

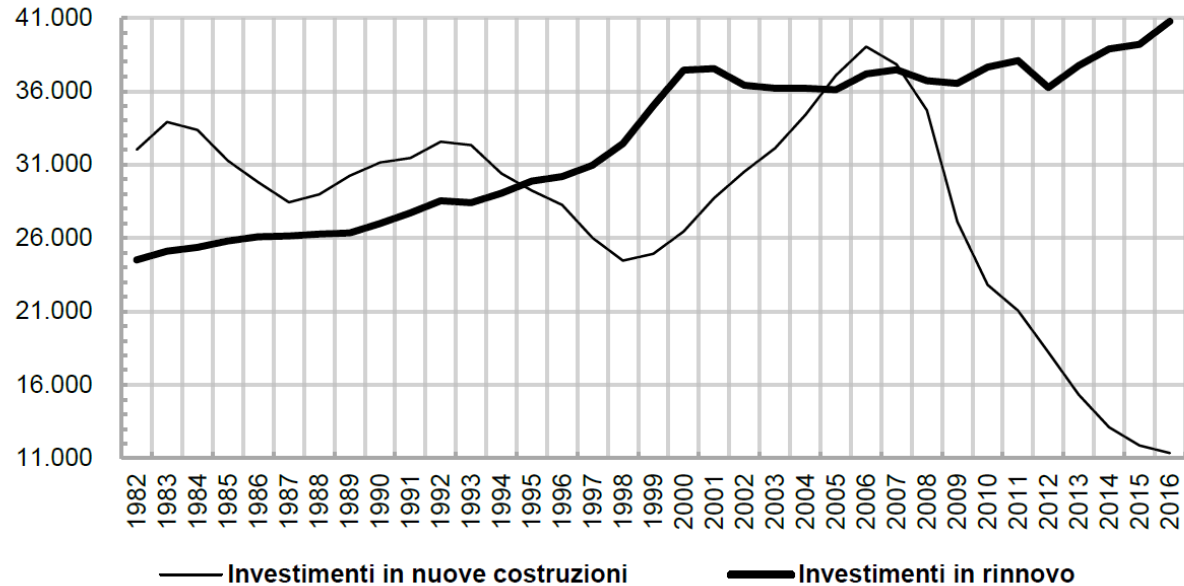
RIQUALIFICARE GLI EDIFICI CON ECOBONUS E SISMABONUS

Esempi pratici di miglioramento energetico-strutturale e applicazione delle detrazioni fiscali

- Detrazioni fiscali: opportunità per l'edilizia
- Vulnerabilità sismica di un edificio esistente
- Analisi locale e globale della struttura
- Modellazione a elementi finiti
- Valutazione della sicurezza
- Valutazione della Classe di Rischio

EDIFICI ESISTENTI, QUALI OPPORTUNITÀ ?

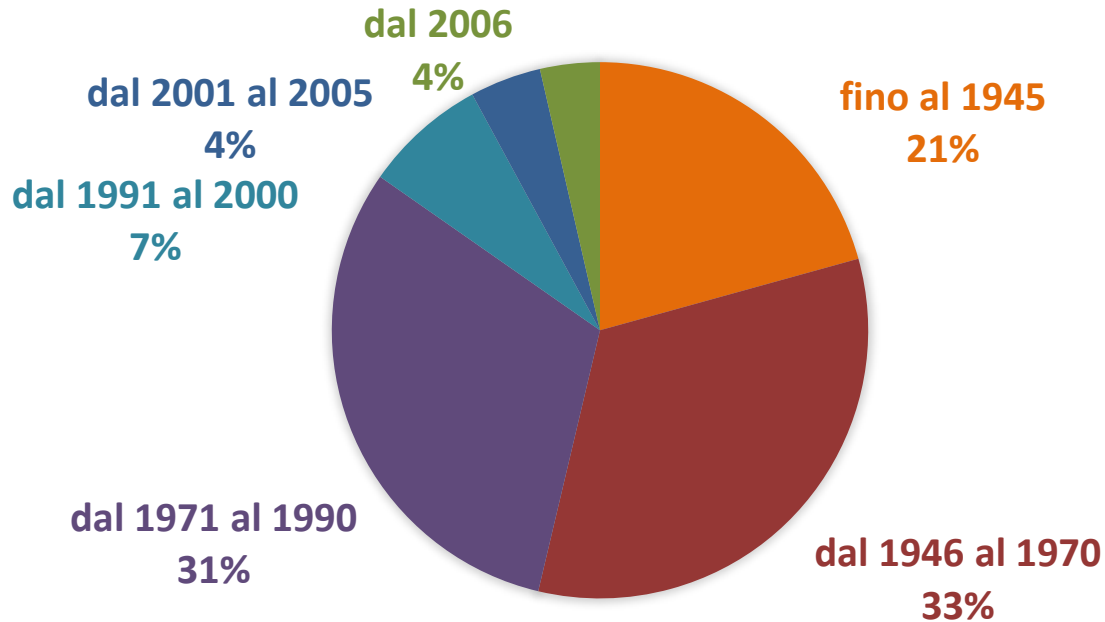
GRAFICO 2.1. - INVESTIMENTI IN EDILIZIA RESIDENZIALE 1982 – 2016
MILIONI DI EURO A PREZZI 2005



fonte: dati CRESME

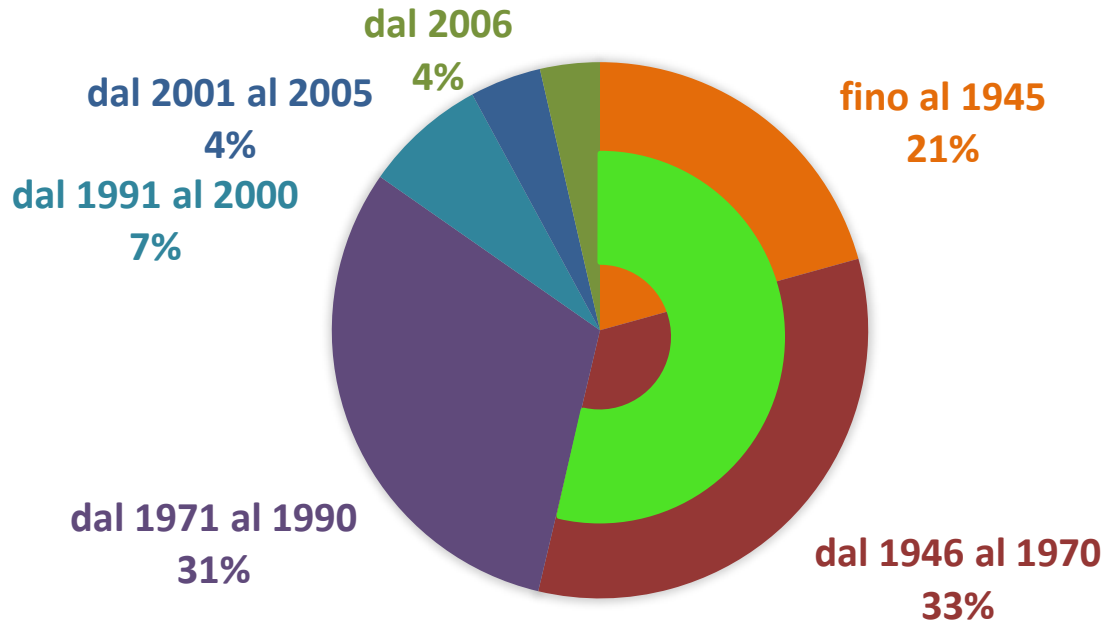
EDIFICI ESISTENTI, QUALI OPPORTUNITÀ ?

Edifici residenziali – epoca di costruzione



EDIFICI ESISTENTI, QUALI OPPORTUNITÀ ?

Edifici residenziali – epoca di costruzione



oltre il 50% degli edifici è stato realizzato prima degli anni '70

EDIFICI ESISTENTI, QUALI OPPORTUNITÀ ?

**Ristrutturazione
edilizia**

**Riqualificazione
energetica
Ecobonus**

**Misure
antisismiche
Sismabonus**

EDIFICI ESISTENTI, QUALI OPPORTUNITÀ ?

	Ristrutturazione edilizia	Riqualificazione energetica Ecobonus	Misure antisismiche Sismabonus	Ecobonus + Sismabonus condomini
detrazione	50%	65-75%	50-85%	80-85%
importo massimo	96.000 euro/unità immobiliare	30.000-100.000 euro	96.000 euro/unità immobiliare	136.000 euro/unità immobiliare
n. quote annuali	10	10	5	10
note applicative	ristrutturare le abitazioni o le parti comuni di edifici residenziali	miglioramento energetico degli edifici esistenti	miglioramento antisismico delle unità abitative e produttive in zona sismica 1, 2 e 3	come per Ecobonus e Sismabonus ma solo per condomini

EDIFICI ESISTENTI, QUALI OPPORTUNITÀ ?

**Ristrutturazione
edilizia**

**Riqualificazione
energetica
Ecobonus**

**Misure
antisismiche
Sismabonus**

SISMABONUS

DM '**Sismabonus**' 65/2017 ha introdotto due novità:

- il **Sismabonus** per l'applicazione della legge di bilancio 2017 (strumento di incentivazione economica)
- le linee guida per la **classificazione del rischio sismico delle costruzioni** (strumento tecnico per la valutazione del rischio)

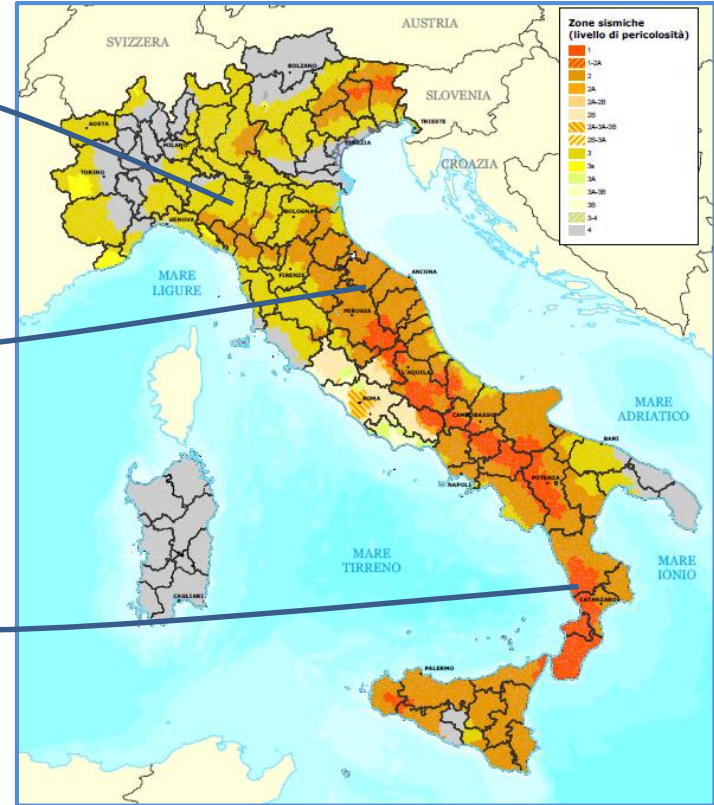
SISMABONUS

dal 1 gennaio 2017
al 31 dicembre 2021

zona 3

zona 2

zona 1



SISMABONUS

**misure antisismiche
zona 1, 2 e 3**

**spesa massima
96mila euro/unità immobiliare**

SISMABONUS

**misure antisismiche
zona 1, 2 e 3**

**spesa massima
96mila euro/unità immobiliare**

**50%
della spesa**

--

**detrazione in 5 anni
da IRPEF o IRES**

SISMABONUS

**misure antisismiche
zona 1, 2 e 3**

**spesa massima
96mila euro/unità immobiliare**

**50%
della spesa**

**70-75%
della spesa**

--

**migliora di una
Classe di Rischio**

**detrazione in 5 anni
da IRPEF o IRES**

SISMABONUS

**misure antisismiche
zona 1, 2 e 3**

**spesa massima
96mila euro/unità immobiliare**

**50%
della spesa**

**70-75%
della spesa**

**80-85%
della spesa**

--

**migliora di una
Classe di Rischio**

**migliora di due o +
Classe di Rischio**

**detrazione in 5 anni
da IRPEF o IRES**

CLASSIFICAZIONE SISMICA

Gli effetti della classificazione

- Sensibilizzazione e quindi prevenzione del rischio sismico
- Indicatore della qualità della costruzione
- Applicazione del 'Sisma bonus' e delle detrazioni fiscali
- Mappatura comunale e nazionale della sicurezza degli edifici
- Influenza del valore di mercato di un immobile

CLASSIFICAZIONE SISMICA

PAM

Perdita Annuale Media attesa

indicatore economico,
lega alle capacità della
struttura per ciascun
Stato Limite una % del
Costo di Ricostruzione

CLASSIFICAZIONE SISMICA

PAM

Perdita Annuale Media attesa

indicatore economico,
lega alle capacità della
struttura per ciascun
Stato Limite una % del
Costo di Ricostruzione

IS-V

Indice di Sicurezza per lo SLV

indicatore che esprime la
vulnerabilità della
costruzione ed è
utilizzato per limitare la
perdita di vite umane
'Indice di Rischio'

CLASSIFICAZIONE SISMICA

metodo SEMPLIFICATO

- valutazione speditiva della Classe di Rischio
- solo per costruzioni in muratura
- valutazione di interventi locali che migliorano una classe di Rischio

CLASSIFICAZIONE SISMICA

metodo SEMPLIFICATO

- valutazione speditiva della Classe di Rischio
- solo per costruzioni in muratura
- valutazione di interventi locali che migliorano una classe di Rischio

classe
PAM*

CLASSIFICAZIONE SISMICA

metodo SEMPLIFICATO

- valutazione speditiva della Classe di Rischio
- solo per costruzioni in muratura
- valutazione di interventi locali che migliorano una classe di Rischio

classe
PAM*

metodo CONVENZIONALE

- metodi di valutazione definiti in NTC
- Per tutte le tipologie di costruzioni
- valutazione di interventi che migliorano da una a classi di Rischio

CLASSIFICAZIONE SISMICA

metodo SEMPLIFICATO

- valutazione speditiva della Classe di Rischio
- solo per costruzioni in muratura
- valutazione di interventi locali che migliorano una classe di Rischio

classe
PAM*

metodo CONVENZIONALE

- metodi di valutazione definiti in NTC
- Per tutte le tipologie di costruzioni
- valutazione di interventi che migliorano da una a classi di Rischio

classe PAM

classe IS-V

METODO SEMPLIFICATO

Classi PAM*

8 classi da A⁺ a G basate sulla classificazione di vulnerabilità dei sistemi costruttivi murari e sulla zona sismica in cui ricade il sito, questi i passaggi per definirle

1. si individua la tipologia strutturale che meglio descrive la costruzione e gli eventuali fattori che determinano un peggioramento della valutazione secondo le indicazioni delle linee guida

METODO SEMPLIFICATO

TIPOLOGIA STRUTTURALE		PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE MEDIA DI VULNERABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE PER LA VULNERABILITÀ LOCALE/GLOBALE	PAS-SAGGIO DI CLASSE
INERTI / MAGLIA MURARIA						
MURATURA	pietra grezza	<ul style="list-style-type: none"> Legante di cattiva qualità e/o assente Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₄			
	mattoni di terra cruda (adobe)	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di legno o di mattoni ma comunque caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti Eventuale presenza di telai di legno 	V ₄			
	pietra sbazzata	<ul style="list-style-type: none"> Accorgimenti per aumentare la resistenza (ad es. listature) Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₄	Ribaltonamento delle pareti	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado e/o danneggiamento Spinte orizzontali non contrastate Pannelli murari male ammorzati tra loro Orizzontamenti male ammorzati alle pareti Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni 	da V ₃ a V ₄
	mattoni o pietra lavorata	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidità nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₄			
	pietra massiccia per costruzioni monumentali	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti e volta o di legno caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio 	V ₄	Meccanismi parziali o di piano	<ul style="list-style-type: none"> Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₄ a V ₅
	mattoni + solai d'elevata rigidità nel proprio piano medio	<ul style="list-style-type: none"> Funzionamento scolare della costruzione Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidità nel proprio piano medio ben collegati alla muratura 	V ₄	Ribaltonamento delle pareti Meccanismi parziali o di piano	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado e/o danneggiamento Pannelli murari male ammorzati tra loro Orizzontamenti male ammorzati alle pareti Pannelli murari a doppio strato con camera d'aria Absenza totale o parziale di cordoli Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₄ a V ₅
	armata e/o confinata	<ul style="list-style-type: none"> Elevata qualità delle murature, rinforzata da reti o barre di acciaio, e/o realizzata tra travi e colonne che la racchiudono in corrispondenza di tutti e quattro i lati Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidità nel proprio piano medio 	V ₄	Meccanismi dovuti, ad esempio, ad un'errata disposizione degli elementi non strutturali che possono ridurre la duttilità globale	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado o danneggiamento Elevata irregolarità in pianta e/o in altezza Presenza numerosa di elementi non-strutturali che modificano negativamente il comportamento locale e/o globale Aperture di elevanti dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₄ a V ₅

