



SISMABONUS110%

Guida essenziale
alla luce del D.M. nr 34 del 19/5/20
("Decreto Rilancio")

Versione aggiornata
Settembre 2020



SOFT.LAB
SOFTWARE PER L'EDILIZIA

INDICE

1. Che cos'è il SismaBonus al 110%?	03
Evoluzione Normativa	03
Novità del SismaBonus al 110%	04
Modalità di ottenimento della detrazione	05
2. Le modalità di cessione del credito	05
La cessione del credito	05
Differenze con lo sconto in fattura	06
3. Metodo convenzionale e metodo semplificato	06
Strumenti per la valutazione del rischio sismico	07
Perdita Annua Media Attesa (PAM)	07
Metodo convenzionale	08
Metodo semplificato	09
4. Casi studio	11
Esempio edificio in c.a. esistente: analisi	11
Classe di rischio pre-intervento	11
Classe di rischio post-intervento	15
Esempio edificio in muratura: analisi	19
Classe di rischio pre-intervento	19
Classe di rischio post-intervento	21
5. Applicazione software con SismoCheck	24
Struttura in cemento armato	24
Struttura in muratura	29
6. Allegati	37



1. CHE COS'È IL SISMABONUS AL 110%?

Per rilanciare il settore edilizio in seguito all'emergenza da Covid-19, il D.P.C.M. 05/20 prevede un aggiornamento del SismaBonus, consistente in una **detrazione IRPEF del 110%** per i lavori edilizi finalizzati all'adozione di **misure antisismiche**. Questa agevolazione consente di adeguare sismicamente la propria abitazione in maniera completamente gratuita, al fine di incentivare, nell'edilizia privata, gli interventi per la mitigazione del rischio sismico. È possibile detrarre una serie di spese: non solo quelle necessarie per realizzare i lavori, ma anche quelle per le indagini, sia strutturali che geotecniche, per le verifiche per la classificazione sismica, la progettazione, la direzione dei lavori, il collaudo, le autorizzazioni, nonché gli altri eventuali costi strettamente collegati alla realizzazione degli interventi ed al completamento dei lavori tipici della manutenzione ordinaria o straordinaria.

Evoluzione Normativa

L'art. 16-bis del DPR 917/86 prevedeva per gli interventi antisismici una detrazione del 36%, da ripartire in 10 quote annuali, su un importo massimo di spesa di 48.000 €; successivamente, con la Legge 90/2013 la percentuale di detrazione è salita al 50% e la spesa massima portata a 96.000 €.

Il SismaBonus è stato introdotto con la *Legge di Bilancio del 2017*, approvata il 21 dicembre 2016 e attuato con D.M. del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti il 28 febbraio 2017 ed è stato successivamente incluso come strumento attuabile nella *Legge di Bilancio 2018*; il nuovo bonus prevede dei contributi fiscali variabili, dal 70% all'85% del costo di intervento, in funzione della **variazione della classe di rischio dell'edificio**. In dettaglio, consente di usufruire di una detrazione delle spese, sostenute per adeguare sismicamente la propria struttura, pari al 70% con un miglioramento della prestazione sismica dell'edificio di una classe sismica e pari all'80% con un miglioramento di almeno due classi. Se l'intervento interessa parti comuni di edifici condominiali, le detrazioni previste sono ancora più vantaggiose e si attestano al 75% e 85% se si migliora di una classe o di più di due classi di rischio rispettivamente.

L'introduzione del SismaBonus (2017) ha portato diverse novità rispetto al passato, tra cui:

- estensione delle agevolazioni fiscali alle strutture ricadenti anche in zona sismica 3 (in precedenza solo zona 1 e 2);
- detrazioni d'imposta da usufruire in 5 anni anziché in 10;
- cessione del credito ai fornitori o a soggetti terzi per chi non può sostenere la detrazione d'imposta.

L'agevolazione riguarda tutti gli immobili adibiti ad abitazioni, seconde case, attività produttive per interventi realizzati nell'arco dei cinque anni che vanno dal 1° gennaio 2017 al 31 dicembre 2021 e l'ammontare delle spese da prendere in considerazione non dovrà essere superiore a € 96.000 per ciascuna delle unità immobiliari di ciascun edificio.

Il D.M. n.24 del 9 gennaio 2020 integra quello del 2017 apportando alcune modifiche al SismaBonus, facendo chiarezza sugli interventi ammessi per ottenere la detrazione e sulle tempistiche per la consegna dei documenti.

In particolare:

- il permesso di costruire è inserito tra i titoli abilitativi cui allegare le asseverazioni utili ad ottenere le agevolazioni;
- un intervento di **demolizione e ricostruzione** ha diritto al bonus essendo classificabile come ristrutturazione edilizia e non come nuova costruzione;
- è introdotto il *Portale Nazionale per la Classificazione Sismica*, punto di consegna per la documentazione degli interventi connessi al bonus;
- lo sconto in fattura è eliminato per lavori inferiori a 200.000 €, lasciando solo l'opportunità della cessione del credito.

Successivamente all'emergenza da Covid-19, è stato emanato il D.M. 05/20, denominato "Decreto Rilancio", che introduce il SismaBonus al 110%.

Novità del SismaBonus al 110%

Contrariamente alle forme passate, volte a premiare la struttura dell'intervento di miglioramento con un'aliquota di detrazione variabile in funzione di esso, l'introduzione del SismaBonus al 110% consente di adeguare sismicamente la propria struttura in modo completamente gratuito; il motivo di tale scelta è duplice: incentivare nell'edilizia privata gli interventi per la **mitigazione del rischio sismico** e dare un **forte rilancio all'economia del Paese** gravemente colpita dall'emergenza da Covid-19.

Il nuovo SismaBonus si applica per le spese sostenute dal **1° luglio 2020 al 31 dicembre 2021**, con detrazione spalmabile in 5 quote annuali di pari importo tramite sconto in fattura o cessione del credito. La maggiore novità riguarda quindi, oltre l'aumento della percentuale di detraibilità, il ripristino del meccanismo dello sconto in fattura insieme alla possibilità di cessione del credito d'imposta. Analizzando più nel dettaglio, si possono seguire diverse strade per l'ottenimento del SismaBonus al 110%:

- **usufruire di una detrazione fiscale**, mediante la dichiarazione dei redditi, per cinque anni;
- **cedere il credito di imposta alla banca** o ad altri intermediari finanziari, in modo da ottenere il rimborso della spesa;
- **cedere il credito d'imposta all'impresa** che realizza i lavori.

Secondo le Linee Guida dell'Agenzia delle Entrate, il bonus spetta per le spese sostenute in seguito ad interventi effettuati su parti comuni di edifici, su unità immobiliari funzionalmente indipendenti e con uno o più accessi autonomi dall'esterno, site all'interno di edifici plurifamiliari, nonché sulle singole unità immobiliari. Possono usufruirne:

- i condomini;
- le persone fisiche, al di fuori dell'esercizio di attività di impresa, arti e professioni;
- gli Istituti autonomi case popolari (IACP);
- le cooperative di abitazione a proprietà indivisa. La detrazione spetta per interventi realizzati su immobili dalle stesse posseduti e assegnati in godimento ai propri soci;
- le Organizzazioni non lucrative di utilità sociale (di cui all'articolo 10, del decreto legislativo n. 460/1997);
- le associazioni e società sportive dilettantistiche iscritte nel registro istituito ai sensi dell'articolo 5, comma 2, lettera c), del decreto legislativo n. 242/1999, limitatamente ai lavori destinati ai soli immobili o parti di immobili adibiti a spogliatoi.

Modalità di ottenimento della detrazione

Sia che si voglia usufruire dello sconto o della cessione del credito, il richiedente deve procurarsi, mediante un consulente fiscale, il **visto di conformità** con il quale si attesta la presenza dei requisiti per l'ottenimento del bonus e la veridicità della documentazione inerente alla spesa. Il decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28 febbraio 2017 ha stabilito le linee guida per la classificazione di rischio sismico delle costruzioni e le modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli interventi effettuati. Come riporta l'informativa dell'Agenzia delle Entrate, il progettista dell'intervento strutturale deve **asseverare** (secondo il modello contenuto nell'*Allegato B* del decreto) **la classe di rischio dell'edificio prima dei lavori e quella conseguibile dopo l'esecuzione dell'intervento progettato**. Il direttore dei lavori e il collaudatore statico, se nominato per legge, dopo l'ultimazione dei lavori e del collaudo, devono attestare la conformità degli interventi eseguiti al progetto depositato.

2. LE MODALITÀ DI CESSIONE DEL CREDITO

Il meccanismo di detrazione per interventi di adeguamento sismico, ma in generale per tutta la riqualificazione edilizia, è strutturato per incentivare i contribuenti ad investire nella cura della propria abitazione e per dare slancio all'economia del Paese. Può essere richiesto come **detrazione fiscale** o **cessione del credito di imposta**; il primo metodo, precedentemente eliminato dalla Legge di Stabilità del gennaio 2020, ha visto una ricomparsa con il *Decreto Rilancio* del mese di maggio, il secondo invece può essere attuato nelle due modalità precedentemente esposte.

La cessione del credito

A partire dal 1° gennaio 2017, i beneficiari del SismaBonus possono scegliere di cedere il proprio credito, relativo alla spesa di intervento, ai fornitori che hanno effettuato gli interventi o ad altri soggetti privati, che siano comunque collegati al rapporto che abbia dato origine alla detrazione. La cessione è possibile solo se entrambi i soggetti sono d'accordo: il contribuente accetta di cedere il credito fiscale ed il fornitore deve accettare la detrazione nella sua totalità. La cessione può essere disposta in favore:

- dei fornitori di beni e servizi necessari alla realizzazione degli interventi;
- di altri soggetti (persone fisiche, anche esercenti attività di lavoro autonomo o d'impresa, società ed enti);
- di istituti di credito e intermediari finanziari.

Per i lavori svolti in condominio c'è bisogno dell'approvazione dell'Assemblea che però non ha la facoltà di decisione dei singoli condomini, i quali possono scegliere in autonomia se cedere o meno il proprio credito. La cessione deve essere comunicata all'Amministratore entro il 31 dicembre dell'anno in cui è effettuata la spesa; a sua volta, l'Amministratore deve comunicare all'Agenzia delle Entrate, entro il 28 febbraio dell'anno successivo, l'accettazione del cessionario e l'ammontare del suo credito di imposta. Il credito diviene disponibile per il cessionario a partire dal 10 marzo del periodo d'imposta successivo a quello in cui il condominio ha sostenuto la spesa e può essere utilizzato in compensazione, mediante il modello F24 (da inviare attraverso i servizi telematici dell'Agenzia delle Entrate), ripartendolo in 5 quote annuali di pari importo, oppure essere ceduto in tutto o in parte.

Differenze con lo sconto in fattura

Con la cessione del credito, in breve, si ha la possibilità di cedere la detrazione al fornitore, il quale farà pagare di meno (o nulla nel caso del SismaBonus al 110%) la prestazione e detraerà lui stesso al posto del committente.

Lo sconto in fattura, seppur abbia la medesima finalità di ottenere un'agevolazione, è un'operazione differente; il fornitore eroga uno sconto pari alla detrazione che si genererebbe se i lavori fossero integralmente pagati e recupera l'ammontare di tale sconto sotto forma di credito di imposta, immediatamente esigibile a partire dal mese successivo. Dunque, rispetto alla cessione, lo sconto viene praticato subito. C'è però il rischio per cui, in caso di revoca della detrazione, l'impresa perderebbe una somma pari allo sconto praticato. Il fornitore che ha effettuato gli interventi può a sua volta cedere il credito d'imposta ai propri fornitori di beni e servizi, con esclusione della possibilità di ulteriori cessioni da parte di questi ultimi (rimanendo in ogni caso esclusa la cessione ad istituti di credito e ad intermediari finanziari).

