

edilportale[®]

TOUR 2017

Ristrutturazione, riqualificazione energetica, comfort abitativo, adeguamento antisismico, BIM



Roofingreen



Ancona, 29 marzo 2017

Riduzione del rischio sismico: strumenti per un approccio sostenibile

Prof. Ing. Andrea Dall'Asta

Università di Camerino
Scuola di Architettura e Design
andrea.dallasta@unicam.it

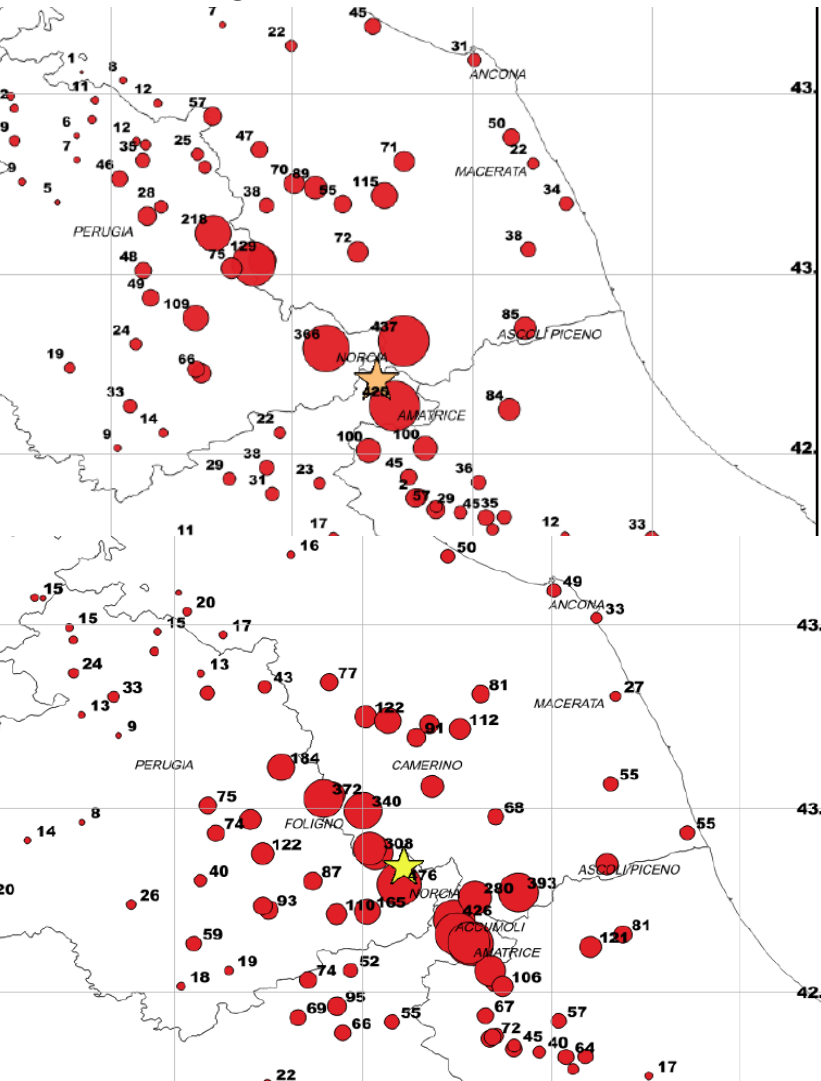


S A A D

Scuola di Ateneo
Architettura e Design
Università di Camerino

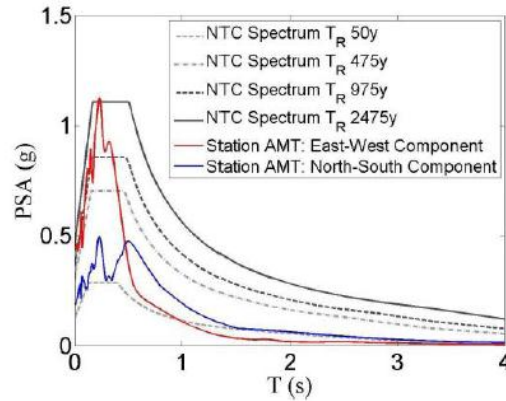
Evento

PGA – 24 agosto / 30 ottobre

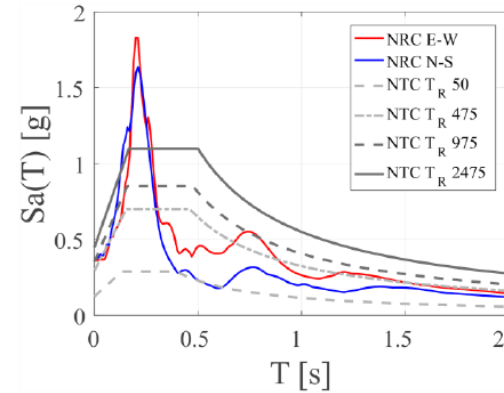


Spettri pseudo-accelerazione – 24 agosto

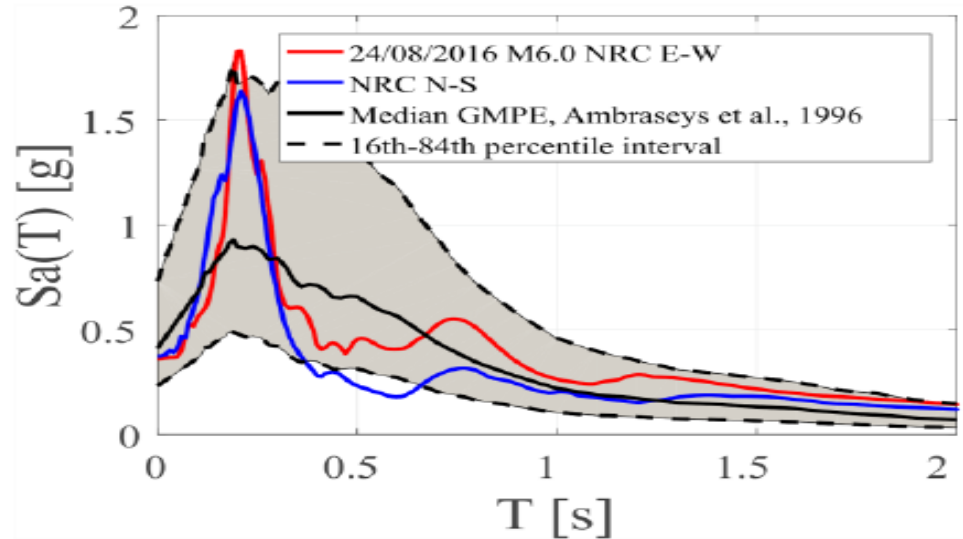
Amatrice (8.9km)



Norcia (13km)



Variabilità accelerogrammi



Preliminary study of Rieti earthquake ground motion – Iervolino et al.

Sopralluoghi

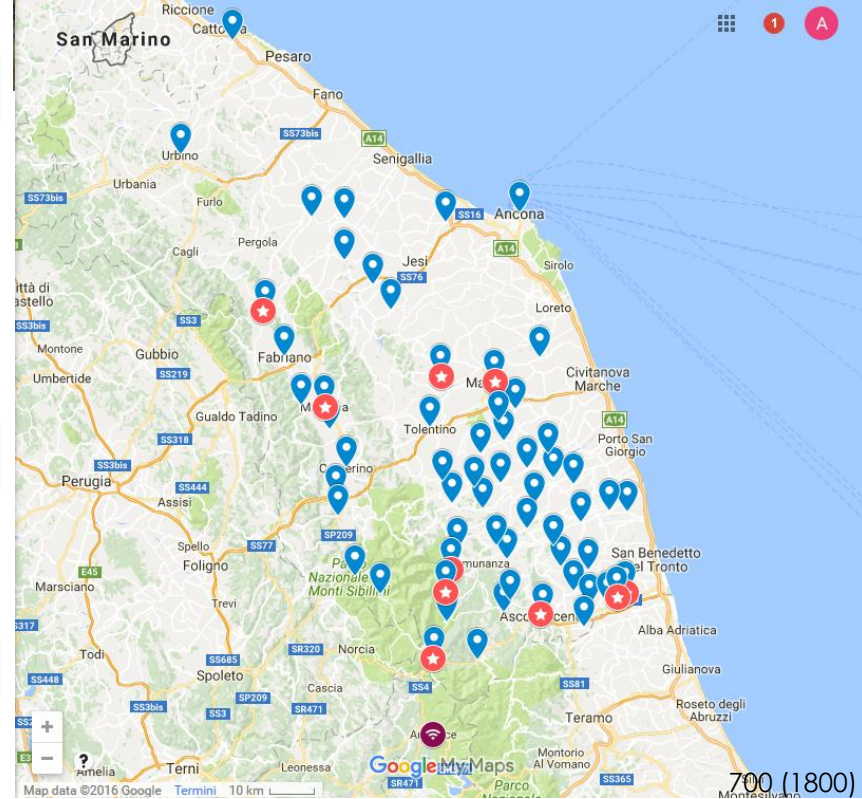
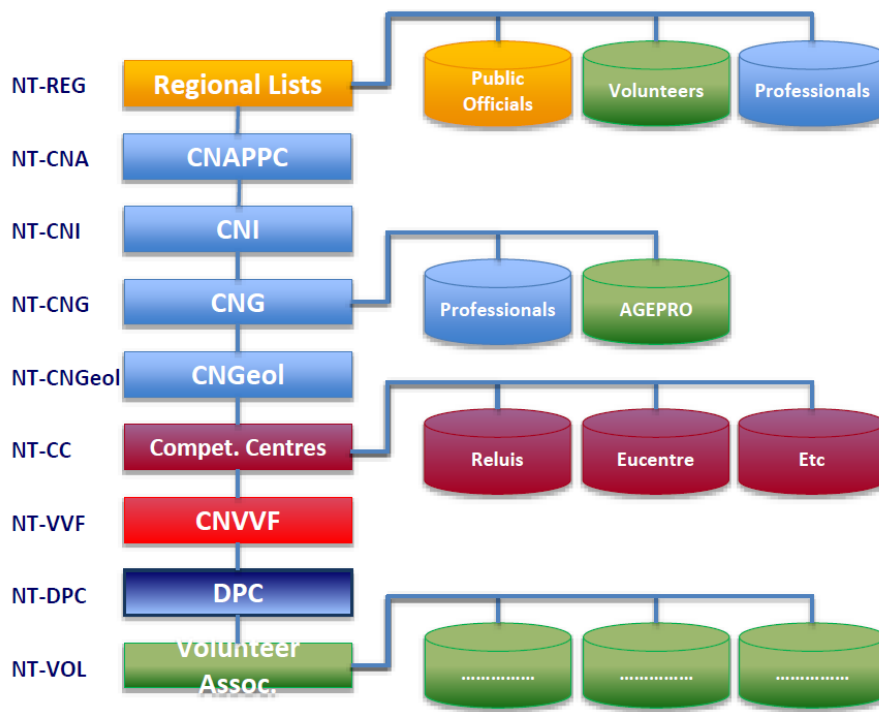
Scuole (DPC-Reluis)

