



Associazione Liberi Professionisti
e Lavoratori Autonomi
"Giovanni Codronchi Argeli"

40026 Imola (Bologna) - Via 1° Maggio 86/C
info@codronchiargeli.it - www.codronchiargeli.it

Conferenza-dibattito

**Come difendere il patrimonio edilizio esistente
dagli eventi sismici**

Palazzo Sersanti, Imola
28 febbraio 2018

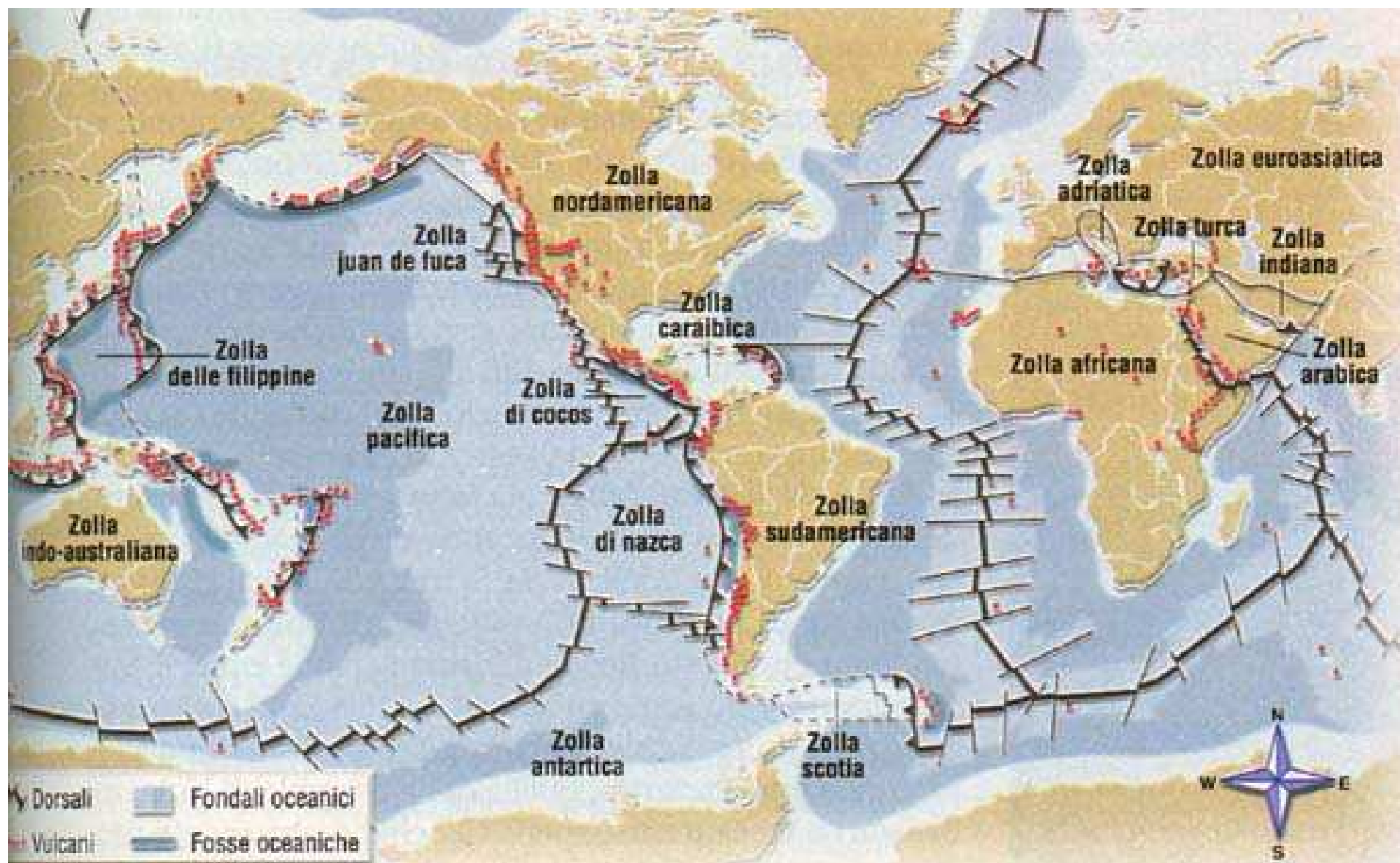
Aurelio Gheresi

Gli eventi sismici

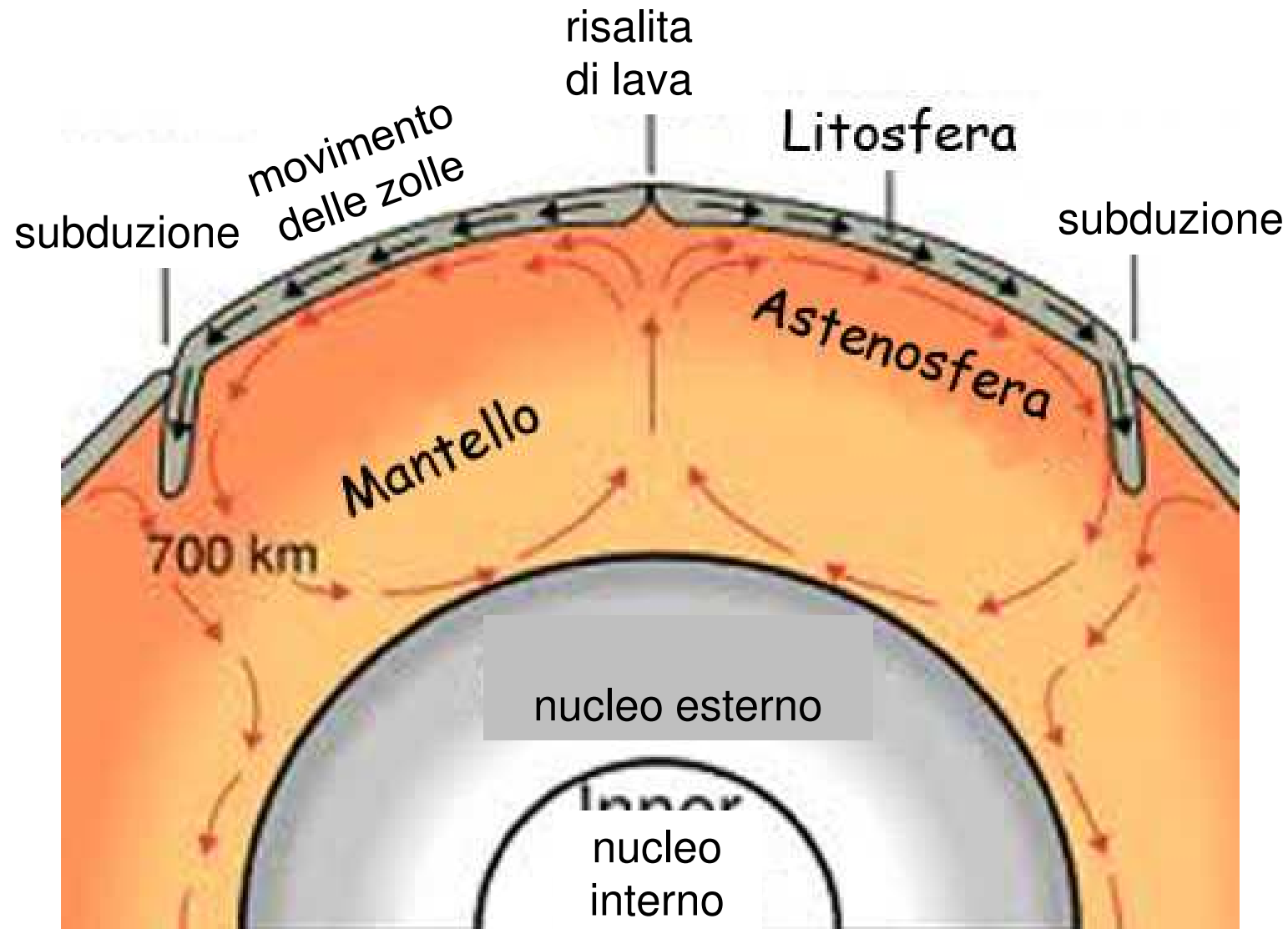
Il terremoto: fenomeno naturale, che può avere un impatto veramente forte sulla popolazione

- Causa dei terremoti
- Intensità dei terremoti
 - Probabilità di avere terremoti più o meno forti
- Effetti dei terremoti
 - Per terremoti più frequenti, meno forti
 - Per terremoti meno frequenti, più forti
- Gli edifici e l'evento sismico
 - Criticità
 - Come fare per ridurle o eliminarle

Zolle crostali, vulcani e terremoti



Moti convettivi nel mantello e movimento delle zolle



Il meccanismo che scatena un terremoto: scorrimento lungo una faglia

1



blocchi di crosta in riposo

2



scorrimento impedito: deformazione
con accumulo di energia

3



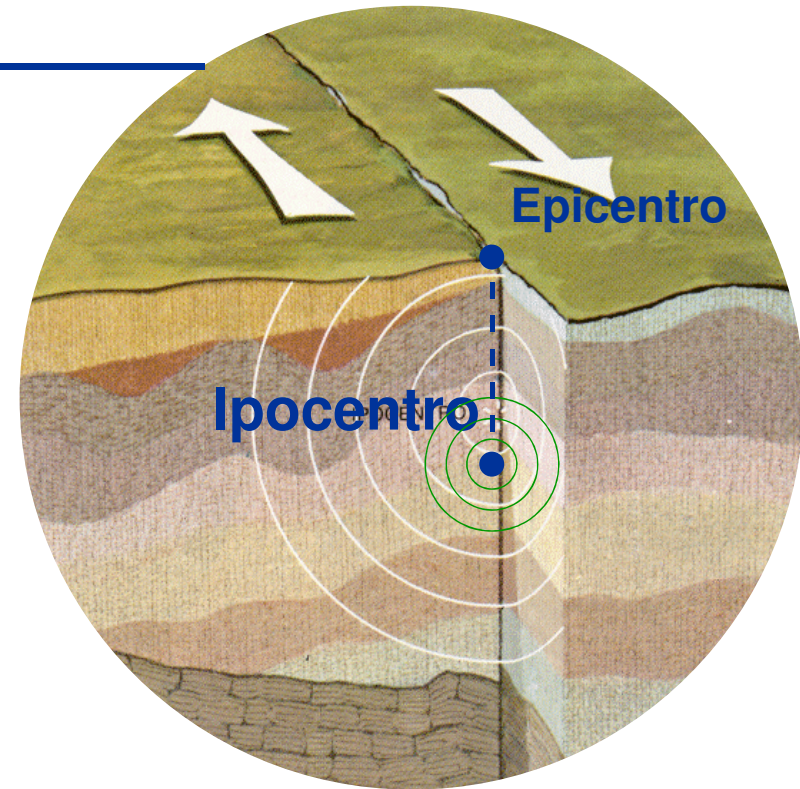
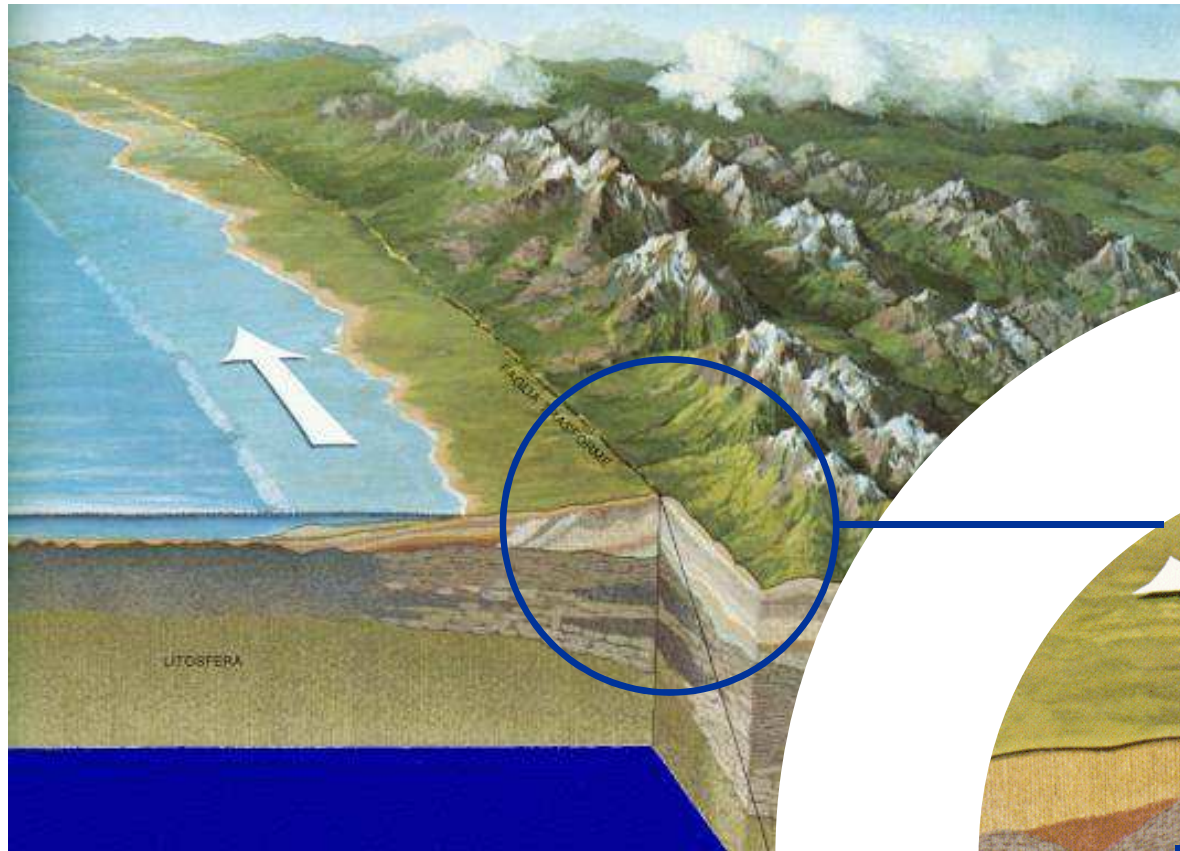
il momento della rottura:
rilascio dell'energia

4



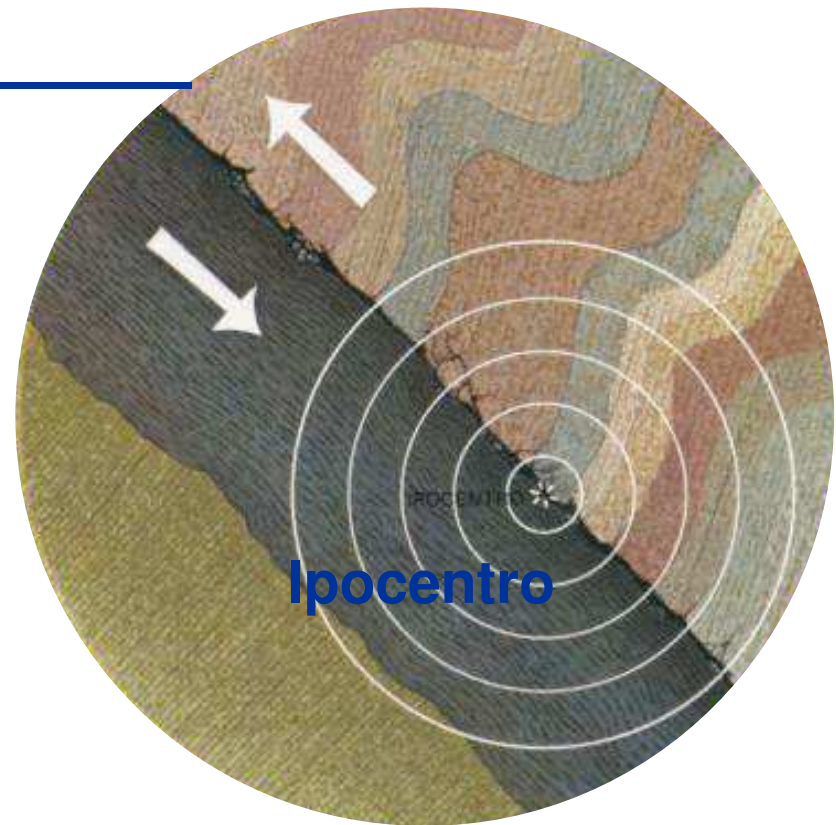
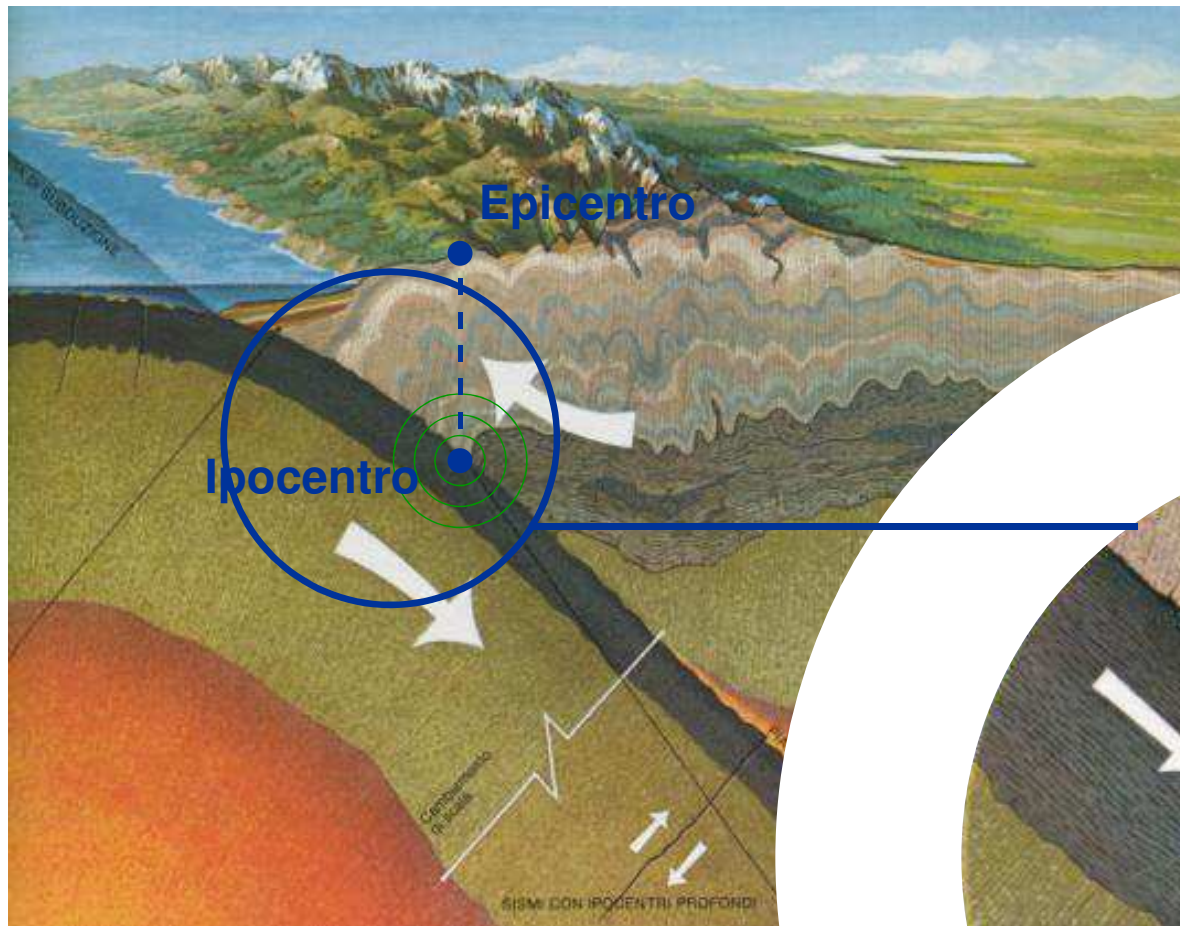
brusco scorrimento, verso un nuovo
equilibrio

