

RELAZIONE TECNICA INERENTE INTERVENTO DI SOPRAELEVAZIONE REALIZZATA TRAMITE SISTEMA COSTRUTTIVO W4GW SU EDIFICIO ESISTENTE IN MURATURA

PREMESSE

L'intervento qui descritto è consistito nella sopraelevazione di un edificio tramite modifica e sopralzo della copertura esistente.

Si tratta pertanto di opere di carattere strutturale che vanno indagate nel rispetto della attuale normativa tecnica che classifica gli interventi su costruzioni esistenti in tre famiglie principali:

- a) Interventi di Adeguamento (impone l'adeguamento dell'intero edificio alle sollecitazioni sismiche previste);
- b) Interventi di Miglioramento (impone una dimostrazione che l'intero edificio migliori il suo comportamento nei confronti delle azioni sismiche senza necessariamente raggiungere le prestazioni previste dalla normativa);
- c) Interventi di Riparazione o intervento Locale.

L'opera ai fini normativi ed esecutivi ricadrebbe per bontà dei risultati raggiunti (come si vedrà più avanti nella presente) tra gli interventi espressi alla lettera b).

L'intento della committenza (che attualmente abita al piano terra) di contenere sia i costi che i disagi, ha portato a studiare una soluzione che soddisfi entrambe le esigenze.

Ciò premesso si è proceduto, in prima analisi, a verificare se con opere strutturali di tipo tradizionale (muratura portante di laterizio semipieno, analoghe alle murature esistenti) si potesse ricadere nel tipo di opere meno gravose.

Dalle analisi effettuate, l'intervento di sopralzo mediante utilizzo di muratura portante in laterizio porizzato semipieno (tipicamente Poroton P800 o analogo) dello spessore di 30 cm si evidenzia che non è possibile ricadere negli interventi di miglioramento (di cui al punto b) anzidetto) in quanto la somma dei carichi totali in fondazione della situazione post operam è maggiore del 10% rispetto gli stessi nella situazione ante operam (ante operam \approx 533 Ton – post operam \approx 606 Ton) che porta ad un aumento dei carichi globali in fondazione del 12,64%.

