



La valutazione economica degli interventi in base all'esperienza della ricostruzione a L'Aquila

13 marzo 2017

Prof. Ing. Andrea Prota

Università degli Studi di Napoli Federico II

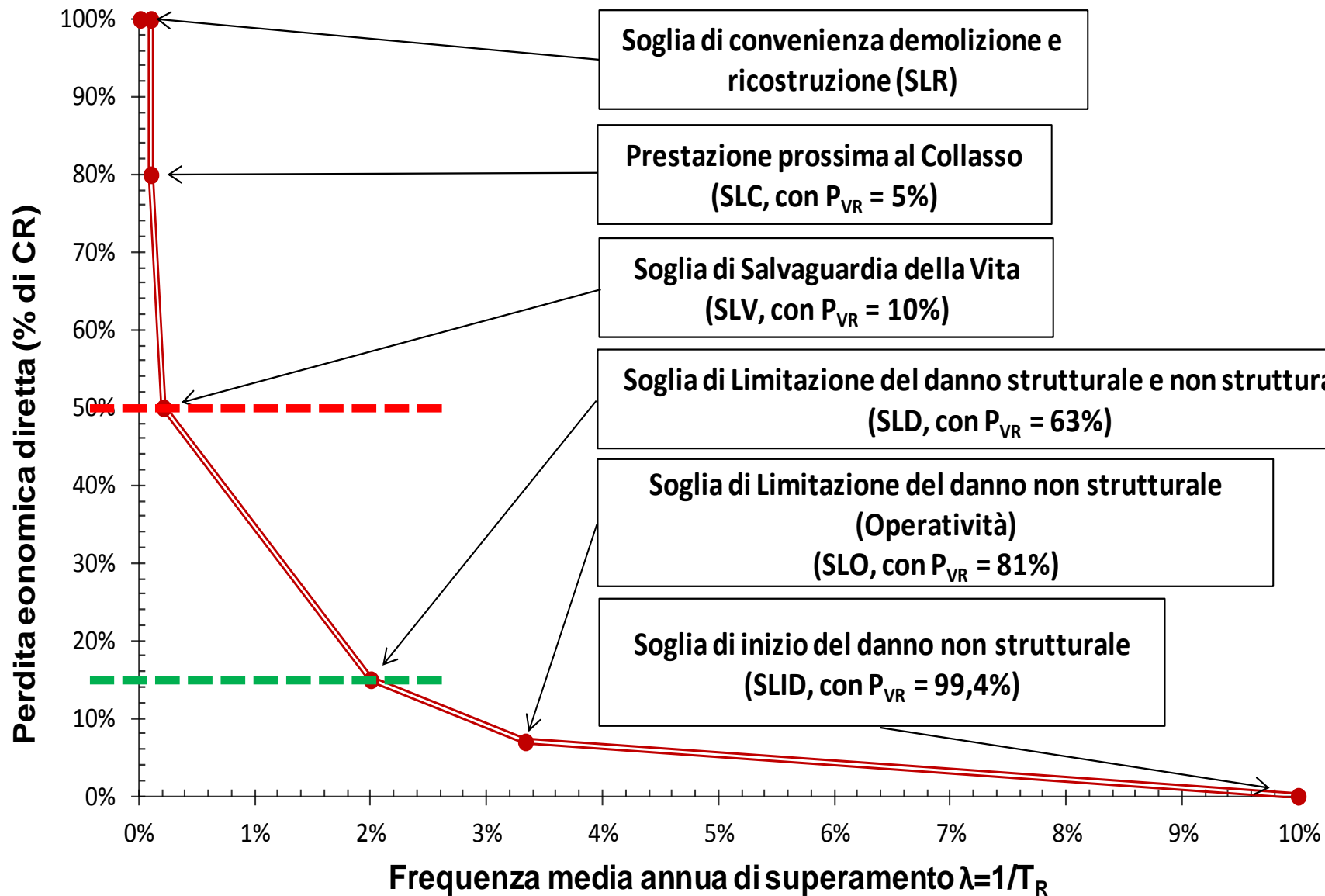
Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura (DiST)

