



dicar
Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile
e dell'Architettura
Politecnico di Bari

La Salvaguardia del Patrimonio

*Prof. Dora
Foti*

5 giugno 2018 – Aula Magna «Attilio Alto»,
Politecnico di Bari

STATO DELL' ARTE

Ci sono diverse problematiche da affrontare riferite al problema della sicurezza dei centri storici.

FATTORI CHE INFLUENZANO IL RISCHIO DI PERDITA DI EDIFICI STORICI

Fattori di Degrado
e Ambientali

Carichi Dinamici di
Tipo Sismico

Interventi di
Riparazione e di
Rafforzamento che
Alterano la Natura
degli Edifici Storici
e Monumentali

FATTORI DI DEGRADO E AMBIENTALI

La Torre Civica di Pavia era una torre eretta a Pavia nell'XI secolo, crollata venerdì 17 marzo 1989

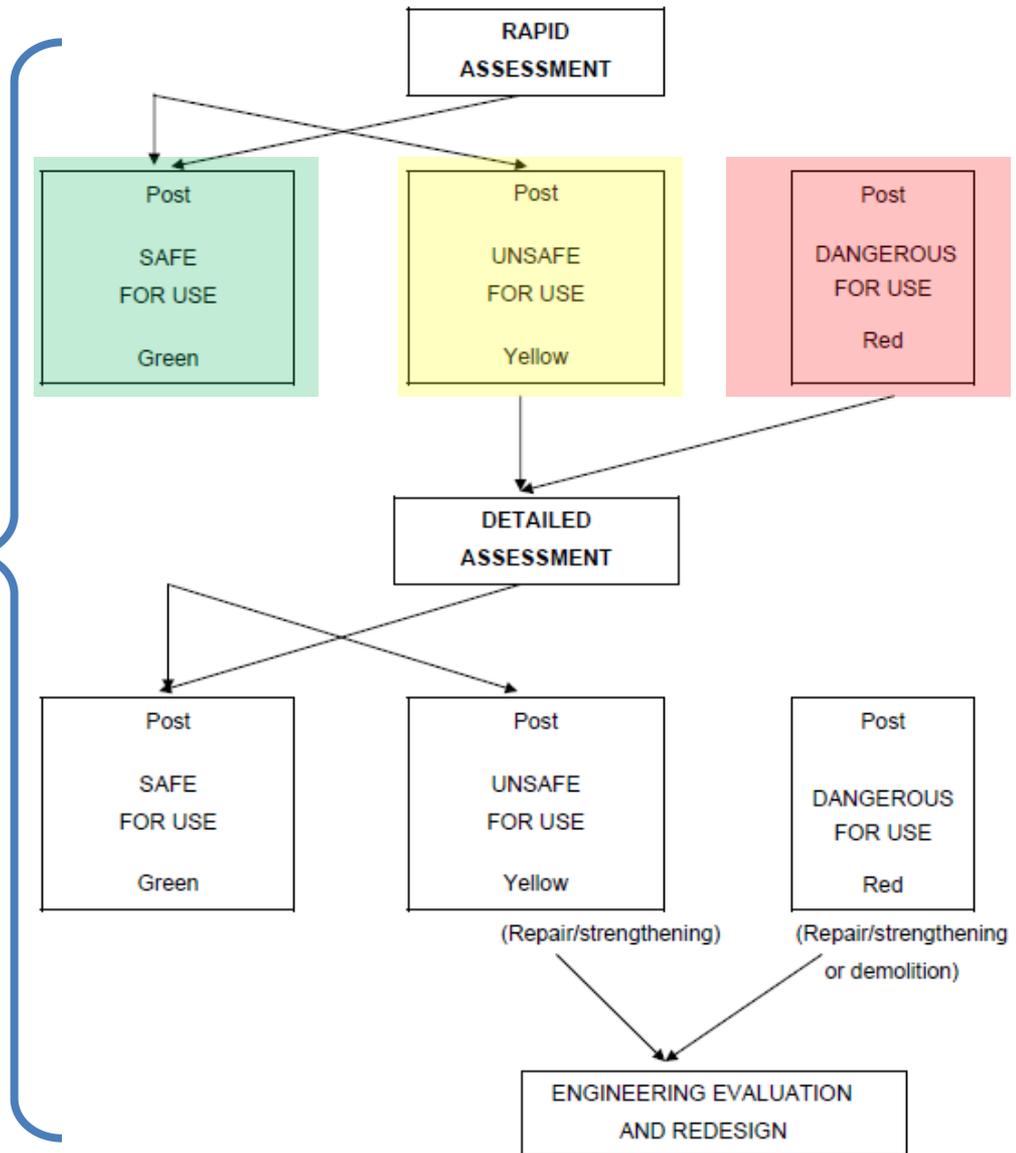
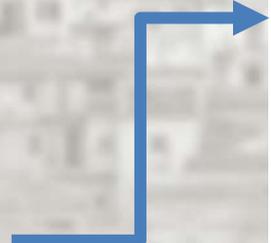


