

Università di Trieste
Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Corso di
Problemi Strutturali dell'Edilizia Storica

INTRODUZIONE

Prof. Ing. Natalino Gattesco

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., “Manuale delle murature storiche Vol. I e Vol. II”, Dei, 2011

Croci G., “Conservazione e restauro strutturale dei beni architettonici”, UTET, Torino, 2001.

Hendry A.W. (1986) “Statica delle strutture in muratura di mattoni”, Patron Editore, Bologna.

Tomazevic M. (2001) “Earthquake-Resistant Design of Masonry Buildings”, Series on Innovation in Structures and Construction – Vol. 1, Imperial College Press, London.

INTRODUZIONE

La **sicurezza** di una struttura può essere valutata solo in termini **probabilistici** (*quindi con la consapevolezza che col verificarsi di una o più situazioni sfavorevoli, ritenute poco probabili, si possono superare uno o più stati limite*)

Il rischio di **perdita di funzionalità**, di **comparsa di dissesti** o di **crollo** della costruzione viene fissato sulla base di analisi costi-benefici (*mettendo naturalmente in primo piano la salvaguardia dell'incolumità dell'uomo*).

Tale rischio tende ad aumentare nel corso della vita della struttura per l'intervento di fattori nuovi che modificano il comportamento strutturale originario

CROLLO PONTE MORANDI - GENOVA



Viadotto sul Polcevera – Genova (ago. 2018)

CROLLO TETTO CHIESA - ROMA



Chiesa di San Giuseppe dei Falegnami – Roma (ago. 2018)

CROLLO EDIFICIO – TORRE ANNUNZIATA



Crollo durante la notte (luglio 2017) – 8 morti (fam. tecnico comunale)

CROLLO SCUOLA – SAN GIULIANO DI PUGLIA



Crollo scuola Jovine (*ottobre 2002*) – 28 morti

CROLLO TORRE CIVICA – PAVIA



Crollo Torre Civica (*marzo 1989*)

CROLLO EDIFICIO RIONE ARENELLA – NAPOLI



FATTORI CHE AUMENTANO IL RISCHIO

Questi fattori riguardano:

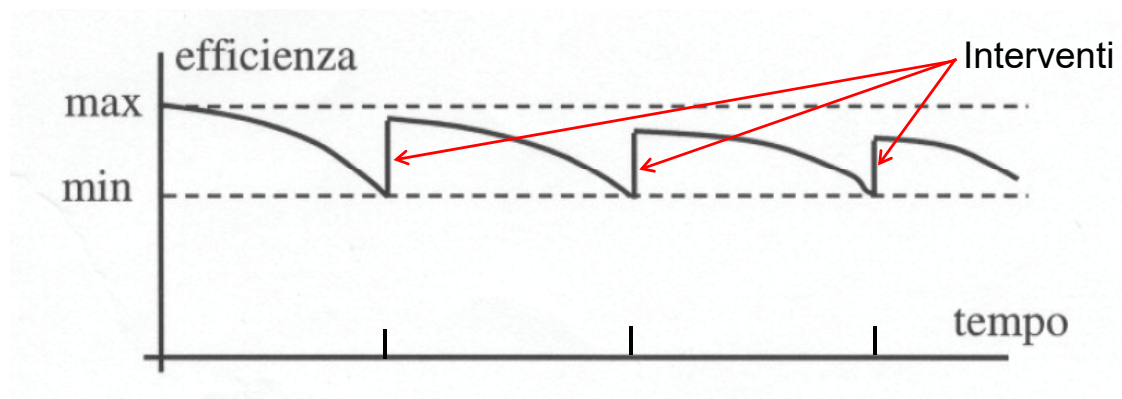
- Il progressivo degrado dei materiali per effetto dell'aggressione atmosferica
- Il degrado strutturale dovuto alla ciclicità delle sollecitazioni (carichi ripetuti, variazioni termiche, gelo-disgelo)
- L'aumento dei carichi variabili per cambio di destinazione d'uso
- L'esecuzione di opere in prossimità (scavi, gallerie, nuovi edifici, ecc.)
- La modifica di alcune parti della struttura (realizzazione di aperture, soppressione di vincoli, ecc.)

VERIFICA PERIODICA

L'intervento di tali fattori richiede, quindi:

UNA VERIFICA PERIODICA DELLE STRUTTURE

Controllo che la sicurezza della struttura non scenda al di sotto di una determinata soglia limite.



