



COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15



VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO "PALAZZO COMUNALE"

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato		VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA				
VVS.R1		Relazione illustrativa e di calcolo				
		File: VVS.R1_e01	Layout: VVS.R1			
ed.	data	motivo	redatto	verificato	approvato	autorizzato
01	18/12/2019	Emissione e Consegna	LuR	LuR	LeB	PM
02						
03						
STUDIO MARCUCCI E ASSOCIATI ing. Paolo Marcucci - arch. Gianluca Sforna - ing. Maurizio Spigarelli - ing. Luigi Rossi - ing. Learco Boccali via S.Apollinare 4 - 06081 ASSISI (PG) - 075/812945 - fax. 075/813757 - e-mail: posta@marcucciassociati.it						
Questo documento è di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale. La proprietà tutelerà i suoi diritti in termini di legge.						

ANALISI DELLA VULNERABILITA' SISMICA
VERIFICA SISMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E DEI CALCOLI

INDICE

1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
2	CONOSCENZA DEL MANUFATTO	3
2.1	Rilievo architettonico	3
2.2	Analisi storico critica	3
2.3	Indagini e Rilievo materico costruttivo	4
2.4	Terreno e fondazioni	5
2.5	Caratterizzazione meccanica delle murature esistenti	5
3	LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA	7
4	CRITERI DI ANALISI E VERIFICA	9
4.1	Descrizione delle strutture	9
4.2	Software utilizzati	10
4.3	Modelli di calcolo, analisi e verifiche condotte	11
5	AZIONI DI PROGETTO	18
5.1	Azione della neve	18
5.2	Azione del vento	18
5.3	Azione sismica	23
5.4	Analisi dei carichi – Stato Attuale	24
5.5	Combinazione delle azioni	32
6	STATO ATTUALE – VERIFICHE STATICHE E SISMICHE	34
6.1	Verifiche del fabbricato in condizioni statiche allo SLU	34
6.2	Verifiche del fabbricato in condizioni sismiche allo SLD ed SLV – analisi pushover	36
6.3	Verifiche del fabbricato in condizioni sismiche allo SLO – analisi lineare	46
6.4	Verifiche del fabbricato in condizioni sismiche – Analisi dei cinematismi di collasso	46
6.5	Verifica del carico limite ultimo e di scorrimento delle fondazioni	57
6.6	Indici di sicurezza relativi allo stato attuale	68

AII. a Stato attuale - Tabulato di calcolo PCM

1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di progettazione e calcolo è la seguente:

- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M del Ministero delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018. "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sul supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20 febbraio 2018
- Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n° 7 del 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 35 dell' 11 febbraio 2019 – Supplemento ordinario n.5.
- EUROCODICE n° 2 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo" - UNI EN 1992-1-1
- EUROCODICE n° 3 "Progettazione delle strutture in acciaio" – UNI EN 1993-1-1, EN 1993-1-8.
- EUROCODICE n° 4 "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – UNI-ENV 1991, UNI-ENV 1994.
- EUROCODICE n° 8 "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica" - UNI EN 1998-1
- Linee guida sul cls strutturale del Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
- Norma UNI EN 206-1:2006 "Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- Norma UNI 11104:2004 "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".
- "Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008", pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n.47 del 26/02/2011 - suppl. ord. n.54.
- "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle strutture in legno" – CNR-DT 206/2018.

2 CONOSCENZA DEL MANUFATTO

2.1 Rilievo architettonico

In base a quanto previsto dal DPP, obiettivo del rilievo architettonico è la conoscenza della *geometria strutturale* della Palazzo Comunale di Montone, riferita sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con gli eventuali edifici in aderenza.

Il "*rilievo architettonico*" costituisce, quindi, sia la base di partenza per completare la fase conoscitiva, attraverso il rilievo del degrado e lo stato di conservazione, sia la base delle scelte e delle attività progettuali.

Il rilievo geometrico completo dell'edificio è stato effettuato mediante le seguenti operazioni:

- sopralluogo per la verifica della rispondenza geometrica delle planimetrie, fornite dalla Stazione Appaltante, con l'effettivo stato dei luoghi;
- rilievo di verifica dello spessore delle murature e delle dimensioni e posizioni delle aperture;
- verifica delle quote altimetriche e, ove possibile, dello spessore e tipologia degli orizzontamenti.

Il sopralluogo effettuato ha consentito inoltre di accertare, limitatamente a quanto verificabile a vista, alcuni dettagli costruttivi, in particolare:

- tipologia, orditura e spessori di alcuni orizzontamenti,
- tipologia e qualità della tessitura muraria dei paramenti non intonacati;
- forma, tipologia e dimensione degli elementi lapidei;
- natura delle malte e loro stato di conservazione;
- rilievo del quadro fessurativo, utile per l'individuazione delle cause e delle possibili evoluzioni, delle problematiche strutturali dell'organismo.

Con la scorta delle informazioni acquisite è stato possibile verificare la buona rispondenza geometrica degli elaborati forniti dalla Stazione Appaltante, operare i necessari aggiustamenti e graficizzare ulteriori sezioni e planimetrie utili per una esaustiva comprensione della geometria del corpo di fabbrica.

2.2 Analisi storico critica

Al fine di comprendere le vicende costruttive, i dissesti, i fenomeni di degrado e le trasformazioni operate dall'uomo che hanno prodotto cambiamenti all'assetto stato originario, è stata effettuata una ricerca all'archivio della Regione dell'Umbria per reperire elaborati e documenti relativi ad interventi realizzati nel corso degli anni.

E' stato possibile acquisire alcuni elaborati relativi alla documentazione progettuale dell'ultimo intervento eseguito, così individuato:

*Comune di Montone - Progetto per i lavori di ristrutturazione e sistemazione della Sede Comunale
Consegnato alla Regione dell'Umbria al prot. n. 9171 del 26/05/1980 - Posizione n. 8236
Progettista geom. Franco de Angelis*

Copia dei suddetti elaborati sono riportati nell'elaborato SF.01

Dai suddetti elaborati sono state desunte alcune informazioni, in particolare

- forma originaria del fabbricato e modifiche introdotte;
- tecniche, regole e particolari costruttivi;
- verifiche di calcolo.

2.3 Indagini e Rilievo materico costruttivo

Le indagini per il rilievo materico-costruttivo sono state cruciali per definire il percorso di conoscenza poiché hanno permesso di individuare completamente l'organismo resistente della struttura, utilizzando come parametri di giudizio anche la qualità e lo stato di conservazione dei materiali.

Sono state acquisite informazioni anche non direttamente rilevabili a vista mediante indagini non distruttive (termografie) o ispezioni dirette debolmente distruttive (videoendoscopie, piccoli saggi, microcarotaggi) al fine di acquisire informazioni su tipologia, orditura e spessore di alcuni orizzontamenti, presenza di caldane estradossali in c.a. o di cordoli perimetrali, livello di approfondimento delle fondazioni. Nella tabella che segue sono riportate le tipologie e la quantità di indagini eseguite.

INDAGINI STRUTTURALI sui DETTAGLI COSTRUTTIVI e sui MATERIALI			
Tipologia	Rif.	Descrizione del tipo di indagine	n. prove
FONDAZIONI	M	MICROCAROTAGGIO IN FONDAZIONE con video endoscopia	2
MURATURE	S	ESAME VISIVO MURATURE con SCOPRITURA DI INTONACO	6
	P	PROVA PENETROMETRICA SULLE MALTE	6
	Vm	INDAGINE VIDEO ENDOSCOPICA sulle murature	8
	MP	PROVA CON MARTINETTI PIATTI DOPPI	3
SOLAI	T	INDAGINE TERMOGRAFICA	9
	Vs	INDAGINE VIDEO ENDOSCOPICA sui solai (stratigrafia/spessore)	4
	Vc	INDAGINE VIDEO ENDOSCOPICA per verifica esistenza cordoli in c.a.	6
	A	INDAGINE VISIVA DELLE ARMATURE DEI SOLAI mediante rimozione intonaco, laterizio e copriferro	3

La posizione e l'esito delle indagini e dei saggi, eseguiti nei giorni 13 e 14 dicembre 2019, è riportata negli elaborati specifici, I.02 e I.03.

Speciale attenzione è stata riservata alla valutazione della **qualità muraria**, tenendo conto del modo di costruire tipico del territorio, dell'evoluzione storica, ed individuando le caratteristiche geometriche e materiche, oltre alle modalità di assemblaggio.

Le murarie rilevate sono state classificate secondo le seguenti tipologie:

- muratura in pietrame disordinata;
- muratura a conci sbazzati con paramenti di spessore disomogeneo;
- muratura in mattoni pieni e malta di calce.

Di particolare importanza sono risultate le informazioni su:

- forma, tipologia e dimensione degli elementi;
- presenza di elementi trasversali (diatoni) di collegamento tra i paramenti murari;
- grado di assemblaggio della muratura nello spessore ovvero disposizione degli elementi;
- orizzontalità dei filari;
- tessitura ottenuta tramite l'ingranamento e lo sfasamento dei giunti;
- natura delle malte e loro stato di conservazione.

La lettura dello schema strutturale resistente è stata possibile solo attraverso la conoscenza dei **dettagli costruttivi** e delle caratteristiche di **collegamento** tra i diversi elementi, in particolare:

- tipologia e stratigrafia degli orizzontamenti;
- qualità dei collegamenti tra orizzontamenti e pareti;
- qualità dei collegamenti e ammorsamenti tra pareti verticali;

- fuori piombo delle pareti;
- presenza di eventuali cordoli di piano o dispositivi di collegamento, come catene;
- tipologia ed efficienza degli architravi al di sopra delle aperture;
- presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad equilibrare spinte eventualmente presenti.

L'utilità di questo rilievo e delle informazioni raccolte consiste nella determinazione del corpo strutturale della fabbrica, del suo funzionamento d'insieme, del mutuo rapporto tra i vari componenti, fino alla determinazione dei carichi agenti e delle caratteristiche meccaniche delle varie tipologie di muratura. L'insieme delle informazioni raccolte è riportata negli elaborati grafici relativi allo Stato di Fatto.

2.4 Terreno e fondazioni

La conoscenza del terreno su cui insiste il fabbricato è basata sullo studio geologico-geotecnico eseguito in occasione delle campagne geognostiche per il consolidamento del colle, sull'esecuzione di indagini sismiche di superficie (MASW e HSRV), e sul rilevamento geologico di dettaglio a livello degli scantinati degli edifici limitrofi.

L'esito delle prove eseguite e le caratteristiche geomorfologiche dei terreni sono riportate nella Relazione Geologica, elab. G.01, redatta dal dott. Geol. Francesco Duranti

I due microcarotaggi in fondazione, eseguiti nell'ambito delle indagini per la conoscenza del manufatto, hanno permesso di indagare il livello di approfondimento delle fondazioni, costituite dal naturale prolungamento delle murature in elevazione, in corrispondenza della facciata principale, su piazza Fortebraccio, e di valle su via S. Albertino.

Come riportato nell'elaborato I.03 "Report sulle indagini eseguite", l'approfondimento della base di imposta delle fondazioni rispetto al piano di campagna risulta di 95 cm su piazza Fortebraccio e 315 cm su via S. Albertino, pertanto tutte le fondazioni sono intestate nei "conglomerati con ciottoli centimetrici e decimetrici molto addensati/cementati", per i quali si può assumere un angolo di attrito di $\phi = 40^\circ$.

Dalla prova Masw risulta invece una velocità delle onde di taglio Vs compresa tra 360 e 411 m/s per cui, ai fini della determinazione dello spettro di risposta, si considera un terreno di categoria B.

2.5 Caratterizzazione meccanica delle murature esistenti

La caratterizzazione meccanica delle murature esistenti è stata eseguita in esito alle indagini a carattere esteso che sono state eseguite, in particolare:

- esame visivo delle murature con scopritura di intonaco n.6;
- prove penetrometriche sulle malte n.6;
- indagini videoendoscopiche n.8;
- prove con martinetti piatti doppi n.3.

Le risultanze delle prove sono diffusamente riportati negli elaborati relativi alle indagini eseguite.

In esito alle suddette prove, nella tabella delle tipologie delle murature riportata al paragrafo C.8.5.3 della Circolare applicativa, sono state individuate le seguenti classi di appartenenza:

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell' OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE**
**PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 6 di 68

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Nei calcoli di verifica strutturale sono stati assunti i valori medi di resistenza e dei moduli elastici, in accordo a quanto prescritto dalla normativa per il livello di conoscenza LC2.

3 LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Poiché l'edificio Palazzo Comunale di Montone è un edificio storico sottoposto a tutela diretta ai sensi del D. Lgs. 42/2004, la valutazione della vulnerabilità sismica e i conseguenti interventi di miglioramento sismico sono condotti con riferimento alle "Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018" (di seguito "Linee Guida BB.CC."), contenuta nella Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 9 febbraio 2011.

Rispetto a quanto previsto nelle NTC18, per gli edifici esistenti, la Direttiva suddetta consente di determinare tale fattore come somma di quattro diversi fattori parziali di confidenza F_{Ck} ($k=1,2,3,4$), sulla base dei coefficienti numerici riportati nella tabella che segue (tab. 4.1), ciascuno associato alle quattro categorie di indagini ad al livello di conoscenza in esse raggiunto.

Tabella 4.1 – Definizione dei livelli di approfondimento delle indagini sui diversi aspetti della conoscenza e relativi fattori parziali di confidenza.