3. METODO CONVENZIONALE E METODO SEMPLIFICATO

Alla base del SismaBonus c'è la definizione delle **classi di rischio sismico** degli edifici esistenti: a valle della loro valutazione sarà possibile definire gli interventi e i costi per raggiungere il grado di sicurezza desiderato. Come descritto in precedenza, era proprio in funzione della classe di rischio che veniva valutato l'entità del bonus previsto dalla *Legge di Bilancio 2017*.

Le linee guida delle NTC 2018 forniscono diversi strumenti per la valutazione del rischio sismico delle strutture esistenti, definendo per esse diverse classi che vanno **dalla A+ alla G** in funzione di un grado di rischio crescente:

- Classe A+ (meno rischio)
- Classe A
- Classe B
- Classe C
- Classe D
- Classe E
- Classe F
- Classe G (più rischio)

Strumenti per la valutazione del rischio sismico

Esistono due metodi, tra loro alternativi, per la definizione del rischio sismico di una struttura esistente: il metodo **convenzionale** e quello **semplificato**. Il primo è applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione e consente la valutazione della classe di rischio sia nello stato di fatto sia nello stato conseguente all'eventuale intervento; è **applicabile per interventi di miglioramento e adeguamento di tipo globale** e consente il miglioramento di una o più classi di rischio. Il secondo si basa su una **classificazione macrosismica** dell'edificio ed è utile per una valutazione sbrigativa della classe di rischio degli edifici in muratura; può essere utilizzato sia per una valutazione preliminare indicativa, sia per valutare, limitatamente agli edifici in muratura, la classe di rischio in relazione all'adozione di interventi di tipo locale, ovvero quelli che non producono sostanziali modifiche al comportamento della struttura; con esso si ottiene il miglioramento di una sola classe.

Perdita Annuale Media Attesa (PAM)

La perdita annua media attesa è il **parametro di riferimento per la valutazione della classe di rischio**, indipendentemente dal fatto che il calcolo sia approntato con il metodo convenzionale o con quello semplificato. È un parametro economico e può essere definito come il costo di riparazione dei danni prodotti dagli eventi sismici che si manifesteranno nel corso della vita della costruzione, ripartito annualmente ed espresso come percentuale del costo di ricostruzione; è valutato come l'area sottesa alla curva rappresentante le perdite economiche dirette, in funzione della frequenza media annua di superamento degli eventi che provocano il raggiungimento di uno stato limite per la struttura; minore sarà l'area sottesa da tale curva, minore sarà la perdita media annua attesa.

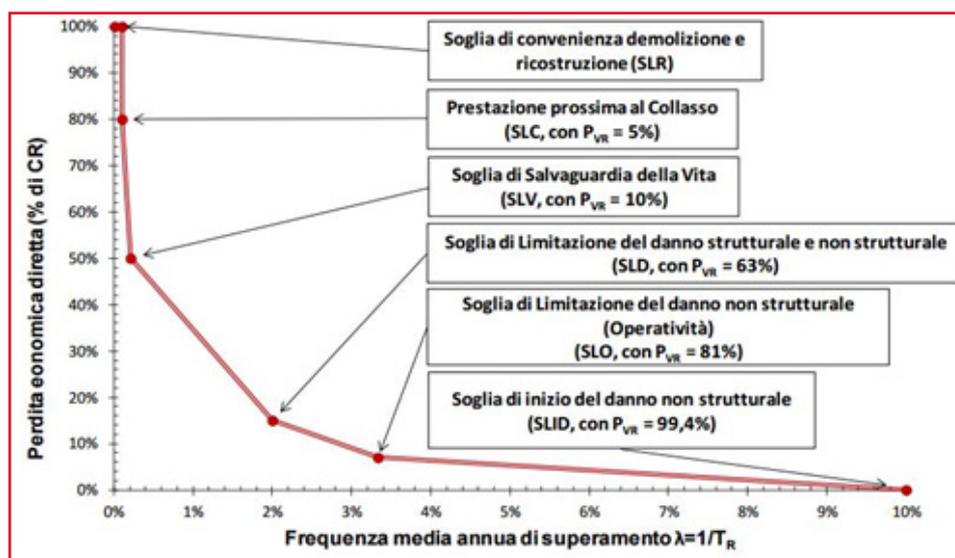


Figura 3.1 Curva individuante il PAM, per una costruzione con vita nominale 50 anni, appartenente alla classe d'uso II

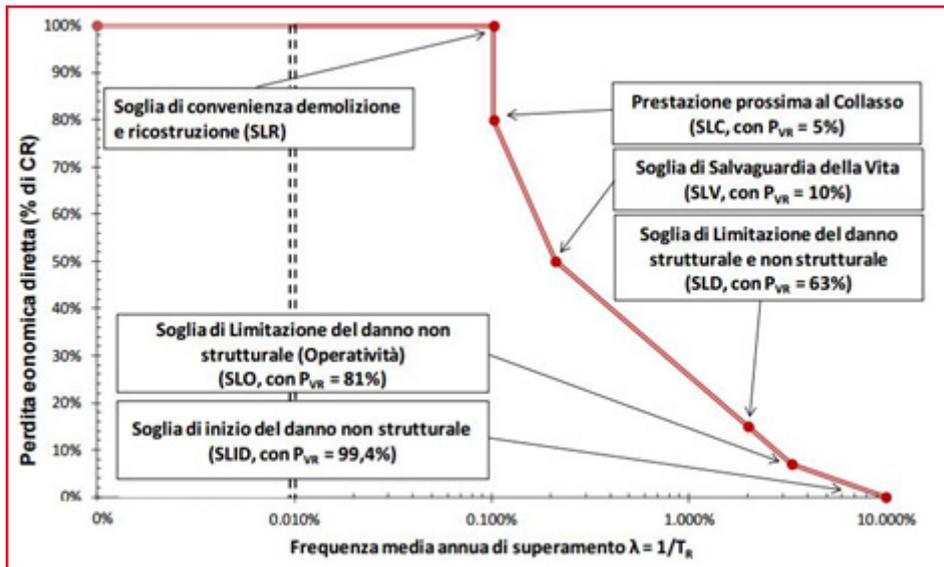


Figura 3.2 Curva espressa in scala logaritmica

Metodo convenzionale

Oltre al PAM, nel metodo convenzionale si fa riferimento all'indice di sicurezza della struttura **IS-V**, dato dal **rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo determinante il raggiungimento dell'SLV e quella prevista per un nuovo edificio**. Entrambi i parametri sono adimensionali ed espressi in forma percentuale; ai fini della determinazione della classe di rischio di una struttura, si effettua il calcolo in funzione di entrambi i parametri e si sceglie quello che restituisce la classe più bassa (e quindi più a rischio).

Di seguito le tabelle riportate in Normativa per la valutazione della classe di rischio in funzione dei due parametri:

Tabella 1.1 Classe di rischio PAM

Perdita Media Annua 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}

Tabella 1.2 Classe di rischio IS-V

Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% \leq IS-V$	A_{IS-V}^+
$80\% \leq IS-V < 100\%$	A_{IS-V}
$60\% \leq IS-V < 80\%$	B_{IS-V}
$45\% \leq IS-V < 60\%$	C_{IS-V}
$30\% \leq IS-V < 45\%$	D_{IS-V}
$15\% \leq IS-V < 30\%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F_{IS-V}

Nota la classe, si passa all'intervento per la mitigazione del rischio che avrà effetto sia sul parametro PAM che su quello IS-V, portando alla variazione della classe della struttura. Il metodo convenzionale ha l'onere di dover valutare il comportamento globale della struttura anche in presenza, ad esempio, di un semplice intervento locale di rafforzamento.

Per la procedura completa degli step di calcolo da seguire per la classificazione del rischio sismico con il metodo convenzionale si rimanda all'*Allegato A* delle Linee Guida della Norma, presente al termine di questa Guida.

Metodo semplificato

In alternativa al metodo convenzionale, unicamente per le strutture in muratura può essere adoperato quello semplificato, con il quale si determina, in funzione delle caratteristiche della costruzione, la **classe di rischio a partire dalla classe di vulnerabilità definita dall'EMS** (Scala Macrosismica Europea), come indicato dalla seguente figura:

Tipologia di struttura	Classe di vulnerabilità					
	V_6 ($\equiv A_{EMS}$)	V_5 ($\equiv B_{EMS}$)	V_4 ($\equiv C_{EMS}$)	V_3 ($\equiv D_{EMS}$)	V_2 ($\equiv E_{EMS}$)	V_1 ($\equiv F_{EMS}$)
MURATURA	Muratura di pietra senza legante (a secco)	○				
	Muratura di mattoni di terra cruda (adobe)	○—				
	Muratura di pietra sbazzata	---○				
	Muratura di pietra massiccia per costruzioni monumentali	---○—				
	Muratura di mattoni e pietra lavorata	---○---				
	Muratura di mattoni e solai di rigidezza elevata	—○---				
	Muratura rinforzata e/o confinata		---○—			

Figura 3.3 Classe di vulnerabilità secondo l'approccio semplificato

Sono individuate sette tipologie di strutture in muratura, per le quali è fissata la vulnerabilità media in funzione di sei classi (crescenti dal pedice 1 al 6). Per ogni struttura il cerchio individua il valore di vulnerabilità più credibile, le linee continue quello disperso più probabile e quelle tratteggiate il valore eccezionale.

Quindi per determinare la classe di vulnerabilità si determina prima la tipologia strutturale e la vulnerabilità media ad essa associata, successivamente si valuta l'eventuale scostamento dalla classe media a causa di un elevato degrado, di una scarsa qualità costruttiva o della presenza di peculiarità che possono innescare meccanismi di collasso locale per valori particolarmente bassi dell'azione sismica e aumentare la vulnerabilità globale.

La classe di vulnerabilità, in relazione alla zona sismica di ubicazione dell'edificio secondo l'OPCM 3274 del 20/03/2003, corrisponde ad una classe di rischio.

Tabella 1.2 Classe di rischio con metodo semplificato

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			

Le classi ottenute con questo metodo sono contrassegnate da un asterisco per distinguerle da quelle ottenute con il metodo convenzionale.

Anche in questo caso, per la procedura completa si rimanda all'*Allegato A* delle Linee Guida.

4. CASI STUDIO

Esempio edificio in c.a. esistente: analisi

L'esempio trattato è stato realizzato dal Prof. Ing. Marco Di Ludovico e dal Prof. Ing. Andrea Prota dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Facoltà di Ingegneria.



Figura 4.1 Edificio in c.a. sito a L'Aquila

Classe di rischio pre-intervento

Si riporta il caso studio di un edificio di tre piani sito a L'Aquila privo di dettagli antisismici su cui sarà applicato il metodo convenzionale per la classificazione del rischio sismico. Dall'analisi di verifica e campionamento in situ, si evidenziano carenze di dettagli antisismici (barre lisce, mancanza di staffe nei nodi e staffatura non adeguata $\phi 6/200$), fessurazione dei nodi d'angolo e danni significativi alle tamponature. La resistenza media a compressione del calcestruzzo (f_{cm}) è pari a 14 MPa (che è un valore più basso del minimo imposto dalla Norma di 20 MPa ma non implica l'abbattimento del manufatto). Dopo aver modellato la struttura con un software di calcolo si è ottenuto l'indice di vulnerabilità sismica ζ_E (noto anche come α secondo le precedenti normative) che è pari al rapporto della PGA di capacità e la PGA di domanda (PGA_c/PGA_d) che nel caso in esame è 12,5% (il calcolo della PGA va fatto per ogni stato limite considerato; nel caso di costruzioni ordinarie sono sufficienti lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e lo Stato Limite di Danno (SLD)).

$$\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 12,5\%$$

dove $PGA_d = 0,261g - SLV$ L'Aquila

$$T_{rc} = T_{rd} (PGA_c / PGA_d)^\eta$$

dove

Con $\eta = 1/0,41$

Per ogni periodo individuato si calcola il valore della frequenza media annua di superamento $\lambda=1/T_{rc}$ e che per il calcolo di T_{rc} si assume il valore minore tra SLD, SLO e SLV.