EFFETTI DEI CARICHI SISMICI

Che facciamo con le costruzioni dopo un terremoto?



Procedimento di intervento di emergenza negli edifici dopo il danno da sisma

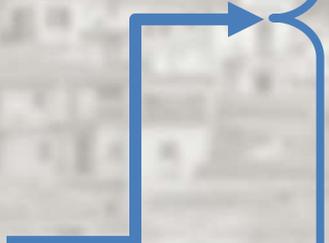


EFFETTI DEI CARICHI SISMICI

Che facciamo con le
costruzioni dopo un
terremoto?



Procedimento di intervento
di emergenza negli edifici
dopo il danno da sisma



Posting Classification	Damage State	Usability
		L'ispezione rileva che la capacità sismica originale dell'edificio non è diminuita in modo sostanziale e che non vi è alcun pericolo grave. Danno strutturale non rilevabile o leggero. Pochi danni non strutturali. Uso e occupazione consentiti, tranne nelle aree contrassegnate come AREA NON SICURA che indicano la presenza di un pericolo locale.
		La capacità sismica originale dell'edificio si è ridotta e c'è pericolo di replica. Si sono prodotti danni moderati e danni locali. L'entrata agli edifici è limitata ed è permessa a rischio del proprietario, però è consentito solo un utilizzo non continuo. L'entrata al pubblico è proibita. E' necessario effettuare interventi di riparazione e/o rafforzamento. Si deve considerare la necessità di un appoggio di emergenza dell'edificio.
		L'edificio è insicuro e/o soggetto a un crollo improvviso. Si rileva un danno strutturale grave o un crollo parziale. L'ingresso è vietato sia all'interno dell'edificio (eccetto per le autorità) che nella zona intorno allo stesso. La decisione sull'eventuale riparazione o demolizione deve essere presa dopo una valutazione ingegneristica delle soluzioni tecniche che possono essere adottate e dei relativi costi.

ANALISI STRUTTURALE PER I MONUMENTI

LA VARIETA' DELLE COSTRUZIONI RENDE IMPOSSIBILE LA DEFINIZIONE DI UNA METODOLOGIA UNICA



PROBLEMA DIRETTO E PROBLEMA INVERSO

Strutture Nuove

La struttura e le azioni sono note



Si determina il comportamento

PROBLEMA DIRETTO

Strutture Esistenti

Si osserva il comportamento della struttura sotto i carichi



Si definisce la struttura, ovvero il modello

PROBLEMA INVERSO

Per valutare il comportamento di un edificio esistente è richiesto un ampio livello di conoscenza, ma a volte non è disponibile alcuna documentazione sul progetto originale delle strutture e su eventuali interventi strutturali, a malapena ricostruiti a posteriori, ma che tuttavia possono aver influenzato in modo significativo la risposta dell'edificio.

EDIFICI ESISTENTI

L'edificio esistente ha una serie di vincoli che devono essere rispettati:

- Di tipo costruttivo e tecnologico
- Di rispetto delle modalità di risposta ai carichi
- Di rispetto dei materiali, ecc.

