



# SICUREZZA STRUTTURALE e CONSERVAZIONE degli EDIFICI STORICI

## Lunedì 20 MAGGIO

14-15 | Introduzione al corso  
*F. Ottoni con C. Bartolomucci e A. Cecchi*

15-18 | Sicurezza e conservazione: un difficile equilibrio  
*P. Faccio*

## Martedì 21 MAGGIO

9 - 13 | Muratura: realtà e simulazione sperimentale,  
*A. Cecchi e D. Baraldi*

14-18 | Modelli e tecniche diagnostiche  
*D. Baraldi e G. Boscato*

## Mercoledì 22 MAGGIO

9 - 13 | Metodi e limiti di un progetto interdisciplinare  
*R. Picone*

14 - 18 | Archi e murature: una interpretazione strutturale  
*G. Cangini*

## Giovedì 23 MAGGIO

9 - 13 | Consolidamento tra immagine e palinsesto  
*C. Blasi*

14-18 | La conoscenza degli interventi pregressi per la conservazione  
*C. Bartolomucci e A. Donatelli*

## Venerdì 24 MAGGIO

9 - 13 | *Sisma ed edifici storici: dalla messa in sicurezza al consolidamento*  
*E. Coisson*

## 20-24 MAGGIO 2024

Corso di DOTTORATO Nazionale in HERITAGE SCIENCE  
CURRICULUM 2: SCIENZA e TECNOLOGIE per il PATRIMONIO ARCHITETTONICO  
Coordinatore: Stefano Della Torre

Corso a cura di:  
Carla BARTOLOMUCCI,  
Antonella CECCHI  
e Federica OTTONI

I seminari si potranno seguire in streaming tramite **piattaforma Teams** al link

[https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting\\_NGY3Y2VjYmMtYTk0Yi00YWQwLTg1NjEtOTE5MTFIOTNkMmY3%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22bb064bc5-b7a8-41ec-babe-d7beb3faeb1c%22%2c%22Oid%22%3a%2233412d7f-8830-4798-9a52-e6d9b50b7a71%22%7d](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NGY3Y2VjYmMtYTk0Yi00YWQwLTg1NjEtOTE5MTFIOTNkMmY3%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22bb064bc5-b7a8-41ec-babe-d7beb3faeb1c%22%2c%22Oid%22%3a%2233412d7f-8830-4798-9a52-e6d9b50b7a71%22%7d)  
e rimarranno poi disponibili sul sito [www.madlab.unipr.it](http://www.madlab.unipr.it)

## CFU - PER GLI ALLIEVI CORSO DI DOTTORATO

Il corso prevede l'attribuzione di **5 CFU a fronte della frequenza dell'80% delle ore di lezione** (in presenza per i dottorandi HS – CV2, on line per gli altri).

Al termine del corso i partecipanti potranno **inviare (via mail a [federica.ottoni@unipr.it](mailto:federica.ottoni@unipr.it)) la richiesta di attestato, ottenendo così la registrazione del corso.**

Verrà rilasciato un attestato di attribuzione dei CFU a fronte della verifica della frequenza (registri on line e in presenza).

La partecipazione al corso è libera e aperta agli studiosi interessati.

Le lezioni saranno registrate e verranno caricate sul sito **[www.madlab.unipr.it](http://www.madlab.unipr.it)**

Verrà rilasciato un attestato di partecipazione al corso, su richiesta (scrivere a [federica.ottoni@unipr.it](mailto:federica.ottoni@unipr.it)).

