



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale

Convegno ReLUIS



Kick off del Progetto DPC_ReLUIS 2024-2026

Napoli, 17-18 ottobre 2024

Tavola rotonda “il trasferimento delle conoscenze attraverso le pubblicazioni ReLUIS”

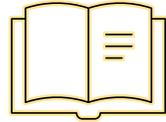
CRITERI E SOLUZIONI PER LA PROGETTAZIONE DI INTERVENTI INTEGRATI E SOSTENIBILI

Rafforzamento sismico ed efficientamento energetico di edifici esistenti

A cura di: Andrea Prota, Francesca da Porto, Mauro Dolce



Link al volume



Volume di sintesi dell'attività del triennio 19-21 + biennio 22-24



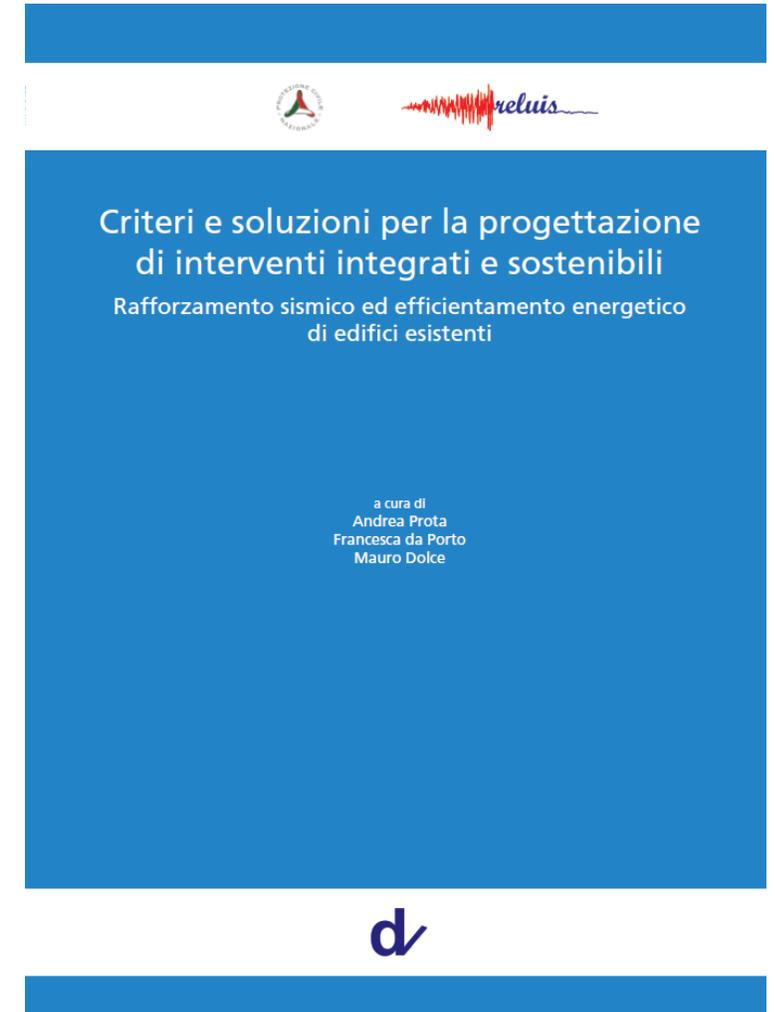
Collaborazione delle UR partecipanti al progetto su temi trasversali



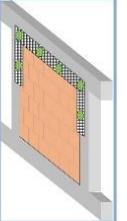
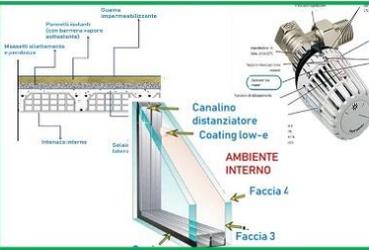
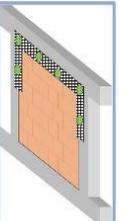
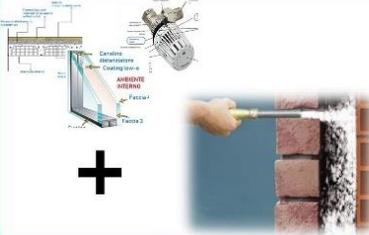
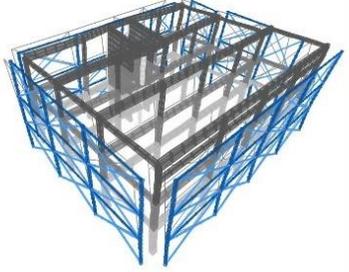
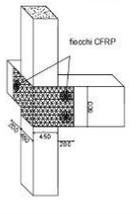
Disponibile in copia cartacea

