



Comune di
Sant'Anastasia



WEBINAR

**SUPERBONUS E BONUS FACCIATE:
VANTAGGI ED OPPORTUNITÀ
PER RILANCIARE L'EDILIZIA SOSTENIBILE**

Giovedì 18 Febbraio 2021, ore 15:00 – 18:00

Piattaforma Zoom

**Interventi a basso impatto e tecniche per la
riduzione del rischio sismico**

Prof. MARCO DI LUDOVICO

University of Naples Federico II

Associate Professor

Department of Structures for Engineering and Architecture

Email: diludovi@unina.it



Webinar
Giovedì 18 Febbraio 2021

SISMABONUS (e facciate): LE TAPPE



Sisma bonus, le novità
nella Legge di Bilancio
2017

Prorogata fino al 31 dicembre 2021 la detrazione per gli interventi di



2017

**LINEE GUIDA PER L'ATTRIBUZIONE
DELLA CLASSE DI RISCHIO SISMICO**
(Legge di Stabilità 2017, « SISMABONUS»)

*Approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici il 20
febbraio 2017, Presidente Massimo SESSA;
DM del Ministro Delrio il 28 febbraio 2017 (e 7 marzo 2017)*



SISMABONUS: CLASSE DI RISCHIO

Febbraio 2017, nasce il
SISMABONUS

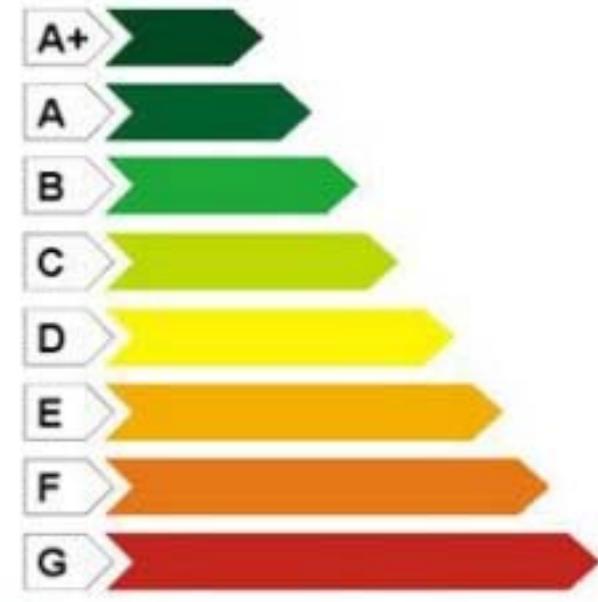
D.M. 58 – 28/02/2017

LINEE GUIDA PER L'ATTRIBUZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO SISMICO

- **Definizione classe di rischio**
 (da **A+** a **G**)
- **Metodo convenzionale per determinazione classe ante e post**

Indice di sicurezza → **Classe IS-V (ζ_E)**

Analisi delle perdite attese → **Classe PAM**



Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
PAM ≤ 0,50%	A ⁺ _{PAM}
0,50% < PAM ≤ 1,0%	A _{PAM}
1,0% < PAM ≤ 1,5%	B _{PAM}
1,5% < PAM ≤ 2,5%	C _{PAM}
2,5% < PAM ≤ 3,5%	D _{PAM}
3,5% < PAM ≤ 4,5%	E _{PAM}
4,5% < PAM ≤ 7,5%	F _{PAM}
7,5% ≤ PAM	G _{PAM}

$$\lambda = 1/Tr$$

IS-V: A

PAM: B

Ed. nuovo:
Classe rischio B

Indice di Sicurezza	Classe IS-V
100% < IS-V	A ⁺ _{IS-V}
100% ≤ IS-V < 80%	A _{IS-V}
80% ≤ IS-V < 60%	B _{IS-V}
60% ≤ IS-V < 45%	C _{IS-V}
45% ≤ IS-V < 30%	D _{IS-V}
30% ≤ IS-V < 15%	E _{IS-V}
IS-V ≤ 15%	F _{IS-V}

SISMABONUS: CLASSE DI RISCHIO

Febbraio 2017, nasce il

SISMABONUS

D.M. 58 – 28/02/2017

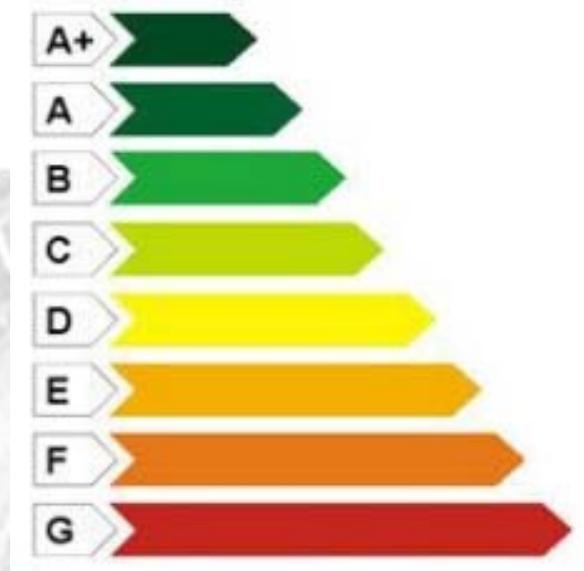
LINEE GUIDA PER L'ATTRIBUZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO SISMICO

➤ **Definizione classe di rischio**
(da **A+** a **G**)

➤ **Metodo convenzionale per
determinazione classe ante e post**

Indice di sicurezza → **Classe IS-V (ζ_E)**

Analisi delle perdite attese → **Classe PAM**

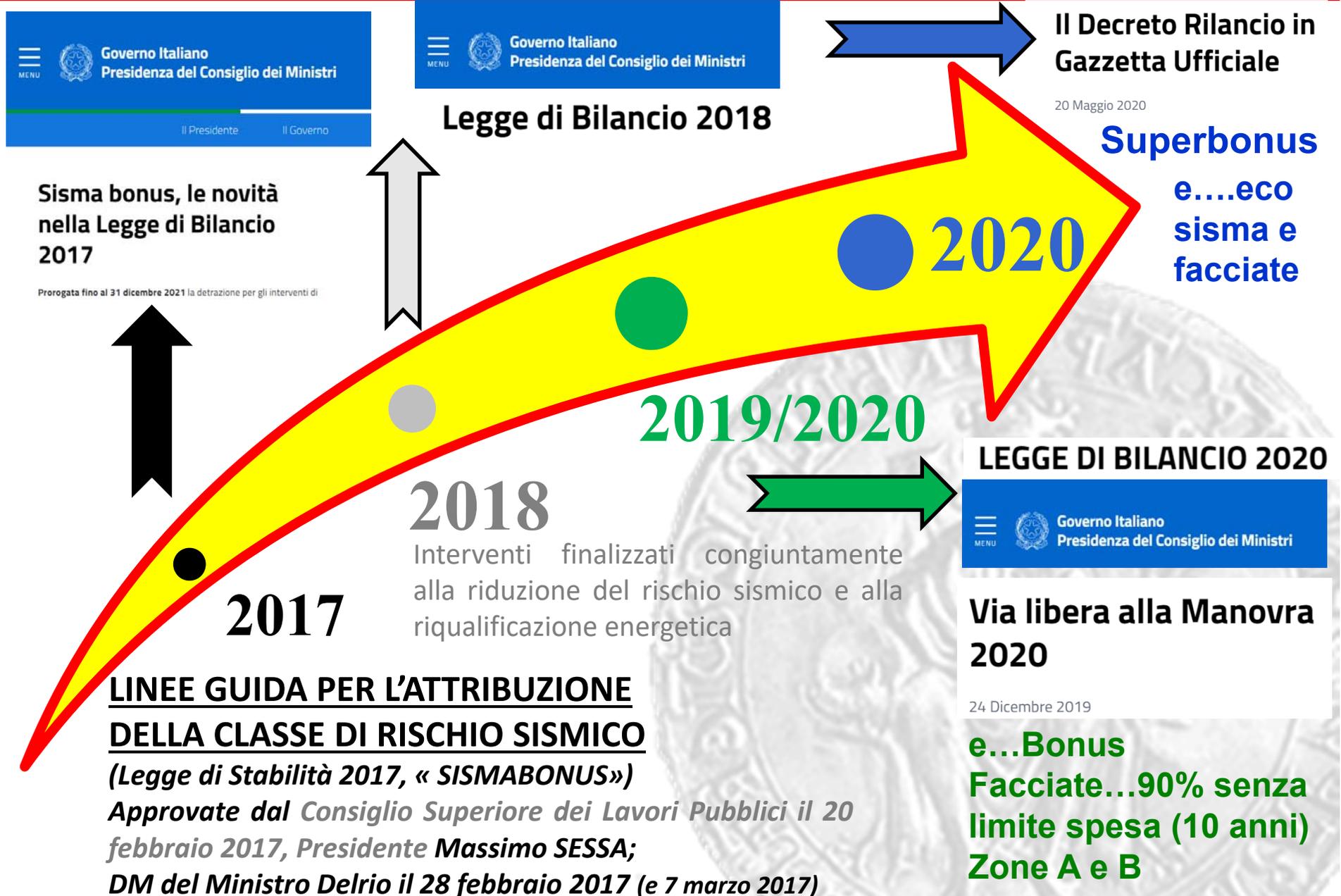


➤ **Metodo semplificato**

Edifici in c.a.: interventi locali su nodi non confinati e tamponature (edifici in c.a. con telaio in due direzioni) → +1 classe