## TESTI FONDAMENTALI

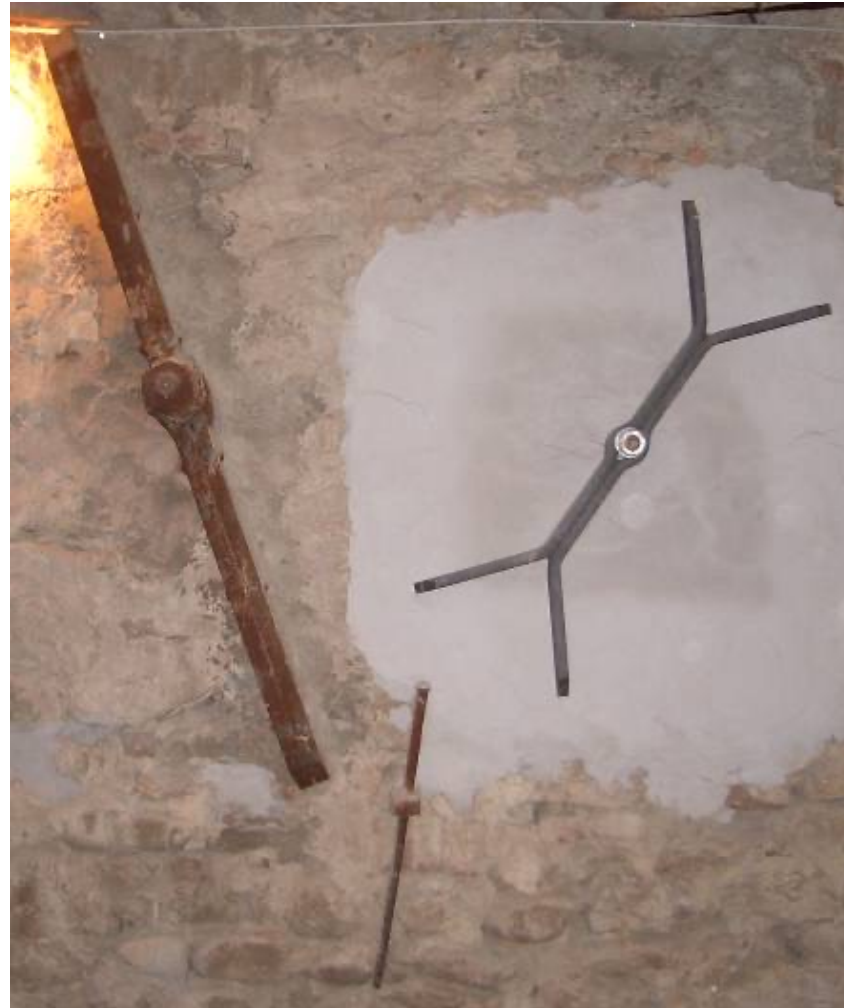
- E. BENVENUTO, *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico*, Firenze, Sansoni, 1981
- S. DI PASQUALE, *L'arte del costruire. Tra conoscenza e scienza*, Marsilio, Venezia, 1996
- A. GIUFFRÈ, *Monumenti e terremoti: aspetti statici del restauro*, Roma, Multigrafica, 1988
- J. HEYMAN, *The masonry arch*, Chichester, Ellis Horwood Series in Engineering Science, 1982
- J. HEYMAN, *The stone skeleton: structural engineering of masonry architecture*, Cambridge, Cambridge University Press, 1995

---

## TESTI CONSIGLIATI

- S. MASTRODICASA, *Dissesti statici nelle costruzioni edilizie*, Hoepli, Milano, 1993
- A. GIUFFRÈ, *Lecture sulla meccanica delle murature storiche*, ed. Kappa, Roma, 1990
- M. COMO, *Statica delle costruzioni storiche in muratura*, Aracne, Roma, 2013
- C. BLASI (a cura di), *Architettura storica e terremoti. Protocolli operativi per la conoscenza e la tutela*, Wolters Kluwert, Torino, 2013
- M. COMO, *Statics of Historic masonry Constructions*, Third Ed. Springer, 2017

# SICUREZZA STRUTTURALE e CONSERVAZIONE degli EDIFICI STORICI





«Anche il **consolidamento statico**, attraverso il quale alla fine si è fatta passare ogni operazione di restauro architettonico in ogni tempo, **non può risultare un'operazione distinta e separabile dal restauro architettonico vero e proprio**»

Salvatore Boscarino (1988)

«Il consolidamento costituisce **uno degli interventi fondamentali** di quell'insieme di operazioni che prendono il nome di “Restauro dei monumenti” [...] finalizzate all'obiettivo della conservazione. Pertanto, **il consolidamento è una parte del restauro e non qualcosa di diverso o, addirittura di alternativo**».