A causa delle diverse storie - dalla costruzione, alla ristrutturazione, al degrado - ogni edificio rappresenta un individuo a sé stante, per il quale è necessario costruire un modello appropriato

Gli edifici esistenti sono difficilmente attribuibili a un modello specifico

➔ studio più complesso degli edifici esistenti rispetto a quelli nuovi ⇒
difficoltà nello sviluppo di una metodologia generale per affrontare il problema

oooooooooooooooooooo

Fasi per definire un progetto di miglioramento (o adeguamento) di un edificio esistente

CARATTERIZZAZIONE



MODELLAZIONE



IDENTIFICAZIONE

IL METODO DINAMICO PER L'IDENTIFICAZIONE STRUTTURALE

L'identificazione strutturale ha lo scopo di costruire un modello strutturale attraverso misure della risposta dinamica sperimentale della struttura poiché le proprietà dinamiche rappresentano una caratteristica meccanica della struttura stessa.

Il metodo dinamico

È una delle tecniche più complete ed efficaci per la comprensione di una struttura, in particolare di grandi strutture.

Per l'identificazione di edifici esistenti il metodo consiste nel raccogliere i dati sperimentali (caratterizzazione sperimentale del comportamento dinamico della struttura) necessari per definire e impostare un modello numerico affidabile in grado di identificare il sistema \Rightarrow è possibile ottenere un Modello FE «sintonizzato, tarato» per valutare le tensioni negli elementi costituenti la struttura e i seguenti controlli.

Questo tipo di prove sono in linea con il raggiungimento di una conoscenza di Livello 3 (L3 - DM 20.02.2018) di un edificio, che potrebbe essere ottenuto limitando al minimo l'interferenza con le normali attività svolte all'interno dell'edificio .

Il metodo è in grado di identificare al meglio il comportamento effettivo alle eccitazioni producendo l'interferenza minima con le attività che normalmente si svolgono all'interno dell'edificio, con una conseguente riduzione dei costi.

IL METODO DINAMICO PER L'IDENTIFICAZIONE STRUTTURALE

La caratterizzazione ottenuta attraverso l'effettivo comportamento dinamico della struttura e quindi l'identificazione del sistema, può consentire di:

- Calcolare direttamente la risposta della struttura a qualsiasi azione dinamica di caratteristiche note (es. terremoto, carichi dinamici operativi, ecc.);
- Affinare la base dei risultati sperimentali (confronto con i parametri valutati numericamente) del modello numerico sviluppato per l'analisi della struttura, e quindi per identificare un adeguato modello numerico in grado di rappresentare la realtà strutturale del manufatto  sul modello numerico calibrato con l'analisi dinamica si possono valutare adeguatamente le tensioni degli elementi che costituiscono la struttura e valutare le condizioni reali dell'edificio.
- Ottenere una migliore comprensione dei dettagli strutturali e delle proprietà dei materiali per aiutare convenientemente a limitare i controlli puntuali sui vari elementi strutturali;
- Limitare il rumore/interferenza (rumore, polvere, invasività sulla struttura, riduzione temporanea delle funzioni operative) causata dall'esecuzione di indagini distruttive;
- Confrontare pre e post intervento
- Ridurre i costi di indagine di circa il 30-40%.

European Territorial Cooperation Programme Greece – Italy 2007-2013

L'obiettivo generale del Programma di Cooperazione Cross-Border «Greece – Italy 2007 – 2013 “Investiamo nel nostro futuro”» è *“Rafforzare la competitività e la coesione territoriale nell’area di programma per favorire uno sviluppo sostenibile collegando le potenzialità esistenti in entrambe le sponde della linea marittima transfrontaliera”*.