Edifici in muratura: Pericolosità + analisi semplificata vulnerabilità per determinazione classe vulnerabilità (e rischio) e indicazioni interventi locali per eliminazione meccanismi locali → + 1 classe

SISMABONUS (e facciate): LE TAPPE



SISMABONUS (e facciate): LE DETRAZIONI



96.000 euro/u.i. rimborso in 5anni

136.000 euro/u.i. rimborso in 10anni

senza limite. rimb. in 10anni

Il Decreto Rilancio in Gazzetta Ufficiale

20 Maggio 2020

Superbonus

limiti variab. rimb. in 5 anni

2020

2019/2020

FACCIATE

2018

SISMA+ECO

2017
SISMA

70%-80%

+1-+2classi

75%-85%

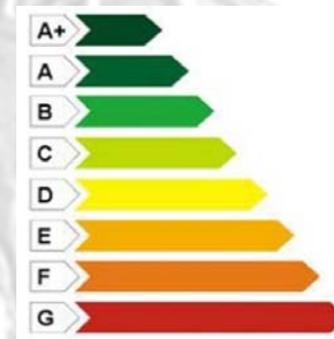
+1-+2classi

80%-85%

+1-+2classi

90%

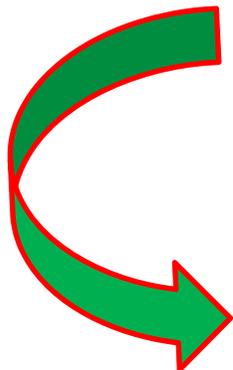
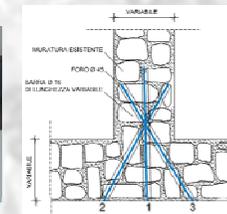
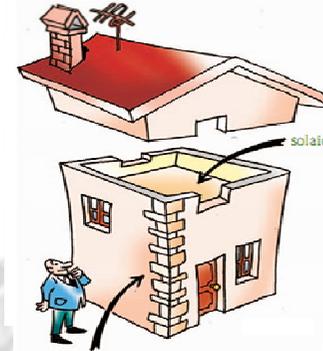
110%



SISMABONUS (e facciate): DECRETO RILANCIO

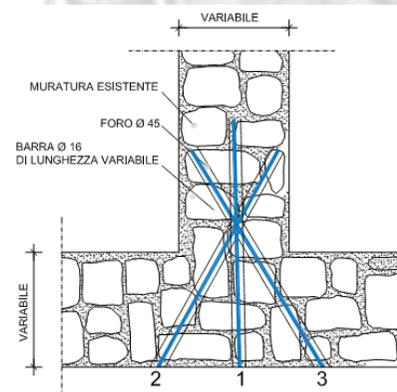
➤ Opportunità:

Interventi per lo più dall'esterno a bassa invasività e che ben si prestano ad essere integrati ad interventi di **consolidamento delle facciate** ed efficientamento energetico



SISMABONUS (e facciate): DECRETO RILANCIO

➤ Opportunità: Interventi Locali



II SISMA E I CAMBIAMENTI

.....NTC 2018 – Edifici esistenti....



- **Interventi di adeguamento**
- **Interventi di miglioramento**
- **Riparazione o interventi locali**

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- interventi di adeguamento atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme;
- interventi di miglioramento atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme;
- riparazioni o interventi locali che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Gli interventi di adeguamento e miglioramento devono essere sottoposti a collaudo statico.



- **Interventi di riparazione o locali**
- **Interventi di miglioramento**
- **Interventi di adeguamento**

8.4. CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- **interventi di riparazione o locali:** interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **interventi di miglioramento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3;
- **interventi di adeguamento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al paragrafo 8.4.3.

.....NTC 2018 – Edifici esistenti....Interventi diffusi riduzione del rischio

Interventi locali: NTC 2018

Interpretazione norma?

8.4.1. RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

- ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura;

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

La relazione di cui al § 8.3 che, in questi casi, potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento e a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione.

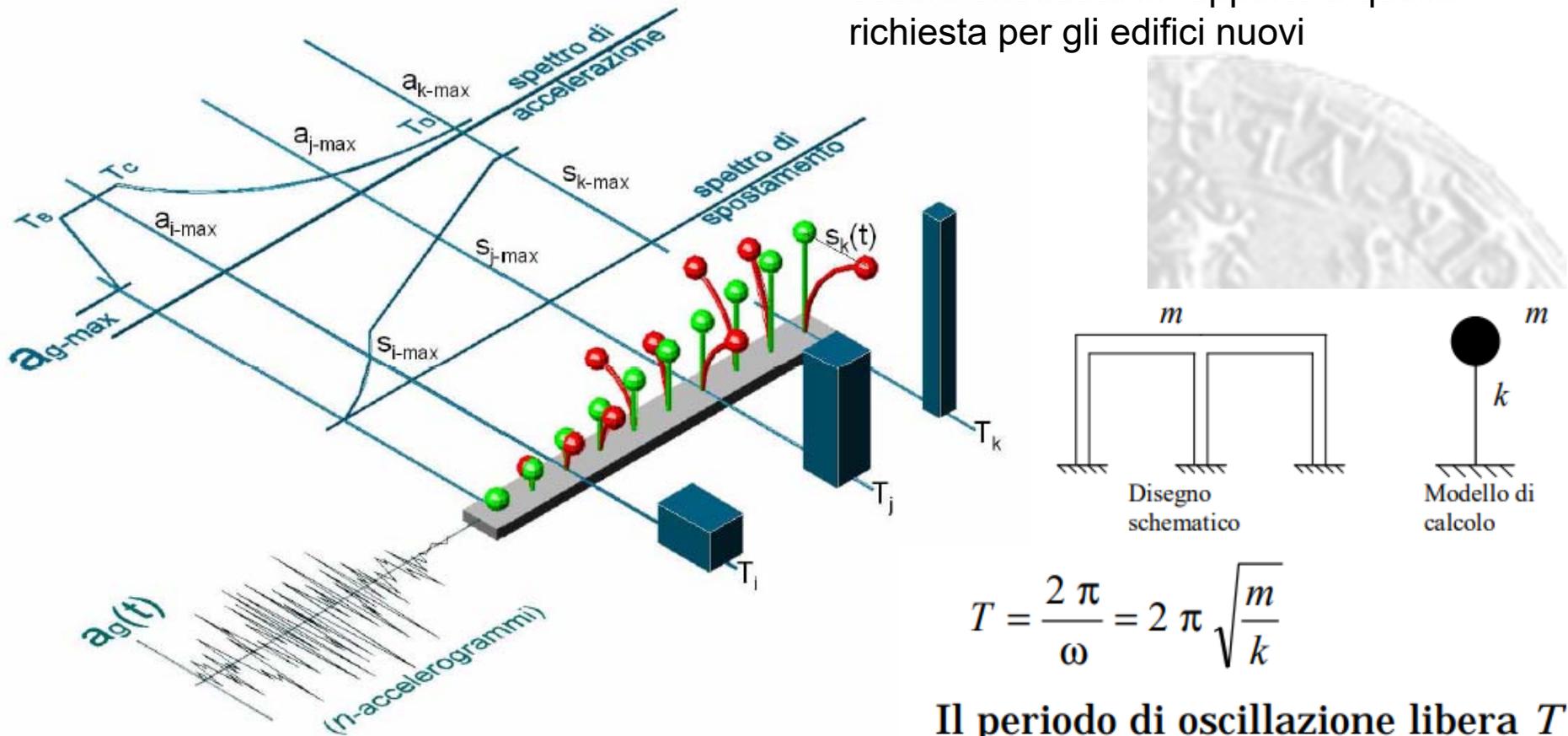
Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di meccanismi di collasso locale, è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.

NTC 2018 – Valutazione sicurezza

$$IS-V = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} = \zeta_E$$

CS.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza degli edifici esistenti, per quanto possibile, deve essere effettuata in rapporto a quella richiesta per gli edifici nuovi



Graficizzazione della procedura per la costruzione degli spettri di risposta

Il periodo di oscillazione libera T

EDIFICI ESISTENTI – C.A

Mecanismi di collasso sotto azione sismica:

➤ Collassi tipici e deficienze strutturali

Edifici in C. A.