Per applicare il SismaBonus e per ottenere lo sgravio fiscale, tale valore percentuale deve essere opportunamente convertito in un periodo di ritorno che in questo caso è 3 anni.

Se l'edificio fosse stato una nuova costruzione il periodo di ritorno sarebbe stato progettato per resistere ad un'azione sismica di 475 anni; si evince, pertanto, l'elevata vulnerabilità sismica dell'edificio in oggetto.

Dei limiti trovati si associa, al corrispondente λ , il valore della percentuale di costo di ricostruzione secondo la tabella presente nelle Linee Guida:

Tabella 3.1 Percentuale costo di ricostruzione

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

Si riportano i grafici delle verifiche ai diversi limiti:

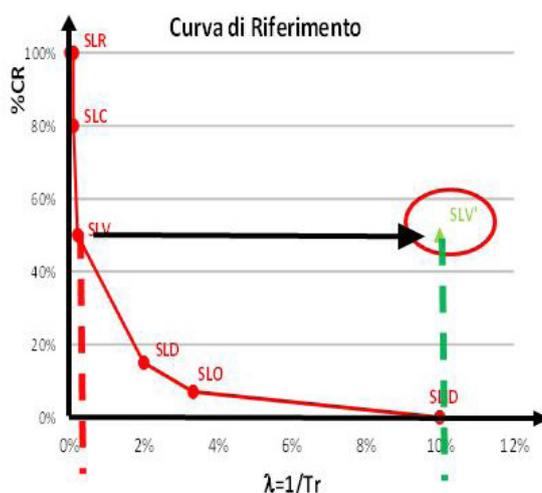


Figura 4.2 Verifiche allo SLV

Dati SLV:

$$\lambda_{SLV}=10\%$$

|

$$CR (\%) = 50\%$$

Di cui:

$$\lambda = 1/T_r = 1/475 = 0,2\%$$

$$\lambda = 1/T_r = 1/10 = 10\%$$

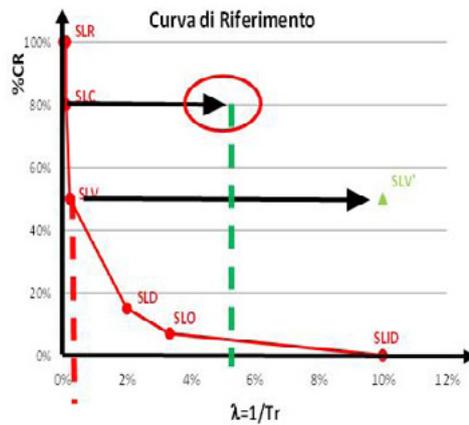


Figura 4.3 Verifiche allo SLC

Dati SLC:

$$\lambda_{SLC} = 0,49\lambda_{SLV}$$

$$\lambda_{SLC} = 4,9\%$$

$$CR (\%) = 80\%$$

Di cui:

$$\lambda = 1/T_r = 1/975 = 0,1\%$$

$$\lambda = 0,49\lambda_{SLC} = 4,9\%$$

Facendo il calcolo per l'SLD e SLO il tempo di ritorno risulta essere più alto rispetto all'SLV. In questo caso specifico, le Linee Guida prevedono che:

Si sottolinea che la formula è valida anche nei casi in cui il tempo di ritorno relativo a SLD e SLO sia superiore al tempo di ritorno di SLV, una volta che sia stato posto comunque come limite superiore di tali valori il tempo di ritorno di SLV. In altri termini si assume:

$$\lambda(SLD) = \max [\lambda(SLD), \lambda (SLV)]; \lambda(SLO) = \max [\lambda(SLO) \lambda(SLV)].$$

Nel caso in esame, si ha che λ_{SLD} e λ_{SLO} si traslano in corrispondenza di λ_{SLV} .

Dal confronto tra le due curve:

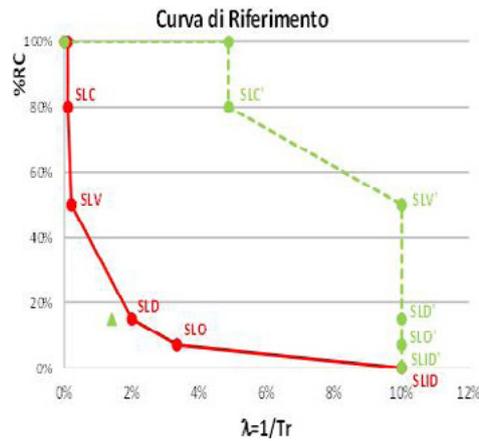


Figura 4.4 Confronto tra le due curve

Il periodo di ritorno trovato va inserito nella cosiddetta curva PAM:

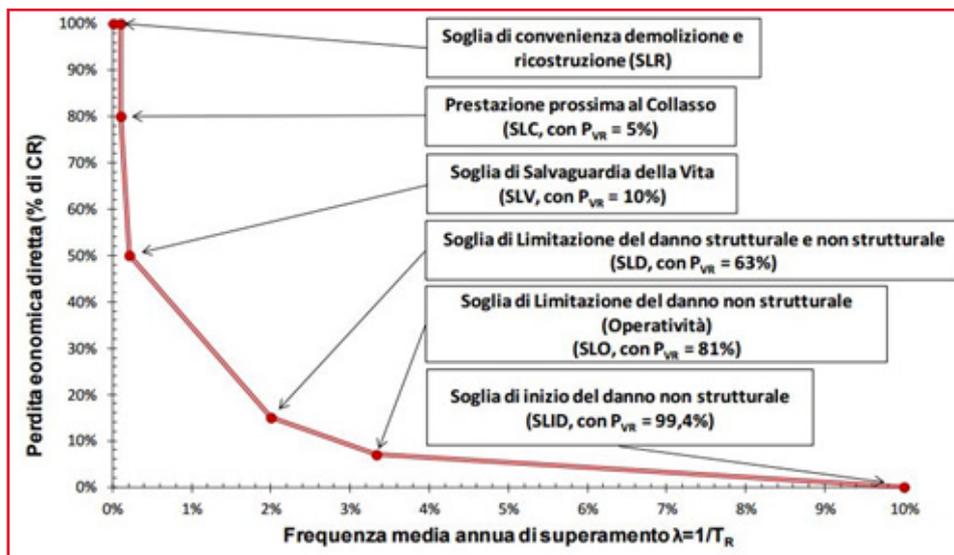


Figura 4.5 Andamento della curva che individua il PAM, riferito a una costruzione con vita nominale 50 anni e appartenente alla classe d'uso

Tale rappresentazione serve a comprendere il danno atteso nella vita utile della struttura. La valutazione analitica del PAM consiste nel calcolare l'area sottesa alla spezzata individuata dalle coppie di punti (λ , CR) per ciascuno dei sopra indicati stati limite, a cui si aggiunge il punto ($\lambda=0$, CR=100%). La valutazione si applica tramite la seguente espressione:

$$PAM = \sum_{i=2}^5 \frac{[\lambda(SL_i) - \lambda(SL_{i-1})] * [CR(SL_i) + CR(SL_{i-1})]}{2} + \lambda(SLC) * CR(SLR)$$

Dove l'indice "i" rappresenta il generico stato limite (i=1 per lo SLID ovvero Stato limite di inizio danno con $\lambda=1$).

Effettuando il calcolo del PAM il fabbricato ha un valore pari a 8,22% che risulta essere maggiore di 7,5%; pertanto la relativa classe PAM è G_{PAM} .

Tabella 4.2 Percentuale costo di ricostruzione

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}

L'indice IS-V che indica l'indice di sicurezza per la vita è pari a:

$$\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 12,5\% < 15\%$$

Quindi la classe corrispondente è la F_{IS-V} .

Tabella 4.3 Indice IS-V di sicurezza

Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	A^+_{IS-V}
$80\% \leq IS-V < 100\%$	A_{IS-V}
$60\% \leq IS-V < 80\%$	B_{IS-V}
$45\% \leq IS-V < 60\%$	C_{IS-V}
$30\% \leq IS-V < 45\%$	D_{IS-V}
$15\% \leq IS-V < 30\%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15\%$	F_{IS-V}

Si prende il minimo tra i due parametri, quindi in questa prima parte, si può affermare che l'edificio è di classe G.

Classe di rischio post-intervento

Per migliorare la classe del fabbricato c'è bisogno di andare ad effettuare degli interventi sugli elementi che presentano maggior deficit in termini di resistenza. Nel caso in esame si applicano rinforzi FRP a nodi, travi e pilastri.

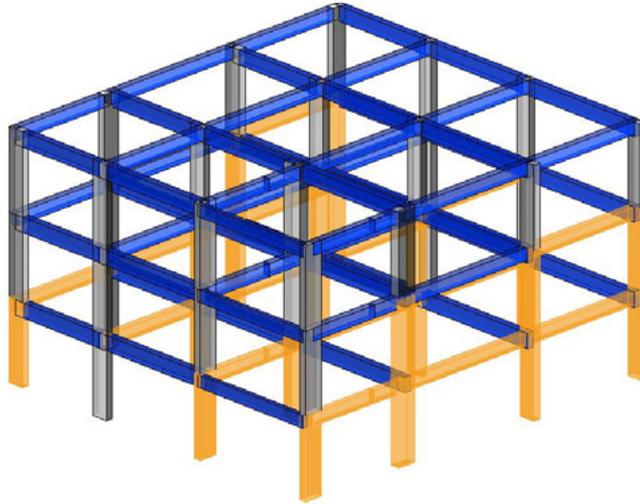


Figura 4.6 Modello 3D della struttura realizzato con IperSpace in cui si riportano gli elementi non verificati

SLV:

il valore di ζ_E passa da 3 anni (ante-operam) a 142 anni (post-operam) sebbene ancora lontano dai 475 anni del nuovo fabbricato.

$$\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 63,5\%$$

dove $PGA_d = 0,261g$ - SLV L'Aquila

$$T_{rc} = T_{rd} (PGA_c / PGA_d)^\eta$$

dove

$$\text{Con } \eta = 1/0,41$$

$$\lambda_{SLV} = 1/142 = 0,7\%$$

SLD:

il valore di ζ_E passa da 3 anni (ante-operam) a 71 anni (post-operam).

$$\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 120\%$$

dove $PGA_d = 0,104g$ - SLV L'Aquila

$$\lambda_{SLV} = 1/71 = 1,4\%$$

Si procede alla costruzione delle relative curve per il calcolo del PAM.

SLV:

$$\lambda_{SLV} = 0,7\%$$

$$\text{CR (\%)} = 50\%$$

SLC:

$$\lambda_{SLC} = 0,49\% * \lambda_{SLV}$$

$$\lambda_{SLC} = 0,3\%$$

$$CR (\%) = 80\%$$

SLD:

$$\lambda_{SLD} = 1,4\%$$

$$CR (\%) = 15\%$$

SLO:

$$\lambda_{SLO} = 1,67\% * \lambda_{SLD}$$

$$\lambda_{SLO} = 2,3\%$$

$$CR (\%) = 7\%$$

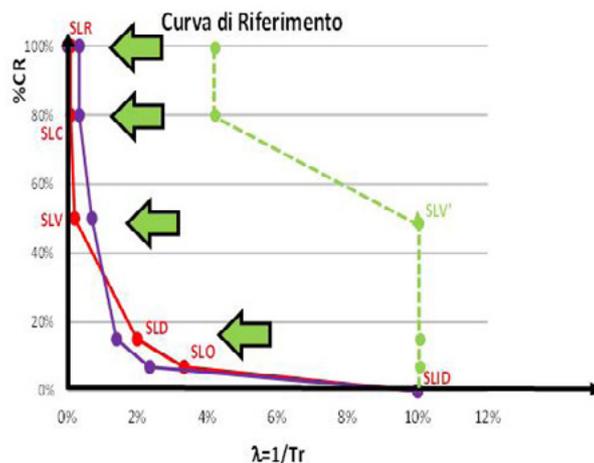


Figura 4.7 Rappresentazione curva PAM

Dall'analisi del grafico, il punto relativo a SLC si ottiene da SLV con formulazione semplificata; il punto relativo a SLD è lo stesso del caso non rinforzato (FRP non modifica SLD). L'SLO si ottiene da SLD con formulazione semplificata.