Faglie trasformi



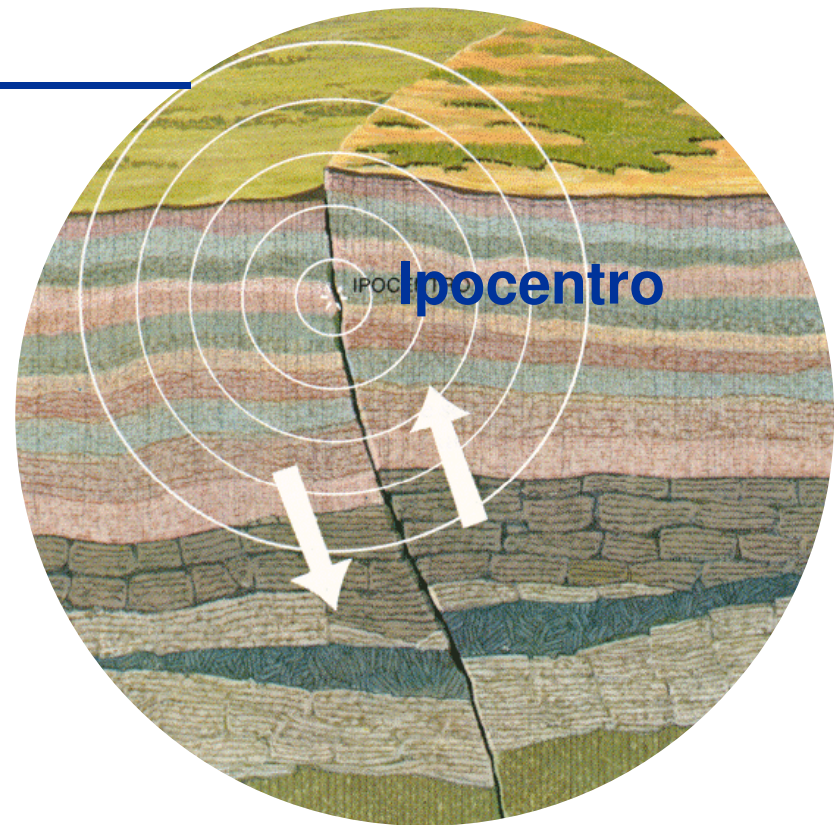
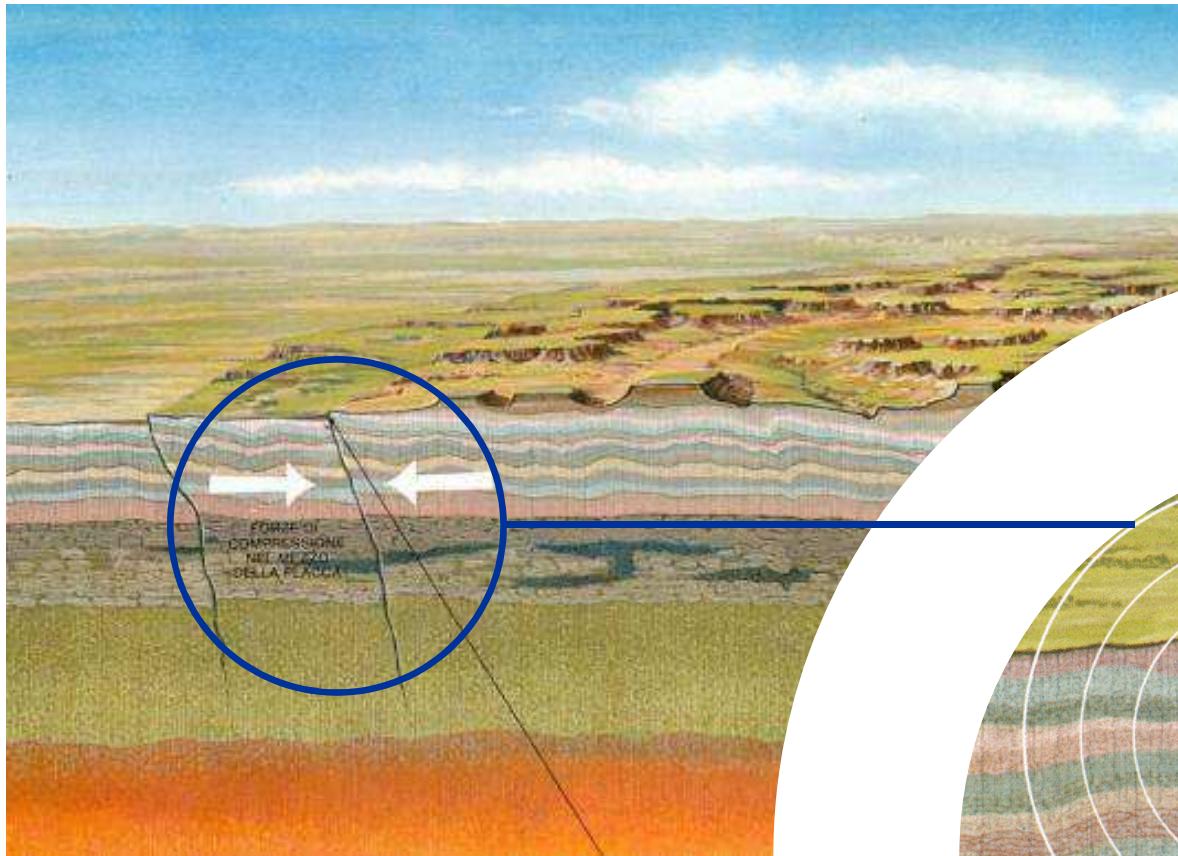
Zolle che scorrono
orizzontalmente, l'una
rispetto all'altra

Zone di subduzione



Zolle in movimento,
l'una verso l'altra:
la più leggera affonda
scorrendo sotto l'altra

Zolle in collisione



Zolle in movimento, l'una
verso l'altra:

se sono entrambe molto
spesse, nessuna affonda

Onde sismiche

L'energia liberata dal sisma si propaga in onde, che provocano movimento ed accelerazione del suolo

In un qualsiasi sito possiamo registrare

- Come varia lo spostamento nel tempo
- Come varia l'accelerazione del tempo

L'evento sismico può essere classificato mediante la sua **magnitudo**, che è una misura dell'ampiezza massima di oscillazione (in micron), misurata a 100 km dall'epicentro

Ai fini ingegneristici interessa maggiormente l'**accelerazione**

Registrazione di un evento sismico

Si fa riferimento all'accelerogramma, che diagramma l'accelerazione in funzione del tempo



Primo parametro di interesse: accelerazione massima

Ma sono importanti anche: durata, contenuto energetico

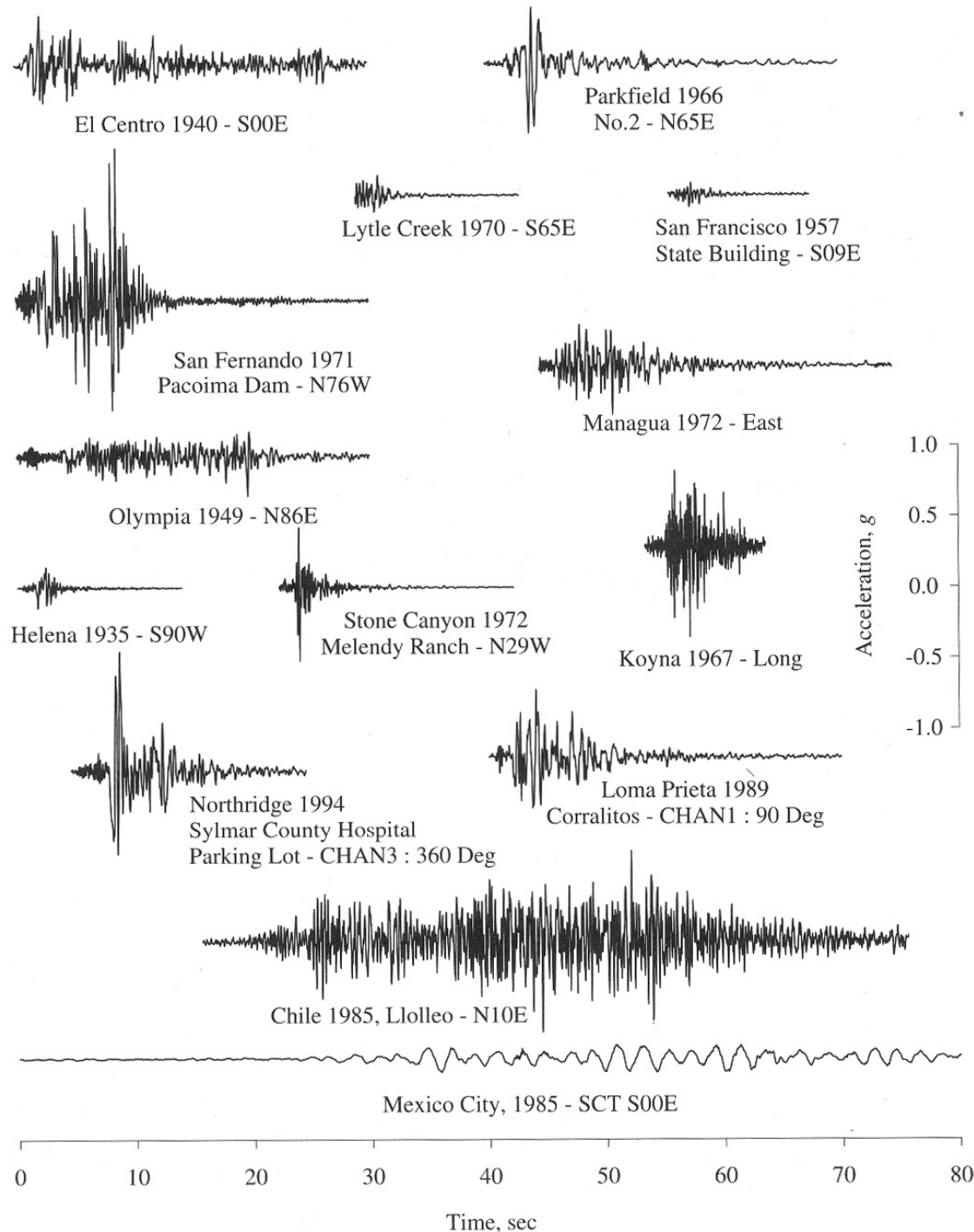
Accelerogrammi

relativi a sismi di forte intensità in America

Notare:

valori del PGA (Peak Ground Acceleration = accelerazione massima) molto alti, da 0.3 a 0.7 g

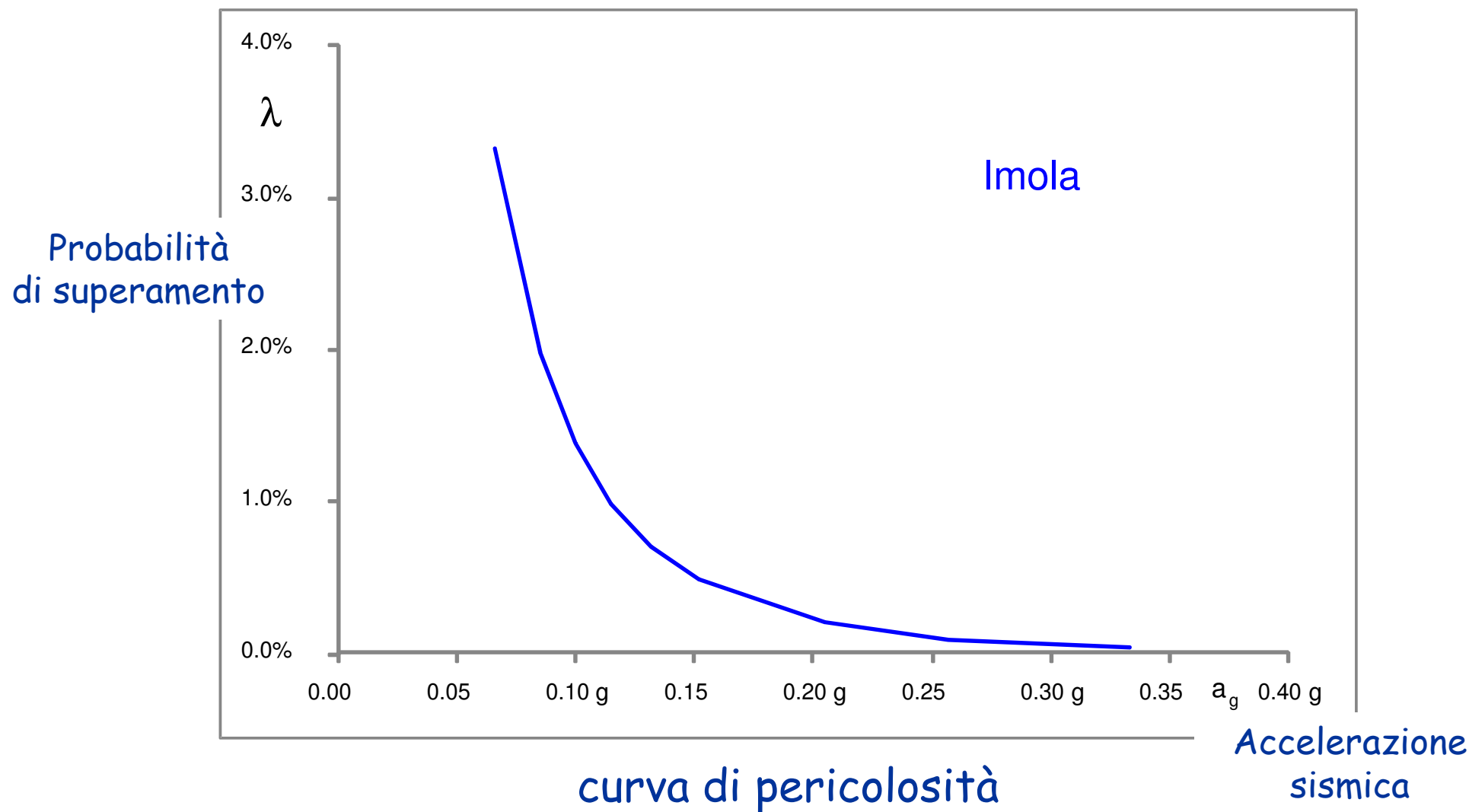
forti differenze nel contenuto in frequenza e nella durata