L'Aquila, 2009

- I nodi trave-pilastro



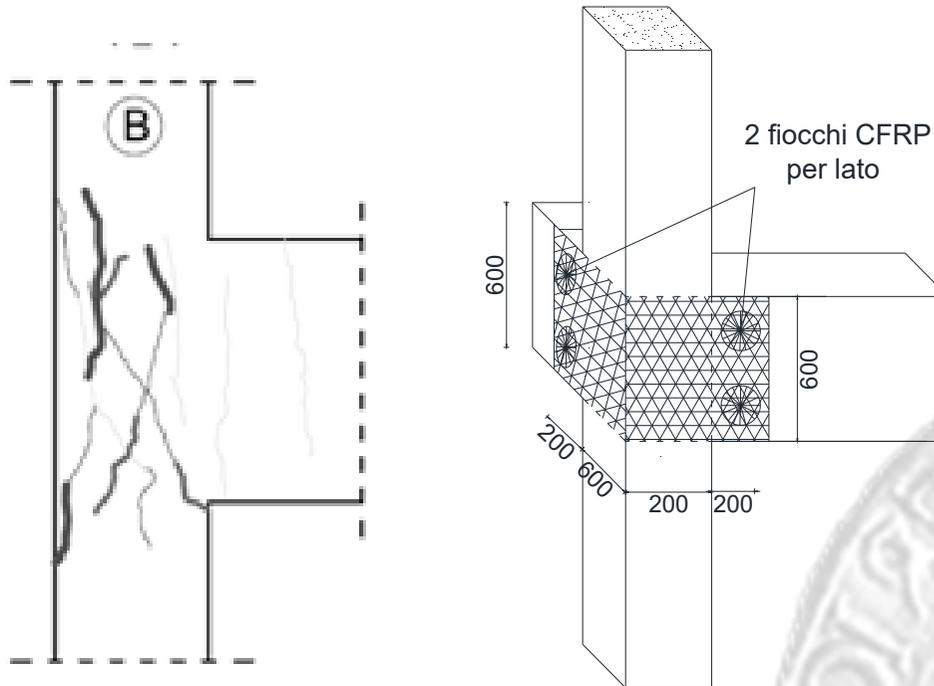
Assenza di staffe nel nodo



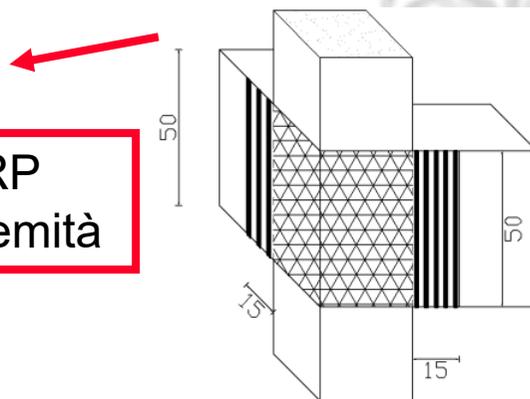
Instabilità armatura pilastro passante nel n

INNOVATIVE RETROFIT SOLUTIONS

- NODI NON CONFINATI SCHEMA DI RINFORZO IN FRP



Tessuto uniassiale in FRP per ancoraggio alle estremità



Tessuto quadriassiale in FRP su pannello nodale

EDIFICI ESISTENTI – C.A

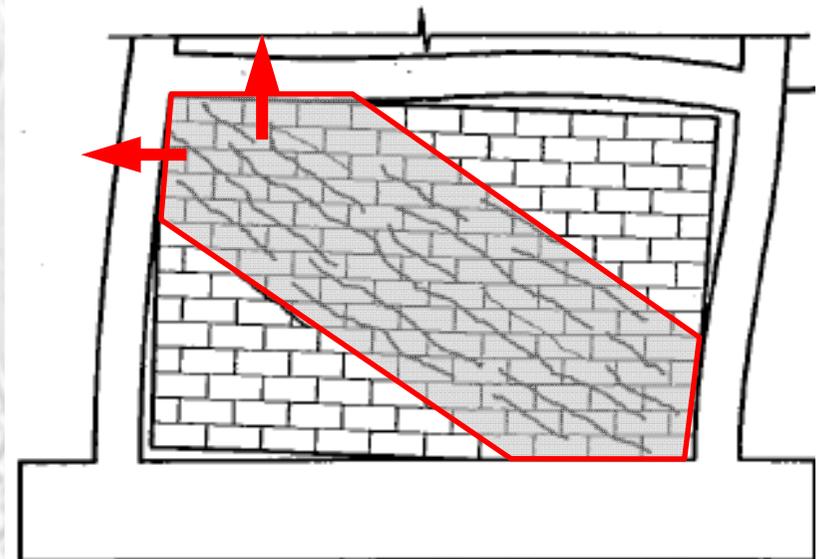
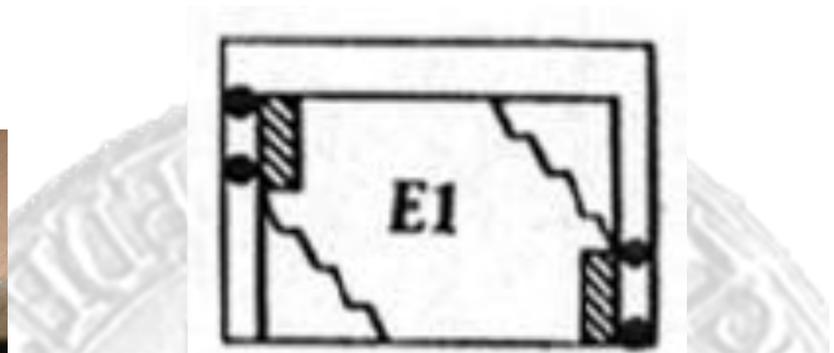
➤ Collassi tipici e deficienze strutturali

Edifici in C. A.

L'Aquila, 2009

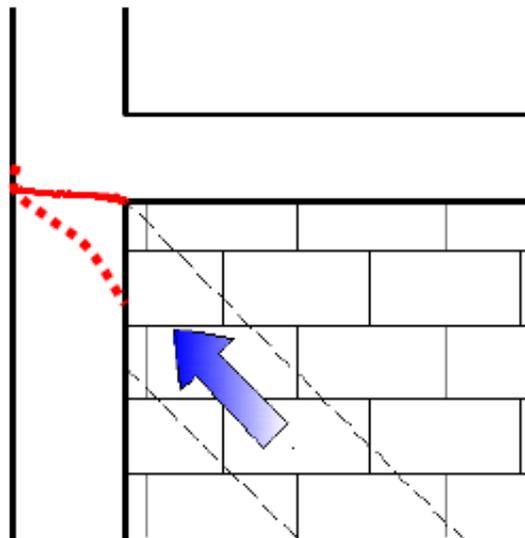
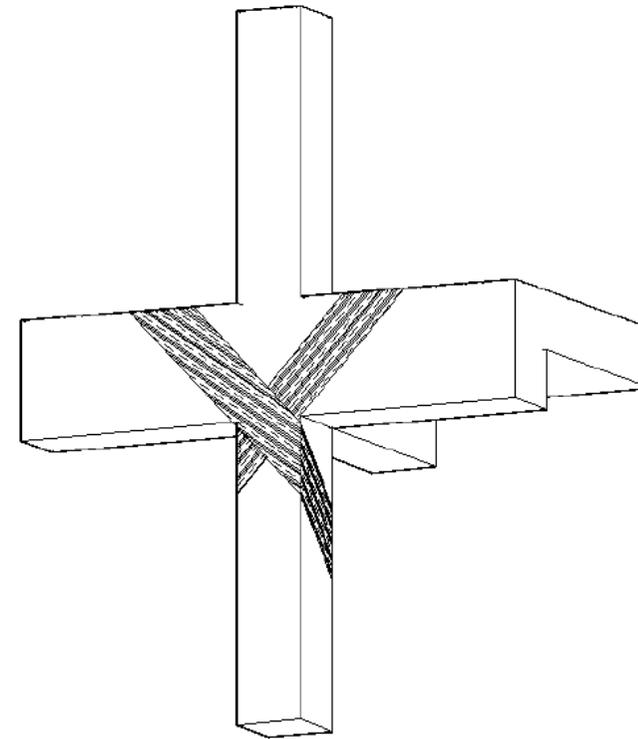
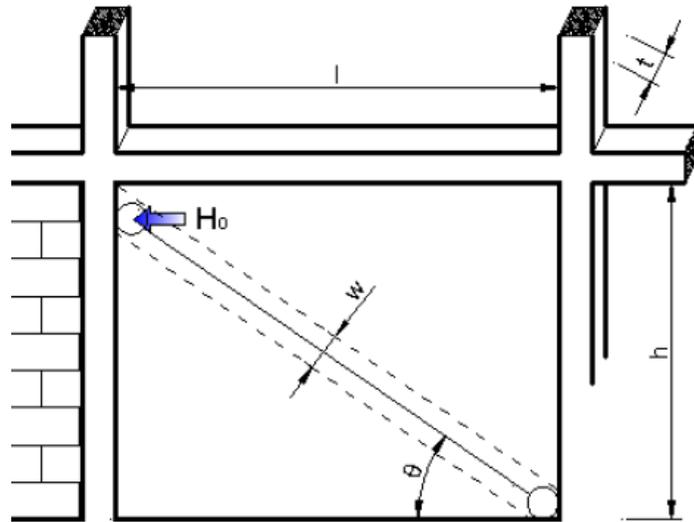
- I nodi trave-pilastro