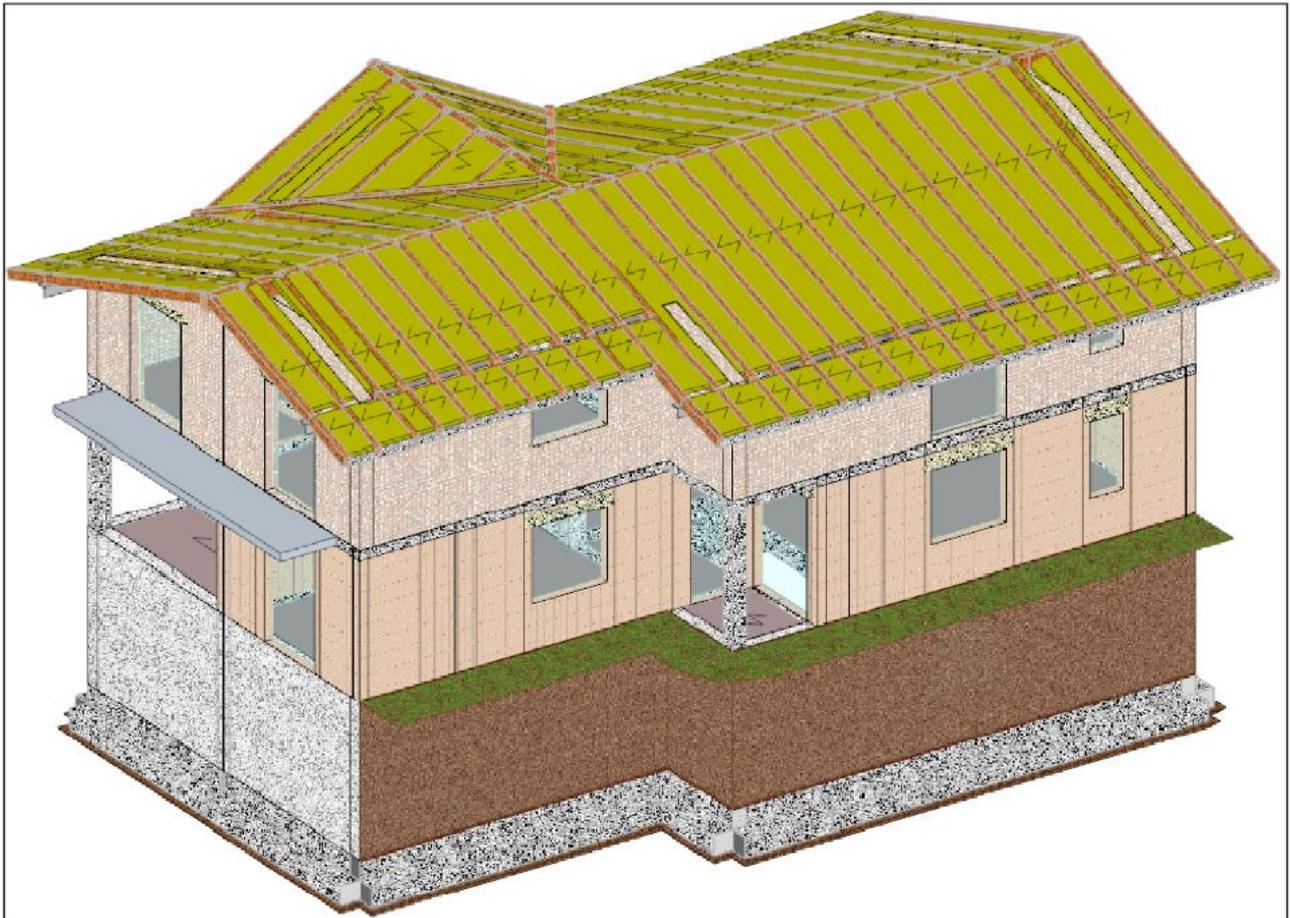


fig. 1 – progetto con utilizzo di muratura portante di laterizio

In tal caso la normativa tecnica prescrive l'adeguamento sismico dell'intera struttura alle sollecitazioni orizzontali dovute al sisma prevedibili dalla normativa.

Ciò, nel caso specifico, avrebbe imposto opere di rinforzo strutturali ad alcuni maschi murari del piano terra che dalla relativa analisi agli elementi finiti sono risultati non idonei nei confronti dell'azione sismica di progetto, con i conseguenti maggiori costi ed i disagi.

Senza mettere in conto che dai risultati dell'analisi condotta con questa configurazione, alcuni maschi murari del piano primo (vista l'impossibilità di realizzare muri di spina necessari a garantire un comportamento scatolare delle murature) non risultano adeguati alle sollecitazioni sismiche di progetto.

Si procede pertanto sulla strada della diminuzione dei carichi globali in fondazioni prevedibili nella situazione di progetto con l'obiettivo di contenere l'incremento entro il 10% del carico globale esistente, limite che impone la normativa per rientrare nell'intervento di miglioramento (caso b)). A tale scopo si è considerato l'utilizzo del sistema W4GW quale alternativa all'utilizzo della muratura tradizionale in mattoni portanti.



fig. 2 - schema esemplificativo sistema W4GW

Il minor peso per ogni mq di superficie è ottenuto mediante prefabbricazione in officina di pannelli modulari di EPS (Polistirolo Espanso Sinterizzato) preformati ed adattati per ospitare, in opera, elementi in carpenteria metallica (che costituiscono la parte portante nei confronti dei carichi statici e sismici) oltre ad elementi in calcestruzzo armato adatti essenzialmente al controllo dei soli carichi verticali.

In dettaglio, l'incremento dei carichi ha questa entità: ante operam \approx 533 Ton – post operam \approx 589 Ton, che porta ad un aumento dei carichi globali in fondazione del 9,49%.

RELAZIONE DESCRITTIVA

Il fabbricato in progetto si articola su 3 piani di cui 1 seminterrato e 2 fuori terra.

Le dimensioni massime in pianta sono pari a m 16.50x10.60 circa per un'altezza totale pari a m 10.00 circa.

E' ubicato in Comune di Gattico (NO) in via Pian dell'Erba n. 8, ad una altitudine di circa 345 m s.l.m., in Zona sismica 4, coi seguenti parametri di pericolosità sismica.

