

Corso di aggiornamento professionale

Vulnerabilità Sismica ed Adeguamento di Costruzioni Esistenti in Calcestruzzo Armato

7 maggio – 7 giugno 2013

Aula Magna Seminario Vescovile Via Puccini, 36 - Pistoia



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI PISTOIA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Valutazione e riduzione della vulnerabilità degli elementi strutturali, non strutturali ed impianti.

- La conoscenza del manufatto. Indagini in situ distruttive e non distruttive.
- La valutazione della capacità degli elementi strutturali di calcestruzzo armato.
- Il ruolo del confinamento del calcestruzzo e la verifica della duttilità.
- Esempi applicativi: edificio multipiano di calcestruzzo armato ed edificio prefabbricato.

Rosario Gigliotti

rosario.gigliotti@uniroma1.it



Introduzione

L'edilizia esistente

Tipologia di degrado	Migliaia di alloggi a rischio	% sul totale generale
<i>Degrado per vetustà</i>		
Edilizia storica nelle grandi città	105	2,9
Edilizia storica nel resto del territorio nazionale	430	12,1
Edifici con oltre 40 anni di vita	770	21,5
<i>Totale</i>	1.305	36,5
<i>Degrado per ragioni costruttive</i>		
Boom edilizio di fine anni '60	680	19,0
Edifici abusivi multipiano	1.590	44,5
<i>Totale</i>	2.270	63,5
Totale Generale	3.575	100,0

Fontedati: *Il Laterizio*

Collassi sismici





Collassi sismici



Collassi sismici



Collassi sismici





Collassi sismici





Collassi sismici





Collassi sismici



L'Aquila 2009

© Reluis 2009

www.reluis.it



Danni alle tamponature

Danneggiamento delle tamponature: edificio in calcestruzzo armato di quattro piani
Sono evidenti le tipiche fessurazione diagonali presenti sulle tamponature dei primi due livelli.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame



L'Aquila 2009



L'Aquila 2009



Danneggiamento nodo di estremità

Danneggiamento nodo d'estremità

La fessura diagonale evidenzia una crisi a taglio del nodo di estremità. Lo svergolamento della barra longitudinale manifesta la totale assenza di staffe nel nodo e nei primi 20-30 cm dell'estremità superiore della colonna.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

L'Aquila 2009

Danneggiamento nodo d'estremità



Danneggiamento nodo d'estremità

L'assenza di staffe nel nodo comporta lo svergolamento della barre longitudinali del pilastro, l'espulsione del copriferro causato dall'ancoraggio delle barre longitudinali della trave ortogonale.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

L'Aquila 2009

Danneggiamento pilastro



Danneggiamento pilastro

La crisi dell'estremità superiore della colonna evidenzia in maniera netta la ripresa di getto tra la colonna e la trave. Anche in questo caso si evidenzia l'assenza di staffe nel nodo e nei primi 20-30cm del pilastro.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

L'Aquila 2009

Danneggiamento pilastro



Danneggiamento pilastro

Particolare di sovrapposizione delle armature longitudinali del pilastro. L'armatura è costituita da barre lisce con ganci ad uncino di estremità; si registra l'assenza di staffe nei primi 30-40 cm del pilastro.

Foto di *P. Ricci e G.M. Verderame*

L'Aquila 2009

© Reluis 2009

www.reluis.it



Danneggiamento pilastro

Danneggiamento pilastro

Crisi a taglio dell'estremità superiore del pilastro. Si registra svergolamento delle barre longitudinali e la modesta quantità di staffe.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

L'Aquila 2009



Danneggiamento pilastro

Danneggiamento pilastro

Crisi diagonale della estremità superiore della colonna che interessa parte del nodo trave-colonna. Si evidenzia lo svergolamento delle due barre longitudinali del pilastro e l'assenza di staffe nei primi 20 cm della colonna.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

L'Aquila 2009

Danneggiamento scala



© Reluis 2009

www.reluis.it

Danneggiamento scala

Si registra una ampia fessura tra il pianerottolo e l'ultimo gradino. La tipologia della scala è palesemente con gradini a sbalzo mentre il pianerottolo è vincolato alle due travi a ginocchio.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

L'Aquila 2009



L'Aquila 2009





Pettino (AQ) 2009





L'Aquila 2009

Hotel Duca degli Abruzzi



L'Aquila

- Casa dello Studente



Casa dello Studente (AQ)

Immagine della porzione dell'edificio crollata. Il meccanismo di crisi ha coinvolto tutti piani; è evidente la notevole rotazione plastica subita dalle travi di ciascun impalcato.