METODO SEMPLIFICATO

mattoni o pietra lavorata	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₅			
<small>USA</small> pietra grezza mattoni di terra cruda (adobe) pietra sbazzata mattoni o pietra lavorata pietra massiccia per costruzioni monumentali	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti Orizzontamenti di legno o di mattoni ma comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti Eventuale presenza di telai di legno Accorgimenti per aumentare la resistenza (ad es. listature) Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti Orizzontamenti a volta o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio 	V ₄ V ₄ V ₄ V ₄	Ribaltamento delle pareti Meccanismi parziali o di piano	<ul style="list-style-type: none"> Scarse qualità costruttive Elevato degrado e/o danneggiamento Spinte orizzontali non contrastate Pannelli murari male ammorsati tra loro Orizzontamenti male ammorsati alle pareti Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₄ a V ₆ da V ₄ a V ₅
Ribaltamento delle pareti	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado e/o danneggiamento Spinte orizzontali non contrastate Pannelli murari male ammorsati tra loro Orizzontamenti male ammorsati alle pareti Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni 	da V ₄ a V ₆			
Meccanismi parziali o di piano	<ul style="list-style-type: none"> Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₄ a V ₅			

METODO SEMPLIFICATO

Classi PAM*

2. si definisce la Classe PAM* secondo le seguenti relazioni

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	$PAM \leq 0,50\%$				$V_1 \div V_2$
A*	$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$
B*	$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	V_1	$V_1 \div V_2$	V_3	V_5
C*	$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	V_3	V_4	$V_5 \div V_6$	
E*	$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	V_4	V_5		
F*	$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	V_5	V_6		
G*	$7,5\% \leq PAM$	V_6			

METODO SEMPLIFICATO

Interventi

- **interventi locali** che migliorano la vulnerabilità e quindi **modificano PAM***
- possibilità di **migliorare una sola Classe di Rischio**

METODO SEMPLIFICATO

TIPOLOGIA STRUTTURALE		INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ*
MURATURA	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 UNITÀ 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
	pietra massiccia per costruzioni monumentali	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ 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 ₅ a V ₄
	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃	
mattoni o pietra lavorata	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino dei danni o delle zone 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	

METODO SEMPLIFICATO

TIPOLOGIA STRUTTURALE	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ
INERTI/MAGLIA MURARIA			
mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾ • Ridurre al minimo il rischio di danno agli 	da V ₄ a V ₃
mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino dei danni o delle zone degradate • Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) • Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <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
mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾ • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃
rinforzata e/o confinata	INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento regolare della struttura.⁽¹⁰⁾ • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₃ a V ₂



Piedilama (Arquata del Tronto)
Dicembre 2016
foto: Ing. Stefania Arangio



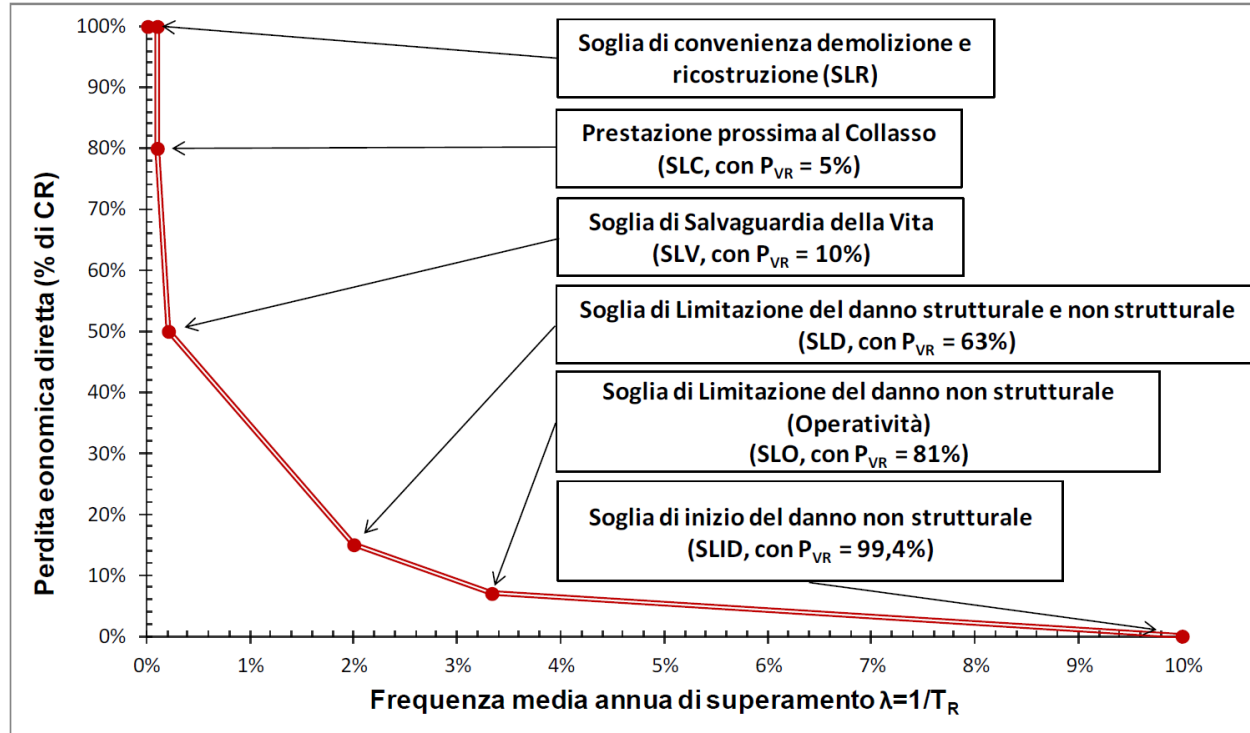
Piedilama (Arquata del Tronto)
Dicembre 2016
foto: Ing. Stefania Arangio



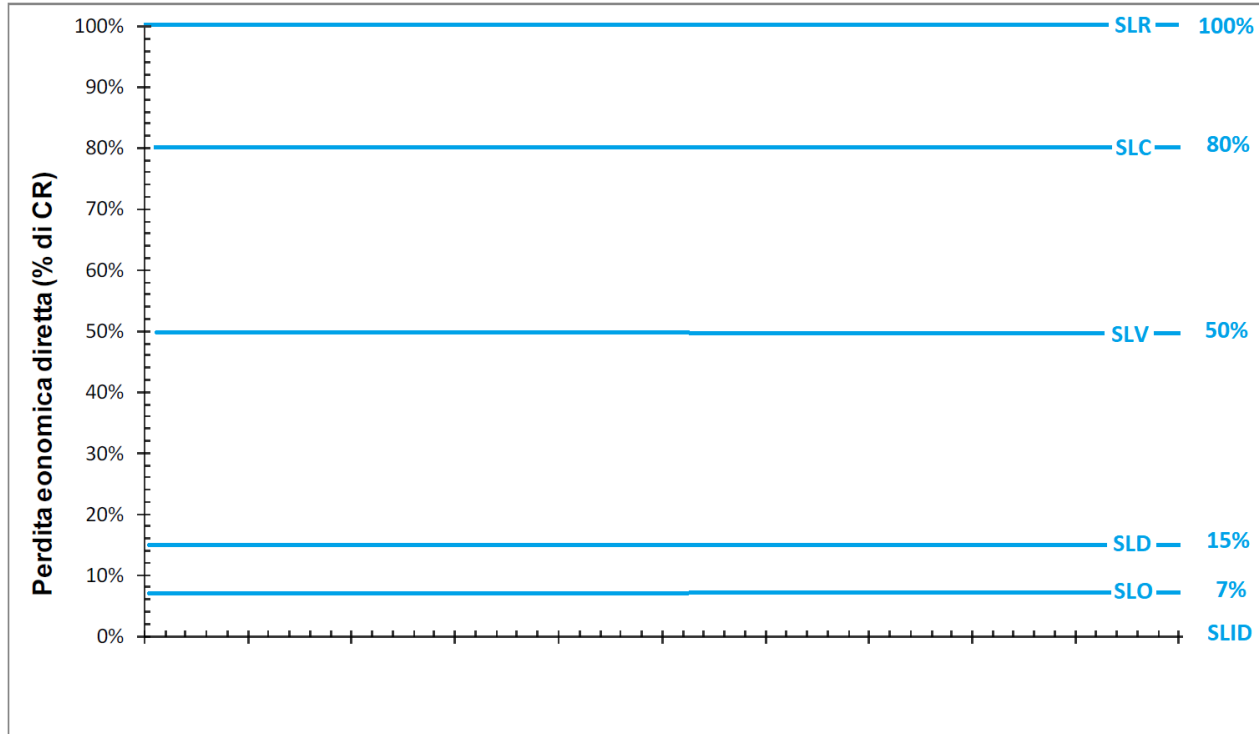
Piedilama (Arquata del Tronto)
Dicembre 2016
foto: Ing. Stefania Arangio



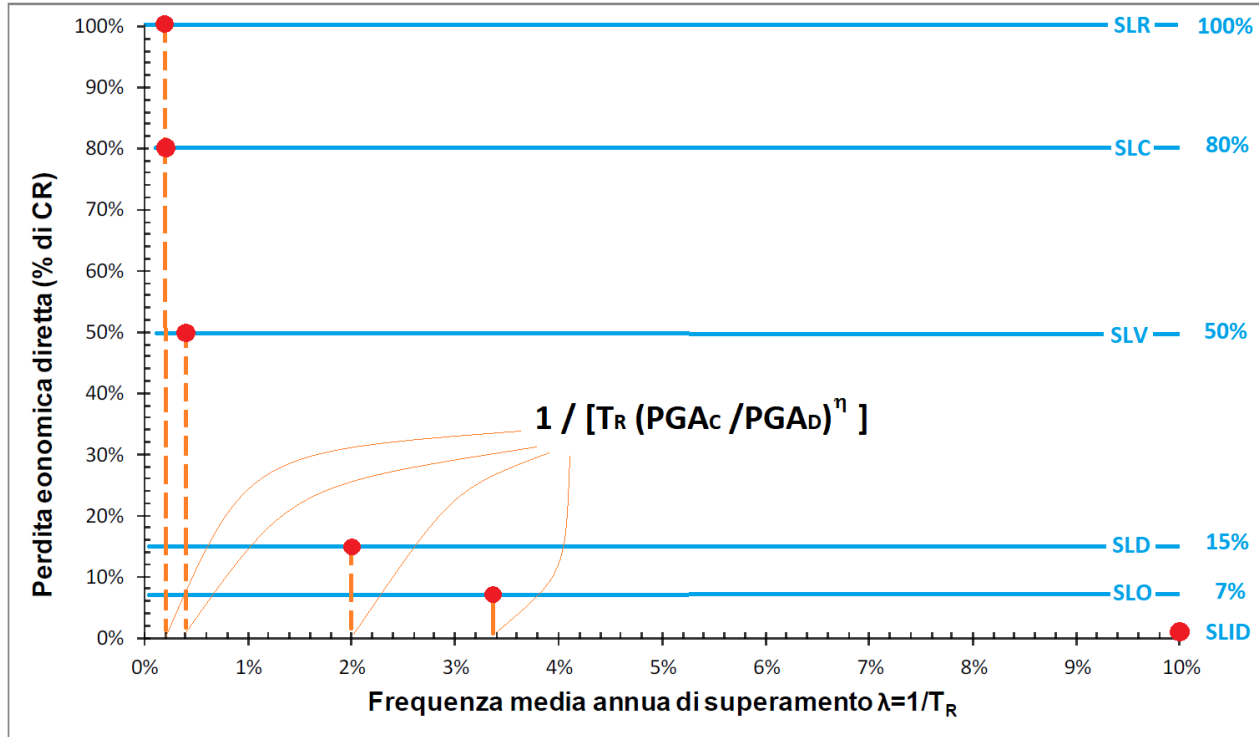
METODO CONVENZIONALE



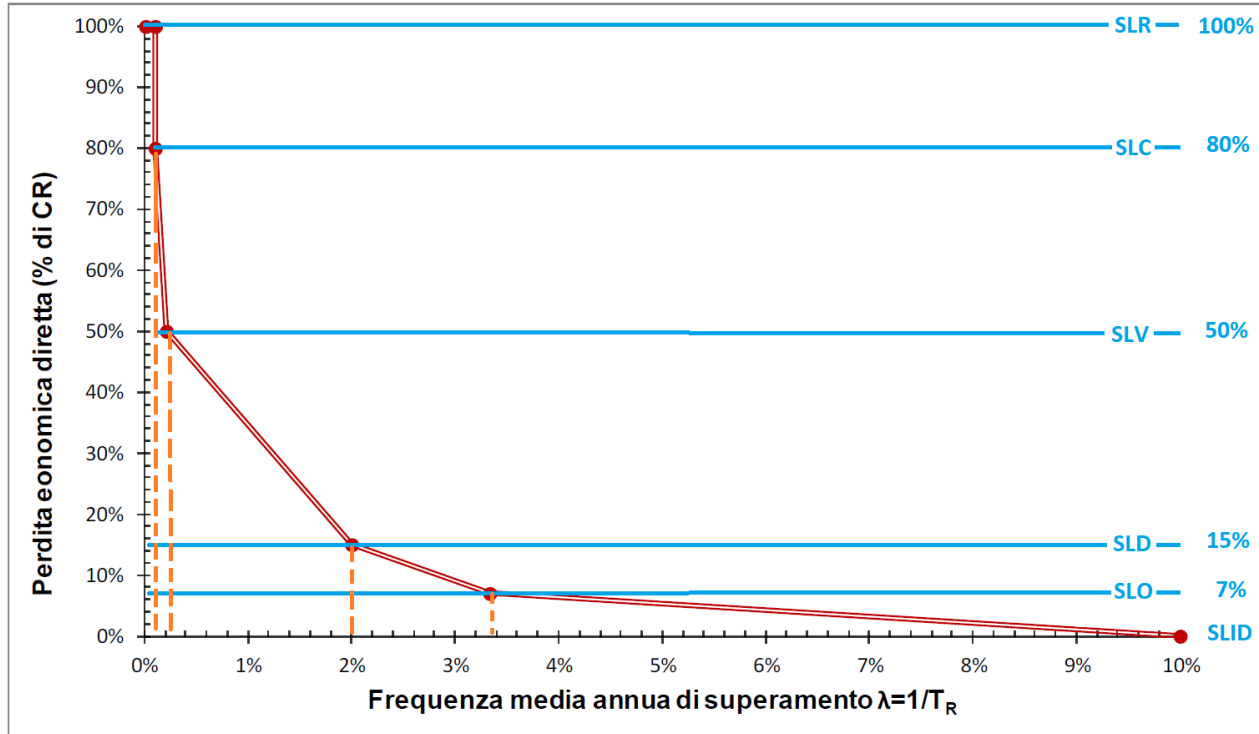
VALUTAZIONE PAM



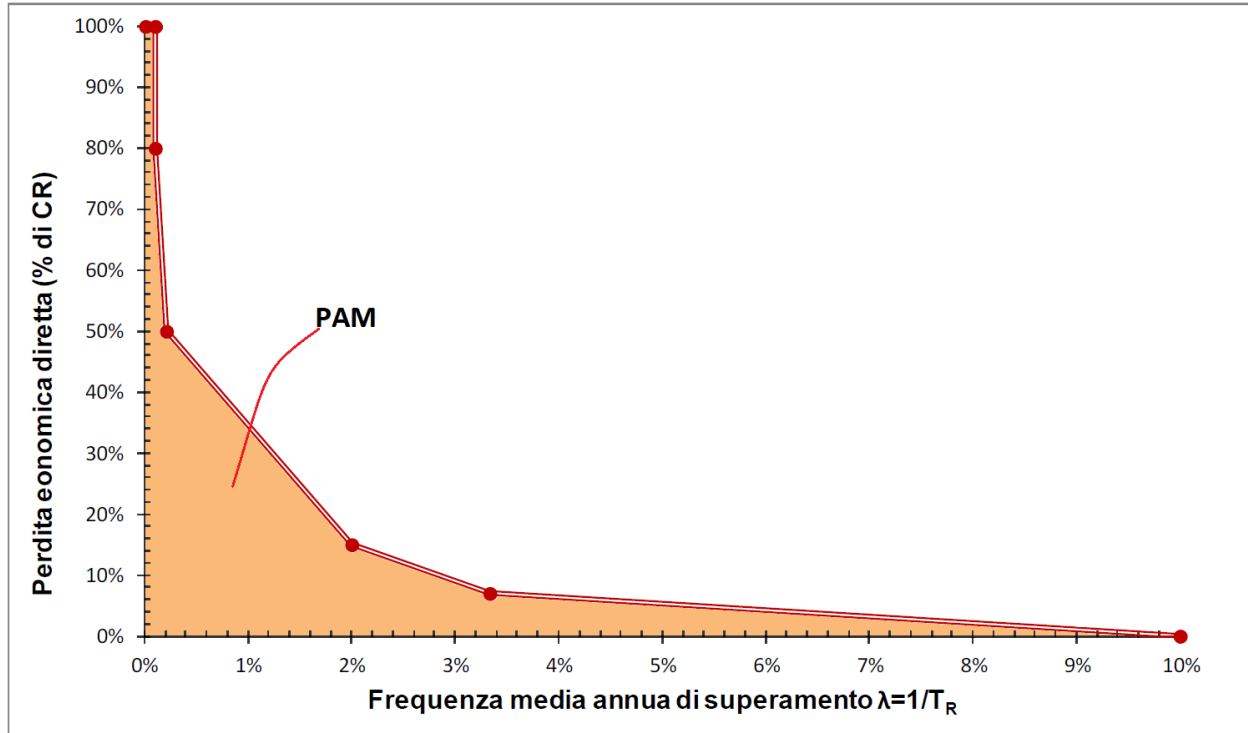
VALUTAZIONE PAM



VALUTAZIONE PAM



VALUTAZIONE PAM



METODO CONVENZIONALE

Classi PAM

Si associa al valore di PAM la relativa Classe

Perdita Media Annuata attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	A^+_{PAM}
$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$	A_{PAM}
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	B_{PAM}
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	C_{PAM}
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	D_{PAM}
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	E_{PAM}
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	F_{PAM}
$7,5\% \leq PAM$	G_{PAM}

METODO CONVENZIONALE

Classi IS-V

7 classi da A⁺ a F basate sulla percentuale del rapporto tra capacità e domanda della struttura in termini di PGA per lo SLV

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

METODO CONVENZIONALE

Interventi

- interventi locali o globali che **modificano PAM o IS-V**
- possibilità di **migliorare una o più Classi di Rischio**
- valutazione della Classe di Rischio finale **sempre con verifica globale** della costruzione

VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ

La vulnerabilità sismica è la predisposizione di una costruzione a subire danneggiamenti e crolli. Quanto più un edificio è vulnerabile tanto maggiori saranno le conseguenze sulla struttura.