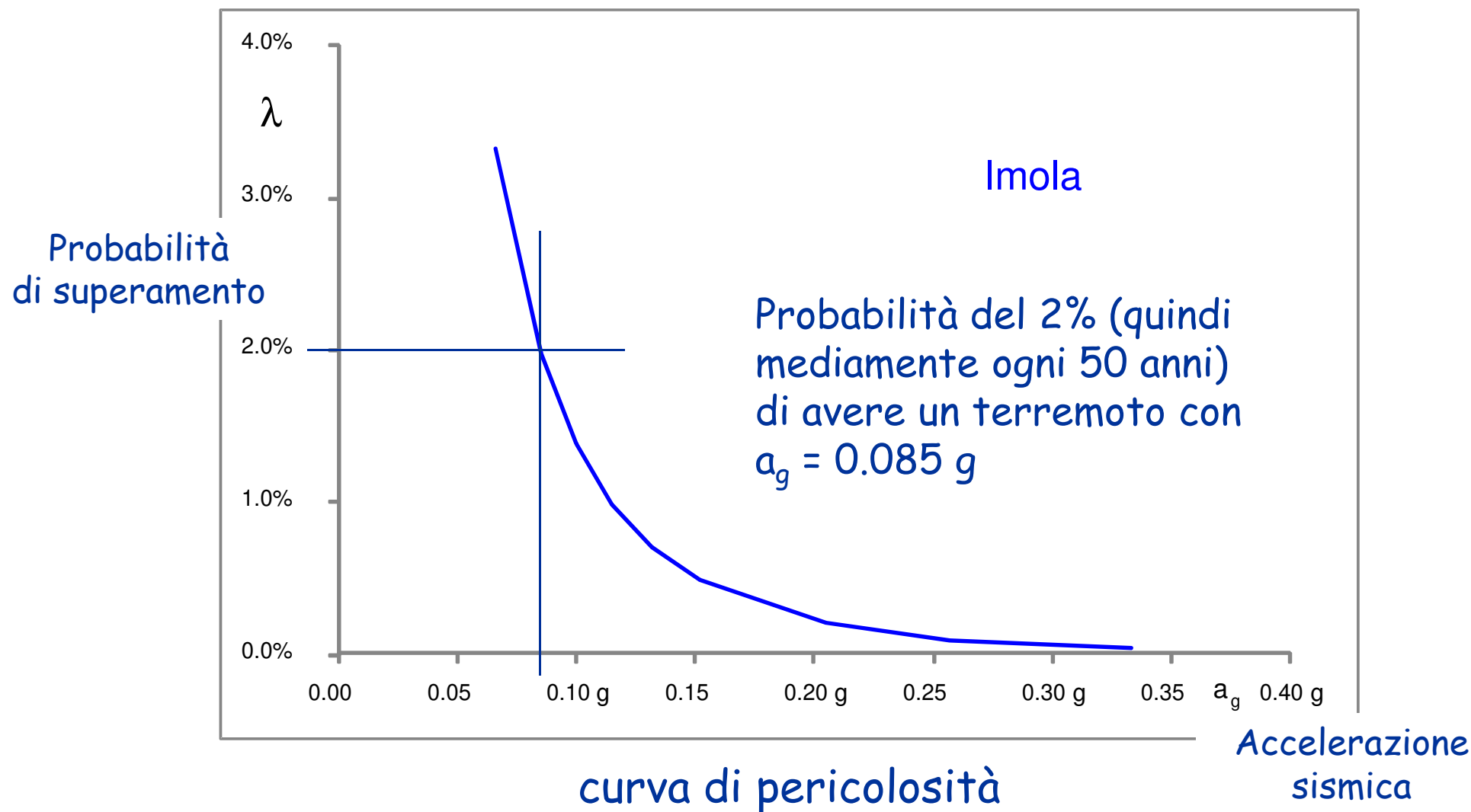
Quali terremoti dobbiamo aspettarci?

- Anche se i terremoti sono dovuti ad un ben preciso fenomeno fisico, non siamo ancora in grado di fare previsioni su quando si avrà il prossimo evento sismico e che intensità avrà
- Gli studi svolti consentono di dare una valutazione probabilistica dei futuri eventi. Ad esempio:
 - Un terremoto di media intensità nell'arco di 50 anni
 - Un terremoto molto forte nell'arco di 4-5 secoli

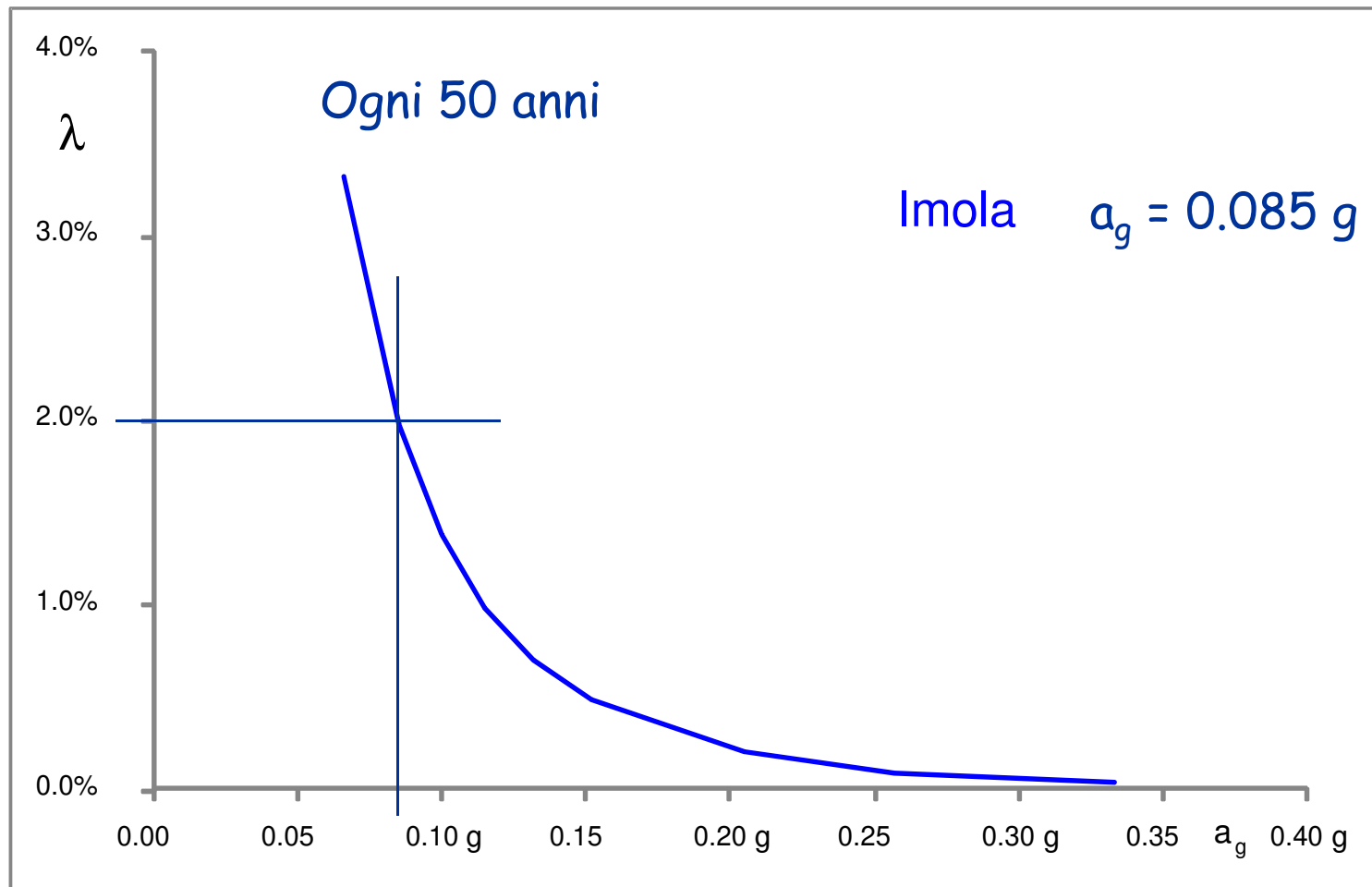
Accelerazione sismica prevista e probabilità di averla



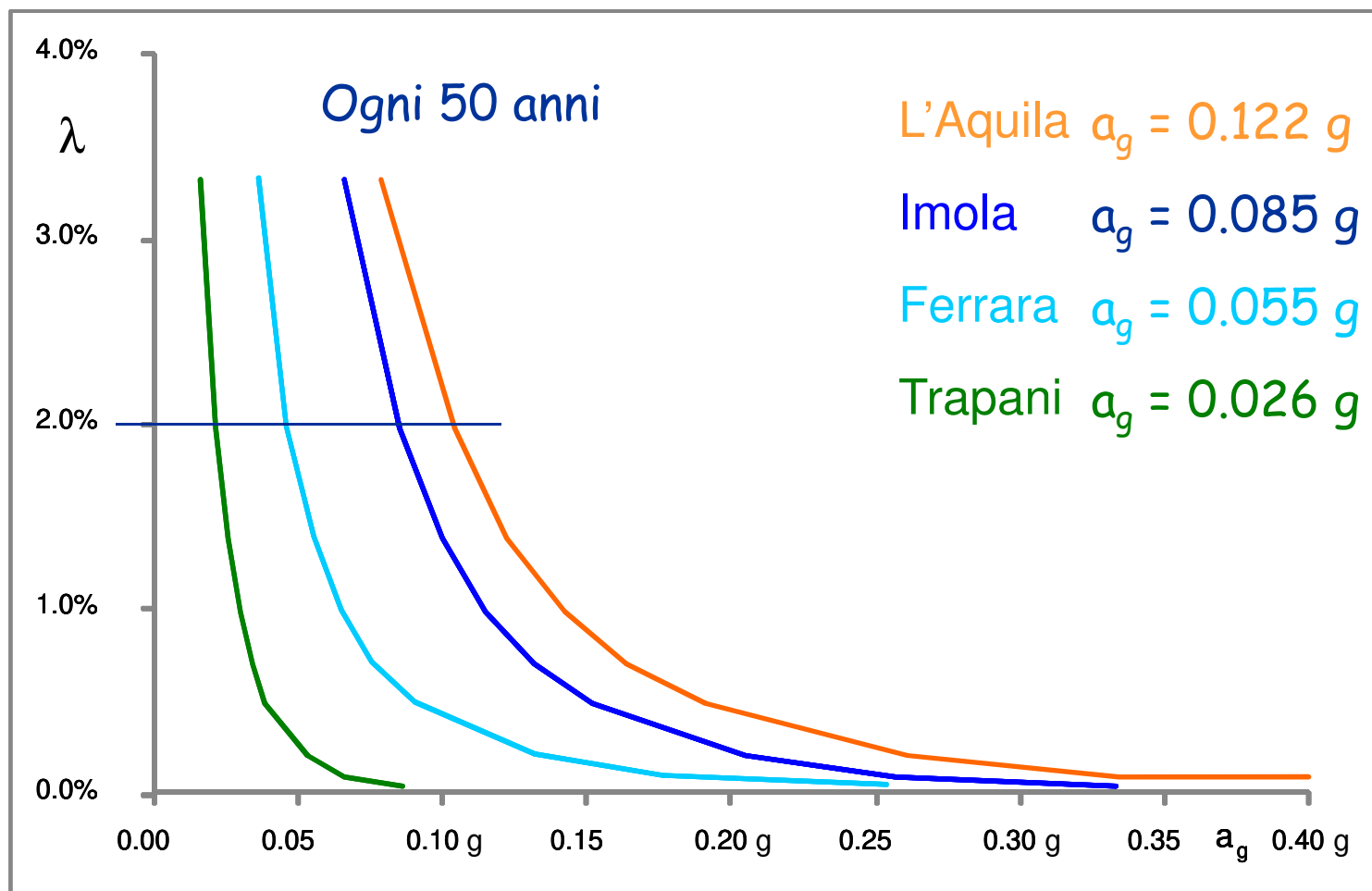
Accelerazione sismica prevista e probabilità di averla



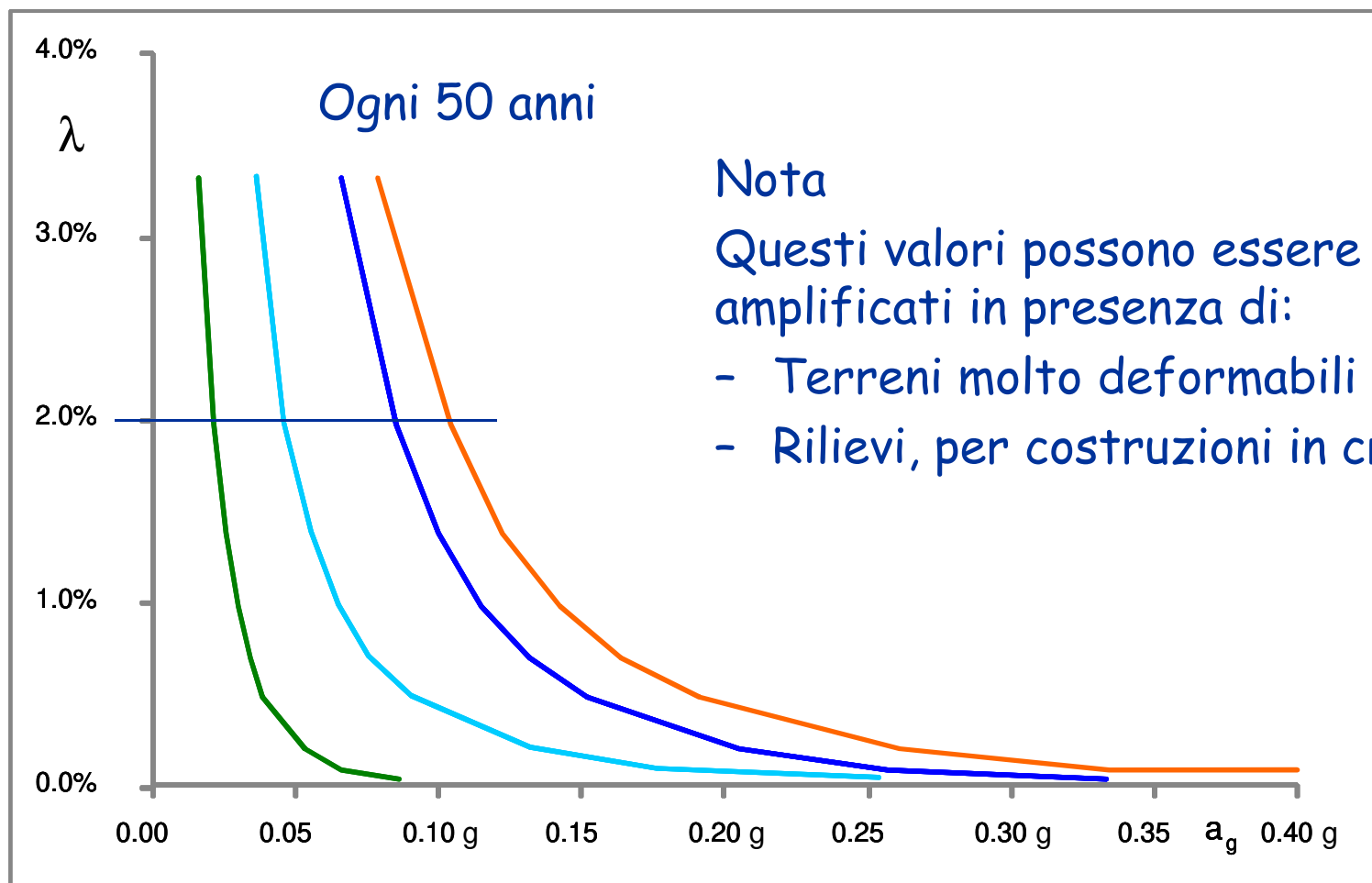
Accelerazione sismica prevista e probabilità di averla



Accelerazione sismica prevista e probabilità di averla



Accelerazione sismica prevista e probabilità di averla



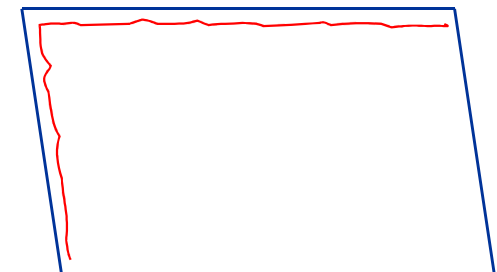
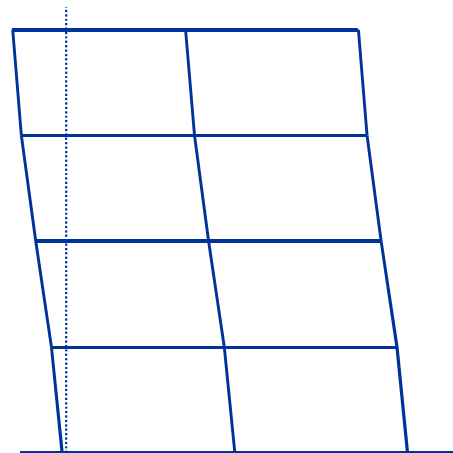
Terremoto abbastanza frequente

ogni 50 anni

- Cosa possiamo accettare?
 - Danni agli elementi non strutturali (tamponature e tramezzature, impianti), purché siano riparabili in tempi brevi e con costi non eccessivi
 - Danni agli elementi strutturali, purché siano tanto modesti da non richiedere particolari interventi di ripristino
- Cosa dobbiamo evitare?
 - Danni agli elementi non strutturali che portino a tempi di riparazione lunghi e costi elevati
 - Danni rilevanti agli elementi strutturali

