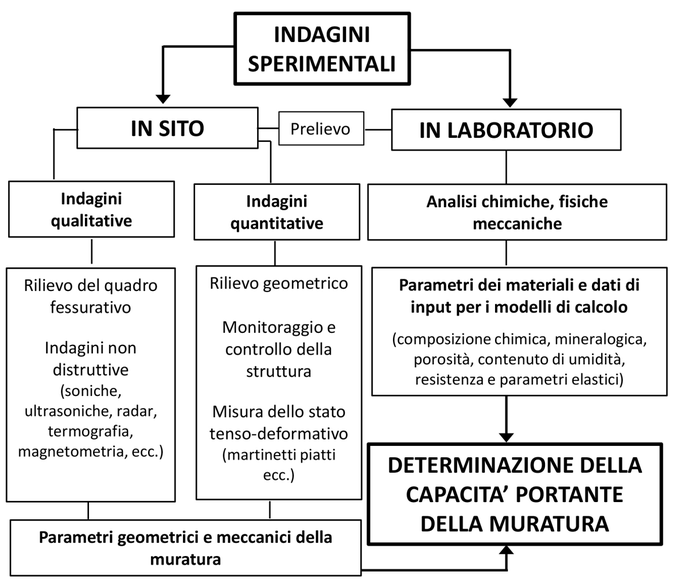
18a Conferenza Nazionale AIPnD 2019 - Milano 23-25 ottobre 2019

Diagnostica sul costruito e sui beni culturali. Esempi applicativi di alcune tecniche d'indagine

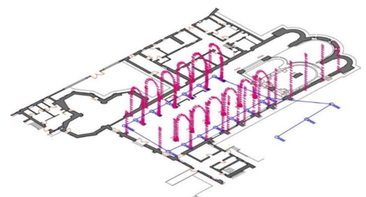
Finalità delle indagini sperimentali



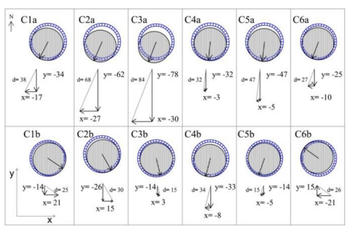
Rilievo

Il rilievo geometrico fornisce dettagli strutturali e identifica elementi su cui eseguire indagini più accurate

Variazioni di verticalita'



Punti della poligonale per il rilievo della verticalità colonne della basilica di San Lorenzo a Cremona

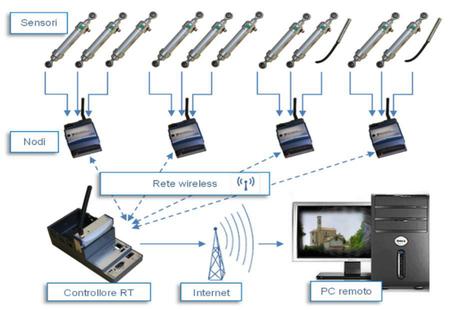


Schema planimetrico degli spostamenti rilevati

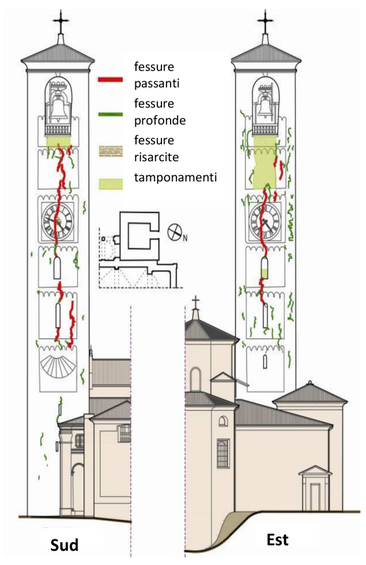
Monitoraggio statico

Il monitoraggio del quadro fessurativo consente di verificarne l'eventuale progressione nel tempo (cedimenti del terreno, variazioni termiche, carichi eccessivi, ecc.)