Foto di I. Iervolino

Pettino (AQ)



© Reluis 2009

www.reluis.it

Edificio in c.a. di
3 piani
Collasso di
piano

Edificio in c.a. di tre piani caratterizzato da un meccanismo di piano soffice. Pettino (AQ)

Il piano terra a differenza dei restanti piani è caratterizzato da ampie aperture (ingresso edificio e garage); la richiesta di spostamento si è concentrata al piano terra.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

Pettino (AQ)



© Reluis 2009

www.reluis.it

Edificio in c.a. di
3 piani
Collasso di
piano

Edificio in c.a. di tre piani caratterizzato da un meccanismo di piano soffice. Pettino (AQ)

Particolare del danneggiamento subito dalle colonne del primo livello. La prima e la terza colonna sono completamente “staccate” dalla struttura, la colonna centrale rimasta nella sua posizione originale sembra aver subito un cedimento di fondazione.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

Pettino (AQ)



Edificio in c.a. di
3 piani

Meccanismo di
piano soffice

Edificio in c.a. di quattro piani caratterizzato da un meccanismo di piano. Pettino (AQ)

Analogamente all'edificio precedente il piano terra a differenza dei restanti piani è caratterizzato da ampie aperture (ingresso edificio e garage); la richiesta di spostamento si è concentrata al piano terra.

Foto di P. Ricci e G.M. Verderame

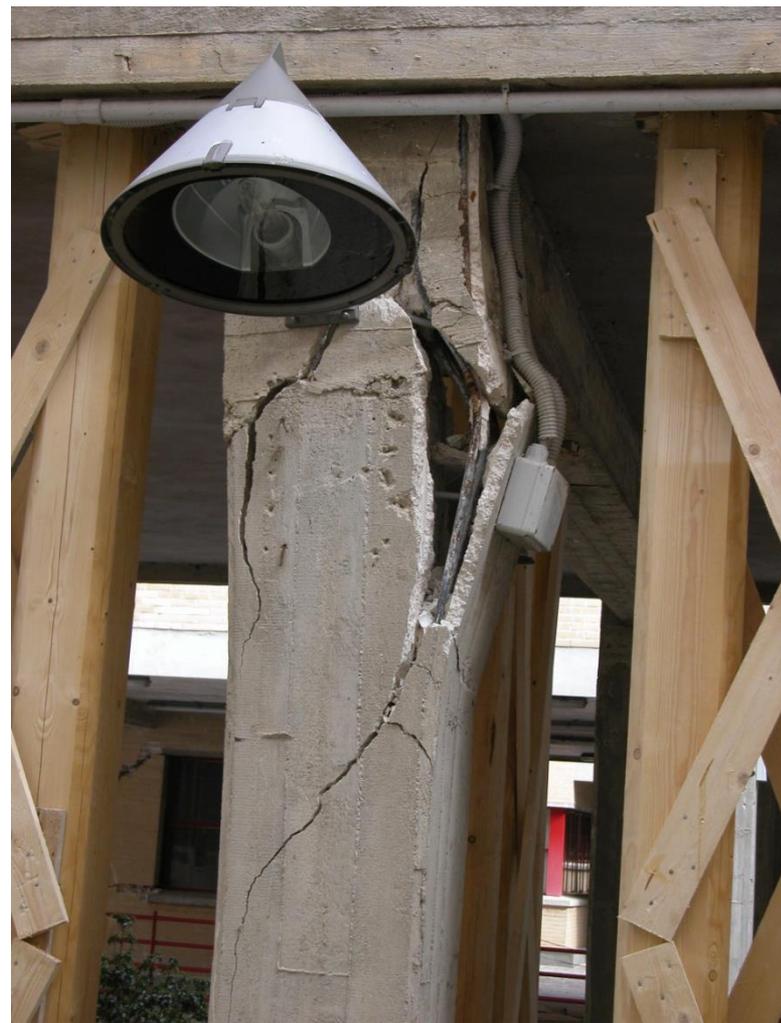
L'Aquila

- Ospedale San Salvatore



L'Aquila

Ospedale San Salvatore



L'Aquila 2009



L'Aquila 2009



L'Aquila (San Gregorio)



L'Aquila (San Gregorio)



Meccanismo fragile di piano causato dalla rottura a taglio dei pilastri del primo livello.