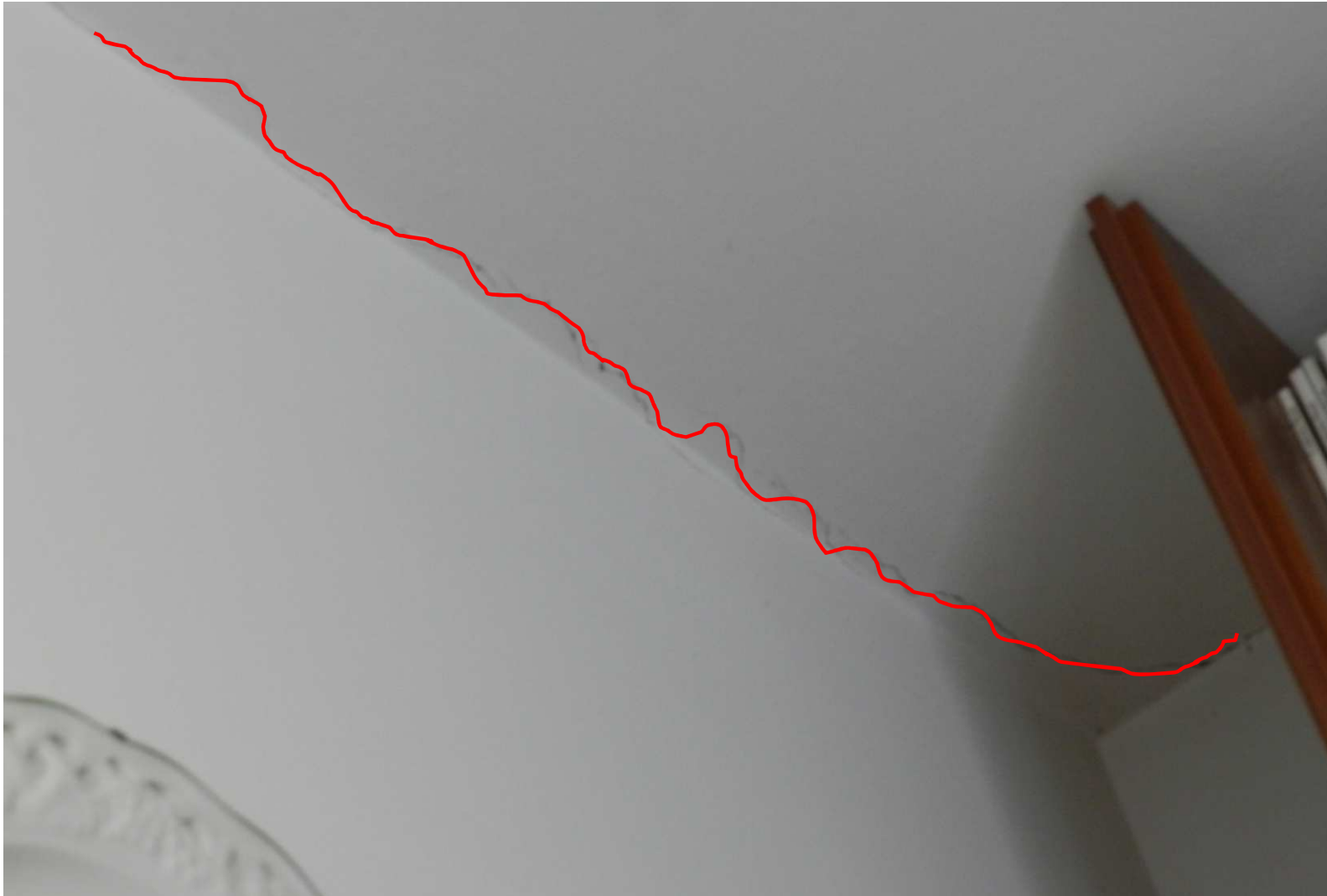
Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma

- La struttura intelaiata oscilla a causa del sisma
- Tramezzature e tamponature, per quanto ben ammorsate, non possono essere perfettamente solidali alla struttura
- Si creano linee di distacco, che sono principalmente dovute a rottura dell'intonaco



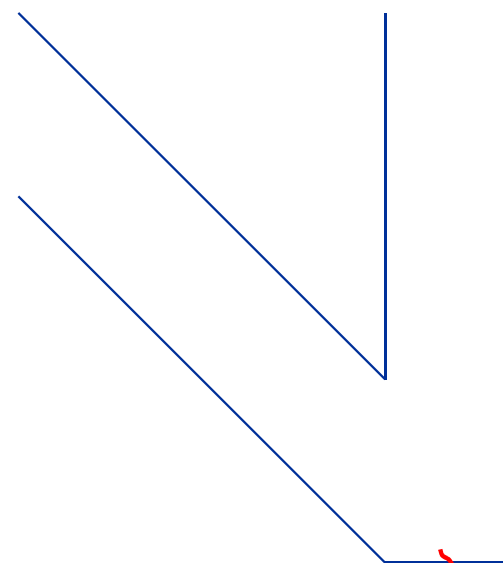
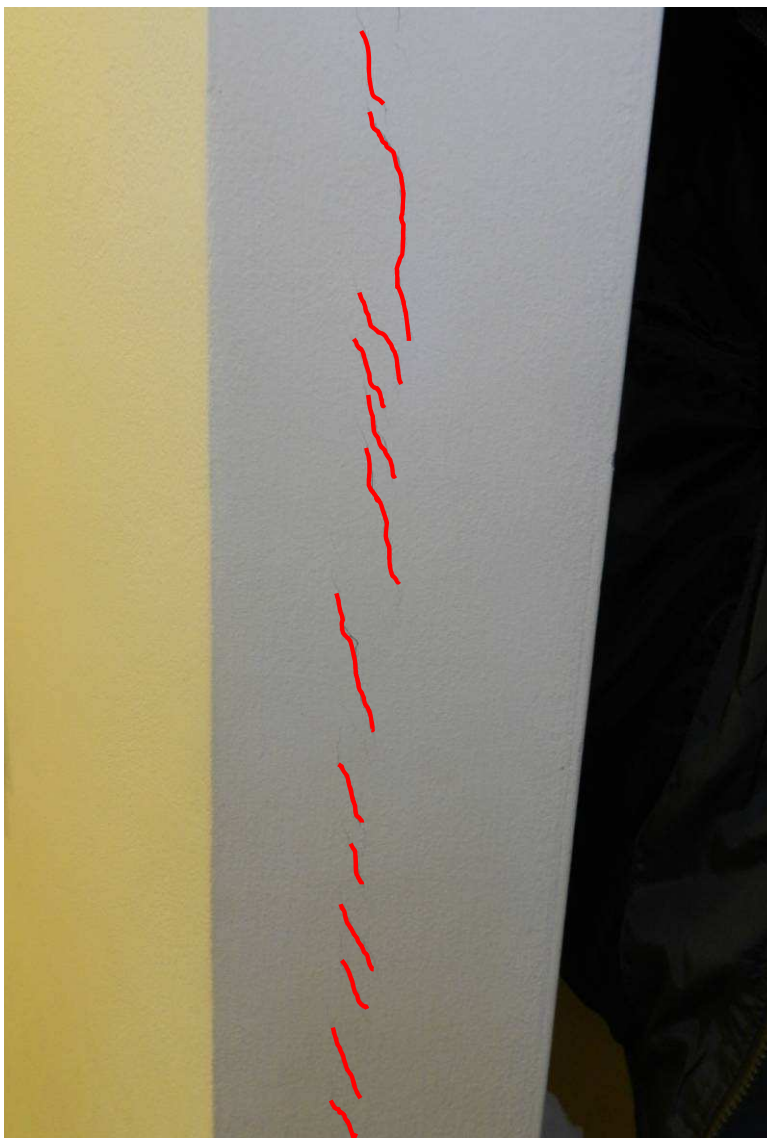
distacco dei
tramezzi dagli
elementi strutturali

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Spoletto, terremoto 30 ottobre 2016

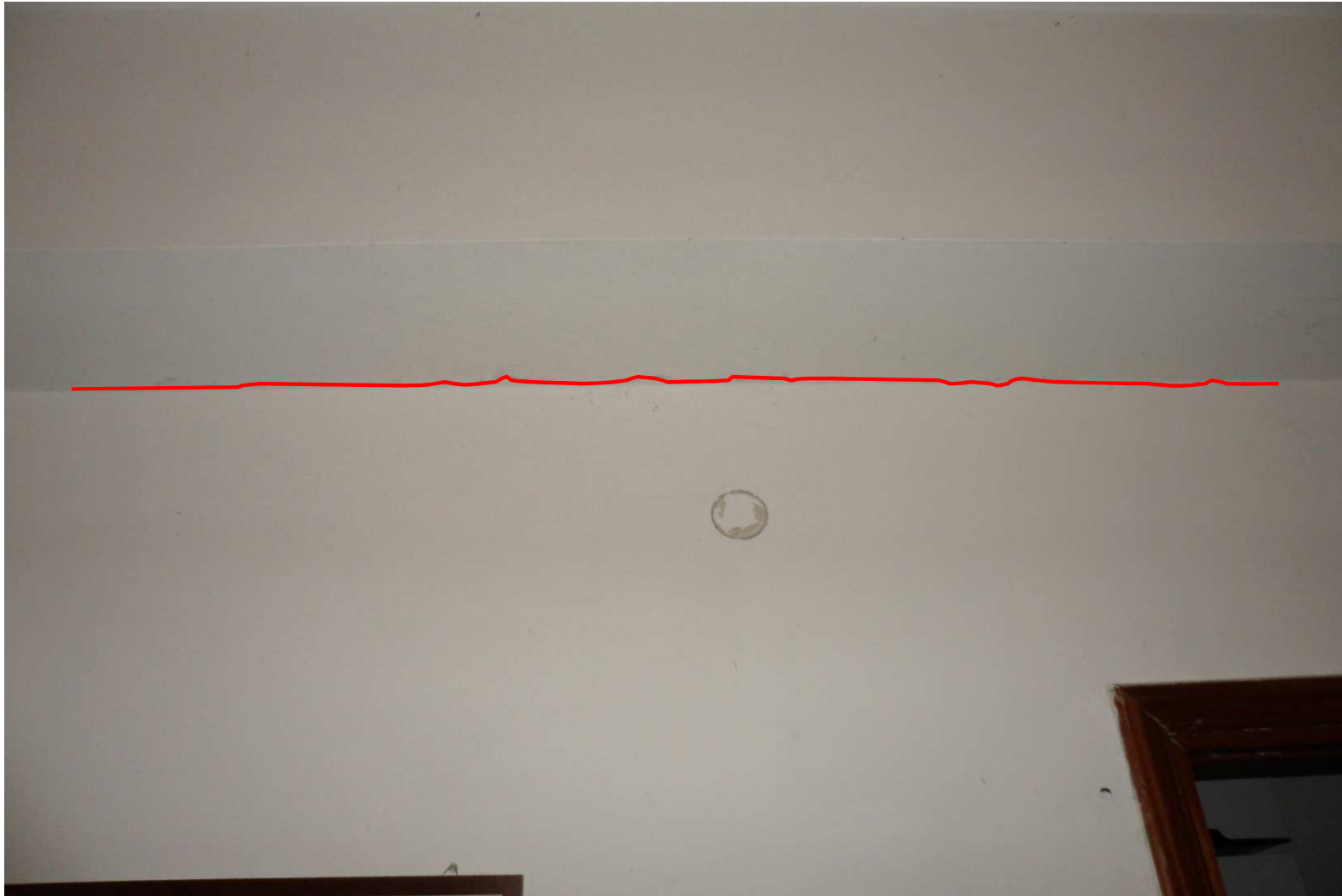
Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Vista in pianta

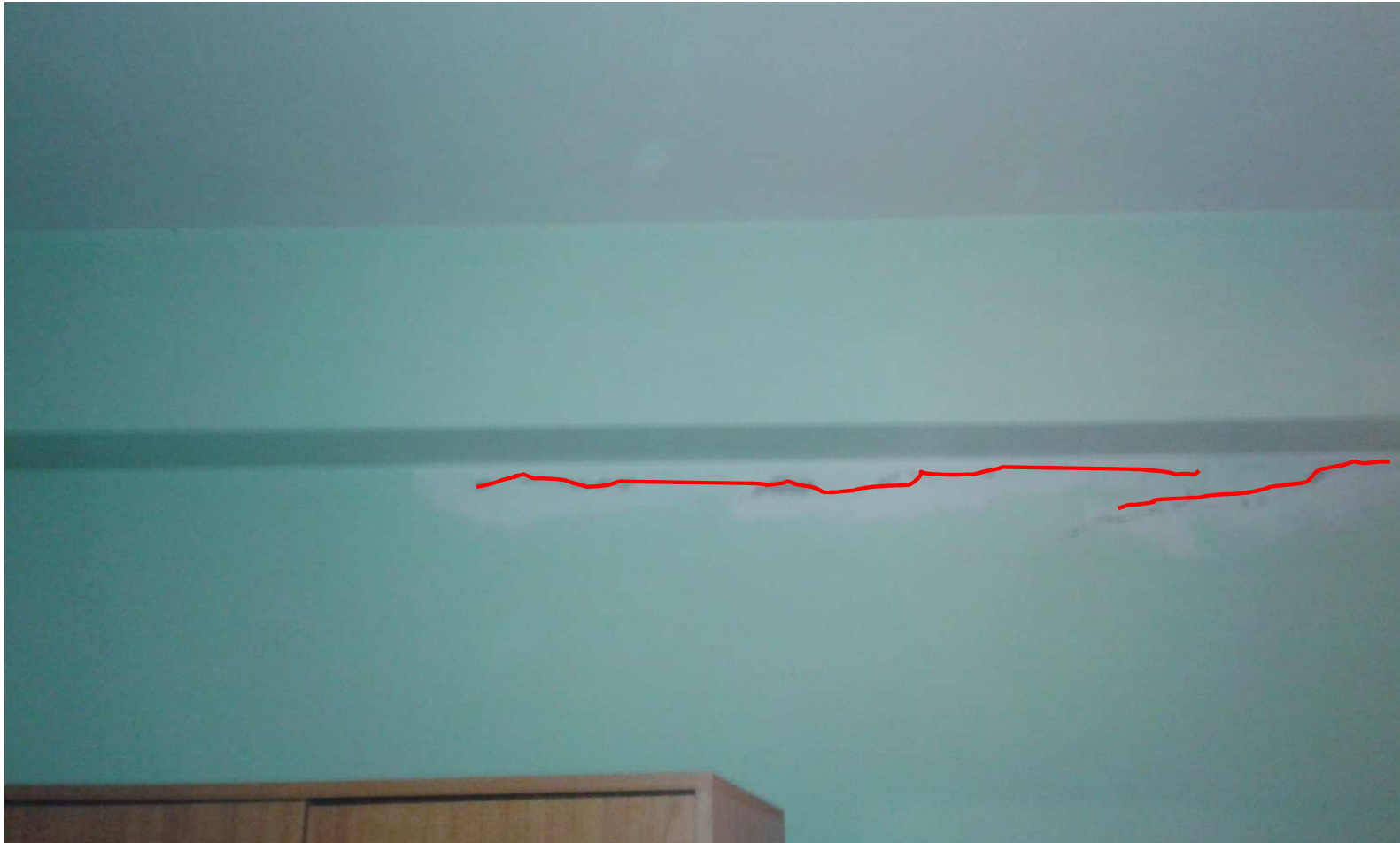
Spoletto, terremoto 30 ottobre 2016

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Norcia, terremoto 24 agosto 2016