Interazione con tamponature



INNOVATIVE RETROFIT SOLUTIONS

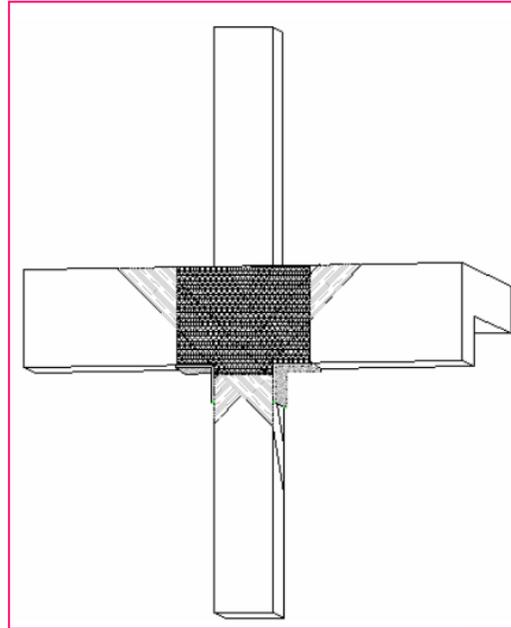
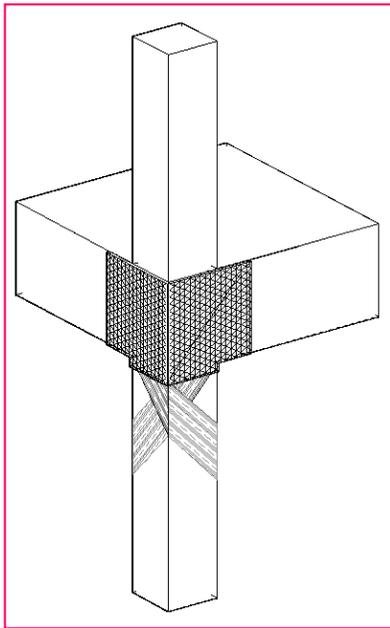
- NODI NON CONFINATI SCHEMA DI RINFORZO IN FRP



$$H_0 = \min \left(\frac{f_{vk0} \cdot l \cdot t}{0,6 \cdot \varphi}; 0,8 \cdot \frac{f_k}{\varphi} \cdot \cos^2 \theta \cdot \sqrt{\frac{E_c}{E_m} \cdot l \cdot h \cdot t^3} \right)$$

INNOVATIVE RETROFIT SOLUTIONS

- NODI NON CONFINATI SCHEMA DI RINFORZO IN FRP



Tessuto quadriassiale in FRP su pannello nodale



EDIFICI ESISTENTI – C.A

➤ Collassi tipici e deficienze strutturali

Edifici in C. A.

L'Aquila, 2009

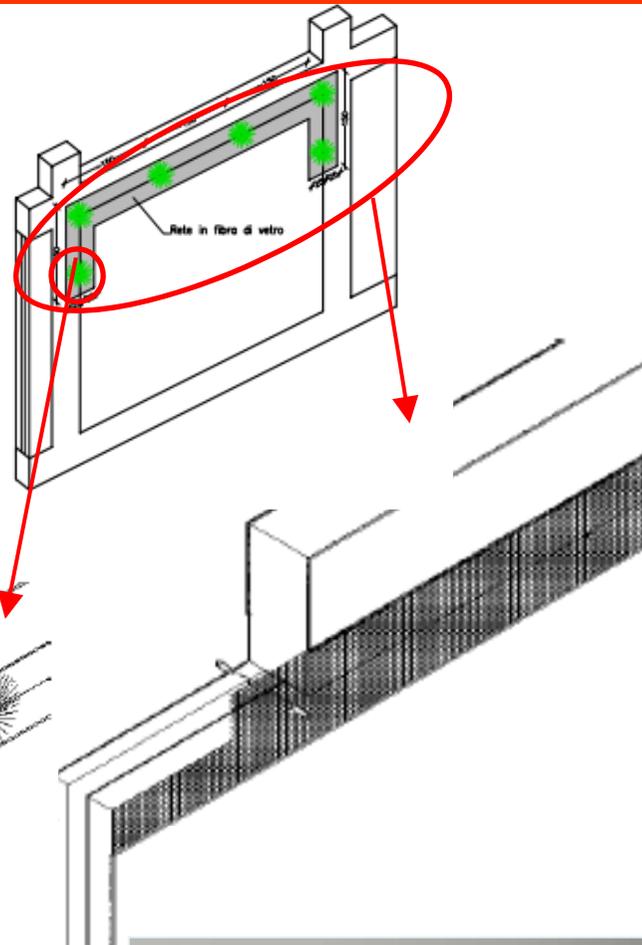
■ Elementi non strutturali



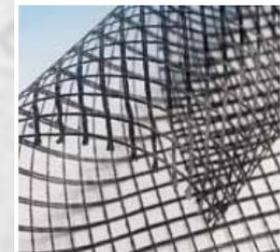
Discontinuità prodotte dalle aperture.

Ribaltamento della fodera esterna della tamponatura

Interventi su elementi non strutturali



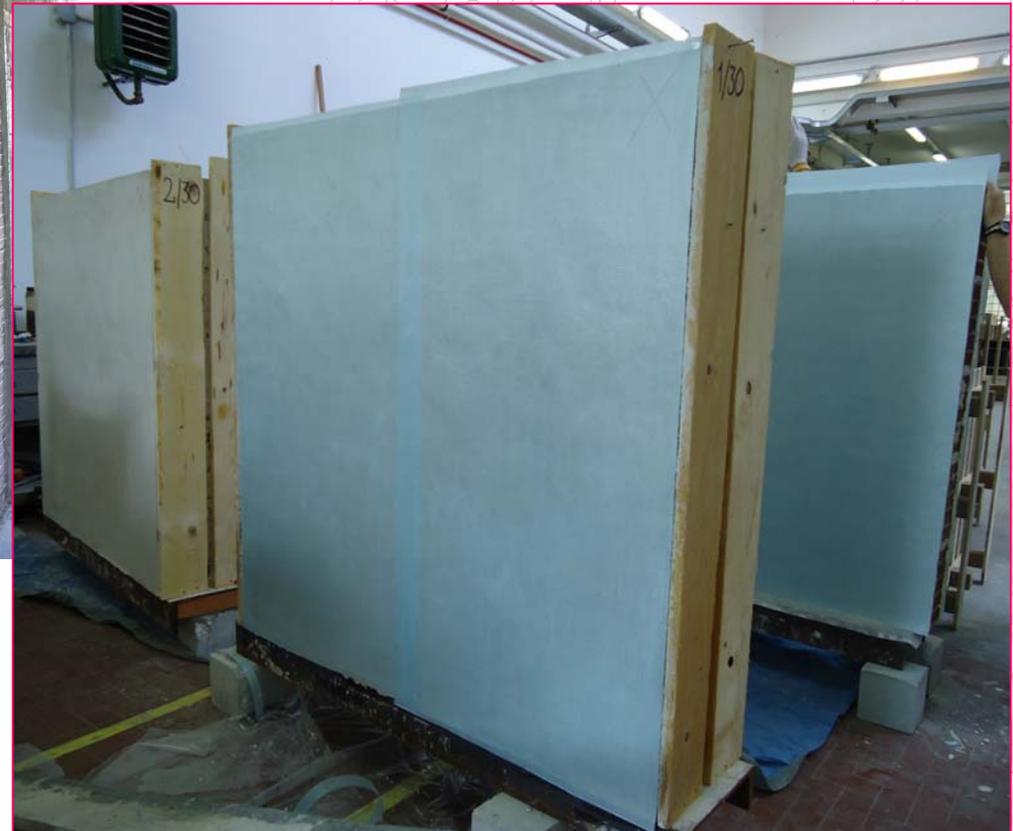
- Rete in fibra di vetro o basalto



Interventi su elementi non strutturali



Rete metallica per aumentare la resistenza del pannello



Tessuto in fibra di vetro. Incremento di duttilità legato ad una migliore distribuzione delle azioni derivanti dalle sollecitazioni dinamiche

Linee Guida Classificazione Rischio

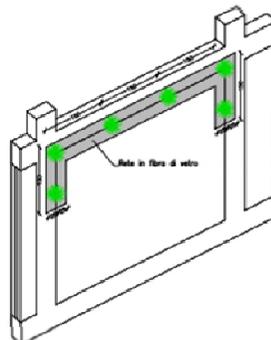
- **Sismabonus**

- ✓ **Metodo semplificato**

LINEE GUIDA PER L'ATTRIBUZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO SISMICO