Edifici pubblici (DPC-Reluis)

Chiese (Reluis-Mibact)



National technical Team (NTN)



Qualità muratura



Camerino - Santa Maria in Via

Qualità muratura



Pre 26.10.2016



Post 30.10.2016

Camerino - Santa Maria in Via

Andrea Dall'Asta

Rischio sismico: strumenti per un approccio sostenibile

29-03-2017

Qualità muratura



Pre 26.10.2016

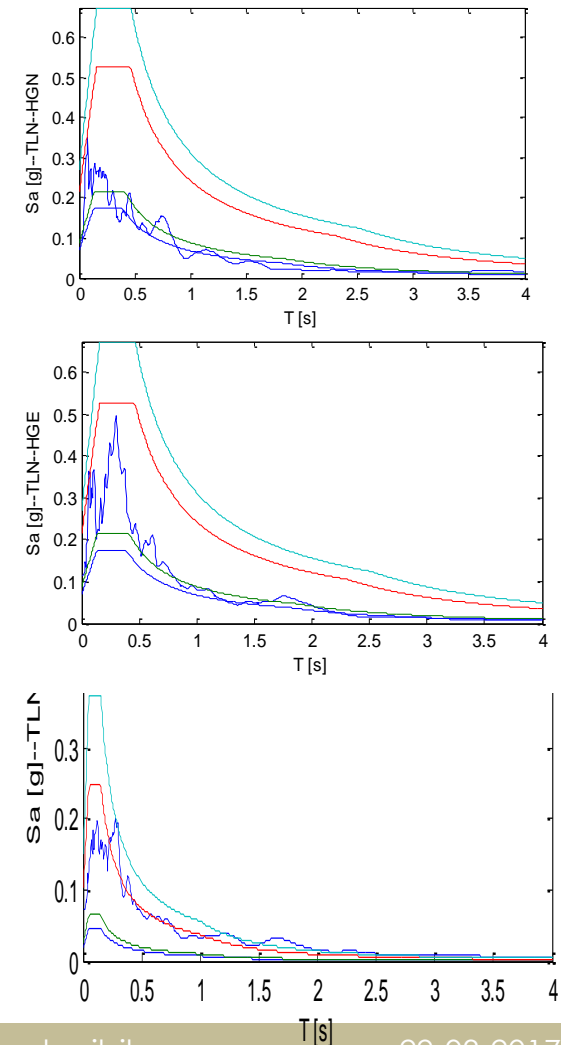
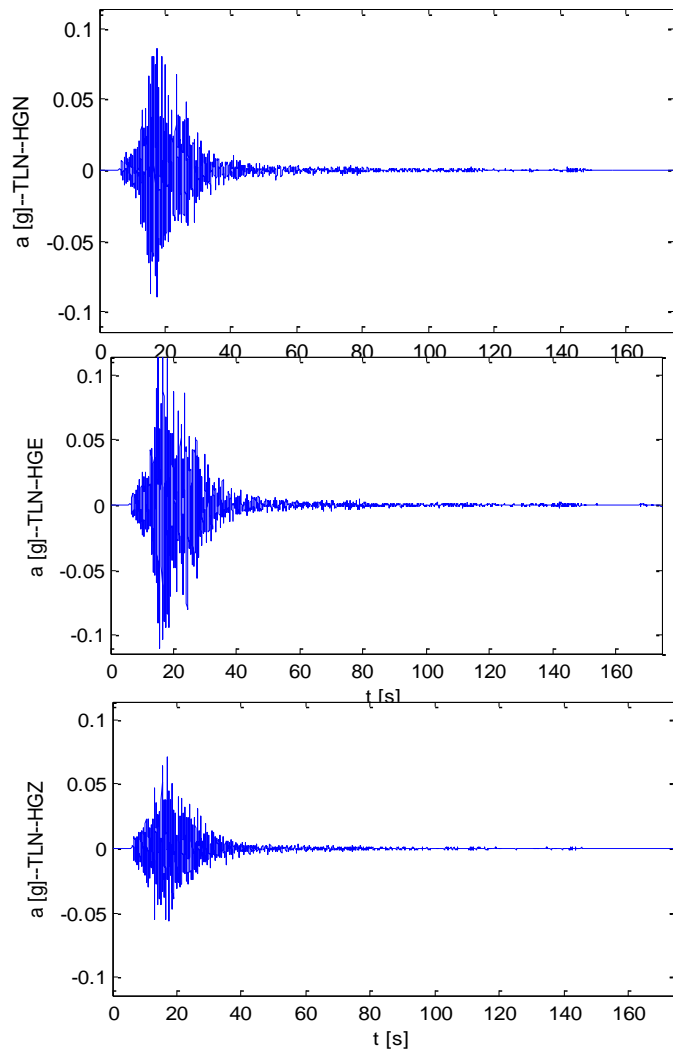


Post 30.10.2016

Camerino - Santa Maria in Via

Azioni verticali

Evento: NORCIA (30.10.16)

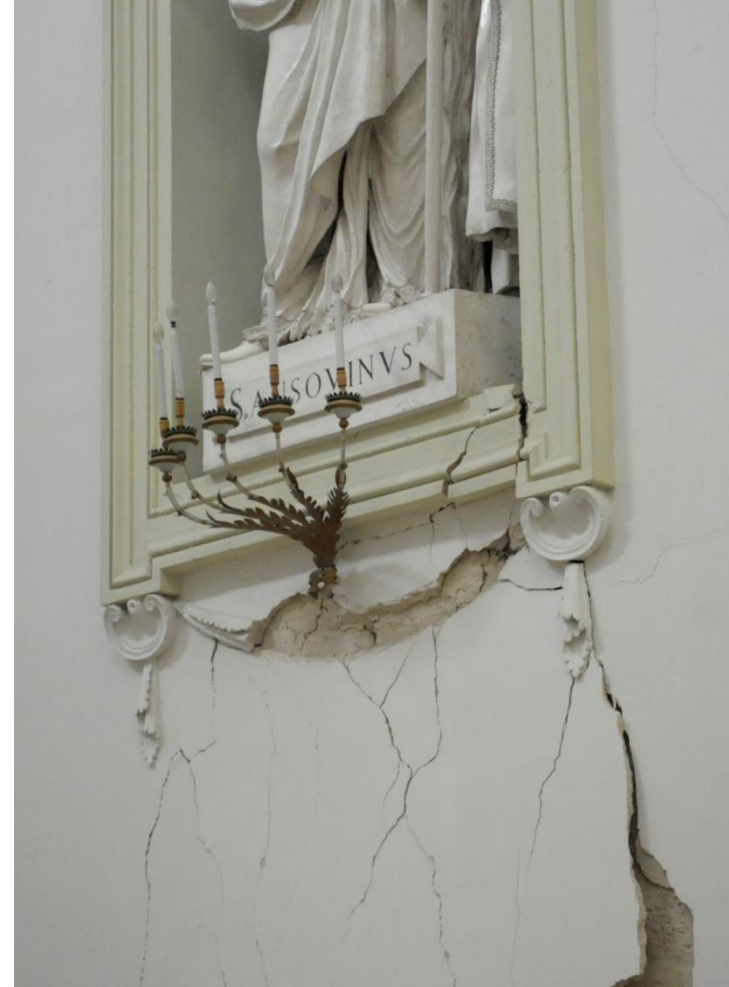
Stazione TOLENTINO, Terreno B, $\Delta = 43.53$ km

