



! MAINTENANCE TIME!

VII Edizione

**LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO PER GLI EDIFICI
IN MURATURA E «MODE INNOVATIVE» DA EVITARE**

*Rosario Montuori
Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli studi di Salerno*

Salerno, 21 Marzo 2017

IN COLLABORAZIONE



PATROCINIO



**Terremoti in
Italia dal 1900
ad oggi di
magnitudo
momento
superiore a 5.8
(Fonte: INGV)**

Data	Area	Intensità	Magnitudo M _w
08.09.1905	Calabria	X – XI	7.1
23.10.1907	Calabria	IX	5.9
28.12.1908	Stretto di Messina (Calabria, Sicilia)	XI	7.2
07.06.1910	Irpinia (Basilicata)	IX	5.9
27.10.1914	Garfagnana (Toscana)	VII	5.8
13.01.1915	Avezzano (Abruzzo)	XI	7.0
17.05.1916	Mar Adriatico settentrionale	VIII	5.9
16.08.1916	Mar Adriatico settentrionale	VIII	5.9
26.04.1917	Monterchi – Citeria (Toscana – Umbria)	IX – X	5.8
10.11.1918	Appennino forlivese (Emilia Romagna)	VIII	5.8
29.06.1919	Mugello (Toscana)	IX	6.2
07.09.1920	Garfagnana (Toscana)	X	6.5
07.03.1928	Capo Vaticano (Calabria)	VIII	5.9
23.07.1930	Irpinia (Campania)	X	6.7
30.10.1930	Senigallia (Marche)	VIII – IX	5.9
18.10.1936	Bosco Cansiglio (Veneto)	IX	5.9
03.10.1943	Ascolano (Marche)	IX	5.8
21.08.1962	Irpinia (Campania)	IX	6.2
15.01.1968	Valle del Belice (Sicilia)	X	6.1
06.05.1976	Friuli	IX – X	6.4
15.09.1976	Friuli	VIII – IX	5.9
15.04.1978	Golfo di Patti (Sicilia)	VIII	6.1
19.09.1979	Valnerina (Umbria)	VIII – IX	5.9
23.11.1980	Irpinia (Campania, Basilicata)	X	6.9
07.05.1984	Lazio – Abruzzo	VIII	5.9
05.05.1990	Potentino (Basilicata)	VII – VIII	5.8
26.09.1997	Umbria – Marche	IX	6.0
31.10.2002	Molise	VIII – IX	5.8
06.04.2009	Abruzzo	IX – X	6.1*
20.05.2012	Pianura Padana Emiliana (Emilia Romagna)	VIII*	5.8*
24/08/2016	Italia centrale (Accumuli),		6.0
10/10/2016	Italia centrale (Norcia),		6.5



OVERTHESPOT

Evento promosso dalle istituzioni italiane

GIORNATA DEL TERREMOTO

Ogni sette/otto anni in Italia



**Saranno presenti: crolli, morte e dolore.
A seguire: speculazioni, promesse
e buoni propositi.**

**Data e ora ancora da definirsi,
attendiamo insieme senza fare nulla**

**Una manifestazione patrocinata dall'A.E.T.I
(associazione eventi della tradizione italiana)**

MA E' DIFFICILE COSTRUIRE UNA CASA ANTISISIMICA?

***DA QUANTO TEMPO
SIAMO IN GRADO DI
REALIZZARE COSTRUZIONI
SISMO-RESISTENTI ?!?***





**Tomba di Ciro il Grande,
Pasargadae – sud-est IRAN (550 B.C.)**

*Diversi strati di pietra lisciata con nessuna
malta o altro materiale tra di loro*



Dikilitash (Egyptian) Obelisk
Istanbul
4 cubi in bronzo e in pietra

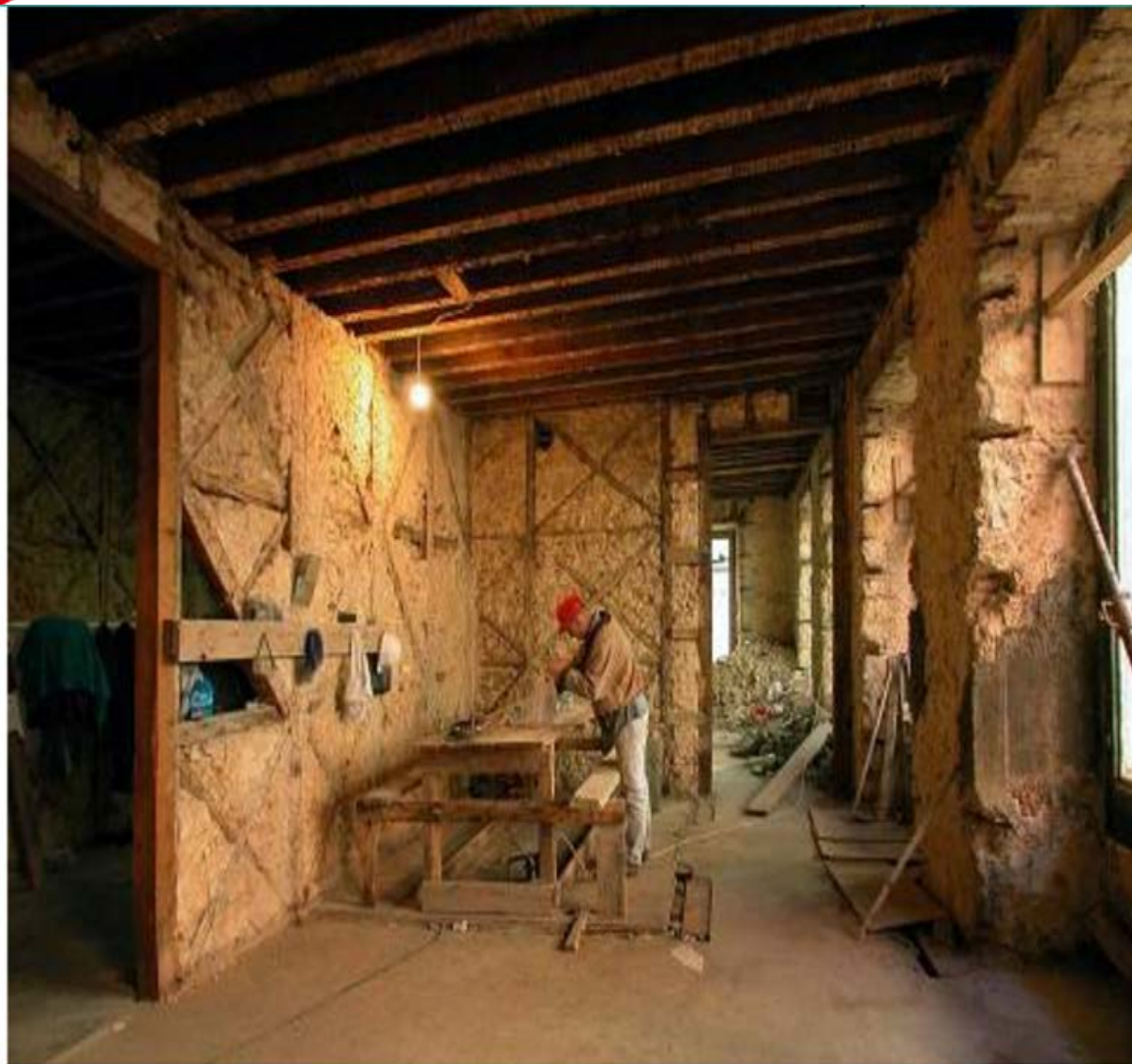
***Eretto nel 379-395 d.C.**

LA PRIMA COSTRUZIONE ANTISISMICA IN MURATURA DELLA STORIA

Durante il XVIII secolo iniziarono i grandi scavi archeologici di **Ercolano** e Pompei, da cui poi riemersero le strutture miste di muratura e legno delle case **del I secolo d.C.** In queste costruzioni, la struttura lignea presentava lo **stesso spessore** della muratura.



*Casa di Ercolano – © Randolph
Langenbach*



La Gaiola Pombalina Portoghese

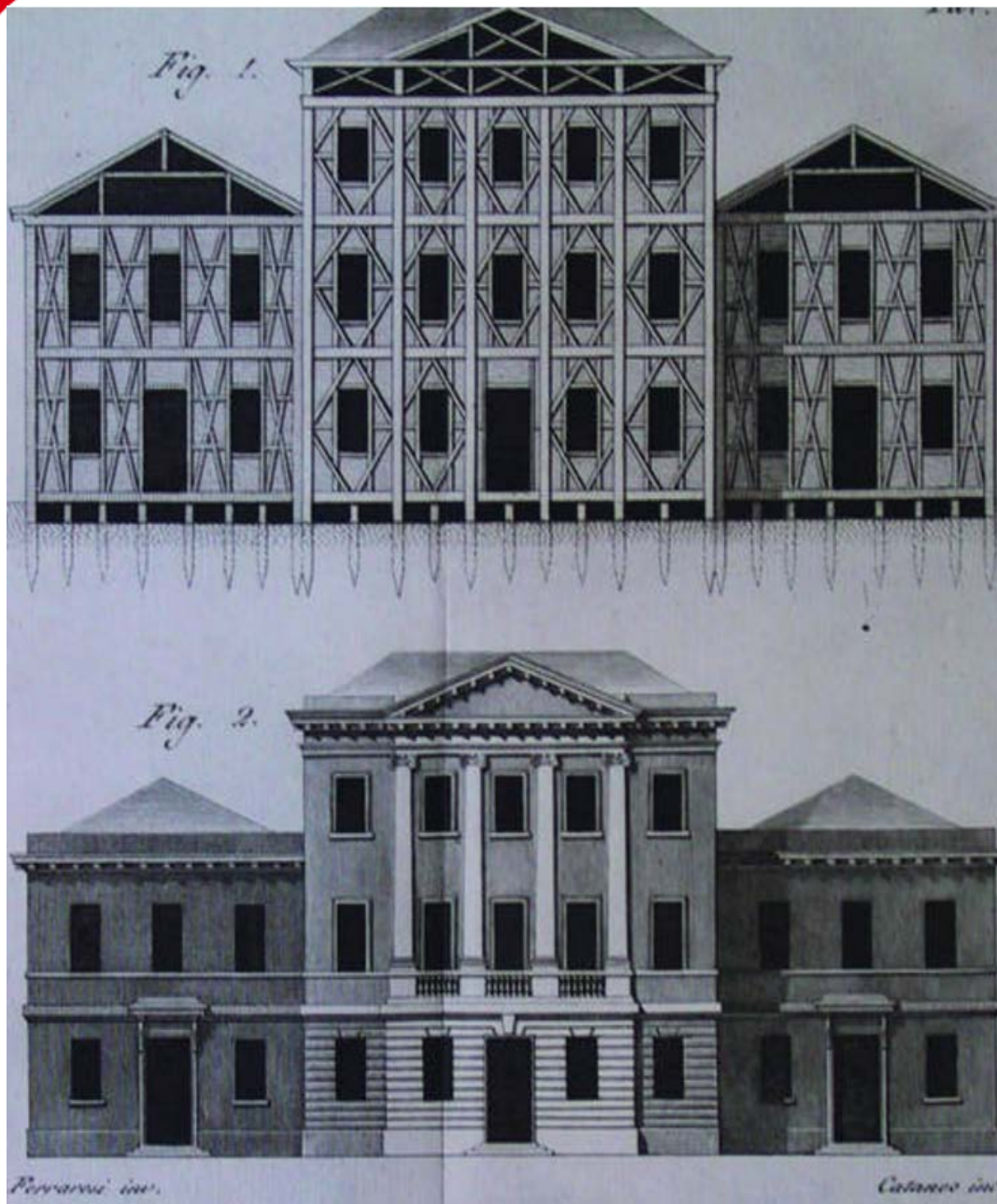
Nei secoli successivi essa costituiva una vera e propria armatura interna. Un noto esempio è la “Gaiola” portoghese che prese il nome di “Pombalina”, dal nome del Marchese di Pombal, che fu codificata **traendo spunto** dalle costruzioni rimaste in piedi a seguito del sisma di Lisbona del **1755**.

*Costruzione a Lisbona del tipo Gaiola – © Randolph
Langenbach*

LA HIMIS TURCA



*Costruzione turca himiş rimasta in piedi nel 1999 a seguito di sisma. Accanto edificio moderno colassato perché mal costruito –
© Randolph Langenbac*