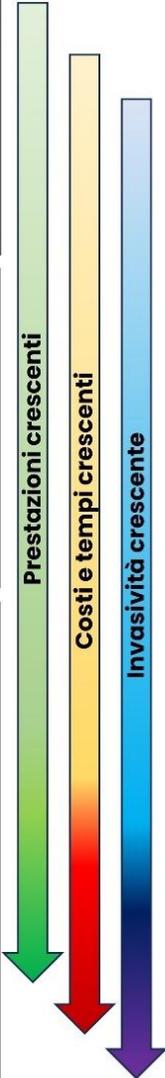


File disponibile sul sito ReLUIIS per download gratuito



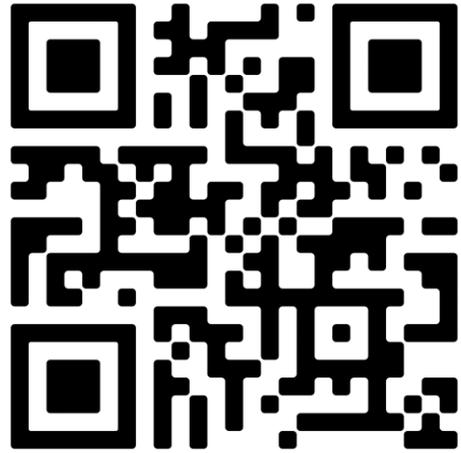
Volume di sintesi cap. 1 – Inquadramento

<p>Interventi locali (applicabili dal solo esterno)</p> 	<p>Rinforzo locale dei nodi</p>  <p>fiocchi CFRP Nessuna demolizione tamponatura</p>	<p>Antiribaltamento tamponature perimetrali</p> 	<p>Isolamento copertura, sostituzione infissi e valvole termostatiche</p>  <p>Canalino distanziatore Coating low-e Faccia 4 Faccia 3 AMBIENTE INTERNO</p>
<p>Interventi locali (a basso impatto)</p> 	<p>Rinforzo locale dei nodi</p>  <p>Demolizione di porzioni limitate di tamponatura</p>	<p>Antiribaltamento tamponature perimetrali</p> 	<p>Interventi precedenti + insufflaggio delle intercapedini tamponatura</p> 
<p>Interventi globali (a maggiore invasività)</p> 	<p>Eso scheletri esterni</p>  <p>Controventi</p> 	<p>Ringrasso fondazioni</p>  <p>Rinforzi locali</p> 	<p>Cappotto termico, sostituzione impianti, fonti rinnovabili</p>  <p>Muratura massiva Ambiente Interno Esterno Isolamento termico</p>