EVENTI ECCEZIONALI

La sicurezza di una struttura, inoltre, può essere seriamente ridotta da eventi quali

- I terremoti
- Gli smottamenti
- Le esplosioni

Questi eventi provocano danni più o meno gravi in diverse parti strutturali (la costruzione in genere diventa immediatamente inagibile)

MESSA IN SICUREZZA

In tutti questi casi di superamento della soglia di rischio accettabile è necessario intervenire con opere di riparazione e/o rafforzamento

**MESSA IN SICUREZZA E
MANUTENZIONE PROGRAMMATA**

INDAGINE CONOSCITIVA

Lo scopo degli interventi di riparazione e rafforzamento strutturale è di conferire alle strutture di edifici esistenti un livello di sicurezza adeguato alla funzione

Per ricercare il metodo di intervento più idoneo è necessario procedere ad un'approfondita

INDAGINE CONOSCITIVA

INDAGINE CONOSCITIVA

- Rilievo geometrico (*dimensioni effettive parti strutturali*)
- Indagine storica (*ricostruzione variazioni nel tempo*)
- Indagini sperimentali per la caratterizzazione dei materiali (*prove soniche, prove di taglio, martinetti piatti, ultrasuoni, sonda Windsor, carotaggi, termografia, endoscopia, ecc.*)
- Rilievo del quadro fessurativo (*diretto, fotogrammetrico*) con mappatura di ogni singola lesione (*apertura, estensione*)

DIAGNOSTICA

Alla fase di indagine conoscitiva segue una fase di

DIAGNOSTICA PER IL RECUPERO

che consiste nell'analisi dei dati ottenuti per valutare lo stato attuale delle strutture ed individuare le cause che hanno provocato la **caduta di efficienza** (*degrado materiali, fessurazioni più o meno estese, dissesti statici, ecc.*) **per permettere di scegliere**

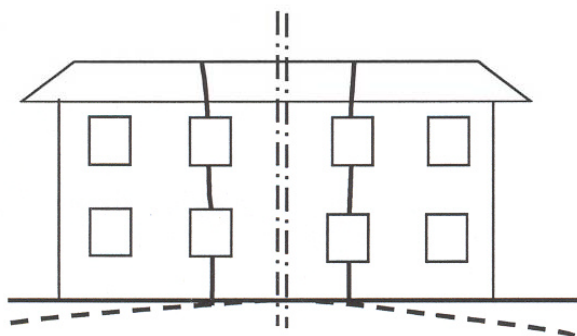
INTERVENTO STRUTTURALE PIU' ADEGUATO

TECNICHE DI INTERVENTO

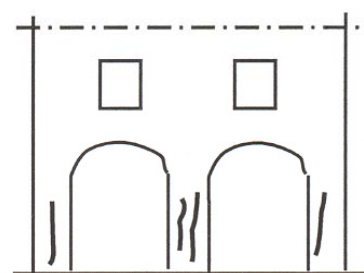
- **Gli interventi strutturali possono essere**
 - Locali (*riguardano opere su singoli elementi strutturali mirate principalmente al miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei materiali*)
 - Globali (*riguardano opere che tendono a modificare il funzionamento dell'intera struttura*)
- **E' necessario far precedere la rimozione delle cause che hanno condotto la struttura ad un livello di sicurezza inadeguato**

CONSIDERAZIONI SULLE MURATURE

- **Frequentemente le murature sono fessurate per**
 - Cedimenti differenziali delle fondazioni (a)
 - Carichi verticali eccessivi (colonne) (b)