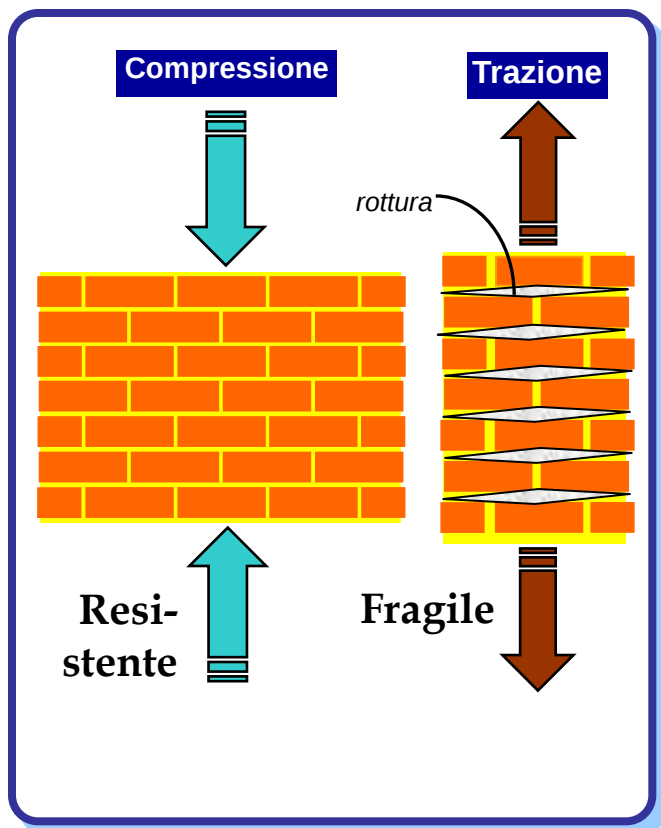


La borbonica CASA BARACCATA

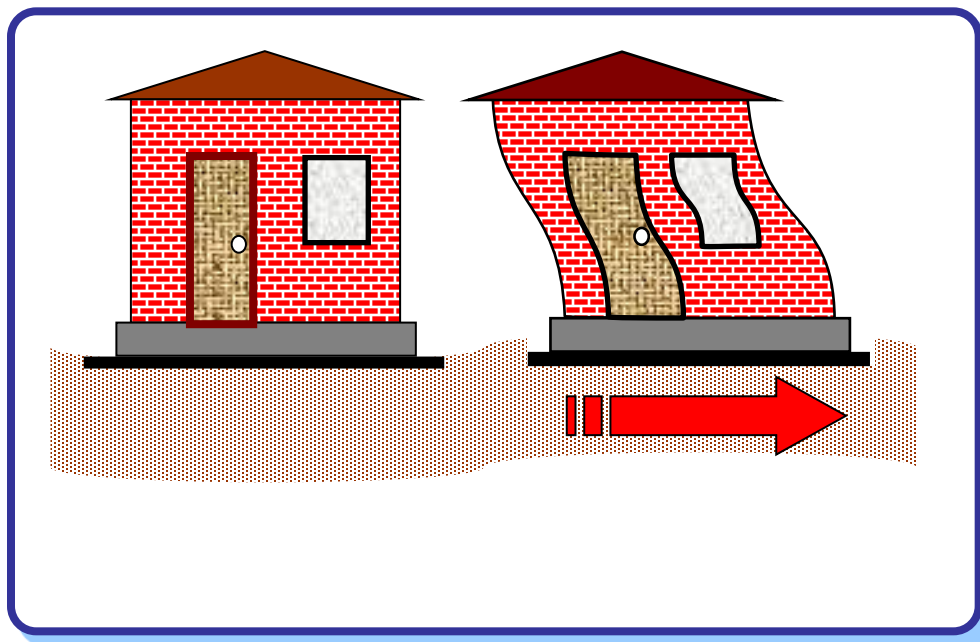
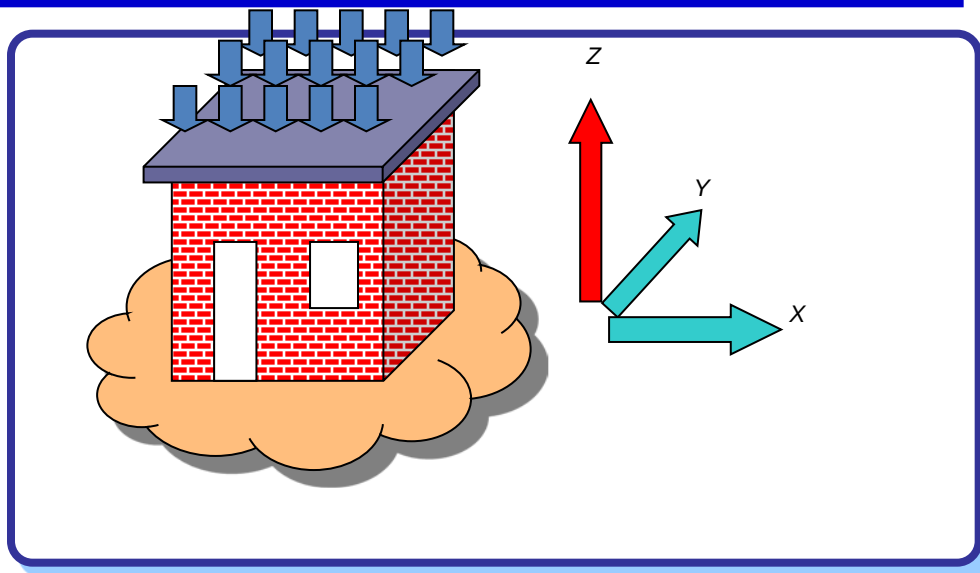
“L’invenzione” è dell’ing. La Vega. Definito nell’Ottocento come casa baraccata, il sistema borbonico si sviluppa durante la ricostruzione in varie versioni caratterizzate dalla presenza di telai di legno diversamente apparecchiati e con differenti dimensioni delle membrature componenti.

Il primo regolamento antisismico europeo fu redatto ai tempi di Ferdinando IV di Borbone, a seguito del grande terremoto che in Calabria uccise circa 30000 persone, nel 1783.

Dopo il Regno delle due Sicilie è arrivata la modernità nel 1861.....

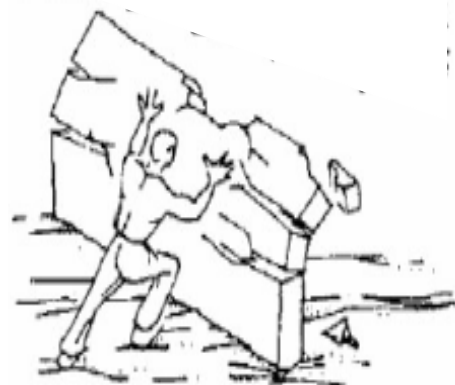
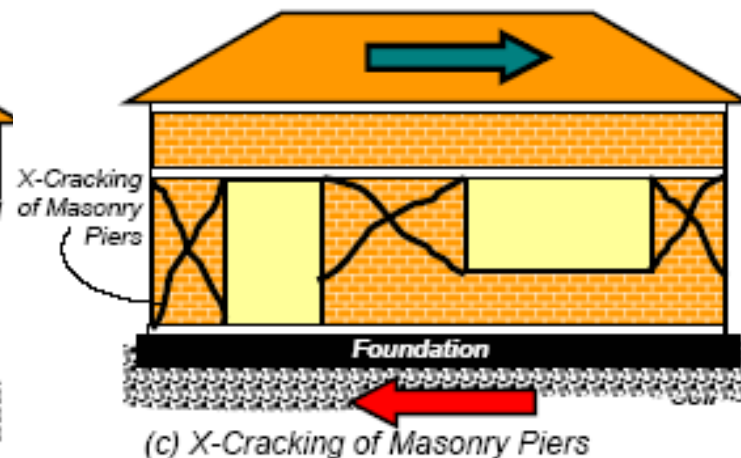
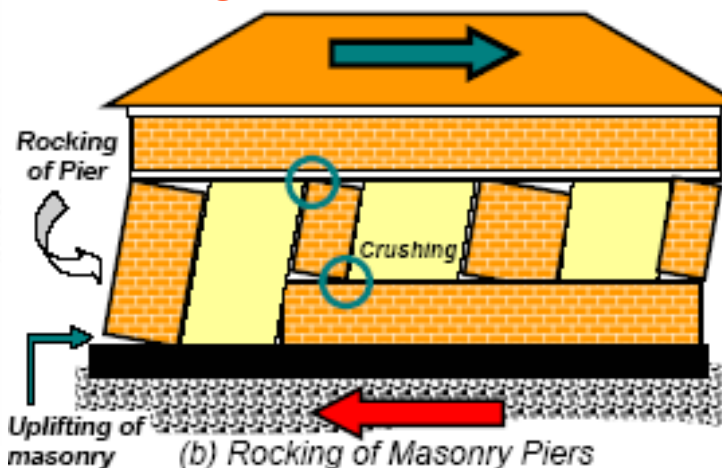
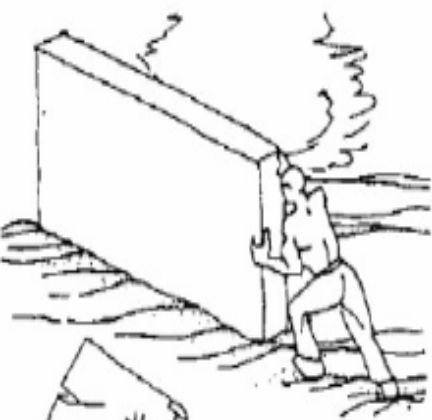


$$R_T \approx 1/30 R_C$$



COMPORTAMENTO SISMICO DELLA MURATURA

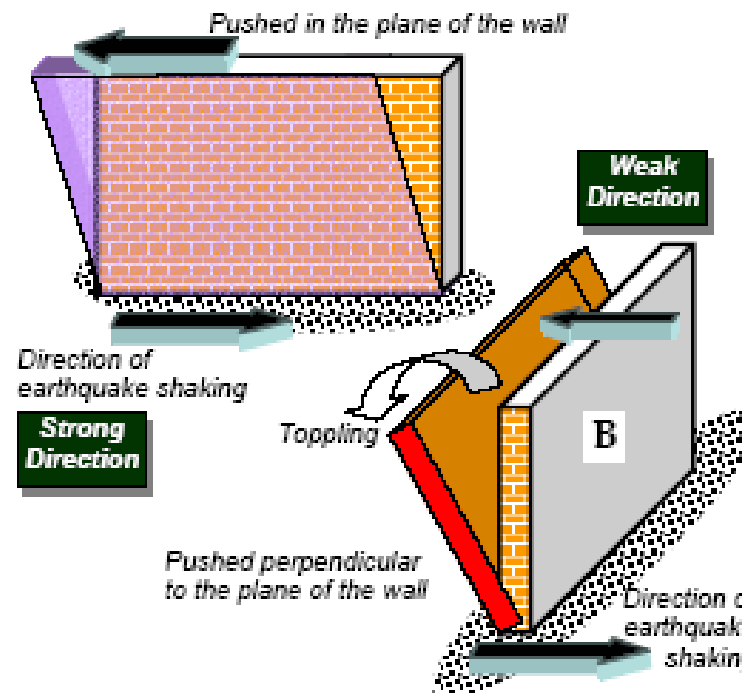
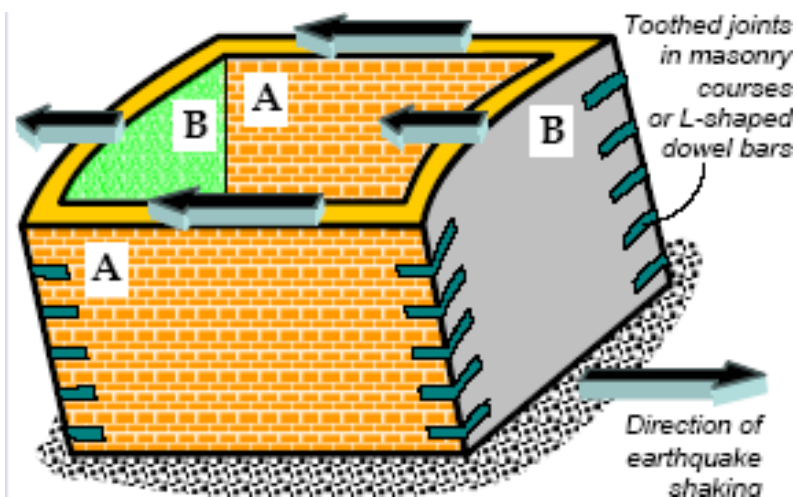
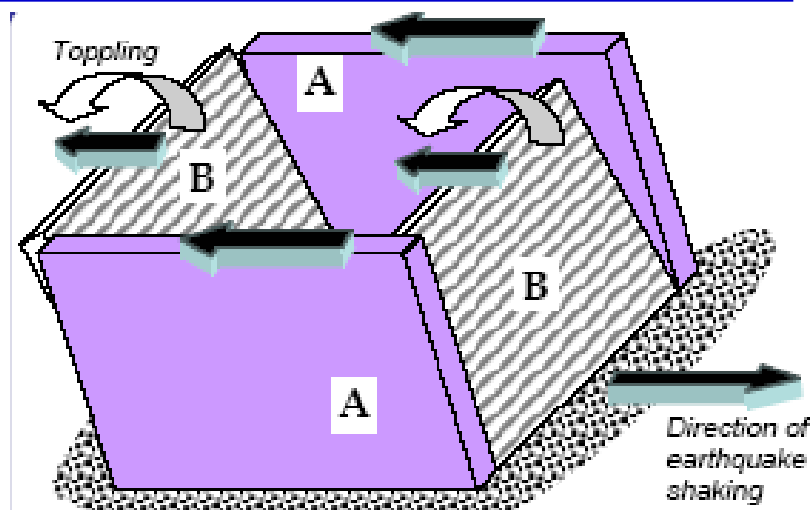
NEL PIANO



FUORI PIANO la muratura non ha capacità resistente apprezzabile e quindi di fatto viene trascurata.

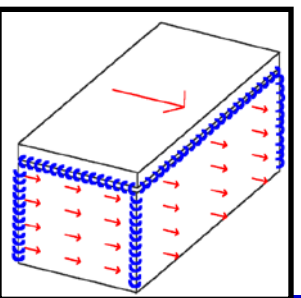
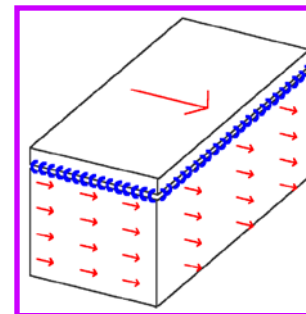
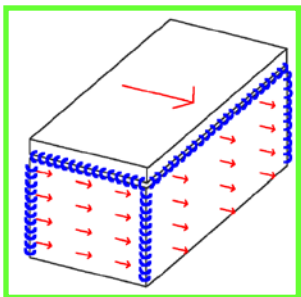
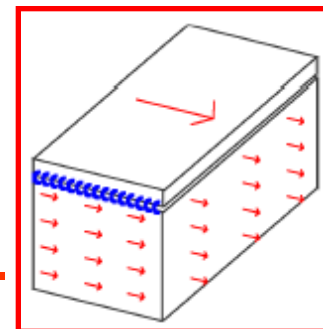
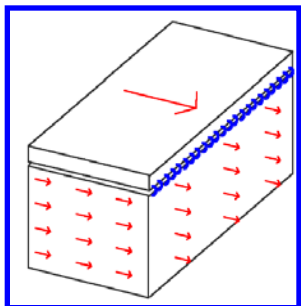
La rottura si verifica prevalentemente per ribaltamento, flessione o instabilità.

- L'edificio deve comportarsi come una struttura spaziale avente **COMPORTAMENTO SCATOLARE** ossia in cui gli **ELEMENTI RESISTENTI VERTICALI (PARETI) RISULTANO BEN COLLEGATI TRA LORO**.
- Per un'efficace ripartizione delle azioni orizzontali e' necessario che **I SOLAI RISULTINO BEN COLLEGATI ALLE PARETI PORTANTI** ed abbiano una **ADEGUATA RIGIDEZZA NEL PROPRIO PIANO**.