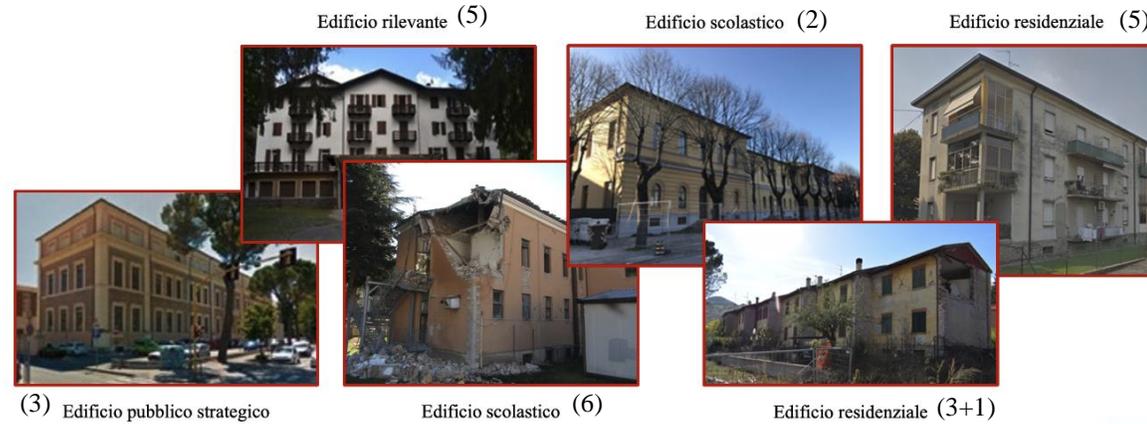


- Inquadramento delle problematiche degli edifici esistenti italiani
- Disamina dei bonus fiscali e degli effetti degli incentivi degli ultimi anni
- Necessità di realizzare interventi integrati e sostenibili
- Descrizione dell'approccio di progettazione proposto: a partire da soluzioni di minimo impatto, interventi ad invasività e prestazioni crescenti