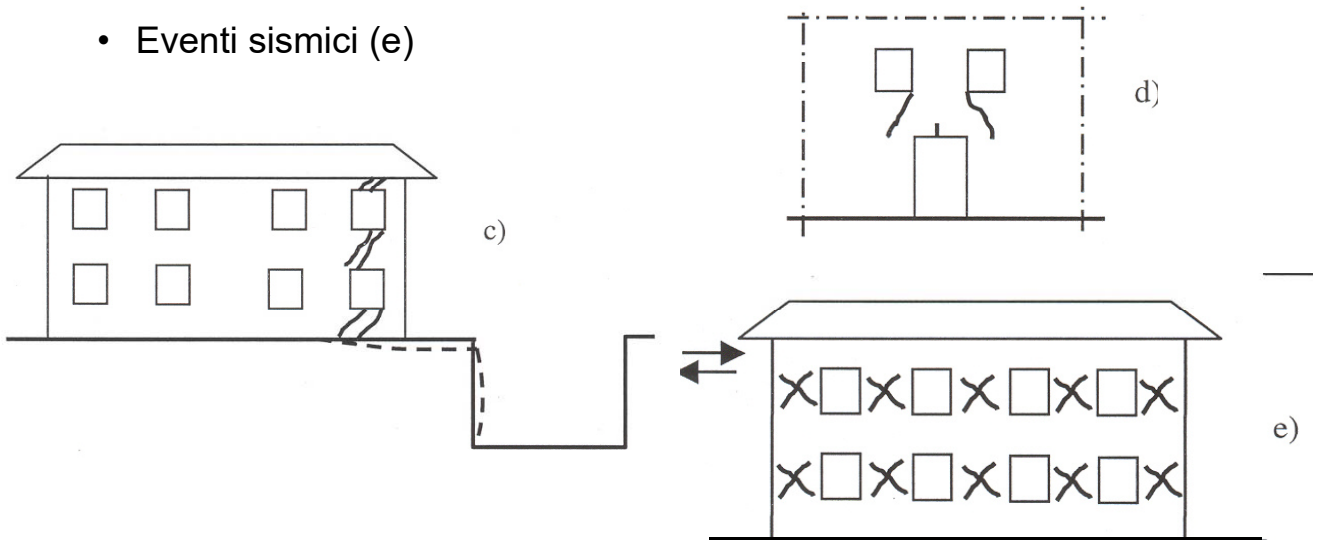
a)



b)