- **Interventi locali** (non è necessaria la valutazione del comportamento globale della struttura)
- E' possibile passare alla classe di rischio immediatamente superiore se:
 - **Presenza di telai in entrambe le direzioni**
 - **Confinamento di tutti i nodi perimetrali non confinati dell'edificio**
 - **Anti-ribaltamento su tutte le tamponature di facciata**
 - **Ripristino di eventuali zone danneggiate o degradate**



EDIFICI ESISTENTI - MURATURA

Mecanismi di collasso sotto azione sismica:

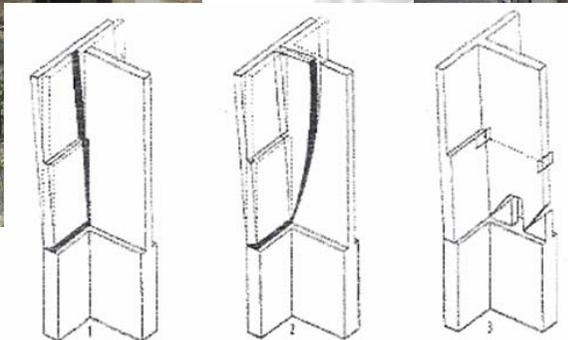
➤ Collassi tipici e deficienze strutturali Edifici in MURATURA



Castelnuovo: scarsa connessione



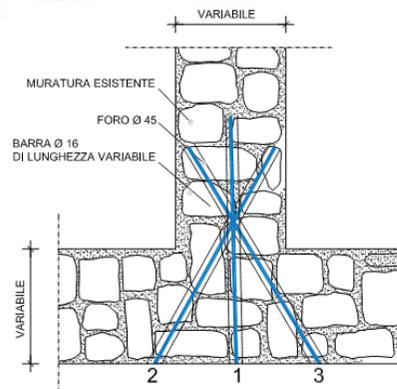
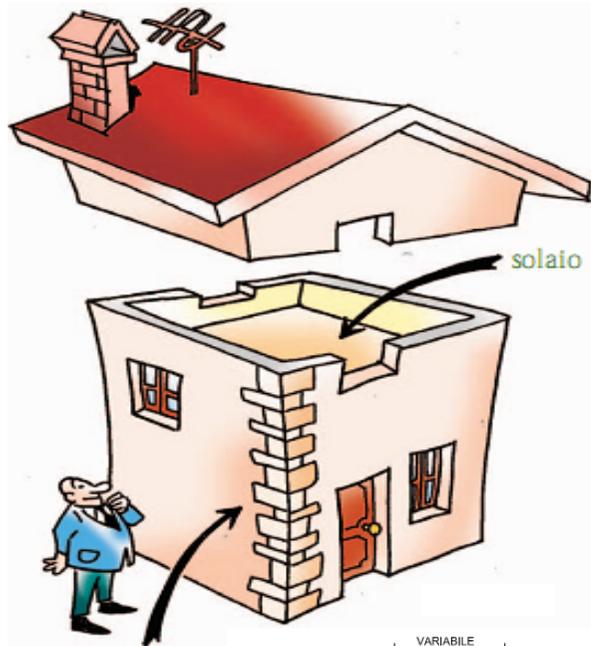
Paganica: ribaltamento composto



Amatrice Terremoto Centro Italia 2016

➤ Caserma Carabinieri

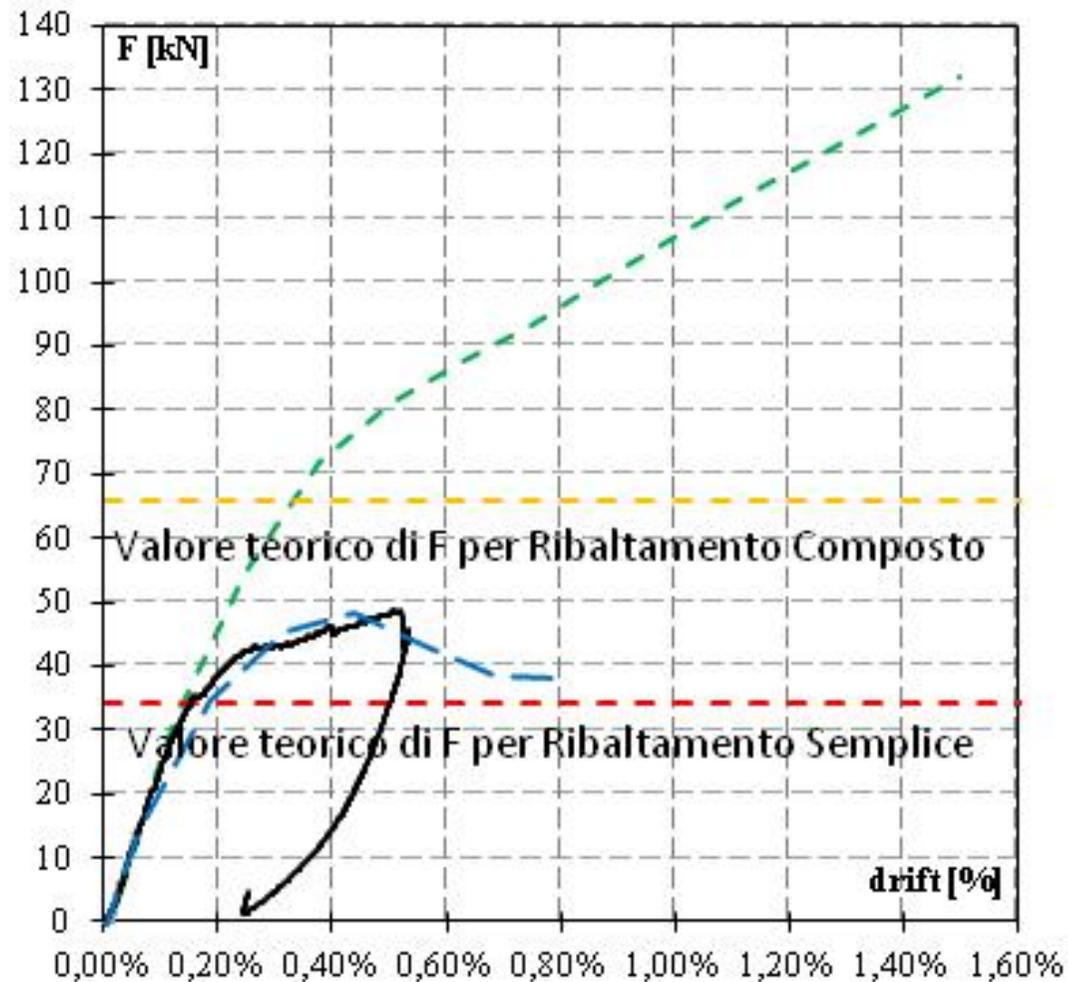
Tecniche di rinforzo per evitare fenomeni di ribaltamento: chiodature (in acciaio o in composito)



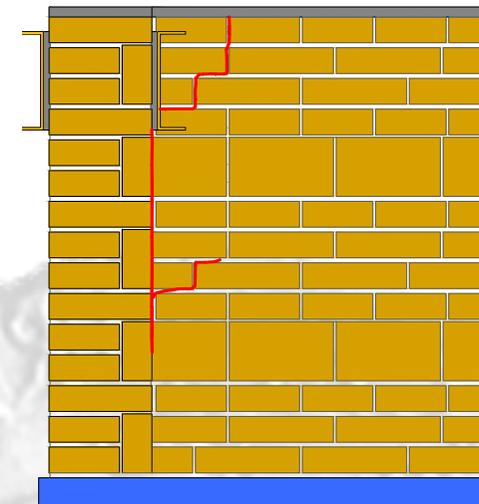
Rinforzo per meccanismi di ribaltamento FUORI PIANO

POSSIBILE INTERVENTO DI RINFORZO

- Chiodature in composito

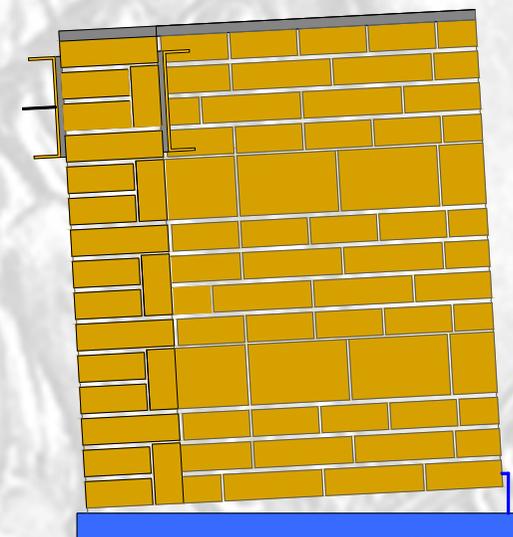


Non rinforzato



VISTA LATO SINISTRO

Rinforzato



Linee Guida Classificazione Rischio

- **Sismabonus**

- ✓ **Metodo semplificato**

LINEE GUIDA PER L'ATTRIBUZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO SISMICO