Rilievo geometrico	rilievo geometrico completo	$F_{C1} = 0.05$
	rilievo geometrico completo, con restituzione grafica dei quadri fessurativi e deformativi	$F_{C1} = 0$
Identificazione delle specificità storiche e costruttive della fabbrica	restituzione ipotetica delle fasi costruttive basata su un limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche)	$F_{C2} = 0.12$
	restituzione parziale delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su: a) limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione e alla verifica delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, verifica diagnostica delle ipotesi storiografiche); b) esteso rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche)	$F_{C2} = 0.06$
	restituzione completa delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su un esaustivo rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, eventuali indagini diagnostiche)	$F_{C2} = 0$
Proprietà meccaniche dei materiali	parametri meccanici desunti da dati già disponibili	$F_{C3} = 0.12$
	limitate indagini sui parametri meccanici dei materiali	$F_{C3} = 0.06$
	estese indagini sui parametri meccanici dei materiali	$F_{C3} = 0$
Terreno e fondazioni	limitate indagini sul terreno e le fondazioni, in assenza di dati geotecnici e disponibilità d'informazioni sulle fondazioni	$F_{C4} = 0.06$
	disponibilità di dati geotecnici e sulle strutture fondazionali; limitate indagini sul terreno e le fondazioni	$F_{C4} = 0.03$
	estese o esaustive indagini sul terreno e le fondazioni	$F_{C4} = 0$

Nel caso in esame, per la parte storica (edificio in muratura) in esito alle attività di rilievo ed indagine eseguite, possono essere assunti i seguenti coefficienti parziali:

Rilievo geometrico

rilievo geometrico completo, con restituzione grafica dei quadri fessurativi e deformativi

$F_{C1} = 0,00$

Identificazione delle specificità storiche e costruttive della fabbrica

restituzione parziale delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su:

- a) limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione e alla verifica delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, verifica diagnostica delle ipotesi storiografiche);
b) esteso rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche).

FC2 = 0,06

Sulla base della documentazione già acquisita ed acquisibile e delle prove effettuate elencate di seguito:

- n. 6 scopriture di intonaco;
- n. 6 video endoscopie;
- n. 10 prove termografiche all'intradosso dei solai;
- n. 5 video endoscopie sui solai;
- n. 6 video endoscopie per verifica cordoli di piano;
- n. 3 indagini visive delle armature dei solai;

non è possibile raggiungere un FC2 = 0.

Per l'edificio in oggetto, infatti, in considerazione del corrente utilizzo dell'immobile e della sostanziale impossibilità di acquisire ulteriore documentazione pregressa sulle vicende costruttive, non è possibile una restituzione completa delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su un esaustivo rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, eventuali indagini diagnostiche).

Proprietà meccaniche dei materiali

estese indagini sui parametri meccanici dei materiali

FC3 = 0,00

Sulla base della documentazione già acquisita ed acquisibile è possibile raggiungere un FC3 = 0 eseguendo le seguenti indagini integrative:

- n. 3 prove con martinetti piatti (singoli e doppi);
- n. 6 prove di caratterizzazione delle malte.

Terreno e fondazioni

estese o esaustive indagini sul terreno e le fondazioni

FC4 = 0,00

Sulla base della documentazione già acquisita ed acquisibile è possibile raggiungere un FC4 = 0 eseguendo le seguenti indagini integrative:

- n. 2 microcarotaggi in fondazione;
- n. 2 video endoscopie in fondazione;

Pertanto, in funzione dello specifico livello di conoscenza raggiunto (**LC2**) , si può assumere:

$$\mathbf{FC} = 1,00 + [\mathbf{FC1} + \mathbf{FC2} + \mathbf{FC3} + \mathbf{FC4}] = 1,00 + [0,00 + 0,06 + 0,00 + 0,00] = \mathbf{1,06}$$

Al fine di definire il livello di conoscenza e il relativo fattore di confidenza, nonché per la caratterizzazione meccanica dei diversi materiali esistenti si è fatto riferimento alla documentazione messa a disposizione dalla committenza ed in particolare alla campagna di indagini condotta dalla società Unilab Sperimentazione srl.

4 CRITERI DI ANALISI E VERIFICA

4.1 Descrizione delle strutture

Il Palazzo Comunale è ubicato nella zona nord- est del centro storico di Montone, posto a ridosso delle mura medioevali sulla testata dell'isolato compreso tra viale S. Albertino e Piazza Braccio Fortebraccio. L'immobile è individuato al Catasto dei Fabbricati del Comune di Montone al Foglio n.38 con la particella n. 75 (cfr. Elab. SF.02 – Estratti Prg, Estratto Mappa Catastale, Planimetria Generale), di proprietà del Comune di Montone, ed è destinato a sede degli uffici Comunali e del Centro Operativo Comunale (COC).

Si tratta di un edificio in muratura posizionato all'estremità di una stecca di edifici e rappresenta un "unicum" strutturale di dimensioni massime in pianta pari a circa 24 m di lunghezza e 19 m di larghezza e circa 13,50 m di altezza massima fuori terra.

L'assetto planimetrico è pressoché rettangolare, salvo la porzione a nord, in corrispondenza del passaggio che collega Piazza Fortebraccio con viale Sant'Albertino, in cui l'edificio piega leggermente rimanendo addossato alle scale di via San Francesco.

Dal punto di vista altimetrico l'edificio si sviluppa su 4 livelli fuori terra e presenta un piano seminterrato in corrispondenza dei locali situati lungo via Sant'Albertino.

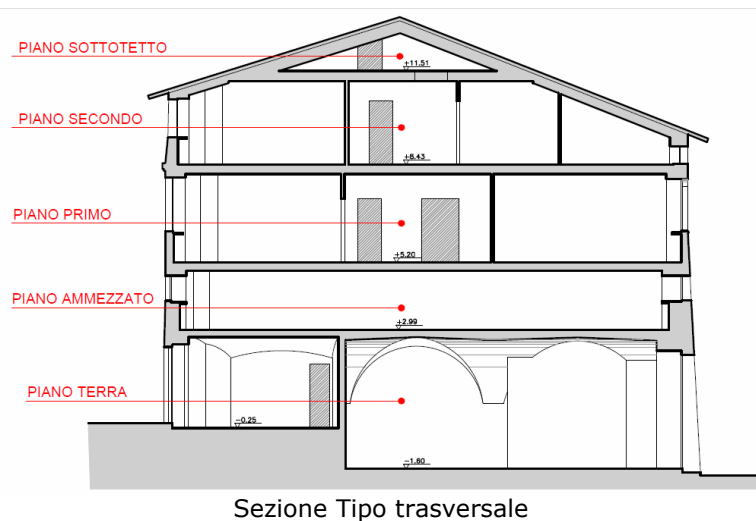
Dal punto di vista funzionale e distributivo, il Palazzo Comunale si articola su quattro livelli fuori terra raccordati da un collegamento verticale posizionato a sud del fabbricato e costituito da un corpo scala, realizzato con il progetto di ristrutturazione degli anni Ottanta, e da un ascensore di più recente realizzazione.

Dai vani che si affacciano sulla connessione verticale è possibile raggiungerne altri senza la presenza di vani-filtro.

Il Piano Terra ospita l'Ufficio informazioni, e i locali afferenti al Comando di Polizia; il Piano Mezzanino due vani che ospitano gli archivi; il Piano Primo gli uffici del Sindaco, le Segreterie e la Sala Consiliare; il Piano Secondo le sale server, gli uffici tecnici e di ragioneria.

Al Piano Primo, dal vano della Segreteria è possibile accedere ad una terrazza a Sud del fabbricato.

Il Piano Interrato e Terra accolgono altri vani che ospitano attività commerciali.



La struttura portante è in muratura mista di pietra locale e laterizi, le murature sono caratterizzate da spessori variabili e assimilabili a più tipologie sulla base di quelle individuate dalla Circolare applicativa alle Norme Tecniche per le costruzioni.

Nello specifico, la muratura del Piano Terra, del Piano Ammezzato, del Piano Secondo e delle pareti perimetrali del Piano Primo è riconducibile al tipo in conci sbazzati con paramenti di spessore disomogeneo, mentre quella delle pareti interne del Piano Primo è riconducibile al tipo "in pietrame disordinato". Gli altri livelli di tutti i prospetti sono caratterizzati da muratura mista in pietra e laterizi.

Per le strutture portanti interne al corpo di fabbrica, in funzione della tipologia e degli spessori, è possibile riscontrare, oltre a quanto già esposto, anche murature in mattoni pieni in laterizio e blocchi di tufo a livello del sottotetto.

Le pareti interne dei vani sono tutte completamente intonacate fatta eccezione per i locali al piano interrato.

Gli orizzontamenti indagati nella fase conoscitiva presentano diverse tipologie costruttive. In prevalenza sono in acciaio e tavelloni e in latero-cemento. Il solaio di calpestio della sala Consiliare e la copertura della stessa sono realizzati mediante travi in c.a. tipo "varese" e tavelle. Alcuni locali del Piano Terra sono invece voltati con volte a botte e a crociera in mattoni. La copertura è a falde inclinate in latero cemento e risulta non spingente.

Allo stato attuale l'edificio, presenta un quadro fessurativo limitato, che interessa solo localizzate porzioni del fabbricato, ma in maniera non rilevante e puntuale.

Sono presenti lesioni non passanti in corrispondenza del piano nobile (primo), in numero di due e al piano secondo, in numero di quattro.

Le lesioni del Piano Primo sono ubicate nella Sala Consiliare (a doppia altezza) e una di esse ha danneggiato il già lacunoso affresco presente nella Sala che, posta sul fronte nord-est dell'edificio presenta importanti elementi di vulnerabilità strutturale.

Al Piano Secondo le lesioni sono concentrate nel lato nord del locale Sala Server (adiacente con la Sala Consiliare): tra queste tre sono isolate e una di tipo diffuso.

Le facciate esterne non presentano danneggiamenti.

4.2 Software utilizzati

L'analisi strutturale del Palazzo comunale di Montone è stata condotta con il software di calcolo PCM 2019 di Aedes che consente di effettuare sia una analisi globale della struttura, mediante schematizzazione tridimensionale "a telai equivalenti", effettuando tutte le verifiche previste dalle norme in vigore (NTC18-Linee Guida BB.CC.), sia un'analisi dei possibili meccanismi locali di collasso mediante analisi cinematica, lineare o non lineare.

L'attendibilità del risultato dell'elaborazione è stata verificata confrontando le sollecitazioni ottenute su alcuni elementi significativi (sforzi normali sui pilastri, pressioni di contatto, reazioni vincolari, etc.) con quelli ottenuti mediante calcoli semplificativi di larga massima, eseguiti con metodi tradizionali.

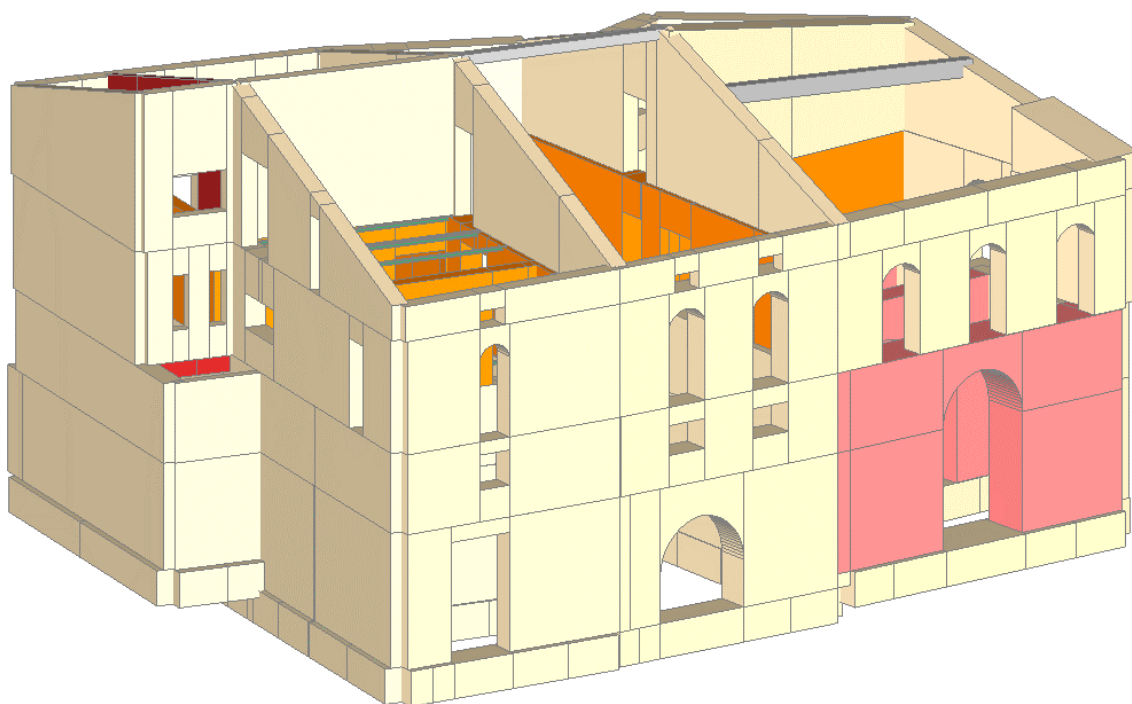
4.3 Modelli di calcolo, analisi e verifiche condotte

Come riportato in precedenza, il software agli elementi finiti schematizza l'edificio attraverso dei "telai equivalenti" costituiti da elementi monodimensionali verticali e orizzontali collegati fra loro nei nodi. La schematizzazione della struttura in muratura viene quindi effettuata in modo del tutto analogo a quella dei telai in acciaio od in cemento armato.