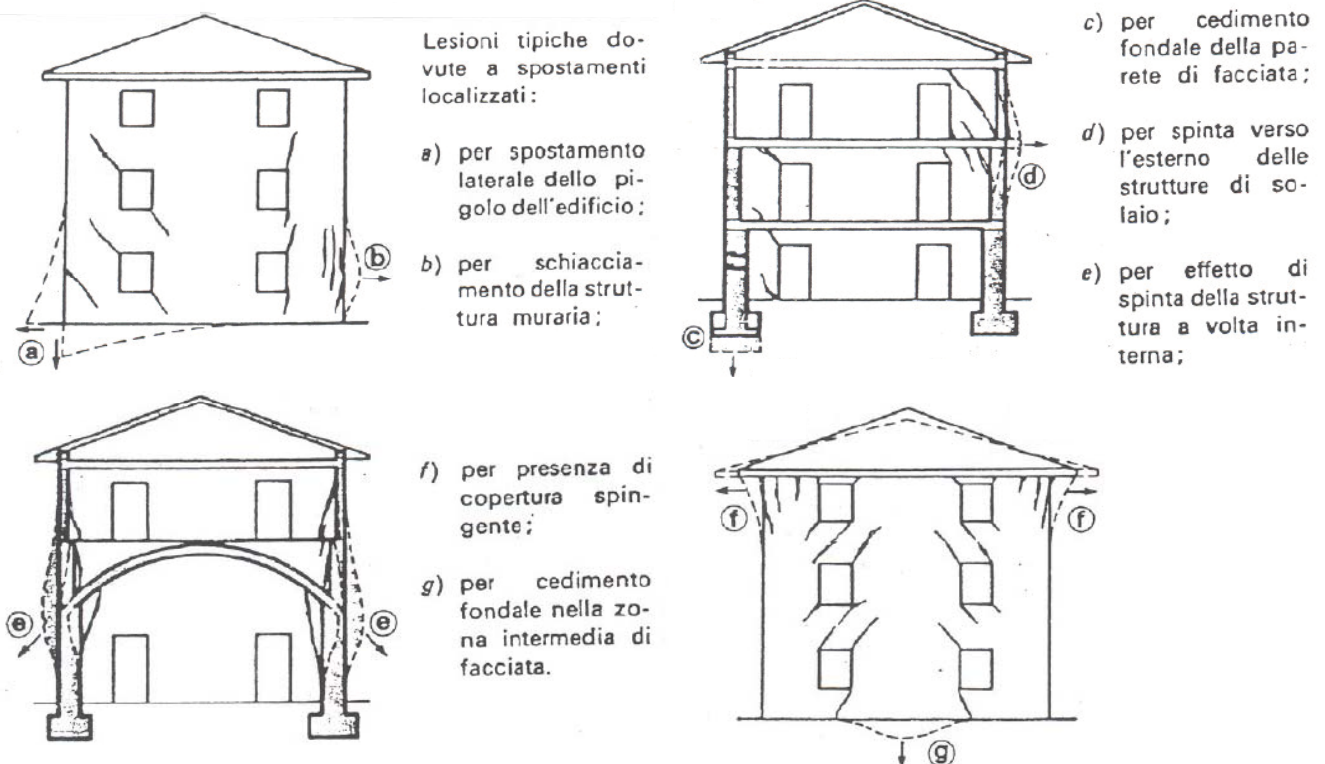
CONSIDERAZIONI SULLE MURATURE

- **Frequentemente le murature sono fessurate per**
 - Esecuzione di scavi o nuovi edifici nelle vicinanze (c)
 - Errate impostazioni strutturali e/o vizi esecutivi (d)
 - Eventi sismici (e)



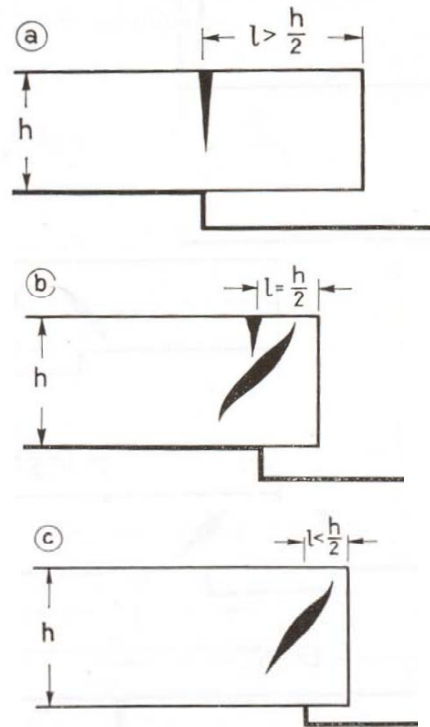
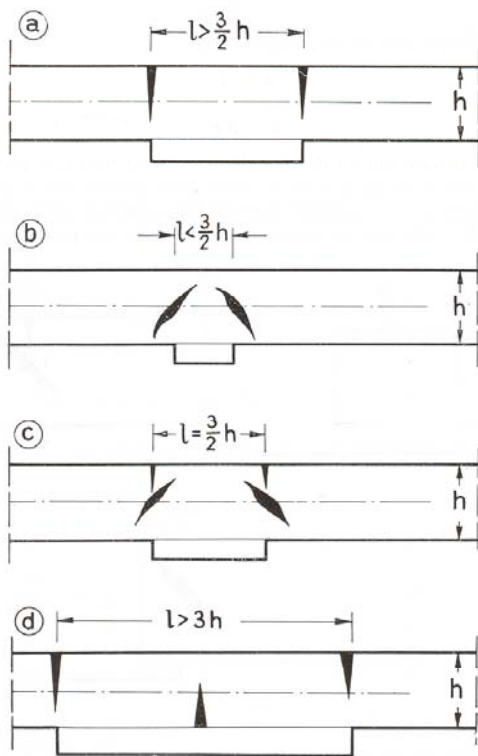
FESSURE E DEFORMAZIONI COME INDICATORI