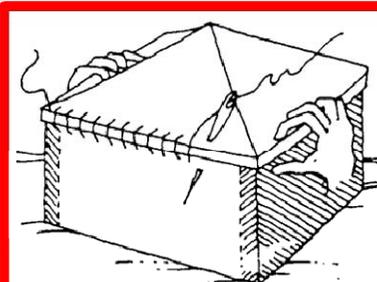
➤ **Interventi locali** (non è necessaria la valutazione del comportamento globale della struttura)

➤ **Passaggio classe di rischio**

3. Interventi e relativo passaggio di classe di rischio

TIPOLOGIA STRUTTURALE	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITA'
INERTI/MAGLIA MURARIA			
pietra grezza	Non applicabili (non sono rispettate le condizioni del §3.2)		V ₆
mattoni di terra cruda (adobe)			
pietra sbazzata	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) • Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento d'insieme "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾ • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₆ a V ₅

Incremento di 1 classe



EDIFICI ESISTENTI - MURATURA

➤ **Collassi tipici e deficienze strutturali** Edifici in **MURATURA**

Amatrice 2016



Non è sufficiente se la muratura sottostante è di scarsa qualità

EDIFICI ESISTENTI - MURATURA

➤ **Collassi tipici e deficienze strutturali** Edifici in **MURATURA**

Fibre Reinforced Cementitious Matrix (FRCM)

ALLEGATO A



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

*Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di
accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica
(FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni
esistenti*

**Approvato
Luglio 2018**

Luglio 2018

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

COMMISSIONE DI STUDIO PER LA PREDISPOSIZIONE E L'ANALISI
DI NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI

**Istruzioni
per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo
di Interventi di Consolidamento Statico
mediante l'utilizzo di
Sistemi di rinforzo FRCM**

BOZZA DEL 18 FEBBRAIO 2017



SISMA/ECO (e facciate): DECRETO RILANCIO

➤ Progettazione integrata:

**Criterio di scelta:
Performance e Rientro
investimento (Pay Back Time)**

$$IS-V = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}}$$

*Indice di
Prestazione
Energetica*

$$= \zeta_E$$

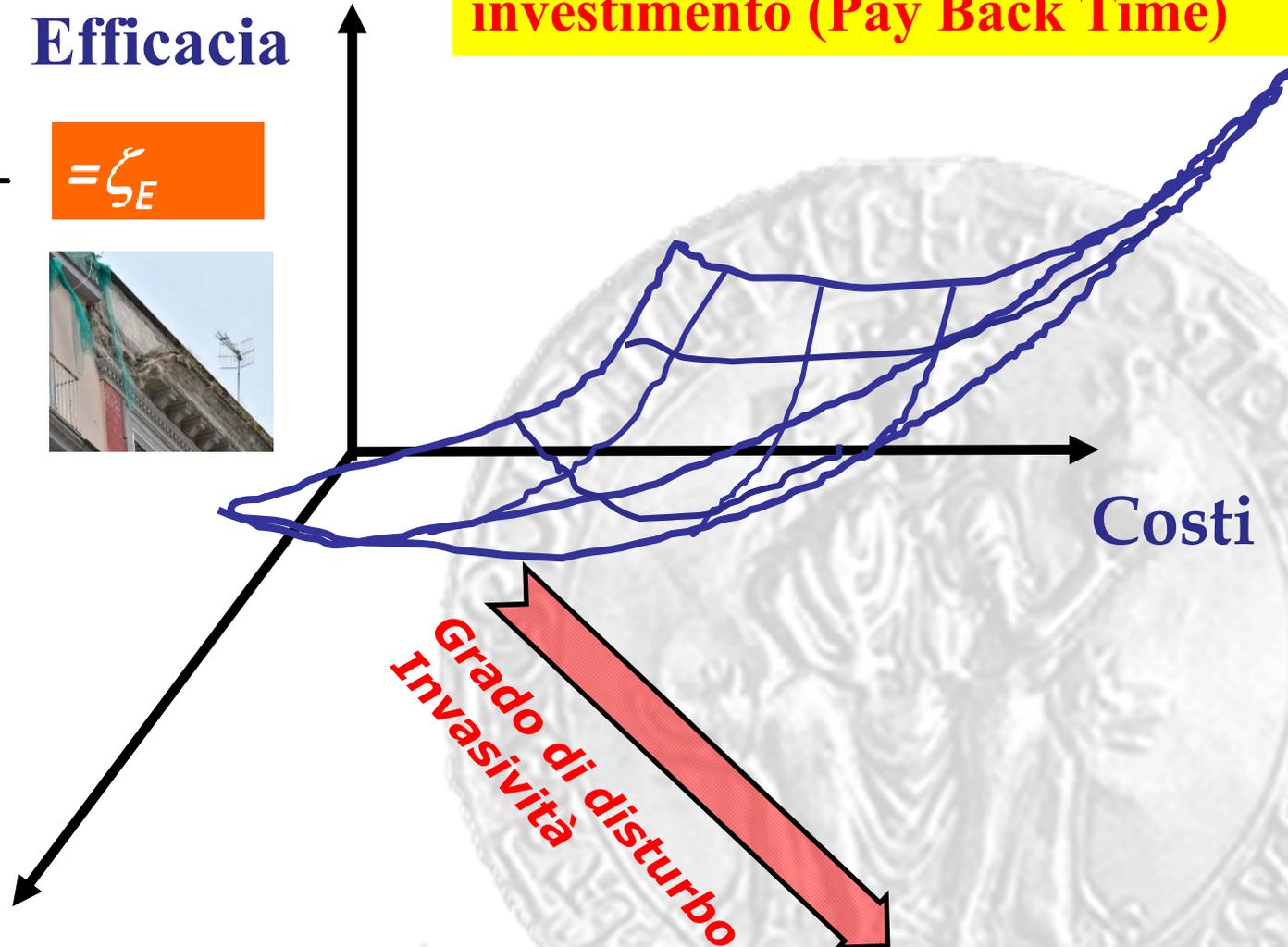


Tempo

Efficacia

Costi

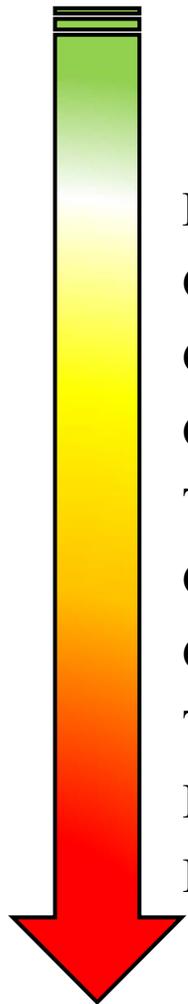
**Grado di disturbo
Invasività**



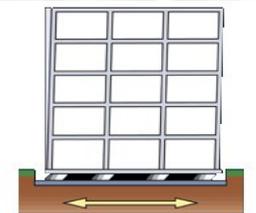
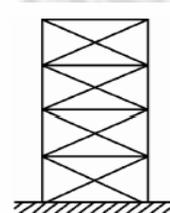
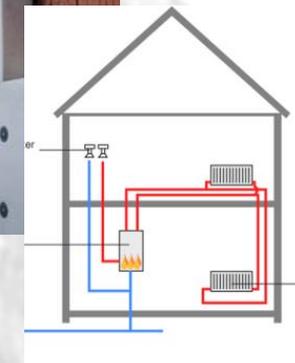
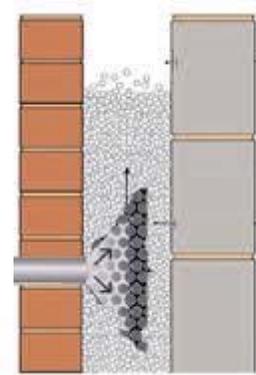
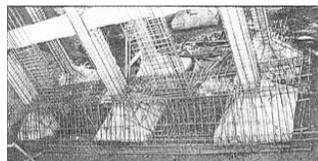
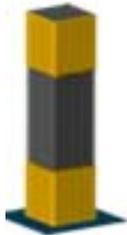
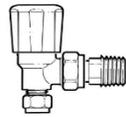
SISMA/ECO (e facciate): DECRETO RILANCIO

Progettazione integrata:

Performance



- FRP/CAM
- Catene
- Chiodature
- Camicia in acciaio
- TRM/FRCM
- Camicia in c.a.
- Controventi
- Telaio esterno
- Inserimento setti
- Isolamento alla base



**Grado di disturbo
Invasività**

Valutazione sismica e progettazione integrata: Esempi

<http://www.reluis.it/>

Progetto DPC-ReLUIs 2019-2021 Casi studio WP5



WP5 - Prota

Progetto DPC-ReLUIs 2019-2021

WP5: Interventi di rapida esecuzione a basso impatto ed integrati

CASO STUDIO 1: EDIFICIO SCOLASTICO IN CEMENTO ARMATO

VERSIONE: 1.0 (BOZZA LUGLIO 2020)