Roberto Di Stefano (1981)

Siracusa, Piazza della Cattedrale



«Il restauro di consolidamento **non è mai miope e chiusa visione tecnicistica.**

Lo studio del comportamento statico delle strutture [...] **è sempre indagine storica».**

Roberto Di Stefano (1981)

«Applicare tali calcoli della Scienza delle Costruzioni come se si trattasse di una fabbrica nuova vuol dire non comprendere il presupposto di tali calcoli e non tenere conto del collaudo compiuto dal tempo»

Direttive per la redazione ed esecuzione di progetti di restauro comprendenti interventi di "miglioramento" antisismico e "manutenzione", nei complessi architettonici di valore storico-artistico in zona sismica







## MOLTE QUESTIONI:



**QUALE SICUREZZA?**

*UNA QUESTIONE di RESTAURO (e STORIA)*



**CONOSCENZA e MODELLI**

*PARTENDO DALL'INTERPRETAZIONE*



**COMPETENZE**

*GLI ASPETTI IRRINUNCIABILI e il COMPROMESSO*



**INTERVENTI**

*APPROCCI MODERNI e «DANNI» PREGRESSI*

## PROGRAMMA come RISPOSTA alle QUESTIONI



### QUALE SICUREZZA?

UNA QUESTIONE di RESTAURO (e storia dei monumenti)

**Lunedì 20.05.2024 (ORE 15-18)**

### SICUREZZA E CONSERVAZIONE: UN DIFFICILE EQUILIBRIO

Paolo Faccio

**Venerdì 24.05.2024 (ORE 9-13)**

### SISMA ed EDIFICI STORICI:

### DALLA MESSA IN SICUREZZA AL CONSOLIDAMENTO

Eva Coisson con Lia Ferrari e Elena Zanazzi

Il **sisma** e gli edifici storici in muratura. Il **comportamento delle chiese**. Il caso studio del Duomo di Parma. Esempi di messa in sicurezza (Lia Ferrari). Danni e mappe di pericolosità sismica (GIS). Schede “castelli” (Elena Zanazzi).



## PROGRAMMA come RISPOSTA alle QUESTIONI



### CONOSCENZA e MODELLI PARTENDO DALL'INTERPRETAZIONE

**Martedì 21.05.2024 (ORE 9-13)**

9 -11 | Antonella Cecchi

### MURATURA: REALTA' e SIMULAZIONE SPERIMENTALE, TEORIA e MODELLI NUMERICI

Si propone una **introduzione generale** inerente le problematiche che sottendono la conoscenza della muratura storica sia concernete **problemi base della modellazione** delle murature storiche, sia problemi connessi alla **progettazione della sperimentazione sulle murature**

11-13 | Daniele Baraldi

### MODELLI MACROSCOPICI PER LE MURATURE STORICHE

Interpretazione del comportamento dell'opera muraria: **modelli per macroelementi, meccanismi di collasso.**

## PROGRAMMA come RISPOSTA alle QUESTIONI



### CONOSCENZA e MODELLI PARTENDO DALL'INTERPRETAZIONE

**Martedì 21.05.2024 (ORE 9-13)**

14 - 16 | *Daniele Baraldi*

#### MODELLI LOCALI PER LE MURATURE STORICHE

**Quali modelli scegliere** e proporre per l'interpretazione del comportamento dell'opera muraria: modelli continui o discreti, modelli fini e FEM di interpretazione del comportamento di porzioni murarie.

16 - 18 | *Giosuè Boscato*

#### TEORIE e TECNICHE NON DISTRUTTIVE per la CONOSCENZA e L'INTERPRETAZIONE DEL COMPORTAMENTO E VERIFICA DELLA VULNERABILITA'

Descrizione delle **più recenti tecniche non distruttive** per la conoscenza dei monumenti e delle strutture storiche. concetti di base sul controllo e **monitoraggio delle strutture**; approccio alla conoscenza delle strutture attraverso le indagini preliminari, ispezione visiva, analisi dell'organismo strutturale, analisi del danno attraverso prove distruttive, micro-distruttive e non distruttive