Azioni verticali



Camerino – Cattedrale SS Annunziata

Azioni verticali



Camerino – Cattedrale SS Annunziata

Post 30.10.2016

Azioni verticali



Camerino – Cattedrale SS Annunziata

Post 30.10.2016

Azioni verticali



Camerino – Cattedrale SS Annunziata

Post 30.10.2016

Azioni verticali



Camerino – Madonna delle carceri

Azioni verticali



Pre 26.10.2016



Post 30.10.2016

Camerino – Madonna delle carceri

Azioni verticali



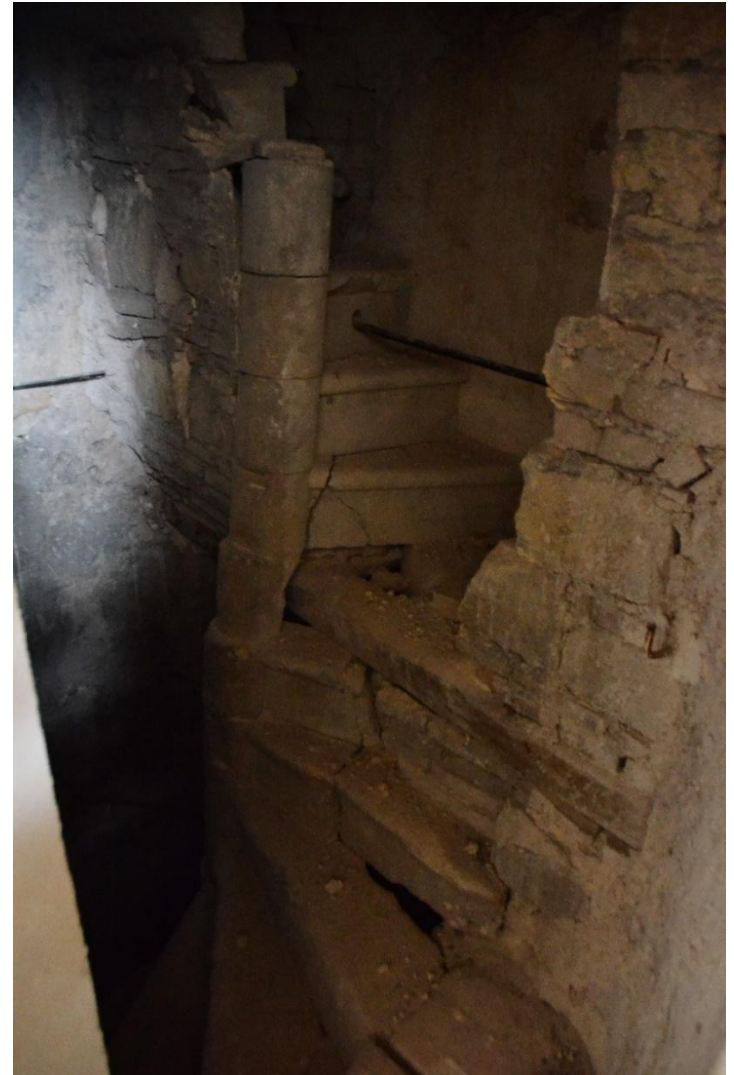
Pre 26.10.2016

Camerino – Madonna delle carceri



Post 30.10.2016

Azioni verticali



Azioni verticali



Post 30.10.2016

Azioni verticali



Pre 26.10.2016

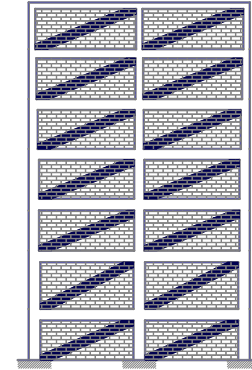


Post 30.10.2016

Vulnerabilità indotte dagli elementi non strutturali

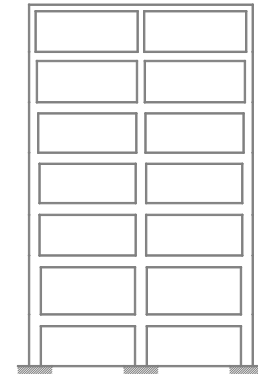
FASE 1 – Edificio integro

Ripartizione azioni tra struttura ed elementi non strutturali



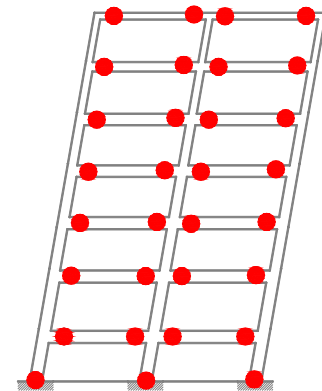
FASE 2 - Danneggiamento elementi non strutturali

Danneggiamento progressivo degli elementi strutturali.
Pericolo di irregolarità di rigidezza in pianta e in elevazione
(piano soffice)



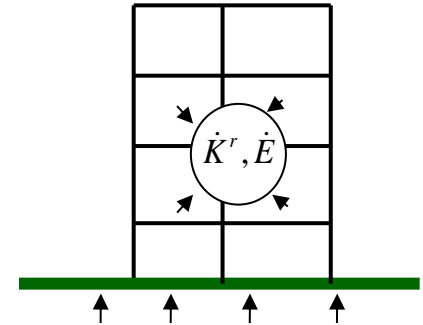
FASE 3 – Danneggiamento elementi strutturali

Duttività legata alla gerarchia delle resistenze

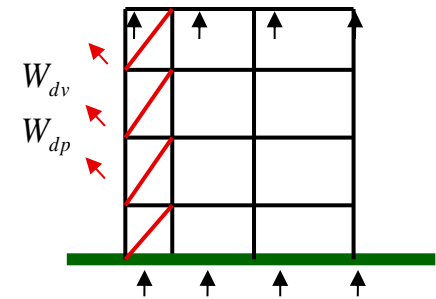


Strategie di progettazione

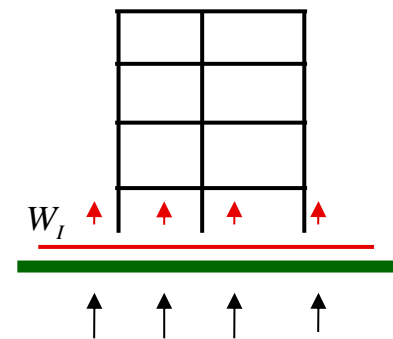
- Dissipazione interna (danneggiamento struttura)



- Dissipazione esterna (diss. isteretica/viscosa)



- Riduzione dell'energia in ingresso (isolamento sismico)



Edifici c.a.

Amatrice
Residenze



Edifici c.a.

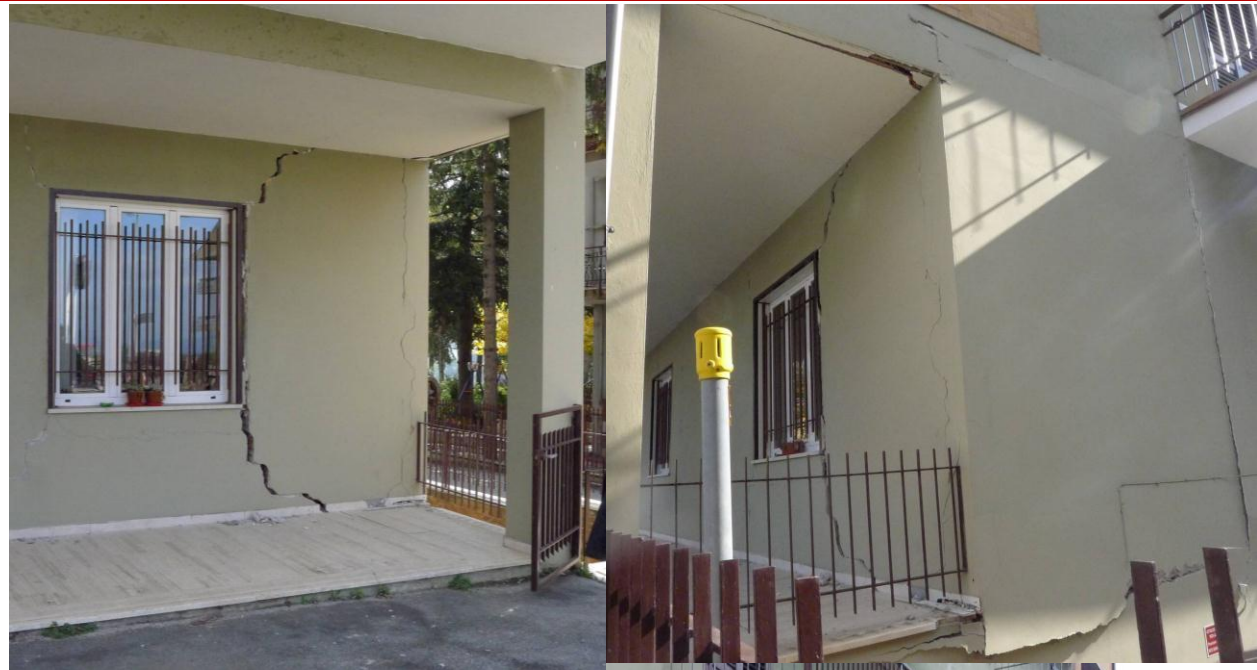
Amatrice
Residenze



Edifici c.a.

Camerino
Collegi e PCMarche

Evento 26 ottobre

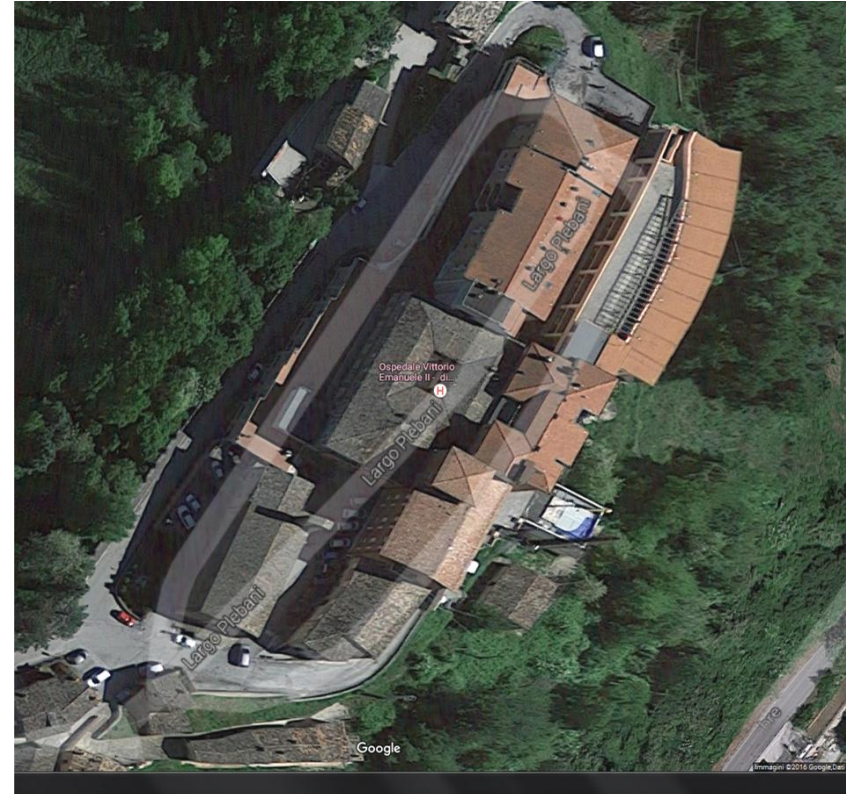


Evento 30 ottobre



Edifici c.a.

Amandola
Ospedale



Edifici c.a.

Amandola
Ospedale



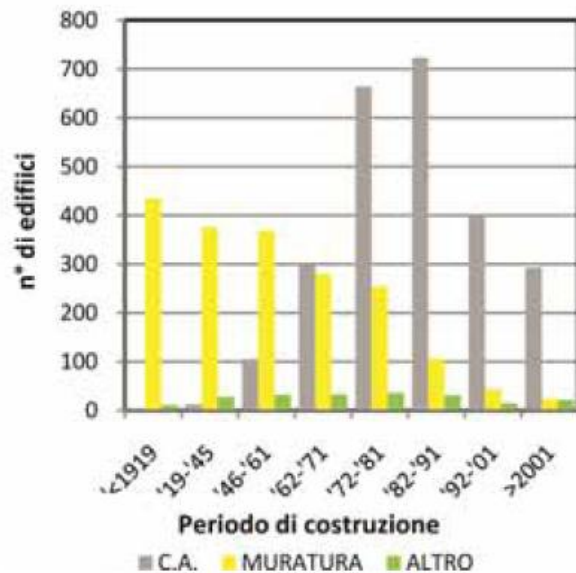
Edifici c.a.