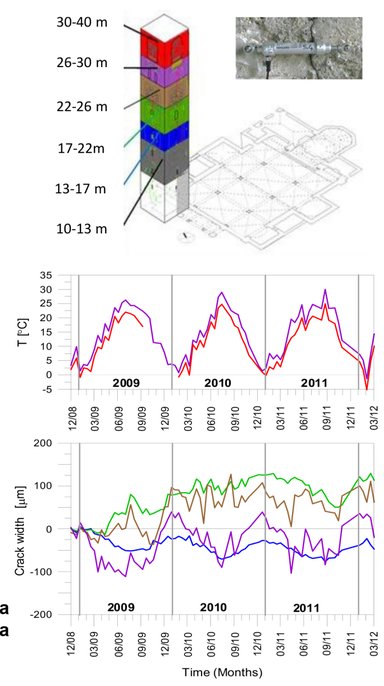
Sistema di monitoraggio



Sistema CompactRIO
- controllore: gestione autonoma di tutti i parametri di acquisizione (canali collegati, frequenza di acquisizione, memorizzazione dati),
- nodi di misura: canali d' acquisizione per sensori di spostamento e di temperatura.
- connessione wireless

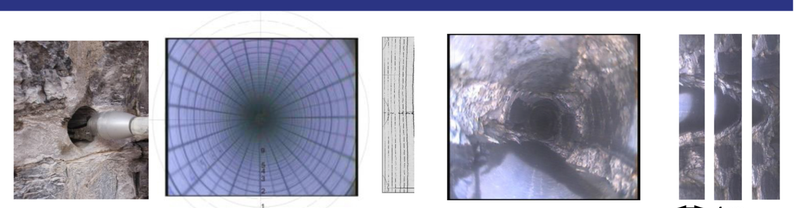


Il monitoraggio indica una certa dilatanza nei due piani intermedi (a quota 17- 26 m)

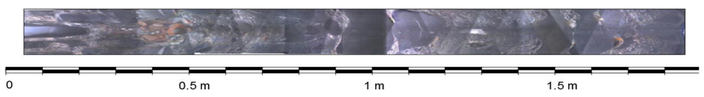


Analisi della morfologia muraria

L'ispezione diretta è la più indicata per l'analisi della morfologia muraria.
In alcuni casi è possibile effettuare carotaggi ed endoscopie nei punti più rappresentativi della della struttura,
Le informazioni acquisite vengono restituite in forma grafica mediante un software che consente lo sviluppo della porzione cilindrica del foro contenuta in singoli fotogrammi estratti dal filmato



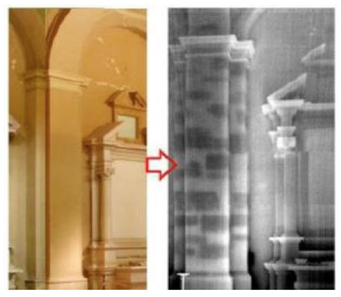
Videoendoscopio — **Fotogramma di calibrazione dell'ottica (vista frontale 120°)** — **Fotogramma estratto dalla videoendoscopia** — **Sviluppo**



Sviluppo del foro di carotaggio

Termografia

Rilievo delle tipologie costruttive



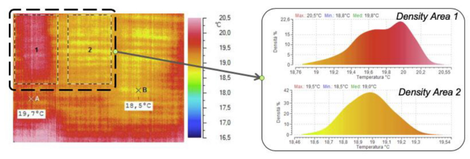
Studio della tessitura muraria di un pilastro

La termografia opera nella banda delle radiazioni infrarosse e applicata alla muratura fornisce un'immagine termica in falsi colori, in cui le differenze di temperatura dovute alla conducibilità e al calore specifico di ogni singolo componente, rivelano l'apparecchio murario celato dall'intonaco o la presenza di degrado, distacchi difetti.