- **Quadri fessurativi provocati da cedimenti e spinte**



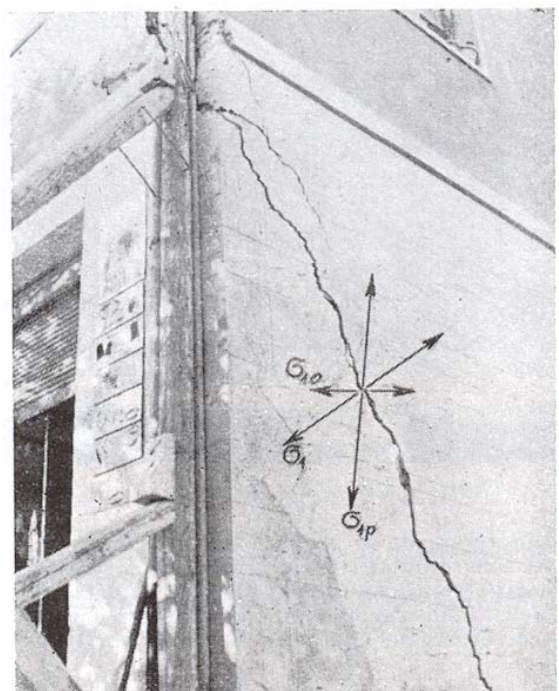
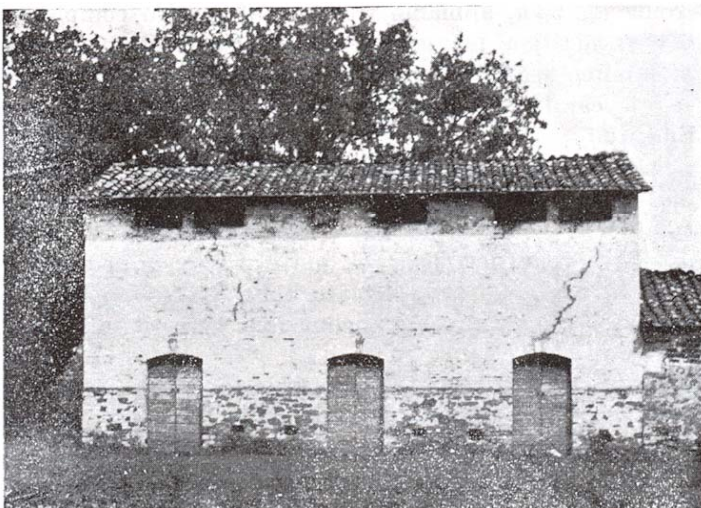
FESSURE COME INDICATORI

- Quadri fessurativi provocati da cedimenti verticali



FESSURE COME INDICATORI

- Quadri fessurativi provocati da cedimenti verticali di estremità' del fabbricato



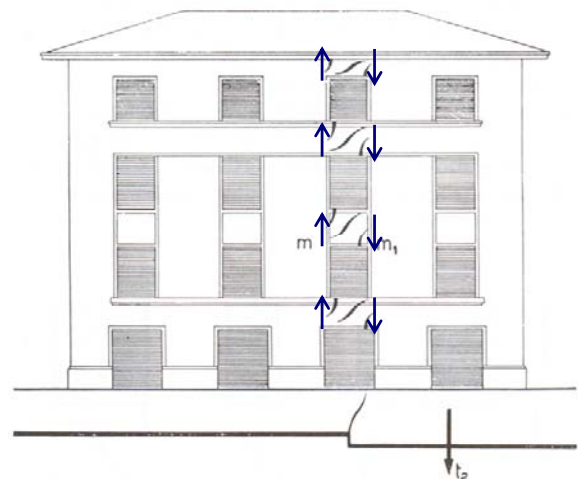
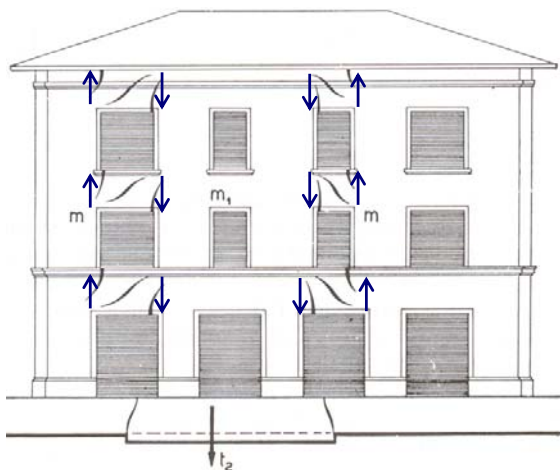
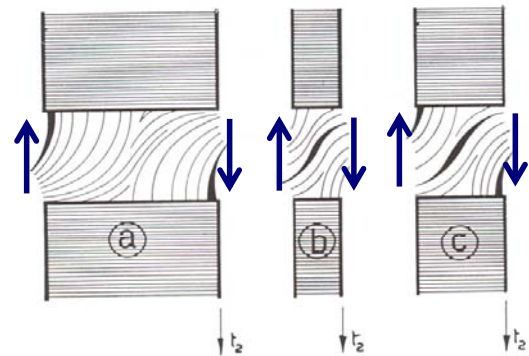
FESSURE COME INDICATORI

- Quadri fessurativi provocati da cedimenti verticali in zona centrale al fabbricato