Applicando la formula per il calcolo del PAM si nota che:

$$PAM(\%CR) = 1,18\%$$

$$IS-V = \zeta_E = PGA_c / PGA_d = 63,5\%$$

Per la classe PAM l'intervallo è compreso tra 1,0% e 1,5% quindi la relativa perdita media annua attesa è di tipo B. L'indice di sicurezza, allo stesso modo ricade in classe B_{IS-V} in quanto ricadente nell'intervallo tra il 60% e l'80%.

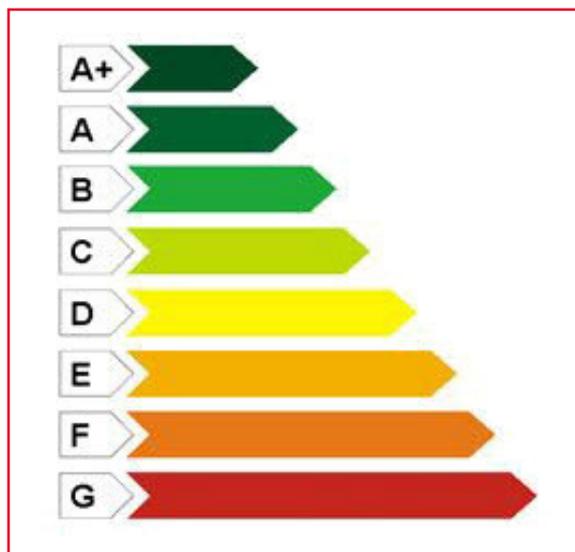


Figura 4.8 *Scala di rischio*

Attraverso la fasciatura in FRP si è passati dalla classe G alla classe B del fabbricato; ciò si è reso possibile in quanto non sono stati riscontrati problemi allo Stato Limite di Danno in quanto l'FRP va ad agire sulla resistenza non sugli spostamenti, non migliorando la rigidezza. L'incremento in definitiva è di 5 classi.

Se fossero stati fatti solo interventi locali con metodo semplificato?

Per tale tipologia di interventi non è necessaria la valutazione del comportamento globale della struttura.

È possibile passare alla classe di rischio immediatamente superiore se:

- presenza di telai in entrambe le direzioni (verificata per Caso Studio 1);
- 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.

In questo caso il miglioramento sarebbe stato di una sola classe passando dalle G alla F. Da considerare che quindi, l'applicazione di un metodo semplificato per questa tipologia, renderebbe "inappetibile" il fabbricato.

Esempio edificio in muratura: analisi

L'esempio trattato è stato realizzato dal Prof. Ing. Marco Di Ludovico e dal Prof. Ing. Andrea Prota dell'Università degli Studi di Napoli *Federico II*, Facoltà di Ingegneria.



Figura 54.9 Edificio in muratura

Classe di rischio pre-intervento

Il fabbricato in oggetto è una costruzione in muratura su due livelli per civile abitazione su cui si applica il metodo convenzionale per la valutazione della classe del rischio sismico.

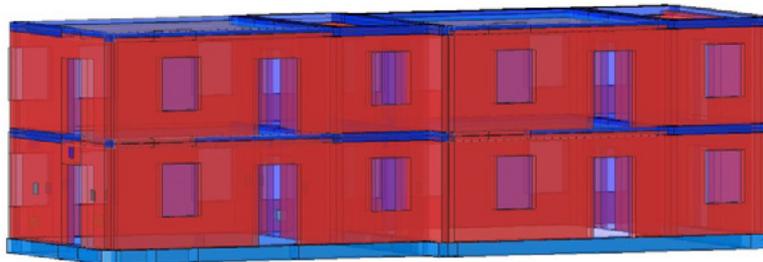


Figura 4.10 Modello realizzato con *inSide*

Dai rilievi effettuati sullo stesso si evidenziano problematiche in merito l'elevata vulnerabilità per azioni fuori piano, mancanza di collegamenti efficaci atti a garantire un comportamento d'insieme della struttura e lesioni passanti di taglio. Si procede all'analisi della classe di rischio:

SLE (SLD):

$$\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 18\%$$

$$T_r = 0,8 \text{ anni} < 10 \text{ anni} \text{ quindi } T_r = 10 \text{ anni}$$

$$\lambda = 1/T_r = 1/10 = 10\%$$

SLU (SLV):

$$\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 8\%$$

$$T_r = 1,1 \text{ anni} < 10 \text{ anni} \text{ quindi } T_r = 10 \text{ anni}$$

$$\lambda = 1/T_r = 1/10 = 10\%$$

Per quanto riguarda la costruzione della curva PAM si applicano le formule in via semplificata come previsto dalle Linee Guida:

SLV:

$$\lambda_{SLV} = 10\%$$

$$CR (\%) = 50\%$$

SLC:

$$\lambda_{SLC} = 0,49\% * \lambda_{SLV}$$

$$\lambda_{SLC} = 4,9\%$$

$$CR (\%) = 80\%$$

SLD:

$$\lambda_{SLD} = 10\%$$

$$CR (\%) = 15\%$$

SLO:

$$\lambda_{SLO} = 10\%$$

$$CR (\%) = 7\%$$

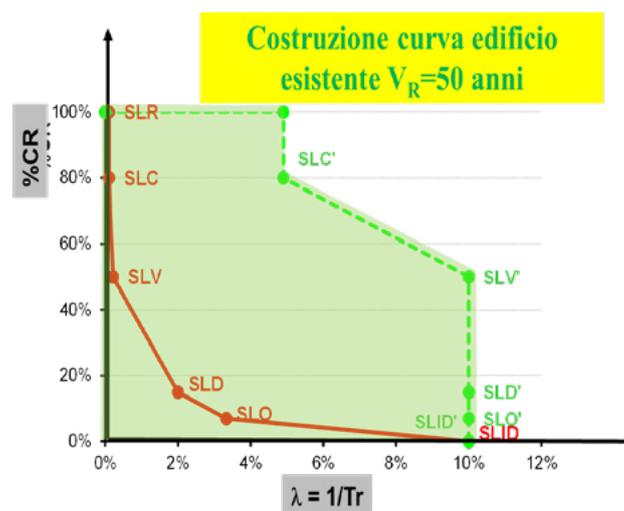


Figura 4.11 Rappresentazione curva PAM

La classe PAM risulta essere G_{PAM} in quanto il valore uscente 8,7% è minore di 7,5%, mentre l'indice di sicurezza è F_{IS-V} perché minore del 15% (8%). In definitiva la classe di rischio è G.

Classe di rischio post-intervento

Come intervento per migliorare globalmente la struttura si è scelto di inserire delle catene in modo da aumentare la sicurezza al collasso dei collegamenti e creare un sistema monolitico tra i vincoli e le murature ortogonali; tale sistema evita anche la fenomenologia del ribaltamento.

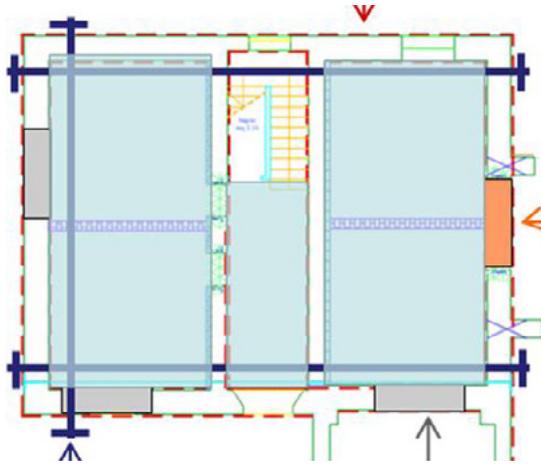


Figura 4.12 Inserimento delle catene nel modello

Tali migliorie hanno comportato:

SLE (SLD):

$$\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 136\%$$

$$T_r = 106 \text{ anni}$$

$$\lambda = 1/T_r = 1/106 = 0,95\%$$

SLU (SLV):

$$\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 54\%$$

$$T_r = 107 \text{ anni}$$

$$\lambda = 1/T_r = 1/107 = 0,93\%$$

Per la rappresentazione della curva PAM si utilizzano questi due stati limite, ricorrendo alla via semplificata per il calcolo dei restanti:

SLV:

$$\lambda_{SLV} = 0,93\%$$

$$CR (\%) = 50\%$$

SLC:

$$\lambda_{SLC} = 0,49\% * \lambda_{SLV}$$

$$\lambda_{SLC} = 0,46\%$$

$$CR (\%) = 80\%$$

SLD: $\lambda_{SLD} = 0,95\%$
 CR (%) = 15%

SLO: $\lambda_{SLO} = 1,67\% * \lambda_{SLD}$
 $\lambda_{SLO} = 1,59\%$
 CR (%) = 7%

In merito alla sicurezza la classe è C_{IS-V} , in merito al PAM è B_{PAM} . La classe di riferimento è la C.

Se all'inserimento delle catene, fosse stato aggiunto intonaco armato, la chiusura dei vani e architravi cosa sarebbe successo?

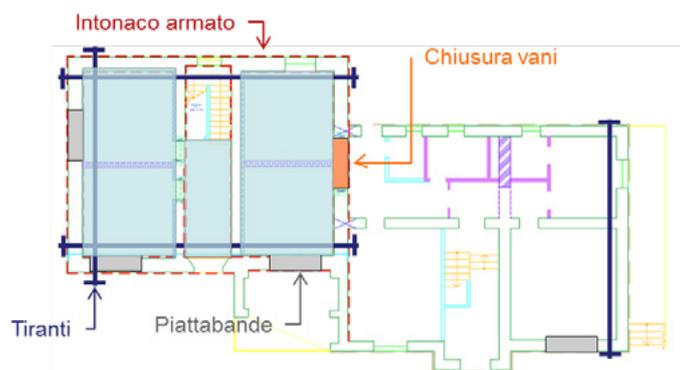


Figura 4.13 Inserimento delle catene nel modello

Si ri-effettua l'analisi.

SLE (SLD): $\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 145\%$
 $T_r = 125$ anni
 $\lambda = 1/T_r = 1/125 = 0,8\%$

SLU (SLV): $\zeta_E = PGA_c / PGA_d = 74\%$
 $T_r = 277$ anni
 $\lambda = 1/T_r = 1/277 = 0,44\%$

Si procede alla costruzione della curva PAM:

SLV: $\lambda_{SLV} = 0,44\%$
 CR (%) = 50%

SLC: $\lambda_{SLC} = 0,49\% * \lambda_{SLV}$
 $\lambda_{SLC} = 0,22\%$
 CR (%) = 80%

SLD: $\lambda_{SLD} = 0,8\%$
 CR (%) = 15%

SLO: $\lambda_{SLO} = 1,67\% * \lambda_{SLD}$
 $\lambda_{SLO} = 1,34\%$
 CR (%) = 7%

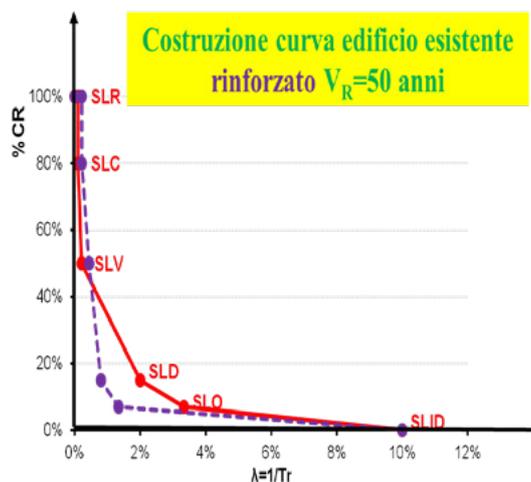


Figura 4.14 Rappresentazione curva PAM

In questo caso l'IS-V sarebbe uguale al 74% (classe B) mentre il PAM sarebbe 0,8% con relativa classe A. In definitiva l'edificio risulterebbe classe B.