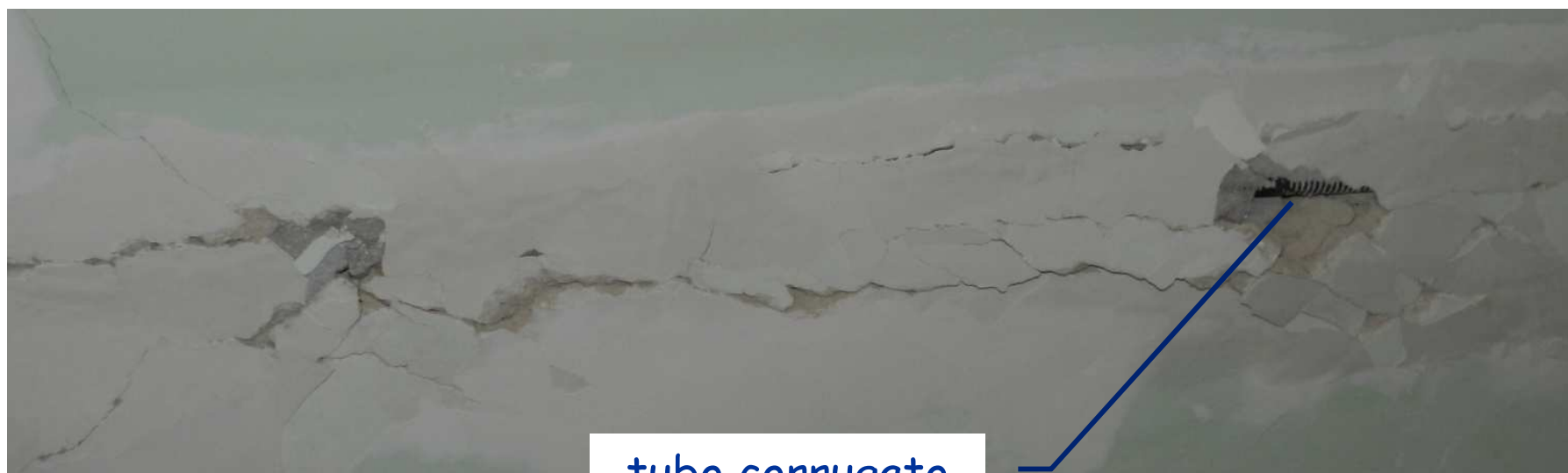
Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Lesioni riparate e riaperte - Norcia, terremoto 30 ottobre 2016

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma

- Danni più visibili ed eventuale rottura di qualche mattone forato spesso sono dovuti al passaggio di tubazioni (tipico dei bagni) o dell'impianto elettrico



tubo corrugato
per impianto
elettrico

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma

Distacco tra trave di piano e
tamponatura - Norcia,
terremoto 30/10/2016

Distacco tra pilastro e
tamponatura - Norcia,
terremoto 30/10/2016



Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Distacco tra trave a ginocchio e tamponatura - Norcia, terremoto 30/10/2016

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Distacco leggero tra tamponatura e struttura - Norcia, terremoto 30/10/2016

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Distacco leggero tra tamponatura e struttura - Norcia, terremoto 30/10/2016

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Danno localizzato alla tamponatura in corrispondenza di apertura - Norcia,
terremoto 30/10/2016

Attenzione anche a ribaltamento di mobili

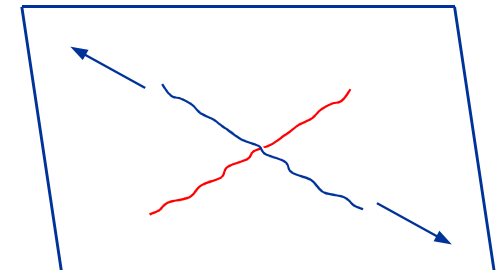
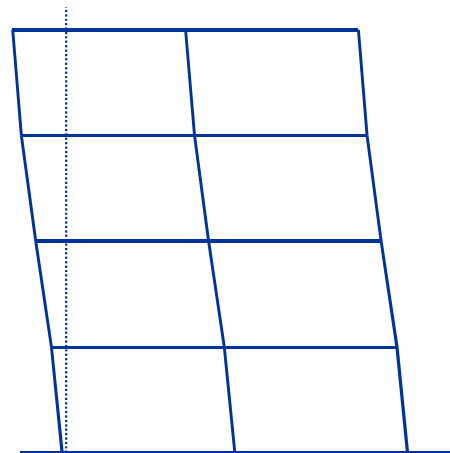


Napoli,
Facoltà di Ingegneria

23/11/1980 - Irpinia e Basilicata

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma

- La struttura intelaiata oscilla a causa del sisma
- L'oscillazione provoca l'allungamento di una diagonale della maglia del telaio con conseguente rottura a trazione dell'intonaco e della muratura



Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma

- Leggero scorrimento tra i singoli mattoni lungo il giunto di malta



Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



Napoli, Facoltà di Ingegneria, terremoto 23/11/1980

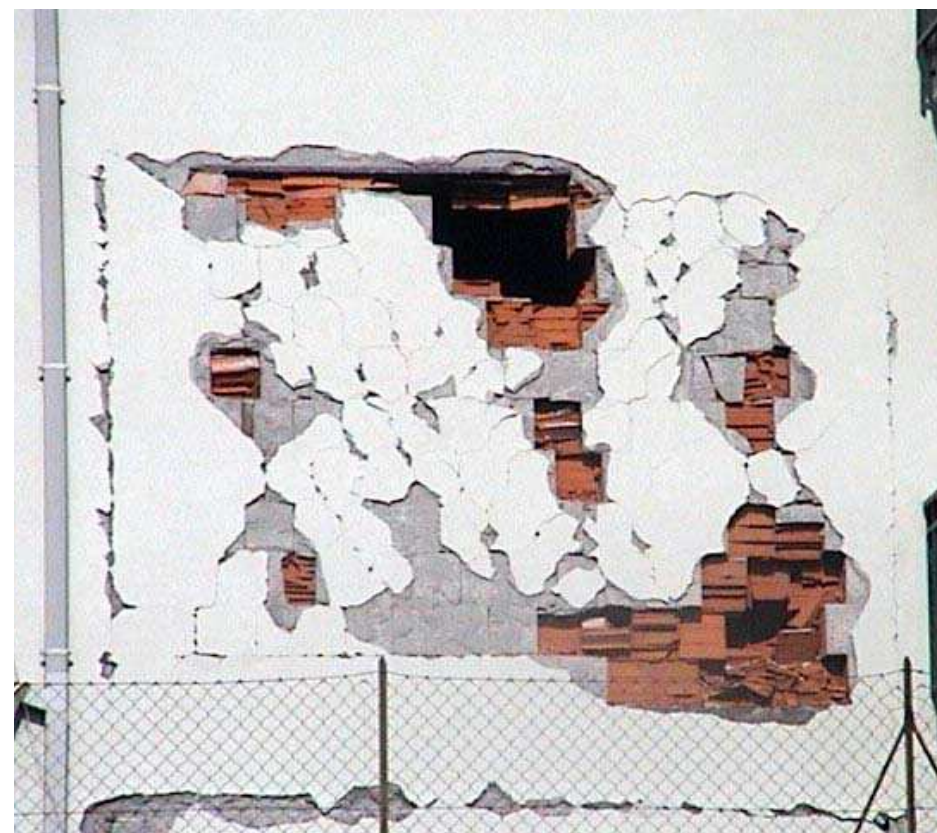
Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

Lesioni in tramezzature e tamponature per effetto del sisma



2002 - Santa Venerina

foto G. Gaeta

Danni seri alle tamponature per effetto del sisma

- È possibile che le tamponature, oltre a danneggiarsi nel piano, vengano espulse fuori piano

Muratura
molto estesa,
non ben
ammorsata alla
struttura



Norcia, terremoto 30/10/2016

Norcia, terremoto 30/10/2016



Dopo ulteriori scosse (più leggere)















Zona scale dello stesso edificio

Espulsione delle pareti di tamponamento



2002 - Santa Venerina

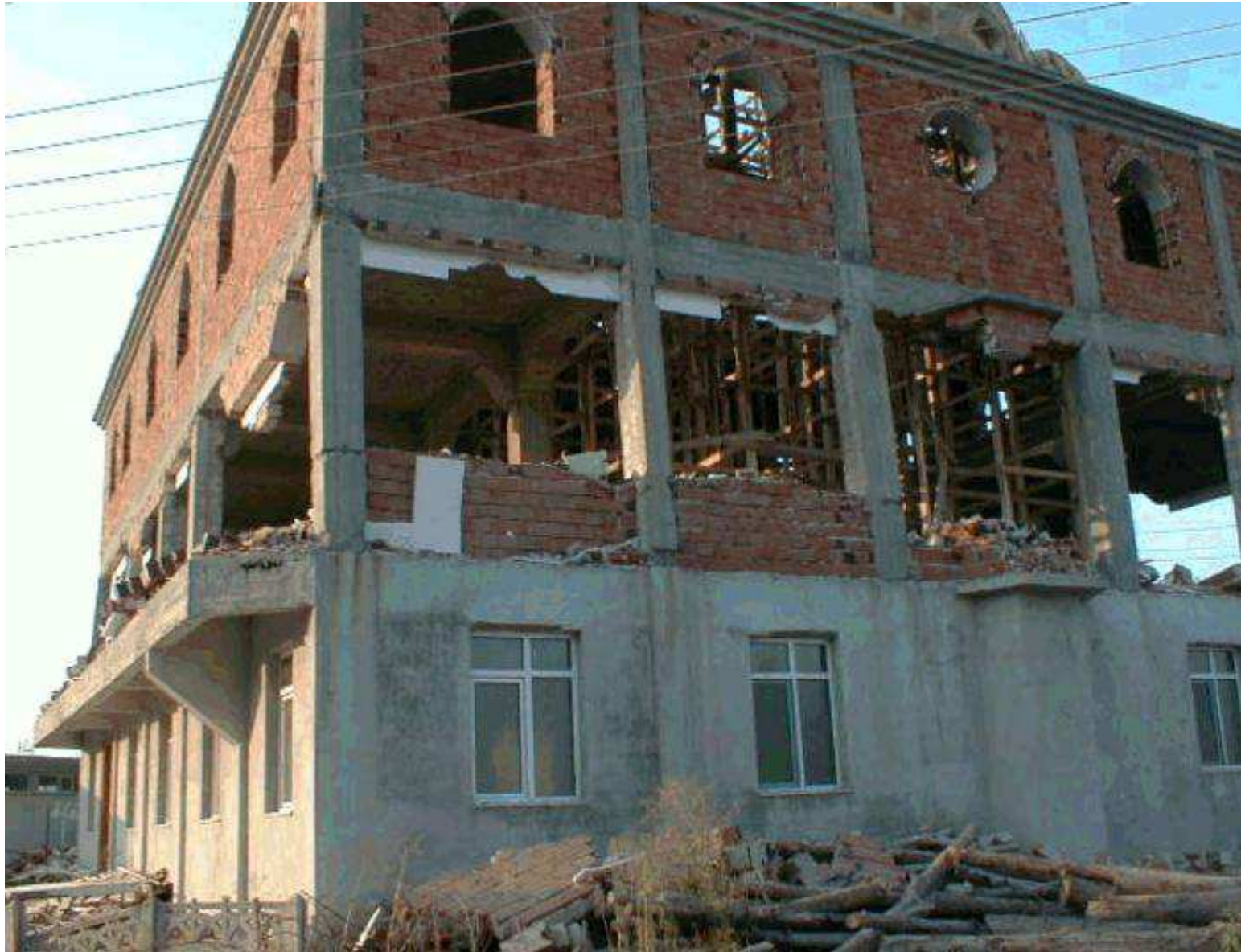
foto G. Gaeta

Espulsione delle pareti di tamponamento



1999 - Turchia

Espulsione delle pareti di tamponamento



1999 - Turchia

Espulsione delle pareti di tamponamento



1994 - Northridge

Espulsione delle
pareti di
tamponamento

Rischio di
perdita di vite

1964 - Alaska



Terremoto abbastanza frequente ogni 50 anni

- Cosa dobbiamo evitare?
 - Danni agli elementi non strutturali che portino a tempi di riparazione lunghi e costi elevati
 - Danni rilevanti agli elementi strutturali

Terremoto abbastanza frequente

ogni 50 anni

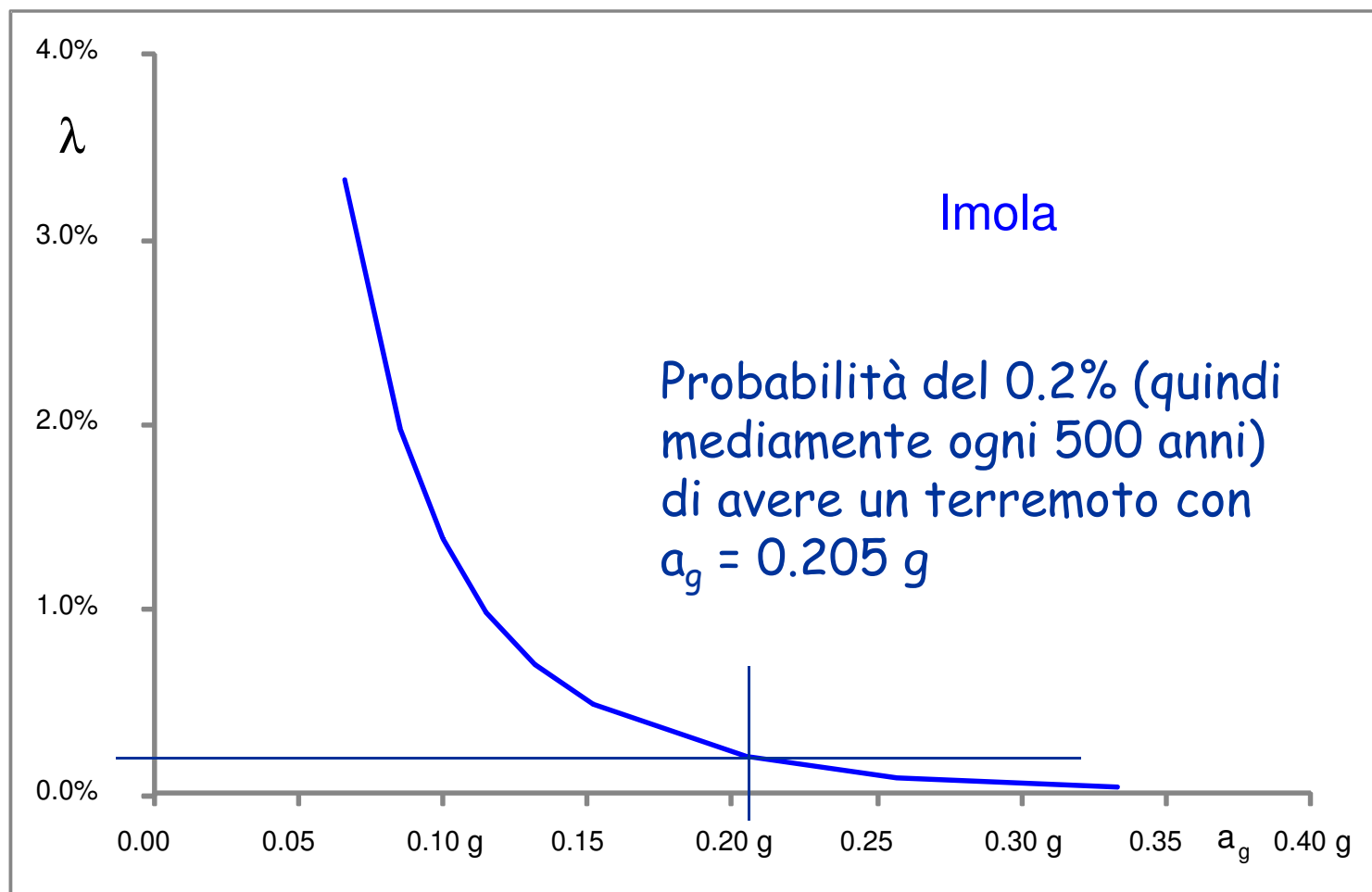
- Cosa fare per evitarlo?
 - Conferire una adeguata rigidezza alla struttura
- Edifici in cemento armato con pilastri di sezione molto piccola e tutte le travi a spessore di solaio (tipologia molto diffusa in Emilia-Romagna) sono troppo deformabili