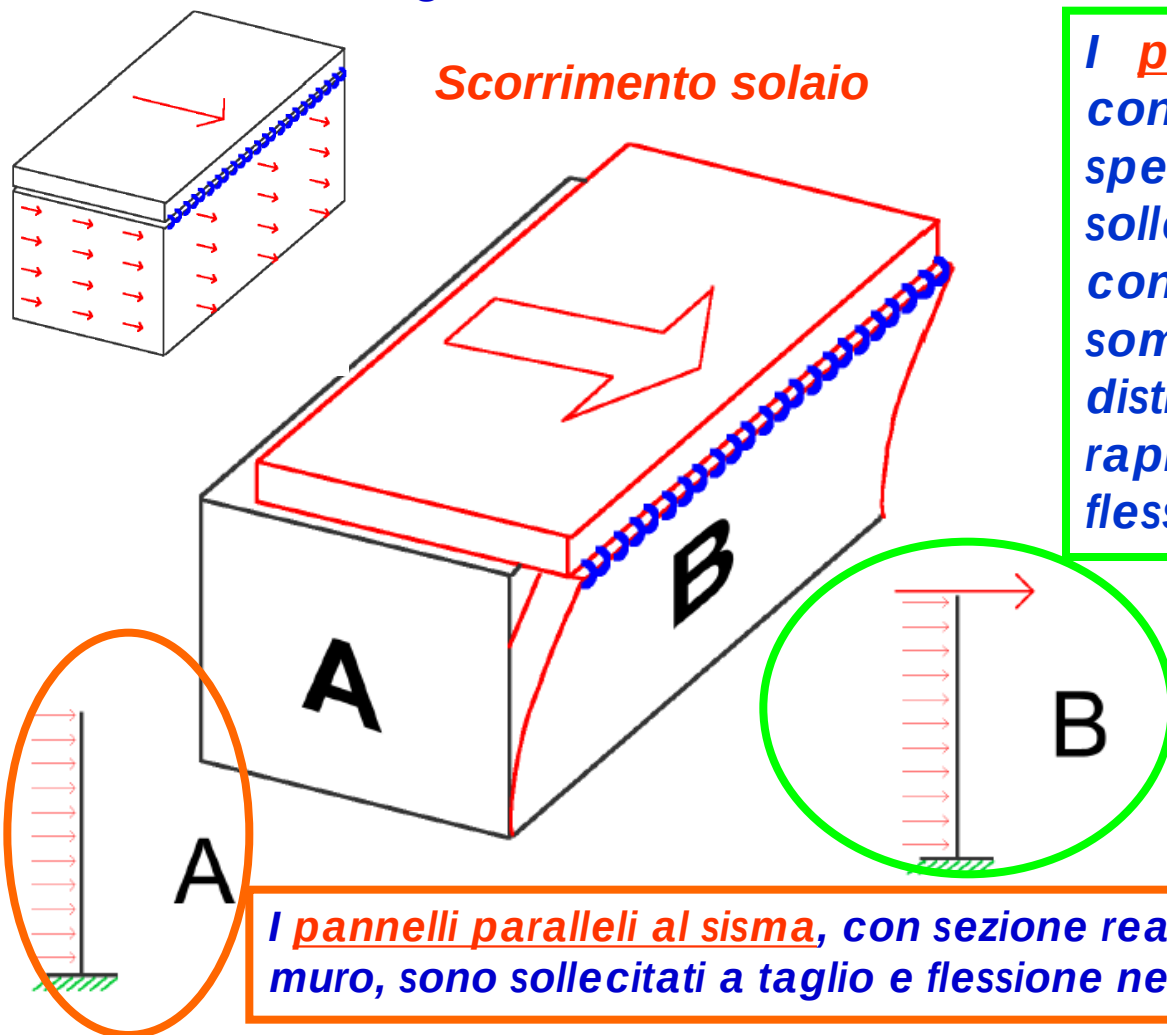
I casi che generalmente si verificano sono i seguenti:

- A. **PANNELLI NON COLLEGATI TRA LORO, SOLAIO COLLEGATO AI DUE PANNELLI ORTOGONALI AL SISMA SUI QUALI SI APPOGGIA.**
- B. **PANNELLI NON COLLEGATI TRA LORO, SOLAIO COLLEGATO AI DUE PANNELLI PARALLELI AL SISMA SUI QUALI SI APPOGGIA.**
- C. **PANNELLI COLLEGATI TRA LORO, SOLAIO MOLTO DEFORMABILE NEL SUO PIANO, COLLEGATO SOLO A DUE O A TUTTI E QUATTRO I PANNELLI.**
- D. **PANNELLI NON COLLEGATI, SOLAIO MOLTO RIGIDO NEL SUO PIANO, COLLEGATO A TUTTI E QUATTRO I PANNELLI.**
- E. **PANNELLI BEN COLLEGATI TRA LORO E AL SOLAIO RIGIDO NEL PROPRIO PIANO.**



A) PANNELLI NON COLLEGATI TRA LORO, SOLAIO COLLEGATO AI DUE PANNELLI ORTOGONALI AL SISMA

Le forze sismiche del solaio vengono scaricate sulla sommità dei due pannelli ortogonali all'azione sismica, le forze sismiche dei pannelli paralleli al sisma vengono scaricate direttamente a terra

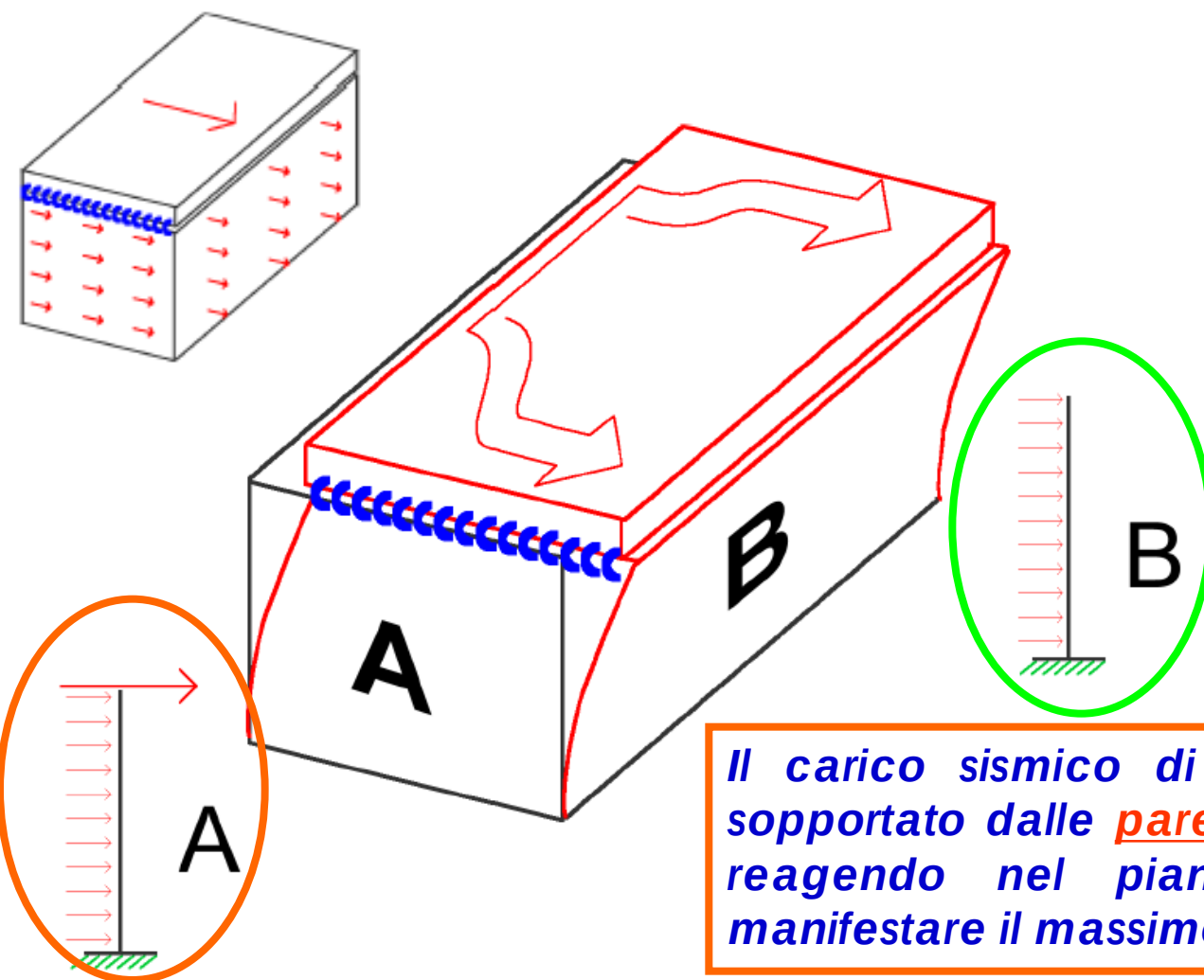


I pannelli ortogonali al sisma, con sezione reagente pari allo spessore del muro, vengono sollecitati a mensola caricata con una forza concentrata in sommità (solaio) e con un carico distribuito che ne determinano rapidamente il collasso per flessione o instabilità fuori piano

I pannelli paralleli al sisma, con sezione reagente pari a tutta la lunghezza del muro, sono sollecitati a taglio e flessione nel loro piano con tensioni modeste.

B) PANNELLI NON COLLEGATI TRA LORO, SOLAIO COLLEGATO AI DUE PANNELLI PARALLELI AL SISMA.

Le forze sismiche del solaio vengono scaricate sulla sommità dei due pannelli paralleli all'azione sismica, le forze sismiche dei pannelli ortogonali al sisma vengono scaricate direttamente a terra

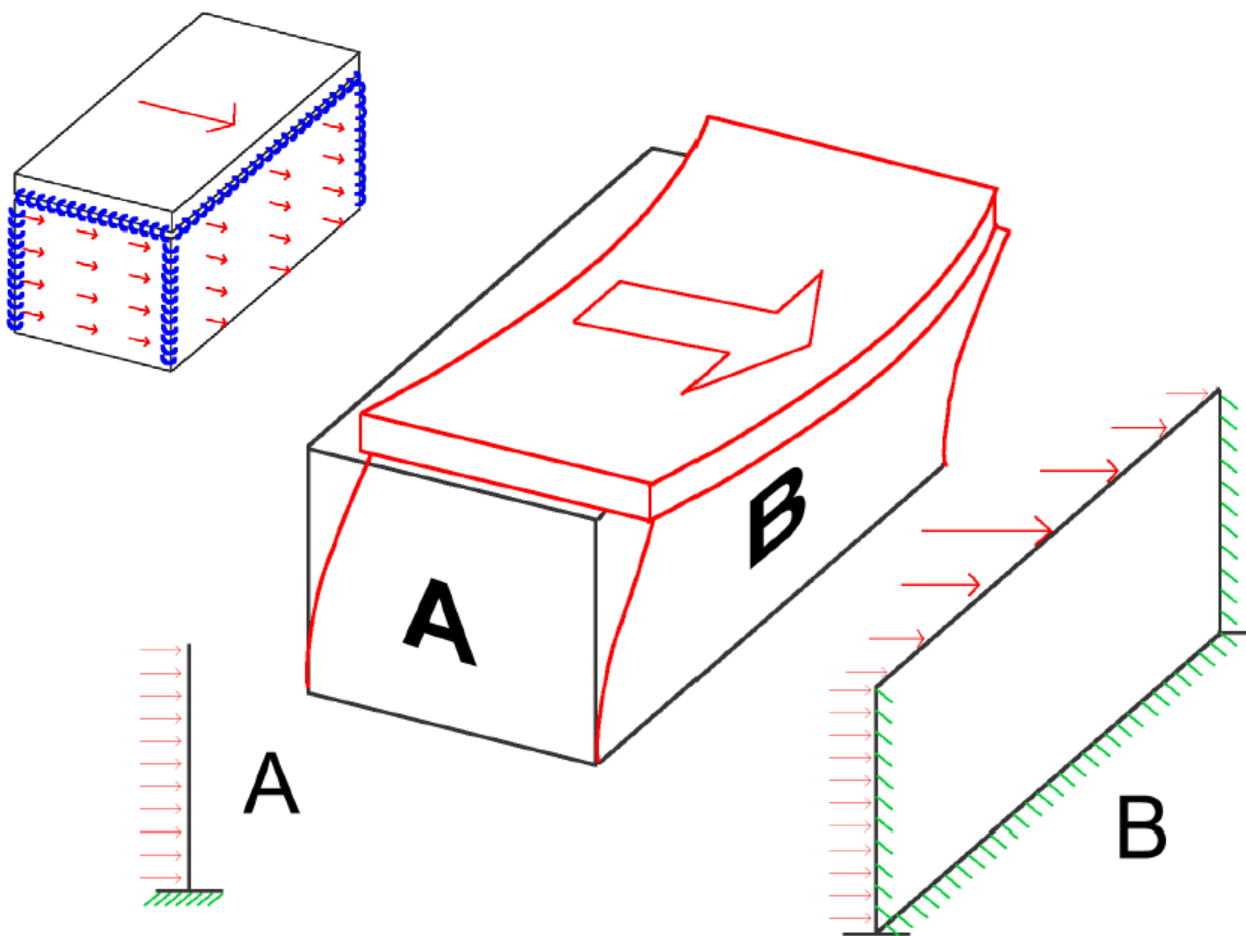


I pannelli ortogonali al sisma vengono sollecitati a mensola soggetta a un carico distribuito, con alto rischio di collasso per flessione o instabilità.

Il carico sismico di piano è correttamente supportato dalle pareti parallele al sisma che reagendo nel piano sono in grado di manifestare il massimo della loro resistenza.

C) PANNELLI COLLEGATI TRA LORO, SOLAIO MOLTO DEFORMABILE NEL SUO PIANO, COLLEGATO SOLO A DUE O A TUTTI E QUATTRO I PANNELLI.