Nel caso di applicazione del metodo semplificato, specificato dalle Linee Guida e seguendo la relativa tabella 4, gli interventi mirati a sanare i meccanismi fuori piano avrebbero comportato un solo incremento di classe dalle G alla F.

5. APPLICAZIONE SOFTWARE CON SISMOCHECK

Il miglioramento della classe sismica di un edificio esistente può essere effettuato in maniera precisa e accurata tramite l'utilizzo del **modulo SismoCheck di IperSpace BIM**, il software di calcolo strutturale agli elementi finiti BIM oriented. Il modulo opera direttamente nell'ambiente di IperSpace BIM consentendo l'applicazione dei due metodi per l'individuazione della classe sismica: il metodo convenzionale e il metodo semplificato.

Si riporta, di seguito, un'applicazione del software che mostra, attraverso semplici passaggi, l'utilizzo di SismoCheck per la classificazione sismica attraverso il metodo convenzionale.

Struttura in cemento armato

L'edificio in oggetto, avente destinazione d'uso di civile abitazione situato nella provincia di Roma, è realizzato con schema strutturale a telaio in cemento armato distribuiti su due piani.

Tralasciando la parte di modellazione software, che è possibile rinvenire sul canale YouTube di Soft. Lab, si esegue il calcolo strutturale completo secondo le prescrizioni delle NTC 2018.

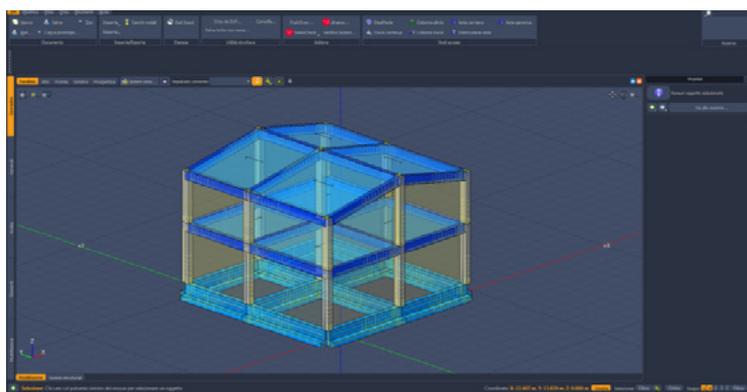


Figura 5.1 Modello geometrico del fabbricato

Una volta eseguito il calcolo, il programma tramite lo strumento di diagnostica, mostra tutti gli elementi non verificati secondo la normativa applicata.

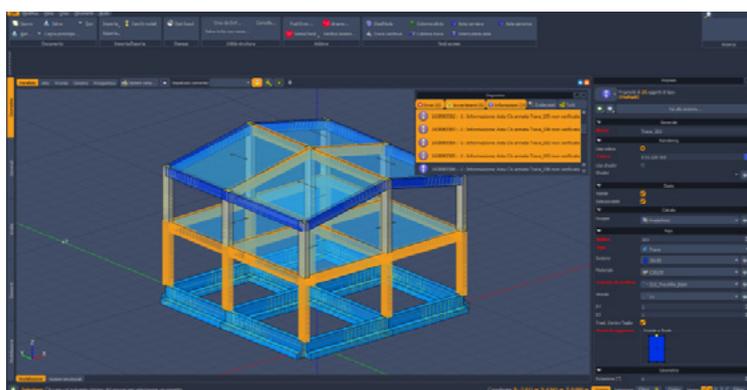


Figura 5.2 Visualizzazione elementi non verificati

Evidenziati in rosso, sono riportati i coefficienti di sicurezza di ogni elemento non verificato ed il rispettivo valore. In fondo alla tabella è stato indicato il minimo fra tutti i coefficienti.

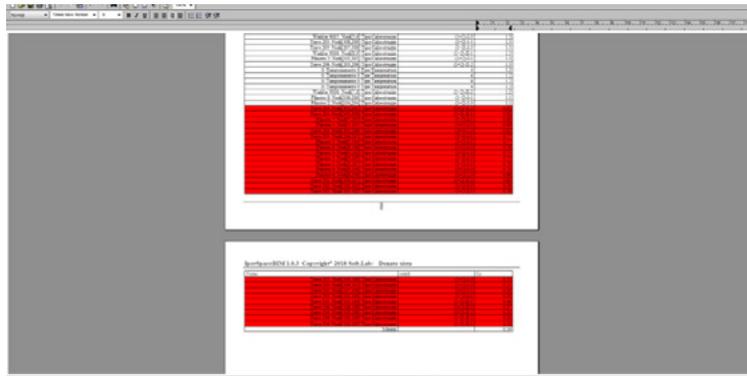


Figura 5.3 *Coefficienti di sicurezza sismici per elementi non verificati*

Il coefficiente di sicurezza minimo, visto in precedenza, è servito per ricombinare il calcolo ed effettuare così quello ridotto della struttura originale. Avendo moltiplicato l'azione sismica per il coefficiente di sicurezza minimo, sono stati ottenuti tutti gli elementi verificati.

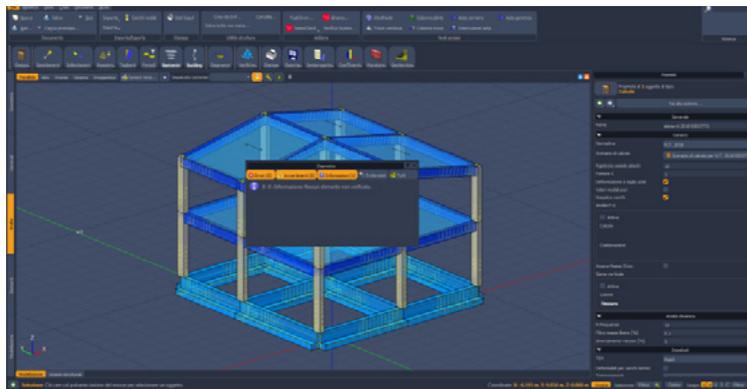


Figura 5.4 *Diagnostica del fabbricato con IperSpace*

Nella tabella dei coefficienti di sicurezza del calcolo ridotto, non vi sono più elementi non verificati; il minimo coefficiente di sicurezza è pari ad 1.

Figura 5.5 *Tabella dei coefficienti di sicurezza*

Si considera la stessa struttura, sulla quale sono stati installati dei rinforzi nei nodi e negli elementi critici. Il procedimento da seguire è il medesimo che è stato adottato nella struttura originale, quindi si esegue il calcolo completo, controllo dei coefficienti di sicurezza e si effettua l'analisi con azione sismica ridotta.

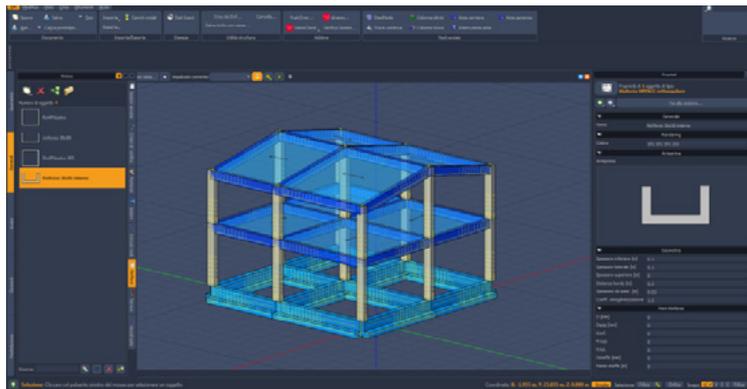


Figura 5.6 *Struttura rinforzata*

Si apre il modulo SismoCheck, posto nel menù in alto nel riquadro Addons, che guiderà passo passo l'utente per ottenere la nuova classe sismica del fabbricato.

Guida modulo SismoCheck

- **Passo 1/8:** Caricare i file della struttura originale e rinforzata

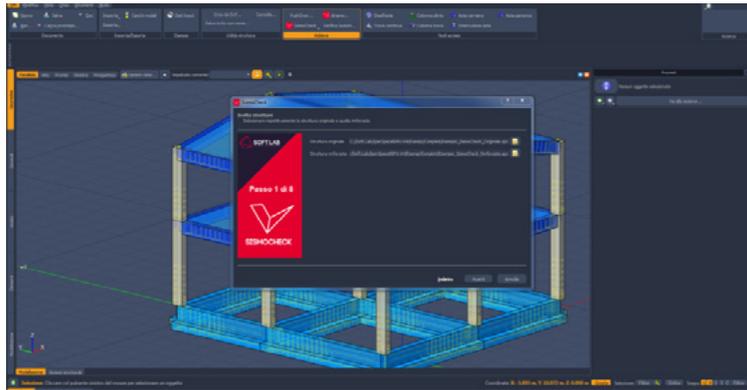


Figura 5.7 Inserimento modelli di calcolo in SismoCheck

- **Passo 2/8 - struttura originale:** si inseriscono negli slot calcolo, per SLV e SLD il calcolo ridotto, mentre per la verifica immettiamo il calcolo con azione sismica intera. La classe ante operam dell'edificio esistente è F (valore minimo tra le classi PAM e ISV).

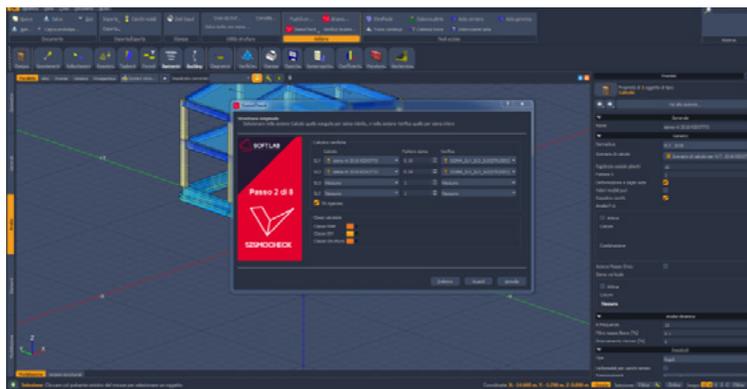


Figura 5.8 Definizione del modello di analisi

- **Passo 3/8:** si selezionano gli elementi da verificare in funzione dei coefficienti di sicurezza.

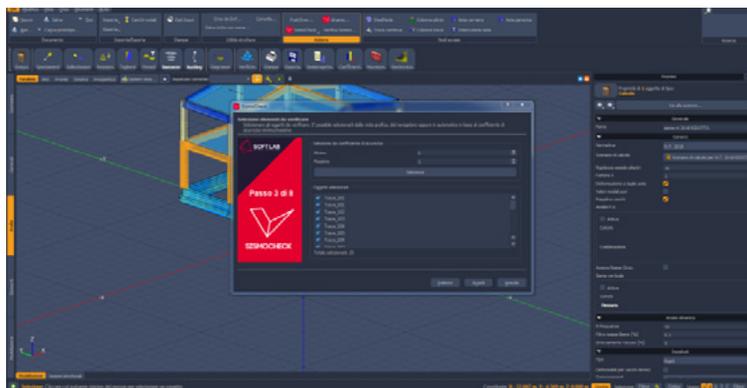


Figura 5.9 Selezione elementi da verificare

-Passo 7/8: si indica il sito del fabbricato.

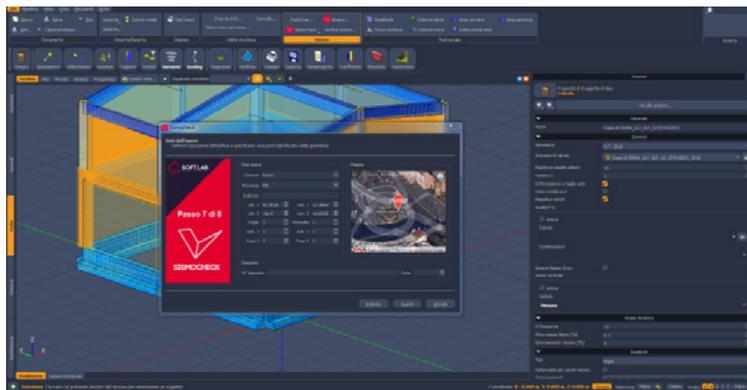


Figura 5.13 Aumento della classe da F a C

-Passo 8/8: generazione delle relazioni e scelta della cartella di destinazione.

