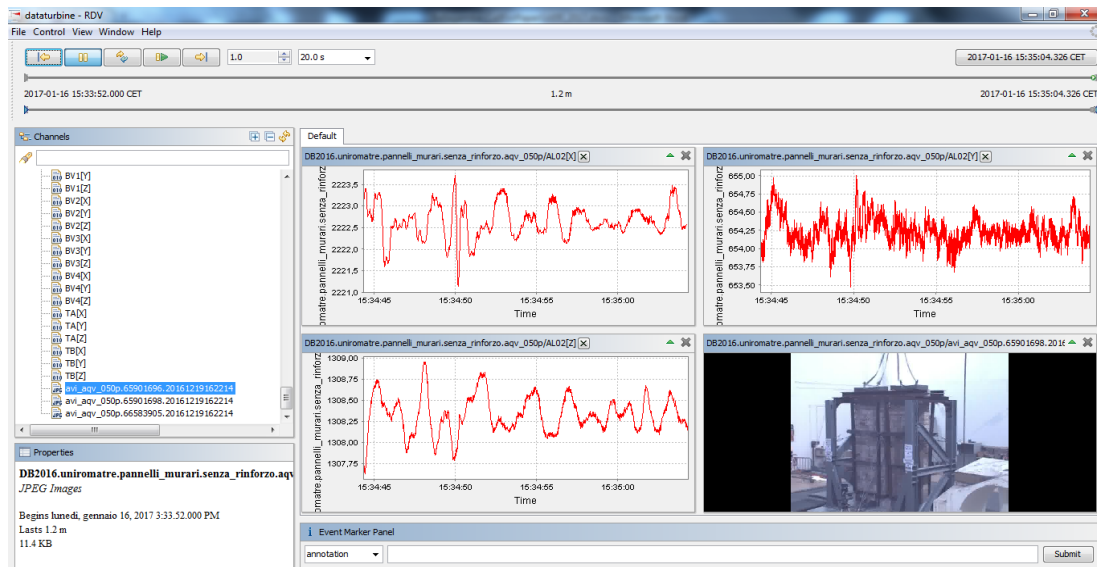
1. Fornisce tutte le informazioni necessarie all'elaborazione dei dati;
2. Visualizzazione 3D/WEBGL dei marker disposti sulla struttura;
3. Permette l'analisi dei dati nel dominio del tempo e delle frequenze.



Analisi remota dei dati sperimentali

RBNB DataTurbine:

- Funzione di streaming in real time e di gestione remota dei dati
- Possibilità di lavorare con dati in tempo reale;
- Possibilità di fare lo streaming dei dati archiviati per post-processing ed elaborazioni successive



L'utente remoto (es. partner del progetto) mediante l'interfaccia grafica RDV (Real Time Data Viewer) di DataTurbine, può visualizzare in near real-time le traiettorie dei marcatori disposti sulla struttura oggetto del test ed i video della prova.

Conclusioni

- La possibilità di eseguire **la gestione remota dei dati sperimentali, mediante le funzionalità eterogenee dell'architettura E3S**, permette agli utenti qualificati di ottenere in near real-time i risultati di ogni step di acquisizione, per la misura del danno della struttura testata, indipendentemente dalla propria posizione geografica;
- Il sistema è completamente integrato nella piattaforma dipartimentale di ENEA GRID;
 - *HPC, Storage (AFS/GPFS), Autenticazione Single Sign-On*
- Questo nuovo approccio di **sperimentazione condivisa a distanza**, da la possibilità di **migliorare la cooperazione e la disseminazione scientifica** nel campo della **protezione sismica**, riducendo notevolmente i tempi della sperimentazione durante le campagne sperimentali su tavola vibrante;
- Tale metodologia è **facilmente replicabile** per qualsiasi altra sperimentazione e/o acquisizione dati, eseguita sia in laboratorio che in campo.

Irene Bellagamba
ENEA-GARR
irene.bellagamba@enea.it



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000