Email: aprota@unina.it



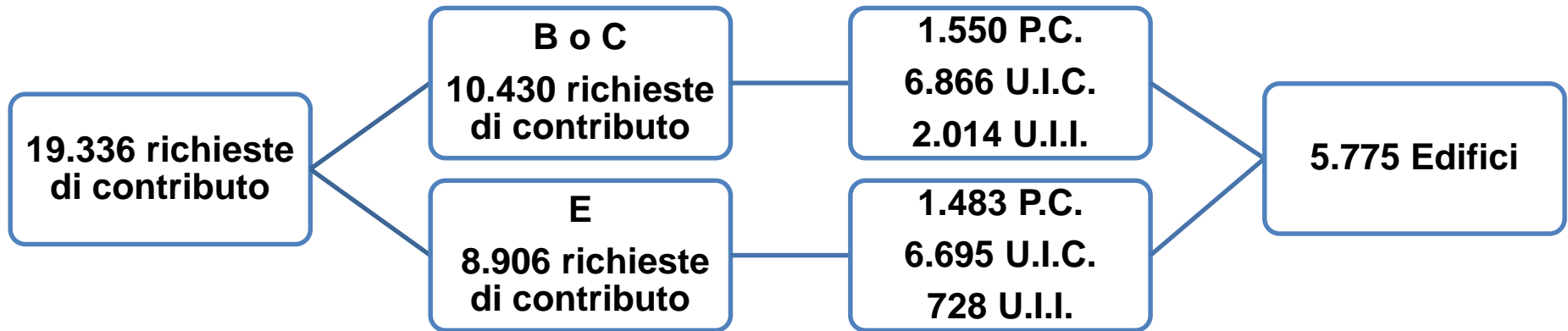
REte dei Laboratori U niversitari di Ingegneria Sismica

Perdita economica diretta come % di CR



Il campione di edifici danneggiati

- L'Attività della "Filiera Fintecna-ReLUIS-Cineas"



Sono stati rilasciati contributi per 13.832 alloggi (U.I.I. e U.I.C.)



FINTECNA



Libro bianco
sulla ricostruzione privata
fuori dai centri storici
nei comuni colpiti dal sisma
dell'Abruzzo del 6 aprile 2009

a cura di
Mauro Dolce
Gaetano Manfredi

www.reluis.it



Bull Earthquake Eng (2017) 15:667–692
DOI 10.1007/s10518-016-9877-8



ORIGINAL RESEARCH PAPER

**Reconstruction process of damaged residential buildings
outside historical centres after the L'Aquila earthquake:
part I—"light damage" reconstruction**


Marco Di Ludovico¹ · Andrea Prota¹ · Claudio Moroni² ·
Gaetano Manfredi¹ · Mauro Dolce²

Bull Earthquake Eng (2017) 15:693–729
DOI 10.1007/s10518-016-9979-3



ORIGINAL RESEARCH PAPER

**Reconstruction process of damaged residential buildings
outside historical centres after the L'Aquila earthquake:
part II—"heavy damage" reconstruction**

Marco Di Ludovico¹  · Andrea Prota¹ · Claudio Moroni² ·
Gaetano Manfredi¹ · Mauro Dolce²

Esito di agibilità secondo scheda Aedes



SCHEDA DI 1° LIVELLO DI RILEVAMENTO DANNO, PRONTO INTERVENTO E AGIBILITÀ PER EDIFICI ORDINARI NELL'EMERGENZA POST-SISMICA (AeDES 07/2013)



ID SCHEDA: _____

SEZIONE 1 - IDENTIFICAZIONE EDIFICIO

Provincia: _____ | IDENTIFICATIVO SOPRALLUOGO _____ | giorno | mese | anno |

Comune _____ | Squadra | _____ | N° scheda | _____ | Data | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

SEZIONE 8 - Giudizio di agibilità

		8-B Esito di agibilità		
Non Strutturale (sez. 5)	Geotecnico (sez. 7)	A	Edificio AGIBILE (*)	<input type="radio"/>
		B	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE (in tutto o in parte) ma AGIBILE con provvedimenti di P.I. (1)	<input type="radio"/>
		C	Edificio PARZIALMENTE INAGIBILE (2)	<input type="radio"/>
		D	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE da rivedere con approfondimento (3)	<input type="radio"/>
		E	Edificio INAGIBILE (4)	<input type="radio"/>
		F	Edificio INAGIBILE per rischio esterno (5)	<input type="checkbox"/>