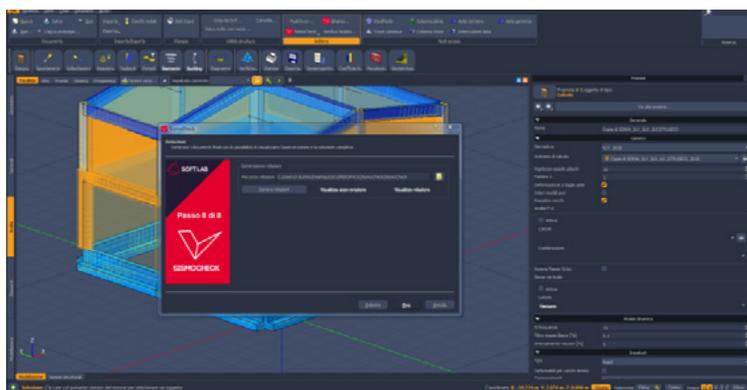


Figura 5.14 Generazione della relazione finale

Struttura in muratura

La struttura in esame è un fabbricato in muratura sito in Cassino (FR) composta da setti in muratura con una fondazione di travi rettangolari in cemento armato. Il materiale utilizzato per la struttura è il Poroton le cui caratteristiche tecniche sono le seguenti:

- Peso specifico 1200 kg/mc
- Modulo di Young $E = 1.19 \times 10^8$ kg/mq
- Modulo di Poisson 0.3
- Coefficiente di dilatazione termica 1×10^{-5} [1/C]
- Modulo elastico tangenziale: 6×10^6 kg/mq
- Coefficiente di riduzione G pari a 1
- Coefficiente di riduzione E pari a 1

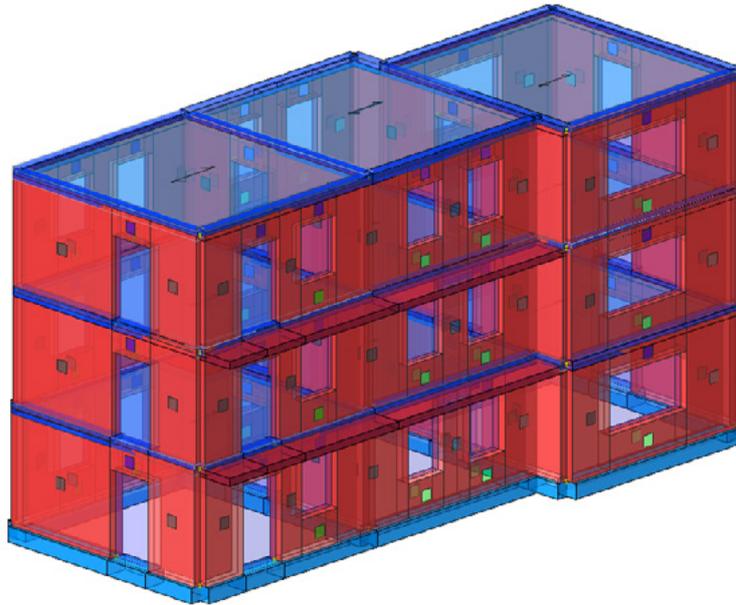


Figura 5.15 Modello strutturale

L'analisi e la verifica del fabbricato sono state condotte in ottemperanza alle NTC 2018. Condotta il calcolo del fabbricato si procede alla verifica dei muri attraverso i comandi Analisi/Verifiche/Controllo elementi non verificati. La diagnostica di IperSpace riporta i seguenti errori:

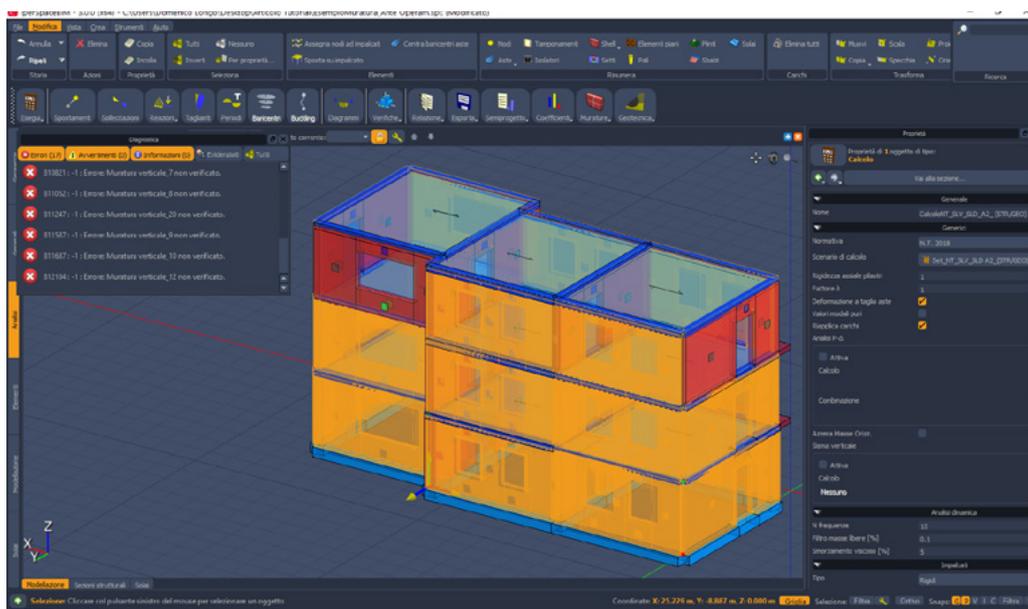


Figura 5.16 Analisi della diagnostica

I muri che non risultano verificati sono 7. Si procede all'individuazione del livello di sicurezza minimo tramite i comandi Analisi/Coefficienti/Sicurezza.

Livello di sicurezza filtrati per minimo Sismico			
Nome		Combinazione	C _E
Muro 22: Nodi[11,12,13,124,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-VI-3	1.813
Muro 18: Nodi[25,29,41,7,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-II-1	1.23
Muro 23: Nodi[48,57,112,113,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-II-2	1.211
Muro 14: Nodi[1,2,3,72,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-II-1	1.156
Muro 11: Nodi[56,15,37,32]	Tipo:Muratura	(2+3)-V-4	1.041
Muro 21: Nodi[52,59,116,117,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-II-3	1.001
Muro 24: Nodi[47,49,128,129,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-II-1	1.001
Muro 19: Nodi[17,18,1,2,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-II-2	0.9805
Muro 16: Nodi[7,19,88,89,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-VI-1	0.9492
Muro 9: Nodi[11,52,31,33]	Tipo:Muratura	(2+3)-I-3	0.9307
Muro 20: Nodi[44,45,9,10,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-VI-1	0.9297
Muro 17: Nodi[21,22,3,4,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-VI-3	0.8652
Muro 15: Nodi[8,9,76,77,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-V-1	0.8203
Muro 13: Nodi[15,16,83,84,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-I-4	0.707
Muro 1: Nodi[1,15,21,25]	Tipo:Muratura	(2+3)-I-3	0.6504
Muro 7: Nodi[24,30,15,56]	Tipo:Muratura	(2+3)-V-4	0.6367
Muro 5: Nodi[25,21,52,11]	Tipo:Muratura	(2+3)-I-3	0.6304
Muro 3: Nodi[18,5,30,24]	Tipo:Muratura	(2+3)-V-4	0.605
Muro 2: Nodi[11,12,79,80,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-I-1	0.5566
Muro 4: Nodi[6,7,8,17,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-V-4	0.5156
Muro 8: Nodi[43,44,17,48,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-V-2	0.4932
Muro 6: Nodi[20,26,5,6,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-I-1	0.4102
Muro 12: Nodi[16,47,48,40,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-V-2	0.3438
Muro 10: Nodi[53,54,120,121,...]	Tipo:Muratura	(2+3)-I-1	0.1934
	Minimi		0.1934

Figura 5.17 Livelli di sicurezza

Il valore minimo zE è pari a 0.1934. Si procede alla ri-esecuzione del calcolo tramite i comandi Anali-si/Esegui/Ricombina calcolo e modificando opportunamente le combinazioni di carico sismiche.

Combinazioni di carico						
	C1	C2	C3	C4	C5	Masse
Descrizione	Verticali sfav	SISMAX_SLV	SISMAX_SLV	SISMAX_SLD	SISMAX_SLD	
Analisi	STR+GEO	Statica STR+GEO	Statica STR+GEO	Statica SLE	Statica SLE	
Spettro		SpettroNT_2018	SpettroNT_2018	SpettroNT_2018	SpettroNT_2018	
Angolo ingresso sisma [°]	0	0	90	0	90	
Fattore sisma	1	0.19	0.19	0.19	0.19	
Kmod	1	1	1	1	1	
Solo travi						
Peso Proprio	1.3 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>				
QP Solai	1.3 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>				
QFissi Solai	1.3 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>				
QV Solai	1.3 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>				
QV SolaiPis0	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
QV SolaiPis1	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
QV SolaiPis2	1 <input type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/>

Figura 5.18 Definizione dello scenario di calcolo del modello ridotto

Terminato il nuovo calcolo, tramite il comando Valuta classe del modulo SismoCheck, è possibile valutare la classe della struttura. Nel caso specifico la classe di riferimento è la F.

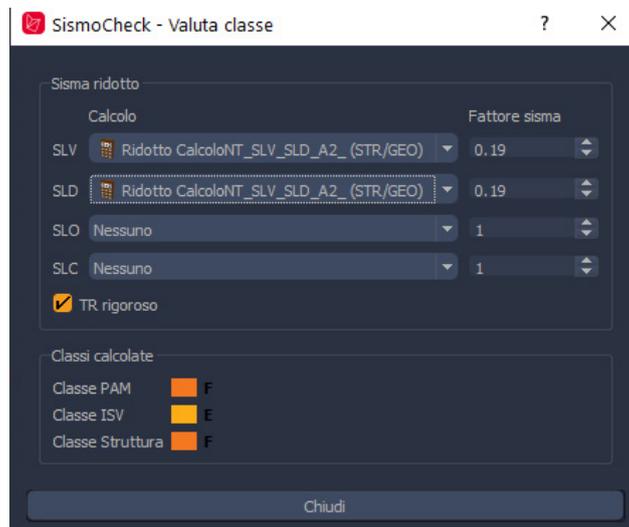


Figura 5.19 Valutazione della classe

Terminata l'analisi ante operam passiamo ad applicare i rinforzi all'edificio in muratura. La tipologia di rinforzo utilizzata è l'FRP (fibre di carbonio) il cui utilizzo è normato dalla CNR-DT 200 R1/2013 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.