Rilievo dell'orditura del solaio

Rilievo del degrado

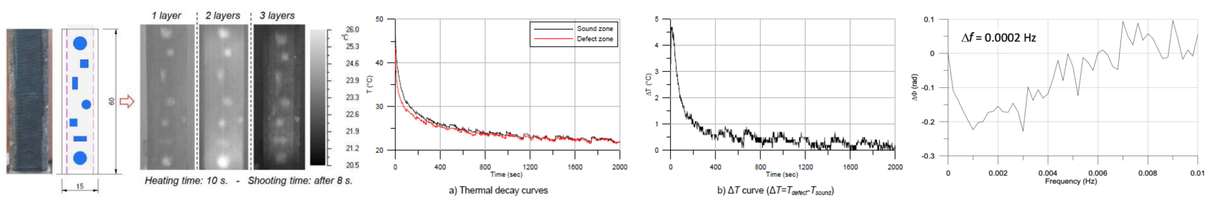
Rilievo di distacchi su parete affrescata



Confronto tra termogrammi di aree integre e con difetti per la verifica dei distacchi

Mappatura dell'umidità da risalita capillare

PPT (Pulse Phase Thermography) – Analisi FFT

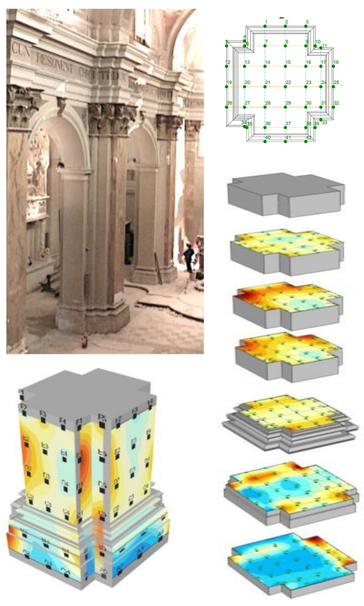


Identificazione di difetti nell'applicazione di fibre di carbonio su tre diversi campioni

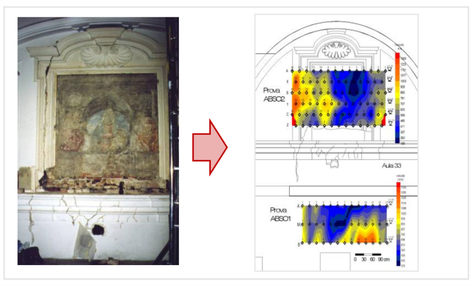
Curve di evoluzione della temperatura

Differenza di fase in funzione della frequenza

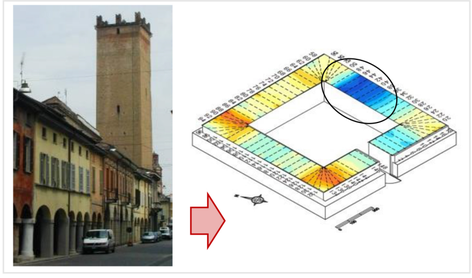
Indagini soniche e ultrasoniche



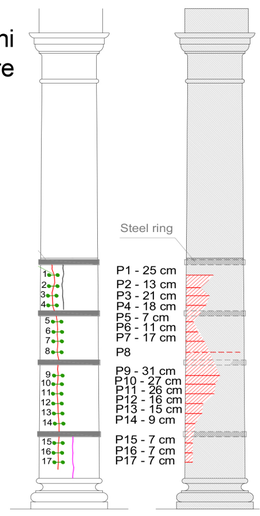
Le indagini soniche e ultrasoniche sono indagini non distruttive in grado caratterizzare e descrivere qualitativamente la muratura.



Mappature di superficie e determinazione della velocità media per ciascun punto d'intersezione tra le traiettorie di prova orizzontali



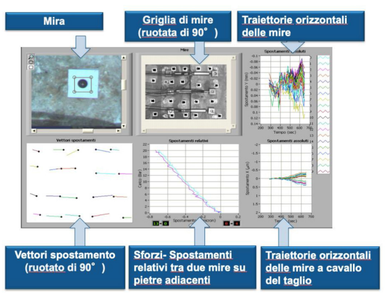
Discontinuità interne



Stima della profondità della fessura

Sistema ottico applicato alle prove con martinetto piatto

Martinetto piatto singolo

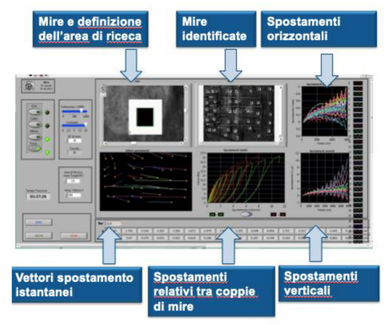


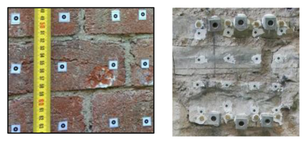
Il sistema ottico mostra la simmetria degli spostamenti a cavallo del taglio

I martinetti piatti forniscono le caratteristiche meccaniche di una struttura muraria in termini di deformabilità, stato di sforzo, resistenza.