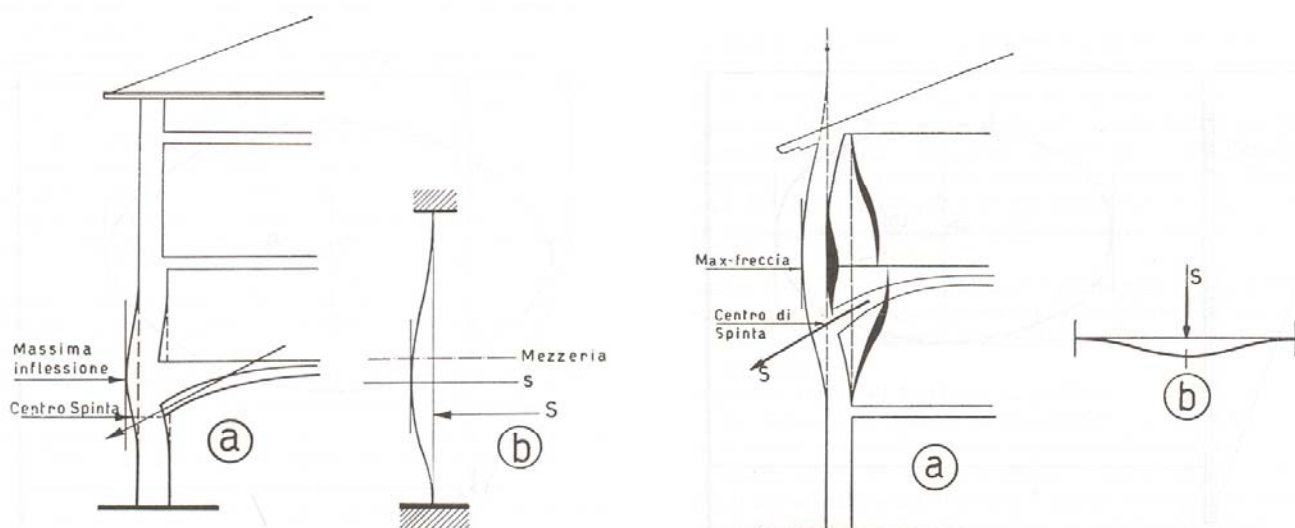
FESSURE COME INDICATORI

- Quadri fessurativi provocati da cedimenti verticali (nel caso di traverse più deboli dei maschi)