SLD

SLV

Livello-estensione Componente strutturale- Danno preesistente		Danno ⁽¹⁾									
		D4 - D5 Gravissimo			D2 - D3 Medio Grave			D1 Leggero			Nullo
		> 2/3	1/3 - 2/3	< 1/3	> 2/3	1/3 - 2/3	< 1/3	> 2/3	1/3 - 2/3	< 1/3	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Strutture verticali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
2	Solai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
3	Scale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
4	Copertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
5	Tamponature - Tramezzi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
6	Danno preesistente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>

D1 danno leggero è un danno che *non cambia in modo significativo la resistenza della struttura* e non pregiudica la sicurezza degli occupanti a causa di possibili cadute di elementi non strutturali:

D2-D3 danno medio-grave: è un danno che *potrebbe anche cambiare in modo significativo la resistenza della struttura, senza che però venga avvicinato palesemente il limite del crollo parziale di elementi strutturali principali*:

D4-D5 danno gravissimo: è un danno che *modifica in modo evidente la resistenza della struttura portandola vicino al limite del crollo parziale o totale di elementi strutturali principali. Stato descritto da danni superiori ai precedenti, incluso il collasso*.

Edifici con esito di agibilità B o C

Caso 1 – Edificio C

EDIFICIO IN C.A.

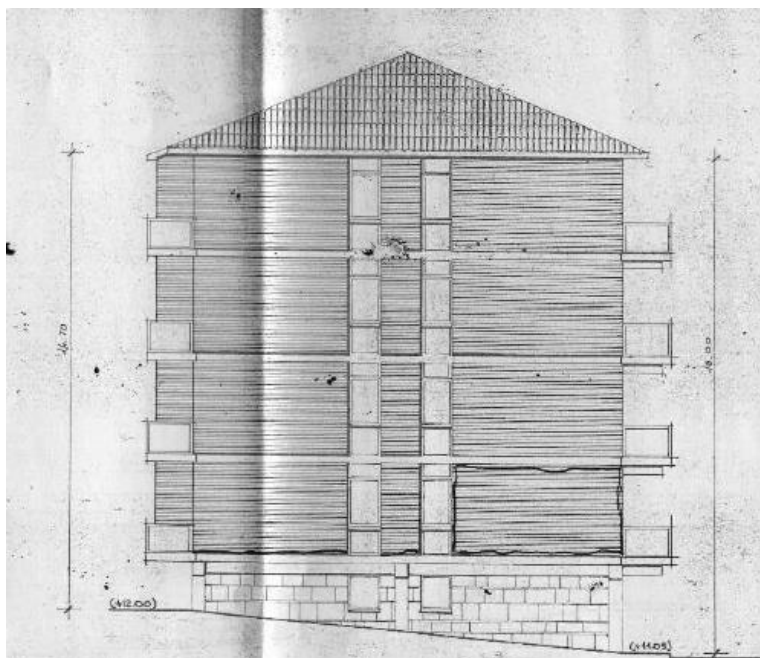
Danno nullo a strutture verticali.

Danno nullo agli orizzontamenti

**Danno D4-D5 alle
partizioni/tamponature**

Costo di riparazione: 160 €/mq

Sup. Coperta: 4066 mq



Caso 1 – Edificio C

EDIFICIO IN C.A.



Caso 2 – Edificio B

EDIFICIO IN C.A.