Parametri di pericolosità sismica

Stato Limite	a_g/g	F_0	T^*_c	C_c	T_B	T_c	T_D	S_s
	[g]		[s]		[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	0.0147	2.578	0.160	1.92	0.103	0.308	1.659	1.50
SLD	0.0184	2.548	0.170	1.88	0.107	0.320	1.673	1.50
SLV	0.0384	2.659	0.280	1.60	0.149	0.447	1.753	1.50
SLC	0.0461	2.717	0.310	1.55	0.160	0.479	1.784	1.50

Legenda:

- ag/g* *Coefficiente di accelerazione al suolo.*
- SS* *Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.*
- CC* *Coefficienti di Amplificazione di Tc allo SLO/SLD/SLV/SLC.*
- F0* *Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.*
- T*C* *Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.*
- TB* *Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.*
- TC* *Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.*
- TD* *Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.*

Descrizione delle strutture portanti edificio esistente:

Il fabbricato risulta utilizzato per abitazione e presenta sistema costruttivo in muratura portante ai sensi del par 4.5 delle NT ed è caratterizzato da:

- fondazioni: in cemento armato
- strutture verticali: murature in c.a. ed in muratura portante di laterizio
- orizzontamenti: latero-cemento
- copertura: orditura in legno

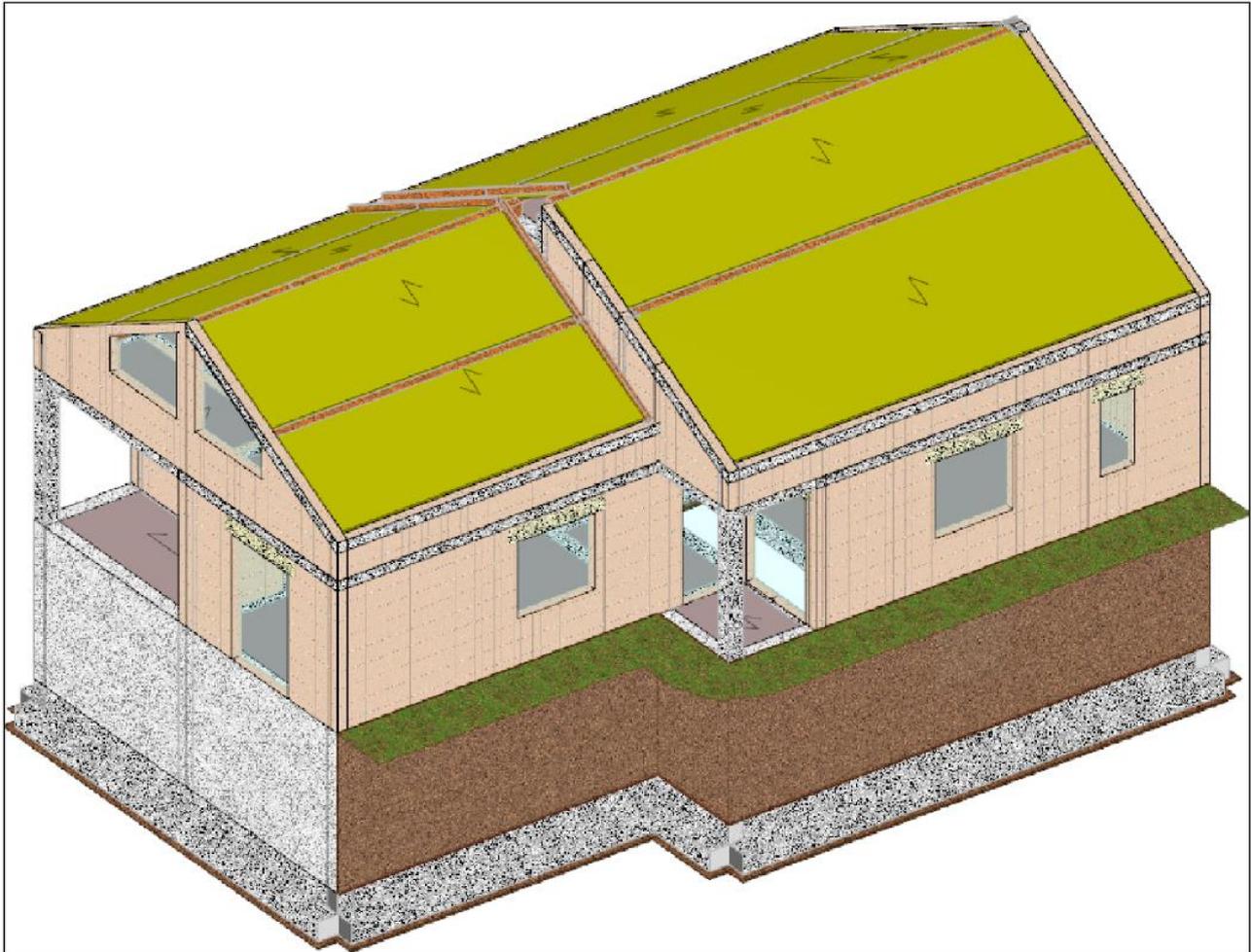


fig. 3 - esistente

Descrizione delle strutture portanti edificio in progetto:

Il fabbricato avrà destinazione di: abitazione e presenta sistema costruttivo: relativamente al piano sottotetto si prevede la sostituzione delle strutture in elevazione e del tetto.

Le pareti saranno realizzate mediante montanti in acciaio controventati sormontati da travi in c.a.. Il tetto sarà realizzato con orditura portante in legno lamellare e copertura in tegole di laterizio ai sensi del par 4.1 4.2 - 4.4 4.5 delle NT ed è caratterizzato da:

Fondazioni: in cemento armato

Strutture verticali: murature in c.a., in muratura portante di laterizio ed in acciaio