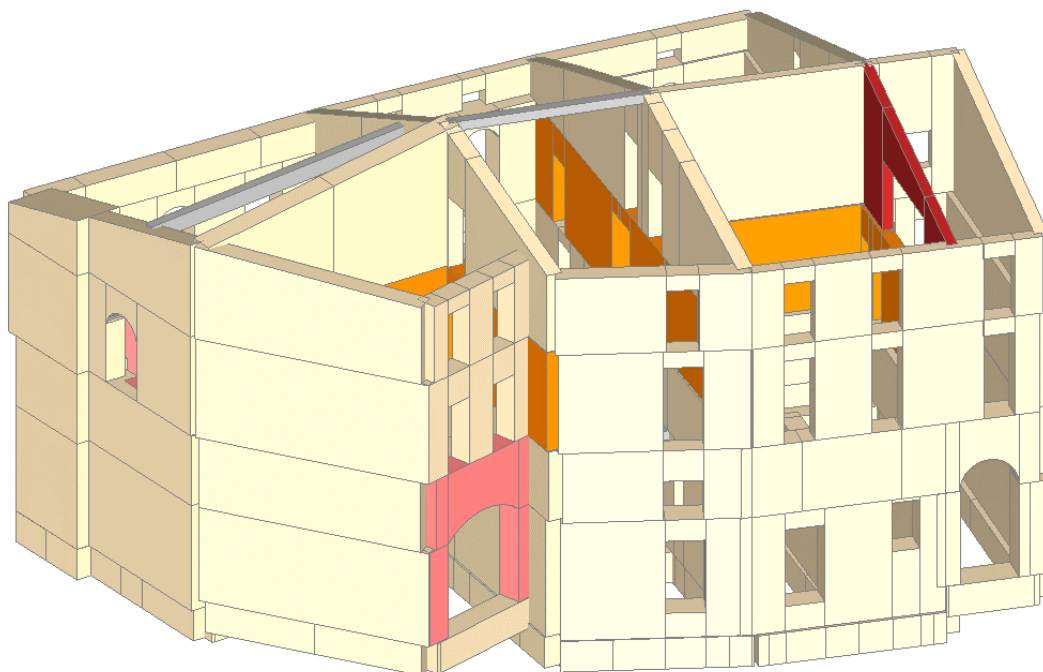
Gli elementi resistenti verticali (maschi murari) e quelli orizzontali (fasce di piano) sono collegati mediante "link rigidi", costituendo il reticolo spaziale di telai con montanti e traversi.

Gli archi, sono stati modellati come elementi monodimensionali in muratura, tenendo però conto delle reali dimensioni geometriche, e delle spinte orizzontali che questi trasferiscono agli elementi verticali in modo da coglierne il reale comportamento globale.

La modellazione dell'edificio agli elementi finiti, parte dalla definizione della geometria degli elementi attraverso il modello "architettonico" di cui si riportano le viste.



Vista assonometrica del modello "architettonico" da via Sant'Albertino



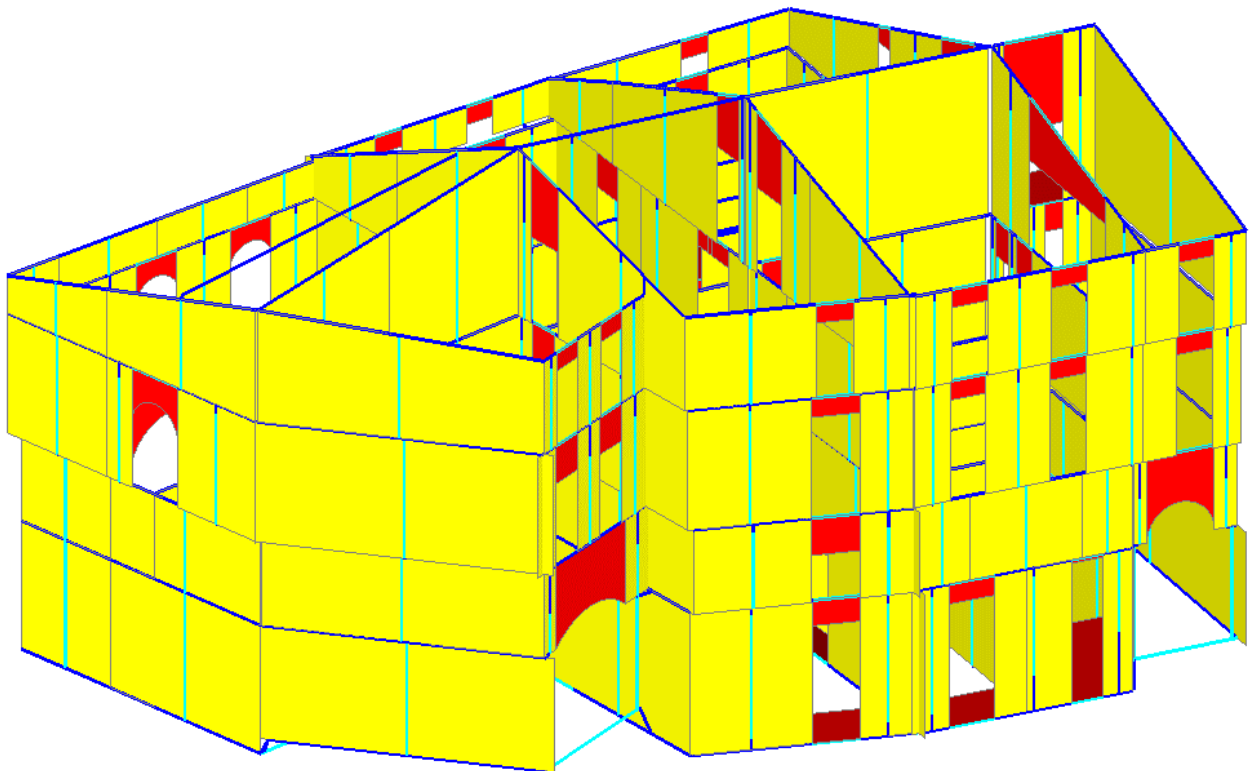
Vista assonometrica del modello "architetonico" da Piazza Fortebraccio

Nella modellazione della struttura allo "Stato Attuale" si è tenuto conto delle seguenti ipotesi fondamentali:

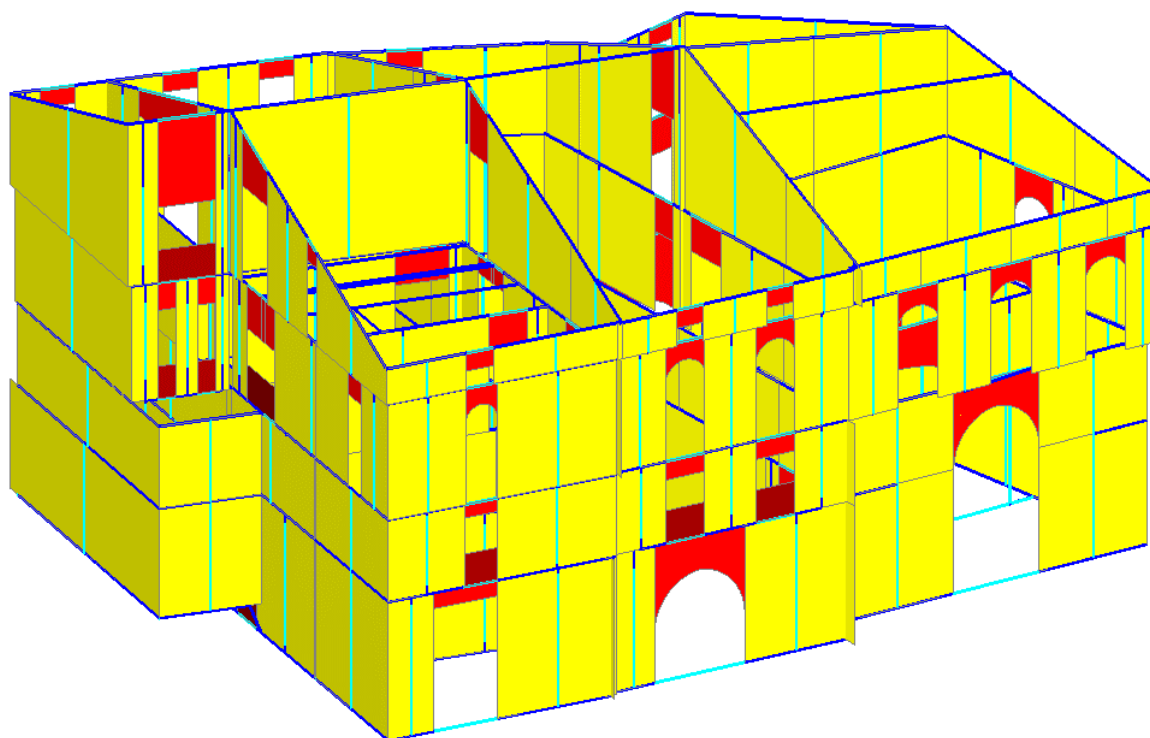
- modellazione dell'edificio su quattro livelli, considerando i 3 piani fuori terra incluso il mezzanino, ed il piano terra, del quale sono stati modellati i solai di calpestio gravanti al livello di fondazione lato via Sant'Albertino. La modellazione dei diversi livelli tiene conto della reale geometria comprendendo eventuali disallineamenti in pianta;
- alle murature delle pareti verticali sono state assegnate le caratteristiche definite al par. 2.5. In particolare a tutte le pareti esterne di tutti i piani ed a quelle interne dei piani, terra, ammezzato e secondo è stata assegnata la muratura Tipo 2 a meno di un setto al piano secondo a cui è stata assegnata la muratura Tipo 7. Alle pareti interne del piano primo è stata assegnata la muratura Tipo 1 mentre agli elementi che caratterizzano le spalle degli archi e gli archi del sottopasso è stata assegnata la muratura Tipo 3;
- sono state modellate le fondazioni tenendo conto delle diverse quote di approfondimento delle pareti che risultano sfalsate passando da Piazza Fortebraccio a via Sant'Albertino;
- i solai piani sono stati considerati deformabili nel piano, a meno delle falde di copertura in latero-cemento e le volte a piano terra, considerate come infinitamente rigide nel piano. Nella definizione dei solai si è tenuto conto delle effettive orditure degli elementi principali per valutare correttamente i carichi verticali e le spinte orizzontali. Gli orizzontamenti voltati sono stati schematizzati come "elementi piani bidirezionali", con l'aggiunta dell'opzione di valutazione delle spinte orizzontali;
- per facilitare la costruzione del modello architettonico e velocizzare le analisi, non è stato modellato il livello di sottotetto del quale si è comunque tenuto conto, per non perdere le masse in fase sismica

- ed i carichi statici realmente agenti, applicando carichi concentrati in testa ai maschi murari del quarto livello, ottenuti per aree di influenza dei singoli elementi murari;
- si è tenuto conto dei carichi dei solai delle unità strutturali adiacenti, applicando per aree di influenza i carichi linearmente distribuiti sulle pareti in comune (calpestio piano ammezzato e calpestio piano primo);
 - per non perdere masse in fase sismica, laddove i solai delle unità strutturali adiacenti sono orditi parallelamente alle pareti, sono state assegnate delle masse nodali equivalenti (calpestio piano primo e copertura);
 - il vano scala è stato modellato mediante aste ausiliarie (bielle) infinitamente rigide, che consentono la definizione delle aree di carico delle rampe e riportano correttamente i carichi verticali ai maschi di competenza in corrispondenza di ogni piano;
 - le aperture sono state modellate secondo la reale geometria, in pianta ed in elevato, cautelativamente considerate a tutta altezza nel caso di sottofinestra rastremati.
 - la copertura è stata modellata applicando i carichi delle falde mediante solai piani inclinati, tenendo conto della effettiva orditura ed eventualmente della spinta dovuta all'inclinazione della falda;
 - alle strisce murarie è stata assegnata cautelativamente una resistenza a trazione in grado di simulare "l'ingranamento" degli elementi lapidei e quindi di fatto, la resistenza a trazione delle stesse.

A seguire si riportano delle viste assonometriche del modello strutturale di "Stato Attuale".



Vista assonometrica del modello "strutturale" da via Piazza Fortebraccio



Vista assonometrica del modello "strutturale" da via Sant'Albertino

Per considerare l'interazione terreno-struttura, le fondazioni sono state schematizzate come elementi monodimensionali su suolo elastico alla Winkler. E' stato assunto, cautelativamente, un coefficiente di sottofondo $K_w = 6,00 \text{ Kg/cm}^3$, determinato sulla base di quanto riportato nella Relazione Geologica.

Il Palazzo Comunale è sede del COC e costituisce edificio strategico e rilevante, pertanto classificato in **Classe d'Uso IV** ai sensi delle NTC18, ed è sottoposto a **vincolo monumentale**, per cui il progetto di valutazione e riduzione del rischio sismico segue i dettami della Direttiva del Consiglio dei Ministri del 9 febbraio 2001.

La valutazione della sicurezza e l'analisi della vulnerabilità sismica allo Stato Attuale sono condotte secondo quanto riportato al par. 8.3 e C.8.3 delle NTC18. In particolare, il livello di sicurezza del fabbricato nei confronti dei diversi stati limite deve essere valutato in rapporto a quello richiesto per gli edifici nuovi.

Le verifiche richieste per la valutazione del livello di sicurezza della struttura esistente in classe d'uso IV sono:

- verifiche agli SLU in condizioni statiche;
- verifiche agli SLU in condizioni sismiche;
- verifiche agli SLE in condizioni sismiche;

inoltre, la valutazione della **vulnerabilità sismica** dell'edificio è condotta secondo quanto riportato al par. 7.3.6 delle NTC18 ed in Tab. 7.3.III., in cui, le verifiche globali necessarie a garantire il rispetto dei diversi stati limite, riguardano:

- verifiche di resistenza agli SLV;

- verifiche di resistenza agli SLD;
- verifiche di rigidezza agli SLO;

Si riporta per completezza un estratto del par. 7.3.6 delle NTC18:

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.

Le verifiche degli elementi strutturali primari (ST) si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di rigidezza (RIG) e di resistenza (RES), senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità;
- nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di rigidezza (RIG), di resistenza (RES) e di duttilità (DUT) (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

Le verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità.

Le verifiche degli elementi non strutturali (NS) e degli impianti (IM) si effettuano in termini di funzionamento (FUN) e stabilità (STA), come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

^(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

^(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Sulla base di quanto riportato in precedenza, è stato implementato un modello globale della struttura mediante il quale è stata condotta l'**analisi statica** e l'**analisi modale** per valutare carichi verticali, periodo proprio della struttura, masse modali partecipanti e deformate nei modi di vibrare significativi.