## PROGRAMMA come RISPOSTA alle QUESTIONI



### CONOSCENZA e MODELLI PARTENDO DALL'INTERPRETAZIONE

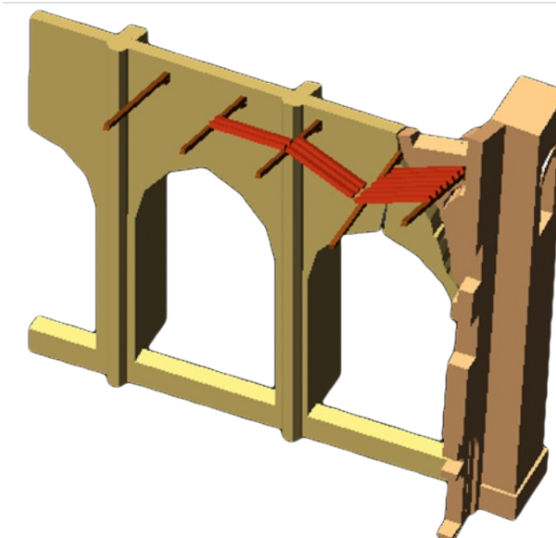
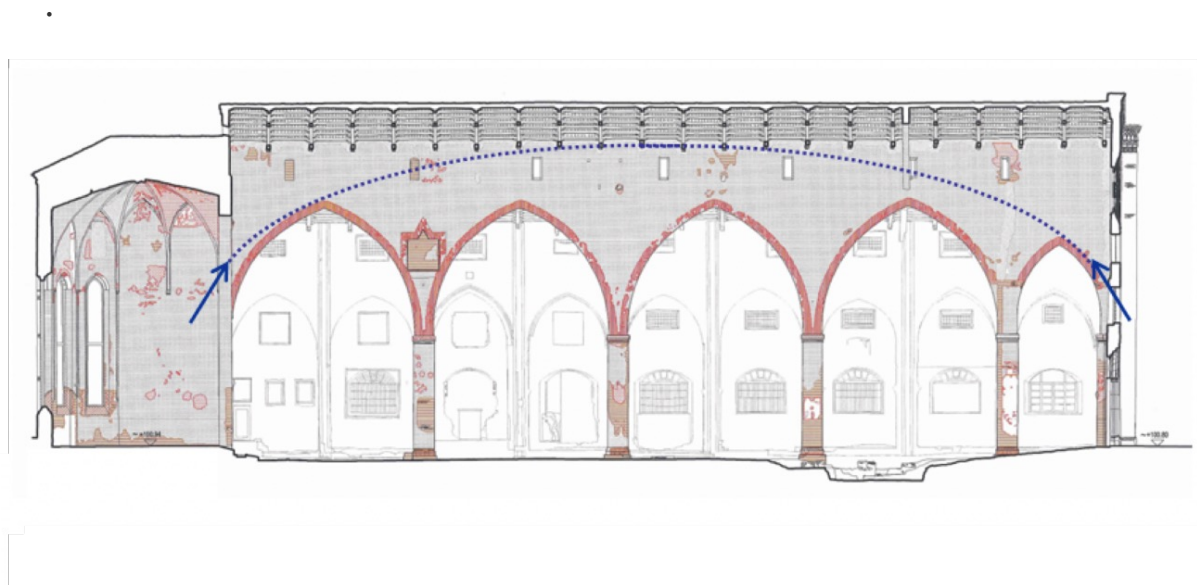
**Mercoledì 22.05.2024 (ORE 14 - 18)**

Giovanni Cangini

### ARCHI e MURATURE: UN'INTERPRETAZIONE STRUTTURALE

**Interpretazione strutturale** degli edifici storici in muratura e **metodi di consolidamento**.

Analisi, verifica sismica e statica di alcuni edifici e interventi di consolidamento, analisi e intervento San Francesco del Prato a Parma.



## PROGRAMMA come RISPOSTA alle QUESTIONI



### COMPETENZE

GLI ASPETTI IRRINUNCIABILI e il COMPROMESSO

**Mercoledì 22.05.2024 (ORE 9-13)**

Renata Picone

### METODI e LIMITI di un PROGETTO INTERDISCIPLINARE

Restauro architettonico e sicurezza strutturale: illustrazione teorica della questione e presentazione di un progetto interdisciplinare. Questione della permanenza di valori fondamentali: come difendersi dall'approccio ingegneristico?.