Analisi lineare e non lineare

$$V = \left(\frac{R_d}{E_d} \right)_{min}$$

$$\alpha_{PGA} = \frac{PGA_{(C)}}{PGA_{(D)}} \quad \alpha_{TR} = \frac{T_{R(C)}}{T_{R(D)}}$$

INDICE DI VULNERABILITA'

Rapporto tra l'azione sismica corrispondente al raggiungimento della **capacità** della struttura e la **domanda** sismica allo stato limite ultimo.

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza ogni volta che

- si eseguono **interventi sulla struttura**

ma anche quando ricorre una di queste condizioni:

- **Riduzione della capacità** resistente e/o deformativa
- **Provati gravi errori** di progetto o costruzione.
- **Variazione della classe d'uso.**
- **Interventi su elementi non strutturali** se modificano capacità o rigidità di elementi strutturali.

EDIFICI ESISTENTI

- Valutazione della sicurezza

$$\text{rapporto } \zeta_E = \text{PGA}_C / \text{PGA}_D$$

$$\text{rapporto } \zeta_v = Q_C / Q_D$$

EDIFICI ESISTENTI

- Valutazione della sicurezza

$$\text{rapporto } \zeta_E = \text{PGA}_C / \text{PGA}_D$$

$$\text{rapporto } \zeta_v = Q_C / Q_D$$

- Classificazione degli interventi

riparazione o interventi locali

miglioramento sismico

adeguamento sismico

EDIFICI ESISTENTI

- Limiti del rapporto ζ_E

miglioramento sismico

classe II e III

incremento di $\zeta_E > 0,1$

classe III ad uso scolastico e IV

$\zeta_E \geq 0,6$

strutture isolate

$\zeta_E \geq 1,0$

EDIFICI ESISTENTI

- Limiti del rapporto ζ_E

miglioramento sismico

classe II e III	incremento di $\zeta_E > 0,1$
classe III ad uso scolastico e IV	$\zeta_E \geq 0,6$
strutture isolate	$\zeta_E \geq 1,0$

adeguamento sismico

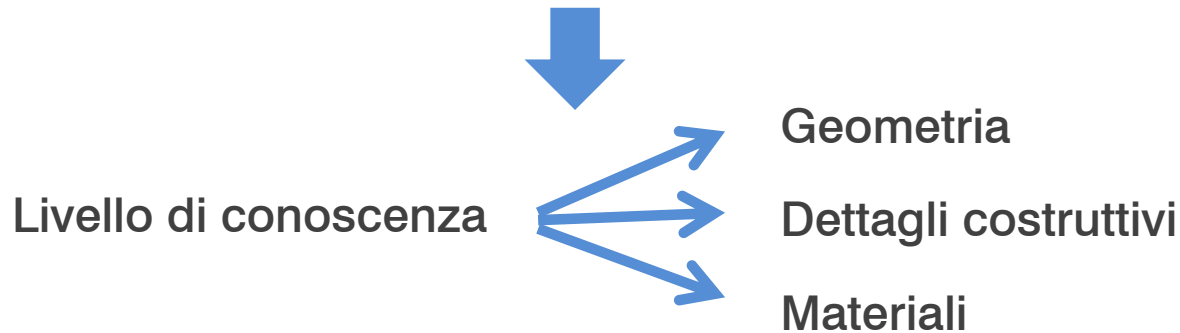
soprelevazione	$\zeta_E > 1,0$
ampliamento che modifica la struttura	$\zeta_E > 1,0$
incremento dei carichi $> 10\%$ (valutati in SLE rara)	$\zeta_E > 0,8$
trasformazione della costruzione	$\zeta_E > 1,0$
variazione di classe in III, III ad uso scolastico e IV	$\zeta_E > 0,8$

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

- Modello di calcolo
- Analisi storico-critica
- Rilievo dell'organismo resistente
- Caratterizzazione dei materiali

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

- Modello di calcolo
- Analisi storico-critica
- Rilievo dell'organismo resistente
- Caratterizzazione dei materiali

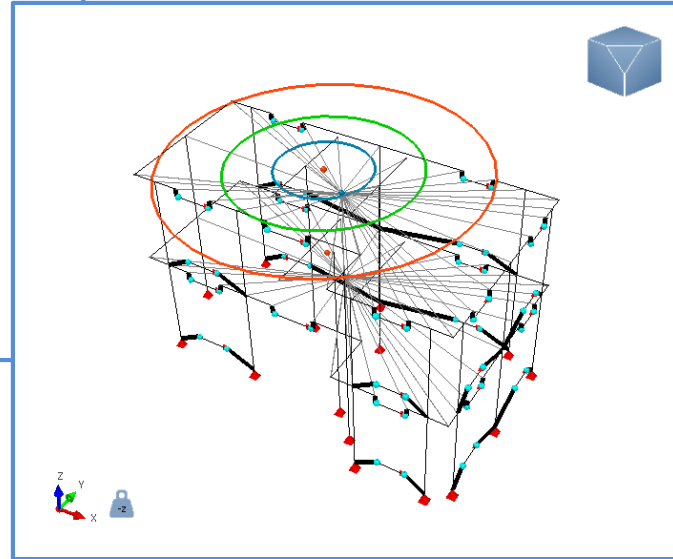
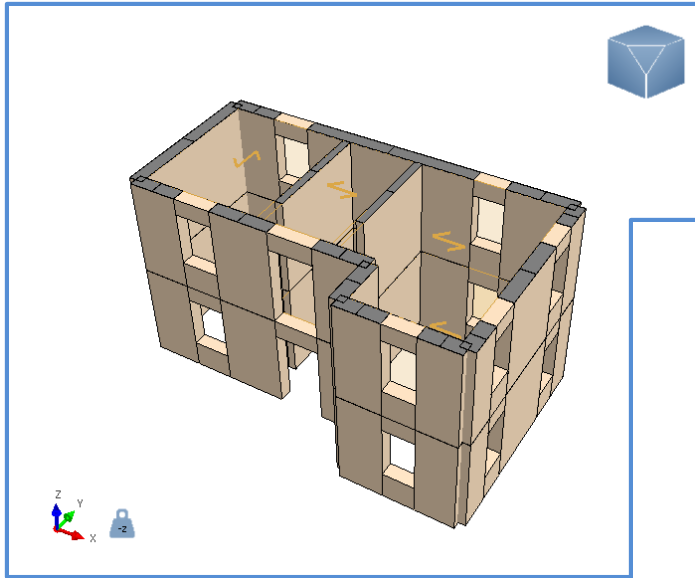


VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

cap 8.5 delle NTC

Nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi. Di conseguenza, **il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal Progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale attendibile della costruzione**, tenendo conto delle indicazioni generali di seguito esposte.

MODELLO DI CALCOLO



VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Analisi lineare

capacità in resistenza

(spettro di progetto)

- Pressoflessione e taglio nel piano dei setti
- Pressoflessione fuori piano dei setti
- Flessione e taglio fasce di piano
- Meccanismi locali di collasso

PGA_C

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Analisi lineare

capacità in resistenza

(spettro di progetto)

- Pressoflessione e taglio nel piano dei setti
- Pressoflessione fuori piano dei setti
- Flessione e taglio fasce di piano
- Meccanismi locali di collasso

PGA_C

Analisi non lineare

capacità deformativa

(spettro elastico)

- curva di capacità
- spostamento globale
- Meccanismi locali di collasso

PGA_C

MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO

Verifiche obbligatorie per edifici esistenti ai sensi del C8.7.1.1

Verifiche secondo C8.7.1.6 e appendice C8A4

Analisi cinematica lineare

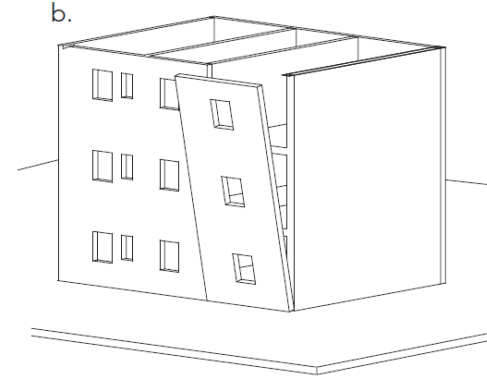
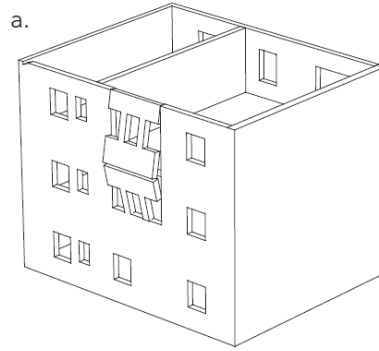
- Definire lo schema statico del cinematismo
- Definire il moltiplicatore di collasso λ che attiva il meccanismo, applicando il Principio dei Lavori Virtuali
- Verificare che: $a^* > a$

a^* = accelerazione spettrale

a = accelerazione di riferimento

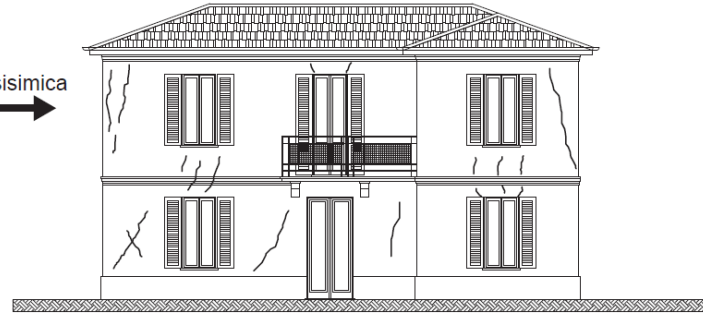
METODI DI ANALISI PER MECCANISMI DI DANNO

meccanismi
fuori piano



meccanismi
nel piano

c.
Azione sismica
→



RIBALTAMENTO SEMPLICE

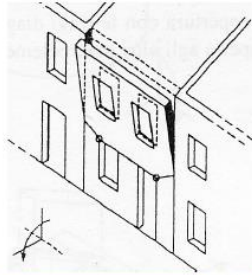
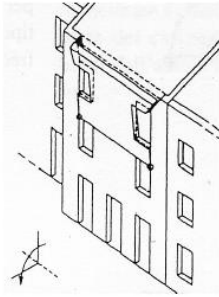
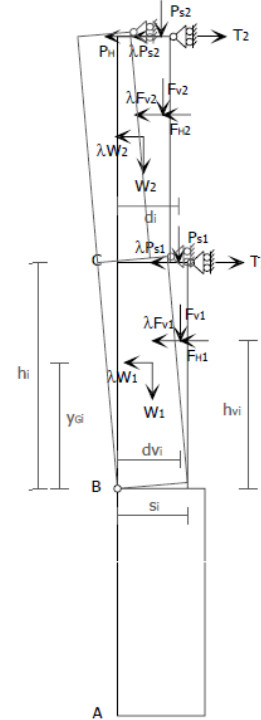


Fig. 1.1 - Meccanismo di ribaltamento semplice
(Foto da: MEDEA - Zuccaro, Papa - 2003, DPC)



$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{S_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} \cdot d_{vi} + \sum_{i=1}^n P_{Si} \cdot d_i + \sum_{i=1}^n T_i \cdot h_i - \sum_{i=1}^n F_{Hi} \cdot h_{vi} - P_H \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot y_{Gi} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} \cdot h_{vi} + \sum_{i=1}^n P_{Si} \cdot h_i}$$

FLESSIONE ORIZZONTALE

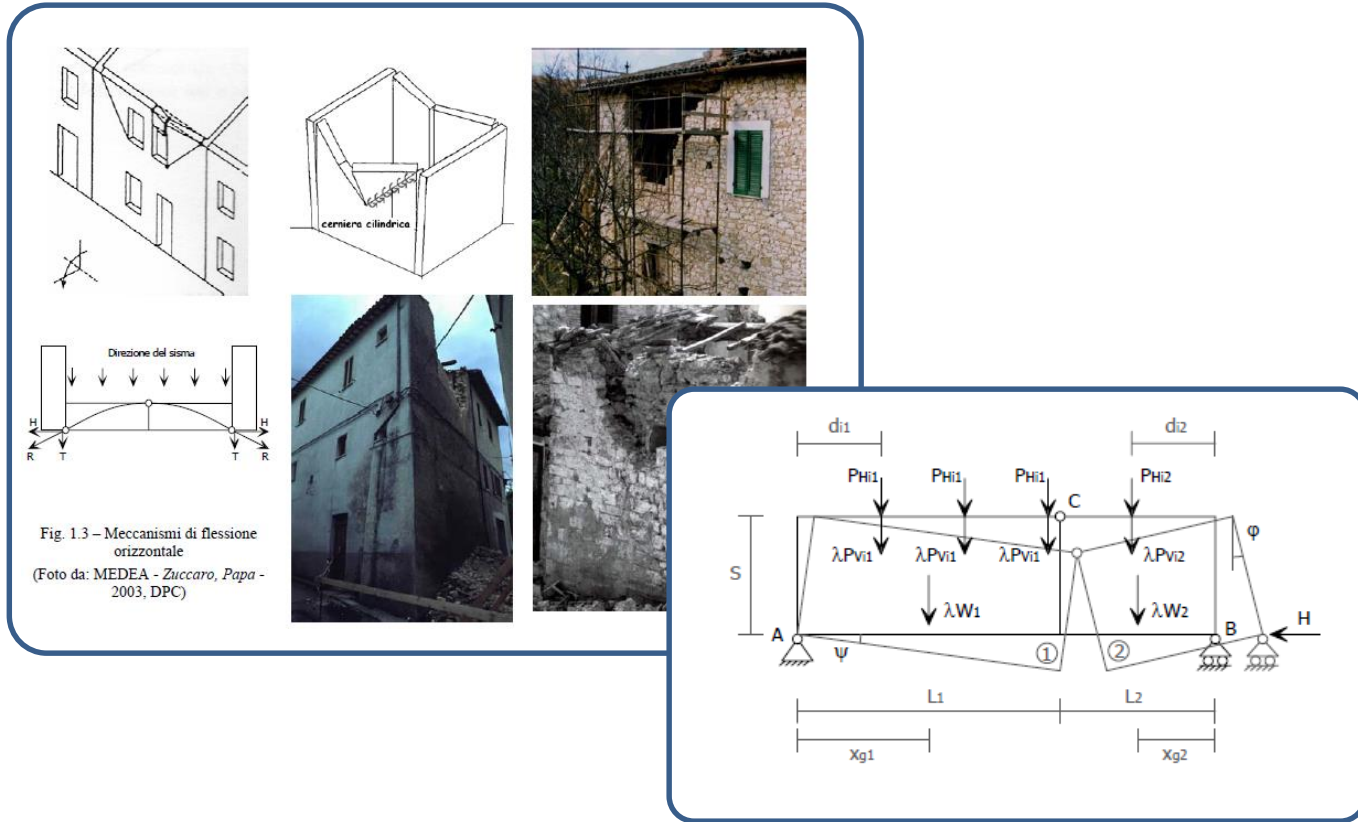


Fig. 1.3 – Meccanismi di flessione orizzontale
(Foto da: MEDEA - Zuccaro, Papa - 2003, DPC)