Successivamente sono state effettuate le verifiche di resistenza degli elementi murari in fase statica:

- pressoflessione nel piano;
- taglio scorrimento;
- taglio per fessurazione diagonale;
- pressoflessione ortogonale.

La lettura dei risultati avviene attraverso una mappatura colorata delle pareti in funzione delle varie tipologie di verifica.

Lo studio della struttura in condizioni sismiche è stato poi eseguito mediante:

- **analisi dinamica modale lineare**, in cui il comportamento della struttura si assume elastico-lineare tenendo conto della risposta non lineare attraverso il fattore di struttura q , per la definizione dello spettro di progetto.

- **analisi statica non lineare (pushover)**, in cui la legge di comportamento meccanico degli elementi è non lineare (modello elasto-plastico), per tener conto del reale comportamento della struttura nella fase plastica.

L'**analisi statica non sismica**: è stata effettuata per tutte le combinazioni che comprendono i soli carichi statici ed altre che includono anche il carico da neve e da vento e consente di valutare lo stato di

sollecitazione dei vari elementi strutturali, nelle diverse condizioni e combinazioni di carico, adottato per le verifiche agli SLU.

L'analisi dinamica modale lineare: è stata effettuata in combinazione sismica, mediante fattore di struttura q . I risultati ottenuti sono stati utilizzati per le verifiche di rigidezza nei confronti degli SLO, per i quali si richiede che:

c) per costruzioni con struttura portante di muratura ordinaria

$$q d_r \leq 0,0020 \cdot h \quad [7.3.13]$$

dove:

d_r è lo spostamento di interpiano, cioè la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e del solaio inferiore, calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4, sul modello di calcolo non comprensivo delle tamponature,

h è l'altezza del piano.

Per le CU III e IV ci si riferisce allo SLO (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

L'analisi statica non lineare (pushover): ha consentito di indagare la risposta della struttura considerando gli elementi murari a comportamento non lineare (elasto-plastico).

Il risultato dell'analisi è costituito dalla curva di capacità, un diagramma riportante in ascissa lo spostamento del punto di controllo e in ordinata la forza orizzontale totale applicata (taglio alla base).

Tale analisi statica non lineare è stata effettuata assegnando come distribuzioni principale e secondaria rispettivamente la prima distribuzione del Gruppo 1 (distribuzione lineare, proporzionale alle forze statiche utilizzate per l'analisi statica lineare) e la seconda del Gruppo 2 (distribuzione uniforme di forze proporzionale alle masse).

I risultati delle analisi sono stati utilizzati per valutare il livello di sicurezza allo stato attuale e ricavare gli indici di rischio sismico nei confronti delle verifiche di resistenza agli SLD ed SLV richieste dalle NTC18.

La capacità ai diversi stati limite considerati (SLV;SLD) è valutata secondo quanto riportato dalle NTC18 al par. C8.7.1.3, di cui si riporta un breve estratto:

Nel caso dell'analisi statica non lineare la capacità in spostamento relativa ai diversi stati limite è valutata, sulla curva taglio di base-spostamento, nei modi appresso indicati:

SLC: per la definizione della bilineare equivalente, identificata seguendo i criteri indicati al § C.7.3.4.2, lo spostamento ultimo a SLC è dato dal minore tra quelli forniti dalle seguenti due condizioni:

- quello corrispondente ad un taglio di base residuo pari all'80% del massimo;
- quello corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di un qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza (questo controllo può essere omesso nelle analisi quando i diaframmi siano infinitamente rigidi o quando sia eseguita l'analisi di una singola parete).

SLV: lo spostamento ultimo a SLV, sulla bilineare equivalente sopra definita, è pari a $\frac{3}{4}$ dello spostamento a SLC

SLD: lo spostamento corrispondente è il minore tra gli spostamenti ottenuti dalle seguenti due condizioni:

- quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente, definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC;
- quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari verticali in un qualunque livello di una qualunque parete ritenuta significativa ai fini dell'uso della costruzione (e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio di base pari a $\frac{3}{4}$ del taglio di base massimo).

SLO: lo spostamento corrispondente è pari a $\frac{2}{3}$ di quello allo SLD.

Analisi sismica mediante studio dei cinematismi di collasso locale: le verifiche cinematiche costituiscono un riferimento fondamentale per gli edifici monumentali; per questo sono state condotte numerose verifiche

dei meccanismi locali per indagare la stabilità dei pannelli rispetto alle azioni ortogonali che inducono meccanismi di ribaltamento e flessione verticale.

Tali meccanismi di I modo, sono quelli più facilmente attivabili, per un edificio esistente, in caso di evento sismico.

L'analisi di tali meccanismi ha restituito i relativi indici di sicurezza in termini di fattore di accelerazione e di tempi di ritorno allo Stato Limite Ultimo di salvaguardia della Vita (SLV) e di Danno (SLD).

Lo studio della vulnerabilità sismica è stato pertanto condotto in maniera esaustiva e completa, indagando la struttura sia nel suo comportamento "globale" che eseguendo valutazioni "locali" sui singoli pannelli murari.

Si riporta una tabella riepilogativa delle analisi condotte e delle corrispondenti verifiche effettuate:

TIPOLOGIA DI ANALISI	TIPO DI VERIFICA	STATO LIMITE
Analisi statica non sismica	Resistenza	SLU
Analisi dinamica modale lineare	Rigidezza	SLO
Analisi statica non lineare (pushover)	Capacità Globale	SLV ed SLD
Analisi cinematica	Meccanismi locali	SLV ed SLD

Ai fini della analisi di vulnerabilità della struttura sotto le azioni sismiche, per l'individuazione di un indice di sicurezza rappresentativo delle condizioni allo stato attuale, nei confronti di ciascun stato limite, si è ritenuto significativo assumere il parametro minore tra quelli ricavati dalle analisi sismiche sopra riportate.

5 AZIONI DI PROGETTO

5.1 Azione della neve

Il calcolo è condotto secondo le indicazioni del par. 3.4 delle NTC18, secondo cui il carico neve sulla copertura vale:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t = \mathbf{135 \text{ daN/m}^2}$$

con:

μ_i = coefficiente di forma della copertura

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo

C_E = coefficiente di esposizione

C_t = coefficiente termico

Nel caso specifico infatti risulta:

$$\alpha = 30^\circ$$

inclinazione falda

$$\mu_{i1} = 0,8$$

coeff. di forma per $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$

(tab. 3.4.II)

$$q_{sk} = 0,85 \left[1 + \left(\frac{a_s}{481} \right)^2 \right] = 1,66 \text{ kN/m}^2 = 166 \text{ daN/m}^2$$

essendo $a_s = 470 \text{ m slm}$

$$C_E = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

Il carico neve risulta pertanto:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t = 0,80 \cdot 1,66 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 133 \text{ daN/m}^2.$$

Il valore assunto in fase di calcolo è pari **135 daN/m²**.

5.2 Azione del vento

Il calcolo è condotto secondo le indicazioni del par. 3.3 delle NTC18, riconducendo l'azione del vento ad un'azione statica equivalente.

Azione normale alle superfici

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici degli elementi che compongono la costruzione, sia esterne che interne.

Secondo quanto riportato al par. 3.3.4 delle NTC18, la pressione del vento si calcola con l'espressione:

$$p = q_r C_e C_p C_d$$

con:

q_r = pressione cinetica di riferimento

C_e = coefficiente di esposizione

C_p = coefficiente di forma o aerodinamico

C_d = coefficiente dinamico

I parametri assunti sono riportati nella seguente scheda.

AZIONE DEL VENTO PAR. 3.3 NTC18**DEFINIZIONE DEI DATI**

zona:

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)



Classe di rugosità del terreno:

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive. Lago (con larghezza pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

 a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):

470 [m]

Distanza dalla costa

80 [km]

 T_R (Tempo di ritorno):

50 [anni]

Categoria di esposizione

IV

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	2 km	10 km	30 km	750m
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

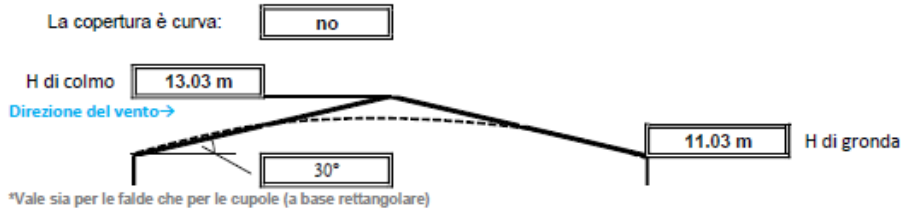
ZONA 6					
	costa	mare	2 km	10 km	30 km
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	costa	mare	1.5 km
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
	costa	mare
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Altezza del colmo della copertura, rispetto al suolo e inclinazione della falda sopravvento

E' consigliabile calcolare la pressione del vento per ogni facciata del fabbricato modificando i parametri per ogni caso. Nel caso di studio su prospetto di timpano, la valutazione della pressione del vento si conduce come se la copertura fosse piana e la parete alta fino alla linea di colmo. Nel caso di coperture a padiglione, la valutazione delle pressioni si esegue su ogni facciata del fabbricato utilizzando di volta in volta l'angolo della falda investito dal vento. Nel caso di coperture curve, si deve inserire l'angolo della retta tangente al bordo della copertura, in sostanza l'angolo di attacco della copertura. (per cupole a tutto sesto l'angolo è di 90°, per cupole a sesto ribassato è minore di 90°). Nel caso di studio su prospetto piano l'analisi si conduce come su prospetto di timpano. Si osserva che oltre alle pressioni andrebbe considerata anche la forza tangenziale esercitata dal vento sul fabbricato. Generalmente essa si trascura, è necessaria modellarla solo per grandi coperture piane ad esempio: coperture di grandi capannoni industriali. Il foglio di calcolo è utilizzabile per fabbricati a base rettangolare.



CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_s
3	27	500	0.37	1.000

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

ca = 1 per $a_s \leq a_0$
ca = $1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità base di riferimento) 27.00 m/s

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

Cr coefficiente di ritorno 1.00
 v_r (velocità di riferimento) 27.02 m/s

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 $q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2$ ($\rho = 1,25$ kg/m³)
Pressione cinetica di riferimento q_r 456.29 [N/m²]

CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente dinamico [§3.3.8]

c_d

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

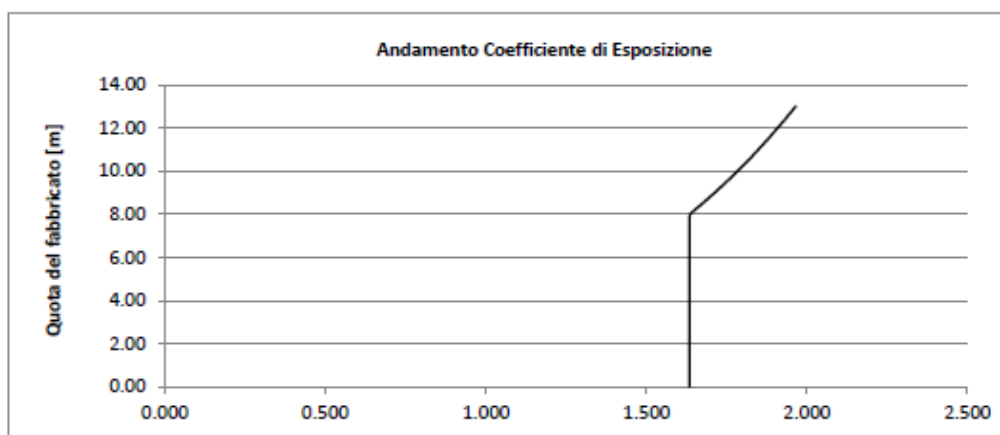
Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze non maggiori di $z=200\text{m}$ valgono le seguenti espressioni

$$c_e(z) = k_r \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

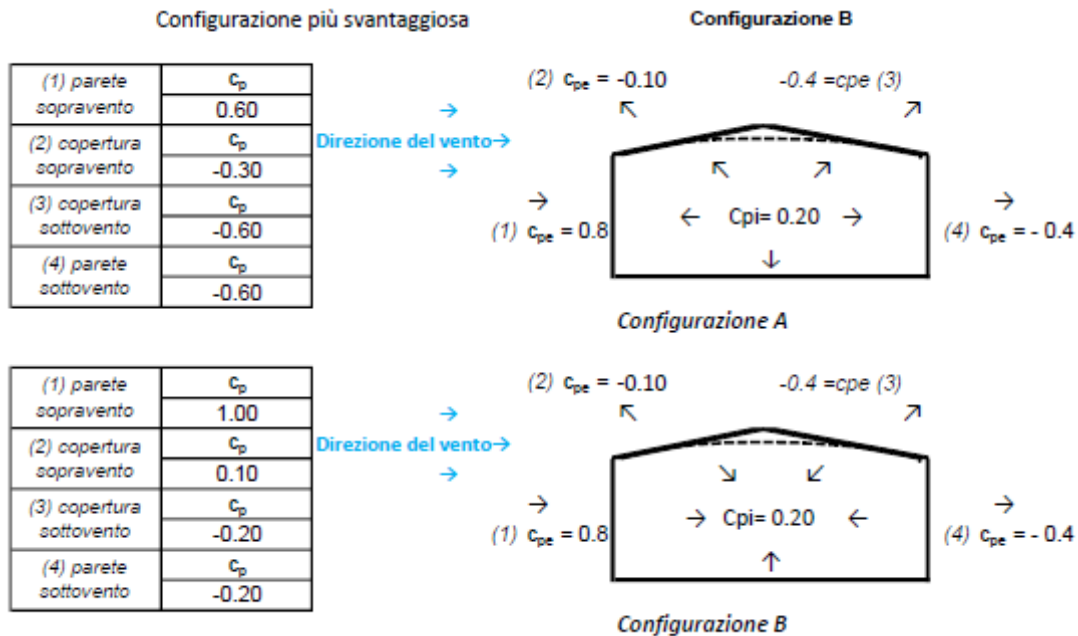
k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0.22	0.30	8.00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,\min}$	1.63	$z < 8.00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,\text{gronda}}$	1.85	$z = 11.03$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,\text{colmo}}$	1.97	$z = 13.03$



Il coefficiente dinamico c_d e il coefficiente di topografia c_t vengono assunti pari a 1.