Volume di sintesi cap. 2 – Casi studio



Link ai casi studio



Muratura

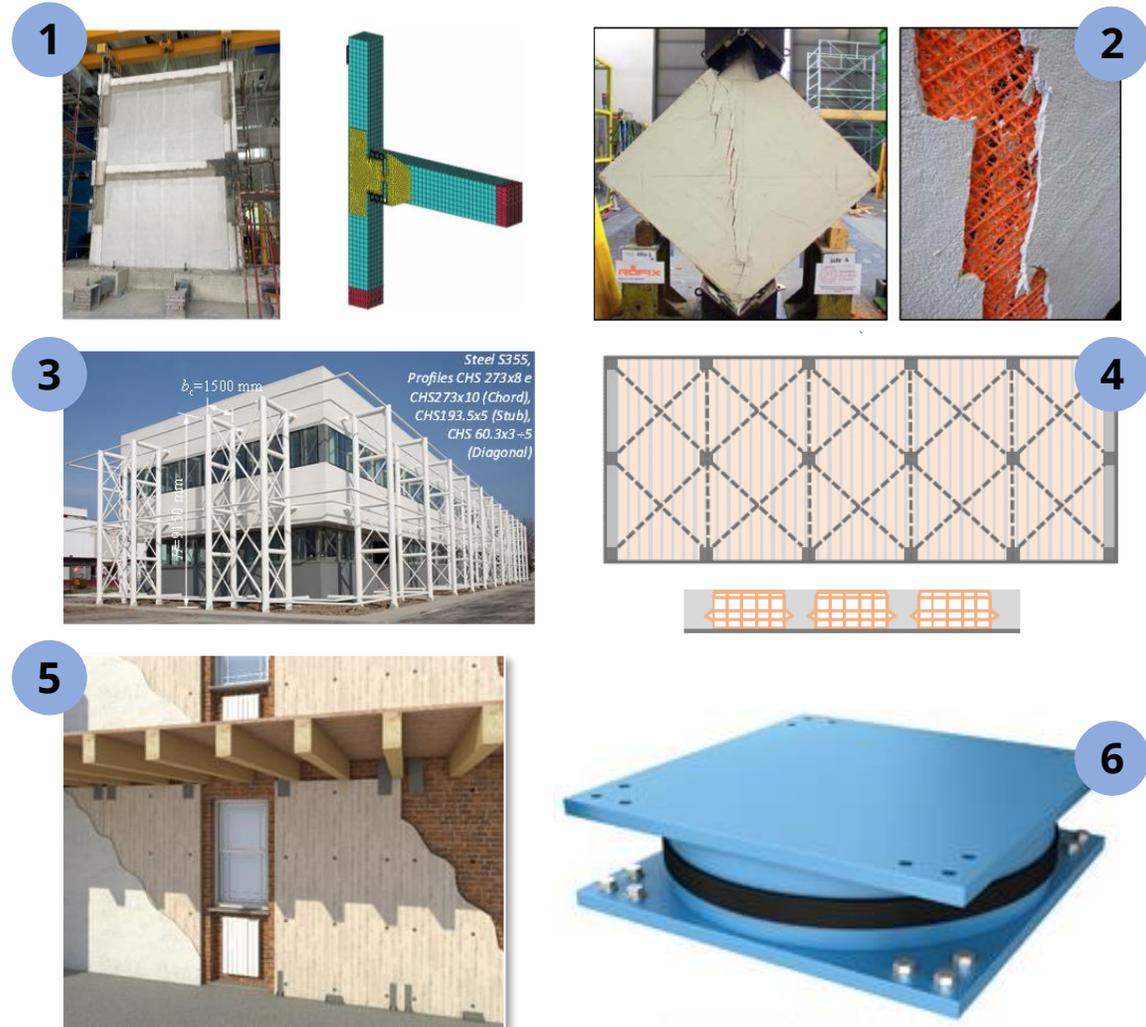


Calcestruzzo armato



Acciaio

- 1 Interventi locali su nodi in c.a. e rinforzo delle tamponature
- 2 Interventi locali sui collegamenti e rinforzo delle murature
- 3 Esoscheletri in acciaio
- 4 Criticità e interventi sui solai
- 5 Interventi con sistemi in legno
- 6 Interventi mediante tecniche di isolamento sismico

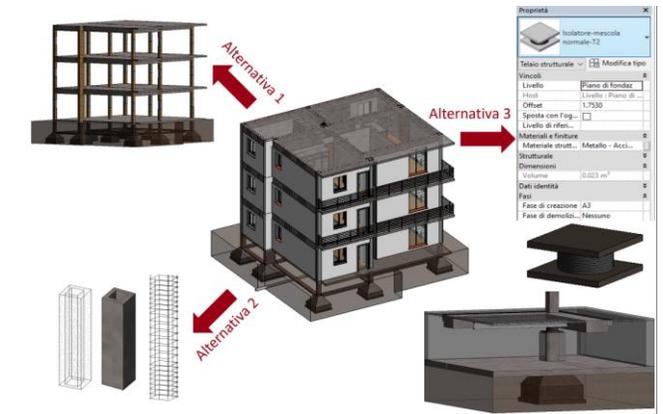
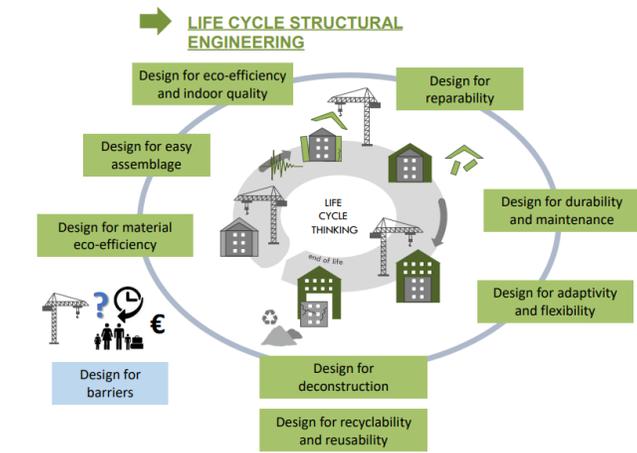
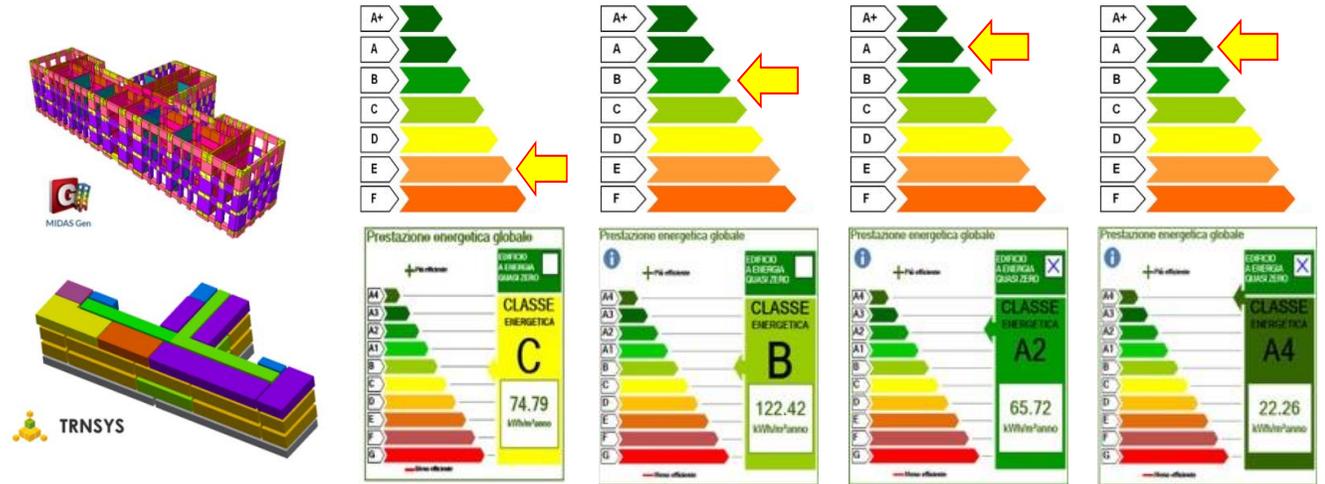