UR: UNINA, prof. Andrea Prota

Gruppo di lavoro: prof. Marco Di Ludovico, ing. Ciro Del Vecchio, ing. Costantino Menna
Collaboratori: ing. Raffaele Frascadore, ing. Fabio Palladino, ing. Vincenzo Paolillo
Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli studi di Napoli "Federico II"

in collaborazione con UR UNSANNIO, ing. Luigi Di Sarro

4

Caso Studio 1

WP5 - Prota

Progetto DPC-ReLUIs 2019-2021

WP5: Interventi di rapida esecuzione a basso impatto ed integrati

CASO STUDIO 2: EDIFICIO SCOLASTICO IN CEMENTO ARMATO

VERSIONE: 1.0 (BOZZA LUGLIO 2020)

UR: UNINA, prof. Andrea Prota

Gruppo di lavoro: prof. Marco Di Ludovico, ing. Ciro Del Vecchio, ing. Costantino Menna
Collaboratori: ing. Raffaele Frascadore, ing. Fabio Palladino, ing. Vincenzo Paolillo
Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli studi di Napoli "Federico II"

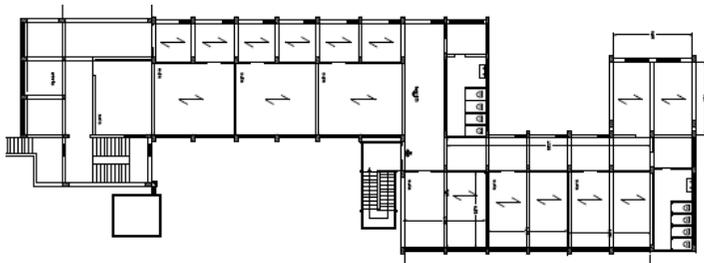
in collaborazione con UR UNINA, prof. Gaetano Della Corte

Caso Studio 2

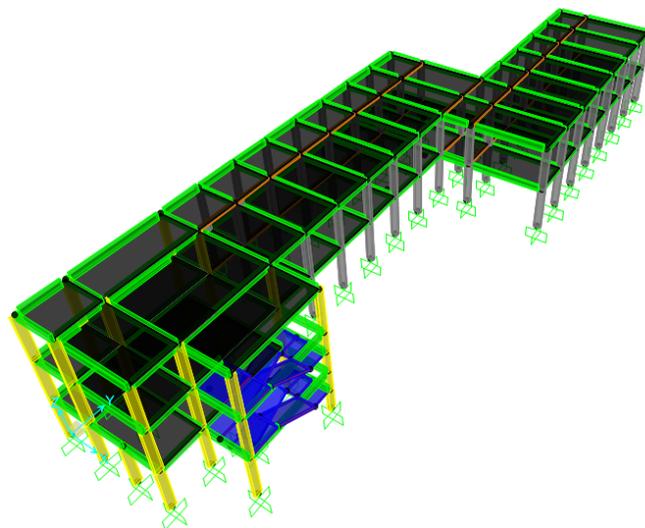
...Un esempio di valutazione sismica...

Edificio scolastico selezionato tra quelli ispezionati da ReLUIS durante l'emergenza sismica del Centro Italia (2016-2017)

scuola media Parozzani Isola del Gran Sasso (TE)



Anno di progettazione	1960-1970
Interventi post-sisma 1997	nessuno
f_{cm}	<u>16.6 MPa</u>
f_{ym}	391 MPa (barre lisce)
Livello di conoscenza	LC2
Fattore di confidenza	1.20



$\zeta_E = 23\%$



Pilastro tozzo
scala

$\zeta_E = 27\%$



$\zeta_E = 66\%$



Progettazione integrata

1) Interventi di rinforzo locale *(dal solo esterno)*

Incremento prestazioni sismiche

Riduzione consumi energetici

2) Interventi di rinforzo locale *(a basso impatto)*

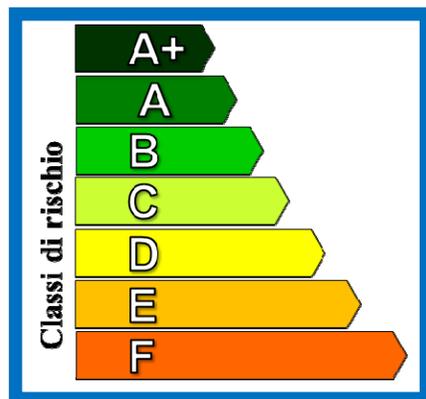
Incremento prestazioni sismiche

Riduzione consumi energetici PEC

3) Interventi globali *(impatto elevato)*

Incremento prestazioni sismiche

Riduzione consumi energetici PEC



Impatto crescente

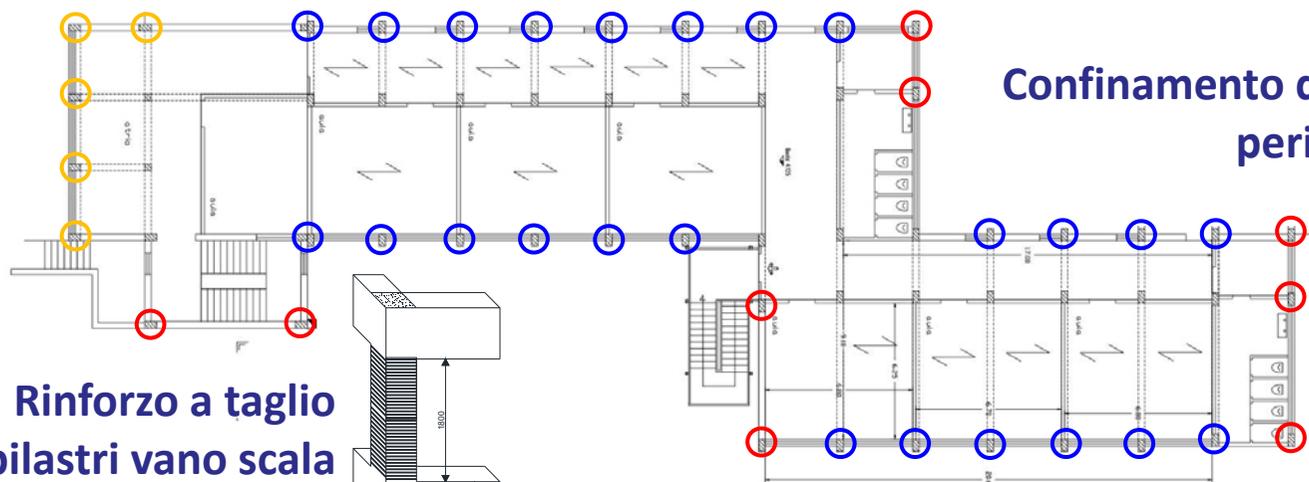


Incremento di prestazioni sismiche ed energetiche

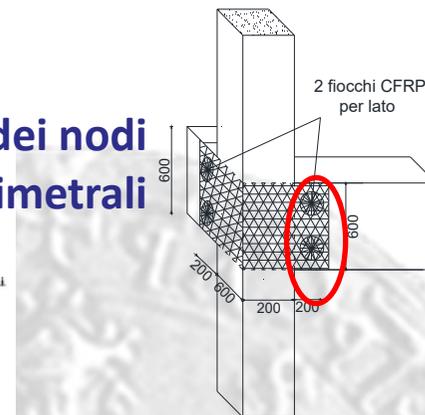
Progettazione integrata

- 1) **Interventi di rinforzo locale (dal solo esterno)**
Incremento prestazioni sismiche $\zeta_E=60\%$
Riduzione consumi energetici PEC = -20%