FLESSIONE VERTICALE

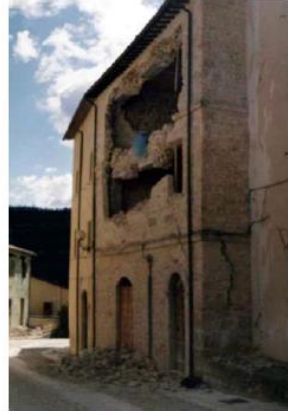
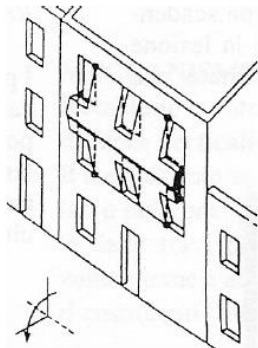
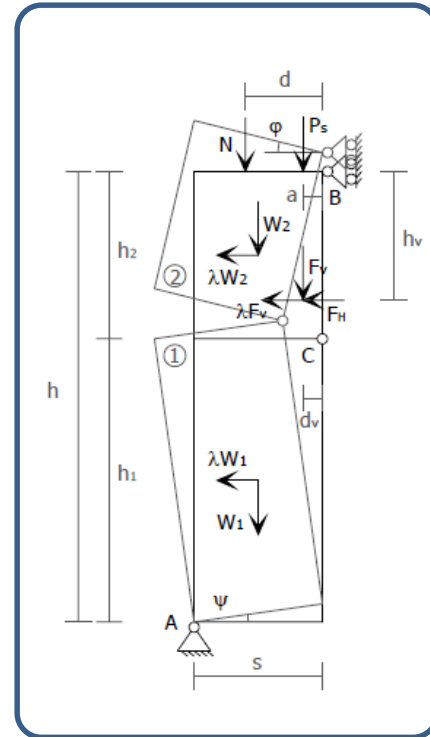
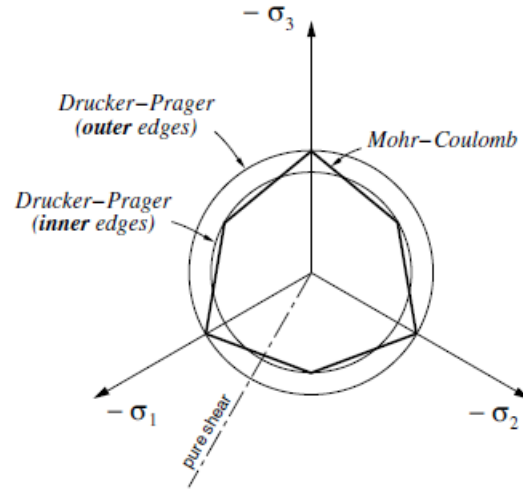
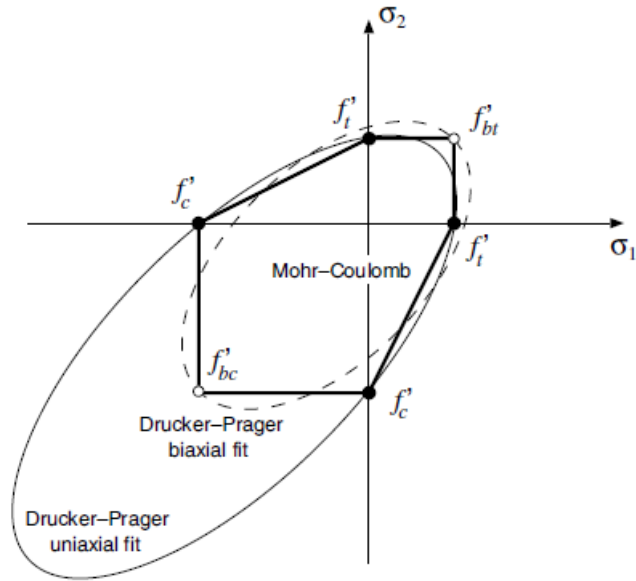


Fig. 1.2 – Meccanismi di flessione verticale
(Foto da: MEDEA - Zuccaro, Papa - 2003, DPC)



MODELLI DI ROTTURA



EDIFICI ESISTENTI, QUALI OPPORTUNITÀ ?

**Ristrutturazione
edilizia**

**Riqualificazione
energetica
Ecobonus**

**Misure
antisismiche
Sismabonus**

EDIFICI ESISTENTI, QUALI INTERVENTI ?

Agenzia delle Entrate – per quali lavori spettano le agevolazioni

- gli interventi alle lettere **a**, **b**, **c** e **d** dell'articolo 3 del DPR 380/2001, effettuati su tutte le parti comuni degli edifici residenziali,
- gli interventi alle lettere **b**, **c** e **d** dell'articolo 3 del DPR 380/2001, effettuati sulle singole unità immobiliari residenziali,
- gli interventi necessari alla **ricostruzione** o al **ripristino** dell'immobile danneggiato a seguito di eventi calamitosi e in presenza dello stato di emergenza,
- gli interventi per l'adozione di **misure antisismiche** con particolare riguardo all'esecuzione di opere per la messa in **sicurezza statica**

EDIFICI ESISTENTI, QUALI INTERVENTI ?

Art.3 DPR 380/2001 – Definizione degli interventi edilizi

- a) manutenzione ordinaria
- b) manutenzione straordinaria
- c) restauro e risanamento conservativo
- d) ristrutturazione edilizia
- e) nuova costruzione
- f) ristrutturazione urbanistica

NTC, QUALI INTERVENTI ?

- **Riparazioni** o **interventi locali** per un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti
- **Miglioramento** aumentare la sicurezza strutturale
- **Adeguamento** conseguire i livelli di sicurezza richiesti dalla norma

INTERVENTI LOCALI

NTC 2018 cap 8.4.1 - Riparazioni o interventi locali

Riguardano singole parti e/o elementi della struttura [...] 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.*

INTERVENTI LOCALI

Circolare esplicativa 2018 - **Riparazioni o interventi locali**

*Interventi di **riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali** (travi, architravi, coperture, impalcati o porzioni di impalcato, pilastri, pannelli murari) o parti di essi.*

INTERVENTI LOCALI

Circolare esplicativa 2018 - Riparazioni o interventi locali

*Interventi di **riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali** (travi, architravi, coperture, impalcati o porzioni di impalcato, pilastri, pannelli murari) o parti di essi.*

*Il **ripristino o rinforzo dei collegamenti esistenti tra i singoli componenti** o tra parti di essi o la realizzazione di nuovi collegamenti (ad esempio tra pareti murarie, tra pareti e travi o solai, anche attraverso l'introduzione di **catene/tiranti, chiodature tra elementi lignei** di una copertura o **di un solaio**, tra componenti prefabbricati) ricadono in questa categoria.*

INTERVENTI LOCALI

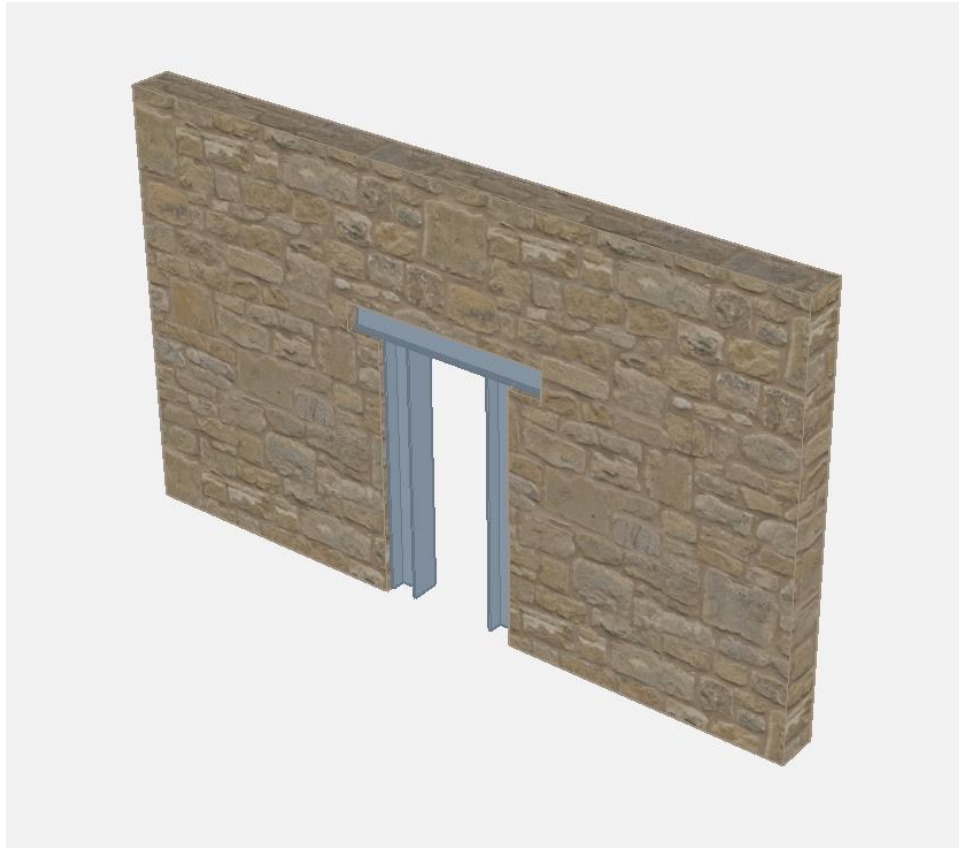
Circolare esplicativa 2018 - Riparazioni o interventi locali

*Interventi di **riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali** (travi, architravi, coperture, impalcati o porzioni di impalcato, pilastri, pannelli murari) o parti di essi.*

*Il **ripristino o rinforzo dei collegamenti esistenti tra i singoli componenti** o tra parti di essi o la realizzazione di nuovi collegamenti (ad esempio tra pareti murarie, tra pareti e travi o solai, anche attraverso l'introduzione di **catene/tiranti, chiodature tra elementi lignei** di una copertura o **di un solaio**, tra componenti prefabbricati) ricadono in questa categoria.*

*La **modifica di una parte limitata della struttura** (ad es. **l'apertura di un vano in una parete**, accompagnata da opportuni rinforzi) può rientrare in questa categoria, a condizione che si dimostri che l'insieme degli interventi non modifica significativamente rigidità, resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e capacità di deformazione della struttura.*

CERCHIATURA



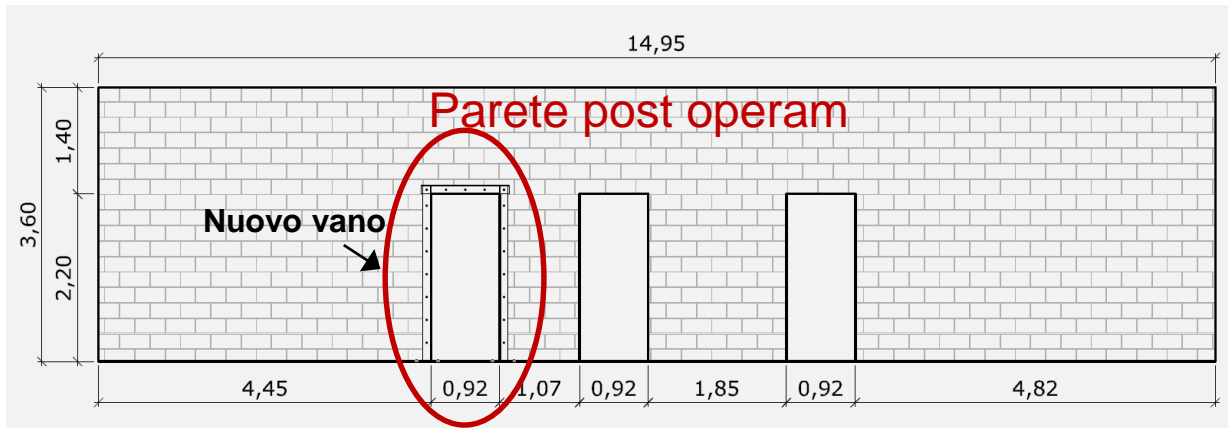
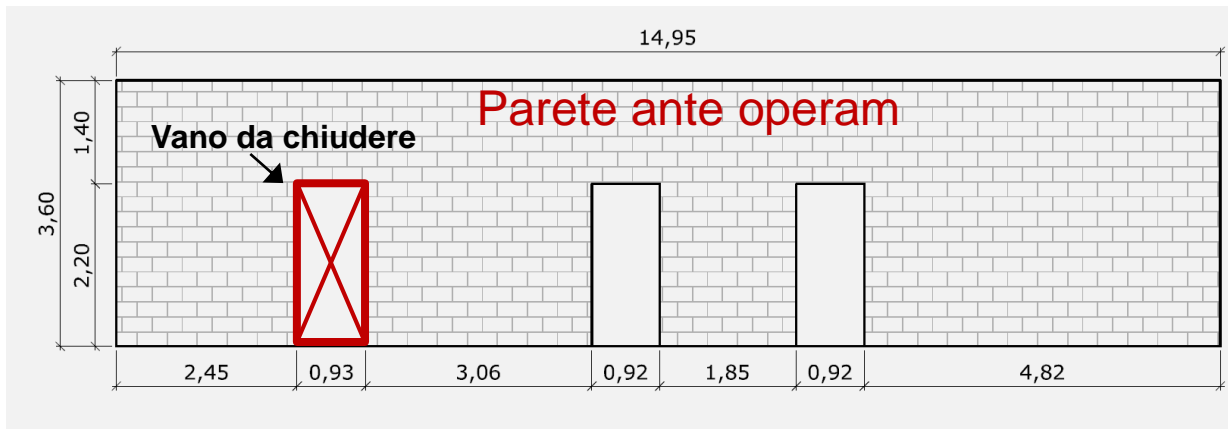