Terremoto abbastanza frequente

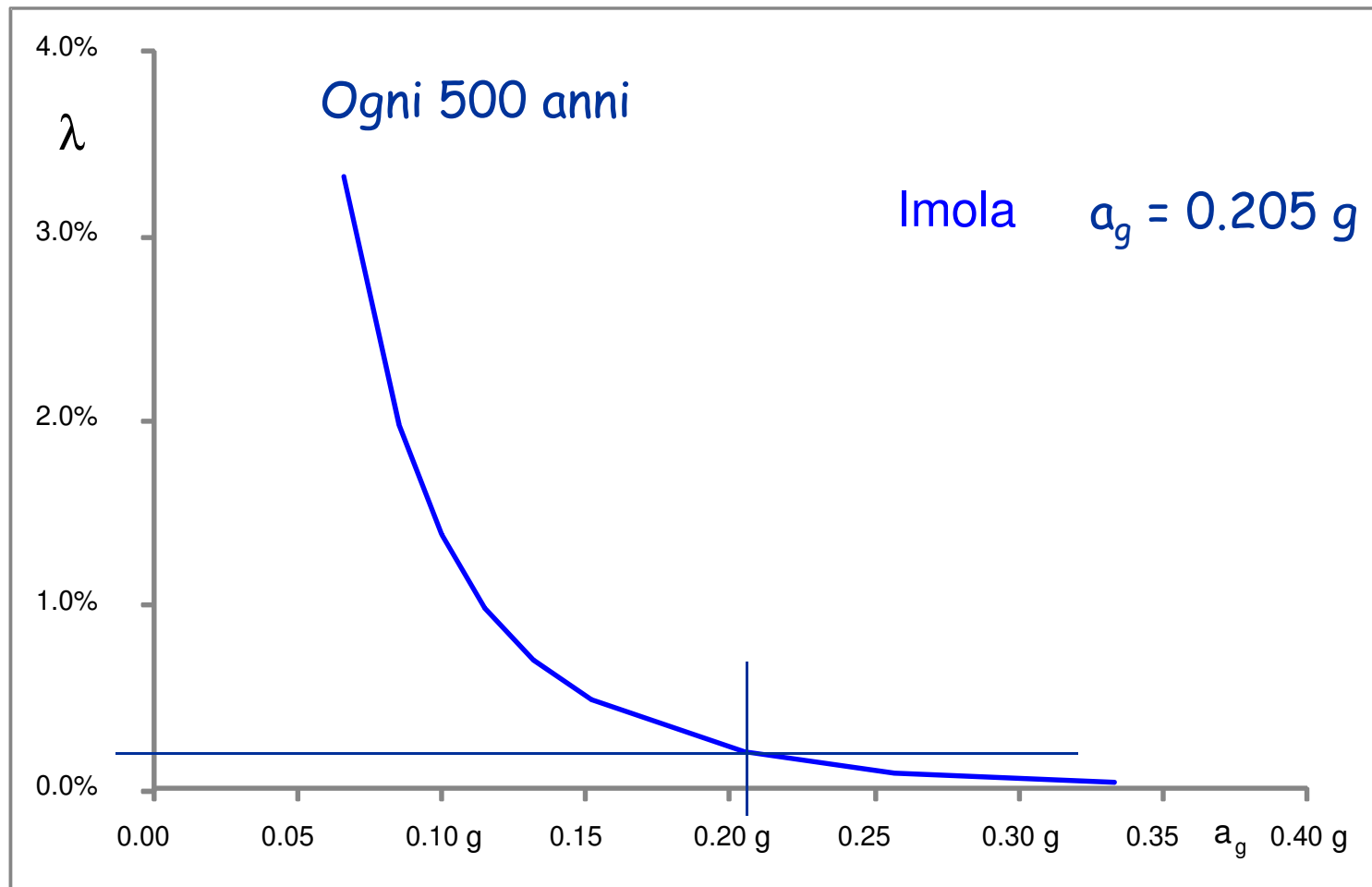
ogni 50 anni

- Cosa fare per evitarlo?
 - Realizzare bene le tamponature e tramezzature
L'uso di blocchi grossi, spesso fragili, che si è diffuso in tempi recenti (per rapidità esecutiva e riduzione dei costi), rende le tamponature molti più vulnerabili
Sono migliori le tamponature e tramezzature realizzate con elementi piccoli
 - Alternativa: rendere le tamponature svincolate dalla struttura

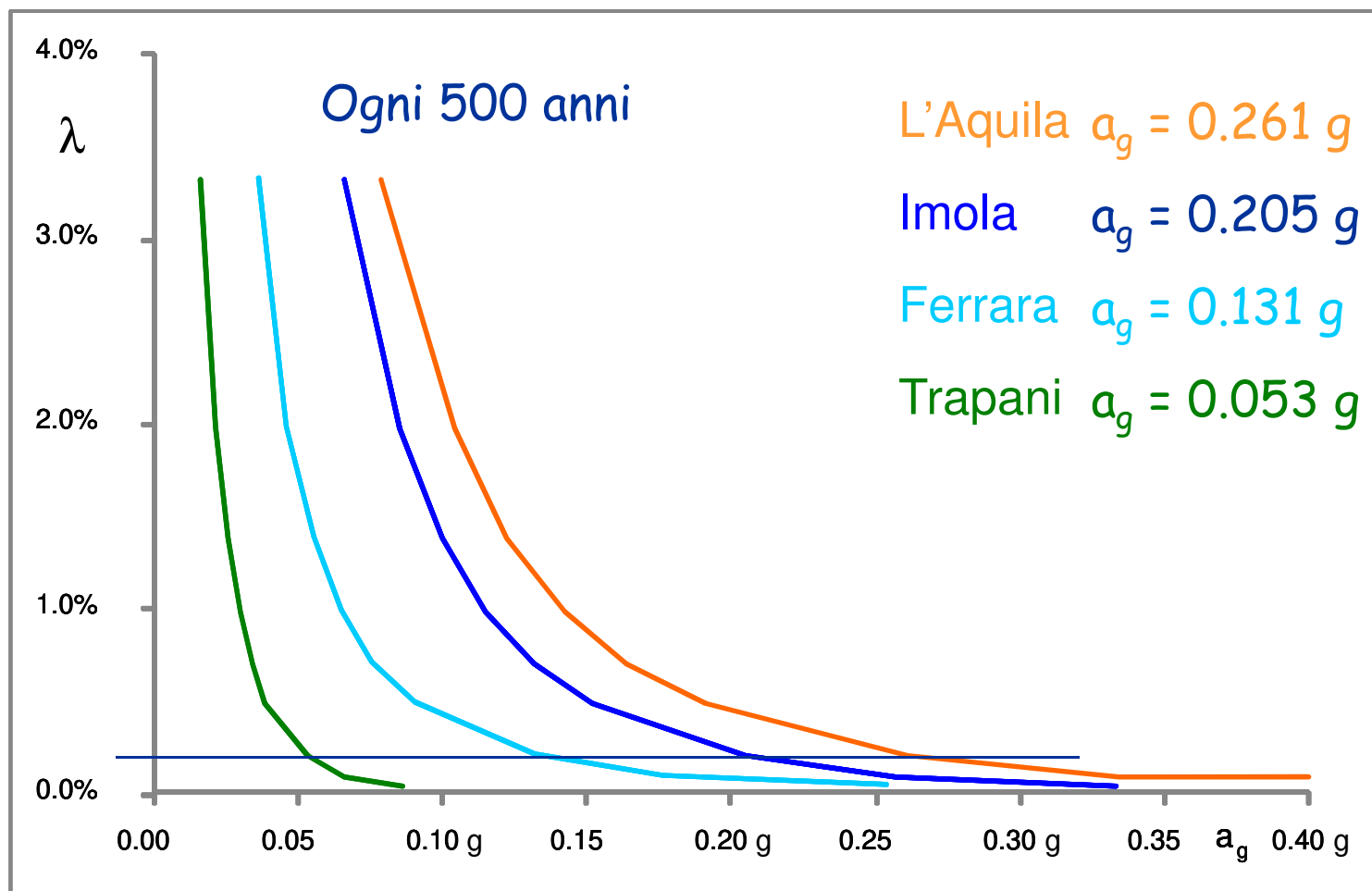
Accelerazione sismica prevista e probabilità di averla



Accelerazione sismica prevista e probabilità di averla



Accelerazione sismica prevista e probabilità di averla



Terremoto raro

ogni 500 anni

- Si possono limitare i danni a valori modesti?
 - In zone a sismicità molto bassa (es. Trapani) è possibile (purché terreno e caratteristiche topografiche non siano molto penalizzanti)
Il costo non sarà particolarmente elevato, ma comunque non irrilevante

Terremoto raro

ogni 500 anni

- Si possono limitare i danni a valori modesti?
 - In zone a sismicità meno bassa (es. Ferrara) forse è possibile (purché terreno e caratteristiche topografiche non siano molto penalizzanti)
Il costo sarà abbastanza elevato, almeno con tecniche tradizionali ...
... ma la gente è disposta a sostenerlo, vista la bassa probabilità di avere un terremoto del genere?

Terremoto raro

ogni 500 anni

- Si possono limitare i danni a valori modesti?
 - In zone a sismicità media (es. Imola) o alta (es. L'Aquila) non è possibile con tecniche tradizionali
Solo tecniche innovative, come l'isolamento alla base, possono consentire di limitare i danni in queste zone
L'efficacia di queste tecniche è stata mostrata chiaramente dal comportamento di queste strutture in occasione di terremoti recenti (es. terremoto di Kobe, Giappone, 1995)

Terremoto raro

ogni 500 anni

- Cosa possiamo accettare?
 - Danni agli elementi non strutturali, anche rilevanti, purché non alterino in maniera eccessiva il comportamento della struttura
 - Danni flessionali agli elementi strutturali orizzontali (travi), purché rimanga un limite adeguato rispetto alla rottura delle sezioni danneggiate ed un buon margine rispetto al crollo della struttura
- Cosa dobbiamo evitare?
 - Danni che possono portare a rotture fragili (a taglio)
 - Danni rilevanti e diffusi nei pilastri

Lesioni nelle travi

per effetto del sisma

- Il comportamento auspicato per un edificio antisismico prevede che si formino lesioni per flessione agli estremi delle travi
- Le lesioni a flessione sono verticali con larghezza che si riduce allontanandosi dall'estremo e possono essere sia superiori (per momento flettente negativo) che inferiori (per momento positivo)
- Lesioni inferiori potrebbero indicare anche un parziale sfilamento delle barre (comportamento non voluto)
- La presenza di inclinazione può indicare una componente dovuta al taglio

Lesioni nelle travi per effetto del sisma



Possibile lesione a flessione per momento positivo (ma occorre togliere l'intonaco per controllare)



Possibile lesione a flessione per momento negativo (ma continua troppo verso il basso)

Lesioni nelle travi per effetto del sisma

- La presenza di lesioni a flessione nelle travi, se di ampiezza limitata e senza indizi di sfilamento barre, rispecchiano il comportamento voluto
 - Essendo di ampiezza modesta la sezione sarà lontana dal suo limite ultimo e quindi non penalizzano il comportamento sismico della struttura
 - Occorrerà ovviamente prendere in seguito dei provvedimenti, soprattutto per evitare la corrosione delle armature

Lesioni nelle travi per effetto del sisma



Lesione forse per flessione e taglio (ma occorre togliere l'intonaco e far saltare un po' di ricoprimento per controllare)

Lesioni nelle travi per effetto del sisma

- La presenza di lesioni a taglio nelle travi, se di ampiezza limitata, indicano un comportamento non ottimale ma difficilmente pregiudicano di per se il comportamento della struttura

Lesioni nelle travi per effetto del sisma

- Lesioni a flessione di notevole ampiezza con espulsione di calcestruzzo indicano un notevole impegno plastico ed un degrado che possono influire negativamente sul successivo comportamento della struttura
 - Occorrerà in seguito analizzare più specificamente il danno e definire opportuni interventi di ripristino

Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

Contrariamente a quanto dovrebbe essere, spesso sono i pilastri gli elementi più danneggiati della struttura

- Lesioni per pressoflessione
- Lesioni a taglio
- Scorrimento tra testa pilastro e estradosso trave

Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

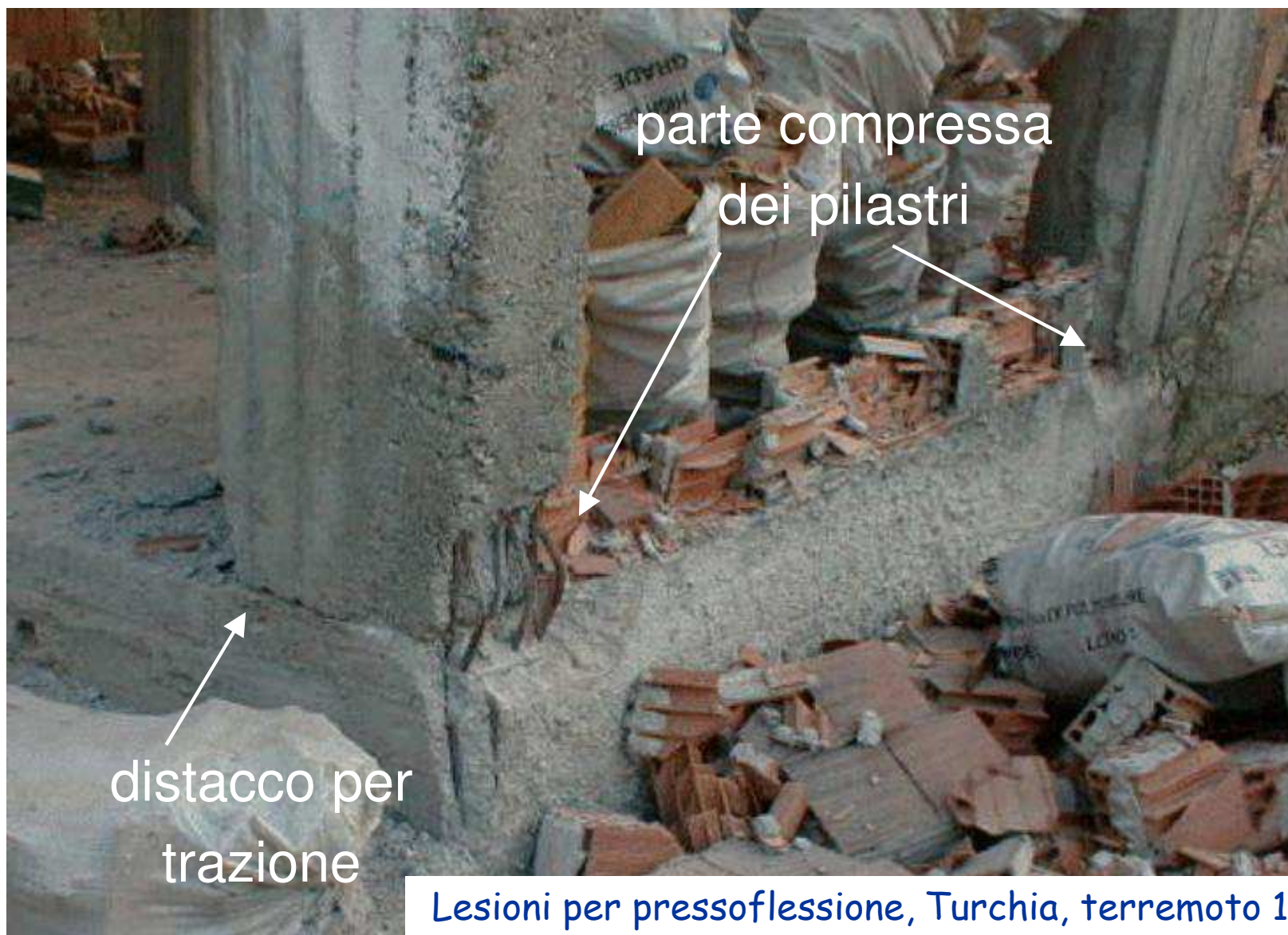
Lesione per
pressoflessione,
unita a instabilità
delle barre compresse

L'assenza di staffe facilita
l'espulsione del ricoprimento e
l'instabilizzazione delle barre

Lesione per pressoflessione,
Santa Venerina, terremoto 2002
foto ing. G. Gaeta



Lesioni nei pilastri per effetto del sisma



Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

- Lesioni a taglio, inclinate a 45 gradi



Lesione evidenziata
spicconando l'intonaco,
Norcia, terremoto
30/10/2016

Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

- Lesioni a taglio, inclinate a 45 gradi



La lesione è molto sottile ed è chiaramente dovuta alla presenza di un corpo basso adiacente ...