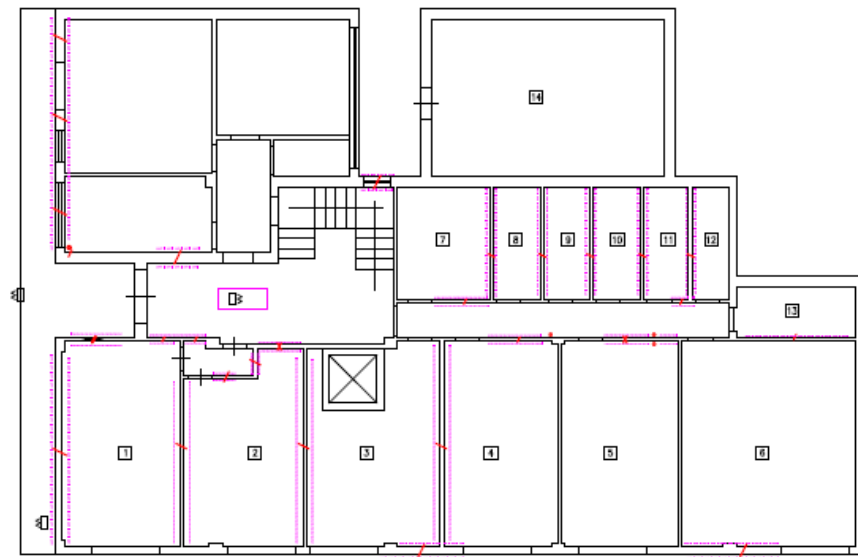
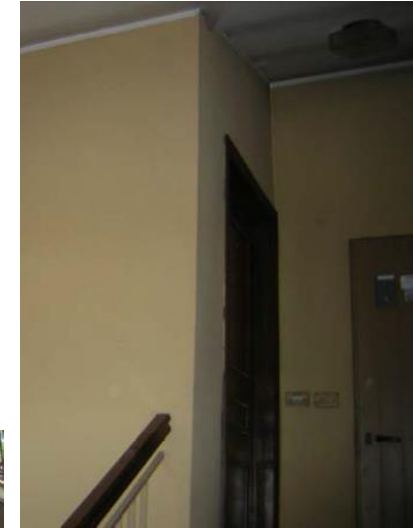
Danno nullo a strutture verticali.

Danno D1 agli orizzontamenti

**Danno D1 alle
partizioni/tamponature**

Costo di riparazione: 181 €/mq

Sup. Coperta: 1253 mq



Caso 3 – Edificio C

EDIFICIO IN C.A.

Danno D1 e D2-D3 alle strutture verticali.

Danno nullo agli orizzontamenti

Danno D4-D5 alle partizioni/tamponature

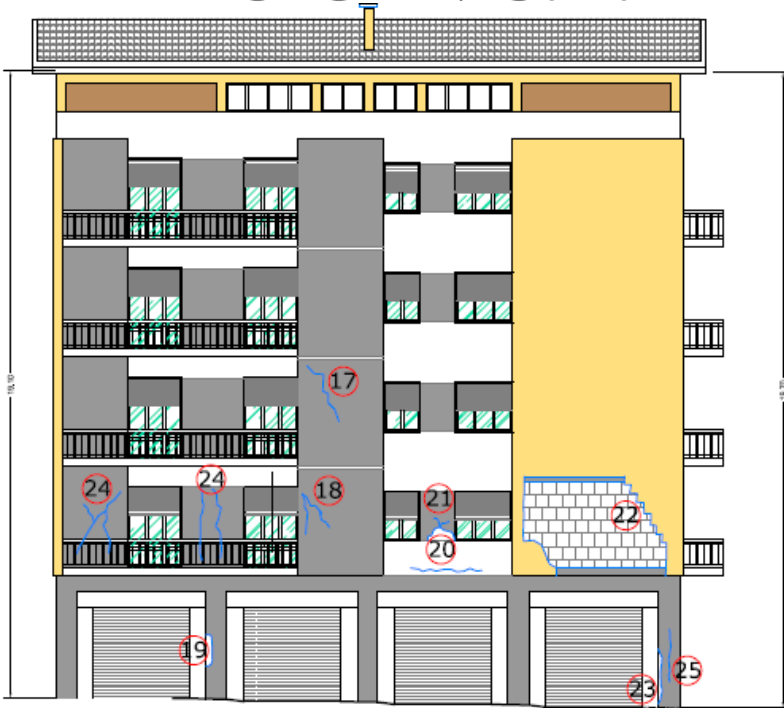
Costo di riparazione: 320 €/mq

Sup. Coperta: 2610 mq



Caso 3 – Edificio C

EDIFICIO IN C.A.