foto: Ing. Stefania Arangio



foto: Ing. Stefania Arangio



foto: Ing. Stefania Arangio



foto: Ing. Stefania Arangio

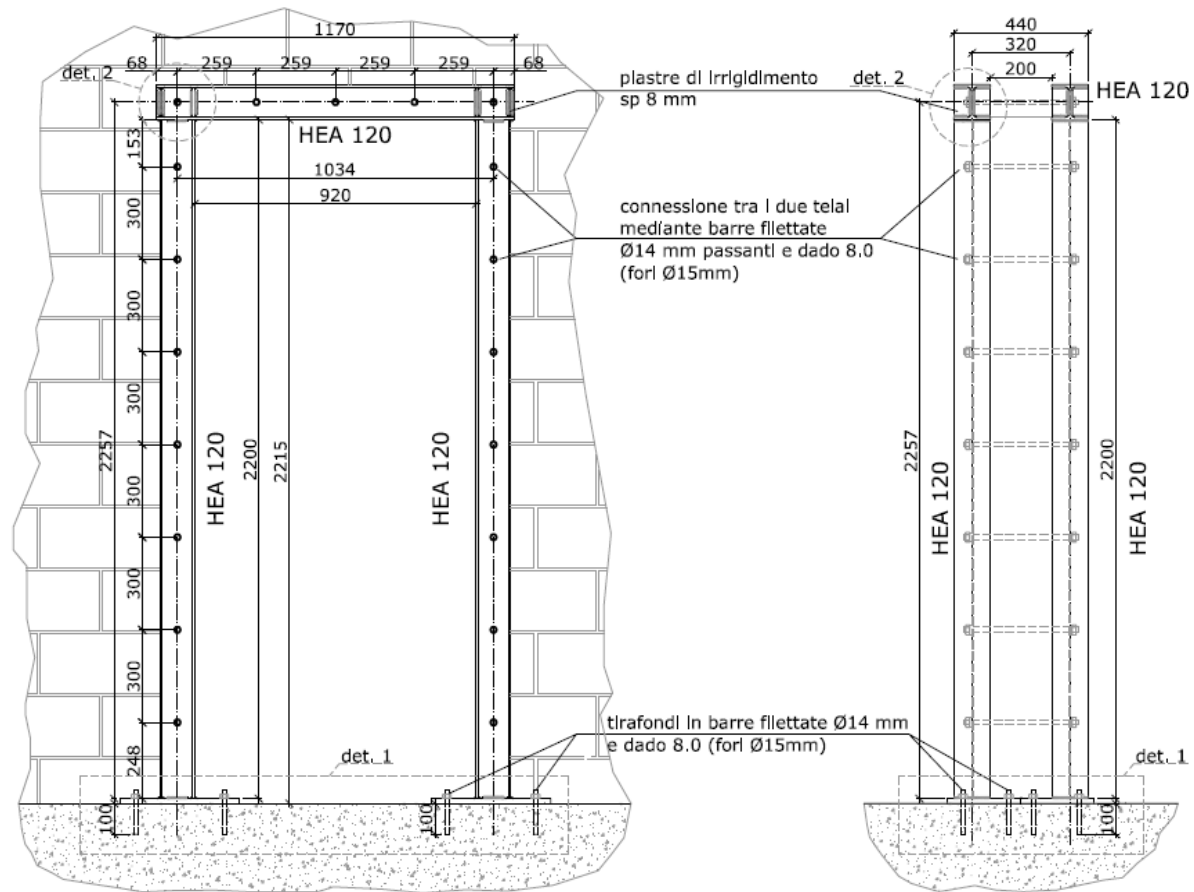


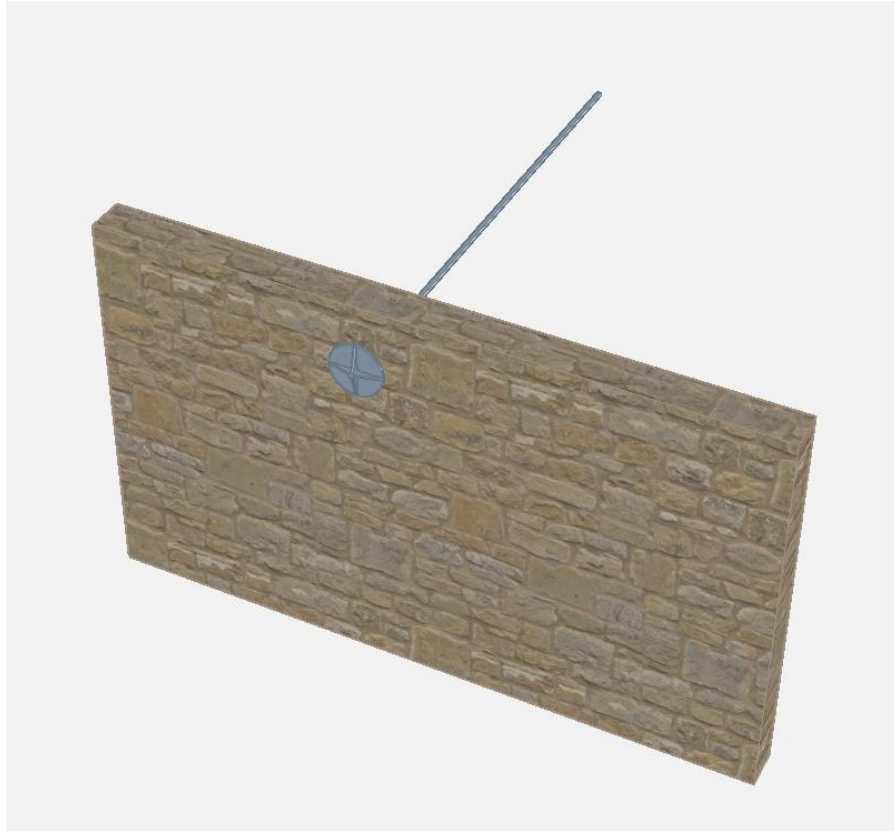
foto: Ing. Stefania Arangio





foto: Ing. Stefania Arangio

TIRANTE



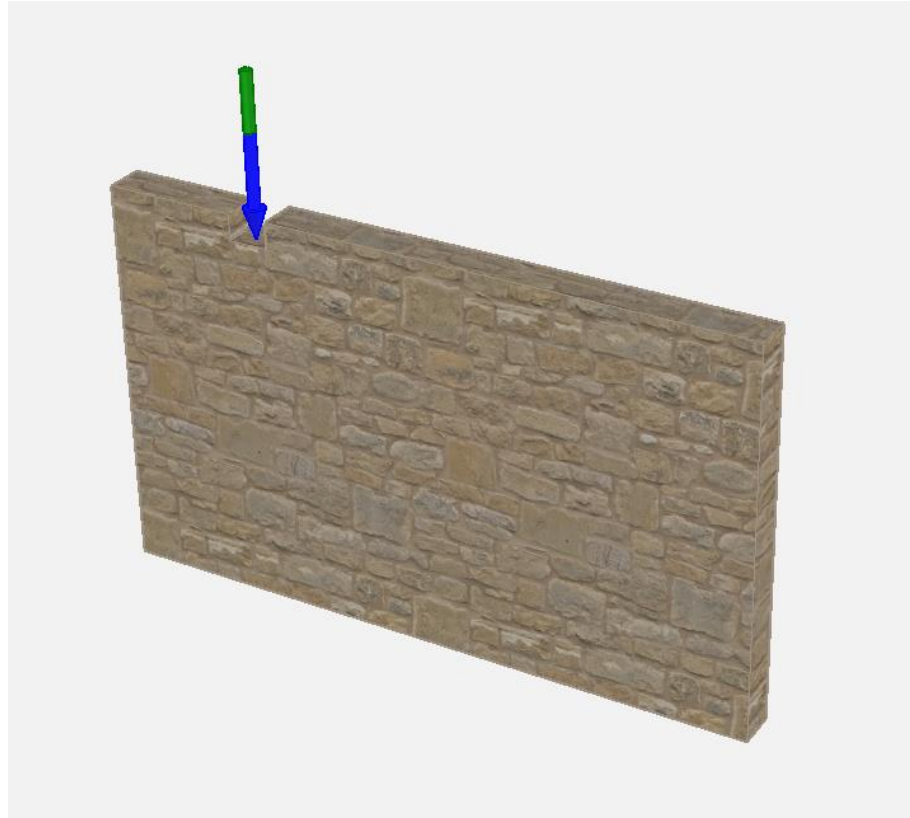


Piedilama (Arquata del Tronto)
Dicembre 2016
foto: Ing. Stefania Arangio

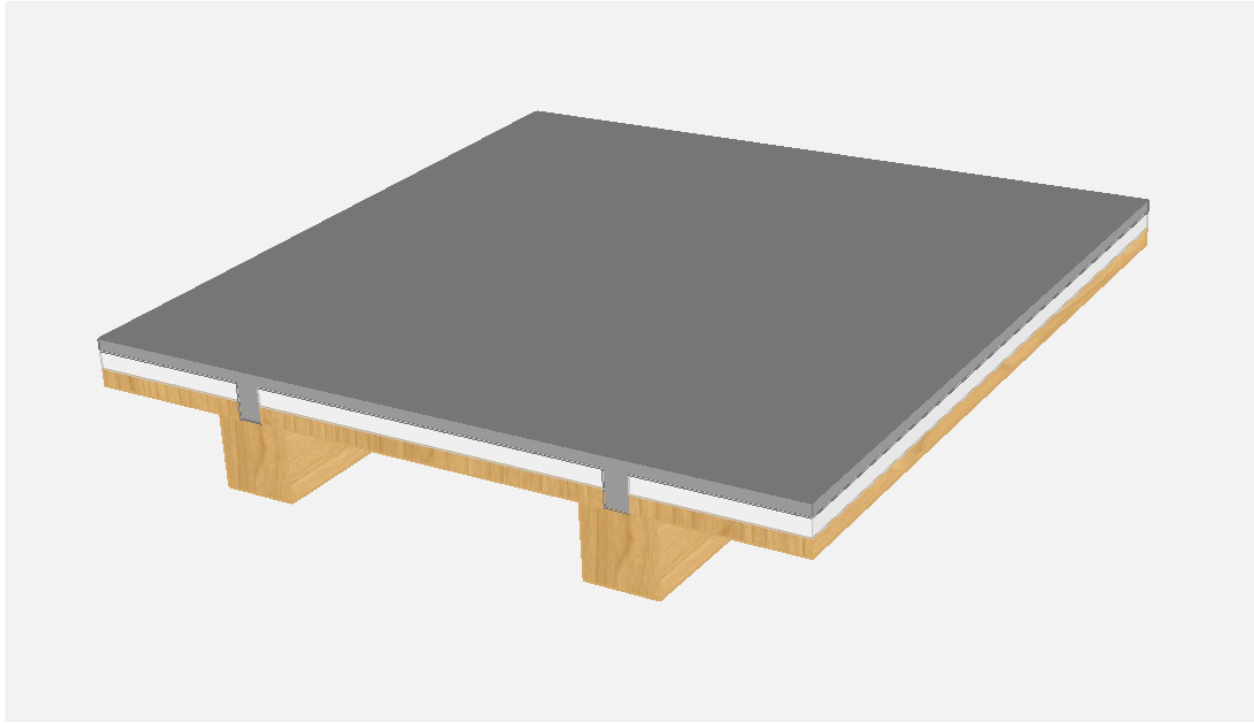


Piedilama (Arquata del Tronto)
Dicembre 2016
foto: Ing. Stefania Arangio