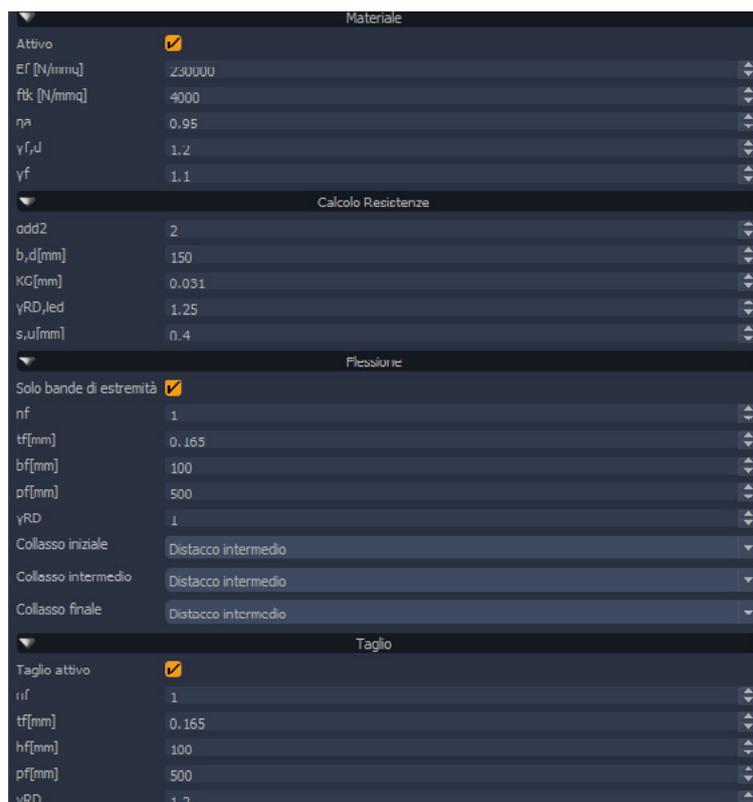


Figura 5.20 Proprietà del rinforzo FRP

Considerando la diagnostica presente nella figura 2, si procede all'applicazione dei rinforzi.

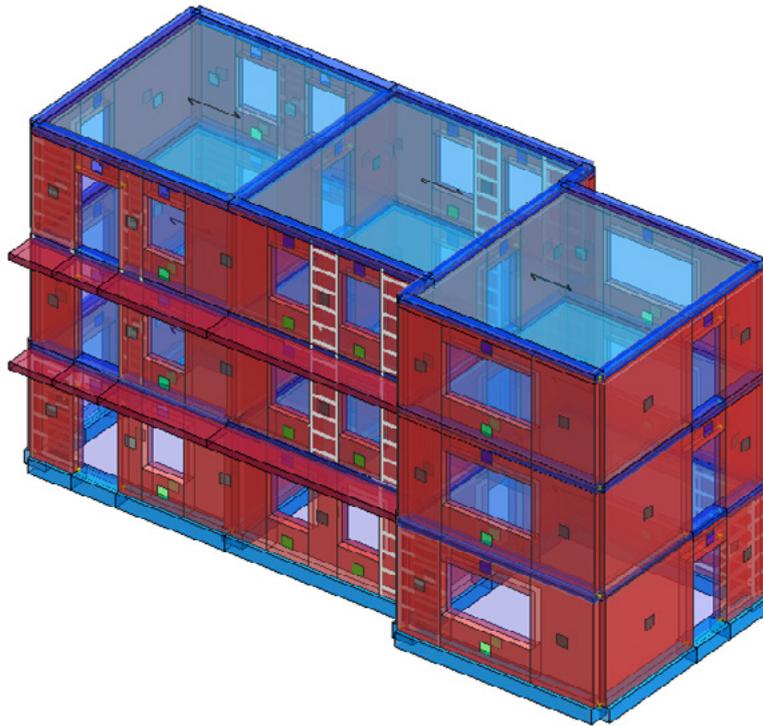


Figura 5.21 *Modello strutturale rinforzato*

I rinforzi FRP migliorano la condizione del fabbricato e in questo caso, il livello di sicurezza minimo è pari a 0.6.

La valutazione della classe del fabbricato ante e post operam

Questa operazione può essere condotta tramite il modulo SismoCheck di IperSpace BIM che effettua la valutazione della classe di rischio sismico con il metodo convenzionale. Nel Passo 1 si inseriscono le destinazioni dei file .spc della struttura originale e della struttura rinforzata. Nel Passo 2 si inseriscono i calcoli utilizzati per il sisma ridotto e quello utilizzato per il sisma intero (Verifica). Si noti come la classe del fabbricato ante operam sia la minore tra la Classe PAM e la Classe ISV quindi sia la F.

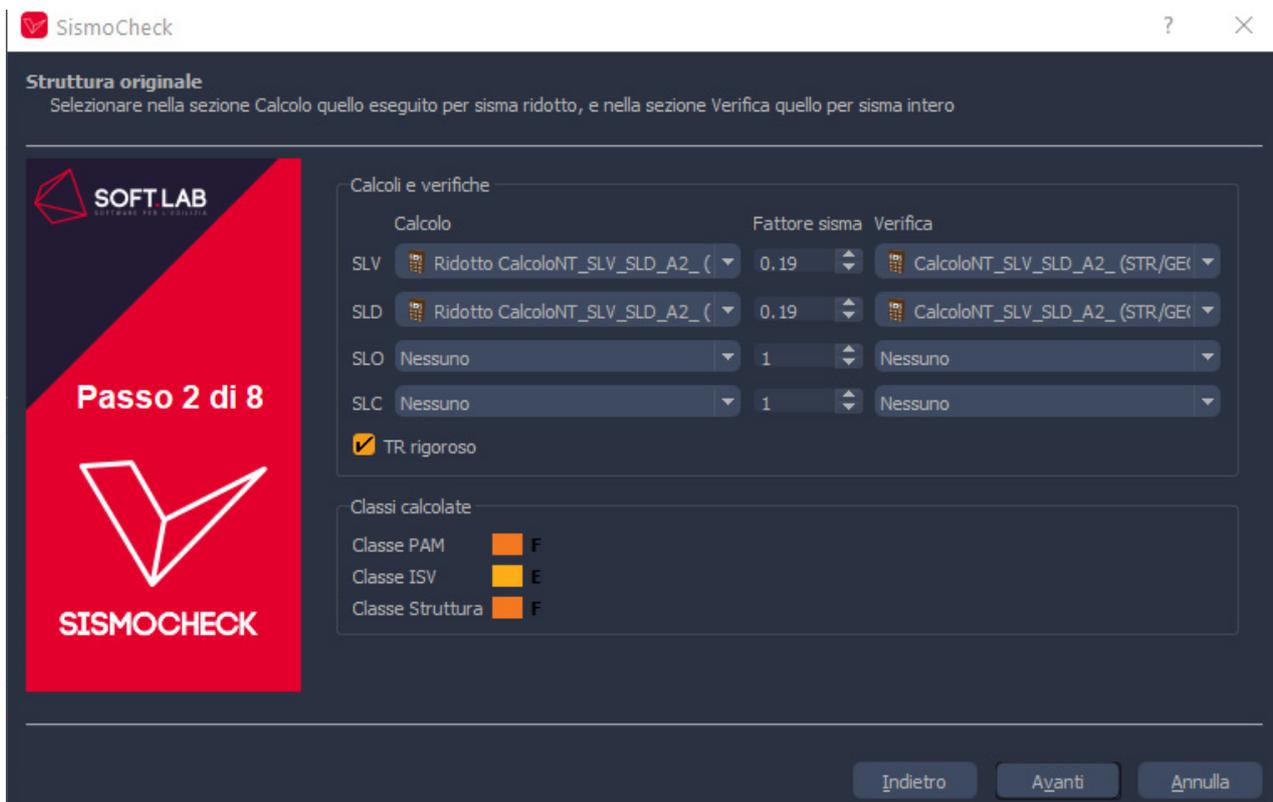


Figura 5.22 Definizione dei calcoli della struttura ante operam

Nel **Passo 3** si individuano gli elementi da verificare filtrati in funzione del coefficiente di sicurezza minimo.

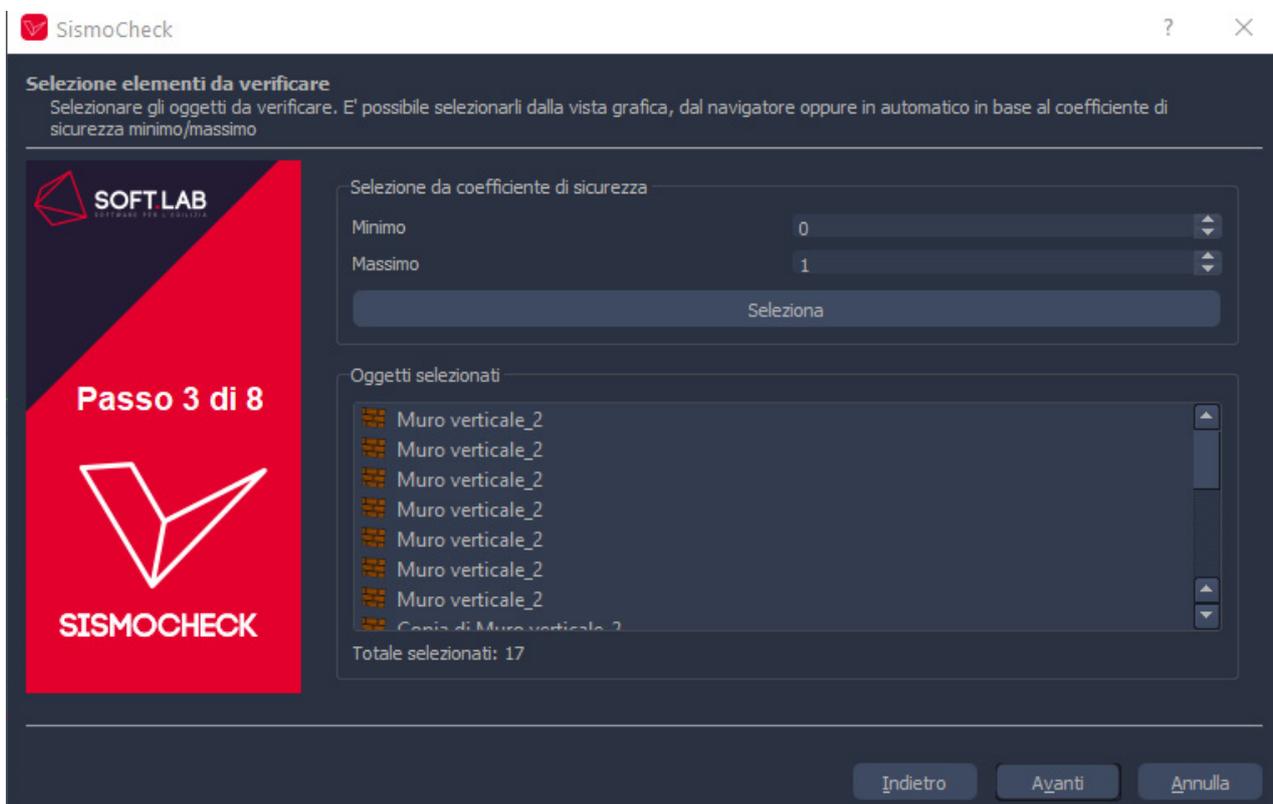


Figura 5.23 Selezione degli elementi da verificare

Il **Passo 4** è analogo a quello effettuato per la struttura ante operam; in questo caso occorre considerare la struttura rinforzata.

Nel **Passo 5** si noti l'incremento apportato dai rinforzi FRP al fabbricato e il passaggio di classe avvenuto. Si è passati dalla classe F della struttura originale alla classe C della struttura rinforzata.