Edifici B o C– Costi di riparazione

- Edifici in c.a.: 1598
- Costo medio di riparazione: 184 €/mq

- Edifici in muratura: 899
- Costo medio di riparazione: 217 €/mq

- Edifici totali: 2497
- Costo medio di riparazione: 196 €/mq

Ipotizzando un costo di ricostruzione di circa 1,200 €/mq:

Perdita Economica Diretta (% di CR) = 16.3% (SLD)

Perdita economica diretta come % di CR - SLD

Stato Limite	CR(%)
SLR	100%
SLC	80%
SLV	50%
SLD	15%
SLO	7%
SLID	0%

- Andamento di %RC in funzione dell'intensità macrosismica e della vulnerabilità EMS-98, in zona 1: CR = 13.6%; 15.9%

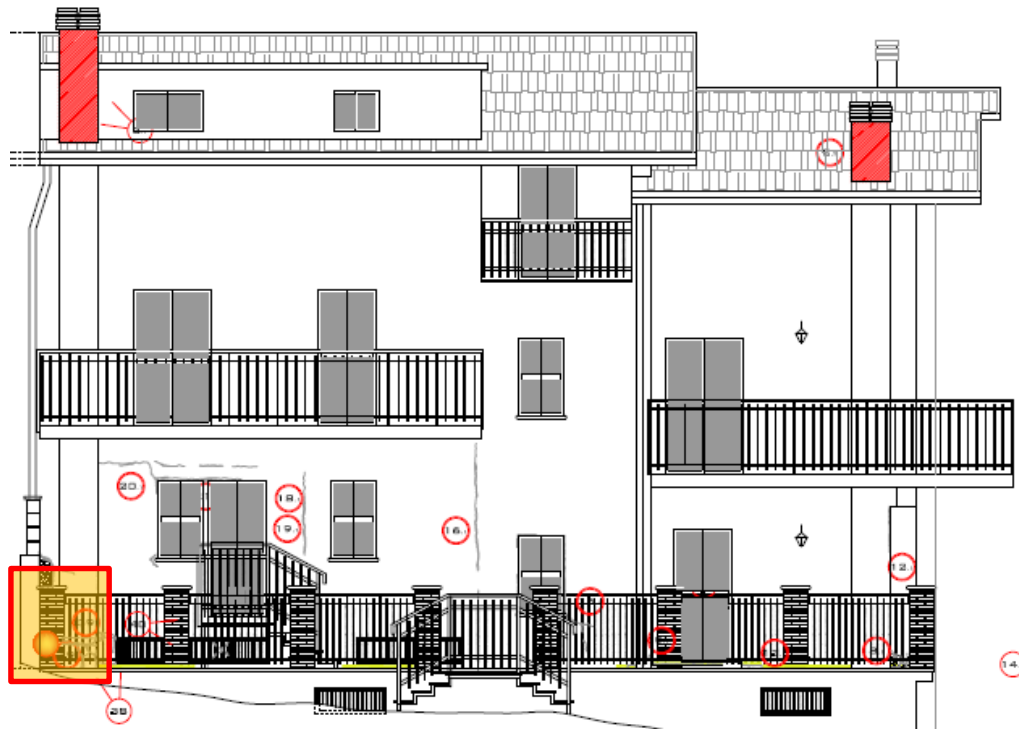
- Dati ricostruzione privata dopo il sisma di l'Aquila del 2009: : CR = 16.3%

Edifici con esito di agibilità E

Caso 1 – Edificio E

EDIFICIO IN C.A.

Danno D4-D5 alle strutture verticali.
Danno nullo alle strutture orizzontali
Danno D1 alle partizioni/tamponature
Costo di riparazione: 209 €/mq
Sup. Coperta: 703 mq



