



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale

Convegno



La sperimentazione delle Linee Guida per i ponti esistenti

**Accordo tra il CSLP ed il Consorzio ReLUIS
attuativo dei DM 578/2020 e DM 204/2022**

**Roma
24 e 25 ottobre 2023**

I SISTEMI DI MONITORAGGIO REAL-TIME

Gian Michele Calvi, IUSS Pavia

I sistemi di monitoraggio *REAL-TIME* ...

Identificazione dinamica
(oggi: accelerometri, anni 90 interferometria laser)



I sistemi di monitoraggio *REAL-TIME* ...

Identificazione dinamica
(oggi: accelerometri, anni 90 interferometria laser)

Wireless Sensor Networks
(anni 2000 - Golden Gate)





2005: Structural Health Monitoring of the Golden Gate Bridge
Sukun Kim, Shamim Pakzad, David Culler, James Demmel,
Gregory Fenves, Steven Glaser, and Martin Turon

A Wireless Sensor Network (WSN) for Structural Health Monitoring (SHM) is designed, implemented, deployed and tested on the 4200ft long main span and the south tower of the Golden Gate Bridge (GGB). Ambient structural vibrations are reliably measured at a low cost and without interfering with the operation of the bridge. Requirements that SHM imposes on WSN are identified and new solutions to meet these requirements are proposed and implemented. In the GGB deployment, 64 nodes are distributed over the main span and the tower, collecting ambient vibrations synchronously at 1kHz rate, with less than $10\mu\text{s}$ jitter, and with an accuracy of $30\mu\text{g}$. The sampled data is collected reliably over a 46-hop network, with a bandwidth of 441B/s at the 46th hop. The collected data agrees with theoretical models and previous studies of the bridge. The deployment is the largest WSN for SHM.

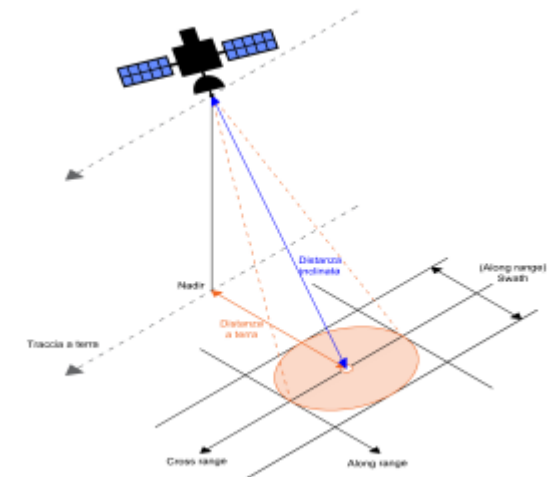
Identificazione dinamica
(oggi: accelerometri, anni 90 interferometria laser)



Wireless Sensor Networks
(anni 2000 - Golden Gate)



Tecniche SAR
(Radar ad apertura sintetica - l'interferometria di oggi)



Persistent Scatterer Interferometric Synthetic Aperture Radar (PSInSAR)