INTERVENTI INCREMENTALI
Target prestazionali sism. / ener.

Definizione di curve
ISO-COSTO e ISO-PERFORMANCE

OTTIMIZZAZIONE DEI COSTI
Optimal, multi-criterio

Metodi olistici e/o basati su
LIFE CYCLE THINKING (LCT)



Appendice – Schede di sintesi dei casi studio

Caso studio 1: edificio scolastico in cemento armato sito in provincia di Teramo

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/07_BIOLA_DEI_GRAN_SASSO_venezia_CA.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Edificio scolastico
Sistema costruttivo	Tela in cemento armato
Epoca di costruzione	1960-1970
Numero di piani	2 fuori terra
Area in pianta	730 mq a piano
Superficie calpestabile	1470 mq
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	III

119

Caso studio 2: edificio scolastico in cemento armato sito in provincia di Macerata

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/08_LOBO_PICENO_venezia_CA.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Edificio scolastico
Sistema costruttivo	Tela in cemento armato
Epoca di costruzione	1950-1960
Numero di piani	3 fuori terra
Area in pianta	400 mq a piano
Superficie calpestabile	1200 mq
Regole in pianta	Si
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	III

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: D	
$\mu_{s,ELV} = 0,202$ [g]	Classe di suolo: B	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2150

Caso studio 3: edificio residenziale in cemento armato sito in provincia di Brescia

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/09_TUSCOLANO_MADDERNO_venezia_CA.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Edificio residenziale
Sistema costruttivo	Tela in cemento armato
Epoca di costruzione	1960
Numero di piani	3 fuori terra
Area in pianta	250 mq a piano
Superficie calpestabile	690 mq
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	II

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: E	
$\mu_{s,ELV} = 0,233$ [g]	Classe di suolo: C	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2265

Caso studio 4: edificio residenziale in cemento armato sito in provincia di Torino

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/10_TORINO_venezia_CA.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Residenziale e commerciale
Sistema costruttivo	Tela (intambe le direzioni) e reti (direzioni trasversali) in ca
Epoca di costruzione	1955
Numero di piani	3 fuori terra
Area in pianta	1800 mq a piano
Superficie calpestabile	9000 mq
Regole in pianta	Si
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	II

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 3		Zona Climatica: E	
$\mu_{s,ELV} = 0,052$ [g]	Classe di suolo: B	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2617

Caso studio 5: edificio ad uso pubblico strategico in acciaio sito a Napoli

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/11_NAPOLI_Gesit_Cerid_Ammis.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Edificio pubblico strategico
Sistema costruttivo	Sistema Ibrido (DRF, X-CBF, Y-CBF)
Epoca di costruzione	1960-1970
Numero di piani	6 fuori terra
Area in pianta	1400 mq piano tipo; 1200 ultimi due piani
Superficie calpestabile	8000 mq
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	No
Classe d'uso	III

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: -	
$\mu_{s,ELV} = 0,192$ [g]	Classe di suolo: C	Cat. top: T1	Gradi giorno: -

Caso studio 6: edificio industriale in acciaio sito in provincia di Avellino

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/12_NUSCO_Ingenuo_Acciaio.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Edificio industriale
Sistema costruttivo	Tela con colonne in composizione validata e travi reticolari
Epoca di costruzione	1992-1997
Numero di piani	Edificio monospazio
Area in pianta	1998 mq
Superficie calpestabile	1998 mq
Regole in pianta	Si
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	II