S.M.ART. BUIL.T. è stato presentato in risposta alle priorità dell’Asse 3, Obiettivo Specifico 3.2

Asse 3: “Migliorare la qualità della vita, la protezione dell’ambiente rafforzando la coesione sociale e culturale”

Obiettivo Specifico 3.2: “Valorizzazione e miglioramento della protezione congiunta e gestione delle risorse naturali, prevenzione dai rischi naturali e tecnologici”

OBIETTIVI

Prevenire gli edifici storici e artistici dai rischi naturali

**PREVENZIONE
DEL RISCHIO**



Prevenire le perdite di vite e di cose

OBIETTIVI



Implementare
Procedure per:

Il Monitoraggio Strutturale

Valutazione della vulnerabilità
sismica

Realizzazione di Linee-guida
per il Rafforzamento e la
Riparazione di Edifici Storici

TECNICHE DI IDENTIFICAZIONE

Si utilizzano tecniche di identificazione Output-only per ottenere le frequenze naturali, le forme modali e i fattori di smorzamento e identificare le strutture storiche antiche

ARTEMIS (Ambient Response Testing and Modal Identification Software) Model

Il software utilizza differenti tecniche automatiche di analisi indipendenti per gli stessi segnali registrati. I più comuni sono i seguenti due.

EFDD (Enhanced Frequency Domain Decomposition)

Nel dominio delle frequenze

SSI (Stochastic Subspace Identification)

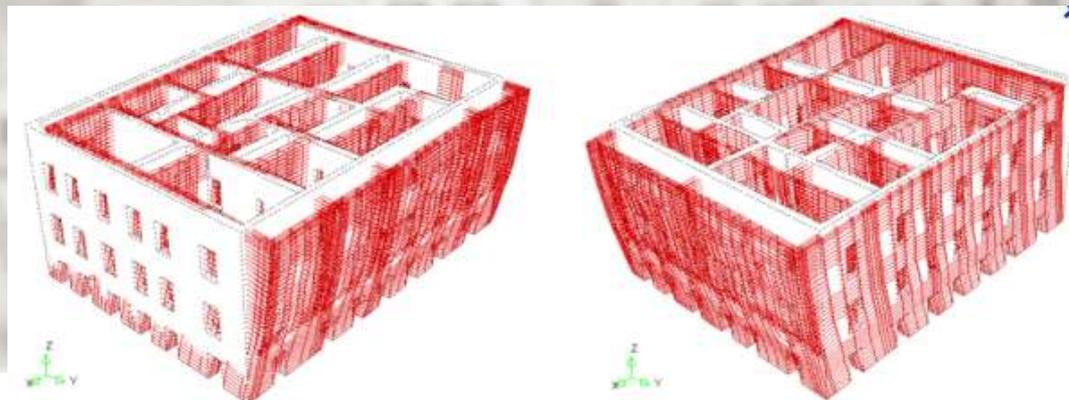
Nel dominio del tempo

PROCEDURA

Analisi numerica e sperimentale, finalizzata alla valutazione della vulnerabilità sismica, tramite monitoraggio per mezzo di una rete di sensori tradizionale/wireless

VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA

Valutazione della sicurezza e pianificazione della gestione attraverso metodi di screening rapido e di procedure analitiche dettagliate per la valutazione della vulnerabilità sismica



PROCEDURA

L'esperienza acquisita
può essere impiegata
per la valutazione
sismica degli edifici
storici - Aumentare la
protezione sismica

Pianificazione e gestione
delle attività di riabilitazione



CASI-STUDIO

CAMPANILE DELLA CATTEDRALE DI TRANI



TORRE DELL'ANUNZIATA, CORFU'
(GRECIA)



EDIFICIO DI SAN GIACOMO, CORFU'
(GRECIA)



TORRETTA DELL'OROLOGIO – CASTELLO
DI TRANI



SISTEMA DI ACQUISIZIONE DATI E MONITORAGGIO

28 accelerometri piezoelectric monoassiali PCB collegati alla muratura con un blocco metallico cubico per assicurare l'ortogonalità di ciascuna coppia di sensori

Gli accelerometri sono connessi a unità di acquisizione (DAQ), e quindi con dei cavi a un laptop