Il metodo ottico consiste nella ripresa con videocamera fissa di alcuni punti (mire) posizionati nell'area di prova. L'analisi dei frame catturati consente di definire, in un sistema di coordinate cartesiane, lo spostamento 'assoluto' (non relativo come nel sistema classico) di ogni singolo punto rispetto alla posizione iniziale.

Martinetto piatto doppio





Griglie di mire

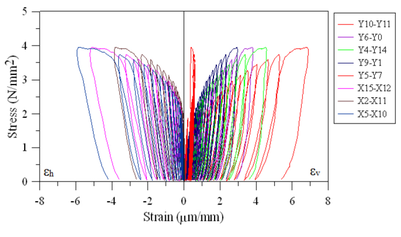
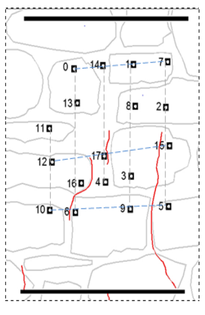
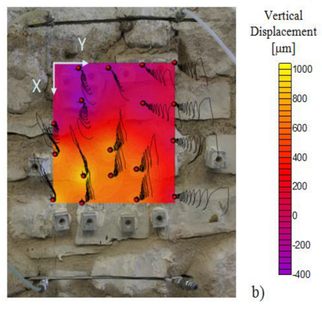


Diagramma sforzo-deformazioni ottenuto da diverse coppie di mire

Videocamera uEye UI-2280SE-M Sensore: CCD 2448 x 2048 Pixel, electronic global shutter, maximum frame rate: 6,5/sec.



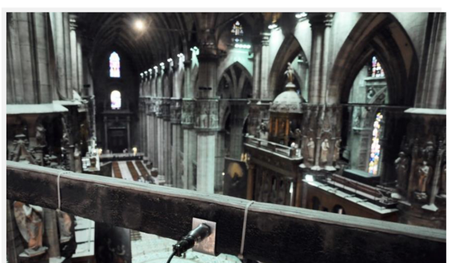
Fessure a fine prova

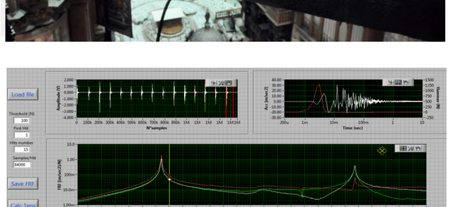


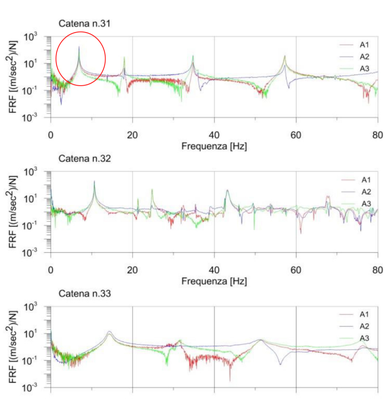
Traiettorie amplificate delle mire mappa degli spostamenti finali

Determinazione del tensionamento delle catene

La prova è condotta perturbando lo stato della catena applicando un impulso e rilevando le accelerazioni prodotte mediante tre accelerometri in mezzeria e ai quarti della catena Il metodo utilizzato consiste nel determinare sperimentalmente la prima frequenza naturale e i modi di vibrare delle oscillazioni trasversali.







Risposta in frequenza (FRF) - Frequenza relativo alla prova eseguita su tre catene

Marco Cucchi
+39 02.2399.4368
marco.cucchi@polimi.it

Claudia Tiraboschi
+39 02.2399.4363
claudia.tiraboschi@polimi.it

POLITECNICO MILANO 1863
Laboratorio Prove Materiali