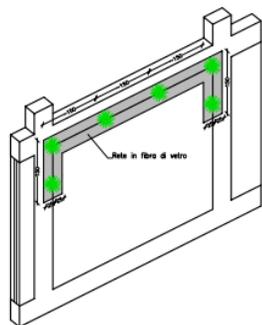
**Minimo impatto,
tempi ridotti**



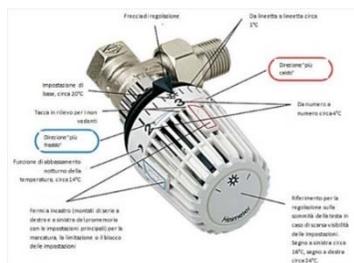
Rinforzo a taglio pilastri vano scala



Nuova soluzione dal solo esterno



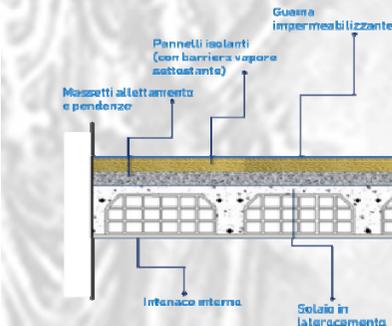
Antiribaltamento tamponature



Valvole termostatiche



Sostituzione serramenti



Isolamento copertura

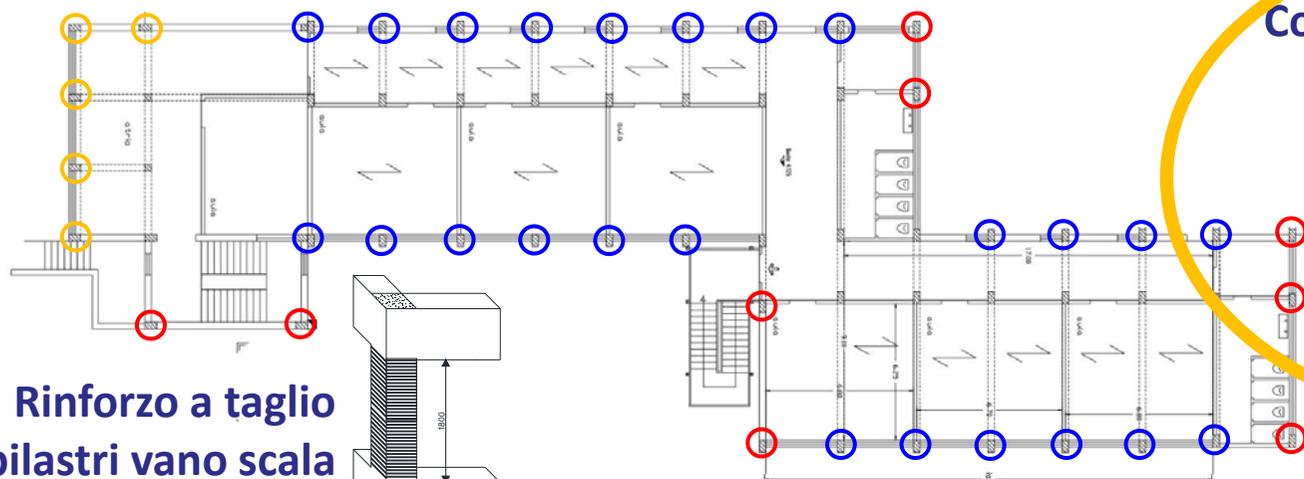
Progettazione integrata

2) **Interventi di rinforzo locale (a basso impatto)**

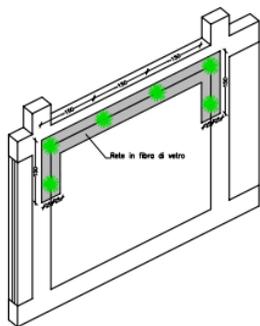
Incremento prestazioni sismiche $\zeta_E > 60\%$

Riduzione consumi energetici PEC = -40%

**Impatto basso,
tempi medi**



Rinforzo a taglio pilastri vano scala

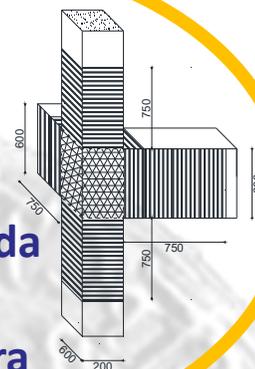


Antiribaltamento tamponature

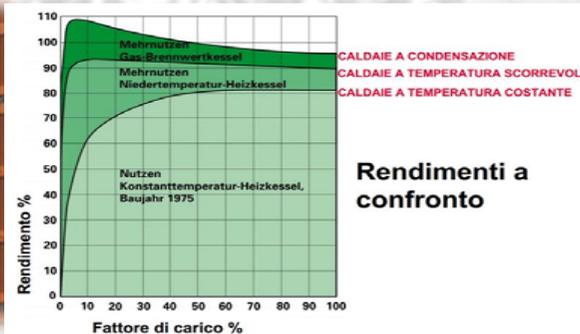
LIVELLO 1 +

Confinamento dei nodi perimetrali

Protezione da azione tamponatura



Insufflaggio intercapedini



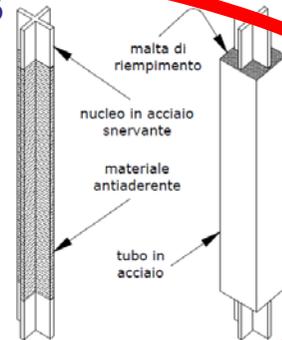
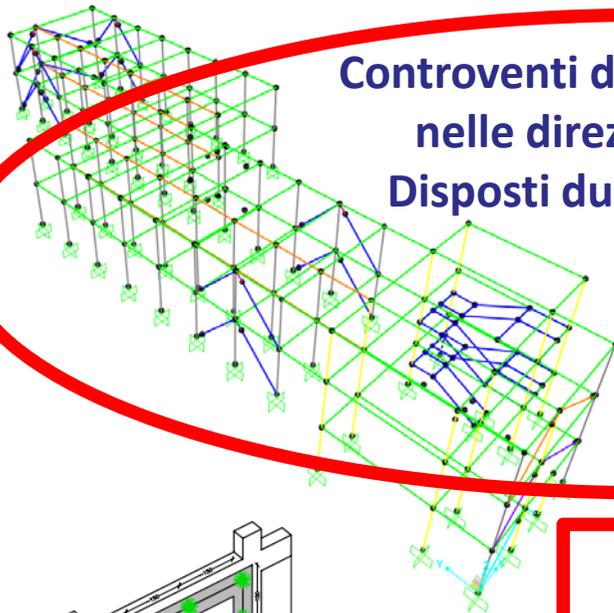
Caldaia ad alto rendimento

Progettazione integrata

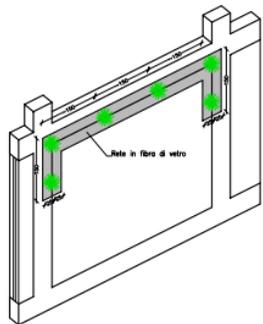
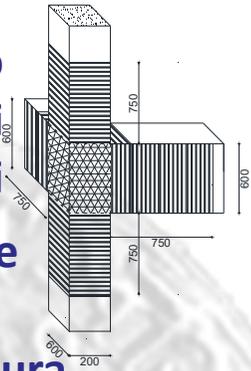
3) Interventi globali (impatto elevato)
Incremento prestazioni sismiche $\zeta_E = 100\%$
Riduzione consumi energetici PEC $\leq -60\%$

**Impatto elevato,
tempi lunghi**

**Controventi dissipativi BRB
nelle direzioni X e Y
Disposti du perimetro**



**Confinamento
dei nodi
perimetrali
Protezione
azione
tamponatura**



**Antiribaltamento
tamponature**



Cappotto termico



**Fonti rinnovabili e rifacimento
impianti**

Progettazione integrata

Livello 1-2-3:

Interventi ad impatto crescente

Livello di Progettazione	Descrizione	Importo	Superficie calpestabile	Volumetria		
	OPERE CIVILI	[€]	[m ²]	[m ³]	€/m ²	€/m ³
Livello I (IS-V=60%, PAM=1.1%) +3 classi Sismiche +2 Classi Energ	Opere strutturali	104,000			70.75	22.13
	Opere di demolizione e ripristino finiture	21,500			14.63	4.57
	Parziale strutturale	125,500	1,470	4,700	85.37	26.70
	Opere di efficientamento energetico	255,000			173.47	54.26
	TOTALE INTERVENTI	380,500				258.84
Livello II (IS-V=60%, PAM=1.1%) +3 classi Sismiche +4 Classi Energetiche	Opere strutturali	240,500			163.61	51.17
	Opere di demolizione e ripristino finiture	60,000			40.82	12.77
	Parziale strutturale	300,500	1,470	4,700	204.42	63.94
	Opere di efficientamento energetico	289,000			196.60	61.49
	TOTALE INTERVENTI	589,500				401.02
Livello III (IS-V=60%, PAM=0.47%) +5 classi Sismiche +7 Classi Energetiche	Opere strutturali (contro 280.000€)	359,000			244.21	76.40
	Opere di demolizione e ripristino finiture	80,000			54.42	17.00
	Parziale strutturale	439,000	1,470	4,700	298.64	93.40
	Opere di efficientamento energetico	513,500			349.32	109.3
	TOTALE INTERVENTI	952,500				647.96
	ONERI DELLA SICUREZZA (PSC)					
	Oneri comuni ai vari livelli di progettazione	25,000	1,470	4,700	17.01	5.32

Conclusioni o meglio...proposte

➤ Esistono oggi tecnologie di intervento, più o meno invasive, attraverso cui, con costi ragionevoli, è possibile intervenire per incrementare il livello di sicurezza delle costruzioni esistenti in caso di eventi severi (**incremento sicurezza SLV**); e garantire la funzionalità delle componenti non strutturali in casi di eventi meno severi(**abbattimento perdite attese SLD**);

➤ Proposte:

Intervento di consolidamento facciate e/o ecobonus **deve essere combinato** a:

1. **Incremento di almeno una classe** in caso di **edifici ad alto rischio**
2. Interventi di **presidio (o su struttura) per protezione investimento efficientamento energetico**

Conclusioni

Se la sicurezza non diventa una priorità nemmeno in caso di interventi con sgravi al 110%....allora....



Decreto Rilancio



Thanks for your attention



Marco Di Ludovico

University of Naples Federico II

Department of Structures for Engineering and Architecture

Email: diludovi@unina.it