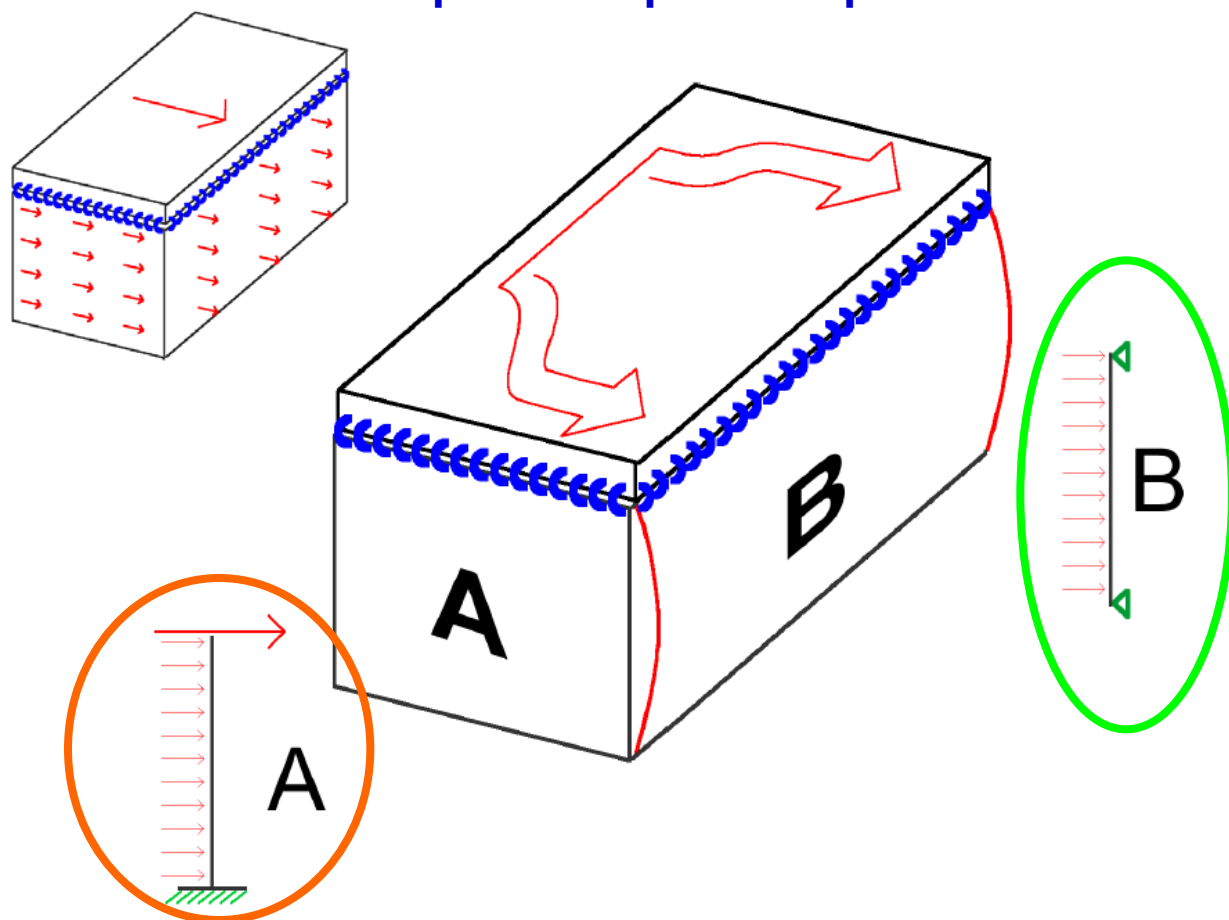
I pannelli in direzione ortogonale al sisma sono soggetti alle forze del solaio, applicate in sommità, e alle forze sismiche proprie, distribuite uniformemente. I pannelli in direzione ortogonale scaricano in parte tali forze ai pannelli paralleli alla direzione del sisma



La situazione è migliore che nel caso a), funzionando i pannelli a piastra vincolata su tre lati, ma il rischio di collasso dei pannelli ortogonali all'azione sismica rimane elevato, soprattutto per rapporti lunghezza / altezza maggiori di 1.

D) PANNELLI NON COLLEGATI, SOLAIO MOLTO RIGIDO NEL SUO PIANO, COLLEGATO A TUTTI E QUATTRO I PANNELLI.

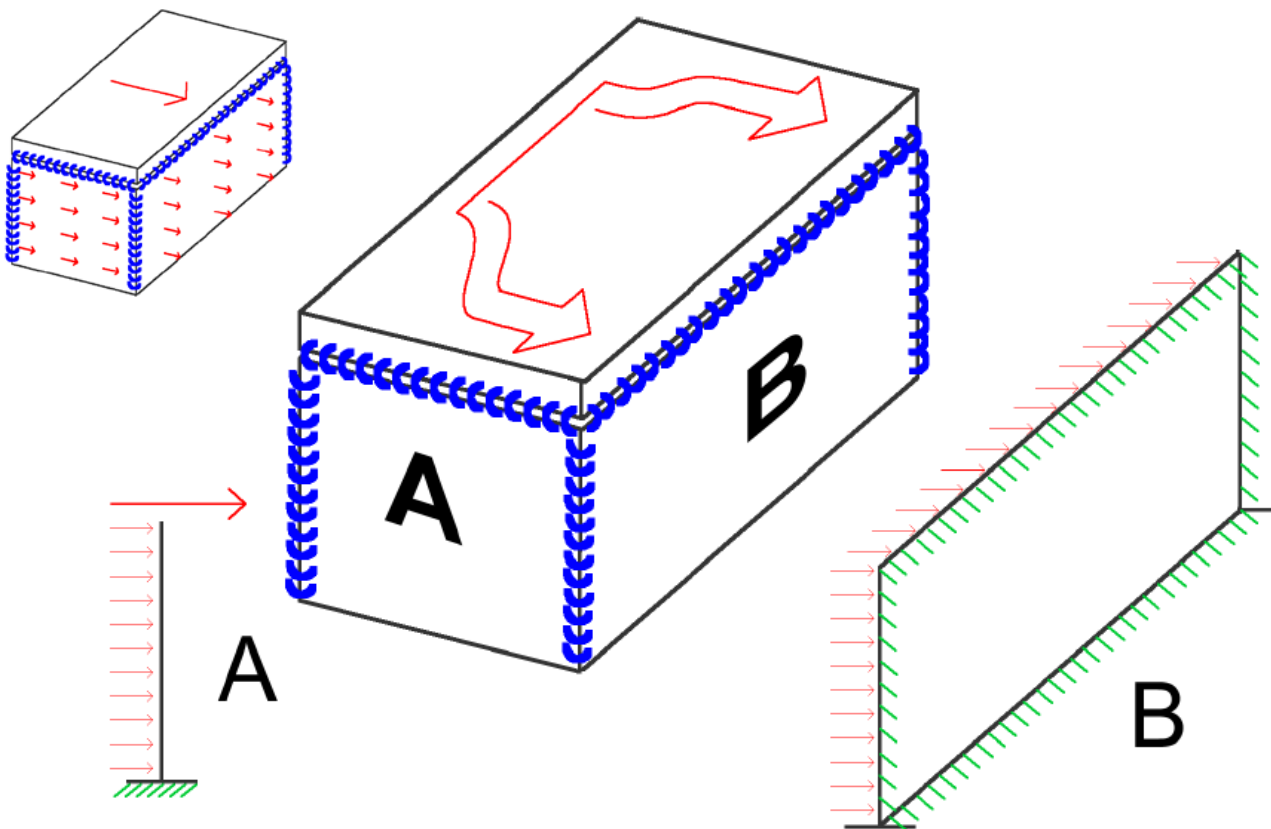
Le forze del solaio si scaricano, per effetto della rigidità largamente prevalente, sui pannelli paralleli all'azione sismica. Le forze dei pannelli ortogonali, con un funzionamento a trave appoggiata o con vincolo di semi-incastro alle estremità, vengono per metà scaricate sul solaio che a sua volta le riporta sui pannelli paralleli all'azione sismica.



E' decisamente più favorevole delle precedenti. I pannelli ortogonali all'azione sismica non solo non devono sostenere le forze del solaio, ma sopportano il carico uniforme ortogonale secondo uno schema di funzionamento a trave appoggiata (o semi-incastata), con conseguente drastica riduzione delle tensioni.

E) PANNELLI BEN COLLEGATI TRA LORO E AL SOLAIO.

Situazione analoga alla precedente per ciò che riguarda il trasferimento delle forze del solaio ai pannelli paralleli all'azione sismica. I pannelli ortogonali trasmettono le loro forze, oltre che al solaio, anche ai pannelli paralleli al sisma, mediante un modo di funzionamento a piastra appoggiata o semi-incastrata su tutti e quattro i lati, con ulteriore significativa riduzione delle sollecitazioni di flessione.

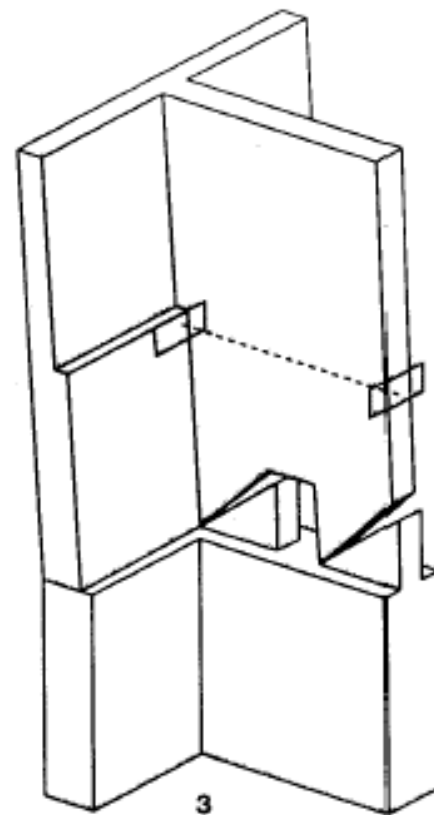
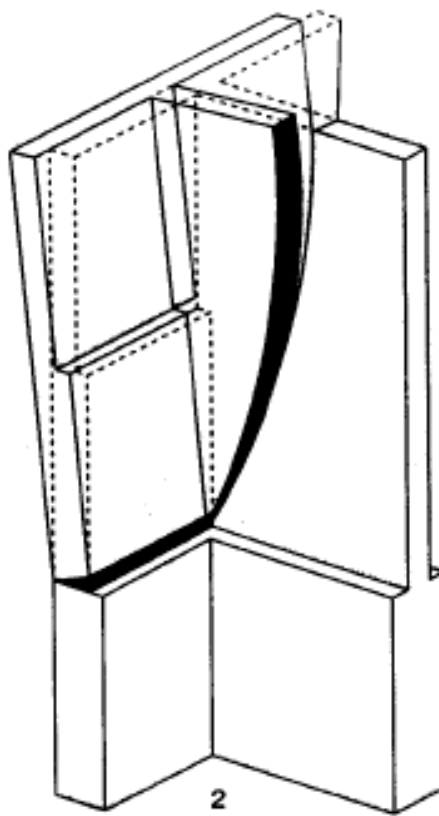
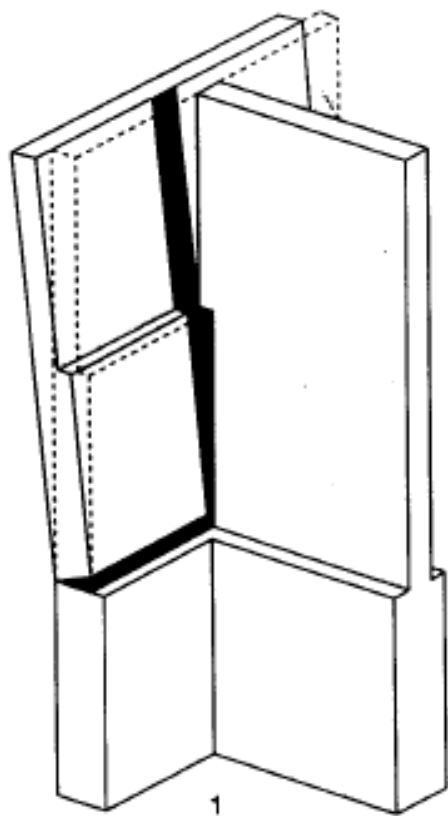


Tale ultima situazione è la più favorevole.

Il collasso si manifesta solo se i vincoli reciproci non sono in grado di sostenere gli sforzi cui sono soggetti o se la resistenza a taglio della muratura è inadeguata. Difficilmente possono verificarsi collassi locali per superamento della resistenza flessionale.

COMPORTAMENTO SISMICO: MECCANISMI LOCALI

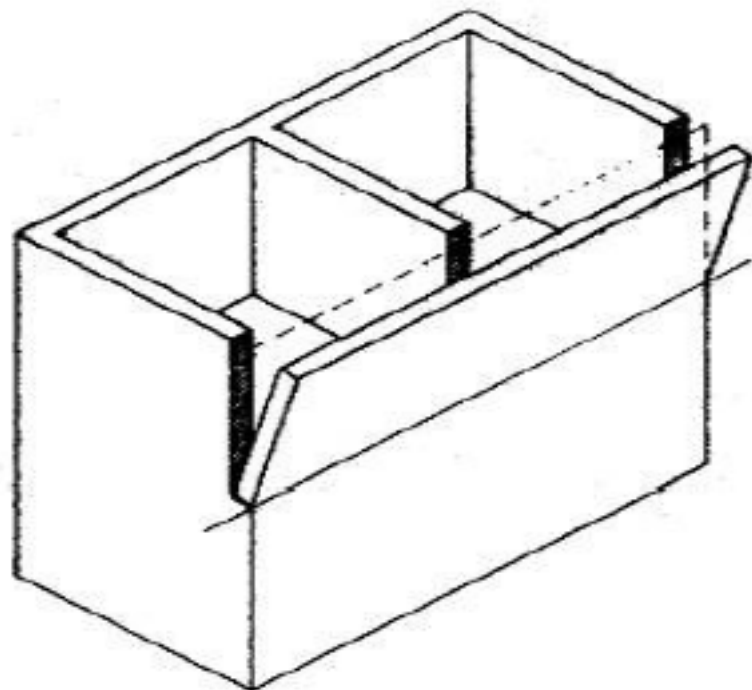
Prima di procedere all'analisi globale dell'edificio è necessario verificare che non si attivino **MECCANISMI DI COLLASSO DI TIPO LOCALE**: (analisi cinematica prevista da NTC2008)



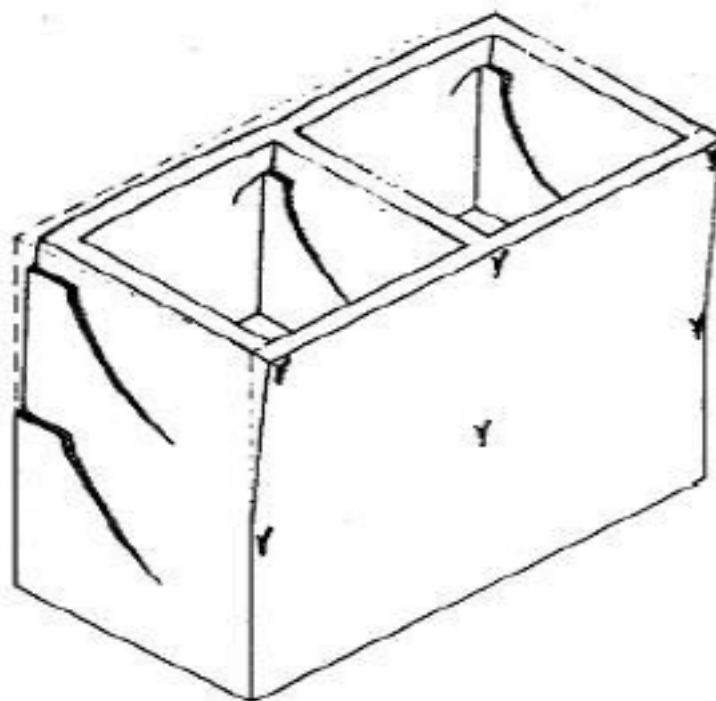
senza ammortamento (1), con buon ammortamento (2) e con l'inserimento di una catena (3)