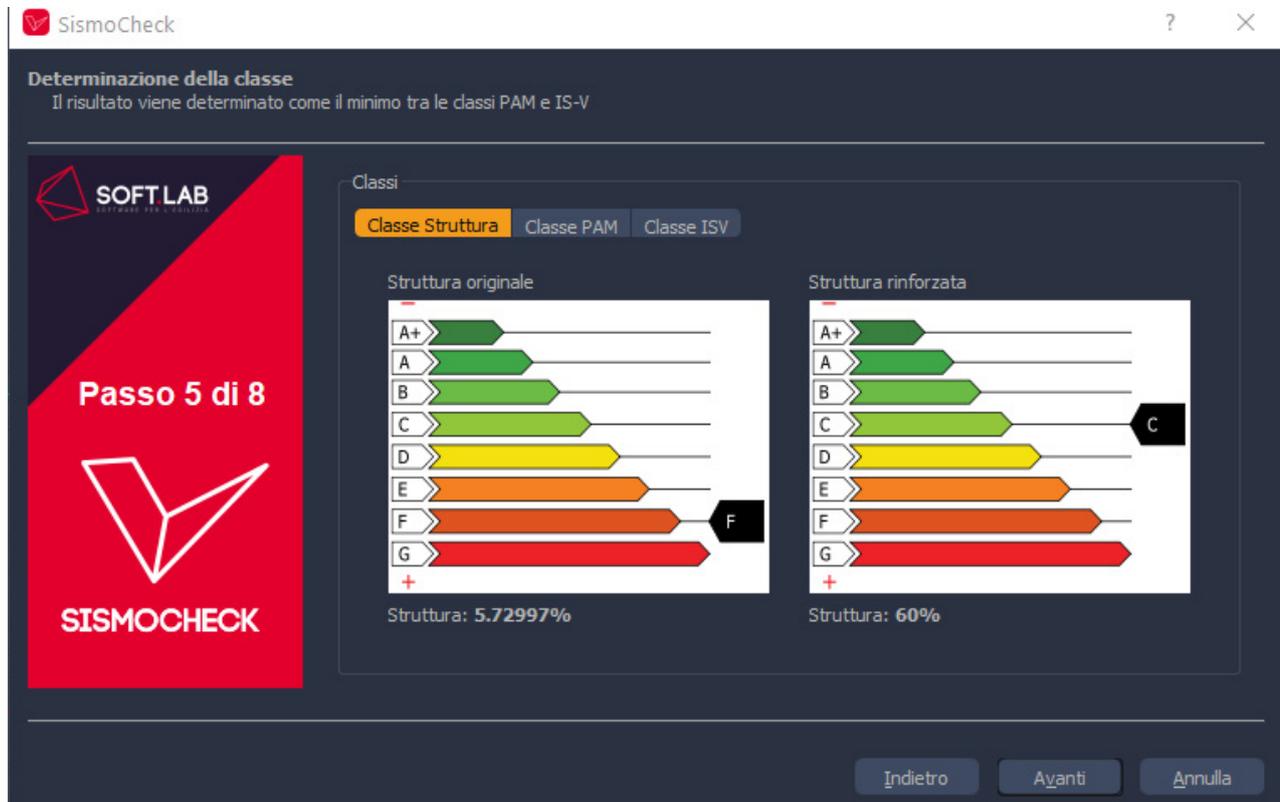


Figura 5.24 Confronto delle classi tra la struttura originale e rinforzata

Nei **passi 6-7-8** si inseriscono le anagrafiche che poter generare l'asseverazione e la relazione.

In definitiva come effetto della mitigazione del rischio conseguito mediante l'intervento progettato e a seguito degli interventi sopra riportati, il passaggio di numero di classi è pari a 3 (numero massimo da normativa pari a 2)

CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA COSTRUZIONE

Asseverazione ai sensi dell'art. 3 del D.M. n° 58 del 28 Febbraio 2017 e s.m.i.

DATI IDENTIFICATIVI DELLA COSTRUZIONE

Comune: **Roma** provincia di **RM**

Indirizzo:

Dati Catastali:

FOGLIO	PARTICELLA	SUBALTERNI	
		da	a
1	1	1	1

Coordinate geografiche di 2 spigoli opposti della costruzione (WGS84 – gradi decimali – fuso 32-33)			
Spigolo	Latitudine	Longitudine	Fuso
1	0	0	1
2	0	0	1

Il sottoscritto _____, nato a _____ provincia di _____, il _____, residente a _____, provincia di _____, in _____ C.F. _____, iscritto all'ordine _____ della Prov. di _____, n. iscriz. _____, consapevole delle responsabilità penali e disciplinari in caso di mendace dichiarazione,

PREMESSO

- che è in possesso dei requisiti richiesti dall'art. 3 del Decreto Ministeriale n. 58 del 28/02/2017 e s.m.i.;
- che opera nella qualità di tecnico incaricato di effettuare il "Progetto per la riduzione del Rischio sismico della costruzione sopra indicata e la relativa Classificazione del Rischio sismico conseguente l'intervento progettato";

ASSEVERA

LA SEGUENTE DICHIARAZIONE

Dalle analisi della costruzione emerge quanto segue:

STATO DI FATTO (prima dell'intervento)

- Linea Guida utilizzata: D.M. n. 58 del 28/02/2017 e s.m.i.
- Classe di rischio della costruzione pre intervento: **F**

Figura 5.25 Relazione finale con asseverazione

6. ALLEGATI

TIPOLOGIA STRUTTURALE INERTI / MAGLIA MURARIA	PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE		CLASSE MEDIA DI VULNE- RABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE PER LA VULNERABILITÀ LOCALE/GLOBALE	PAS-SAGGIO DI CLASSE
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 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 ₆			
	mattoni di terra cruda (adobe)	<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 Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidità nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₆			
	pietra sbazzata	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di legno o di legno caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio 	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 ammorinati tra loro Orizzontamenti male ammorinati alle pareti Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni 	da V ₅ a V ₆
	mattoni o pietra lavorata	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidità e/o resistenza nel proprio piano medio 	V ₅	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
	pietra massiccia per costruzioni monumentali	<ul style="list-style-type: none"> Funzionamento scatoiare della costruzione Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidità nel proprio piano medio ben collegati alla muratura 	V ₄	Ribaltamento delle pareti	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado e/o danneggiamento Pannelli murari male ammorinati tra loro Orizzontamenti male ammorinati alle pareti Pannelli murari a doppio strato con camera d'aria Assenza totale o parziale di corcòli 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
	mattoni + solai d'elevata rigidità nel proprio piano medio	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidità nel proprio piano medio 	V ₄	Meccanismi parziali o di piano	<ul style="list-style-type: none"> Scarsa qualità costruttiva Elevato degrado o danneggiamento Pannelli murari male ammorinati tra loro Orizzontamenti male ammorinati alle pareti Pannelli murari a doppio strato con camera d'aria Assenza totale o parziale di corcòli 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 della muratura, 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 ₃	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 ₃ a V ₄

Tabella 4 – Costruzioni in muratura: classi medie di vulnerabilità globale e passaggi di classe

TIPOLOGIA STRUTTURALE	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE		FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI 'VULNERABILITÀ'
	INERTI/MAGLIA MURARIA			
MURATURA	pietra grezza	Non applicabili (non sono rispettate le condizioni del §3.2)		V ₆
	mattoni di terra cruda (adobe)			
	pietra sbazzata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <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 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"⁽⁹⁾. • 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	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <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 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"⁽⁹⁾. • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali
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 d'insieme regolare e "scatolare"⁽⁹⁾. • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃	
		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"⁽⁹⁾. • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₆ a V ₅

Tabella 6 – segue ...

TIPOLOGIA STRUTTURALE		INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITA'
INERTI/MAGLIA MURARIA				
mattoni o pietra lavorata		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' 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"⁽⁹⁾ e "scatolare"⁽⁹⁾ Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₅ a V ₄
mattoni + solai di elevata rigidezza nel proprio piano		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte a vuoto Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Stabilizzazione del paramento interno dei pannelli murari con camera d'aria 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 "regolare"⁽⁹⁾ e "scatolare"⁽⁹⁾ Garantire un'adeguata ridistribuzione dell'azione orizzontale tra i pannelli murari Posticipare i meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₅ a V ₄
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' 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.⁽⁹⁾ Minimizzare il danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃
rinforzata e/o confinata		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) 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 regolare della struttura.⁽⁹⁾ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₄ a V ₃
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' 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.⁽⁹⁾ Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₃ a V ₂

... segue **Tabella 6** – Approccio semplificato per gli interventi sulle costruzioni di muratura - Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe

⁽⁹⁾ Per comportamento "scatolare" si intende quello conseguito mediante il collegamento tra gli elementi murari, e tra questi e gli elementi orizzontali, che elimina o per quanto possibile limita i meccanismi locali fuori dal piano (per lo più ribaltamenti) degli elementi murari. Per comportamento "regolare" si intende quello che mobilita per quanto possibile contemporaneamente le resistenze nel piano degli elementi murari principali.

Dalle analisi della costruzione emerge quanto segue:

STATO DI FATTO (ante operam):

- Classe di Rischio della costruzione⁽³⁾ A+ A B C D E F G
- Valore dell' indice di sicurezza strutturale (IS-V)⁽⁴⁾ : _____ %
- Valore della Perdita Annua Media (PAM)⁽⁴⁾ : _____ %
- Linea Guida, utilizzata come base di riferimento per le valutazioni, approvata con D.M. n. ___ del ___/___/20___; successivi aggiornamenti del ___/___/20___;
- classe di rischio attribuita utilizzando il metodo: convenzionale semplificato
- si allega la relazione illustrativa dell'attività conoscitiva svolta e dei risultati raggiunti;

STATO CONSEGUENTE L'INTERVENTO (post operam)^{(5) (6)}

- Classe di Rischio della costruzione⁽³⁾: A+ A B C D E F G
- Valore dell' indice di sicurezza strutturale (IS-V)⁽⁴⁾ : _____ %
- Valore della Perdita Annua Media (PAM)⁽⁴⁾ : _____ %
- Linea Guida, utilizzata come base di riferimento per le valutazioni, approvata con D.M. n. ___ del ___/___/20___; successivi aggiornamenti del ___/___/20___;
- classe di rischio attribuita utilizzando il metodo: convenzionale semplificato
- estremi del Deposito/Autorizzazione al Genio Civile, ai sensi delle autorizzazioni in zona sismica, n. _____ del ___/___/20___;
- si allega la relazione illustrativa dell'attività conoscitiva svolta e dei risultati raggiunti, inerenti la valutazione relativa alla situazione post- intervento.

EFFETTO DELLA MITIGAZIONE DEL RISCHIO CONSEGUITO MEDIANTE L'INTERVENTO PROGETTATO^{(5) (6)}

Gli interventi strutturali progettati consentono una riduzione del Rischio Sismico della costruzione ed il passaggio di un numero di Classi di Rischio, rispetto alla situazione ante operam, pari a: n. 1 classe n. 2 o più classi

Data

Timbro e firma

⁽³⁾ Alla lettera che identifica la Classe di Rischio aggiungere il simbolo (*) se attribuita con il metodo semplificato.

⁽⁴⁾ Da omettere per attribuzioni effettuate con il metodo semplificato.

⁽⁵⁾ Sezione da compilare quando si attribuisce la Classe di Rischio in conseguenza della redazione di un progetto di intervento strutturale.

⁽⁶⁾ Intervento che può consistere anche nella demolizione e ricostruzione, rientrante nella "ristrutturazione edilizia", come definita all'art. 3 co. 1, lett. d del D.P.R. 380/2001.

SISMABONUS AL 110 % - GUIDA ESSENZIALE

A cura di: ing. Domenico Longo e ing. Carlo De Nicolais

Impaginazione e grafica: Luca Trentin

Bibliografia:

D.M. 14 gennaio 2008, *Nuove Norme tecniche per le costruzioni, NTC 2008*, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

D.M. 17 gennaio 2018, *Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, NTC 2018*, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

D.M. n. 58 del 28 febbraio 2017, *Sisma Bonus - Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni nonché le modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli interventi effettuati*, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

D.M. n.65 del 7 marzo 2017, *Sisma Bonus - Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni e i relativi allegati. Modifiche all'articolo 3 del Decreto Ministeriale numero 58 del 28/02/2017*, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

D.M. n.205 del 27 dicembre 2017, *Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2018 e bilancio pluriennale per il triennio 2018-2020*, Presidente della Repubblica

D.M. n.24 del 9 gennaio 2020, *Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni nonché le modalità per l'attestazione, da parte di professionisti abilitati, dell'efficacia degli interventi effettuati. Modifiche al DM 58 del 28/02/2017*, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

D.M. n.34 del 19 maggio 2020, *Decreto-legge recante misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali, connesse all'emergenza epidemiologica da Covid-19*, Presidenza del Consiglio dei Ministri

G.Maddaloni, *Confronto NTC 2008 e NTC 2018*, Premium Day Soft.Lab, Benevento, 2018

*Copyright 2020. Soft.Lab srl.
Proprietà letteraria riservata.*