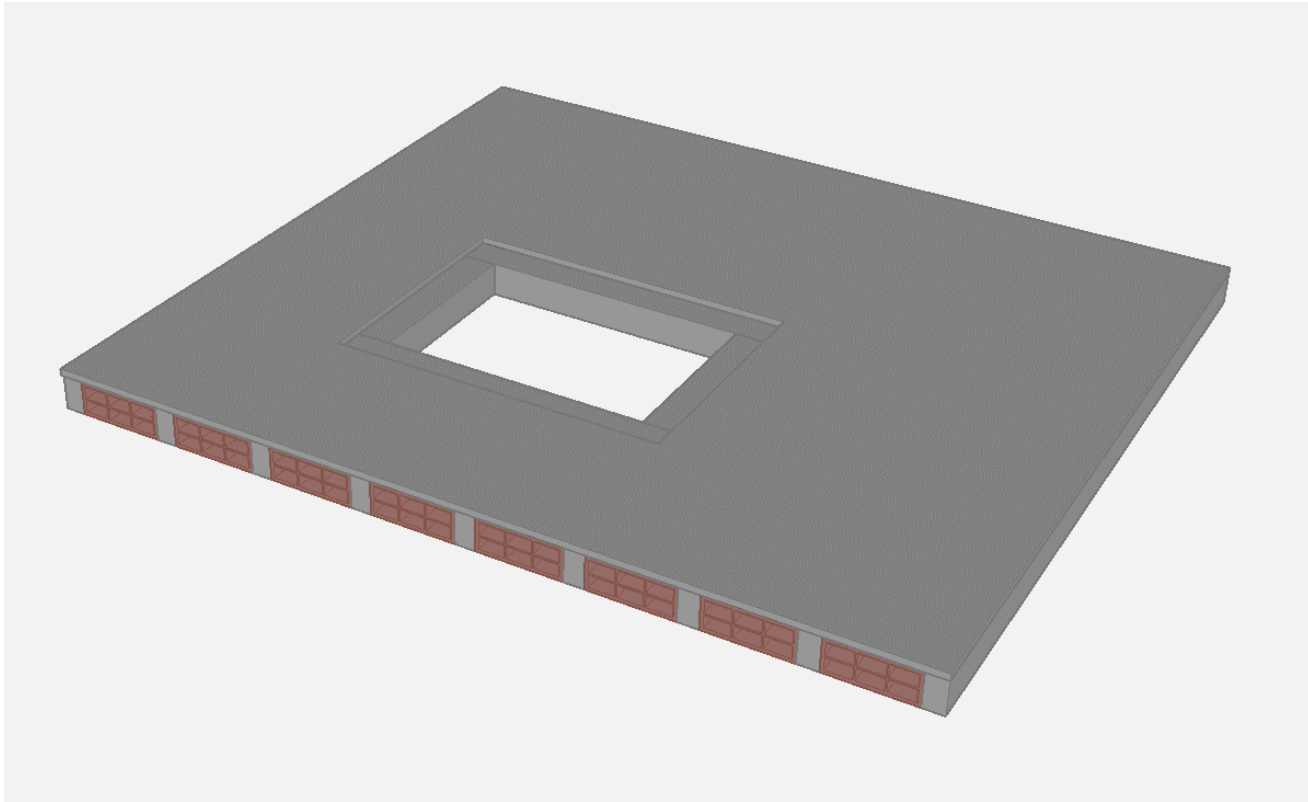
CARICHI CONCENTRATI



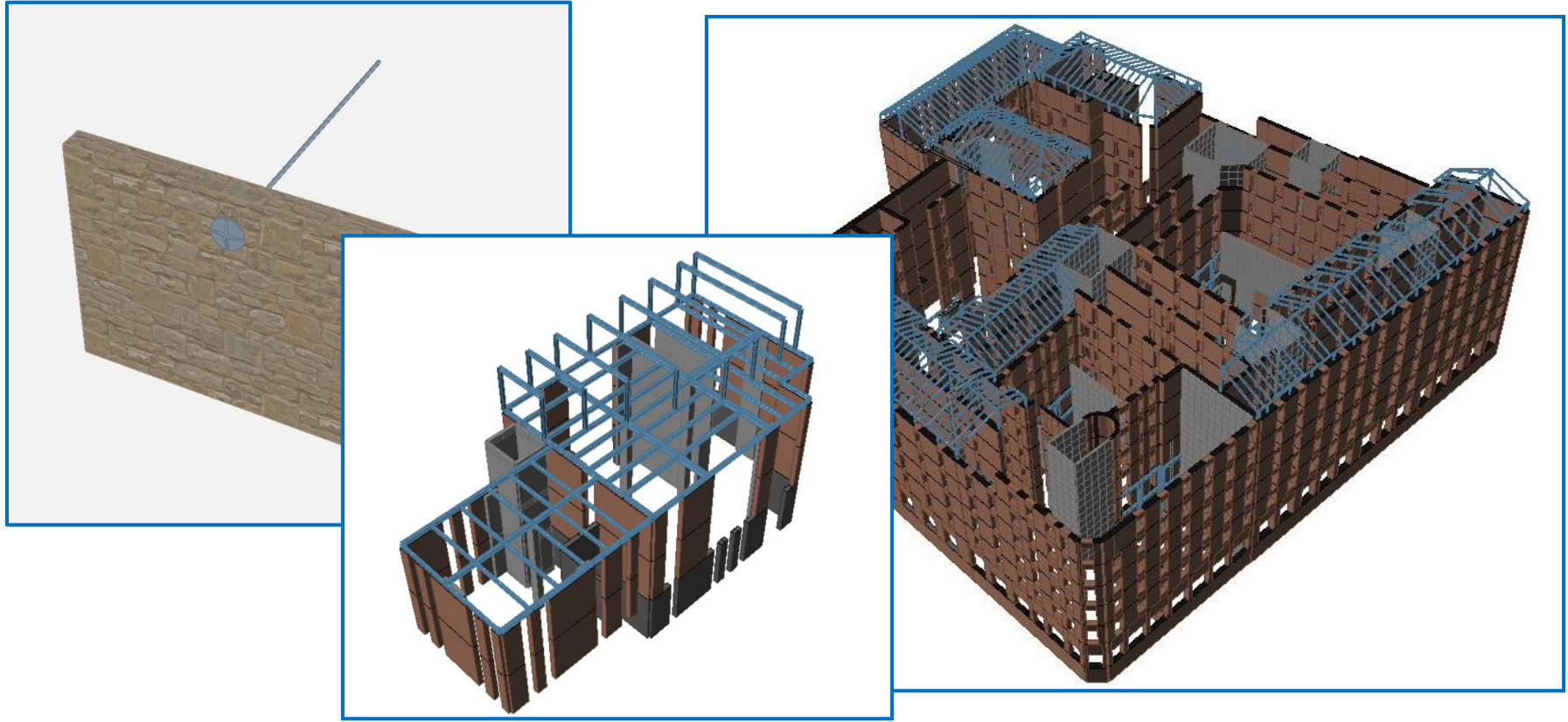
SOLAIO LEGNO/CLS



FORI NEI SOLAI



DALLA VULNERABILITÀ ALLA CLASSIFICAZIONE SISMICA



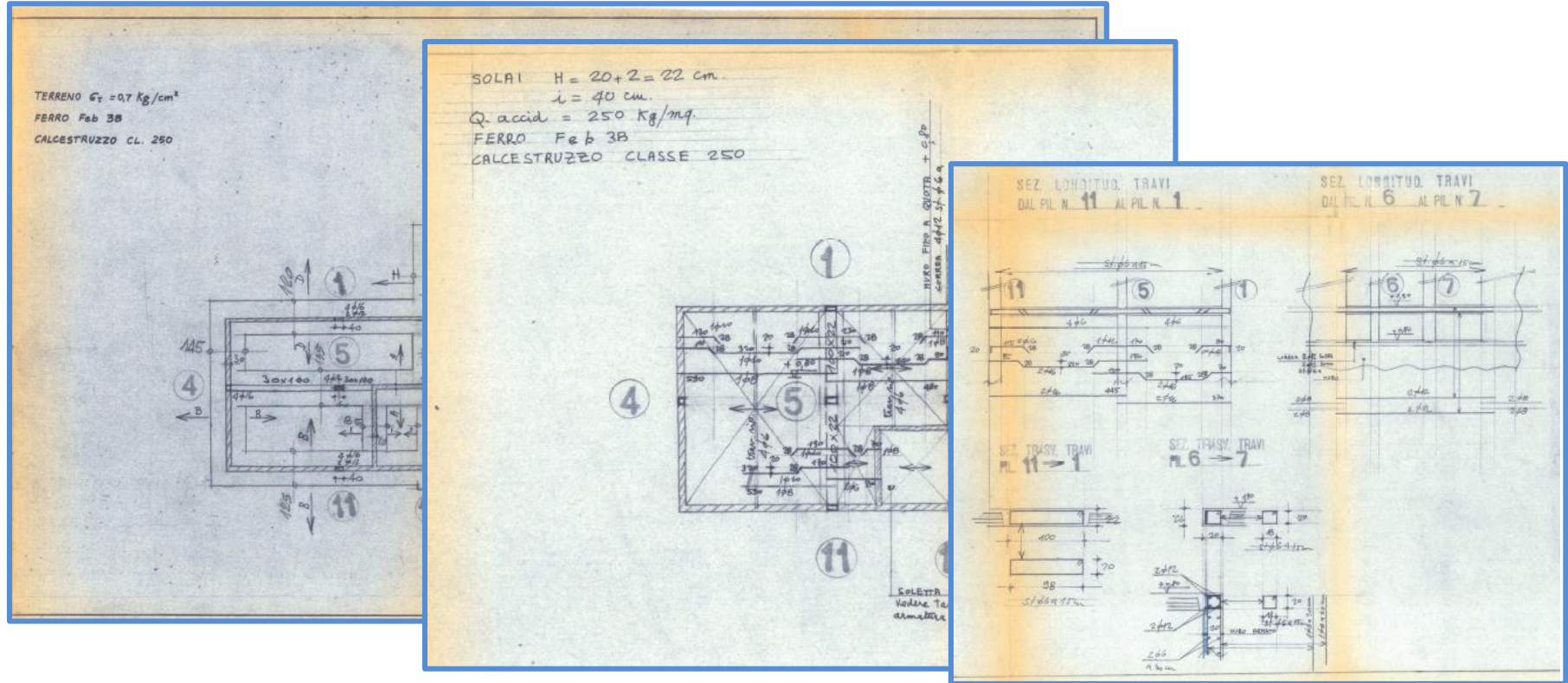
ADEGUAMENTO SISMICO



ADEGUAMENTO SISMICO



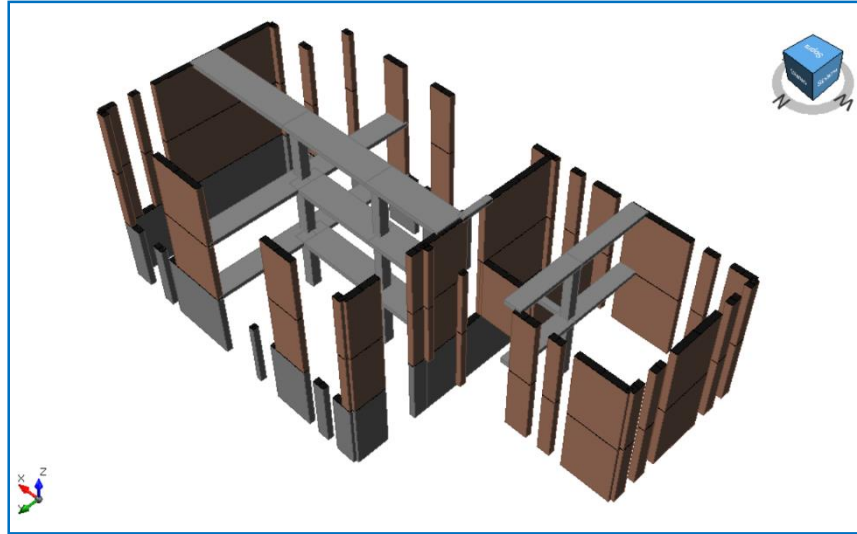
ADEGUAMENTO SISMICO



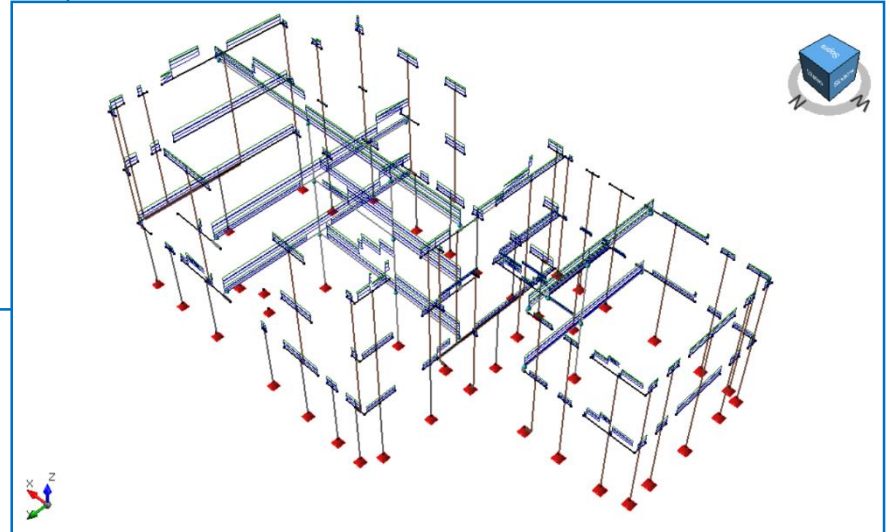
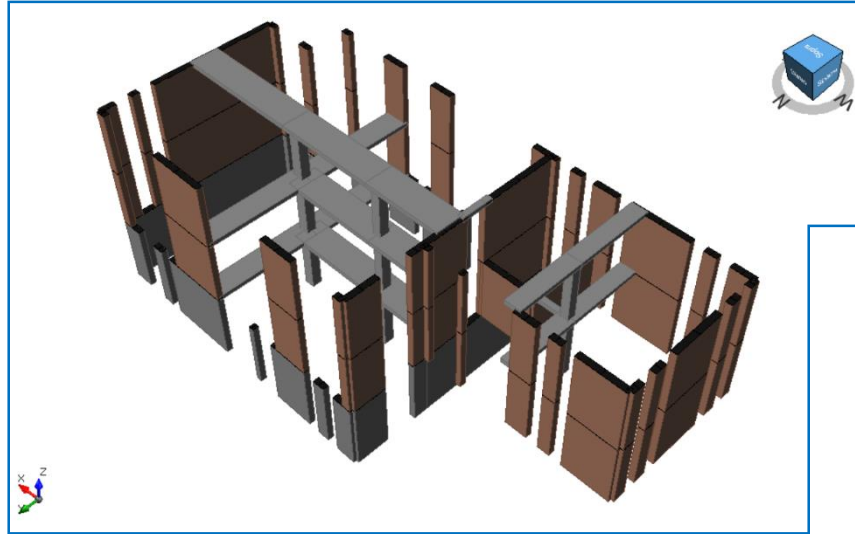
VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA



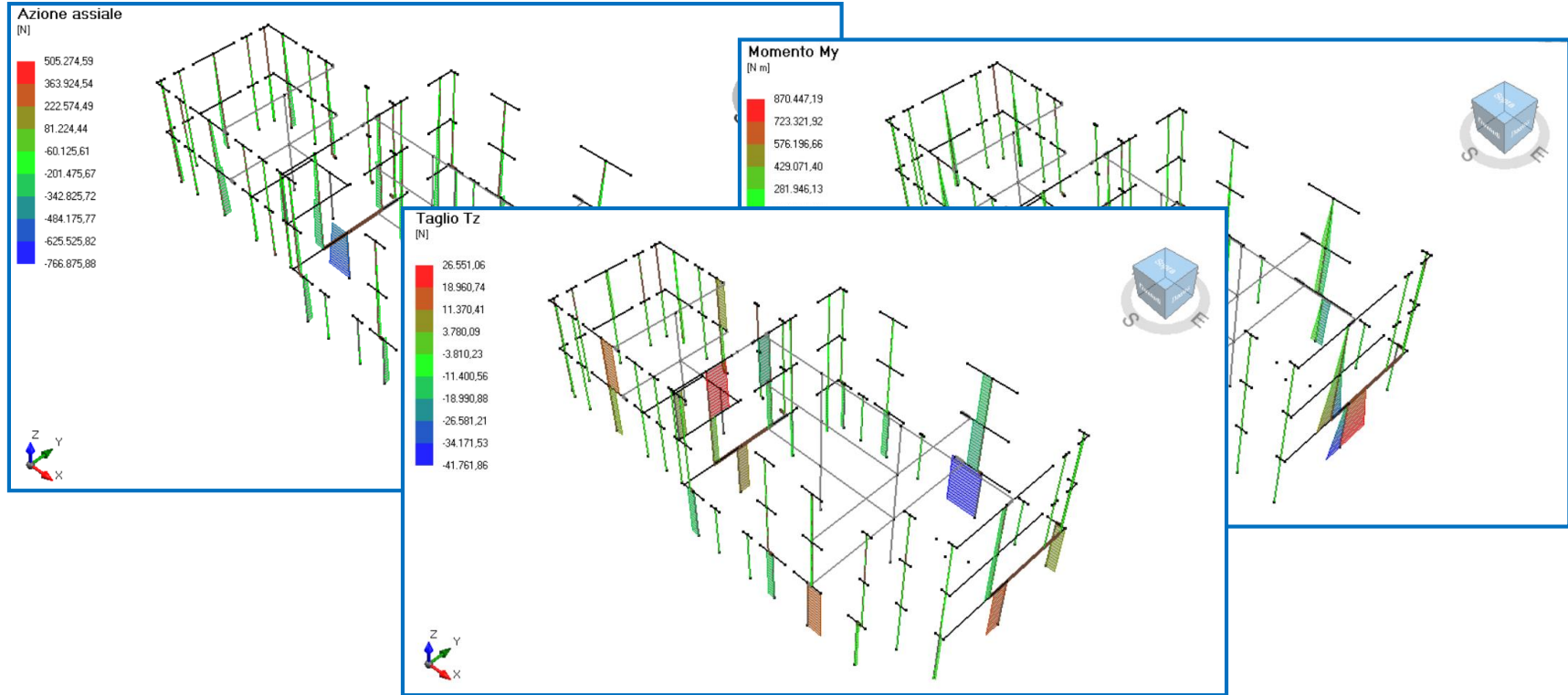
ADEGUAMENTO SISMICO



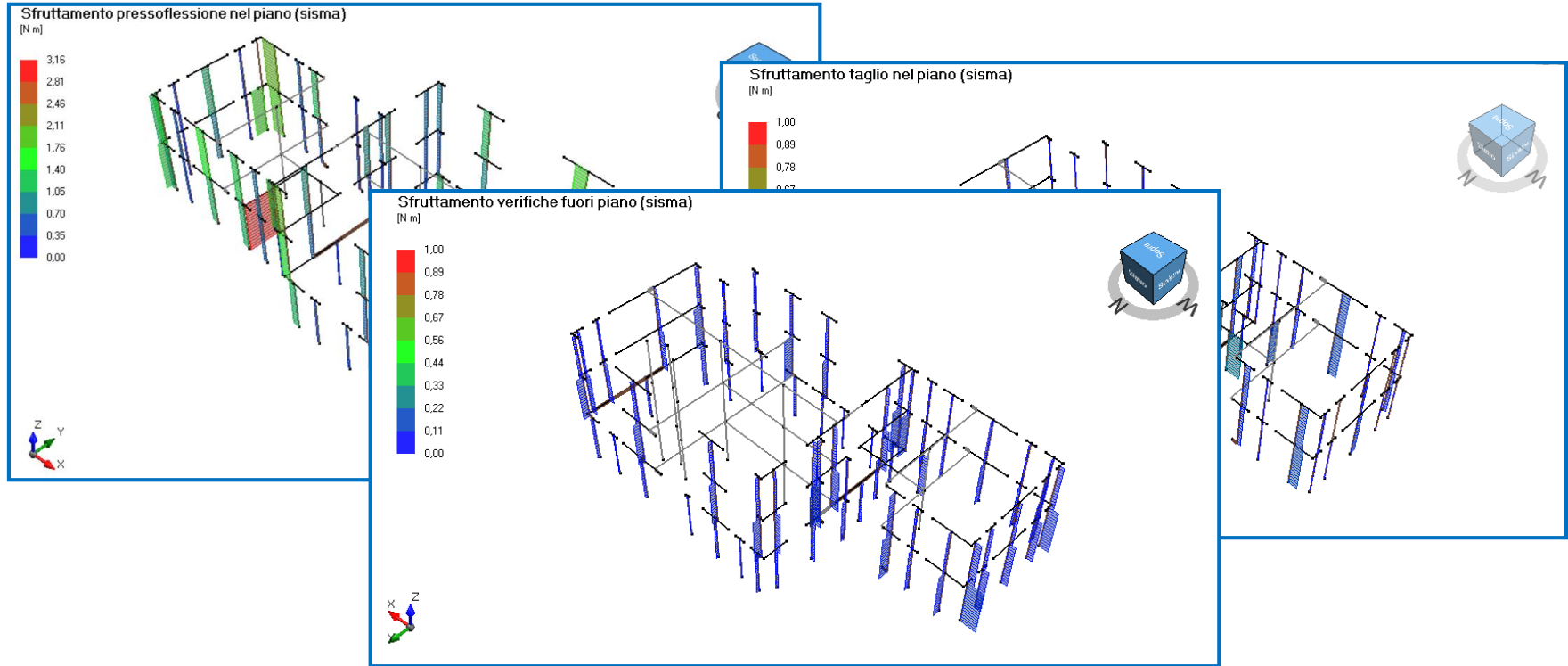
ADEGUAMENTO SISMICO



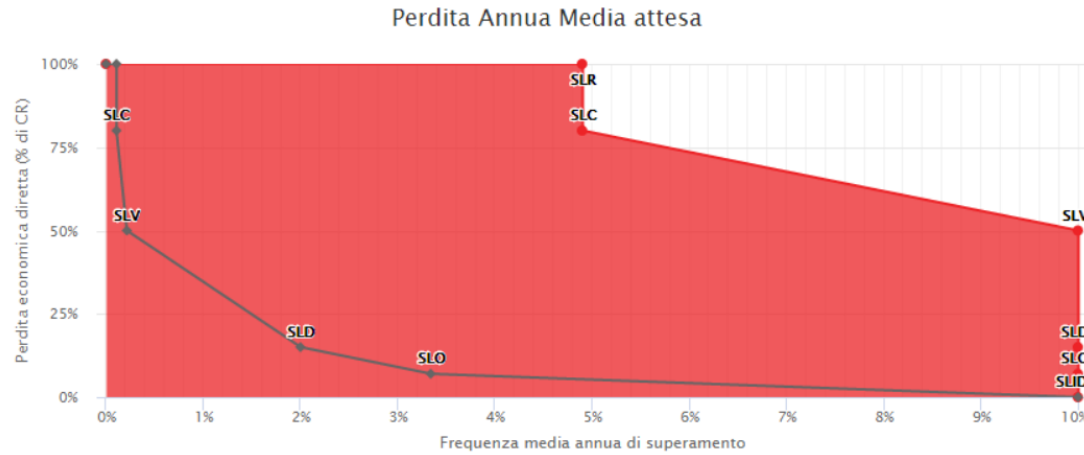
ANALISI – STATO DI FATTO



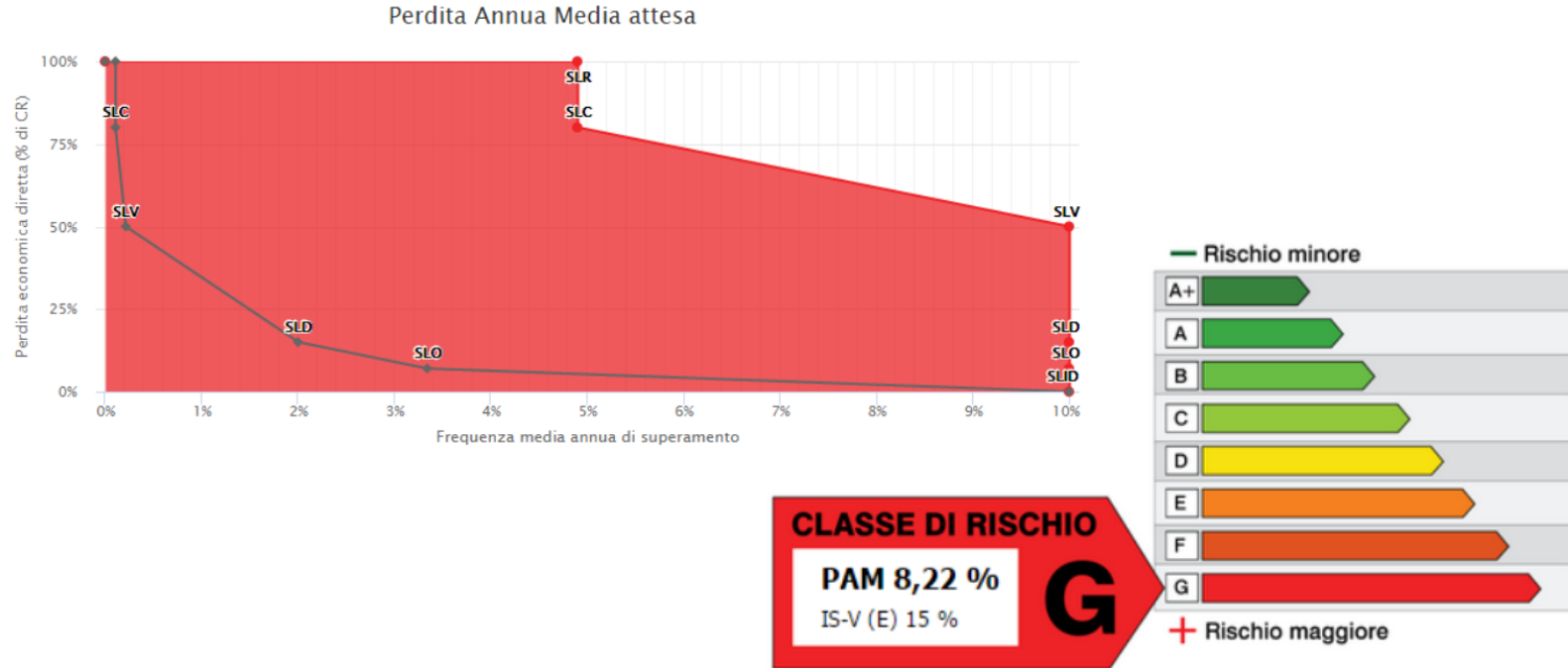
CAPACITÀ – STATO DI FATTO



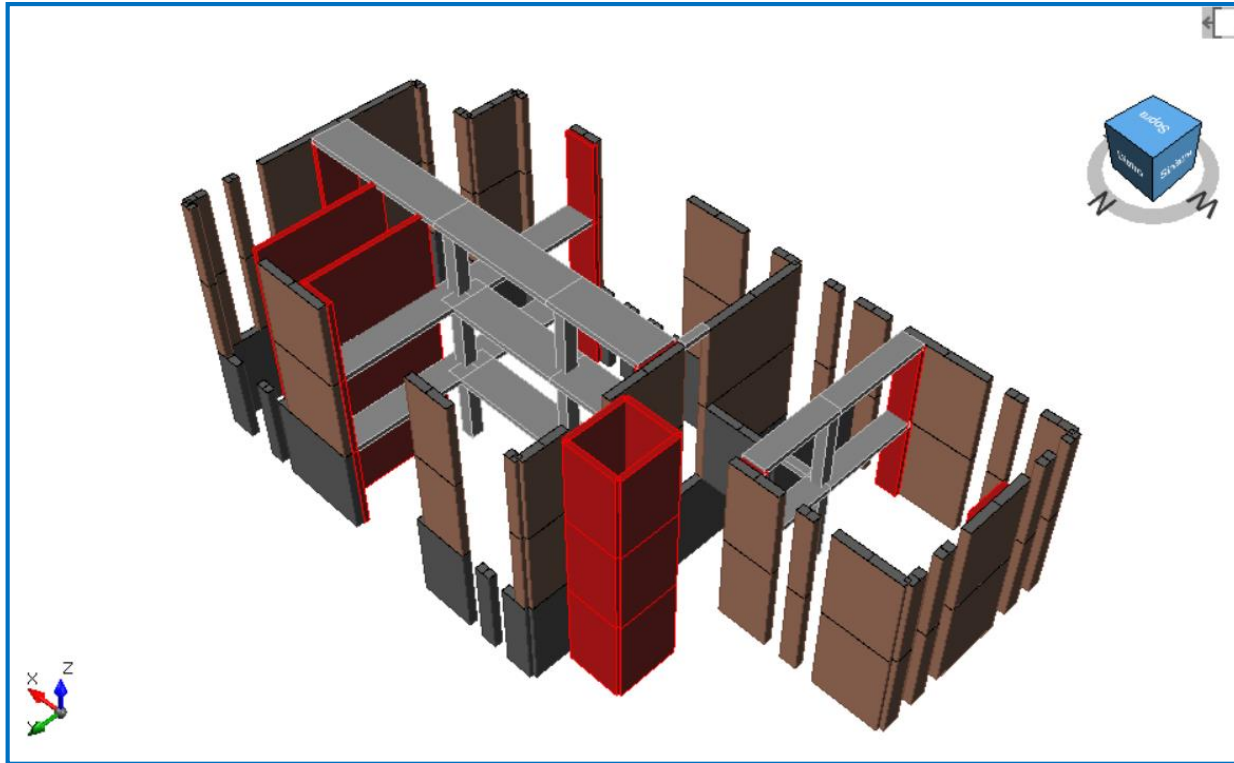
CLASSE DI RISCHIO – STATO DI FATTO



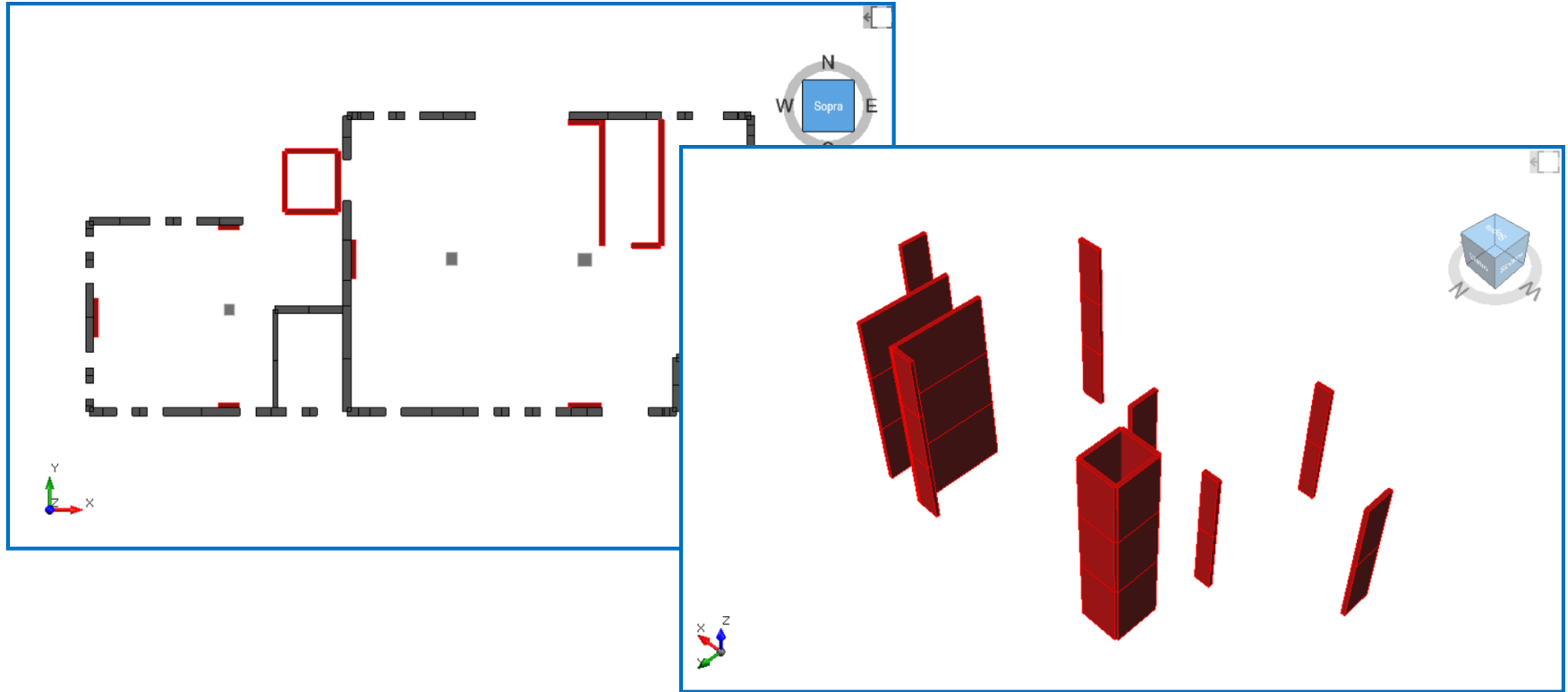
CLASSE DI RISCHIO – STATO DI FATTO



ADEGUAMENTO SISMICO



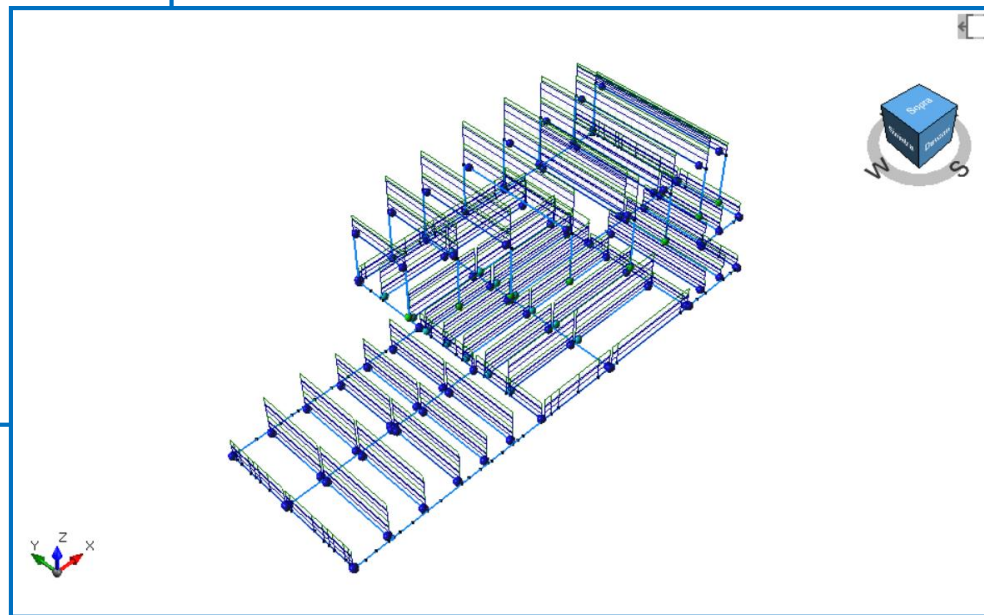
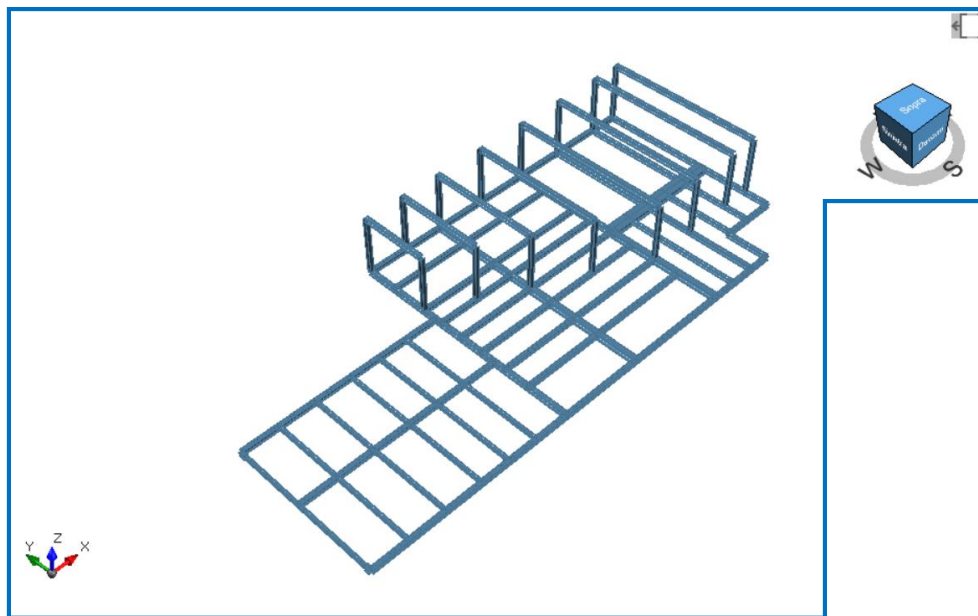
ADEGUAMENTO SISMICO