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: -	
$\mu_{s,ELV} = 0,243$ [g]	Classe di suolo: C	Cat. top: T1	Gradi giorno: -

Caso studio 7: edificio ad uso pubblico in muratura in provincia di Ancona

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/01_Falisco_MCR.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Uso pubblico
Sistema costruttivo	Muratura
Epoca di costruzione	1940-1950
Numero di piani	4 fuori terra
Area in pianta	1300 mq a piano
Superficie calpestabile	4800 mq
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	IV

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: E	
$\mu_{s,ELV} = 0,228$ [g]	Classe di suolo: B	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2198

Caso studio 8: edificio scolastico in muratura in provincia di Macerata

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/02_Senoli_Cosmo_MCR.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Uso pubblico
Sistema costruttivo	Muratura
Epoca di costruzione	1930-1940
Numero di piani	2 fuori terra
Area in pianta	600 mq a piano
Superficie calpestabile	900 mq
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	III

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 1		Zona Climatica: E	
$\mu_{s,ELV} = 0,285$ [g]	Classe di suolo: B	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2350

Caso studio 9: edificio ad uso pubblico in muratura in provincia di Trento

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/03_GAT_Cosmo_MCR.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Struttura zincata
Sistema costruttivo	Muratura
Epoca di costruzione	fine XIX sec.
Numero di piani	5 fuori terra ¹
Area in pianta	718 mq a piano
Superficie calpestabile	3291 mq
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	II

¹ Il quarto livello fuori terra (piano quarto), non visibile nell'immagine, è centrato dalla spogliazione parietale del piano terra sulla zona a nord (organizzazione realizzata agli anni 90).

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: D	
$\mu_{s,ELV} = 0,244$ [g]	Classe di suolo: B	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2007

Caso studio 10: edificio scolastico in muratura in provincia di Macerata

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/04_Senoli_Cosmo_MCR.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Uso pubblico
Sistema costruttivo	Muratura
Epoca di costruzione	1930-1940
Numero di piani	2 fuori terra
Area in pianta	750 mq a piano
Superficie calpestabile	1500 mq
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	III

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: D	
$\mu_{s,ELV} = 0,244$ [g]	Classe di suolo: B	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2007

Caso studio 11: edificio residenziale in muratura in provincia di Bergamo

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/05_Dalmeida_MCR.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Edificio residenziale
Sistema costruttivo	Muratura in mattoni con fess. in orizzontale
Epoca di costruzione	1950
Numero di piani	3 fuori terra
Area in pianta	179 mq a piano
Superficie calpestabile	536 mq
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	II

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: E	
$\mu_{s,ELV} = 0,158$ [g]	Classe di suolo: C	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2473

Caso studio 12: edificio residenziale in muratura in provincia di Macerata

https://www.reluis.it/doi/DPC-ReLUIS-2022-2024/WP5/06_Para_Tosca_MCR.pdf

TIPOLOGIA	
Destinazione d'uso	Residenziale
Sistema costruttivo	Muratura
Epoca di costruzione	1962-63
Numero di piani	2 fuori terra / 1 interrato
Area in pianta	52 mq (totali) / 312 mq (totali)
Superficie calpestabile	104 mq (totali) / 624 mq (totali)
Regole in pianta	No
Reg. in elevazione	Si
Classe d'uso	II

PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 2		Zona Climatica: E	
$\mu_{s,ELV} = 0,158$ [g]	Classe di suolo: C	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2473

Appendice – Schede di sintesi dei casi studio

Caratteristiche e intervento

Caso studio 9: edificio ad uso pubblico in muratura in provincia di Trento

https://www.reluis.it/doc/DPC-ReLUI5-2022-2024/WP5/03_GAT_Comano_MUR.pdf



Info generali

TIPOLOGIA

Destinazione d'uso	Struttura ricettiva
Sistema costruttivo	Muratura
Epoca di costruzione	fine XIX sec.
Numero di piani	5 fuori terra ¹
Area in pianta	718 mq a piano
Superficie calpestabile	3291 mq
Regolare in pianta	No
Reg. in elevazione	No
Classe d'uso	II



¹ Il quinto livello fuori terra (piano quarto), non visibile nell'immagine, è costituito dalla sopraelevazione parziale del piano terzo nella zona a nord (sopraelevazione realizzata negli anni '60).