COMPORTAMENTO SISMICO: MECCANISMI LOCALI

**Meccanismi di collasso
senza catene (1° modo)**



e con catene (2° modo)

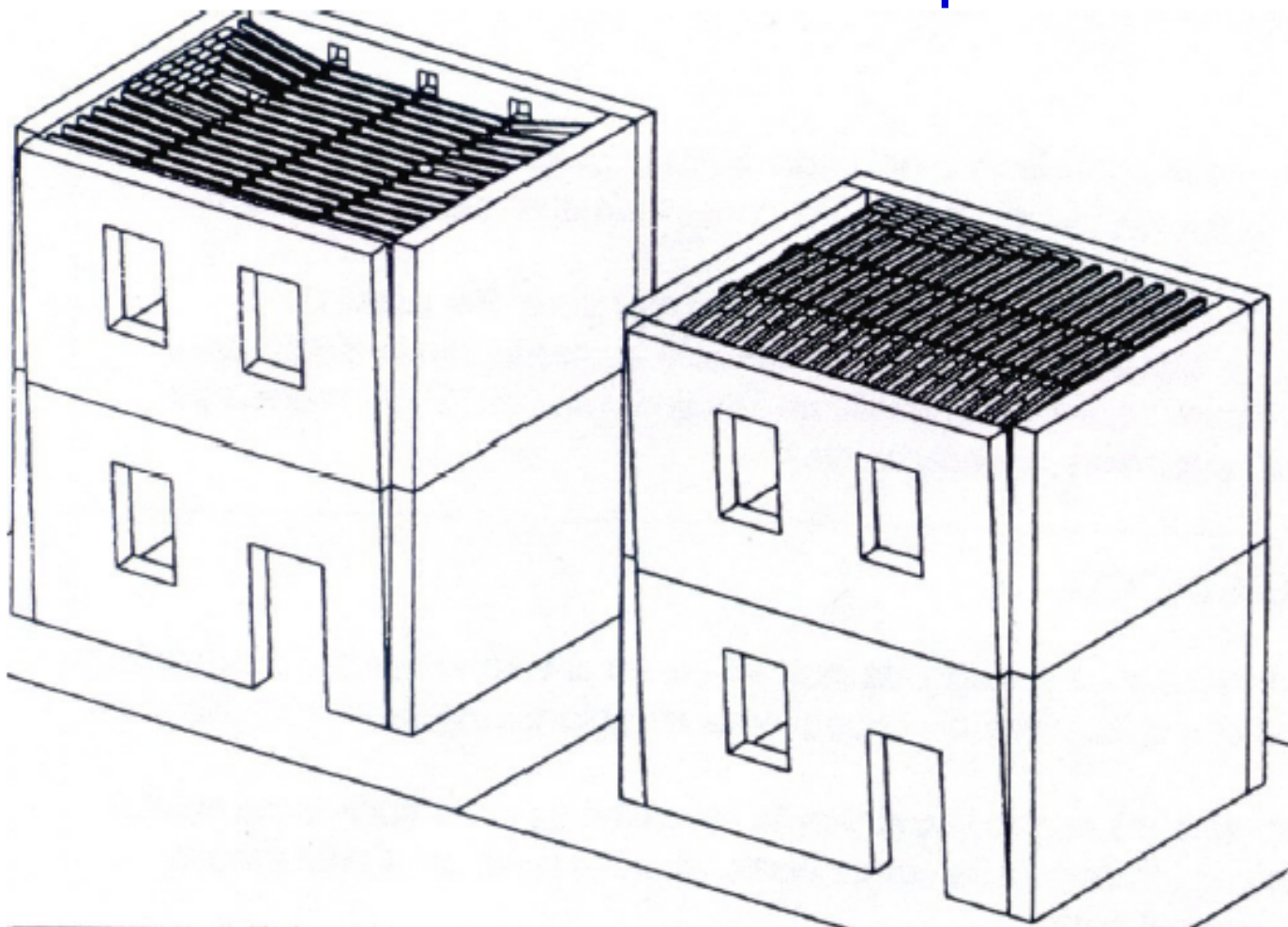


Meccanismi di collasso senza catene - primo modo - e con l'inserimento di catene - secondo modo

COMPORTAMENTO SISMICO: MECCANISMI LOCALI

MECCANISMI DI COLLASSO DI TIPO LOCALE:

scarso ammortamento delle estremità e presenza di elementi spingenti

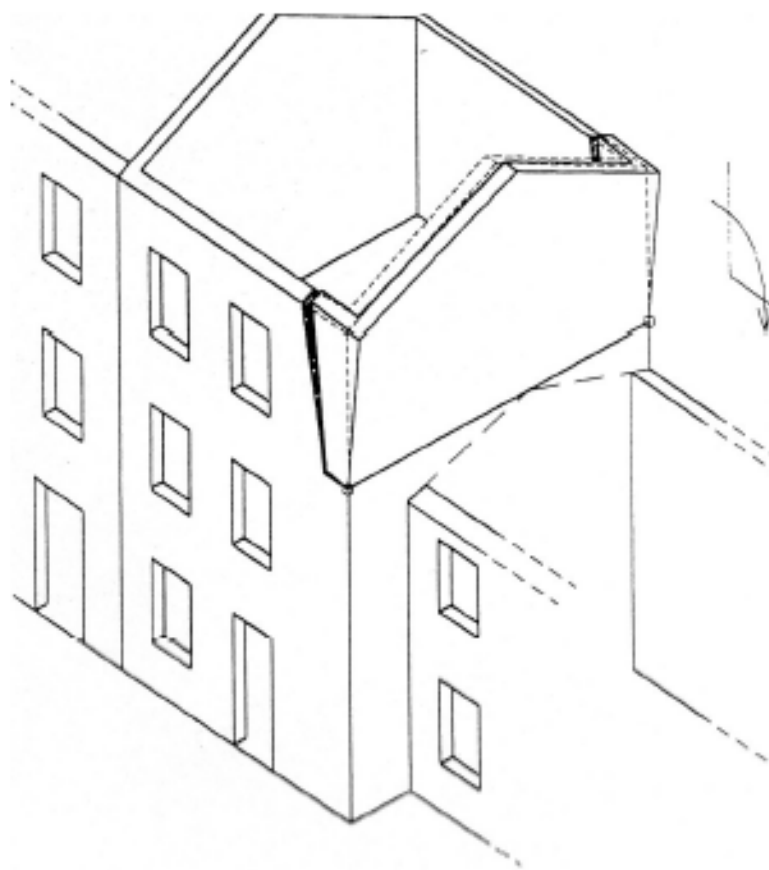


ribaltamento globale: scarso ammortamento delle estremità e presenza di elementi spingenti

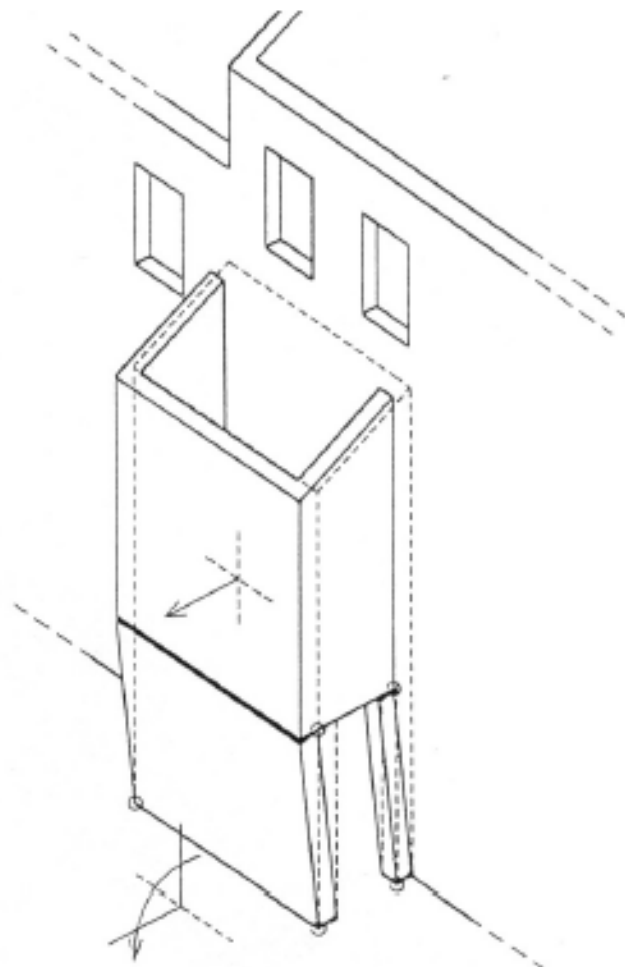
COMPORTAMENTO SISMICO: MECCANISMI LOCALI

MECCANISMI DI COLLASSO DI TIPO LOCALE:

discontinuità in altezza o in pianta



Discontinuità in Altezza

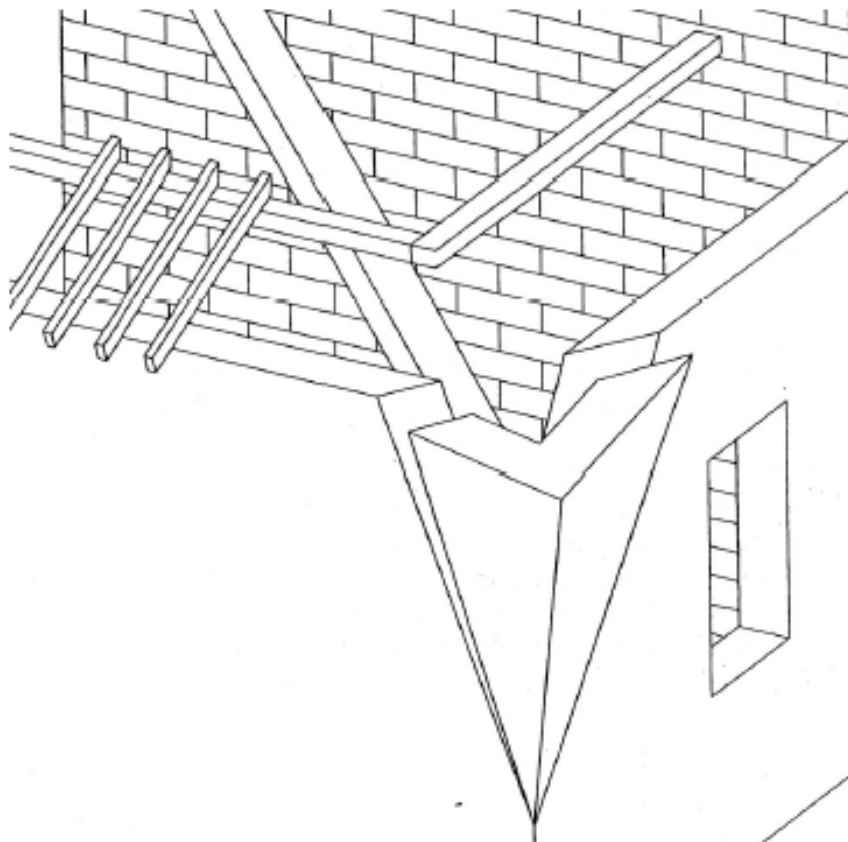
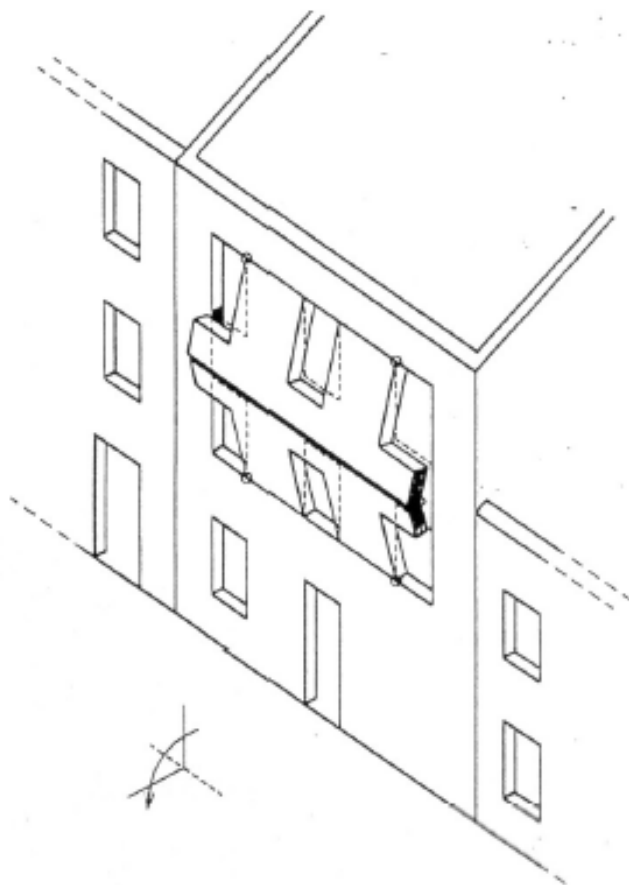


Discontinuità in Pianta

COMPORTAMENTO SISMICO: MECCANISMI LOCALI

MECCANISMI DI COLLASSO DI TIPO LOCALE:

scarso collegamento della muratura con un solaio intermedio oppure presenza di elementi strutturali spingenti per i quali non è previsto l'inserimento di elementi con lo scopo di bilanciare tale azione (catene, cordoli).