## PROGRAMMA come RISPOSTA alle QUESTIONI



### INTERVENTI

APPROCCI MODERNI e «DANNI» PREGRESSI

**Giovedì 23.05.2024**

9 – 13 | Carlo Blasi

### INTERVENTI di CONSOLIDAMENTO tra IMMAGINE e PALINSESTO

Interpretazione e analisi di alcune strutture storiche (Santa Maria del Fiore, Pantheon parigino). Progetti di **restauro e consolidamento** (Duomo di Mirandola, Notre Dame de Paris, Rocca di San Felice sul Panaro).

14-16 | Carla Bartolomucci

### LA CONOSCENZA DEGLI INTERVENTI PREGRESSI PER LA CONSERVAZIONE

Effetti del sisma (meccanismi noti e situazioni anomale), danni post-sismici, **conoscenza degli interventi pregressi e interpretazione dei dissesti** (casi studio: Collemaggio, San Bernardino, palazzo Carli Benedetti).

16-18 | Adalgisa Donatelli

### ORTODOSSIA TEORICA ed ERESIA OPERATIVA

racconto di alcuni interventi di consolidamento del Ventennio fra Roma e Lazio. Analisi critica di alcuni interventi di **restauro strutturale tra teoria e pratica**.

## M.LL.PP. GLI INGEGNERI

## MIC GLI ARCHITETTI

- Legge sismica 64 del 1974  
*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*

Circolare M.BB.CC.18 luglio 1986  
*Interventi sul patrimonio monumentale in zone sismiche*

COMMISSIONE BALLARDINI – GAVARINI 1989  
*Direttive per la redazione ed esecuzione di progetti di restauro comprendenti interventi di "miglioramento" antisismico e "manutenzione", nei complessi architettonici di valore storico-artistico in zona sismica" (Comitato Nazionale per la prevenzione del patrimonio culturale dal rischio sismico, Ballardini – Gavarini, 1989)*

- D.Min. LL.PP. 16 gennaio 1996  
*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*
- OPCM n.3274 del 20 marzo 2003  
*(e successiva modifica maggio 2005, n.3431)*

14

DPCM 2008 (e poi 2011)  
*Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007 (G.U. 29 gennaio 2008)*  
*Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la Valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni - poi DPCM 2011*

- NTC 2008  
14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008)
- Aggiornamento NTC 2018  
(17 gennaio 2018 (G.U. 42 del 20 febbraio 2018))

NORMATIVE TECNICHE

# UNA QUESTIONE ANCHE STRUTTURALE

## UNA DUPLICE APPROVAZIONE

### Codice Beni Culturali

Per restauro si intende **l'intervento diretto sul bene** attraverso un **complesso di operazioni** finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali.

Nel caso di beni immobili **situati nelle zone dichiarate a rischio sismico** in base alla normativa vigente, il restauro **comprende l'intervento di miglioramento strutturale**

art. 29, comma 4

# DI CHI È LA COMPETENZA?

UNA QUESTIONE ANTICA...MA NON TROPPO

## art. 52 - R.D. n. 2537/1925

[...] le opere di edilizia civile che presentano **rilevante carattere artistico** ed il **restauro e il ripristino degli edifici** contemplati dalla L. 20.06.1909, n. 364, per l'antichità e le belle arti, **sono di spettanza della professione di architetto;**

ma la parte tecnica ne può essere compiuta **tanto dall'architetto quanto dall'ingegnere** [...]

art. 52, c. 2

16

## Consiglio di Stato, VI, 09.01.2014, n. 21

[...] la **parziale riserva di cui all'articolo 52** non riguarda la totalità degli interventi concernenti immobili di interesse storico e artistico, ma inerisce alle sole parti di intervento di edilizia civile **che implicino scelte culturali connesse alla maggiore preparazione accademica conseguita dagli architetti nell'ambito delle attività di restauro e risanamento** di tale particolarissima tipologia di immobili [...]