Caso 1 – Edificio E

**Distacco
tamponatura
struttura**

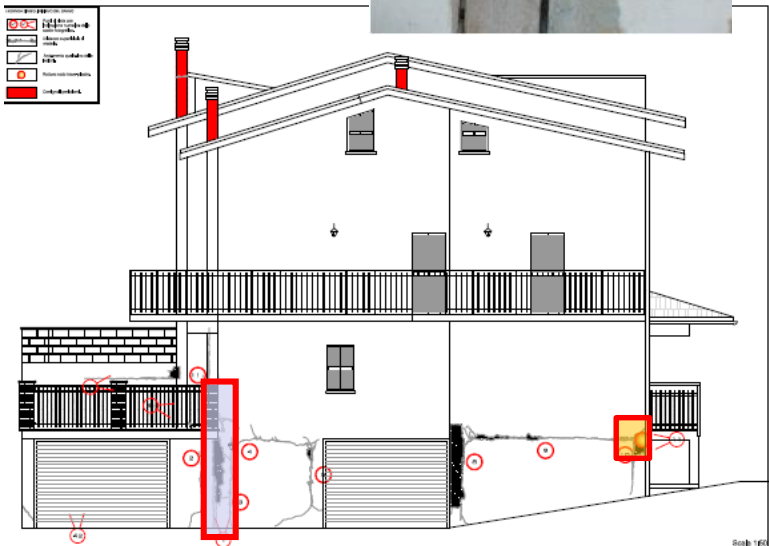
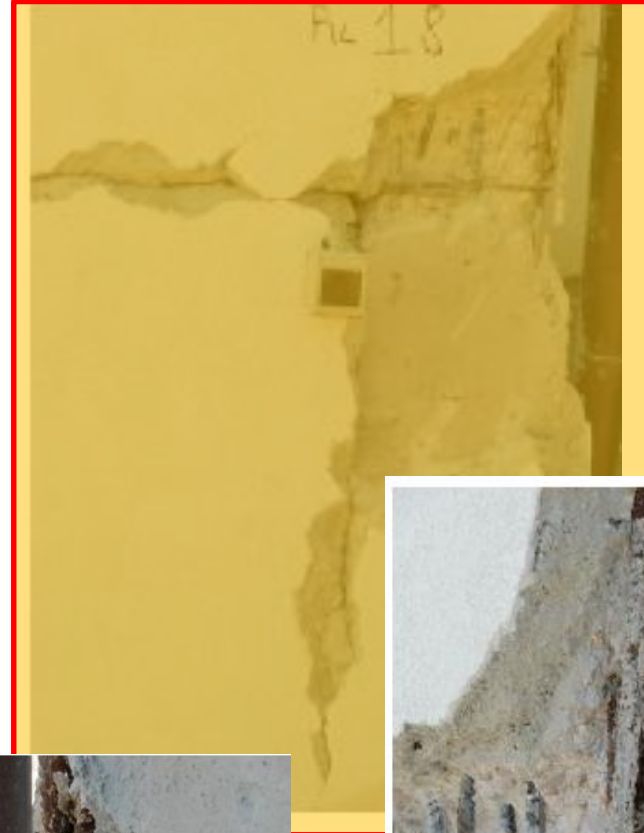


Foto 11

**Rottura nodo
trave-pilastro**

Caso 2 – Edificio E

EDIFICIO IN C.A.

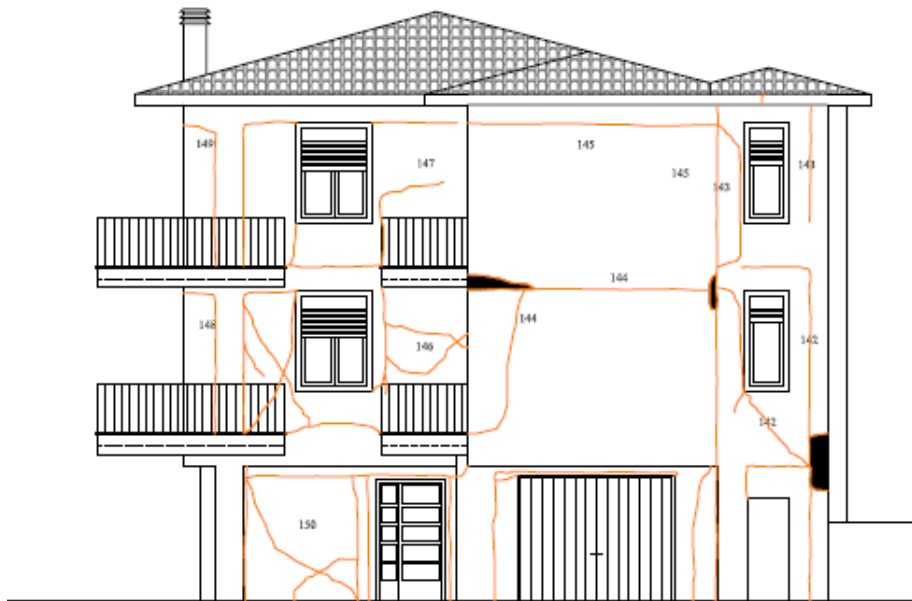
Danno D1 alle strutture verticali.