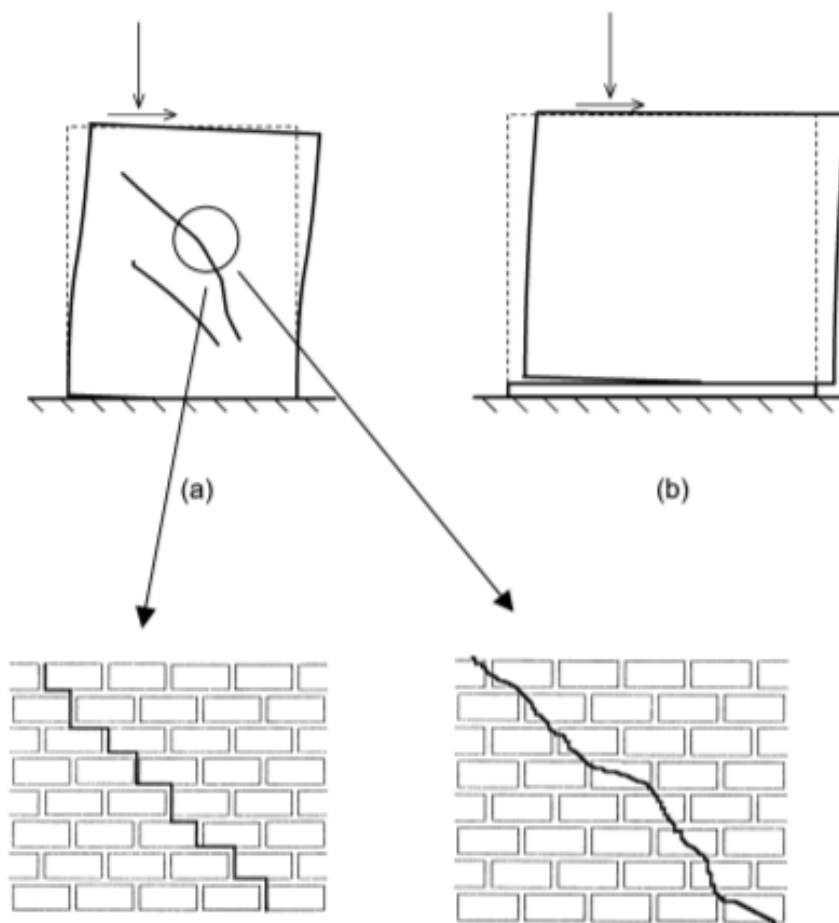


AZIONI NEL PIANO: ROTTURA (STATO LIMITE ULTIMO) PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Nella denominazione “**rottura per taglio**” si includono solitamente meccanismi fessurativi di diversa natura, ascrivibili all’effetto delle **tensioni tangenziali** originate dalle **azioni orizzontali**, in combinazione con le componenti di **tensione normale**. Questi tipi di rottura sono fra *le più frequenti* nelle costruzioni in muratura.

Si distinguono due principali modalità di rottura:

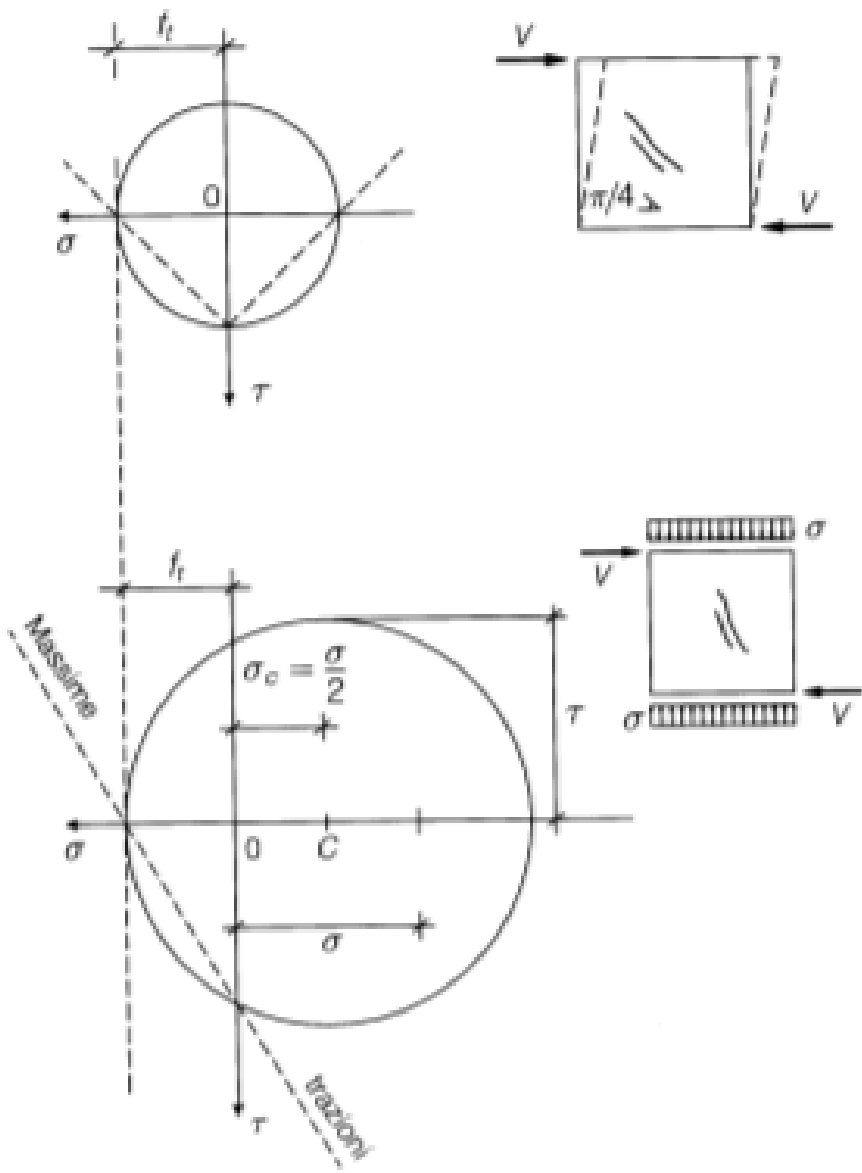
- a) per **fessurazione diagonale**
- b) per **taglio-scorrimento**



fessurazione
diagonale con
giunti deboli

fessurazione
diagonale con
giunti resistenti

AZIONI NEL PIANO: ROTTURA (STATO LIMITE ULTIMO) PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI



Criterio della massimo sforzo principale di trazione

Turnšek e Cačovic (1971), rilevarono sperimentalmente rotture con formazione di fessure diagonali al centro del pannello. Ipotezzarono quindi che la rottura per taglio abbia luogo quando lo sforzo principale (macroscopico) di trazione raggiunge un valore limite f_{tu} , assunto come **resistenza a trazione convenzionale della muratura**.

La presenza di sforzo normale incrementa la resistenza ad azioni orizzontali, per cui la presenza di un tetto in c.a. certamente aumenta la resistenza a taglio della muratura, ma, ovviamente, aumenta anche la massa e quindi il cimento sismico !!!

Il tetto è causa del crollo o nonostante il tetto c'è stato il crollo?

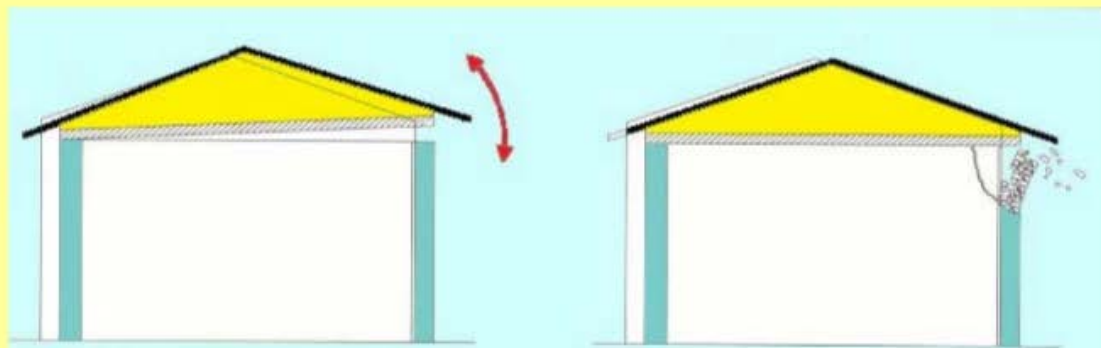
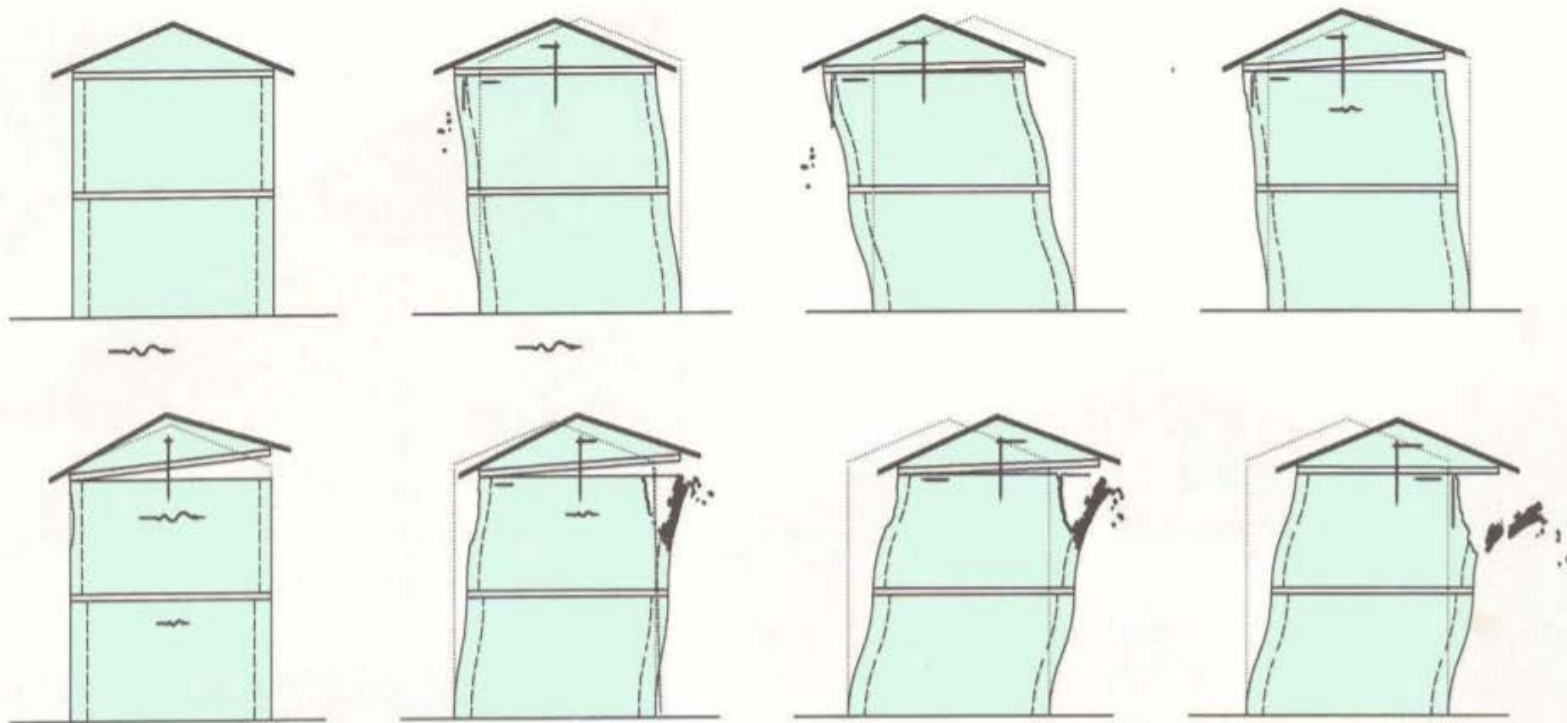
TIPOLOGIA STRUTTURALE		INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITA'
MURATURA	INERTI/MAGLIA MURARIA			
	pietra grezza	Non applicabili (non sono rispettate le condizioni del §3.2)		V ₆
	mattoni di terra cruda (adobe)			
	pietra sbazzata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE - Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate - Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate - Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) - Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI - Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	- Perseguire un comportamento d'insieme <u>"regolare" e "scatolare"</u>.⁽¹⁰⁾ - Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₆ a V ₅
	pietra massiccia per costruzioni monumentali	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE - Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate - Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate - Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) - Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI - Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	- Perseguire un comportamento d'insieme <u>regolare e "scatolare"</u>.⁽¹⁰⁾ - Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₅ a V ₄
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE - Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate - Messa in sicurezza di elementi non strutturali	- Perseguire un comportamento d'insieme <u>regolare e "scatolare"</u>.⁽¹⁰⁾ - Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V ₄ a V ₃
mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE - Ripristino dei danni o delle zone degradate - Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate - Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) - Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI - Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	- Perseguire un comportamento d'insieme <u>regolare e "scatolare"</u>.⁽¹⁰⁾ - Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₆ a V ₅	

TIPOLOGIA STRUTTURALE		INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ
MURATURA	INERTI/MAGLIA MURARIA			
	mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".^[9] • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V ₄ a V ₃
	mattoni + solai di elevata rigidità nel proprio piano	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Eliminazione delle spinte a vuoto • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) • Stabilizzazione del paramento interno dei pannelli murari con camera d'aria INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	• Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".^[10] • Garantire un'adeguata ridistribuzione dell'azione orizzontale tra i pannelli murari • Posticipare i meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₅ a V ₄
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento regolare della struttura.^[10] • Minimizzare il danno agli elementi non strutturali	da V ₄ a V ₃
	rinforzata e/o confinata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	• Perseguire un comportamento regolare della struttura.^[10] • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V ₄ a V ₃
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento regolare della struttura.^[10] • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V ₃ a V ₂

Tabella 6 – Approccio semplificato per gli interventi sulle le costruzioni di muratura - Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe.

^[9] Per comportamento "scatolare" si intende quello conseguito mediante il collegamento tra gli elementi murari, e tra questi e gli elementi orizzontali, che elimina o per quanto possibile limita i meccanismi locali fuori dal piano (per lo più ribaltamenti) degli elementi murari. Per comportamento "regolare" si intende quello che mobilita per quanto possibile contemporaneamente le resistenze nel piano degli elementi murari principali.

Fasi di dissesto delle pareti sommitali in presenza di cordoli in c.a. e strutture di copertura indeformabili





Il solito cordolo in cemento armato, integro, con le murature crollate. Le opere di rinforzo sismico sono state effettivamente fatte, ma manca la disitinzione di cordolo in C.A. per edifici nuovi con buone murature ed edifici vecchi con murature scarse. Risulta comunque una lacuna normativa che DEVE essere colmata.

Ma i cordoli sono ammorsati?
Senza il cordolo cosa sarebbe successo in presenza di un tetto spingente?





<< >> Foto 22 di 56 Terremoto-24-agosto-Pescara-del-Tronto-rasa-al-suolo-780x585

CHIUDI

- Ancora copertura pesante e rigida, con murature in pietrame, le quali sono completamente collassate. E' una degenerazione in peggio dei casi mostrati in precedenza.