# DI CHI È LA COMPETENZA?

UNA QUESTIONE ANTICA...MA NON TROPPO

**TAR Sicilia, Catania, Sez. I, 29 ottobre 2015 n. 2519)**

**Rimangono invece “nella competenza dell'ingegnere civile la parte tecnica, ossia le attività progettuali e di direzione dei lavori che riguardano l'edilizia civile vera e propria, quali - in particolare - le lavorazioni strutturali ed impiantistiche (v., tra le altre, Cons. Stato, Sez. VI, 9 gennaio 2014 n. 21), se si limitano, ad es., alla messa in sicurezza dell'immobile e alla revisione degli impianti senza intaccare l'aspetto estetico dell'edificio**

17

# SE BASTA CHE NON SI VEDANO

LA MIGLIORE DELLE SOLUZIONI ?



*Duomo di Parma,  
capriate lignee sostituite  
con capriate in c.a.*

# OPPURE

RICERCA ESPRESSIVA



L. Jurina  
cripta del Santuario  
del Sacro Monte di  
Varese



# UNA DISTINZIONE RECENTE

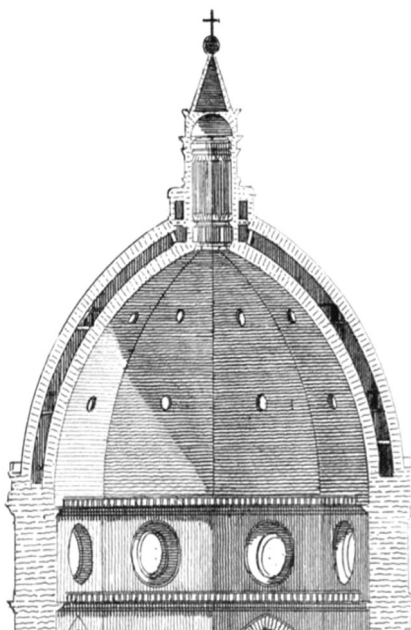
I MAESTRI COSTRUTTORI: INGEGNERI o ARCHITETTI?

HAGIA SOFIA  
MEKANIKOPOIOI

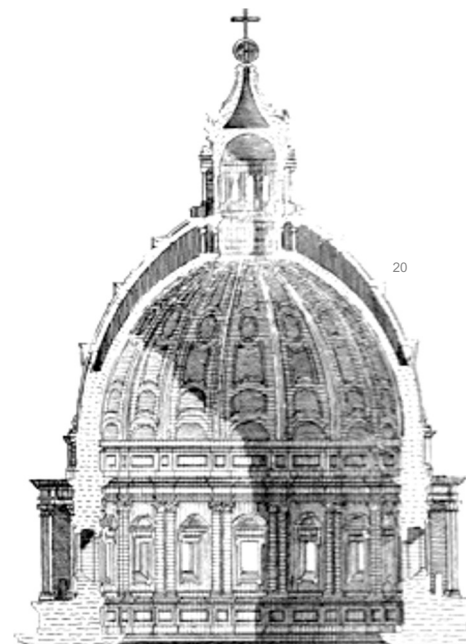


SINAN

SANTA MARIA DEL FIORE  
BRUNELLESCHI

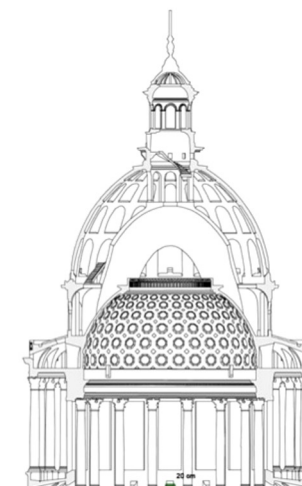


SAN PIETRO  
MICHELANGELO



POLENI e  
VANVITELLI

SAINT GENEVIEVE  
SOUFFLOT



GAUTHEY  
RONDELET





# IL RISCHIO DELL'INTERVENTO

PRINCIPI DEL RESTAURO (ANCHE STRUTTURALE)

**“I terremoti sono perniciosi** per il patrimonio monumentale italiano, **non tanto per l’eccezionalità dei danni** prodotti, **quanto per il numero ed il tipo di interventi** di riparazione e adeguamento antisismico che ad essi hanno fatto seguito [...]

il primo passo da compiere per valutare il livello di sicurezza del monumento [è] quello di **studiarne la storia** individuando, attraverso questa, **i comportamenti caratteristici.**”

Franco Braga (1993)