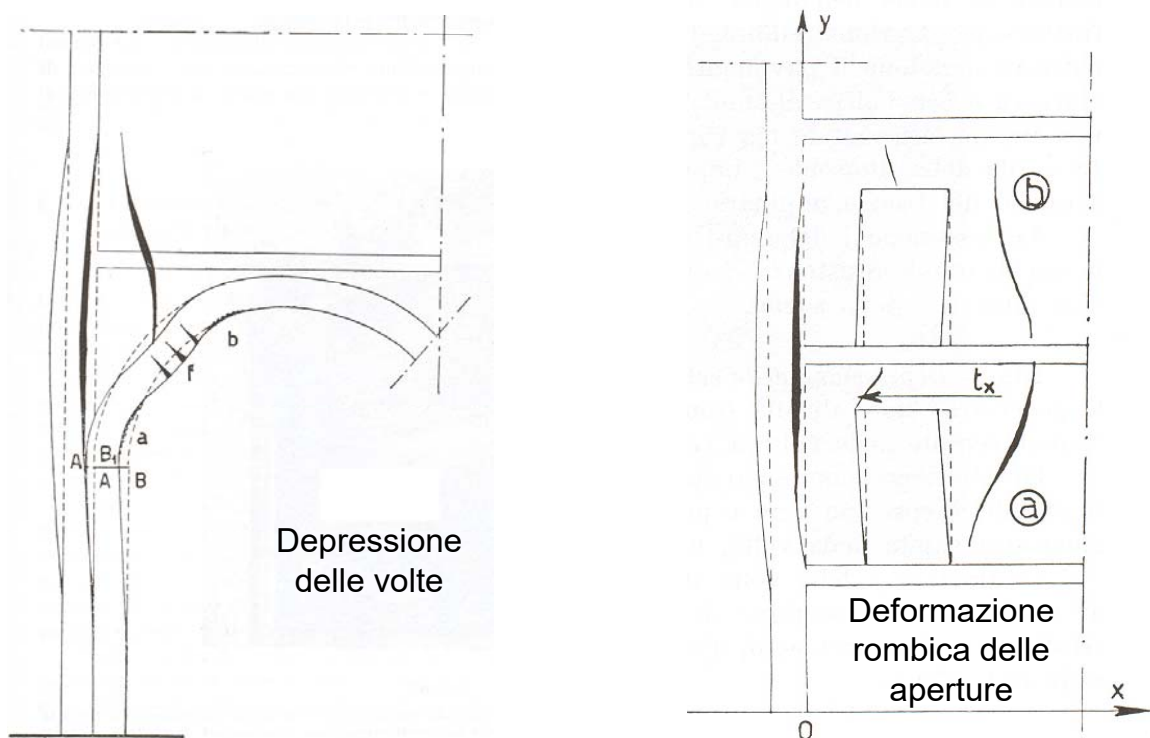
FESSURE E DEFORMAZIONI COME INDICATORI

- Quadri fessurativi provocati da spinte di archi e volte



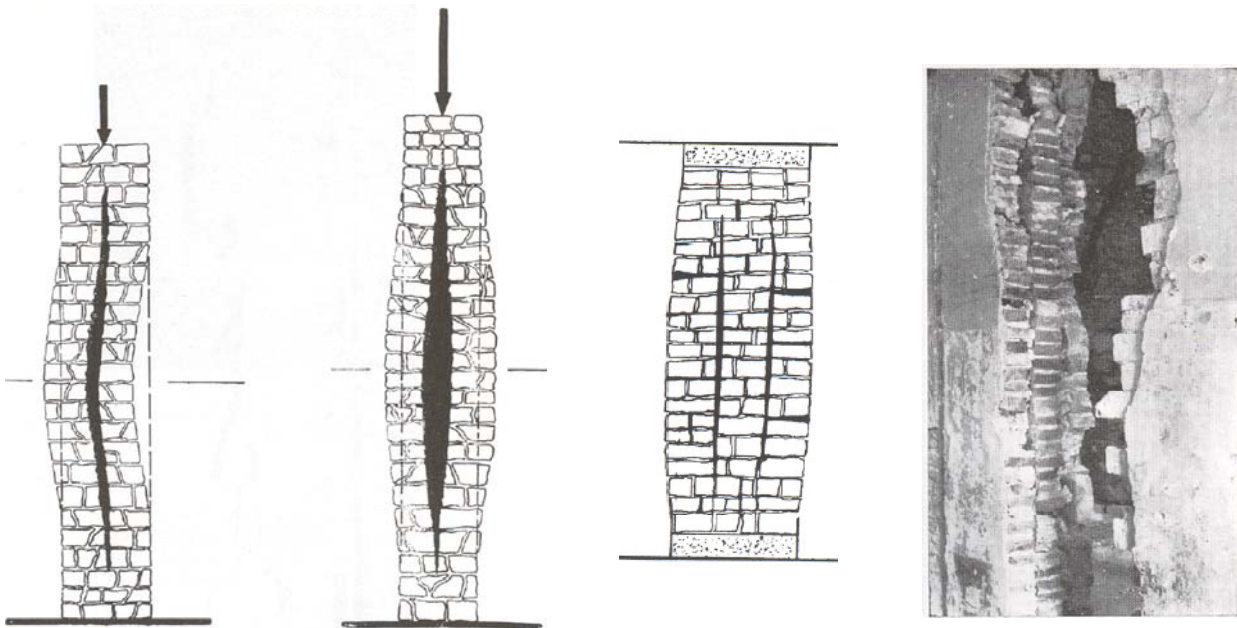
FESSURE E DEFORMAZIONI COME INDICATORI

- Quadri fessurativi provocati da spinte di archi e volte



FESSURE E DEFORMAZIONI COME INDICATORI

- Quadri fessurativi nel piano della muratura



CARICO CRITICO MURATURE

- Muratura a più paramenti (*Carico critico*)

Le murature sono in genere elementi snelli. Se si calcola il carico critico Euleriano per tre murature di ugual spessore: singolo paramento, due paramenti affiancati, tre paramenti affiancati, si ottiene:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2}{12} \cdot \frac{E a^3}{l_o^2}$$

$$\frac{P_{cr,b}}{P_{cr,a}} = \frac{1}{4} \quad \frac{P_{cr,c}}{P_{cr,a}} = \frac{1}{9}$$