Amatrice
Residenze

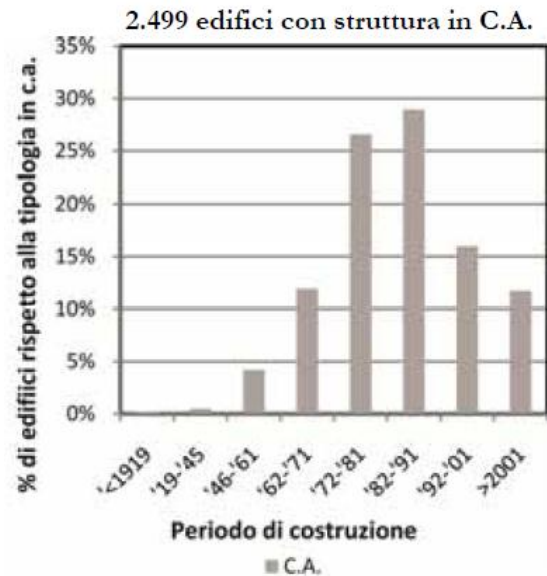


Edifici danneggiati L'Aquila

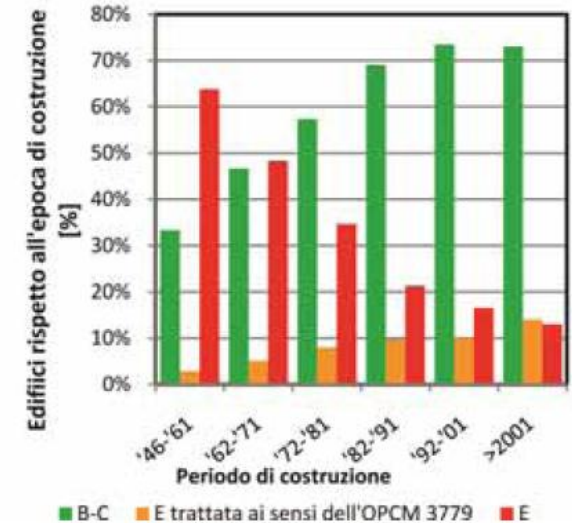
8-B Esito di agibilità		
A	Edificio AGIBILE (*)	○
B	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE (in tutto o in parte) ma AGIBILE con provvedimenti di P.I. (1)	○
C	Edificio PARZIALMENTE INAGIBILE (2)	○
D	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE da rivedere con approfondimento (3)	○
E	Edificio INAGIBILE (4)	○
F	Edificio INAGIBILE per rischio esterno (5)	□



Edifici danneggiati (esito B-C-E)



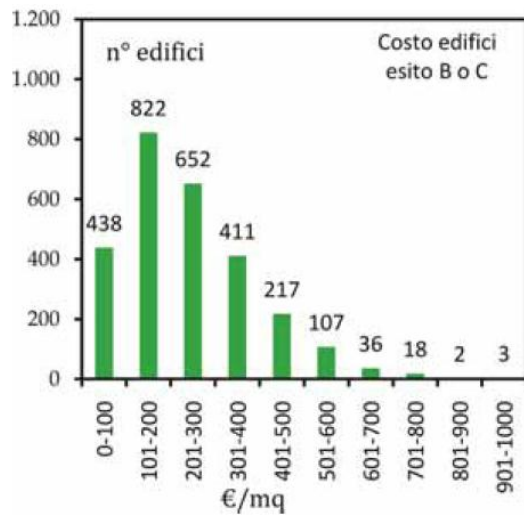
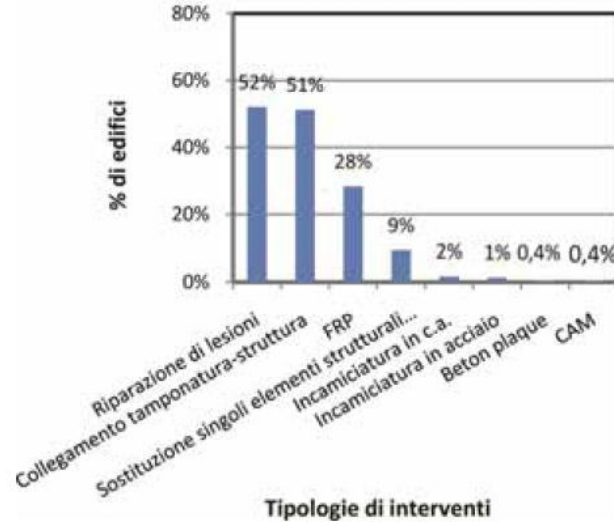
Distribuzione per periodo di costruzione



Livello danno per periodo di costruzione

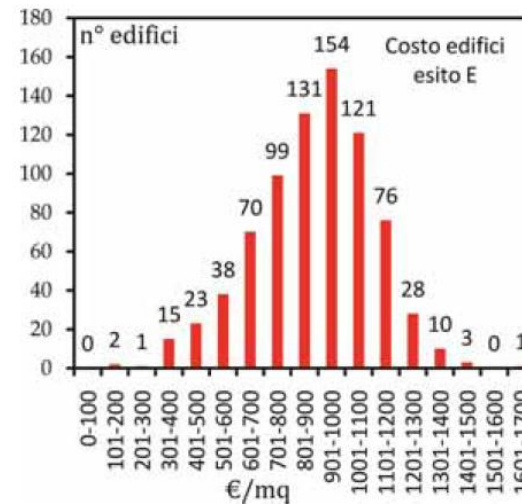
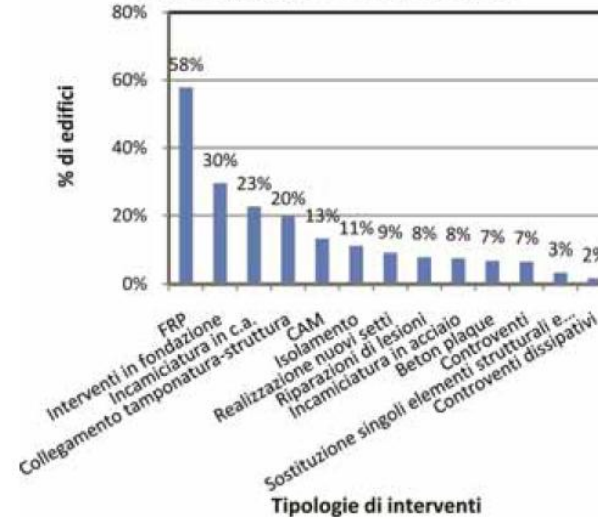
Interventi su B-C

Esito di agibilità B-C - 1218 edifici in c.a.



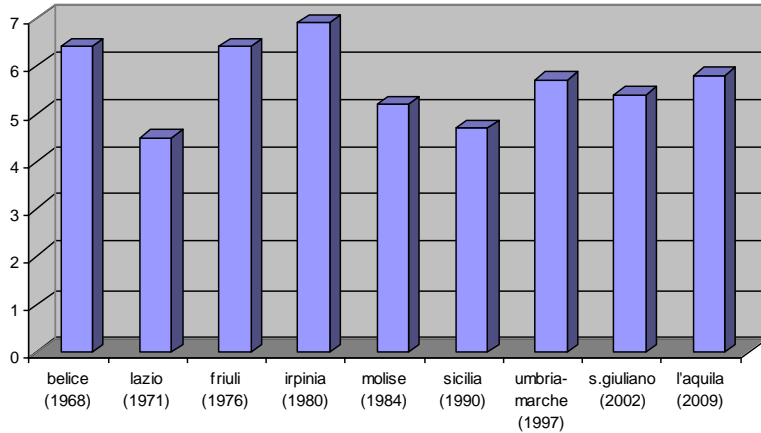
Interventi su E

Esito di agibilità E - 654 edifici in c.a.

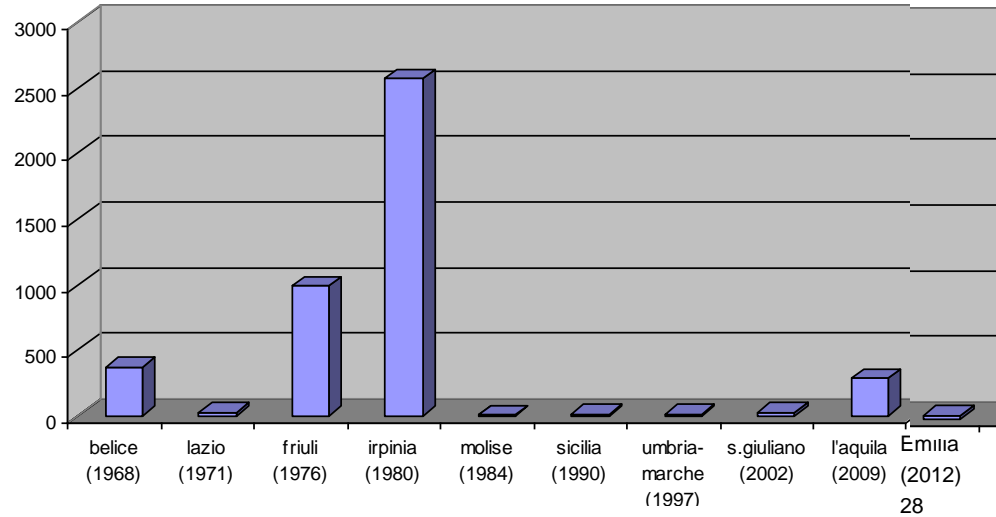


Rischio sismico in Italia

Intensity



Fatalities

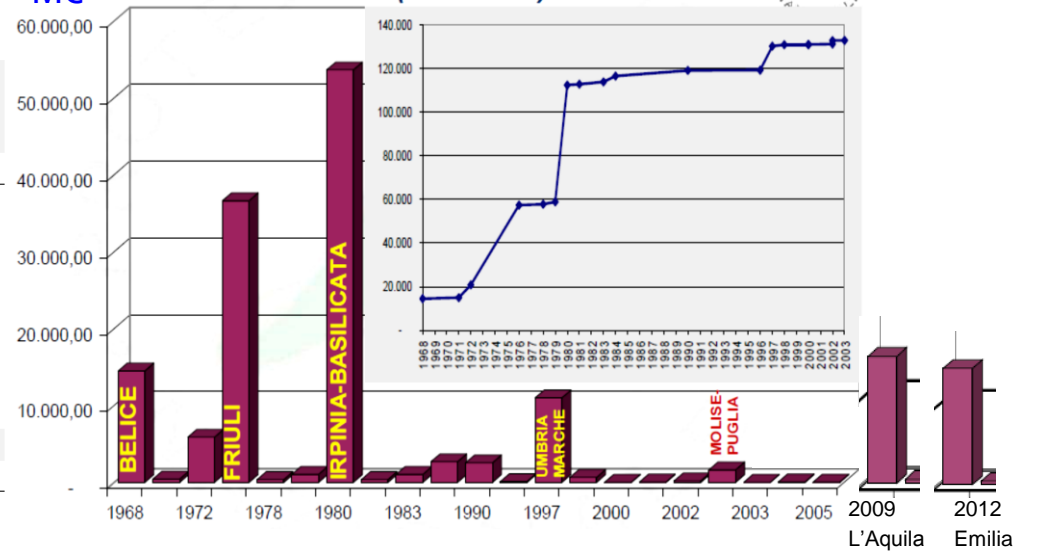


28

Costo medio 2.5-3.0 G€/y

Evento	Anno	Periodo attivazione interventi	Importo attualizzato 2014 (milioni di euro)
Valle del Belice(*)	1968	1968-2028	9.179
Friuli V. G. (*)	1976	1976-2006	18.540
Irpinia	1980	1980-2023	52.026
Marche Umbria (*)	1997	1997-2024	13.463
Puglia Molise (*)	2002	2002-2023	1.400
Abruzzo (**)	2009	2009-2029	13.700
Emilia (**)	2012	2012-	13.300
Totale			121.608