Danno D1 alle strutture orizzontali

Danno D4-D5 alle
partizioni/tamponature

Costo di riparazione: 265 €/mq

Sup. Coperta: 526 mq



Caso 2 – Edificio E

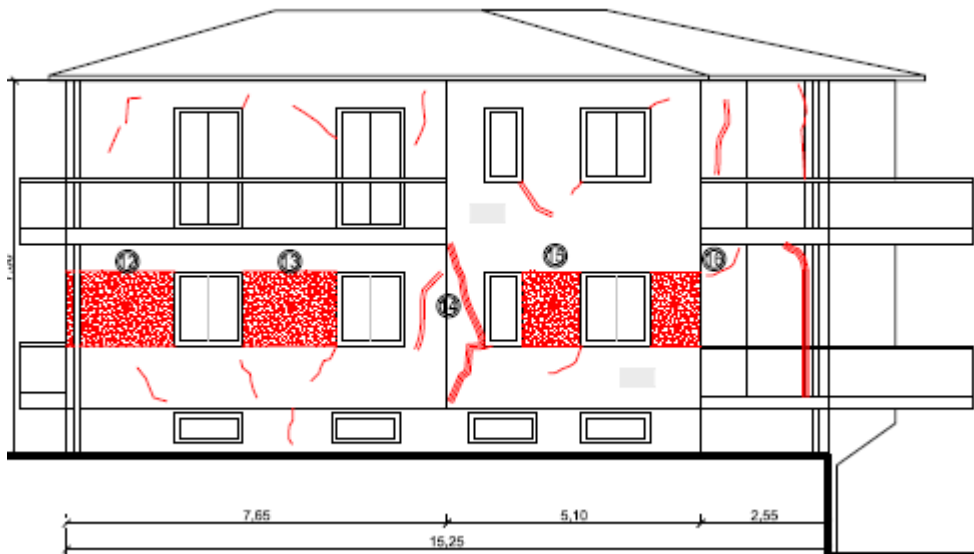
EDIFICIO IN C.A.



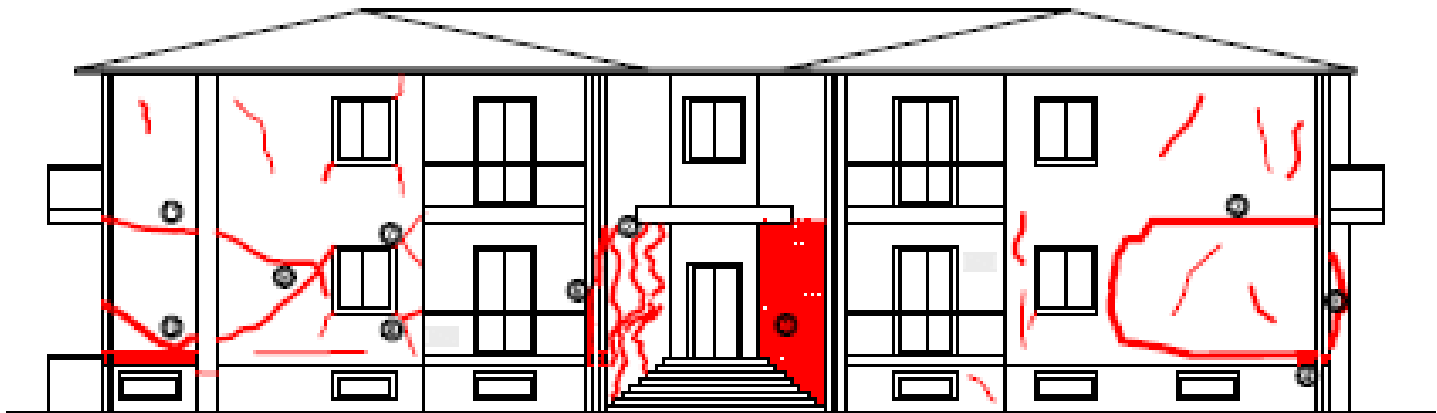
Caso 3 – Edificio E

EDIFICIO IN C.A.