... ma questo non è un buon segno per il comportamento futuro



Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

- Lesioni a taglio, inclinate a 45 gradi



La lesione è molto evidente
e si nota uno scorrimento
tra le due parti

La capacità di portare il
carico verticale è
compromessa

Lesione a taglio, Santa Venerina, terremoto 2002, foto G. Gaeta

Lesioni nei pilastri per effetto del sisma



Mancanza di
staffe nel nodo
e in testa al
pilastro



Totale mancanza
di staffe

Santa Venerina, terremoto 2002, foto G. Gaeta

Lesioni nei pilastri per effetto del sisma



Santa Venerina, terremoto 2002, foto G. Gaeta

Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

- Danneggiamento di pilastri tozzi



Norcia, terremoto 30/10/2016, foto Leonardi



Norcia, terremoto 30/10/2016, foto Schilirò



Norcia, terremoto 30/10/2016, foto Schilirò

Altro angolo
dell'edificio

Si vede chiaramente che
il pilastro è molto più
corto degli altri



Norcia, terremoto 30/10/2016, foto Epifani



Norcia, terremoto 30/10/2016, foto Epifani



Altro edificio con una fila
di pilastri più corti, perché
partono da un muro di sostegno

Norcia, terremoto 30/10/2016



Staffa chiusa male,
si è aperta

Norcia, terremoto 30/10/2016



Stesso edificio,
vista frontale

Norcia, terremoto 30/10/2016



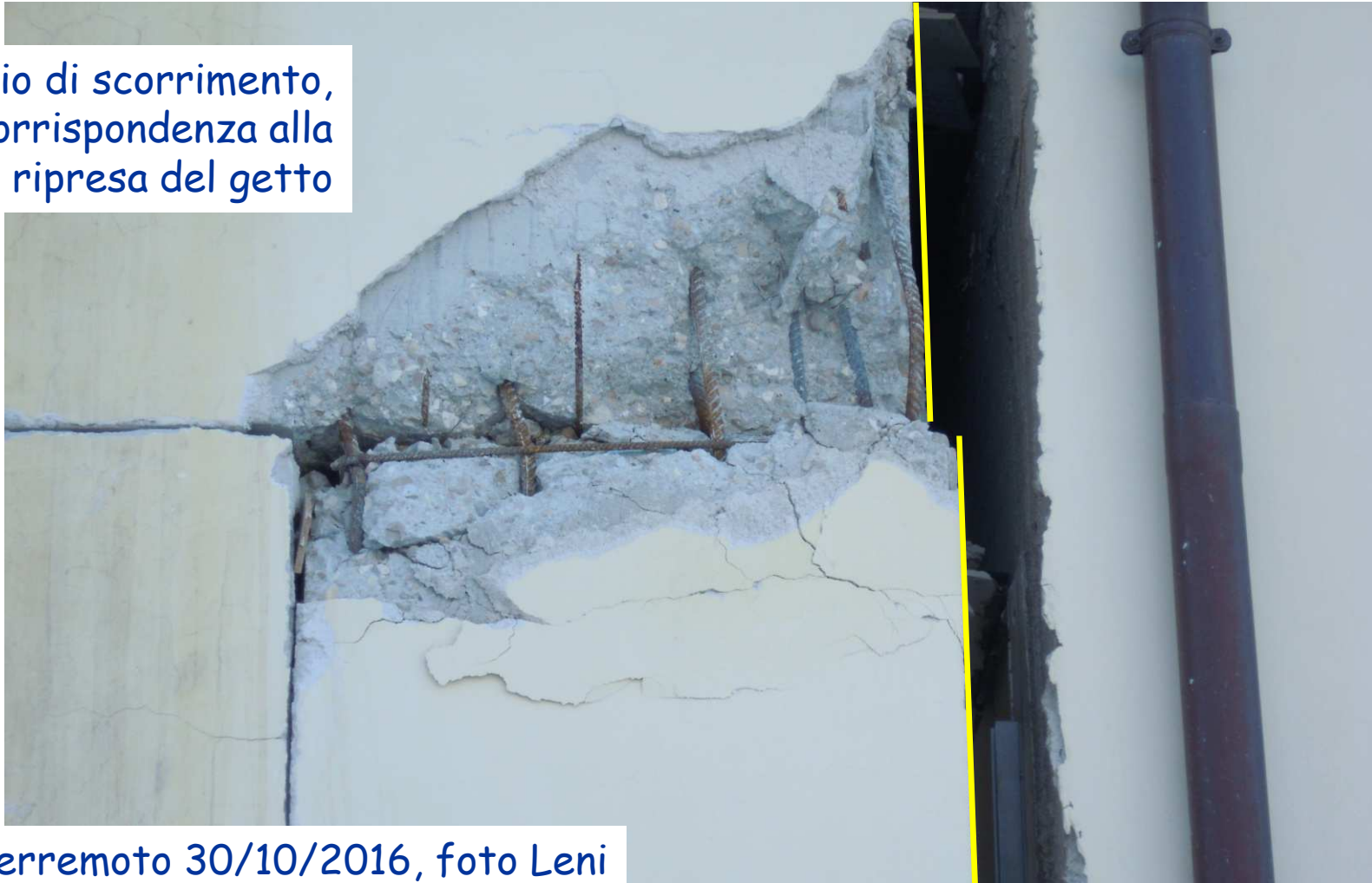
Mancanza di staffe
nel nodo
Mancanza di piega
di ancoraggio nelle
barre inferiori

Norcia, terremoto 30/10/2016

Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

- Scorrimento tra testa pilastro e estradosso trave

Inizio di scorrimento,
in corrispondenza alla
ripresa del getto



Norcia, terremoto 30/10/2016, foto Leni

Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

- Scorrimento tra testa pilastro e estradosso trave



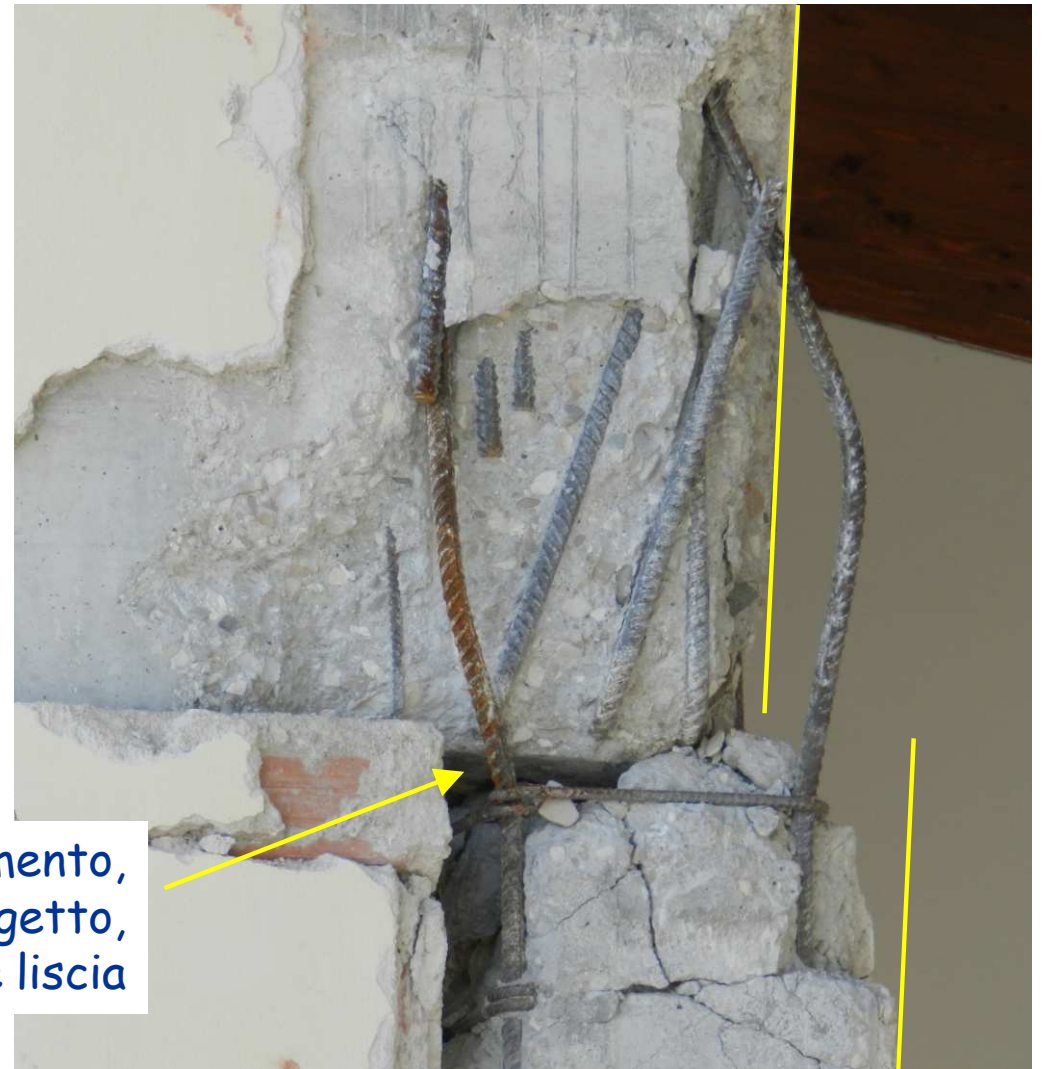
Lesioni nei pilastri per effetto del sisma

- Scorrimento tra testa pilastro e estradosso trave

È evidente il forte spostamento
tra filo esterno del pilastro
inferiore e della trave

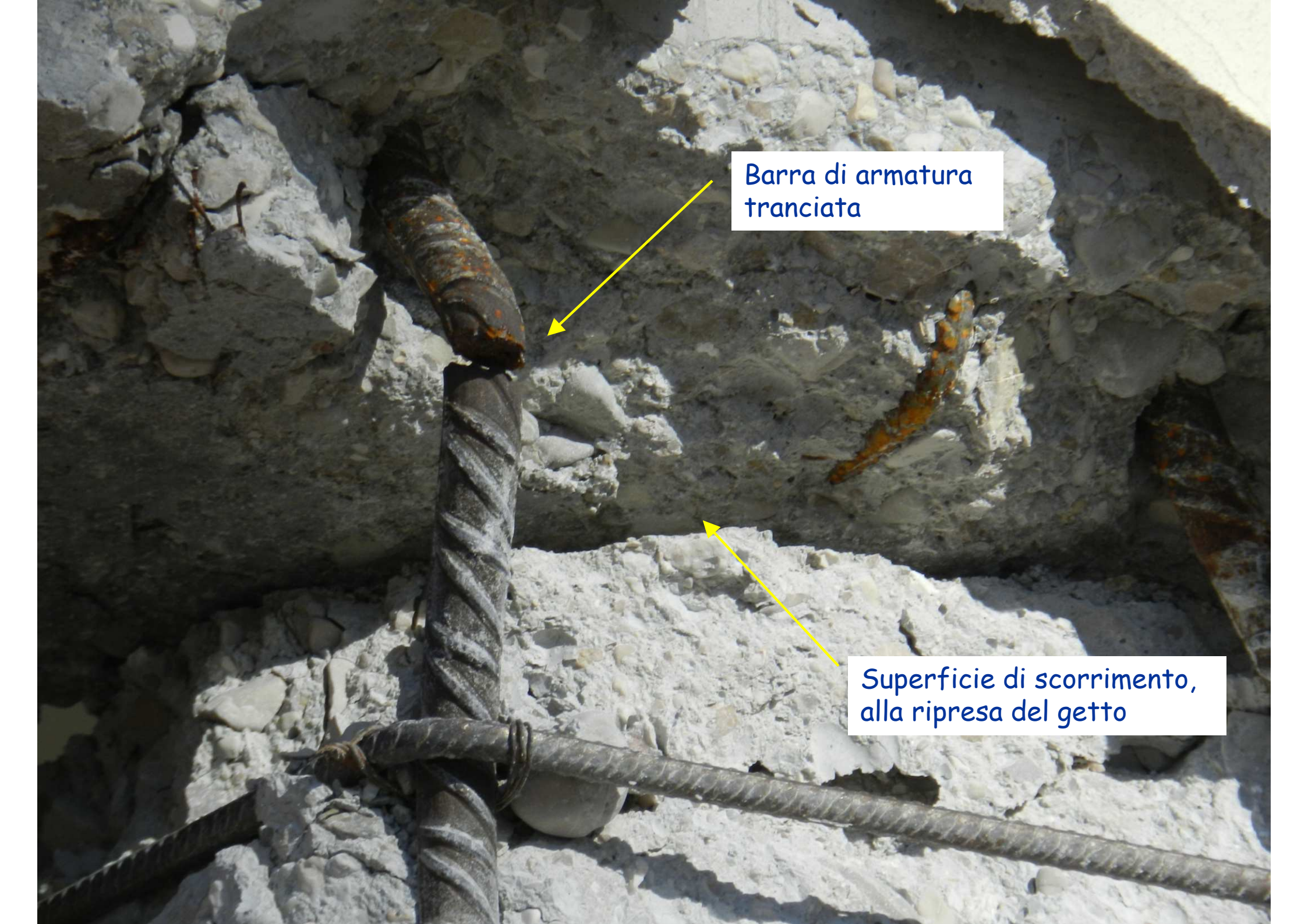
La testa del pilastro è
abbastanza ben staffata,
ma nel nodo mancano
completamente le staffe

Superficie di scorrimento,
alla ripresa del getto,
completamente liscia



Anche in questo caso al
danneggiamento per
pressoflessione si accompagna
uno scorrimento
(evidente anche se modesto)





Barra di armatura
tranciata

This photograph shows a close-up of a broken steel reinforcement bar (rebar) embedded in a concrete structure. The rebar is dark and has a ribbed texture. It is broken into two main sections. The upper section is bent and broken at an angle, with a jagged, fractured end. The lower section is straight and extends downwards. A yellow arrow points from the text label to the broken end of the upper section. Another yellow arrow points from a second text label to a horizontal surface of concrete that appears to be a joint or a sliding surface. The concrete is light gray and shows signs of weathering and cracking. The lighting is bright, casting shadows that emphasize the textures of the rebar and the concrete.

Superficie di scorrimento,
alla ripresa del getto



Casa che ha perso
il piano inferiore

Prima del terremoto
(da Street view)



Norcia, terremoto 30/10/2016,
foto Leonardi



Si vedono chiaramente i pilastri del piano inferiori, fuoriusciti dall'impalcato







18 BETAFENCE



B BETAFENCE
www.betafence.com

Terremoto raro

ogni 500 anni

- Cosa dobbiamo evitare?
 - Danni che possono portare a rotture fragili (a taglio)
 - Danni rilevanti e diffusi nei pilastri
 - In sostanza, tutto ciò che può portare al crollo prematuro dell'edificio

Terremoto raro

ogni 500 anni

- Cosa fare per evitarlo?
 - La normativa impone indicazioni ben precise, ma il rispetto formale della normativa non basta

Considerazioni

- Se state male a quale medico vi rivolgete?
 - A chi rispetta formalmente il protocollo medica?
 - A chi vi chiede la parcella più bassa?

Certamente no!

- Cercate un medico che abbia una buona fama
- Non vi preoccupate della spesa

Ne va della vostra vita

Ma anche quando arriva il terremoto veramente forte
ne va della vostra vita

Terremoto raro

ogni 500 anni

- Cosa fare per evitarlo?
 - Concepire una struttura che sia idonea a sopportare il sisma, rispettando criteri di buona progettazione (regolarità, uniformità, comportamento bilanciato, buona rigidezza torsionale, ecc.)

Questo è il primo aspetto in ordine di importanza, molto più rilevante del calcolo

La qualità (ma anche il costo) della struttura dipendono sostanzialmente da questo

Terremoto raro

ogni 500 anni

- Cosa fare per evitarlo?
 - Concepire una struttura che sia idonea a sopportare il sisma, rispettando criteri di buona progettazione
 - Conferire una adeguata resistenza alla struttura

Questo aiuta a limitare il danno, ma è l'aspetto meno importante della progettazione

Per questo è utile il programma di calcolo, ma un buon progettista è in grado di prevedere le sollecitazioni nella struttura con calcoli molto semplici, senza alcun programma

(diffidate di chi dice "il mio progetto è il migliore perché ho il miglior programma di calcolo sul mercato")

Terremoto raro

ogni 500 anni

- Cosa fare per evitarlo?
 - Concepire una struttura che sia idonea a sopportare il sisma, rispettando criteri di buona progettazione
 - Conferire una adeguata resistenza alla struttura
 - Conferire una adeguata duttilità alla struttura, cioè fare in modo che la struttura continui ad avere un buon comportamento anche dopo essersi danneggiata

Questo è l'altro aspetto fondamentale della progettazione

Da questo dipende se la struttura rimarrà in piedi e ancora stabile nonostante i danni subiti

Come rendere più sicuro il nostro patrimonio edilizio?

Prima fase: la diagnosi

- Occorre una valutazione sostanziale, non formale, di quale sarà il comportamento dell'edificio durante un terremoto
 - Rilievo e indagini
per conoscere al meglio come è fatto l'edificio
- Una conoscenza "perfetta" è impossibile. La cosa importante è valutare quegli aspetti che possono condizionare particolarmente la risposta sismica
- Ad esempio: caratteristiche del calcestruzzo, sezione e armatura longitudinale dei pilastri, staffe nei pilastri, irregolarità che possono peggiorare il comportamento

Come rendere più sicuro il nostro patrimonio edilizio?

Prima fase: la diagnosi

- Occorre una valutazione sostanziale, non formale, di quale sarà il comportamento dell'edificio durante un terremoto

- Calcolo
per capire come si comporta l'edificio

Non è importante il numero finale, ma piuttosto vedere quali sono i punti deboli

- Ad esempio: rischio di rotture a taglio nei pilastri, sezioni che raggiungono il limite di resistenza molto prima delle altre, deformabilità eccessiva che amplifica gli effetti

Come rendere più sicuro il nostro patrimonio edilizio?

Prima fase: la diagnosi

- Occorre una valutazione sostanziale, non formale, di quale sarà il comportamento dell'edificio durante un terremoto
 - Calcolo
per capire come si comporta l'edificio
- È opportuno svolgere più tipi di analisi
 - Analisi lineare, per le prime indicazioni
 - Analisi non lineare, per cogliere meglio il comportamento al crescere dell'intensità sismica

Come rendere più sicuro il nostro patrimonio edilizio?

Prima fase: la diagnosi

- Occorre una valutazione sostanziale, non formale, di quale sarà il comportamento dell'edificio durante un terremoto
 - Calcolo
per capire come si comporta l'edificio
- È opportuno usare più modelli della struttura, ad esempio per
 - Valutare l'influenza delle tamponature
 - Valutare l'influenza di possibili sovreresistenze di alcuni elementi

Come rendere più sicuro il nostro patrimonio edilizio?

Seconda fase: progetto dell'intervento

- La cura è legata alla diagnosi

Non esistono interventi standard, applicabili in tutti i casi

- Qualunque intervento nasce sulla base dell'analisi preliminare per la valutazione della vulnerabilità sismica
- L'analisi ha messo in evidenza quali siano i punti deboli della struttura
- Gli interventi devono mirare a dare maggiore sicurezza nei confronti di questi aspetti (ma senza creare altri problemi)

Come rendere più sicuro il nostro patrimonio edilizio?