M€



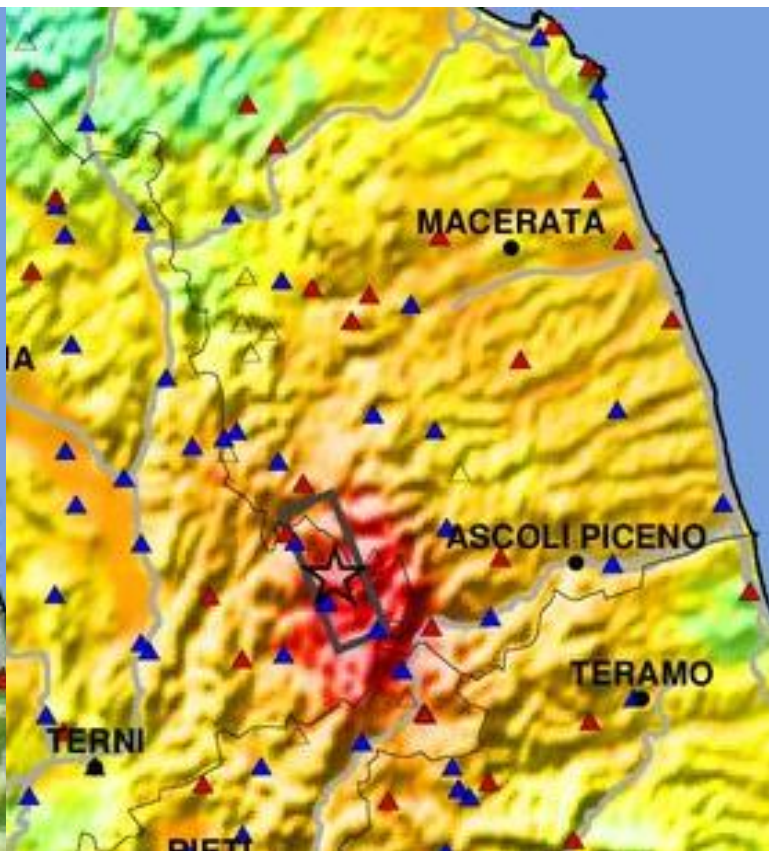
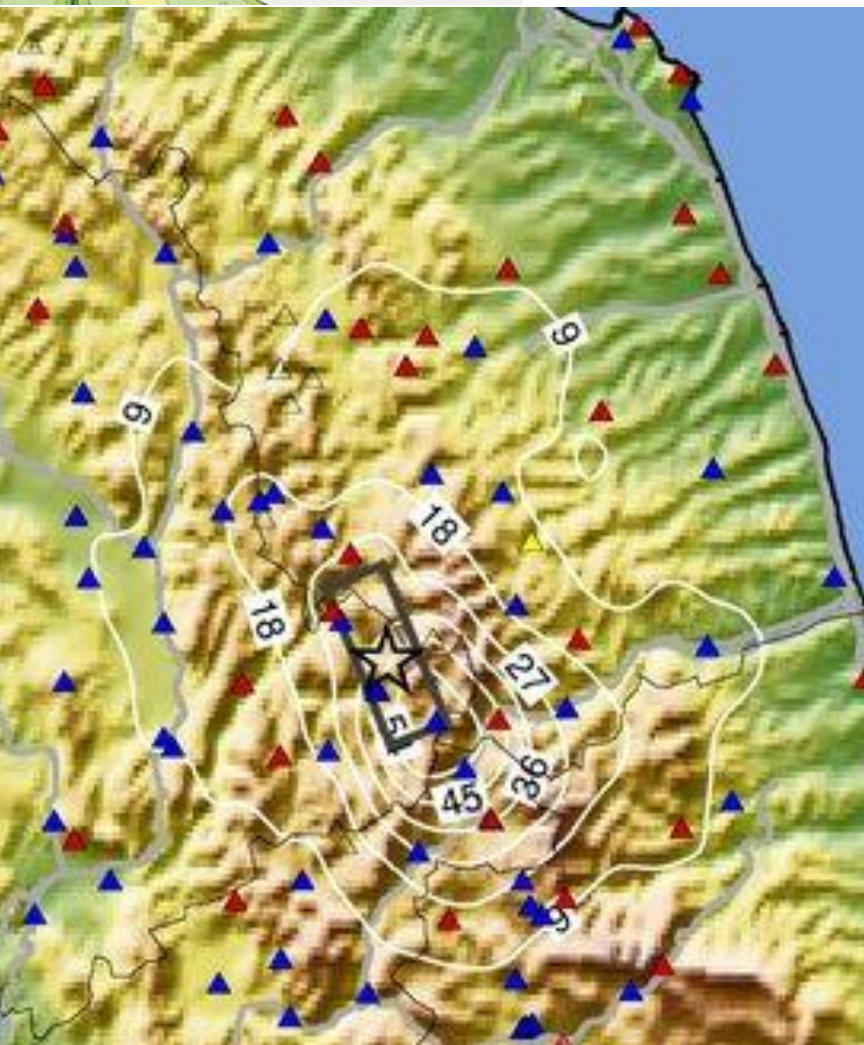
15000M€ 13000M€



Impatto economico complessivo

Sicurezza – $pga > 0.5g$

Danneggiamento – $pga > 0.05g$



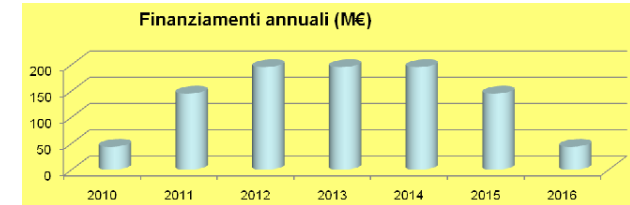
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC. (%g)	<0.06	0.2	0.8	2.0	4.8	12	29	70	>171
PEAK VEL. (cm/s)	<0.02	0.08	0.3	0.9	2.4	6.4	17	45	>120
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Faenza and Michalini, 2010, 2011

Prevenzione

- L 77/2009 :Piano naz. Prevenzione rischio sismico (interventi 90%, microzonazione 10%)
- Scuole: 9 milioni di persone
- Piano edilizia scolastica (400 M€, 10 M€ Marche)

Investimento 0.965G€ in 7 anni
< 1% del fabbisogno (150-300 G€)



(perdite medie 2.5-3.0 G€/y)

Efficacia prevenzione ->

Definizione priorità ->

Strumenti per la valutazione del rischio ->

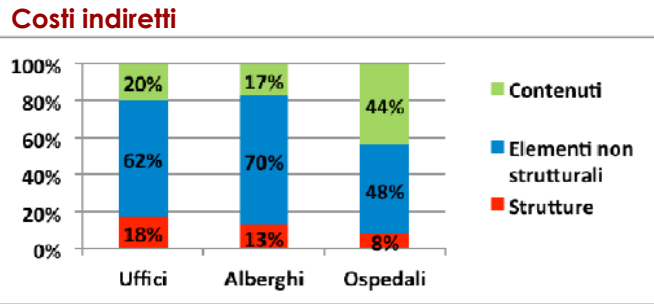
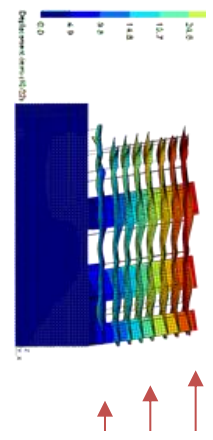
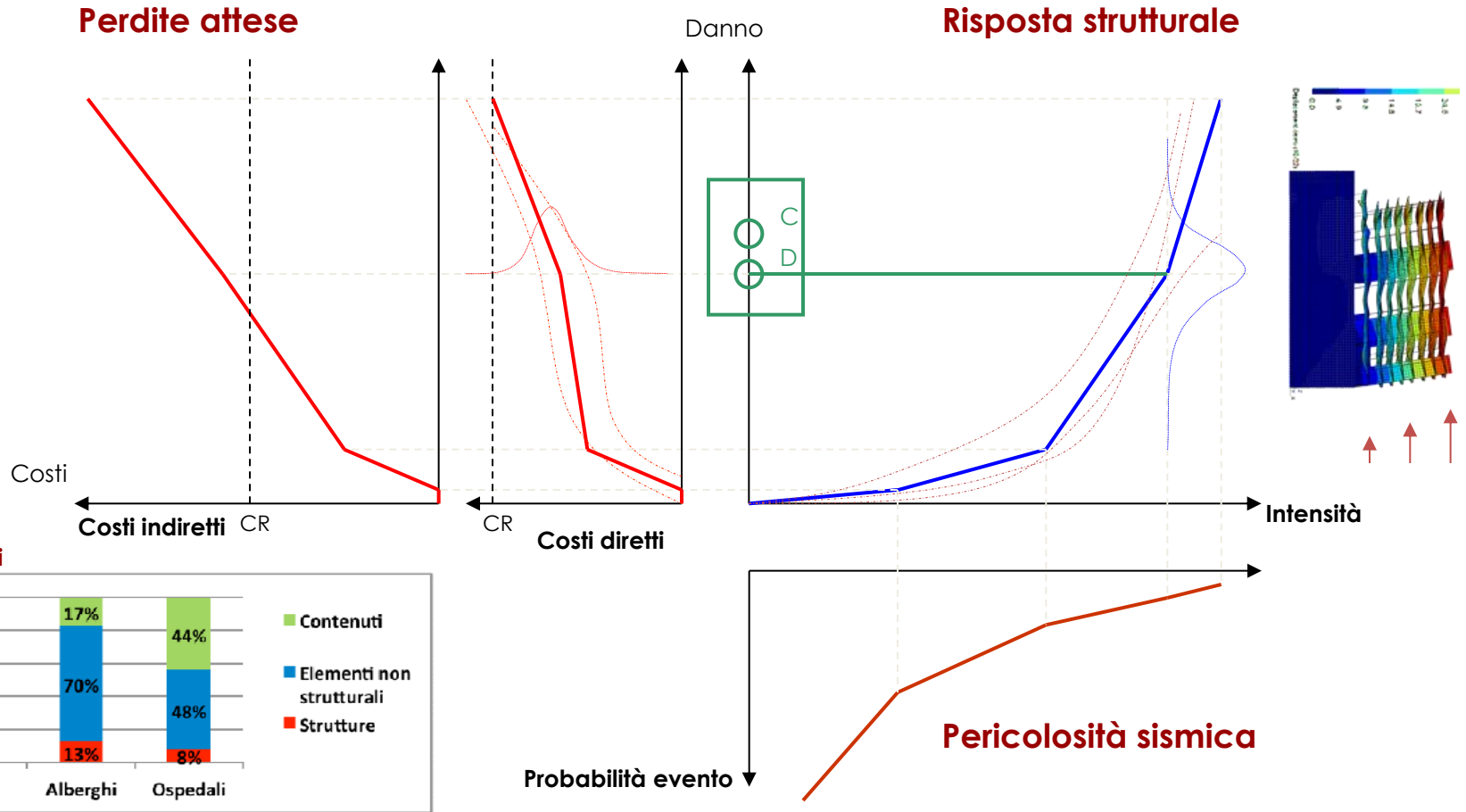
Istruzioni CNR 2013 (DT212/2013)