Danno D1 alle strutture verticali.
Danno nullo alle strutture orizzontali
Danno D4-D5 alle
partizioni/tamponature
Costo di riparazione: 709 €/mq
Sup. Coperta: 903 mq



Caso 3 – Edificio E



Caso 4 – Edificio E



EDIFICIO IN MURATURA

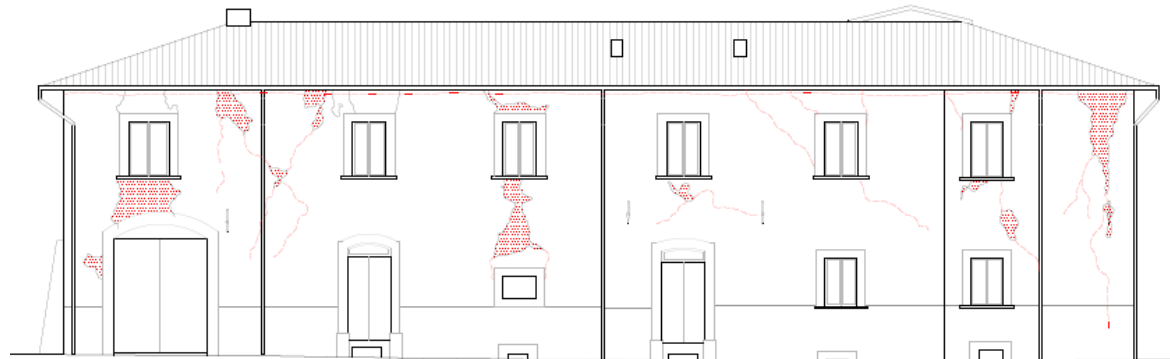
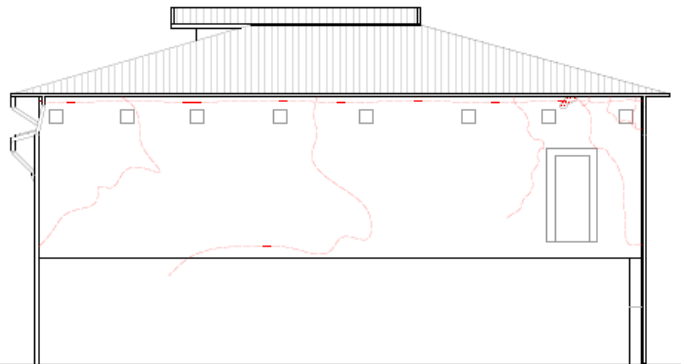
Danno D4-D5 alle strutture verticali.

Danno nullo alle strutture orizzontali

Danno D2-D3 alle partizioni

Costo di riparazione: 608 €/mq

Sup. Coperta: 1057 mq



Caso 4 – Edificio E



Pt 26



Pt 45



Pt 13

Caso 4 – Edificio E



Pp 8



Pp11



Pp 5

Edifici E – Costi di riparazione

- Edifici in c.a.: 447
- Costo medio di riparazione: 533 €/mq

- Edifici in muratura: 313
- Costo medio di riparazione: 448 €/mq

- Edifici totali: 760
- Costo medio di riparazione: 498 €/mq

Ipotizzando un costo di ricostruzione di circa 1,200 €/mq:

Perdita Economica Diretta (% di CR) = 41.5% (SLV)

Perdita economica diretta come % di CR - SLV

Stato Limite	CR(%)
SLR	100%
SLC	80%
SLV	50%
SLD	15%
SLO	7%
SLID	0%

- Andamento di %RC in funzione dell'intensità macrosismica e della vulnerabilità EMS-98, in zona 1: CR = 45.8%, 51.5%

- Dati ricostruzione privata dopo il sisma di l'Aquila del 2009: : CR = 41.5%