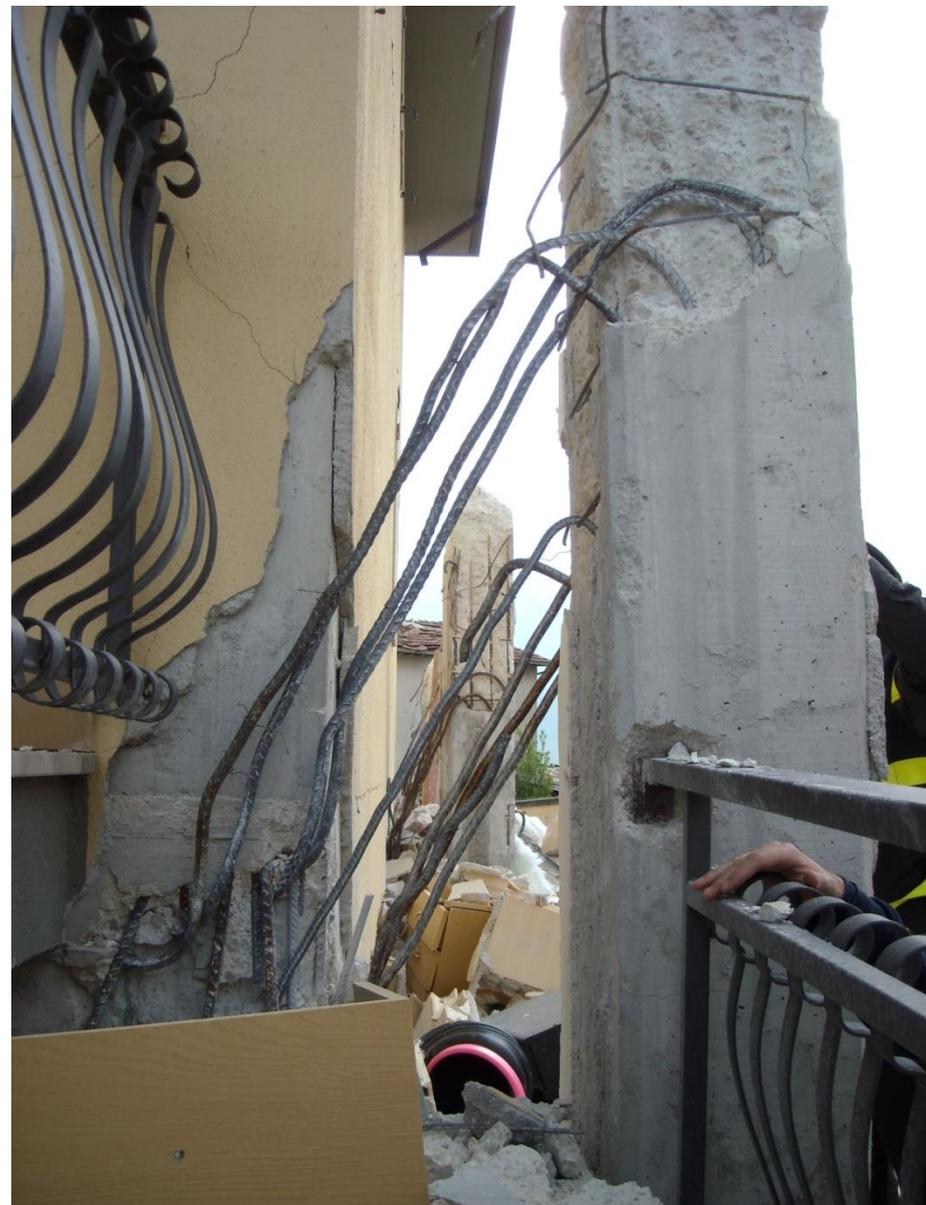
L'Aquila (San Gregorio)



L'Aquila (San Gregorio)

Armature longitudinali: barre ad aderenza migliorata

Staffe: barre lisce di piccolo diametro (passo elevato)





L'Aquila (San Gregorio)



L'Aquila (San Gregorio)



Patologie strutturali

- I danni osservati sono conseguenza di una tradizione progettuale e costruttiva che non teneva conto della peculiarità dell'azione sismica:
 - Intensità sismica spesso maggiore di quella di progetto
 - Variabilità in direzione e verso
 - Carattere dinamico della risposta sismica
- Le principali patologie strutturali sono dovute a:
 - Errata concezione strutturale
 - Errata concezione o esecuzione dei dettagli costruttivi

Errata concezione strutturale

- Assenza di telai in una delle due direzioni principali
- Diversa rigidezza tra corpi scala-ascensore e telai
 - conseguente concentrazione del danneggiamento degli elementi più rigidi
- Assorbimento dell'azione sismica da parte di pochi elementi molto rigidi che trasmettono elevate sollecitazioni in fondazione
- Effetti torsionali dovuti ad irregolarità meccaniche e geometriche in pianta
 - ad es., presenza di elementi rigidi (corpi scala, pareti) eccentrici rispetto al baricentro delle masse

Errata concezione strutturale

- Variazione di rigidezza e resistenza in elevazione
 - concentrazione di danni in corrispondenza dei piani meno rigidi e/o resistenti
- Giunti tecnici di insufficiente ampiezza
 - martellamento tra strutture adiacenti
- Presenza di pannelli esterni
 - la cui caduta può provocare danni
- Presenza di tamponature all'interno di campi di telaio
 - l'interazione potrebbe essere dannosa

Errata concezione o esecuzione dei dettagli costruttivi

- Interasse eccessivo tra le staffe, che comporta:
 - scarso confinamento del nucleo di cls
 - scarso contenimento dei ferri longitudinali
 - scarsa resistenza a taglio con rottura fragile
- Ancoraggio insufficiente delle staffe
- Inadeguata armatura trasversale nel nodo
- Rotture a taglio nelle travi
 - i tradizionali ferri piegati assorbono lo sforzo di taglio in un solo verso
- Travi a spessore non ben concepite
 - non consentono un'adeguata trasmissione degli sforzi nei pilastri