Un esempio:

l'analisi mostra un forte rischio di rotture fragili

- È possibile garantire un miglioramento strutturale intervenendo su questi, con:
 - Staffatura efficace degli estremi dei pilastri
 - Cerchiatura dei nodi
 - Cucitura tra pilastri e travi
- Risolto questo aspetto, si può decidere se intervenire sul comportamento non lineare, aumentando la duttilità della struttura

Come rendere più sicuro il nostro patrimonio edilizio?

Esempio

Rinforzo (fasciatura) di pilastri con frp



Utile per aumentare il confinamento e la resistenza a taglio; si possono usare cavi in fibre sfioccati per un collegamento tra piani adiacenti

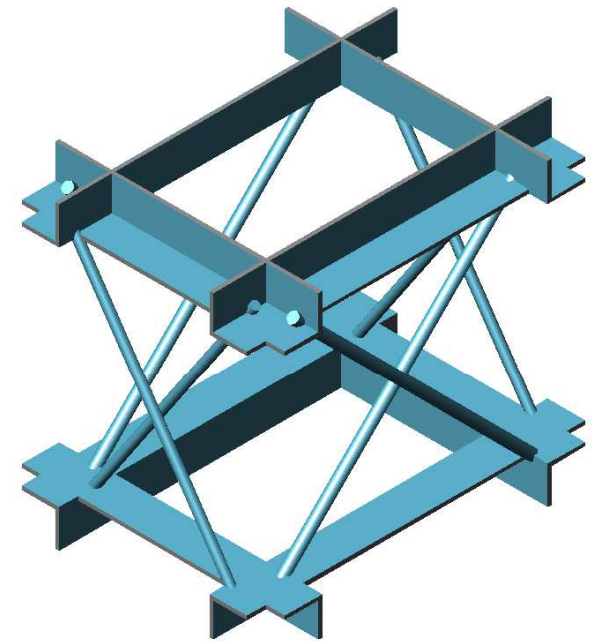
Come rendere più sicuro il nostro patrimonio edilizio?

Esempio

Interventi sui nodi



M. Dolce



A. Perretti

Criteri e tipi di intervento

Sostanzialmente, tre possibilità:

- Rinforzare tutti o buona parte degli elementi
ovvero mantenere la tipologia a telaio modificando sezione ed armatura degli elementi resistenti
- Affidare le azioni sismiche ad un nuovo sistema strutturale
ovvero inserire pareti o controventi che portano l'azione sismica, mentre il telaio originario porta i carichi verticali
- Ridurre l'input sismico o aumentare la dissipazione
ovvero inserire elementi per isolamento alla base o dissipatori

Criteri e tipi di intervento

1. Rinforzare tutti o buona parte degli elementi

Vantaggi:

- Pochi problemi negli impalcati
- Pochi problemi nelle fondazioni

Svantaggi:

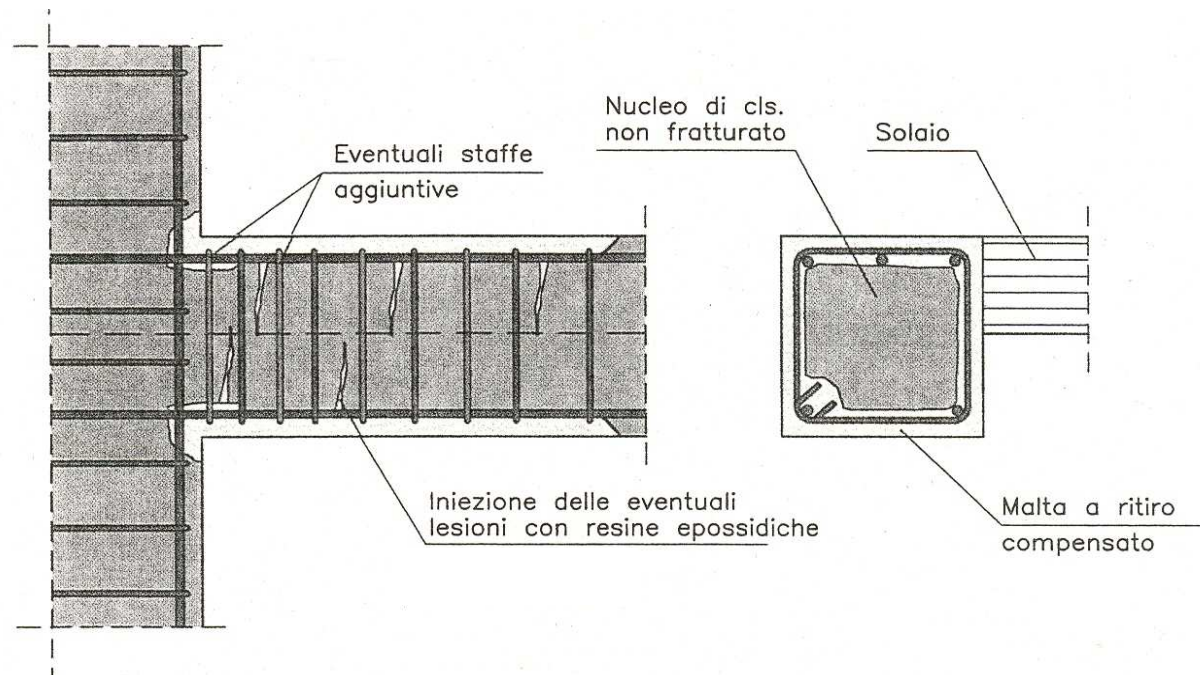
- Interventi diffusi sugli impianti e sulle finiture

Criteri e tipi di intervento

1. Rinforzare tutti o buona parte degli elementi

Interventi tradizionali

Riparazione locale di trave, senza aumento di sezione



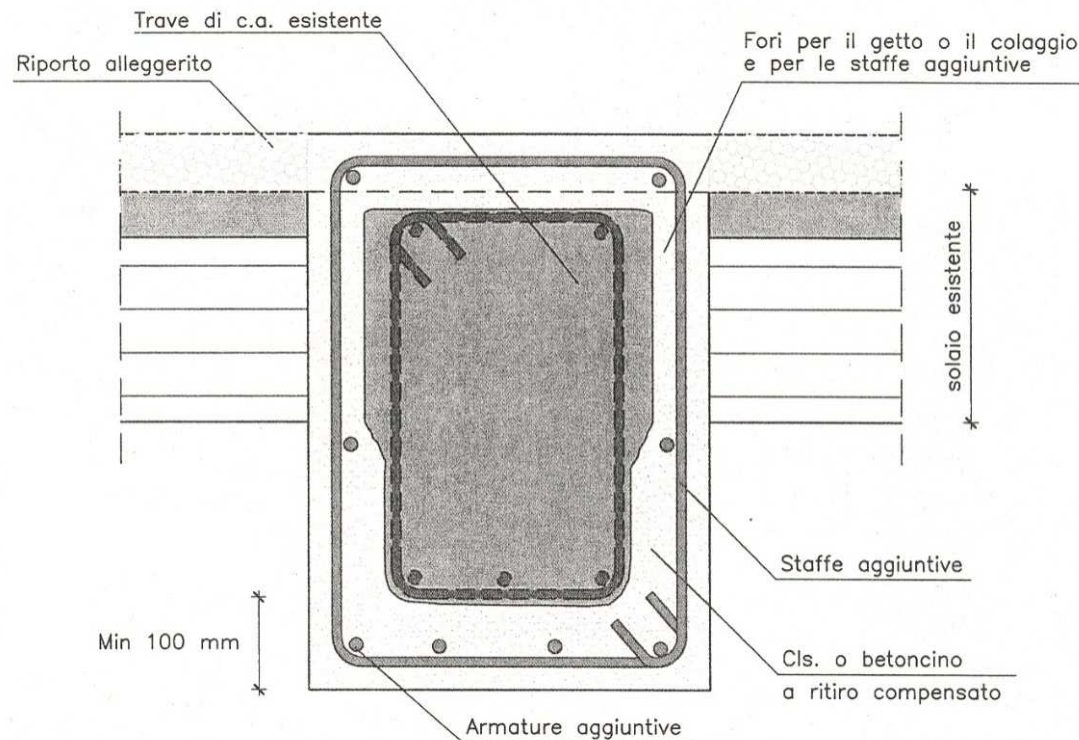
Problemi particolari nella zona di contatto col solaio
(perforazioni per inserimento staffe e iniezione malta)

Criteri e tipi di intervento

1. Rinforzare tutti o buona parte degli elementi

Interventi tradizionali

Incamiciatura totale di trave, con aggiunta di nuove armature

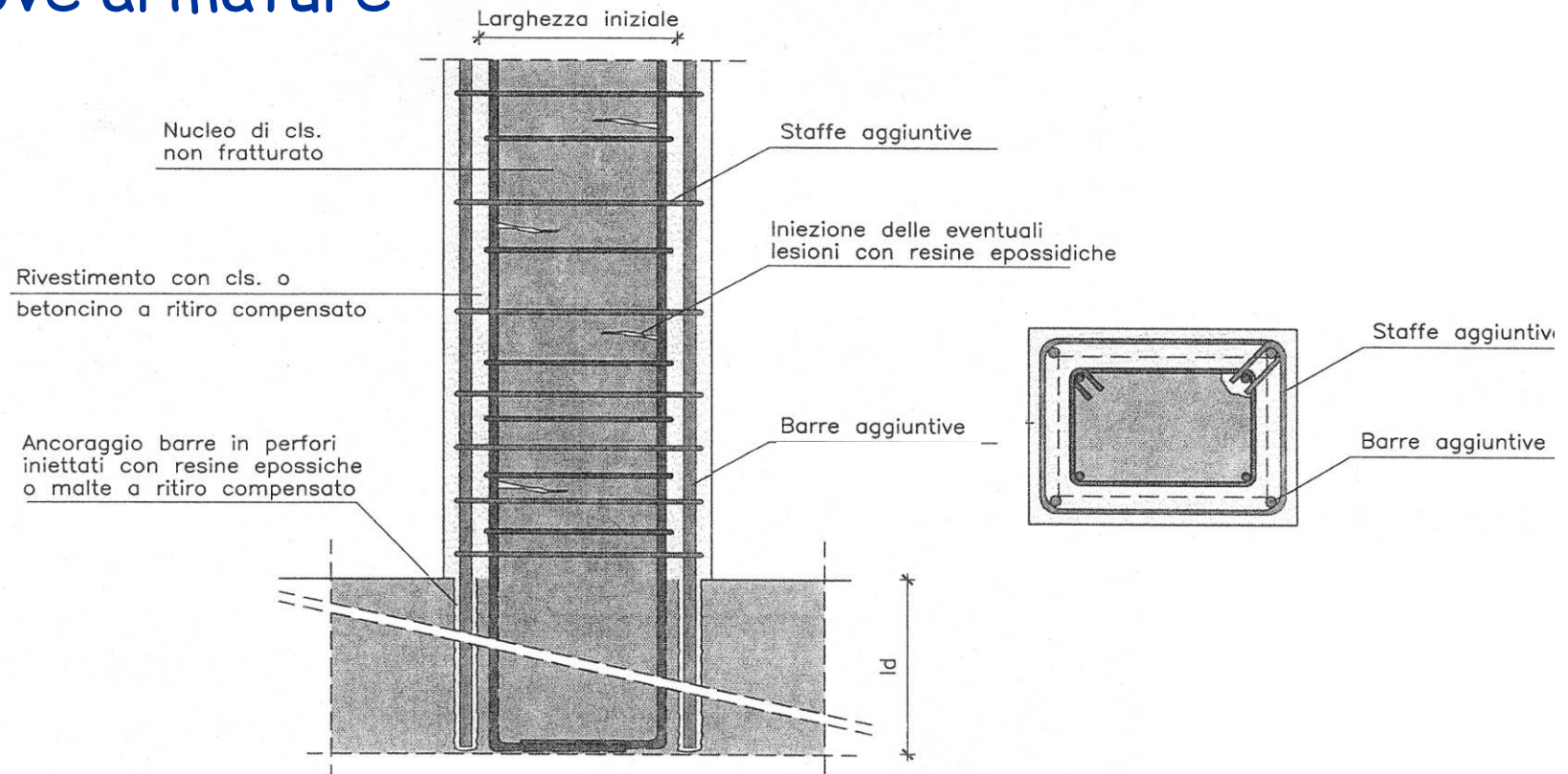


Criteri e tipi di intervento

1. Rinforzare tutti o buona parte degli elementi

Interventi tradizionali

Incamiciatura totale di pilastro, con aggiunta di nuove armature

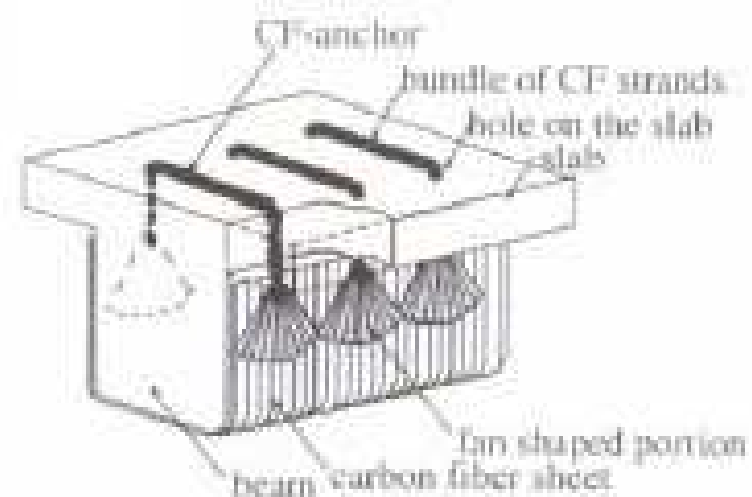
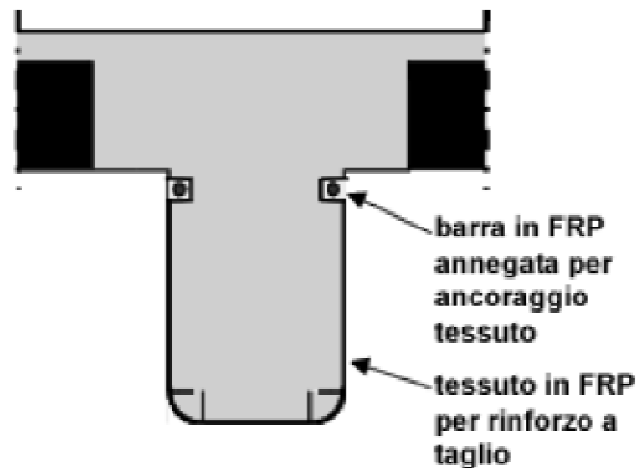


Criteri e tipi di intervento

1. Rinforzare tutti o buona parte degli elementi

Tecniche innovative

Rinforzo di travi con frp



Ancoraggio delle strisce verticali mediante barre in frp
o con cavi in fibre sfioccati

Criteri e tipi di intervento

2. Affidare le azioni sismiche ad un nuovo sistema strutturale

Vantaggi:

- Limitati interventi su impianti e finiture
- Pochi problemi per la struttura esistente

Svantaggi:

- Possibili problemi negli impalcati
- Forti problemi nelle fondazioni

Criteri e tipi di intervento

2. Azioni sismiche a nuovo sistema strutturale

Possibilità:

- Inserimento di pareti in cemento armato
- Inserimento di controventi in acciaio nei telai esistenti
- Aggiunta di nuovi telai con controventi

Criteri e tipi di intervento

3. Ridurre l'input sismico o aumentare la dissipazione

Esempi:

- Isolamento alla base
- Inserimento di controventi ad instabilità impedita (BRB)
- Inserimento di dissipatori elasto-viscosi

Adeguamento

- La struttura dopo l'adeguamento si verifica come se fosse una nuova struttura
 - Valori di calcolo della resistenza, ecc., per tutti gli elementi nuovi o rinforzati
 - E per quelli su cui non si interviene? Probabilmente valori medi con fattori di confidenza

Nota:

- È molto difficile che gli elementi preesistenti soddisfino ovunque una verifica in termini di sollecitazioni
- Può essere indispensabile una analisi non lineare per dimostrare che sono comunque accettabili

Miglioramento

- L'intervento fatto deve rimuovere o ridurre chiaramente i difetti evidenziati dall'analisi
 - Evitare rotture fragili
 - Evitare concentrazioni di sollecitazioni che portano a plasticizzazione precoce
 - Dare più duttilità a elementi particolarmente carenti

Nota:

- Qualunque intervento porta a ridistribuzione delle sollecitazioni:
è inevitabile che alcuni elementi stiano peggio di prima
- L'importante è che questi limitati peggioramenti non pregiudichino il comportamento complessivo

Interventi: agevolazioni fiscali

- Grazie al D.M. 28/2/2017 (Sisma Bonus) gli interventi volti alla riduzione del rischio sismico possono essere effettuati sfruttando cospicue detrazioni fiscali, che possono arrivare fino all'85% della spesa sostenuta
- È il momento giusto per intervenire, ma sempre ricordandosi di rivolgersi a professionisti competenti, che siano in grado di progettare un intervento realmente efficace, e ad imprese che siano in grado di realizzarlo bene