Il coefficiente di forma c_p è funzione della tipologia e della geometria dell'edificio e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Nel caso di costruzioni con pendenza della falda $\alpha=30^\circ$ aventi una parete con aperture di superficie minore di $1/3$ di quella totale, i valori assunti per c_p sono indicati nella seguente figura.



Calcolo del vento agente sulle pareti verticali

Il coefficiente di forma o aerodinamico c_p viene valutato per le pareti sopravvento e sottovento secondo quanto prescritto al par. C3.3.8.1.1 delle NTC18, fig. C3.3.2, combinando nel modo più sfavorevole il coefficiente di pressione interna con quello di pressione esterna. Si ha quindi:

$$\alpha = 90^\circ \geq 60^\circ$$

pareti verticali

$$c_{pe} = 0,80$$

elementi esterni sopravvento

$$c_{pe} = 0,40$$

elementi esterni sottovento

$$c_{pi} = \pm 0,20$$

elementi interni

$$c_{p1} = c_{pe} \mp c_{pi} = 0,80 \mp 0,20 = 0,60 \text{ e } 1,00 \rightarrow 1,00$$

pareti sopravvento

$$c_{p2} = c_{pe} \pm c_{pi} = 0,40 \pm 0,20 = 0,60 \text{ e } 0,20 \rightarrow 0,20$$

pareti sottovento

La pressione del vento per le pareti vale quindi:

$$p_1 = q_b \cdot c_e \cdot c_{p1} \cdot C_d = 45,60 \times 1,85 \times 1,00 \times 1,00 = \mathbf{84 \text{ daN/m}^2}$$

pareti sopravvento

$$p_2 = q_b \cdot c_e \cdot c_{p2} \cdot C_d = 45,60 \times 1,85 \times 0,20 \times 1,00 = \mathbf{17 \text{ daN/m}^2}$$

pareti sottovento

5.3 Azione sismica

Coordinate geografiche (rif. ED50): Lat: 43°,364925 Nord
 Long: 12°,327861 Est

Categoria di sottosuolo: B
Categoria topografica: T2 ved. tab.3.2. IV
Coeff. di amplif.topografica per cat.T2: $S_T = 1,2$
Opera ordinaria: $V_N > 50$ anni
Classe d'uso: IV $\rightarrow C_u = 2,0$
Periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = V_N C_u = 100$ anni

Nella definizione dell'input sismico, non si è tenuto conto della "risposta sismica locale" in quanto il sottosuolo rientra nelle cinque categorie fornite al par. 3.2.2 delle NTC18, in accordo con quanto riportato nella Relazione Geologica, e si è pertanto adottato l'approccio semplificato fornito dalle norme.

Per le verifiche sismiche condotte con analisi lineari ed impiego del fattore di struttura q , secondo quanto riportato al par. C8.5.5.1, sono stati adottati i seguenti parametri:

$q = 2,0$ $a_u/a_1 = 2,0 \times 1,5 = 3,00$ (per strutture regolari in elevazione)

con:
 $a_u/a_1 = 1,5$.

L'edificio non risulta regolare in elevazione, pertanto il valore di q riportato in precedenza è stato ridotto del 25%.

Il fattore di struttura adottato nell'analisi dinamica modale lineare è pertanto:

$q = 3,00 \times (1,00 - 0,25) = 2,25$.

5.4 Analisi dei carichi – Stato Attuale**ANALISI DEI CARICHI - Livello 1****Volte a crociera in mattoni- livello 1**daN/m² daN/m²G₁ - Permanenti strutturali

- Calotta in mattoni pieni sp. 15 cm
- Rinfianchi in materiale sciolto
- Soletta in cls

270
230
100*Totale permanenti strutturali G₁*

600 600

G₂ - Permanenti non strutturali

- Massetto
- Pavimento
- Incidenza tramezzi
- Intonaco

230
20
0
0*Totale permanenti non strutturali G₂*

250 250

Q_k - Variabili

- Cat. E1 Archivi

600

Totale carichi variabili Q_k

600 600

TOTALE CARICHI

1450

Volte a botte in mattoni- livello 1daN/m² daN/m²G₁ - Permanenti strutturali

- Calotta in mattoni pieni sp. 15 cm
- Rinfianchi in materiale sciolto
- Soletta in cls

270
230
100*Totale permanenti strutturali G₁*

600 600

G₂ - Permanenti non strutturali

- Massetto
- Pavimento
- Incidenza tramezzi
- Intonaco

230
20
0
0*Totale permanenti non strutturali G₂*

250 250

Q_k - Variabili

- Cat. E1 Archivi

600

Totale carichi variabili Q_k

600 600

TOTALE CARICHI

1450

Solaio in acciaio e tavelloni - livello 1daN/m² daN/m²G₁ - Permanenti strutturali

- Incidenza travi in acciaio
- Riempimento in materiale sciolto
- Tavelloni laterizi
- Soletta in cls

20
40
40
100

<i>Totale permanenti strutturali G_1</i>	200	200
<i>G_2 - <u>Permanenti non strutturali</u></i>		
• Massetto	200	
• Pavimento	20	
• Incidenza tramezzi	0	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	250	250
<i>Q_k - <u>Variabili</u></i>		
• Cat. E1 Archivi	600	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	600	600
TOTALE CARICHI		1050
Controsoffitto in legno ed incannucciata - livello 1	daN/m ²	daN/m ²
<i>G_1 - <u>Permanenti strutturali</u></i>		
• Incidenza travi in legno	20	
• Incidenza vergoli in legno	10	
<i>Totale permanenti strutturali G_1</i>	30	30
<i>G_2 - <u>Permanenti non strutturali</u></i>		
• Incannucciata	20	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	50	50
<i>Q_k - <u>Variabili</u></i>		
• Cat. H Sottotetti - Manutenzione	50	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	50	50
TOTALE CARICHI		130
Scala in acciaio e tavelloni prima rampa - livello 1	daN/m ²	daN/m ²
<i>G_1 - <u>Permanenti strutturali</u></i>		
• Incidenza travi in acciaio	20	
• Riempimento in materiale sciolto	40	
• Tavelloni laterizi	40	
• Soletta in cls	100	
<i>Totale permanenti strutturali G_1</i>	200	200
<i>G_2 - <u>Permanenti non strutturali</u></i>		
• Riporto gradini	100	
• Pedate e alzate	120	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	250	250
<i>Q_k - <u>Variabili</u></i>		
• Cat. B Scale comuni	400	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	400	400

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE**
**PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 26 di 68

TOTALE CARICHI 850

Scala in acciaio e lamiera - pianerottolo - livello 1 daN/m² daN/m²
G₁ - Permanenti strutturali

- Incidenza travi in acciaio
- Impalcato in lamiera

Totale permanenti strutturali G₁ 50 50

G₂ - Permanenti non strutturali

- Massetto
- Pavimento

Totale permanenti non strutturali G₂ 250 250

Q_k - Variabili

- Cat. B Scale comuni

Totale carichi variabili Q_k 400 400

TOTALE CARICHI 700

ANALISI DEI CARICHI - Livello 2
Volte a crociera/padiglione in mattoni- livello 2 daN/m² daN/m²
G₁ - Permanenti strutturali

- Calotta in mattoni pieni sp. 15 cm
- Rinfianchi in materiale sciolto
- Soletta in cls

Totale permanenti strutturali G₁ 600 600

G₂ - Permanenti non strutturali

- Massetto
- Pavimento
- Incidenza tramezzi
- Intonaco

Totale permanenti non strutturali G₂ 370 370

Q_k - Variabili

- Cat. B2 Uffici

Totale carichi variabili Q_k 300 300

TOTALE CARICHI 1270

Volte a botte in mattoni- livello 2 daN/m² daN/m²
G₁ - Permanenti strutturali

- Calotta in mattoni pieni sp. 15 cm
- Rinfianchi in materiale sciolto
- Soletta in cls

Totale permanenti strutturali G₁ 600 600

G₂ - Permanenti non strutturali

- Massetto
- Pavimento

230
20

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE**
**PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 27 di 68

• Incidenza tramezzi	120	
• Intonaco	0	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	370	370

 Q_k - Variabili

• Cat. B2 Uffici	300	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	300	300

TOTALE CARICHI 1270

Solaio in acciaio e tavelloni - livello 2

G_1 - <u>Permanenti strutturali</u>	daN/m ²	daN/m ²
• Incidenza travi in acciaio	20	
• Riempimento in materiale sciolto	40	
• Tavelloni laterizi	40	
• Soletta in cls	100	
<i>Totale permanenti strutturali G_1</i>	200	200

 G_2 - Permanenti non strutturali

• Massetto	200	
• Pavimento	20	
• Incidenza tramezzi	120	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	370	370

 Q_k - Variabili

• Cat. B2 Uffici	300	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	300	300

TOTALE CARICHI 870

Solaio travi in c.a. e tavelle - sala Consiliare - livello 2

G_1 - <u>Permanenti strutturali</u>	daN/m ²	daN/m ²
• Incidenza travi varesi (h=13 cm)	40	
• Tavelle	50	
• Soletta (sp. 4 cm)	100	
<i>Totale permanenti strutturali G_1</i>	190	190

 G_2 - Permanenti non strutturali

• Massetto	200	
• Pavimento	20	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	250	250

 Q_k - Variabili

• Cat. C2 Sala consiliare	400	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	400	400

TOTALE CARICHI 840

Pianerottolo scala in latero-cemento - livello 2	daN/m ²	daN/m ²
G ₁ - <u>Permanenti strutturali</u>		
• Solaio a pignatte e travetti	250	
<i>Totale permanenti strutturali G₁</i>	250	250
G ₂ - <u>Permanenti non strutturali</u>		
• Massetto	200	
• Pavimento	20	
• Incidenza tramezzi	0	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G₂</i>	250	250
Q _k - <u>Variabili</u>		
• Cat. B Scale comuni	400	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	400	400
TOTALE CARICHI		900

Controsoffitto in legno e pannelle-ingresso-livello 2	daN/m ²	daN/m ²
G ₁ - <u>Permanenti strutturali</u>		
• Incidenza travi in legno	35	
• Incidenza vergoli in legno	10	
• Pannelle laterizie	55	
<i>Totale permanenti strutturali G₁</i>	100	100
G ₂ - <u>Permanenti non strutturali</u>		
• Massetto	0	
• Pavimento	0	
• Incidenza tramezzi	0	
• Intonaco	0	
<i>Totale permanenti non strutturali G₂</i>	0	0
Q _k - <u>Variabili</u>		
• Cat. H Sottotetti - Manutenzione	0	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	0	0
TOTALE CARICHI		100

Scala in acciaio e tavelloni pianerottolo - livello 2	daN/m ²	daN/m ²
G ₁ - <u>Permanenti strutturali</u>		
• Incidenza travi in acciaio	20	
• Impalcato in lamiera	30	
<i>Totale permanenti strutturali G₁</i>	50	50
G ₂ - <u>Permanenti non strutturali</u>		
• Riporto gradini	50	
• Rivestimento gradini	50	
<i>Totale permanenti non strutturali G₂</i>	100	100
Q _k - <u>Variabili</u>		
• Cat. B Scale comuni	400	

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE**
**PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 29 di 68

<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	400	400
TOTALE CARICHI		550

ANALISI DEI CARICHI - Livello 3

Solaio in latero-cemento - livello 3	daN/m ²	daN/m ²
<u>G₁ - Permanenti strutturali</u>		
• Solaio a pignatte e travetti	250	
<i>Totale permanenti strutturali G₁</i>	250	250
<u>G₂ - Permanenti non strutturali</u>		
• Massetto	200	
• Pavimento	20	
• Incidenza tramezzi	0	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G₂</i>	250	250
<u>Q_k - Variabili</u>		
• Cat. B2 Uffici	300	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	300	300
TOTALE CARICHI		800

Pianerottolo scala in latero-cemento - livello 3	daN/m ²	daN/m ²
<u>G₁ - Permanenti strutturali</u>		
• Solaio a pignatte e travetti	250	
<i>Totale permanenti strutturali G₁</i>	250	250
<u>G₂ - Permanenti non strutturali</u>		
• Massetto	200	
• Pavimento	20	
• Incidenza tramezzi	0	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G₂</i>	250	250
<u>Q_k - Variabili</u>		
• Cat. B Scale comuni	400	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	400	400
TOTALE CARICHI		900

Scala in acciaio e tavelloni pianerottolo - livello 3	daN/m ²	daN/m ²
<u>G₁ - Permanenti strutturali</u>		
• Incidenza travi in acciaio	20	
• Impalcato in lamiera	30	
<i>Totale permanenti strutturali G₁</i>	50	50
<u>G₂ - Permanenti non strutturali</u>		

• Riporto gradini	50	
• Rivestimento gradini	50	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	100	100
Q_k - <u>Variabili</u>		
• Cat. B Scale comuni	400	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	400	400
TOTALE CARICHI		550

Solaio in acciaio e tavelloni - livello 3	daN/m ²	daN/m ²
G_1 - <u>Permanenti strutturali</u>		
• Incidenza travi in acciaio	20	
• Riempimento in materiale sciolto	40	
• Tavelloni laterizi	40	
• Soletta in cls	100	
<i>Totale permanenti strutturali G_1</i>	200	200
G_2 - <u>Permanenti non strutturali</u>		
• Massetto	200	
• Pavimento	20	
• Incidenza tramezzi	160	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	410	410
Q_k - <u>Variabili</u>		
• Cat. B2 Uffici	300	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	300	300
TOTALE CARICHI		910