Istruzioni per la valutazione affidabilistica della sicurezza sismica degli edifici esistenti

Linee Guida Min. Infrastrutture (Proposta 2015->DM58/17)

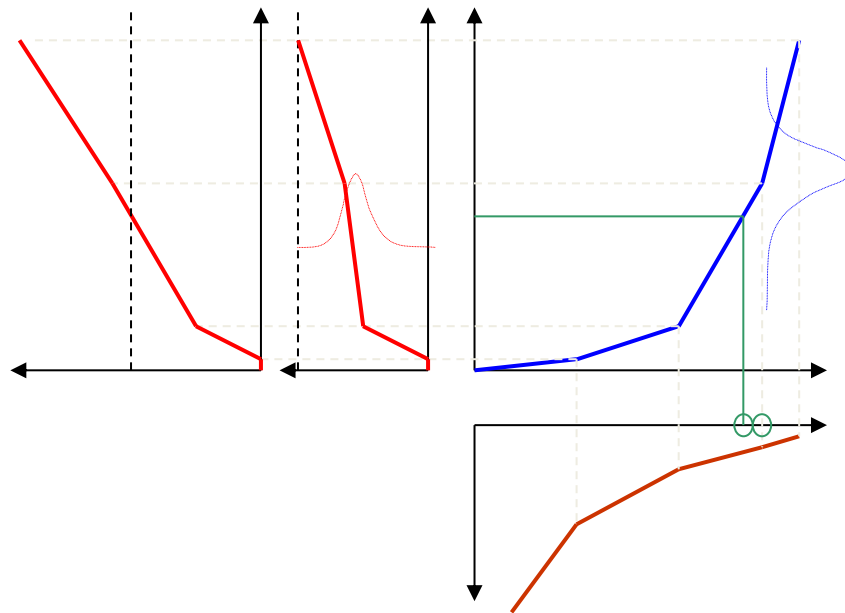
Classificazione della vulnerabilità degli edifici ai fini della valutazione del rischio sismico

Valutazione del rischio

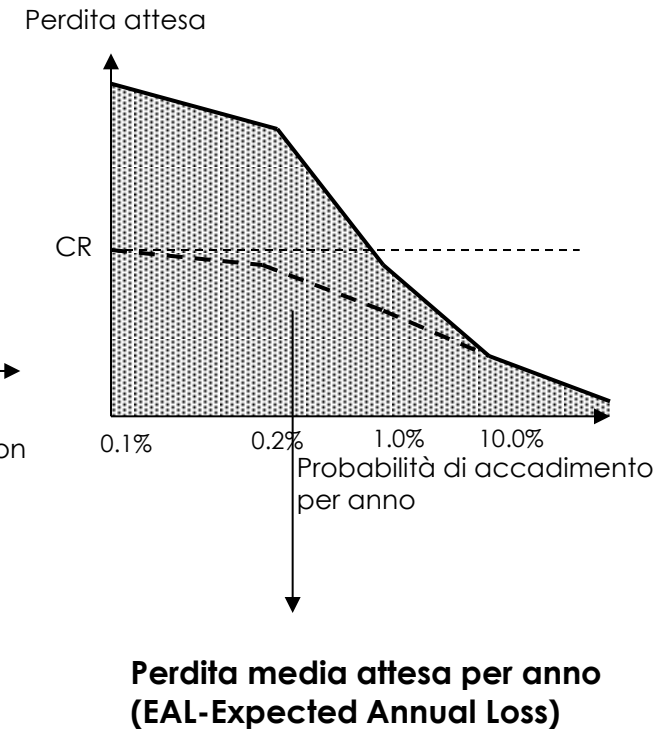


Contenuti
 Locazione spazi temporanei
 Interruzione produzione/operatività
 ...

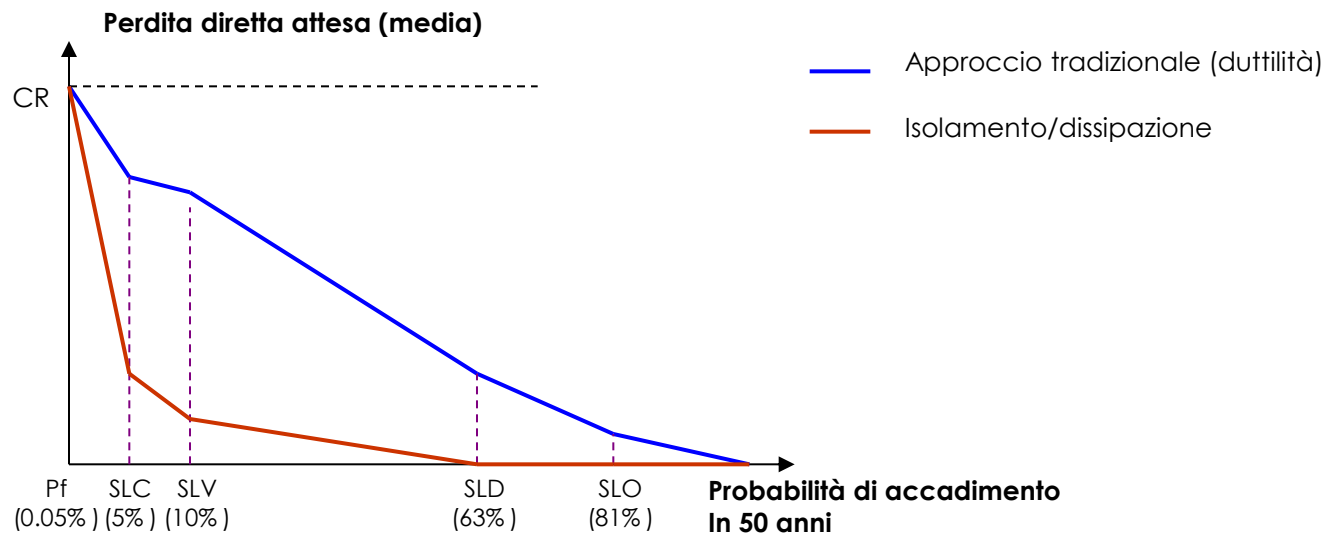
Valutazione del rischio



Metodi di
combinazione con
diverso livello di
difficoltà

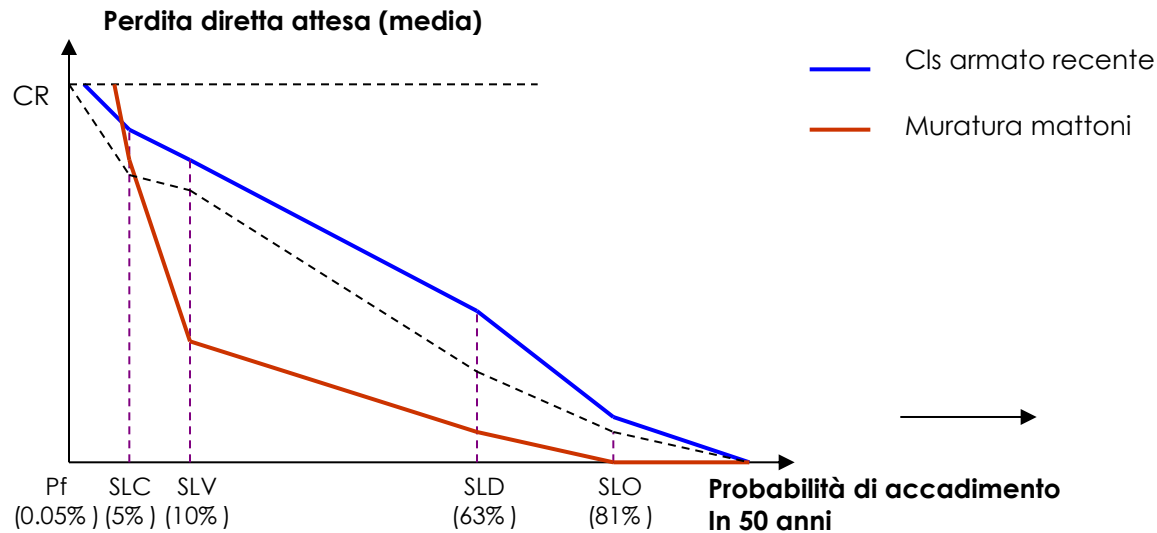


Nuove costruzioni



Le nuove costruzioni garantiscono la stessa sicurezza (probabilità di collasso per anno) ma possono produrre perdite attese molto diverse

Costruzioni esistenti



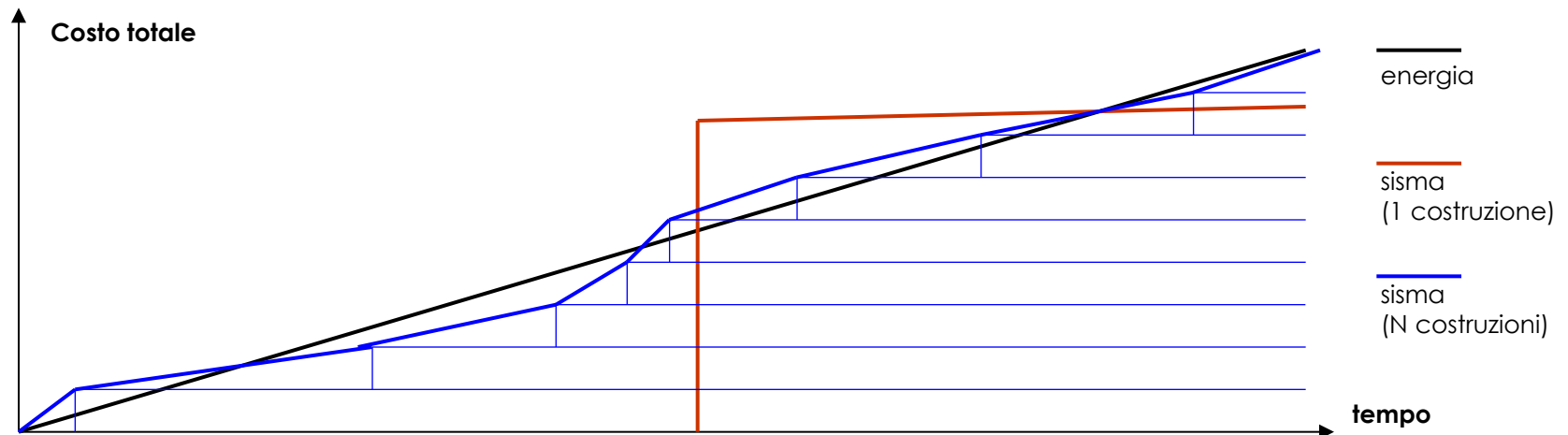
Le nuove costruzioni non presentano lo stesso livello di sicurezza (probabilità di collasso per anno) ma non c'è proporzionalità tra livello di sicurezza e perdite attese