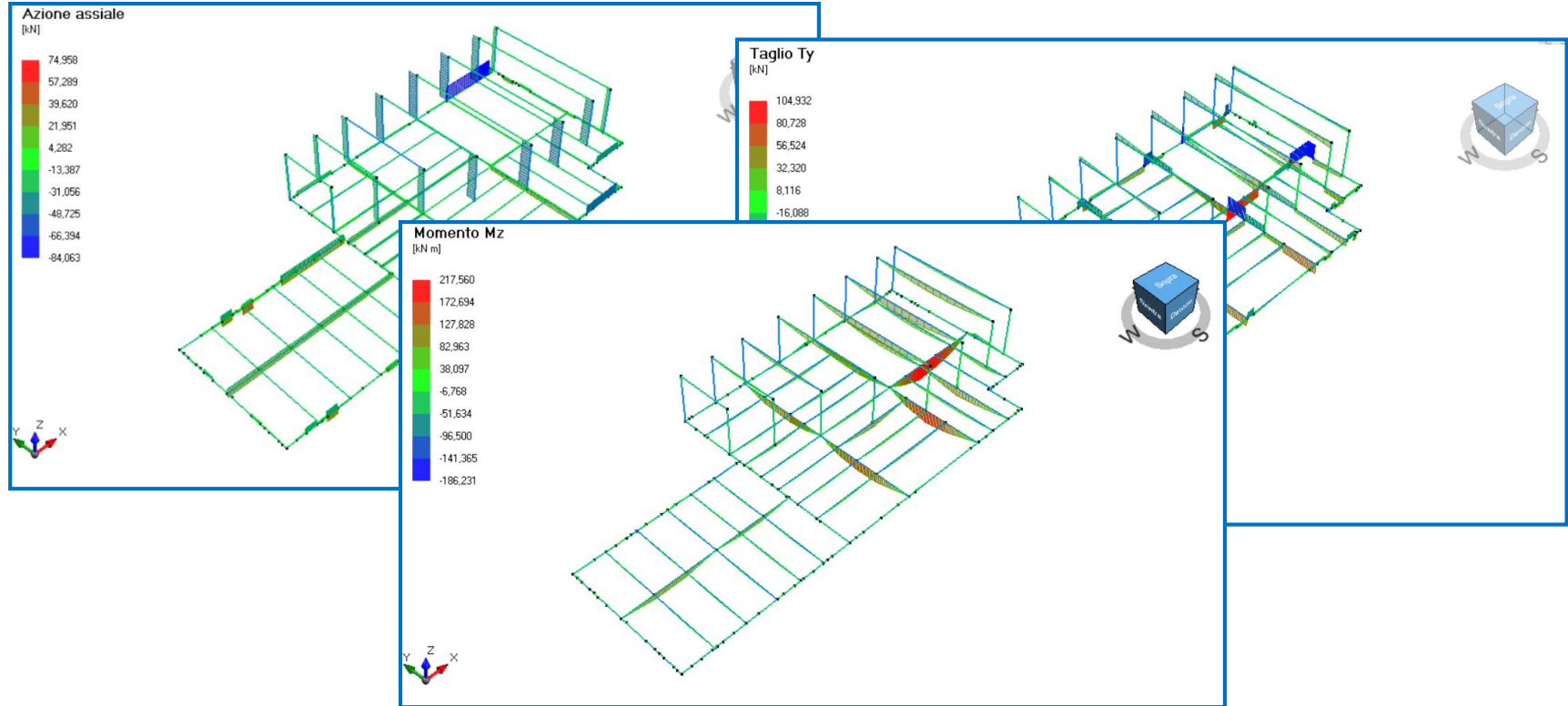
SOPRAELEVAZIONE



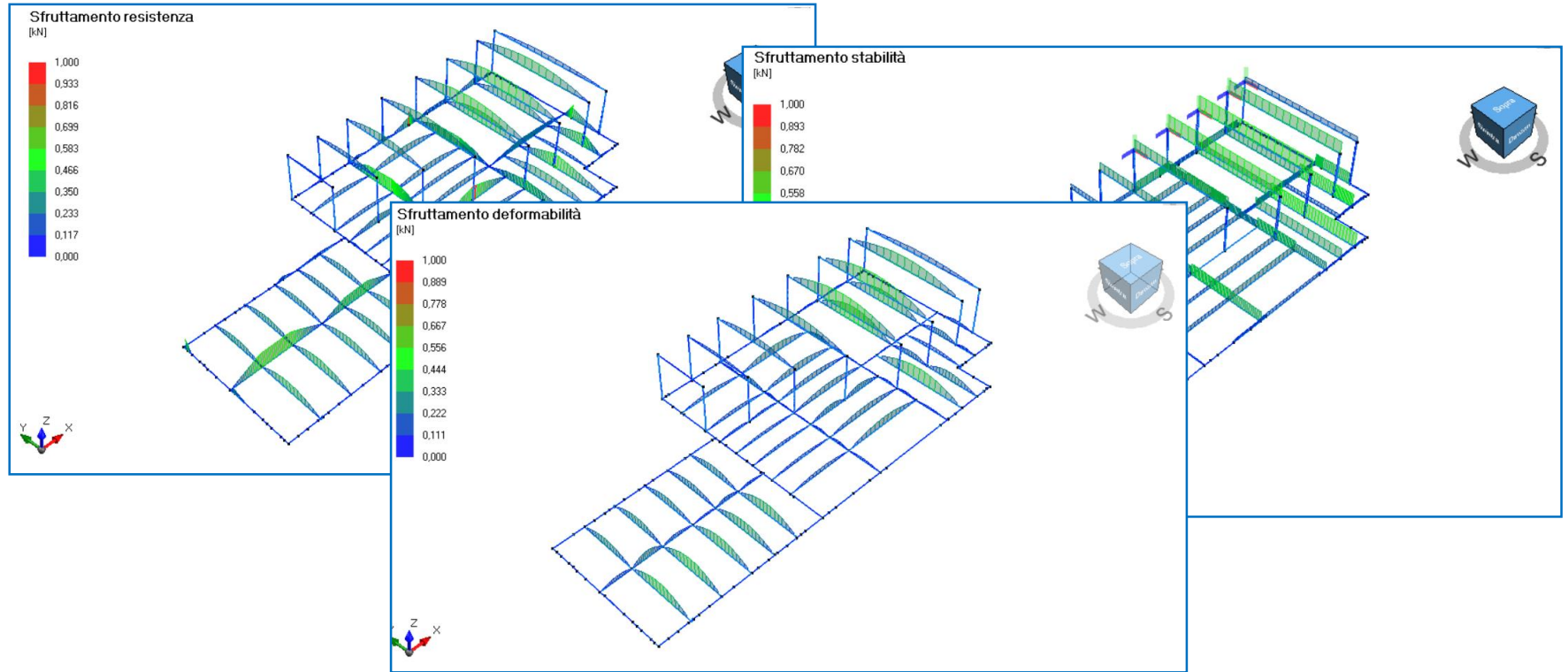
SOPRAELEVAZIONE



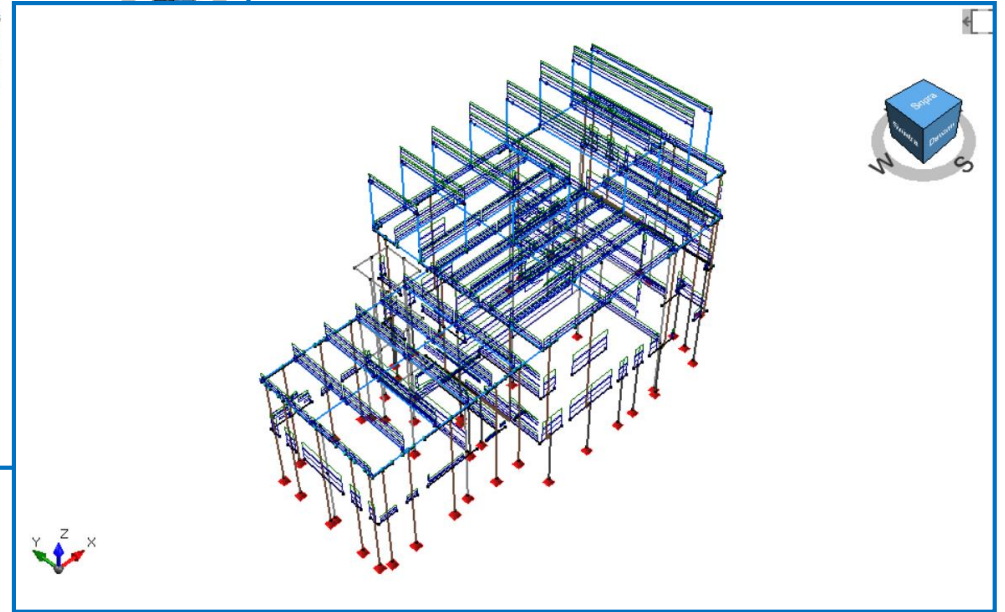
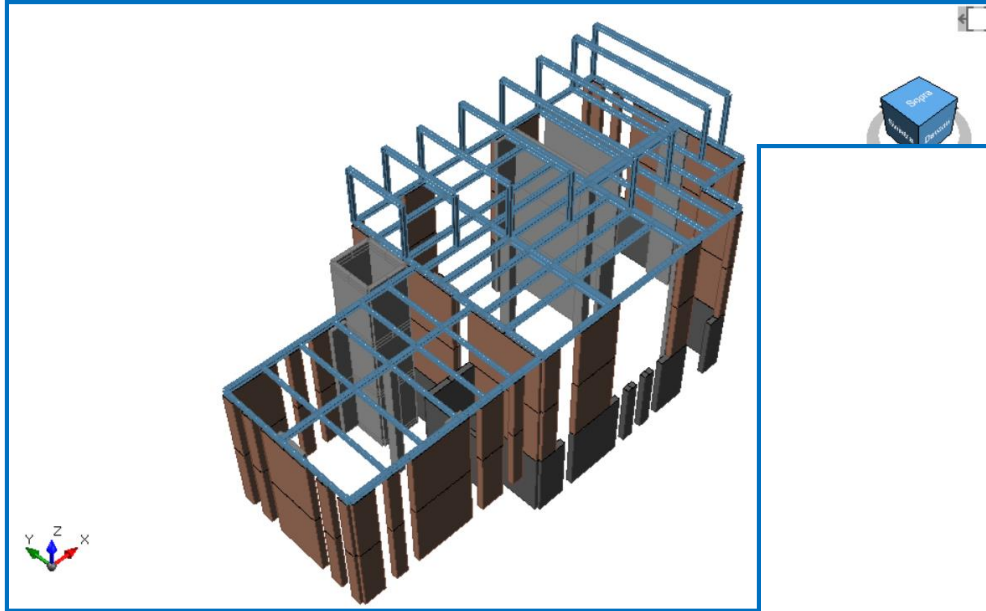
CLASSE DI RISCHIO – STATO DI FATTO



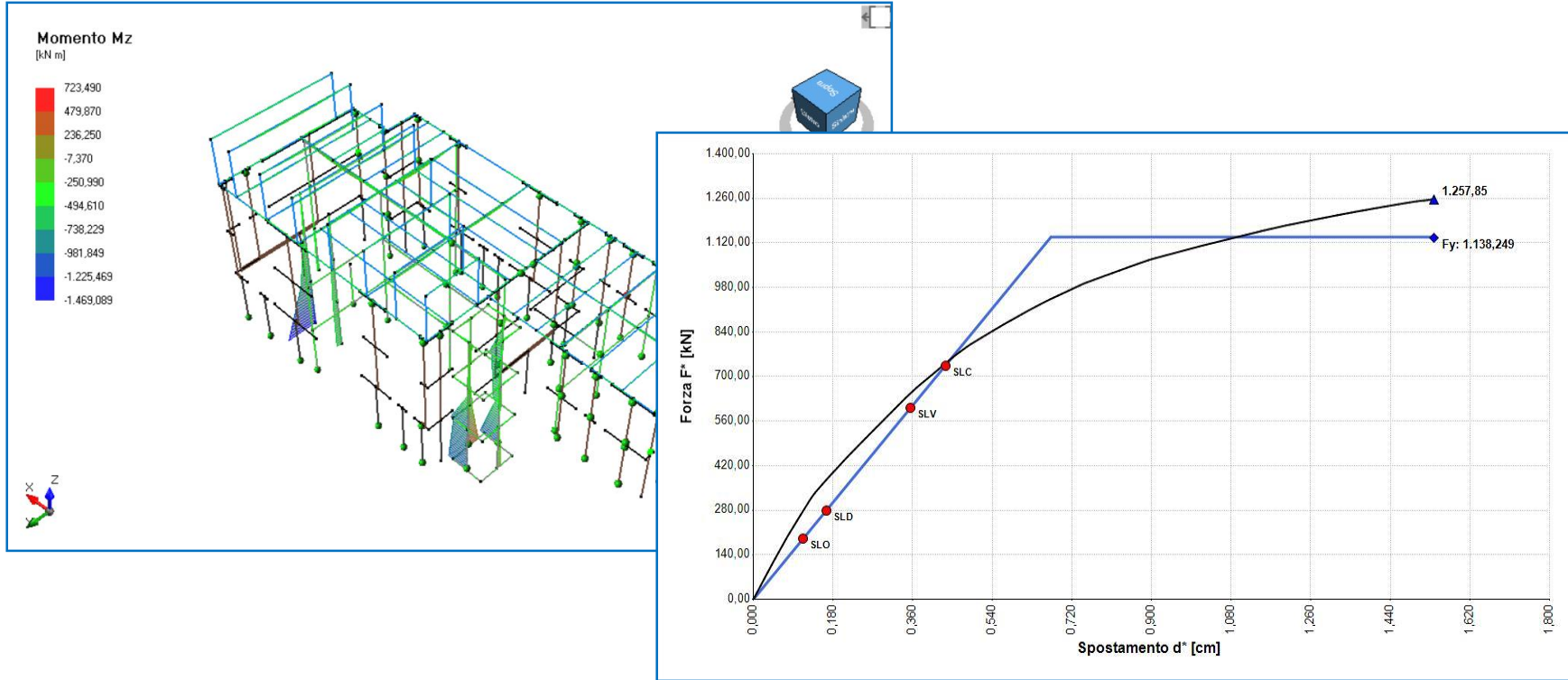
CLASSE DI RISCHIO – STATO DI FATTO



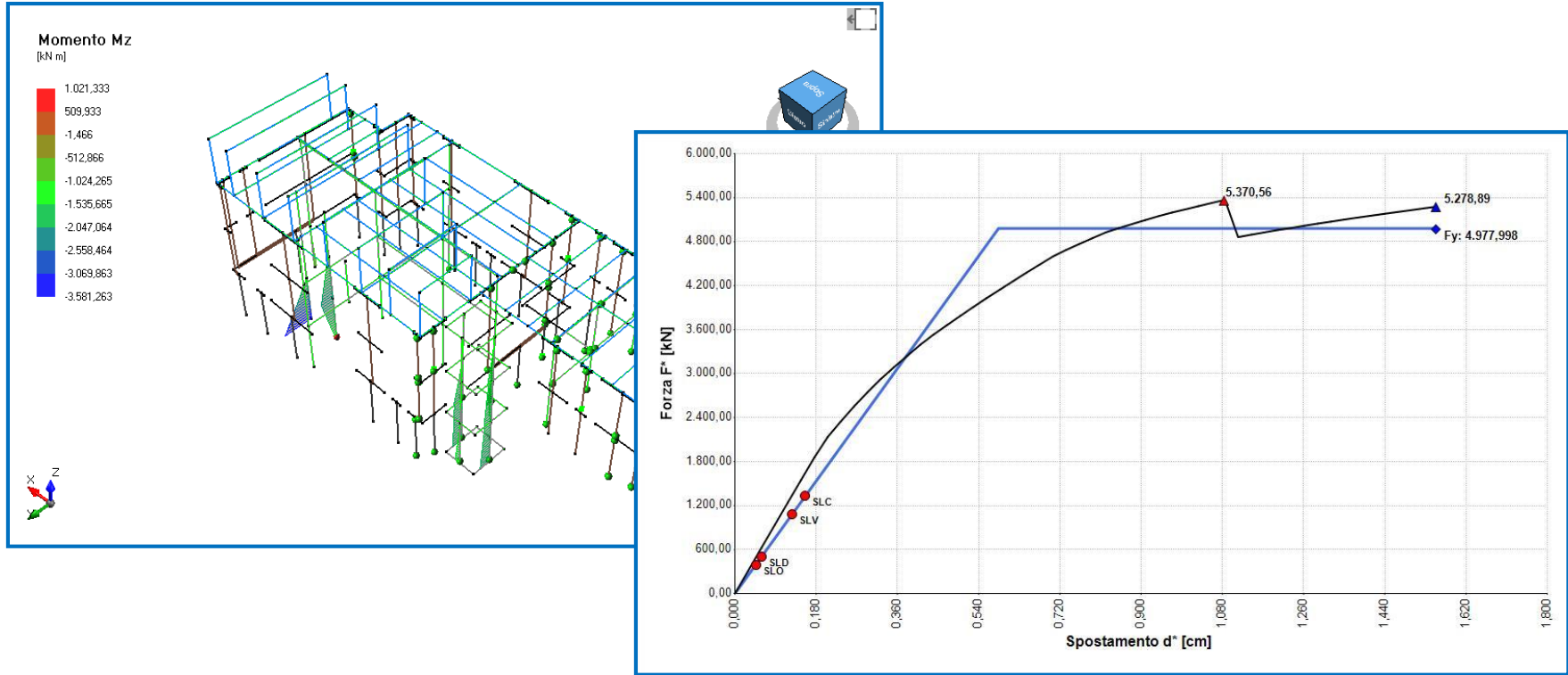
ADEGUAMENTO SISMICO



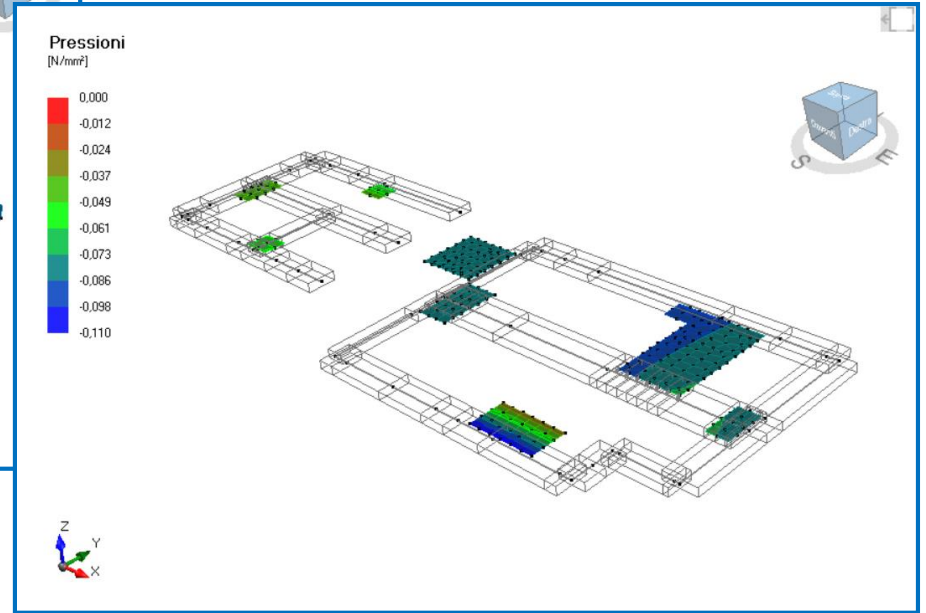
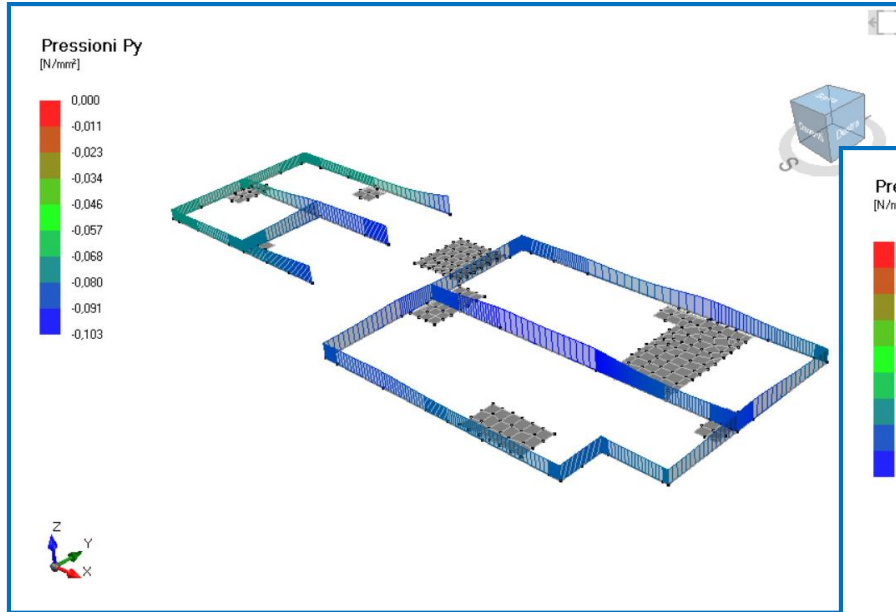
ADEGUAMENTO SISMICO



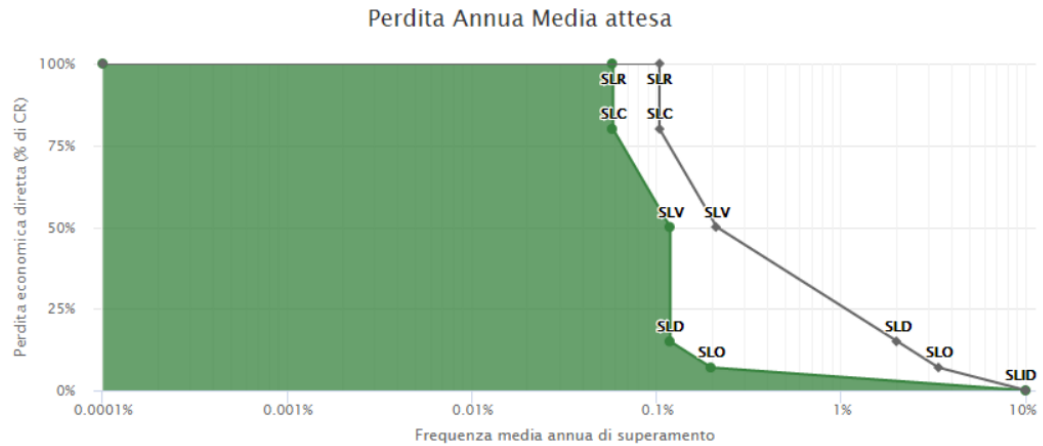
ADEGUAMENTO SISMICO



ADEGUAMENTO SISMICO



CLASSE DI RISCHIO – STATO DI PROGETTO



CLASSE DI RISCHIO – STATO DI PROGETTO