ANALISI DEI CARICHI - Livello 4 - Sottotetto

Solaio in latero-cemento - livello 4 - Sottotetto	daN/m ²	daN/m ²
G_1 - <u>Permanenti strutturali</u>		
• Solaio a pignatte e travetti	250	
<i>Totale permanenti strutturali G_1</i>	250	250
G_2 - <u>Permanenti non strutturali</u>		
• Massetto	0	
• Pavimento	0	
• Incidenza tramezzi	0	
• Intonaco	30	
<i>Totale permanenti non strutturali G_2</i>	30	30
Q_k - <u>Variabili</u>		
• Cat. H Sottotetti - Manutenzione	50	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	50	50
TOTALE CARICHI		330

ANALISI DEI CARICHI - Livello 4 - Copertura**Copertura in latero-cemento - Copertura****G₁ - Permanenti strutturali**

- Solaio a pignatte e travetti

	daN/m ²	daN/m ²
	250	
<i>Totale permanenti strutturali G₁</i>	250	250

G₂ - Permanenti non strutturali

- isolante e guaine impermeabilizzanti
- Manto di copertura

	0	
	100	
<i>Totale permanenti non strutturali G₂</i>	100	100

Q_k - Variabili

- Cat. Neve (quota 470 m slm)

	135	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	135	135

TOTALE CARICHI 485

Copertura travi in c.a. e tavelle - sala Consiliare - Copertura**G₁ - Permanenti strutturali**

- Incidenza travi varesi (h=13 cm)
- Tavelle (4+4 cm)
- Soletta (sp. 4 cm)

	daN/m ²	daN/m ²
	40	
	50	
	100	
<i>Totale permanenti strutturali G₁</i>	190	190

G₂ - Permanenti non strutturali

- Controsoffitto
- Intonaco
- Argilla espansa
- Manto di copertura

	50	
	30	
	20	
	100	
<i>Totale permanenti non strutturali G₂</i>	200	200

Q_k - Variabili

- Cat. Neve (quota 470 m slm)

	135	
<i>Totale carichi variabili Q_k</i>	135	135

TOTALE CARICHI 525

5.5 Combinazione delle azioni

Ai fini del calcolo e delle verifiche degli stati limite si definiscono, in accordo al par. 2.5.3 delle NTC18, le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

I valori dei coefficienti parziali per le azioni agli SLU, sono stati assunti in conformità alla tab. 2.6.1 delle NTC18 e valgono:

$$\gamma_{G1} = 1,3; \quad \gamma_{G2} = 1,5; \quad \gamma_{Q1} = 1,5.$$

Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i coefficienti di combinazione ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} , i cui valori sono forniti nella tab. 2.5.I delle NTC18 per edifici civili e industriali.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 33 di 68

Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Il dettaglio delle combinazioni utilizzate, sia in ambito statico che sismico, è riportato nei tabulati di calcolo allegati.

6 STATO ATTUALE – VERIFICHE STATICHE E SISMICHE

6.1 Verifiche del fabbricato in condizioni statiche allo SLU

Il programma di calcolo PCM provvede ad effettuare verifiche in condizioni statiche, tenendo conto dell'involuppo delle combinazioni di carico, che includono anche carichi da neve e da vento secondo quanto previsto dalle NTC18 e relativa Circolare Applicativa.

Alcuni elementi non soddisfano le verifiche per determinati meccanismi di rottura.

Di seguito si riporta la sintesi dei coefficienti minimi di sicurezza ottenuti per lo Stato attuale nel modello globale 3D descritto precedentemente, riferiti all'involuppo delle combinazioni di carico, valutando quindi la combinazione più gravosa.

Nella tabella è riportata:

- a sinistra il valore del coefficiente di sicurezza più basso riscontrato nelle verifiche;
- a destra la percentuale degli elementi verificati rispetto al totale.

Analisi Statica Lineare, NON Sismica (D.M.17.1.2018)		
Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5] Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura		
SLU di salvaguardia della Vita (SLV) Verifica di Resistenza (RES)		
Involuppo CCC		
Pressofless. complanare [§4.5.6]	0.000	98.6%
Taglio scostamento [§4.5.6]	2.573	100%
Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]	1.663	100%
Pressofless. ortogonale (da modello 3D)	0.000	95.9%
Pressofless. ortog. [§4.5.6.2]		
SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scostamento sul piano di posa [§6.4.2.1]	2.504	

Stato attuale – Analisi statica – Involuppo combinazioni SLU

Dalla tabella precedentemente riportata si evince che in condizioni statiche la quasi totalità degli elementi risulta verificata anche se esiste almeno un elemento non verificato con coefficiente di sicurezza nullo nei confronti della pressoflessione complanare o ortogonale. A meno di queste situazioni locali, l'edificio non evidenzia particolari carenze dal punto di vista statico.

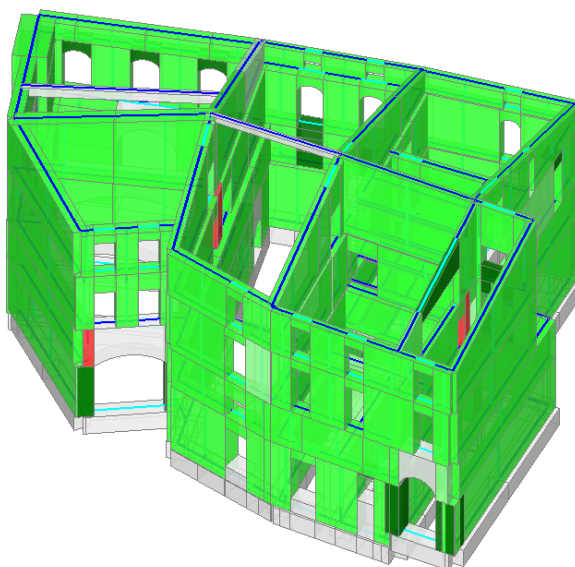
Per maggiori dettagli nelle verifiche si rimanda al tabulato di calcolo allegato.

La rappresentazione grafica delle verifiche a pressoflessione, taglio e pressoflessione ortogonale eseguite, viene sinteticamente riportato nelle pagine che seguono mediante immagini a colori ove:

- con il **colore rosso** sono evidenziati i maschi per i quali la verifica non è soddisfatta (rapporto tra azioni resistenti e azioni agenti minore di 1);
- con il **colore verde** sono indicati i maschi per i quali la verifica è soddisfatta (rapporto tra azioni resistenti e azioni agenti maggiore o uguale a 1).

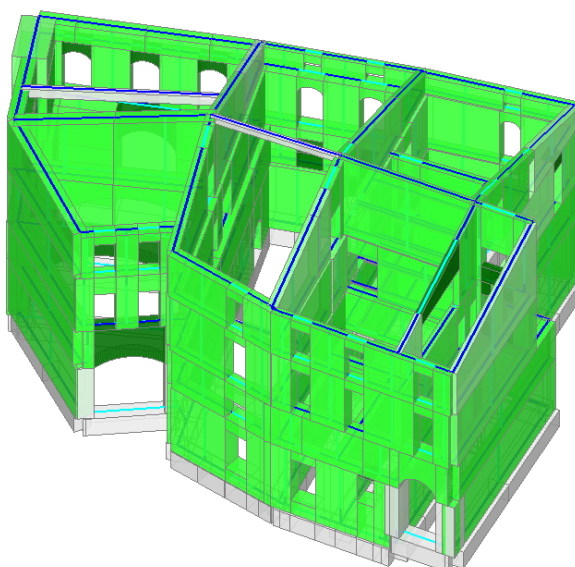
L'intensità della colorazione indica di quanto ci si allontana dal valore di riferimento (rapporto pari a 1).

- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



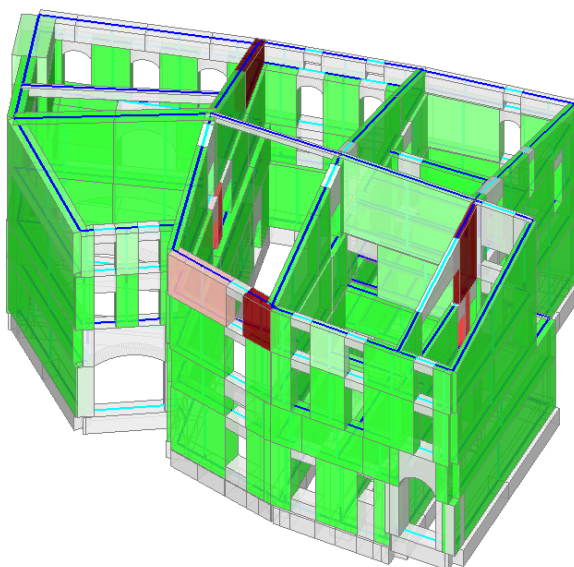
Assonometria delle Verifiche a pressoflessione

- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Assonometria delle Verifiche a taglio

- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Assonometria delle Verifiche a pressoflessione ortogonale 3D

6.2 Verifiche del fabbricato in condizioni sismiche allo SLD ed SLV – analisi pushover

Le verifiche di resistenza in condizioni sismiche, allo SLD ed SLV sono state effettuate mediante analisi pushover. La verifica globale è condotta controllando che la domanda in spostamento sia inferiore alla capacità in spostamento (relativa allo stato limite considerato), in tal caso la verifica è soddisfatta.

L'analisi è stata condotta in relazione alle due distinte distribuzioni di forze orizzontali indicate al paragrafo C8.7.1.3.1 della Circolare alle NTC18 per gli edifici esistenti. Le curve adottate sono le seguenti:

- Prima distribuzione del Gruppo 1 – Curva A;
- Prima distribuzione del Gruppo 2 – Curva E;

L'edificio è stato analizzato applicando ogni distribuzione delle forze (A-E) nelle direzioni +X, -X, +Y e -Y. Gli effetti dell'azione sismica sono stati ricavati dal confronto tra le tre combinazioni ottenute permutando i coefficienti moltiplicativi della seguente espressione, come specificato al par. 7.3.5 delle NTC18:

$$E_x + 0,30 E_y + 0,30 E_z$$

Nelle analisi, cautelativamente, si è tenuto conto, nel caso in cui portino a condizioni peggiorative, anche degli effetti prodotti dalla eccentricità accidentali e dalla sovrapposizione della componente sismica verticale E_z .

Il numero delle curve analizzate risulta pari a 96.

Le verifiche eseguite per i maschi murari ai vari passi dell'analisi sono:

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA
Relazione Illustrativa e dei Calcoli**

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 37 di 68

- verifica a pressoflessione nel piano;
- verifica a taglio per scorrimento;
- verifica a taglio per fessurazione diagonale;
- verifica a pressoflessione ortogonale.

Le strisce sono state considerate con comportamento ad arco e sono state verificate a taglio.

Gli impalcati della struttura sono stati considerati non rigidi nel loro piano, a causa delle loro caratteristiche costruttive, a meno dei campi di solaio delle falde di copertura a livello 4, che sono state considerate "localmente" rigidi nel piano.

Le curve di capacità della struttura reale analizzata (sistema a più gradi di libertà: M-GDL) vengono rappresentate in diagrammi che riportano in ascisse lo Spostamento del punto di controllo, ed in ordinate il Taglio globale alla base. Per ogni curva, attraverso le relazioni di equivalenza dinamica, riportate al punto C7.3.4.2, viene definita la corrispondente curva del sistema ad un grado di libertà equivalente 1-GDL, e successivamente il diagramma bilineare, attraverso il quale è possibile definire la domanda sismica (spostamento richiesto secondo lo spettro di risposta) del sistema 1-GDL, ricondotta infine alla domanda per il sistema M-GDL.

Si riporta il report con l'elenco delle curve pushover analizzate con gli indici di rischio espressi in termini di PGA e T_R .