PARAMETRI DI DOMANDA			
Zona Sismica: 1		Zona Climatica: E	
$a_{g,SLV} = 0,226$ [g]	Classe di suolo: B	Cat. top: T1	Gradi giorno: 2189
INTERVENTI PROPOSTI			
	Intervento sismico	Intervento energetico	
Int. 1	Miglioramento – Intonaco armato FRCC solo lato esterno delle pareti; catene sulle celle di estremità; irrigidimento nel piano dei solai con controventi e della copertura con cappa armata	Isolamento pareti, sostituzione serramenti, isolamento copertura; cambio caldaia e inserimento valvole termostatiche su termosifoni esistenti	
Int. 2	Adeguamento – Iniezioni e tirantini trasversali sulle pareti; catene sulle celle di estremità; irrigidimento nel piano dei solai con controventi e della copertura con cappa armata	Isolamento pareti, sostituzione serramenti, isolamento copertura; sostituzione termosifoni con soffitto radiante e sostituzione caldaia con pompa di calore	
Int. 3	Miglioramento – Intonaco armato FRCC solo lato esterno delle pareti; catene su tutte le celle; irrigidimento nel piano dei solai con cappa armata nella copertura e nei solai	Isolamento pareti, sostituzione serramenti, isolamento copertura; sostituzione termosifoni con pavimento radiante e sostituzione caldaia con pompa di calore	

METODI DI ANALISI	
Analisi sismica: Pushover su modello a telaio equivalente	Analisi energetica: Quasi stazionario

CARATTERISTICHE STRUTTURALI			
Elemento	Classe/Proprietà	Note	Schema/Foto
MUR1 – Muratura perimetrale principale	Conci sbizzati	Pietrame calcareo a spacco di cava con dimensione molto variabile murato con malta cementizia; sezione a due paramenti accostati	

RISULTATI			
CONFIGURAZIONE AS-BUILT			
IS-V 39,6 %	PAM 3,9 %	EP 218,04 kWh/(m ² y)	
INTERVENTO I	Tempi ² 109 giorni	Costi ³ 593.691 €	180,41 €/m ²
IS-V 53 %	PAM 2,6 %	EP 138,67 kWh/(m ² y)	
INTERVENTO II*FE	Tempi ² 142 giorni	Costi ³ 779.306 €	385,50 €/m ²
IS-V 55 %	PAM 2,3 %	EP 86,00 kWh/(m ² y)	
INTERVENTO III FE	Tempi ² 150 giorni	Costi ³ 829.069 €	251,93 €/m ²
IS-V 62 %	PAM 2,3 %	EP 86,00 kWh/(m ² y)	
INTERVENTO III FE	Tempi ² 61 giorni	Costi ³ 895.472 €	272,11 €/m ²
IS-V 71 %	PAM 2,3 %	EP 85,96 kWh/(m ² y)	
INTERVENTO RI	Tempi ² 5 mesi	Costi ³ 804.090 €	244,40 €/m ²
IS-V 73 %	PAM -	EP -	

CONFIGURAZIONE AS-BUILT			
IS-V 39,6 %	PAM 3,9 %	EP 218,04 kWh/(m ² y)	
INTERVENTO I	Tempi ² 109 giorni	Costi ³ 593.691 €	180,41 €/m ²
IS-V 53 %	PAM 2,6 %	EP 138,67 kWh/(m ² y)	
INTERVENTO II*FE	Tempi ² 142 giorni	Costi ³ 779.306 €	385,50 €/m ²
IS-V 55 %	PAM 2,3 %	EP 86,00 kWh/(m ² y)	

Confronto as-built vs. intervento



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale

Convegno ReLUIS



Kick off del Progetto DPC_ReLUIS 2024-2026

Napoli, 17-18 ottobre 2024

Tavola rotonda “il trasferimento delle conoscenze attraverso le pubblicazioni ReLUIS”

CRITERI E SOLUZIONI PER LA PROGETTAZIONE DI INTERVENTI INTEGRATI E SOSTENIBILI

GRAZIE!