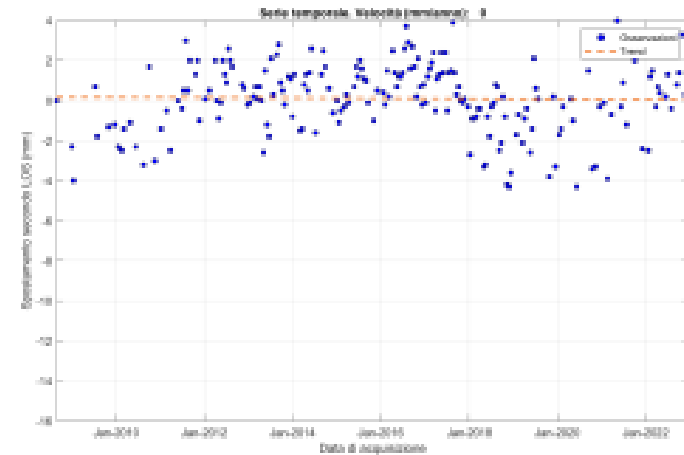
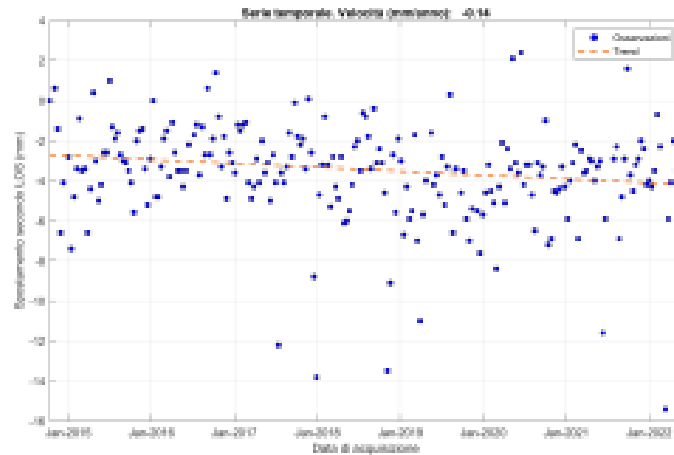
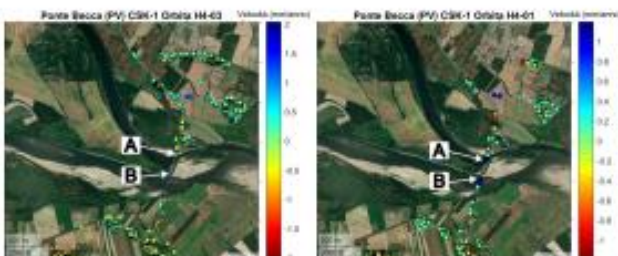
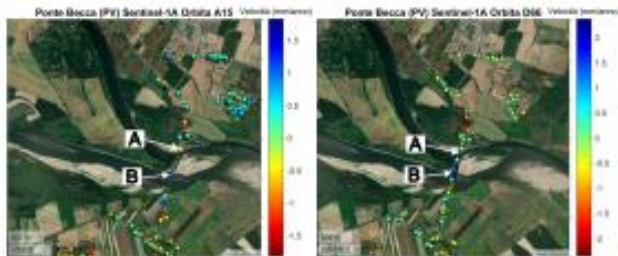
Satellite:
Periodo:

Sentinel-1A
2014-2022

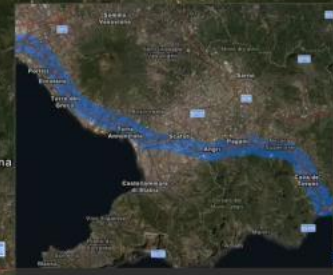
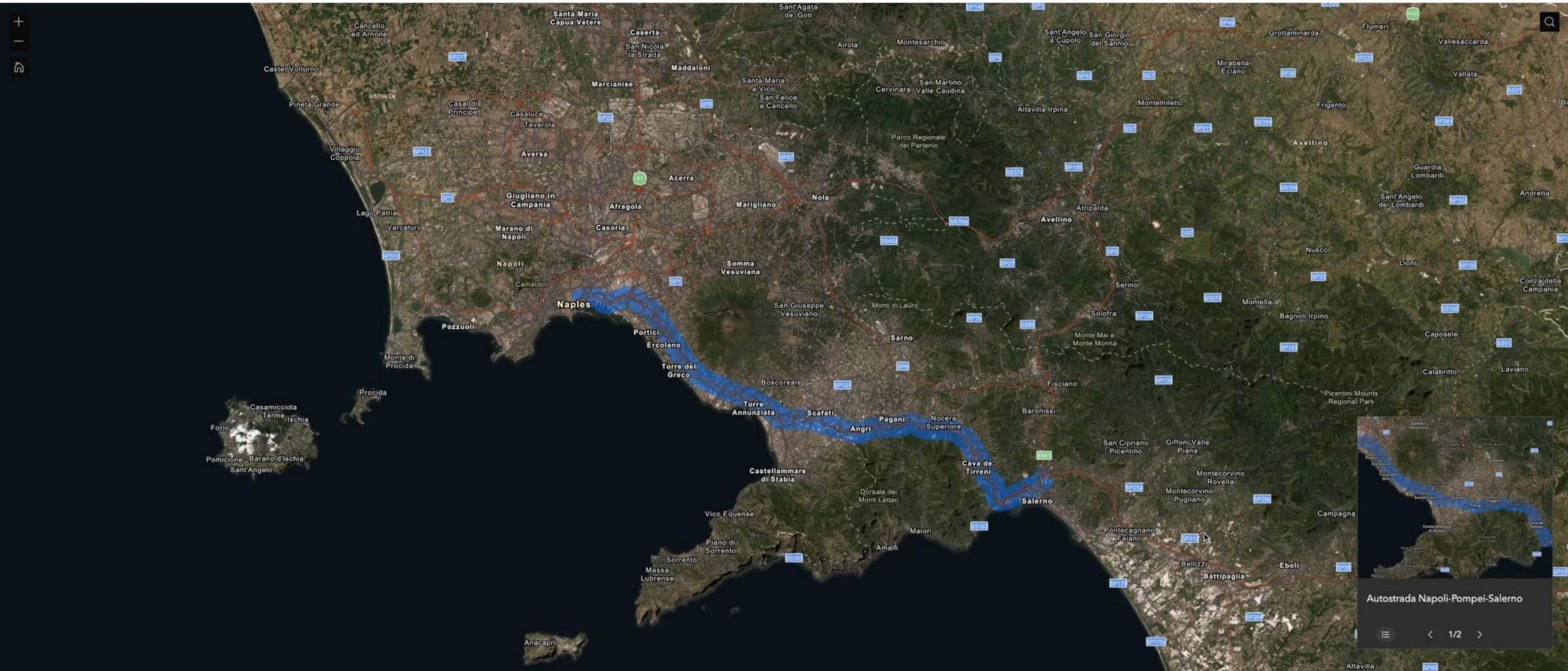
COSMO-SkyMed CSK-1
2009-2021

Durata elaborazione:
Velocità:

24-28 ore
< 2 mm/anno



TYPE OF PROJECT	Demonstration Project
THEME	Infrastructure & Smart-City
SPACE ASSETS	Earth Observation, Satellite navigation, Satellite communications



Autostrada Napoli-Pompei-Salerno

REAL-TIME ...

Obiettivi:

- Situazioni di allarme a breve termine
- Deterioramenti progressivi (lungo termine)
- Comprensione di problemi e punti essenziali

Necessità preliminari:

- Comprensione della risposta
- Modelli a diversi livelli di raffinatezza
- Applicazione di principi di gerarchia delle resistenze

Comprensione della risposta

Individuazione dei problemi potenziali:

- **Selle Gerber:**
 - Misura del comportamento della fessura
 - Soglie di allarme
 - Cicli e deriva



Comprensione della risposta

Individuazione dei problemi potenziali:

- **Appoggi:**

- Modalità di collasso
- Azioni
- Capacità di rotazione
- Capacità di spostamento



Comprensione della risposta

Individuazione dei problemi potenziali:

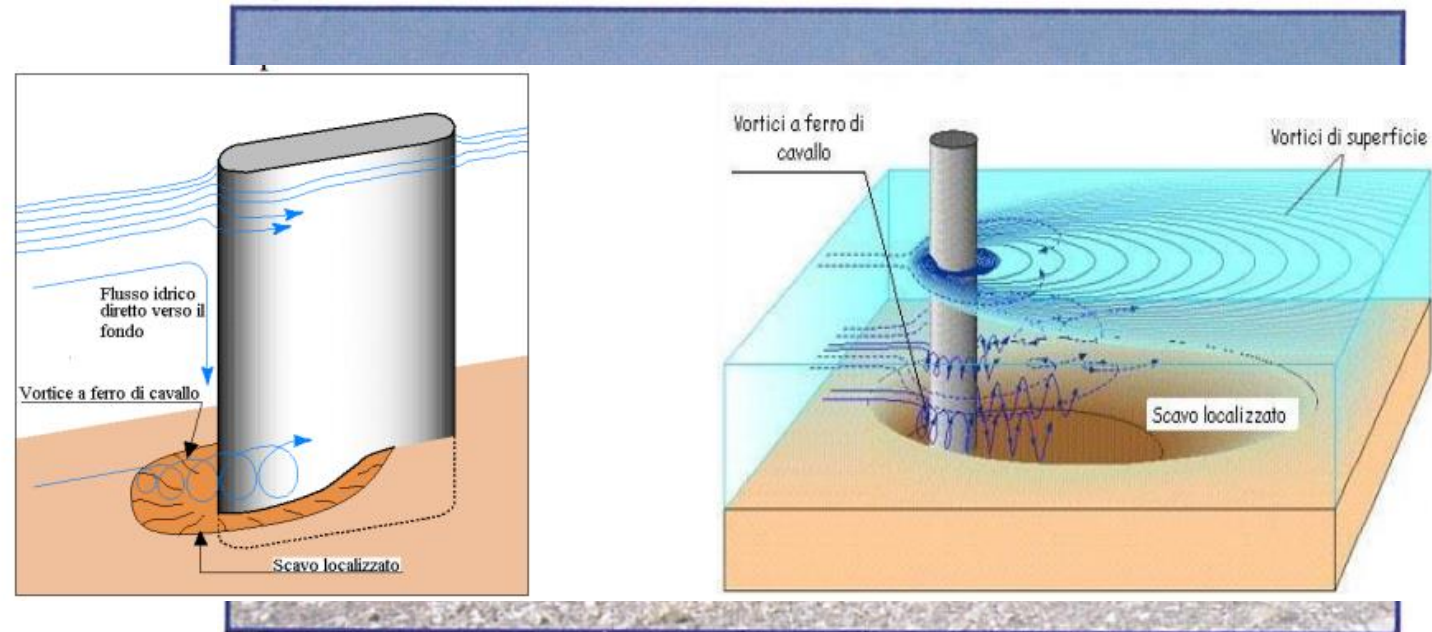
- **Cavi post-tesi:**
 - **Spostamenti delle testate**
 - **Deterioramento**



Comprensione della risposta

Individuazione dei problemi potenziali:

- Cedimenti fondazionali
- Corpi di frana
- Erosione fluviale
- Spostamenti
- Rotazioni