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 38 di 68

N°curva	Corrente	Vista	Distr.	Direz.	Direz.2	Mt	Ez	Control	ζ,PGA(SLV)	ζ,TR(SLV)	VN,CLV	ζ,PGA(SLD)	ζ,TR(SLD)
1	●	☑	A	+X'	+0.3Y'			L4	0.589	0.185	9	0.685	0.446
2	●	☐	A	+X'	+0.3Y'		±	L4	0.566	0.170	9	0.591	0.337
3	●	☐	A	+X'	+0.3Y'	+		L4	0.594	0.194	10	0.691	0.455
4	●	☐	A	+X'	+0.3Y'	+	±	L4	0.576	0.177	9	0.591	0.337
5	●	☐	A	+X'	+0.3Y'	-		L4	0.633	0.228	11	0.652	0.406
6	●	☐	A	+X'	+0.3Y'	-	±	L4	0.576	0.179	9	0.575	0.317
7	●	☐	A	+X'	-0.3Y'			L4	0.654	0.247	12	0.740	0.505
8	●	☐	A	+X'	-0.3Y'		±	L4	0.607	0.202	10	0.619	0.366
9	●	☐	A	+X'	-0.3Y'	+		L4	0.661	0.255	13	0.762	0.535
10	●	☐	A	+X'	-0.3Y'	+	±	L4	0.618	0.213	11	0.630	0.376
11	●	☐	A	+X'	-0.3Y'	-		L4	0.661	0.255	13	0.718	0.475
12	●	☐	A	+X'	-0.3Y'	-	±	L4	0.599	0.195	10	0.602	0.356
13	●	☐	A	+Y'	+0.3X'			L4	0.641	0.235	12	0.862	0.693
14	●	☐	A	+Y'	+0.3X'		±	L4	0.602	0.200	10	0.729	0.495
15	●	☐	A	+Y'	+0.3X'	+		L4	0.618	0.214	11	0.812	0.624
16	●	☐	A	+Y'	+0.3X'	+	±	L4	0.592	0.189	9	0.702	0.455
17	●	☐	A	+Y'	+0.3X'	-		L4	0.674	0.271	14	0.884	0.752
18	●	☐	A	+Y'	+0.3X'	-	±	L4	0.649	0.241	12	0.757	0.525
19	●	☐	A	+Y'	-0.3X'			L4	0.711	0.309	15	0.867	0.723
20	●	☐	A	+Y'	-0.3X'		±	L4	0.661	0.255	13	0.757	0.525
21	●	☐	A	+Y'	-0.3X'	+		L4	0.669	0.262	13	0.862	0.693
22	●	☐	A	+Y'	-0.3X'	+	±	L4	0.620	0.215	11	0.724	0.485
23	●	☐	A	+Y'	-0.3X'	-		L4	0.762	0.376	19	0.884	0.752
24	●	☐	A	+Y'	-0.3X'	-	±	L4	0.703	0.303	15	0.757	0.535
25	●	☐	A	-X'	+0.3Y'			L4	0.649	0.239	12	0.746	0.515
26	●	☐	A	-X'	+0.3Y'		±	L4	0.607	0.201	10	0.630	0.376
27	●	☐	A	-X'	+0.3Y'	+		L4	0.649	0.243	12	0.724	0.485
28	●	☐	A	-X'	+0.3Y'	+	±	L4	0.602	0.199	10	0.619	0.366
29	●	☐	A	-X'	+0.3Y'	-		L4	0.669	0.262	13	0.746	0.515
30	●	☐	A	-X'	+0.3Y'	-	±	L4	0.618	0.211	11	0.630	0.376
31	●	☐	A	-X'	-0.3Y'			L4	0.592	0.192	10	0.685	0.446
32	●	☐	A	-X'	-0.3Y'		±	L4	0.568	0.173	9	0.591	0.337
33	●	☐	A	-X'	-0.3Y'	+		L4	0.628	0.224	11	0.652	0.396
34	●	☐	A	-X'	-0.3Y'	+	±	L4	0.576	0.179	9	0.558	0.307
35	●	☐	A	-X'	-0.3Y'	-		L4	0.628	0.224	11	0.685	0.446
36	●	☐	A	-X'	-0.3Y'	-	±	L4	0.589	0.188	9	0.591	0.337
37	●	☐	A	-Y'	+0.3X'			L4	0.729	0.332	17	0.867	0.723
38	●	☐	A	-Y'	+0.3X'		±	L4	0.677	0.272	14	0.740	0.505
39	●	☐	A	-Y'	+0.3X'	+		L4	0.755	0.366	18	0.873	0.733
40	●	☐	A	-Y'	+0.3X'	+	±	L4	0.685	0.281	14	0.773	0.554
41	●	☐	A	-Y'	+0.3X'	-		L4	0.700	0.300	15	0.862	0.693
42	●	☐	A	-Y'	+0.3X'	-	±	L4	0.641	0.235	12	0.729	0.495
43	●	☐	A	-Y'	-0.3X'			L4	0.654	0.251	13	0.867	0.703
44	●	☐	A	-Y'	-0.3X'		±	L4	0.610	0.204	10	0.729	0.495
45	●	☐	A	-Y'	-0.3X'	+		L4	0.729	0.332	17	0.917	0.812
46	●	☐	A	-Y'	-0.3X'	+	±	L4	0.651	0.244	12	0.779	0.564
47	●	☐	A	-Y'	-0.3X'	-		L4	0.620	0.216	11	0.801	0.614
48	●	☐	A	-Y'	-0.3X'	-	±	L4	0.576	0.178	9	0.691	0.446

Stato attuale – Distr. A – Indicatori di rischio sismico analisi pushover

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 39 di 68

49	●	□	E	+X'	+0.3Y'			L4	0.886	0.623	31	0.884	0.752
50	●	□	E	+X'	+0.3Y'		±	L4	0.798	0.435	22	0.729	0.495
51	●	□	E	+X'	+0.3Y'	+		L4	0.891	0.645	32	0.890	0.762
52	●	□	E	+X'	+0.3Y'	+	±	L4	0.778	0.399	20	0.740	0.505
53	●	□	E	+X'	+0.3Y'	-		L4	0.938	0.776	39	0.884	0.752
54	●	□	E	+X'	+0.3Y'	-	±	L4	0.809	0.453	23	0.729	0.495
55	●	□	E	+X'	-0.3Y'			L4	0.922	0.733	37	0.961	0.901
56	●	□	E	+X'	-0.3Y'		±	L4	0.809	0.451	23	0.790	0.574
57	●	□	E	+X'	-0.3Y'	+		L4	0.886	0.623	31	0.961	0.901
58	●	□	E	+X'	-0.3Y'	+	±	L4	0.822	0.478	24	0.796	0.594
59	●	□	E	+X'	-0.3Y'	-		L4	0.966	0.875	44	0.939	0.871
60	●	□	E	+X'	-0.3Y'	-	±	L4	0.845	0.526	26	0.773	0.554
61	●	□	E	+Y'	+0.3X'			L4	0.827	0.491	25	1.011	1.020
62	●	□	E	+Y'	+0.3X'		±	L4	0.912	0.692	35	0.884	0.743
63	●	□	E	+Y'	+0.3X'	+		L4	0.811	0.456	23	0.972	0.921
64	●	□	E	+Y'	+0.3X'	+	±	L4	0.837	0.507	25	0.862	0.703
65	●	□	E	+Y'	+0.3X'	-		L4	0.866	0.571	29	1.044	1.109
66	●	□	E	+Y'	+0.3X'	-	±	L4	0.910	0.700	35	0.917	0.812
67	●	□	E	+Y'	-0.3X'			L4	0.899	0.661	33	1.000	1.010
68	●	□	E	+Y'	-0.3X'		±	L4	0.959	0.856	43	0.890	0.762
69	●	□	E	+Y'	-0.3X'	+		L4	0.860	0.557	28	0.978	0.941
70	●	□	E	+Y'	-0.3X'	+	±	L4	0.894	0.653	33	0.867	0.713
71	●	□	E	+Y'	-0.3X'	-		L4	0.959	0.846	42	1.044	1.109
72	●	□	E	+Y'	-0.3X'	-	±	L4	1.052	1.239	62	0.917	0.812
73	●	□	E	-X'	+0.3Y'			L4	0.899	0.661	33	0.961	0.901
74	●	□	E	-X'	+0.3Y'		±	L4	0.889	0.638	32	0.790	0.574
75	●	□	E	-X'	+0.3Y'	+		L4	0.889	0.630	32	0.956	0.881
76	●	□	E	-X'	+0.3Y'	+	±	L4	0.786	0.412	21	0.773	0.554
77	●	□	E	-X'	+0.3Y'	-		L4	0.884	0.615	31	0.961	0.901
78	●	□	E	-X'	+0.3Y'	-	±	L4	0.860	0.560	28	0.790	0.584
79	●	□	E	-X'	-0.3Y'			L4	0.891	0.638	32	0.884	0.752
80	●	□	E	-X'	-0.3Y'		±	L4	0.775	0.395	20	0.729	0.495
81	●	□	E	-X'	-0.3Y'	+		L4	0.881	0.608	30	0.867	0.723
82	●	□	E	-X'	-0.3Y'	+	±	L4	0.770	0.388	19	0.724	0.485
83	●	□	E	-X'	-0.3Y'	-		L4	0.990	0.952	48	0.917	0.802
84	●	□	E	-X'	-0.3Y'	-	±	L4	0.928	0.742	37	0.746	0.515
85	●	□	E	-Y'	+0.3X'			L4	0.891	0.645	32	1.017	1.030
86	●	□	E	-Y'	+0.3X'		±	L4	0.974	0.901	45	0.901	0.772
87	●	□	E	-Y'	+0.3X'	+		L4	0.933	0.767	38	1.033	1.069
88	●	□	E	-Y'	+0.3X'	+	±	L4	1.008	1.033	52	0.923	0.832
89	●	□	E	-Y'	+0.3X'	-		L4	0.873	0.600	30	0.989	0.970
90	●	□	E	-Y'	+0.3X'	-	±	L4	0.930	0.759	38	0.884	0.743
91	●	□	E	-Y'	-0.3X'			L4	0.824	0.486	24	1.017	1.030
92	●	□	E	-Y'	-0.3X'		±	L4	0.902	0.677	34	0.890	0.762
93	●	□	E	-Y'	-0.3X'	+		L4	0.884	0.615	31	1.061	1.149
94	●	□	E	-Y'	-0.3X'	+	±	L4	0.959	0.856	43	0.923	0.832
95	●	□	E	-Y'	-0.3X'	-		L4	0.798	0.434	22	0.961	0.901
96	●	□	E	-Y'	-0.3X'	-	±	L4	0.904	0.684	34	0.834	0.653

Stato attuale – Distr. E – Indicatori di rischio sismico analisi pushover

Le curve che forniscono il minore indice di rischio negli stati limite considerati sono: la curva **n. 2** della **distribuzione A** per lo **SLV** e la curva **n. 34** della **distribuzione A** per lo **SLD**.

N° curva	Corrente	Vista	Distr.	Direz.	Direz. 2	Mt.	Ez.	Control	$\zeta, PGA(SLV) \pm$	$\zeta, TR(SLV)$	VN, CLV	$\zeta, PGA(SLD) \pm$	$\zeta, TR(SLD)$
2	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A	+X'	+0.3Y'		±	L4	0.566	0.170	9	0.591	0.337
32	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	A	-X'	-0.3Y'		±	L4	0.568	0.173	9	0.591	0.337
4	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	A	+X'	+0.3Y'	+	±	L4	0.576	0.177	9	0.591	0.337

Curva più gravosa allo **SLV** – n.2

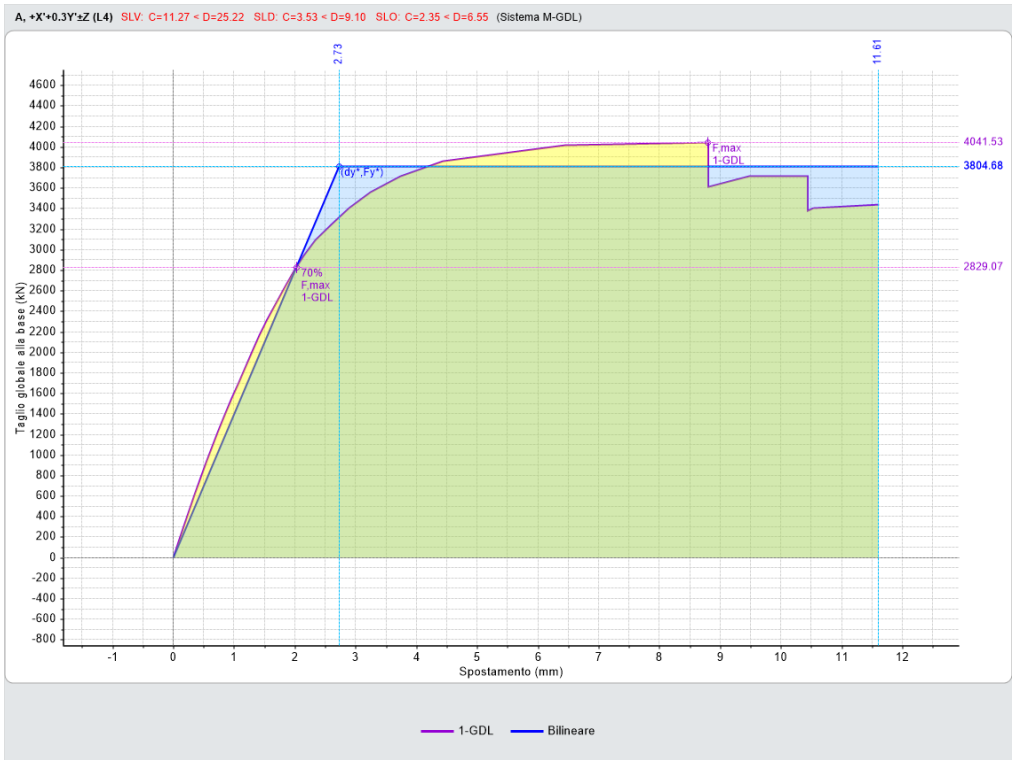
N° curva	Corrente	Vista	Distr.	Direz.	Direz. 2	Mt.	Ez.	Control	$\zeta, PGA(SLV)$	$\zeta, TR(SLV)$	VN, CLV	$\zeta, PGA(SLD) \pm$	$\zeta, TR(SLD)$
34	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A	-X'	-0.3Y'	+	±	L4	0.576	0.179	9	0.558	0.307
6	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	A	+X'	+0.3Y'	-	±	L4	0.576	0.179	9	0.575	0.317
2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A	+X'	+0.3Y'		±	L4	0.566	0.170	9	0.591	0.337