Orizzontamenti: solaio in latero cemento

Copertura: orditura portante in legno lamellare

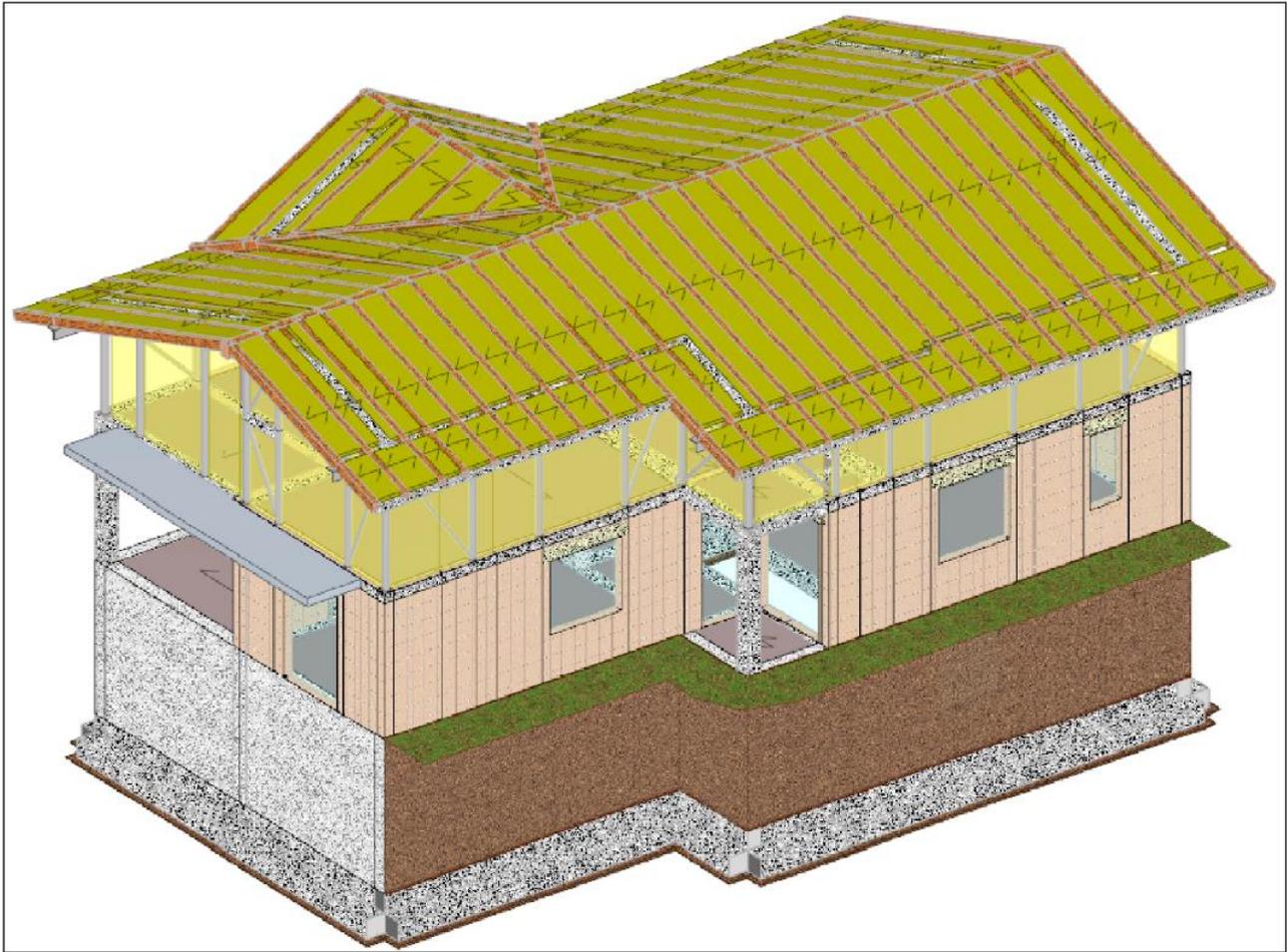


fig. 4 - progetto con utilizzo del sistema W4GW

Coordinate del sito [ED50]: longitudine 8.5242778° e latitudine 45.7313303°

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14/01/2008 - Norme tecniche per le costruzioni.

Tipo di intervento: intervento su edificio esistente ai sensi del par. 8 delle NT;

Tipo di costruzione: opere ordinarie ; Vita nominale 50 anni ai sensi del par. 2.4.1 delle NT e classe d'uso II ai sensi del par. 2.4.2 delle NT;

Coefficiente d'uso C_u : 1,0;

Periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_r = V_n \times$

$C_u = 50 \times 1 = 50$ anni

Dal punto di vista dell'analisi sismica preso atto che:

- il numero di piani resta immutato;
- non sono previste opere di ampliamento strutturalmente connesse all'edificio;
- è prevista una variazione della destinazione d'uso di una porzione dell'edificio (da sottotetto non abitabile a residenziale) che comporta un aumento dei carichi globali in fondazione (ante operam 533 Ton - post operam \approx 589 Ton) del 9,49%;
- le opere strutturali non modificano sostanzialmente l'organismo edilizio originario

non ricorrono le condizioni specificate al par. 8.4.1. delle NTC2008 per cui si procede con le verifiche di miglioramento come specificato al par. 8.4.2. delle NTC2008, analizzando la struttura nel suo complesso e confrontando la situazione post operam con la situazione ante operam con verifica degli

elementi di nuova costruzione (strutture di elevazione in acciaio e in cemento armato e copertura in legno lamellare).

Si precisa inoltre che, non essendo presenti dissesti di qualsiasi natura attribuibili a cedimenti delle fondazioni; che le opere in progetto non comportano sostanziale alterazione dello schema strutturale del fabbricato e che gli interventi stessi non comportano significativo aumento delle sollecitazioni trasmesse al suolo, non si prenderanno in considerazione opere riguardanti le fondazioni in quanto sono soddisfatte le condizioni previste al capitolo C8A.5.11 punti x), y) e z) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617.

E' stata modellata l'intera struttura per meglio rappresentare le sollecitazioni dovute al sisma ed è stata condotta la verifica per gli elementi di nuova costruzione, nel loro effettivo schema strutturale spaziale.

E' stata effettuata una analisi dinamica lineare solo orizzontale ai sensi del D.M. 14/01/2008, considerando 60 modi di vibrazione.