Classificazione

CLASSE ENERGETICA	Indicatore energetico $EAL_E(\%)$	CLASSE DI RISCHIO SISMICO	Indicatore sismico $EAL_S(\%)$
A+	$<0,50$	A+	$<0,50$
A	$0,50 < <0,75$	A	$0,50 < <0,75$
B	$0,75 < <1,50$	B	$0,75 < <1,50$
C	$1,50 < <2,50$	C	$1,50 < <2,50$
D	$2,50 < <3,50$	D	$2,50 < <3,50$
E	$3,50 < <4,50$	E	$3,50 < <4,50$
F	$4,50 < <7,50$	F	$4,50 < <7,50$
G	$7,50 <$	G	$7,50 <$

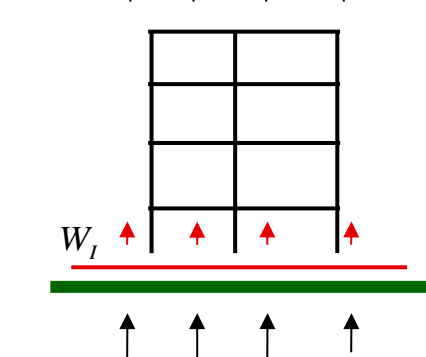
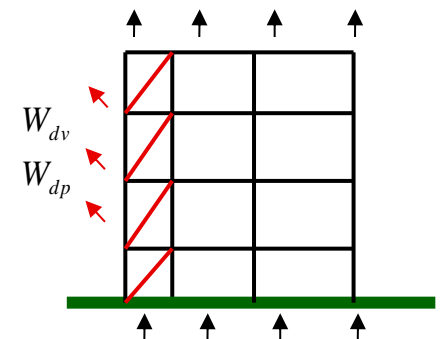
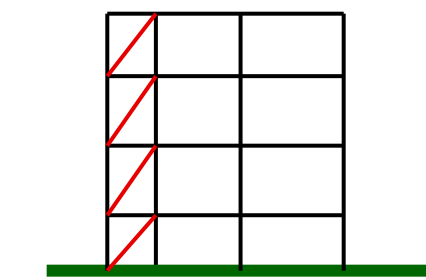
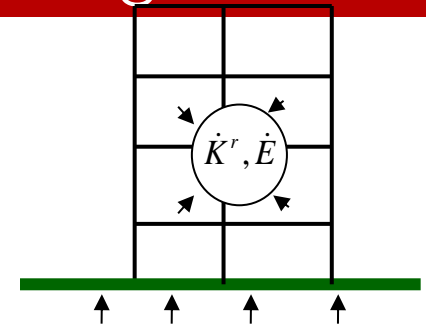
← Edificio c.a. tradizionale NTC 2008

Figura 32.- Classificazioni energetica e sismica degli edifici residenziali, espresse in termini di EAL_E e EAL_S .

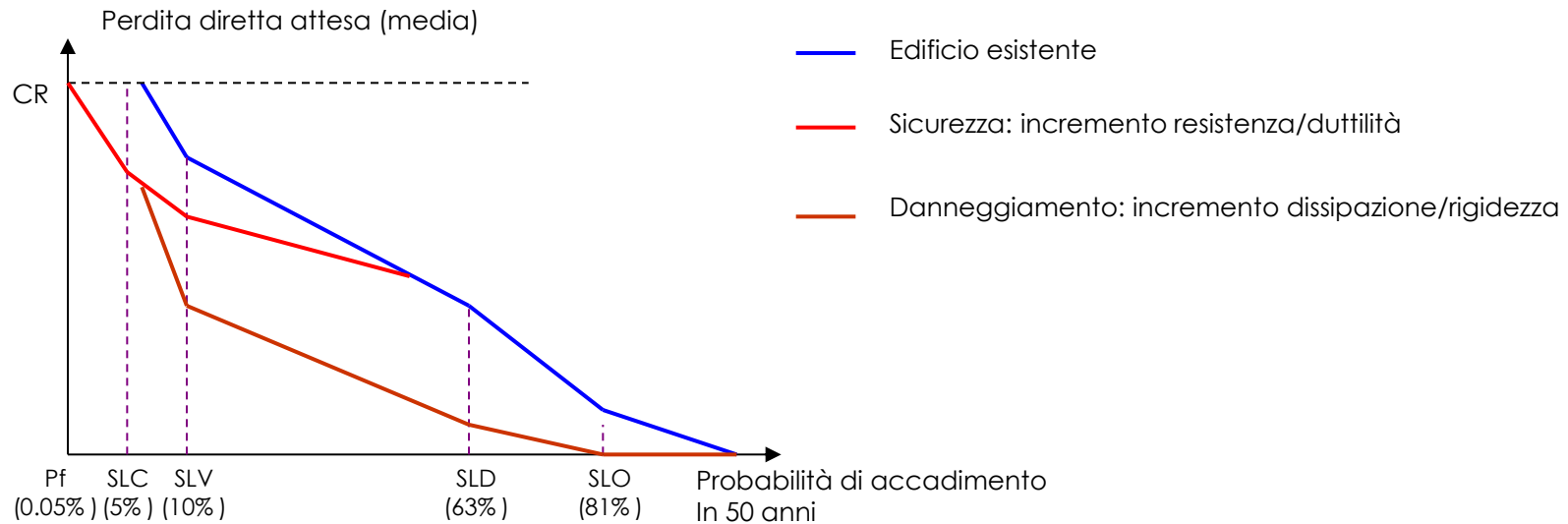


Strategie di miglioramento/adequamento

- Incremento prestazioni degli elementi strutturali esistenti
- Inserimento di nuove strutture resistenti
- Inserimento di nuove strutture resistenti e dissipative (diss. isteretica/viscosa)
- Riduzione dell'energia in ingresso (isolamento sismico)



Costruzioni esistenti

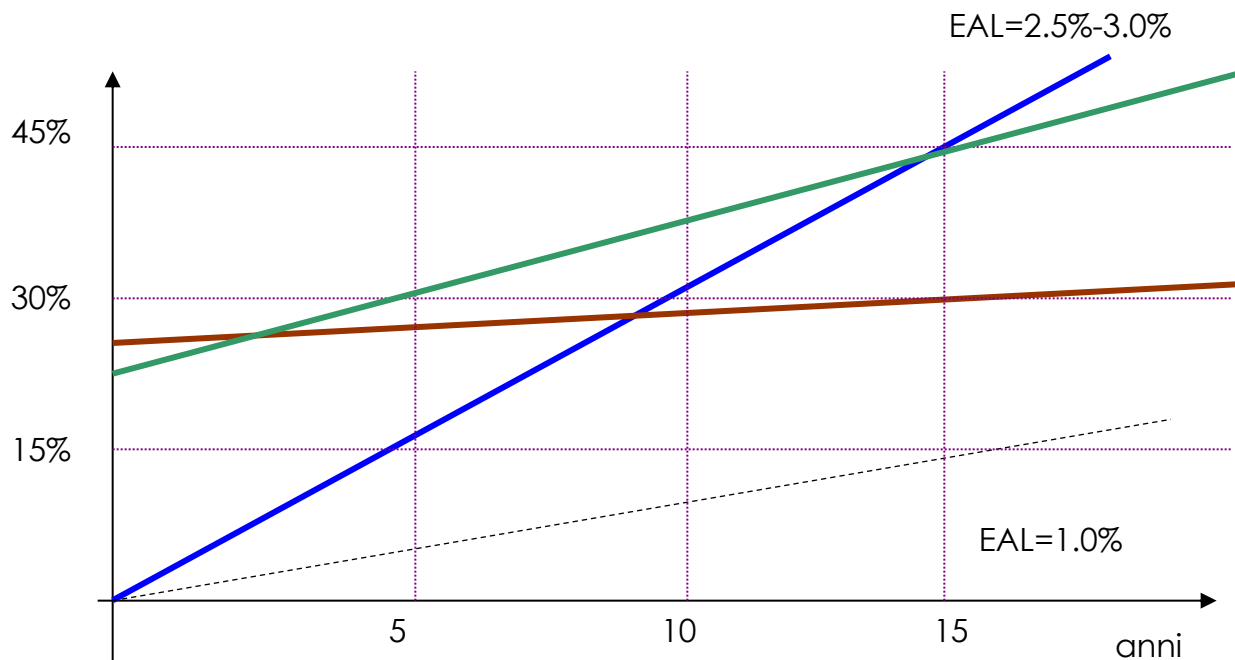


Il miglioramento della sola sicurezza produce spesso effetti marginali nella riduzione delle perdite

Costi/benefici e tempo di pareggio

EAL

Perdita media attesa in un anno



----- Nuova costruzione
 ———— Costruzione esistente

———— Costruzione adeguata
 con tecniche innovative
 ———— Costruzione adeguata
 con tecniche tradizionali