Sistema di Acquisizione Dati

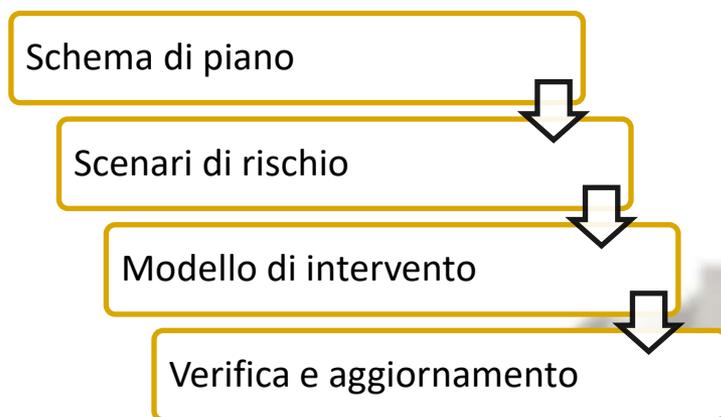


Il programma di acquisizione, LabVIEW 2011, era installato sul



IL PIANO DI EMERGENZA

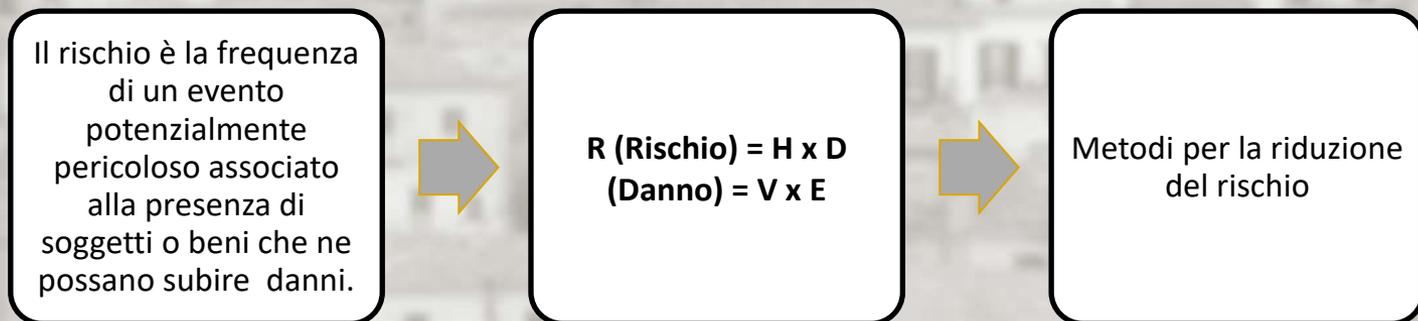
Legge n. 100 del 12 luglio 2012 modifica e approva il decreto legge del 15 maggio 2012, n. 59, recante disposizioni urgenti per il riordino della protezione civile definisce:



Procedure operative di intervento per fronteggiare una qualsiasi calamità attesa in un determinato territorio:

- recepisce il programma di previsione e prevenzione
- consente di predisporre e coordinare gli interventi di soccorso a tutela della popolazione e dei beni nelle aree a rischio.

La Circolare del MiBACT n. 132 dell'8 ottobre 2004 avente per oggetto «Piani di emergenza per la tutela del patrimonio culturale» afferma l'importanza di dotarsi di un Piano di Emergenza per i responsabili delle attività svolte in aree o **edifici tutelati o contenenti beni culturali**.



PRODOTTI FINALI



Fornire alle istituzioni e alle autorità territoriali strumenti di formazione per lo sviluppo e la convalida di progetti di restauro strutturale e di riabilitazione sismica di edifici storici



Codifica e implementazione di procedure per il monitoraggio strutturale



OBIETTIVI FINALI

Riduzione
della
vulnerabilità
sismica

Piani di
riabilitazione
urbana

Regole per il
rafforzamento e
la riparazione di
edifici storici





Grazie per l'attenzione

dora.foti@poliba.it