Problema analogo. E' evidente il cordolo in cemento armato. La muratura sotto è molto scarsa, mentre sopra si crea un blocco pesante e rigido.



— Cordolo in C.A. sulla copertura. Sembra essere il problema più ridondante, ovvero se su muratura molto scarsa, fatta di sassi e calce, si va a mettere un peso molto rigido. Fate finta di fare un castello di sabbia, e di appoggiarci sopra una mattonella, e poi scuotete. Il castello di sabbia piano piano cede.



- Scuola di Amatrice. Le scuole ed altri edifici strategici DEVONO rimanere in piedi, per legge. Ovvero alla fine di un sisma devono essere intatte e soprattutto operative. Non ci sono foto dettagliate e nitide, per cui ipotizzo, la causa sembra la solita: un agglomerato rigido e pesante in cemento armato in copertura, sorretto da pareti decisamente deboli. La freccia rossa indica la parete in pietrame, quelle verdi indicano un cordolo in cemento, alto e pesante, e quella gialla indica un solaio in cemento armato.



C. Menna*, R. Frascadore*, C. Moroni, G.P. Lignola*, G. De Martino*, A. Salzano*, M. Di Ludovico*, A. Prota*, G. Manfredi*, E. Cosenza*

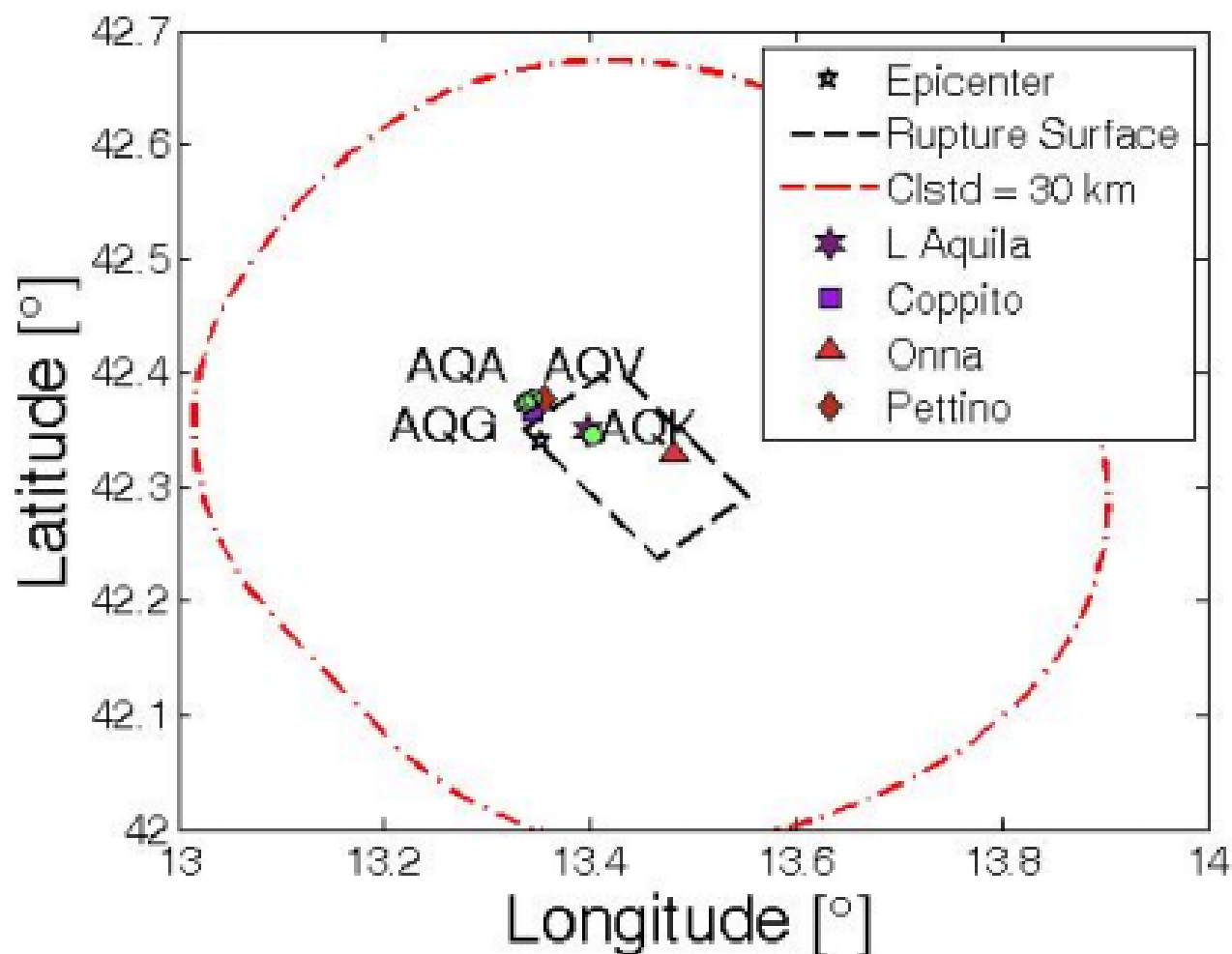
**RAPPORTO FOTOGRAFICO RELATIVO AI DANNI SUBITI DA ALCUNI
EDIFICI A SEGUITO DEL SISMA DEL CENTRO ITALIA DEL 2016**

www.reluis.it



Edificio in muratura - Accumoli

Crollo parziale della parete sommitale seppure in presenza di cordolo ammorsato con barre metalliche.



Citare come: Iervolino et al. (2010) *L'azione sismica registrata durante il mainshock del 6 aprile 2009 a l'aquila e le prescrizioni del DM 14/01/2008 V.1*, available at <http://www.reluis.it>.

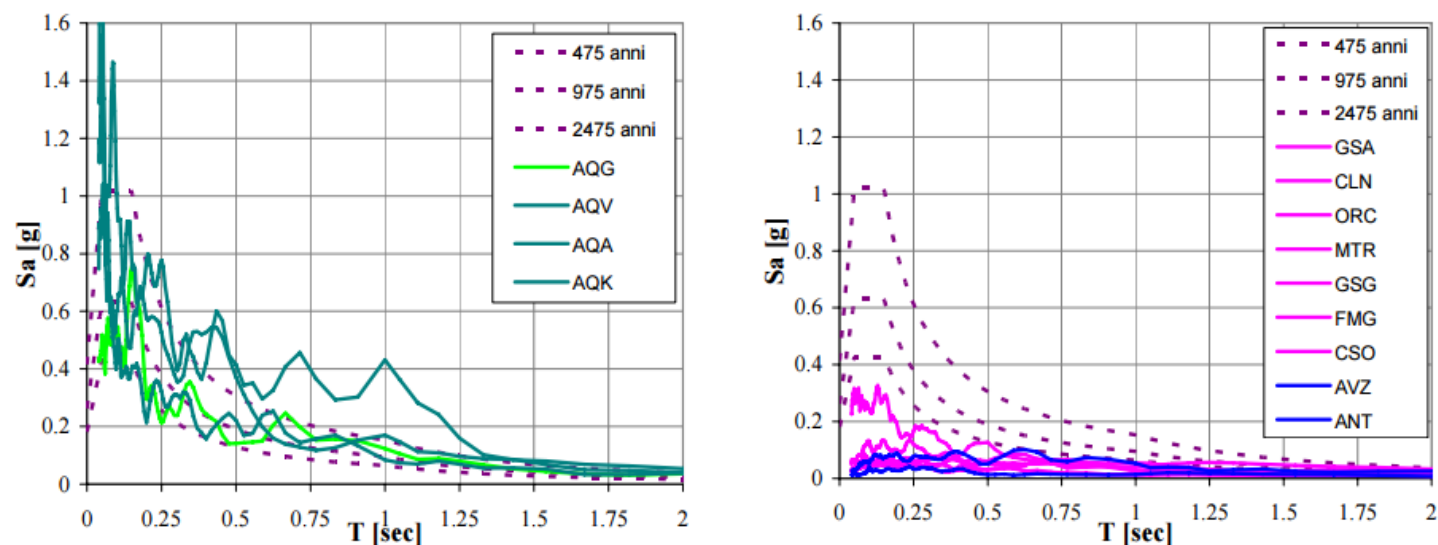


Figura 6. Confronto degli spettri di accelerazione della componente verticale dei segnali registrati entro i 15 km (sinistra) e oltre (destra) con le forme spettrali di norma per suolo A e C.

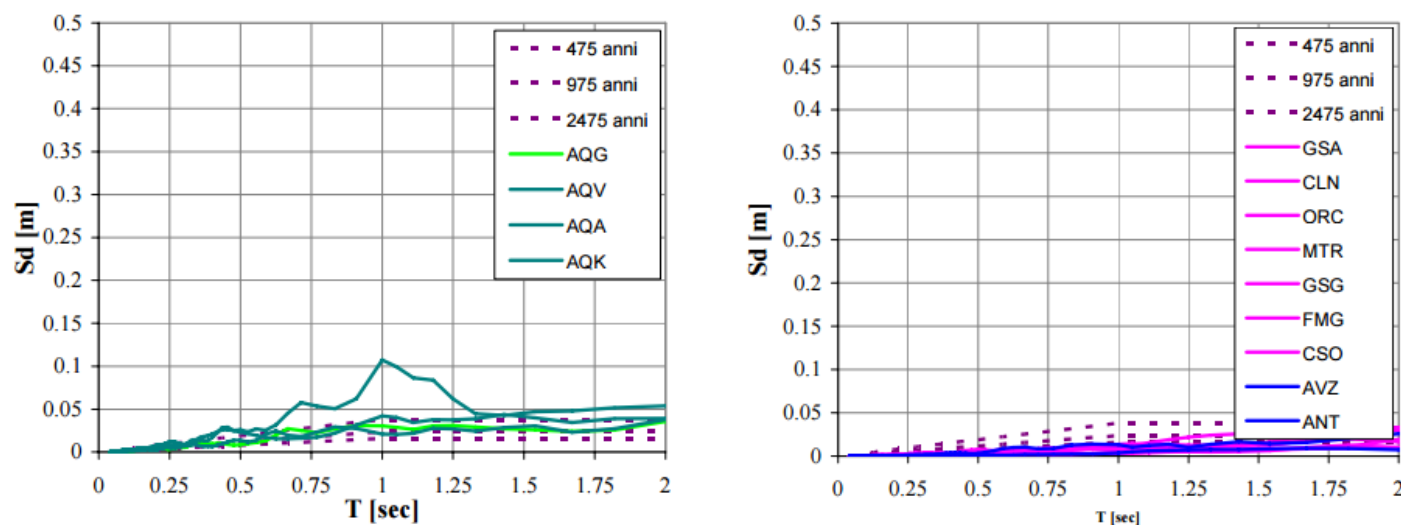
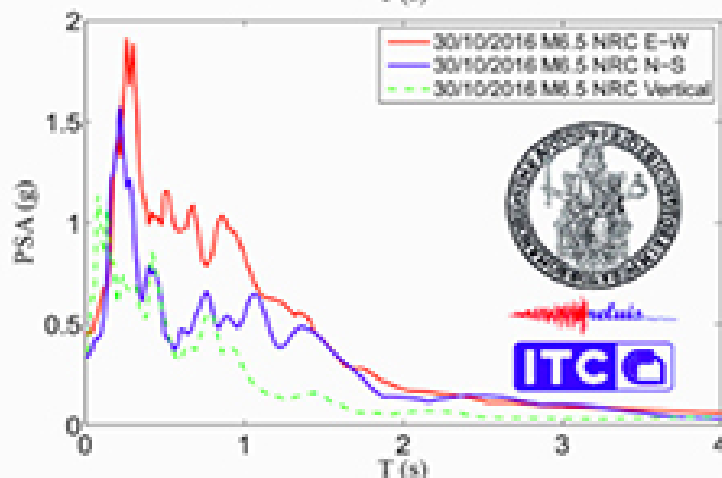
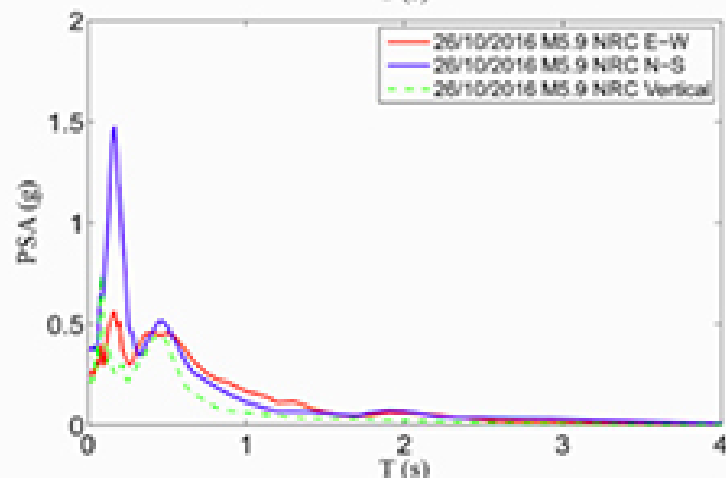
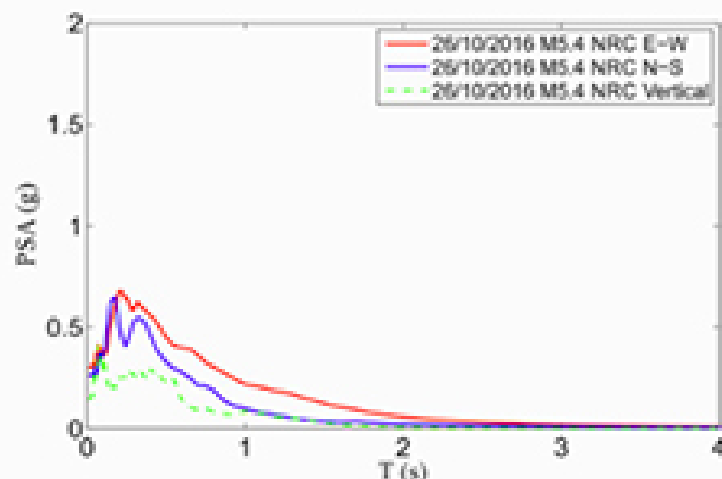
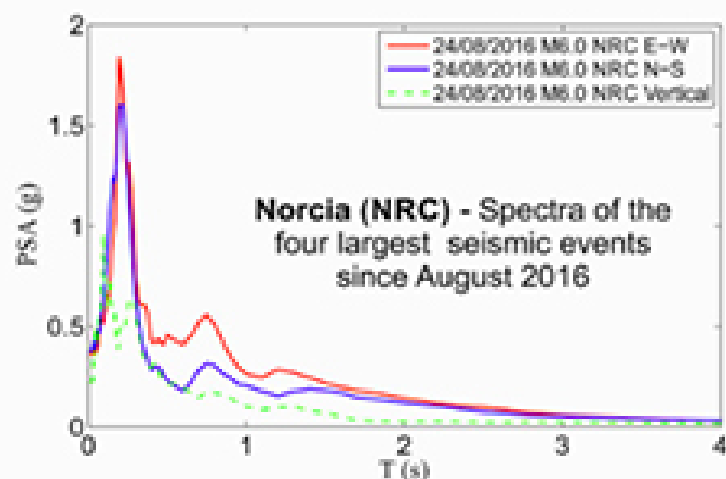


Figura 8. Confronto degli spettri di spostamento della componente verticale dei segnali registrati entro i 15 km (sinistra) e oltre (destra) con le forme spettrali di norma per suolo A e C.