Casi studio

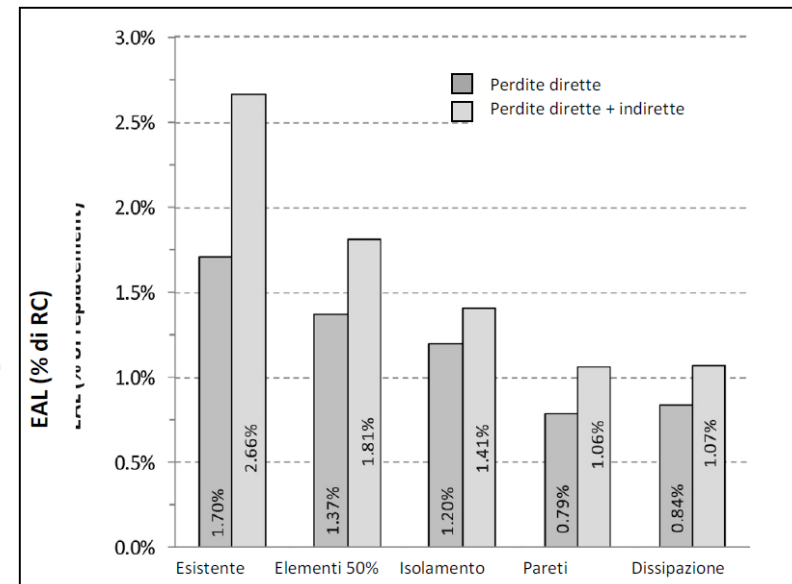
(residenze, proposta LG 2015)

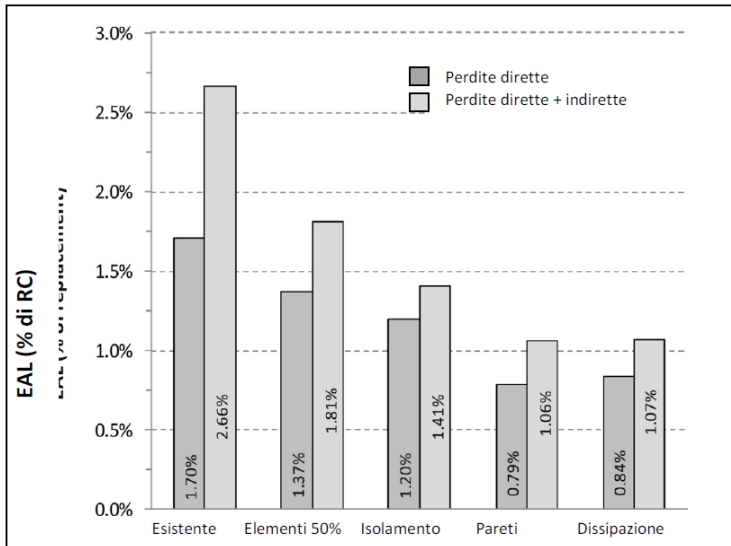
Costi intervento

- **Costo medio di miglioramento (edifici con esito E):**
316 €/mq (67 edifici), in dettaglio:
 - Cerchiature con FRP: **308 €/mq (49 edifici);**
 - Cerchiature in calcestruzzo: **306 €/mq (6 edifici);**
 - Cerchiature in acciaio: **334 €/mq (6 edifici);**
 - Cerchiature con metodo CAM: **373 €/mq (6 edifici).**
- **Costo medio di miglioramento per inserimento di nuovi elementi strutturali:**
370 €/mq (9 edifici).
- **Costo medio di miglioramento per inserimento di sistemi d'isolamento sismico:**
392 €/mq (17 edifici).
- **Costi medio di miglioramento per inserimento di dispositivi di dissipazione:**
400 €/mq (2 edifici).

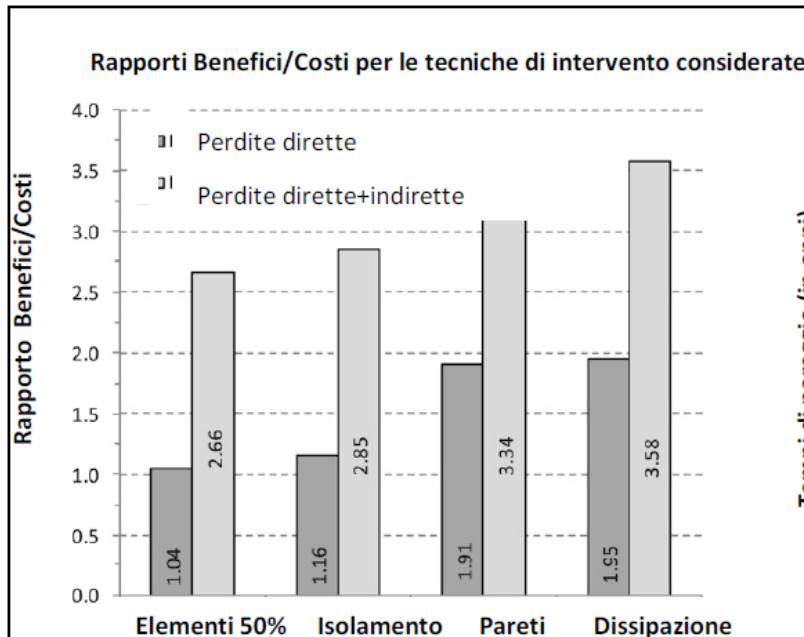
Dati sisma Aquila (Reluis)
 Agibilità B,C -> miglioramento 60%-80%
 (compresa iva)

Miglioramento prestazione

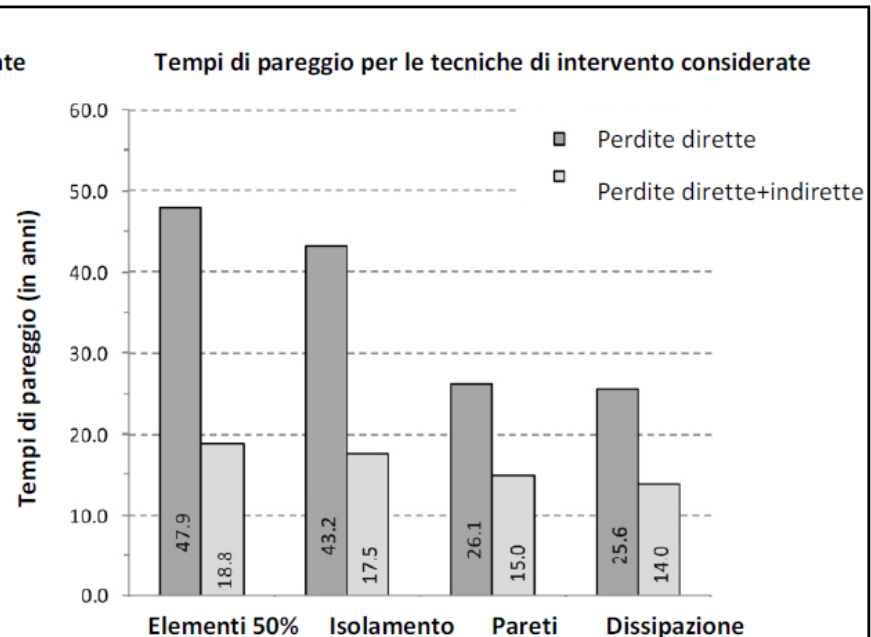




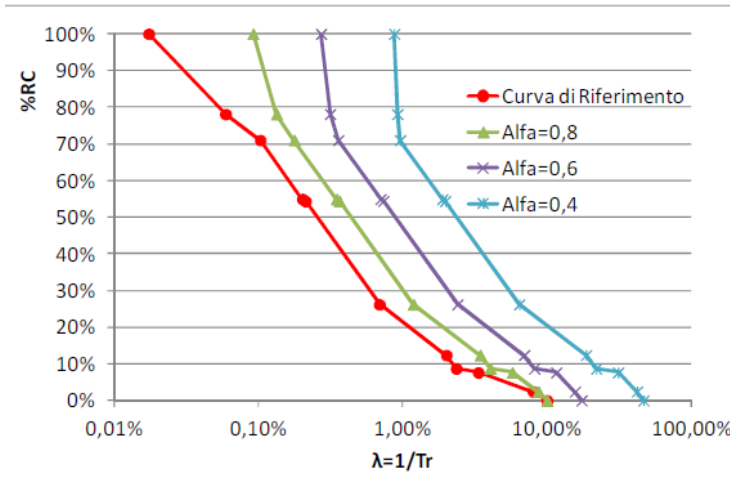
Efficacia (benefici/costi)



Tempi di pareggio



Livello complessivo di miglioramento miglioramento omogeneo ai vari SL da 0.4 a 1.0

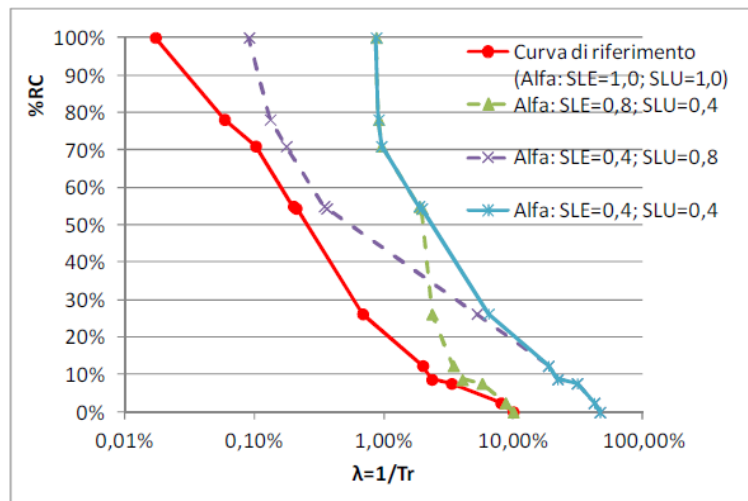


$\alpha = PGA_C/PGA_D$	λ_D/λ_C	EALs (%RC)
1,0	1,00	0,98%
0,8	0,58	1,41%
0,6	0,28	2,76%
0,4	0,11	7,44%

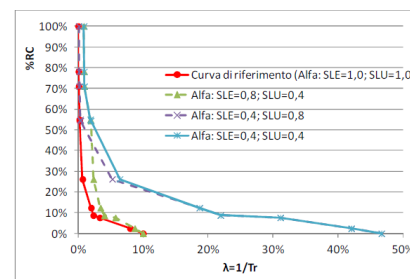
Un miglioramento anche ridotto può determinare una drastica riduzione delle perdite attese

Livello di miglioramento differenziato ai vari SL

Livelli considerati: 0.4 - 1.0



$\alpha = PGA_C/PGA_D$	λ_D/λ_C (SLE)	λ_D/λ_C (SLU)	EAL _s
SLE=1,0; SLU=1,0	1,00	1,00	0,98%
SLE=0,4; SLU=0,4	0,11	0,11	7,44%
SLE=0,8; SLU=0,4	0,58	0,11	2,31%
SLE=0,4; SLU=0,8	0,11	0,58	6,54%



edilportale®

TOUR 2017

Ancona, 29 marzo 2017

Riduzione del rischio sismico:
Strumenti per un approccio sostenibile

Prof. Ing. Andrea Dall'Asta

Università di Camerino
Scuola di Architettura e Design
andrea.dallasta@unicam.it



S A A D

Scuola di Ateneo
Architettura e Design
Università di Camerino