Comprensione della risposta

**Stima iniziale
del meccanismo di collasso
e dei margini di sicurezza**

Modelli

- Hand calculations
- Linear elastic
- Application of CD
- AEM - ELS

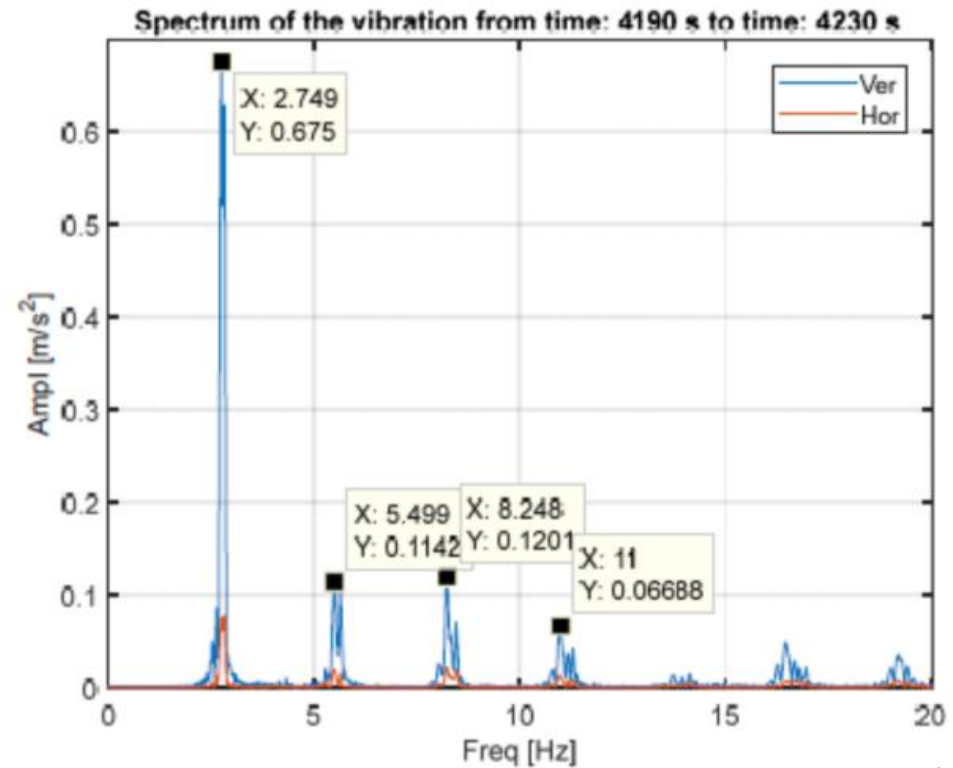
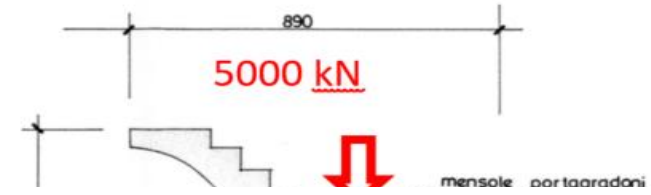
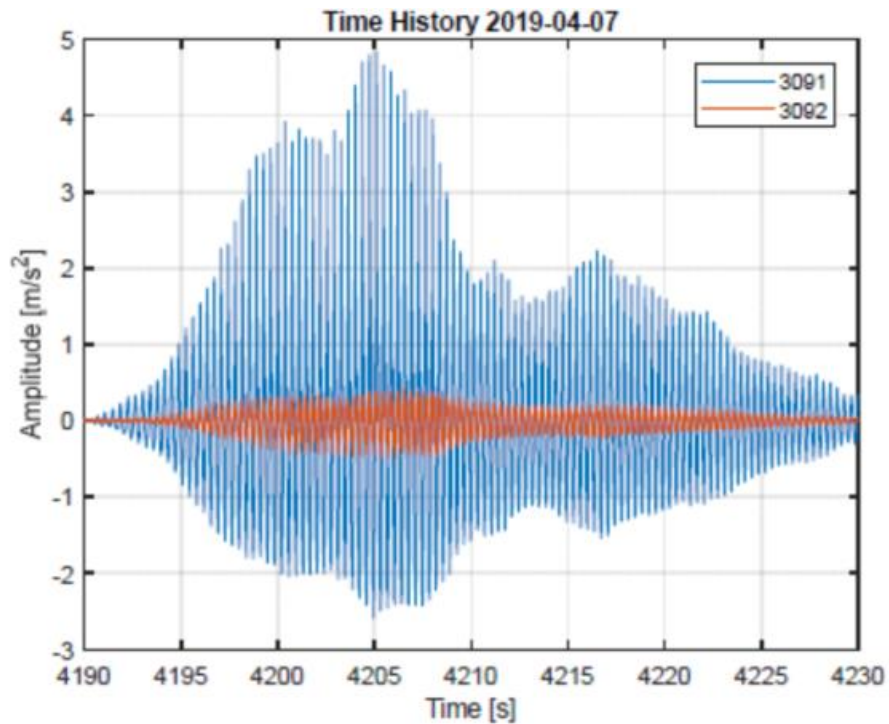


Integrazione modelli - prove

- Le prove servono a rendere il modello migliore e più affidabile
- Soglie di allarme

Real time 1 ...

- San Siro
- Soglie di allarme



A. Cigada, Poli MI

Se occorre real time ...

- Soglie di allarme, ma ...
- Forse il ponte è da chiudere

Real time 2 ...

- **Misure real time**
- **Elaborazione ex-post**

Obiettivo conoscenza:

Non diamo false illusioni



18TH WORLD CONFERENCE ON EARTHQUAKE
ENGINEERING
WCEE2024
MILAN



Looking forward to welcoming you in Milano in 2024

www.wcee2024.it