Accelerazioni e spostamenti verticali: Italia centrale , 2016



Iunio Iervolino @iunioirv · 7 h

What Norcia (NRC-station) has been going through since Aug 2016. Spectra of the four main events, @ConsorzioReLUIS @INGVterremoti @YorgosBz



11



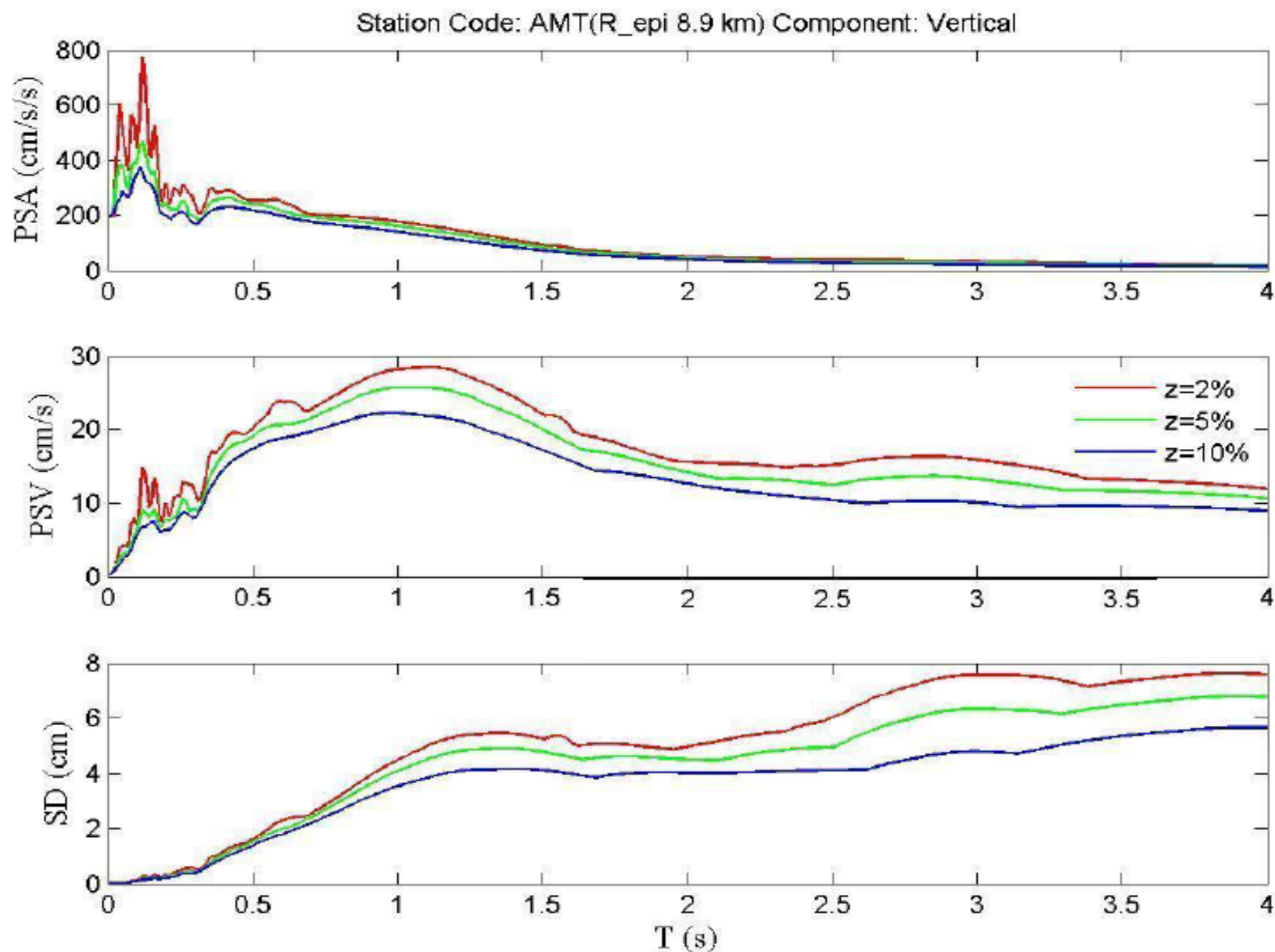
10



PSA: Peak Spectral Acceleration

Accelerazioni e spostamenti spettrali verticali:

Italia centrale *Amatrice 24 agosto 2016* (Fonte RELUIS)



Renzo Piano: «La terra trema, ecco il mio progetto»

—di Renzo Piano | 2 ottobre 2016



***Alcune idee
«famose» riguardo
agli interventi
antisismici: le idee
«innovative» di
Renzo Piano***

Come un bravo medico fa la diagnosi prima di prescrivere una cura o consigliare un'operazione, la diagnosi consente anche nelle case d'intervenire solo dove è necessario. Più la diagnosi è puntuale e meno l'intervento è invasivo e costoso, oggi abbiamo tutti gli strumenti per farlo. Ci sono apparecchiature sofisticatissime e strumentazioni d'avanguardia che produciamo in Italia, e d'altronde esportiamo negli altri continenti. Non siamo un Paese del terzo mondo, anche se spesso facciamo di tutto per sembrarlo. Con un approccio diagnostico si esce dal campo delle opinioni e si entra in quello delle certezze scientifiche. Ci vuole un cambiamento culturale che abbandoni l'oscurantismo dell'opinione, del “secondo me si fa così”, per abbracciare il mondo contemporaneo.

Con la termografia possiamo determinare lo stato di salute di un muro senza neppure bucarlo, proprio come un corpo vivente.

interventi antisismici: le idee innovative di Renzo Piano

L'arte del conoscere e del sapere consente la massima efficacia senza accanirsi sugli abitanti, **senza doverli allontanare durante il cantiere**. Non si deve sradicare la gente da dove ha vissuto, è un atto crudele. C'è un legame indissolubile tra le pietre e le persone che le abitano. La casa è una protezione fisica e mentale, è il luogo del silenzio, tutti, proprio tutti, passiamo la vita a tornare a casa.

Per questo parlo di cantieri leggeri **che permettano i lavori senza dover mandare via le famiglie**. Certo i tempi del cantiere leggero sono più lunghi, questa è un'operazione sottile che implica pazienza, determinazione e continuità.

Non solo la popolazione deve restare negli edifici ma bisogna farla partecipare attivamente alle operazioni. (Cioè in modo da fare i direttori dei lavori?!?) Penso alla figura dell'architetto condotto, una sorta di medico che si preoccupa di curare non le persone malate ma gli edifici malandati e a rischio di crollo in caso di sisma. Essere architetto condotto insegna una cosa importantissima: **l'arte di ascoltare e di trovare la soluzione**. Per questo occorrono diagnostica e microchirurgia e non la ruspa o il piccone. L'idea è quello di ricucire senza demolire, la leggerezza come dimensione tecnica e nel contempo umana.

LA STAMPA ITALIASEGUICI SU    ACCEDI 

Fuksas: "Sono indignato, quei cordoli di cemento sono frutto di un errore legislativo"

Il grande architetto: «Nelle case deve tornare il legno dove una volta c'era il legno. Per proteggere la mia Nuvola ho previsto un'enorme molla asismica»



LEGGI ANCHE



Eppure s'era visto già all'Aquila e in tanti altri casi" e "nessuno dice, però, che l'errore viene da lontano. Da una legge sbagliata". L'architetto Massimiliano Fuksas si dice indignato - in un'intervista a La Stampa - "perché vedo il ripetersi di storie inaccettabili".

"**Non ricordo quale legge** o regolamento, ma c'è stato un tempo, negli Anni Sessanta e Settanta, in cui il progettista **era obbligato a sistemare alla sommità della costruzione un cordolo di cemento armato**. Un errore tragico", osserva. E poi: "**Li abbiamo visti tutti, i tetti integri su cui i vigili del fuoco camminavano, e sotto c'erano le macerie dell'edificio che avrebbe dovuto sostenere il tetto**". Spiega che "il cemento armato si può sostituire con l'acciaio. Il legno deve tornare dove c'era il legno. Ma ovviamente questi interventi hanno un costo". C'è, dice, "una dose massiccia di ignoranza. Ma se una tragedia come questa deve servire a qualcosa, dovrebbe insegnare agli italiani a guardare con un po' più di attenzione alla propria casa. **Non delegate tutto al tecnico** " (**altri direttori dei lavori?**). Fuksas il 13 settembre andrà ad Arquata del Tronto, il sindaco gli ha chiesto consiglio: "**Spero di dargli qualche idea e qualche conforto**. Sarà il mio aiuto ai terremotati"

Fuksas: "Sono indignato, quei cordoli di cemento sono frutto di un errore legislativo"

Il grande architetto: «Nelle case deve tornare il legno dove una volta c'era il legno. Per proteggere la mia Nuvola ho previsto un'enorme molla asismica»



LEGGI ANCHE



**Cordolo in sommità:
errore tragico?!?**

Quando è stato dimostrato?

TUTTAVIA ANCHE I CORDOLI POSSONO ESSERE DANNOSI



Per la tipologia delle **MURATURE** in pietrame, spesso a **DOPPIO PARAMENTO** senza elementi trasversali di collegamento, crea un duplice effetto negativo:

1. da una parte determina uno scarico del nuovo solaio pesante solo sul paramento interno che quindi resiste con una sezione minore di quella dell'intera parete;
2. dall'altra i carichi verticali provenienti dai piani superiori confluiscono sul paramento esterno che può entrare in crisi per problemi di instabilità per carico di punta. Inoltre, nel momento in cui l'azione sismica investe l'orizzontamento, la presenza di un cordolo rigido in c.a. può creare effetti di martellamento sulla parete esterna con espulsione fuori del pianodella muratura.

COSA E' PREVISTO DALLE NORMATIVE?

LEGGE 25 Novembre 1962, n. 1684 GU n. 326 del 22-12-1962

IN TUTTI I FABBRICATI IN MURATURA SI DEVE ESEGUIRE IN CORRISPONDENZA DEI SOLAI DI OGNI PIANO E DEL PIANO DI GRONDA, UN CORDOLO IN CEMENTO ARMATO SUI MURI PERIMETRALI E SU TUTTI GLI ALTRI MURI INTERNI PORTANTI. TALI CORDOLI DEBBONO ESSERE ESTESI A TUTTA LA LARGHEZZA DEI MURI SU CUI POGGIANO ED AVERE UNA ALTEZZA MINIMA DI CENTIMETRI 20.

Queste prescrizioni (quindi obbligatorie) sono riferiti ad edifici nuovi, tuttavia erano consigliate per edifici esistenti.

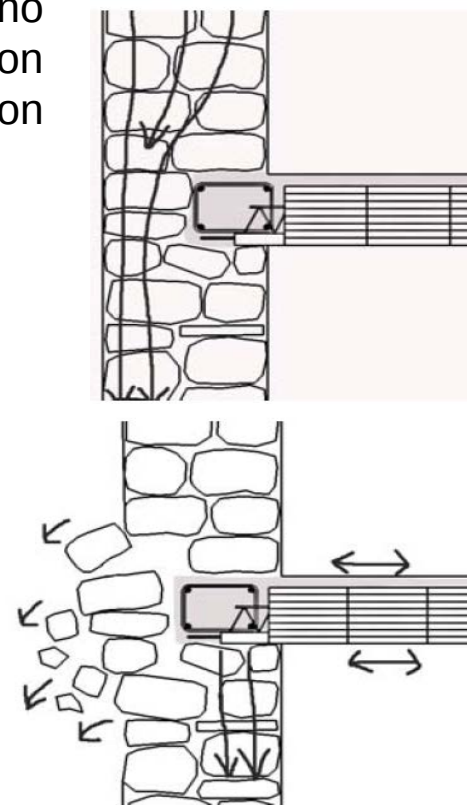
CIRCOLARE 19/07/1986 N. 27690 MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - D.M. 24-1-1986. ISTRUZIONI RELATIVE ALLA NORMATIVA TECNICA PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA

3.5. Inserimento di cordoli e pilastrini. Il concetto informatore è quello della introduzione nelle murature di elementi resistenti - atti a confinare la muratura o dotarla di duttilità strutturale - in modo discontinuo e concentrato, anziché diffuso. **Per tale motivo è consigliabile l'adozione di questa tecnica quando si debba operare con murature a blocchi squadrati (mattoni, pietre lavorate) o comunque di discreta consistenza, risultando per contro sconsigliabile per interventi su murature di costituzione caotica e con malta degradata.....**

Nei cordoli a tutto spessore, realizzati globalmente, i martinetti a vite restano inglobati nel getto. L'esecuzione di cordoli e pilastrini in acciaio avverrà con modalità analoghe a quelle sopra indicate, assicurando la collaborazione con la muratura mediante opportune zancature.

NTC2008 - C8A.5.1 INTERVENTI VOLTI A RIDURRE LE CARENZE DEI COLLEGAMENTI

Cordoli in sommità alla muratura possono costituire una **soluzione efficace** per collegare le pareti, in una zona dove la muratura è meno coesa a causa del limitato livello di compressione, e per migliorare l'interazione con la copertura; **va invece evitata l'esecuzione di cordolature ai livelli intermedi, eseguite nello spessore della parete** (specie se di muratura in pietrame), dati gli effetti negativi che le aperture in breccia producono nella distribuzione delle sollecitazioni sui paramenti.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



!MAINTENANCE TIME!

VII Edizione

**LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO PER GLI EDIFICI
IN MURATURA E «MODE INNOVATIVE» DA EVITARE**

*Rosario Montuori
Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli studi di Salerno*

Salerno, 21 Marzo 2017

IN COLLABORAZIONE



PATROCINIO