La stima del fattore di struttura $q = q_0 K_R$ [NTC08 - 7.3.1] tiene conto delle caratteristiche della struttura che elenco:

Tipologia della struttura: più di un piano

Modo applicazione Eccentricità Accidentale: per strutture generiche con coppie

Regolare in pianta: NO

Regolare in altezza: NO

- struttura in muratura ordinaria --> $q_0 = 2.0 \times a_u/a_1$ [NTC08 - 7.8.1.3]

- muratura ordinaria a due o più piani --> $a_u/a_1 = 1.8$ [NTC08 - 7.3.1 - 7.8.1.3]

- struttura non regolare in pianta --> $a_u/a_1 = \frac{1}{2}(1+1.8)=1.4$ [NTC08 - 7.3.1]

- struttura non regolare in altezza --> $K_R = 0.8$ [NTC08 - 7.3.1]

ne deriva che il fattore di struttura $q = 2.0 \times 1.4 \times 0.8 = 2.24$

La percentuale totale delle masse eccitate dal sisma, in direzione x e y, come previsto dalla normativa, risulta maggiore dell'85%:

Ante operam

Percentuale totale di Masse Eccitate dal sisma in X: 86,5%

Percentuale totale di Masse Eccitate dal sisma in Y: 97,4%

Post operam

Percentuale totale di Masse Eccitate dal sisma in X: 87,9%

Percentuale totale di Masse Eccitate dal sisma in Y: 98,4%

CONCLUSIONI

Trattandosi di intervento di miglioramento la normativa prescrive di determinare quali siano le accelerazioni al suolo dovute al sisma (PGA - Peak Ground Acceleration) che mandano in crisi la struttura nella situazione ante-operam (rispetto i diversi tipi di rottura prevedibili per le strutture sismoresistenti considerate) da confrontare con le stesse nella configurazione della struttura post operam, dimostrando che queste aumentino.

Le strutture sismoresistenti considerate sono le murature portanti in laterizio, pertanto i meccanismi di rottura da controllare sono i seguenti:

- 1) *Spostamento interpiano*
- 2) *Deformazione ultima maschio*
- 3) *Pressoflessione fuori-piano del maschio*
- 4) *Pressoflessione nel piano del maschio*
- 5) *Taglio nel piano del maschio*

Confronto stato di fatto - stato di progetto in termini di capacità

Tabella di confronto dati di FATTO - dati di PROGETTO in termini di capacità

SL	Tipo di rottura	Materiale		PGA _c		T _{RC}	
		FATTO	PROGETTO	FATTO	PROGETTO	FATTO	PROGETTO
				[Ag/g]	[Ag/g]	[anni]	[anni]
SLD	1) Spostamento Interpiano (SLD)	-	-	0.298	0.301	>2475	>2475
SLV	2) Deformazione Ultima Maschio	MU	MU	0.271	0.278	>2475	>2475
SLV	3) Pressoflessione Fuoripiano del Maschio	MU	MU	0.022	0.058	32	495
SLV	4) Pressoflessione nel Piano del Maschio	MU	MU	0.014	0.022	20	32
SLV	5) Taglio nel Piano del Maschio	MU	MU	0.115	0.115	>2475	>2475

Legenda:

SL - Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività - [SLC] = stato limite di collasso.

Tipo di rottura - Tipo di rottura per differenti elementi o meccanismi

Materiale - Tipologia di materiale per il tipo di rottura considerato: [-] = Parametro non significativo per il tipo di rottura

PGAC - Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di accelerazione al suolo per lo stato di Fatto e di Progetto

TRC - Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di periodo di ritorno per lo stato di Fatto e di Progetto

Dal prospetto di confronto riportato si evidenzia quanto segue.

Il risultato delle elaborazioni evidenzia un aumento della accelerazione al suolo dovuta al sisma necessaria a mandare in crisi i tipi di rottura nella situazione di progetto rispetto la situazione

esistente, pertanto un miglioramento della struttura nel suo complesso nei confronti dell'azione sismica.

Si noti che i meccanismi di rottura 1), 2) e 5), già nella situazione esistente, vanno in crisi per accelerazioni superiori a quelle prevedibili nel sito di intervento. Ciò significa che sono comunque adeguate a sopperire alle sollecitazioni di legge dovute al sisma.

I meccanismi 3) e 4) della configurazione di progetto rimangono vulnerabili alle accelerazioni indotte dal sisma di legge ma pur sempre migliorati rispetto la configurazione esistente.

Questi ultimi riguardano alcuni maschi murari del piano terra che nell'ipotesi di intervento di adeguamento avrebbero dovuto resistere al sisma previsto mediante opere di rinforzo strutturale (tipicamente doppia camicia in calcestruzzo armato).

Domodossola, 28.04.2015

Arch. Ciro Ioppolo