Curva più gravosa allo **SLD** – n.34

Studio della curva più gravosa allo SLV

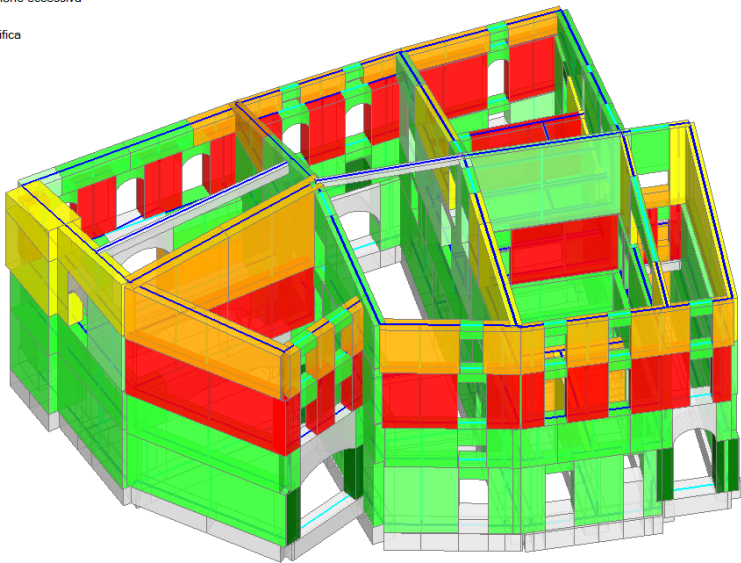


STATO ATTUALE – curve M-GDL e 1-GDL della push over più gravosa – **SLV**



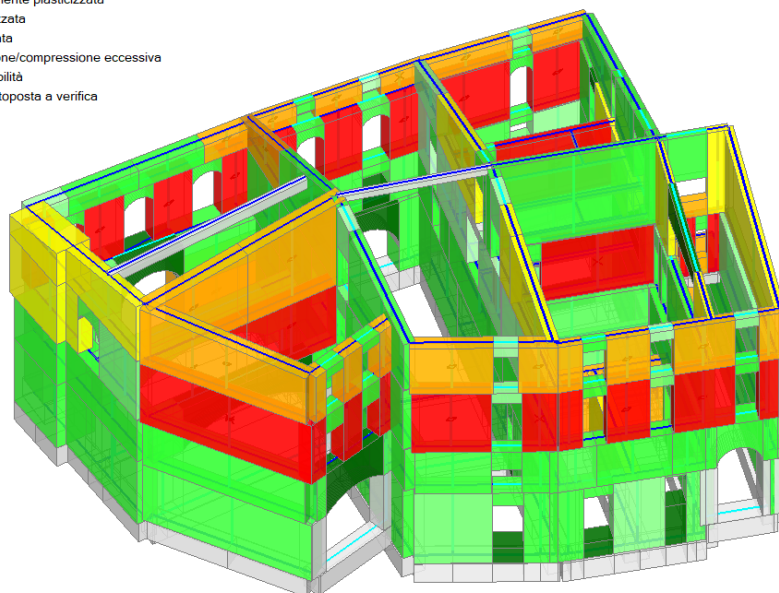
STATO ATTUALE – curve 1-GDL e bilineare equivalente della pushover più gravosa – **SLV**

- Asta in fase elastica
- Asta parzialmente plasticizzata
- Asta plasticizzata
- Asta collassata
- Asta in trazione/compressione eccessiva
- Asta in instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Ultimo passo pushover - report verifiche a pressoflessione.

- Asta in fase elastica
- Asta parzialmente plasticizzata
- Asta plasticizzata
- Asta collassata
- Asta in trazione/compressione eccessiva
- Asta in instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



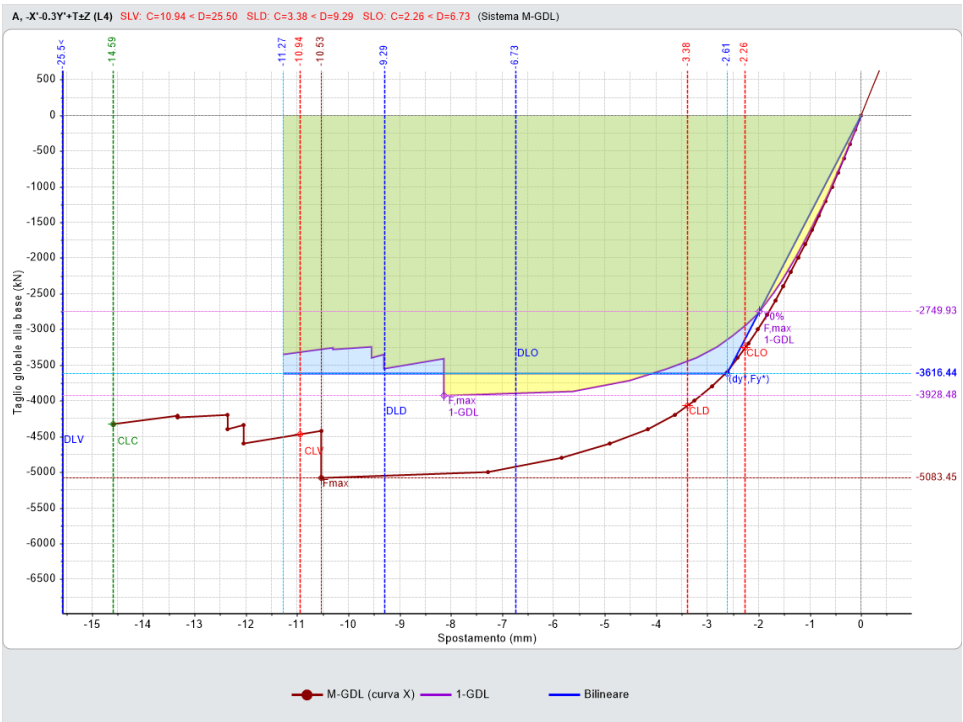
Ultimo passo pushover - report verifiche a taglio.

L'analisi della storia evolutiva delle curve consente di determinare come l'arresto della pushover sia dovuto al collasso di tutti gli elementi al "Piano Primo" sotto azioni complanari.

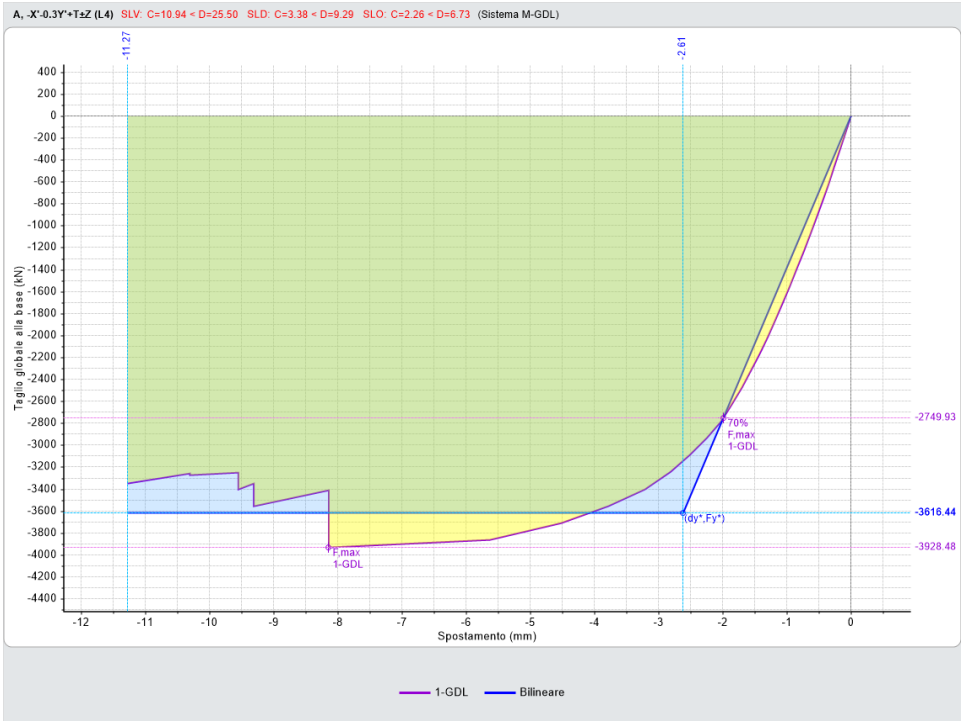
Dall'analisi degli indici si nota che la curva che ha prodotto il minor indicatore allo SLV è quella relativa alla distribuzione di forze A con direzione principale +X, in combinazione bidirezionale delle azioni, con l'aggiunta dell'azione sismica verticale.

Essendo l'indicatore $\zeta_{E\text{ SLV,PGA}} = 0,566$ l'edificio non risulta sismicamente adeguato, cioè capace di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC18, con il grado di sicurezza previsto dalle stesse.

Studio della curva più gravosa allo SLD

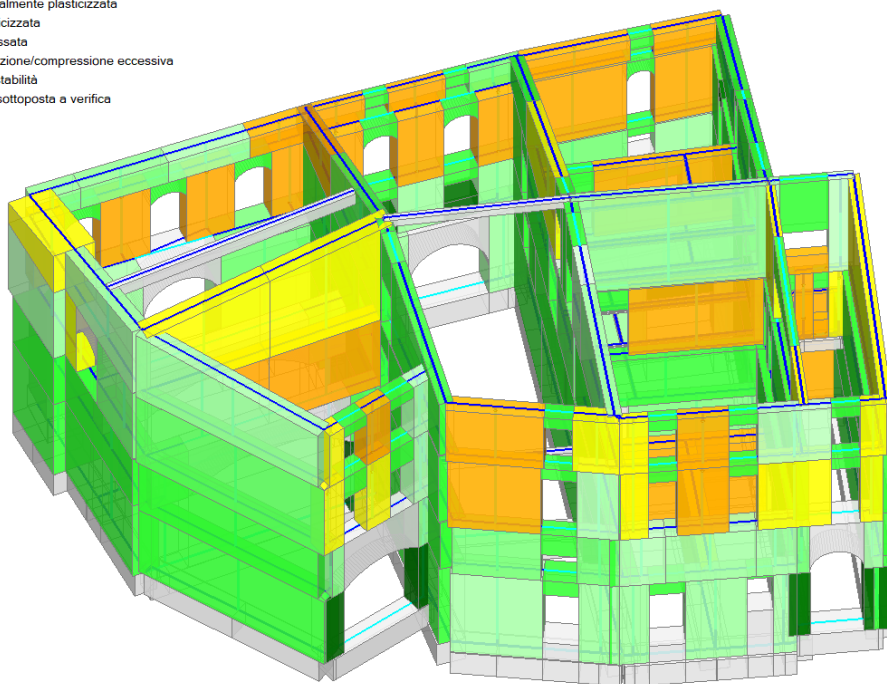


STATO ATTUALE – curve M-GDL e 1-GDL della push over più gravosa – SLD



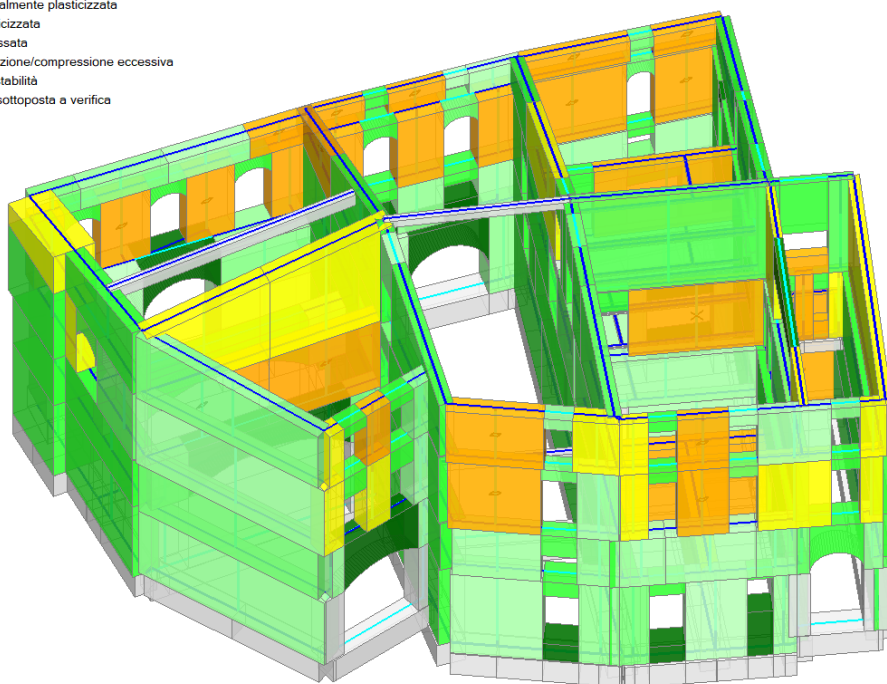
STATO ATTUALE – curve 1-GDL e bilineare equivalente della push over più gravosa – SLD

- Asta in fase elastica
- Asta parzialmente plasticizzata
- Asta plasticizzata
- Asta collassata
- Asta in trazione/compressione eccessiva
- Asta in instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Report verifiche a pressoflessione.
Passo in cui si raggiunge la capacità di spostamento limite allo SLD.

- Asta in fase elastica
- Asta parzialmente plasticizzata
- Asta plasticizzata
- Asta collassata
- Asta in trazione/compressione eccessiva
- Asta in instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Report verifiche a taglio.
Passo in cui si raggiunge la capacità di spostamento limite allo SLD.

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 45 di 68

L'analisi della storia evolutiva delle curve consente di determinare come la capacità allo SLD sia determinata dalla plasticizzazione di tutti gli elementi verticali al "Piano Primo" sotto azioni complanari.

Dall'analisi degli indici si nota che la curva che ha prodotto il minor indicatore allo SLD è quella relativa alla distribuzione di forze A con direzione principale -X, in combinazione bidirezionale delle azioni, con l'aggiunta del momento torcente e dell'effetto dell'azione sismica verticale Ez.

Essendo l'indicatore $\zeta_{E,SLD,PGA} = 0,558$ l'edificio non risulta capace di soddisfare la domanda in termini di spostamento definita dalle NTC18, con il grado di sicurezza previsto dalle stesse.

Per maggiori dettagli sulle verifiche si rimanda al tabulato di calcolo.

Di seguito si riporta le sintesi degli indici di rischio derivanti dalle analisi pushover allo stato attuale:

STATO LIMITE CONSIDERATO	INDICATORE DI RISCHIO $\zeta_{E,SL} (PGA_c/PGA_d)$
SLD	0,558
SLV	0,566

6.3 Verifiche del fabbricato in condizioni sismiche allo SLO – analisi lineare

Il programma di calcolo PCM provvede ad effettuare verifiche in condizioni sismiche mediante analisi dinamica modale lineare secondo quanto previsto dalle NTC18 e relativa Circolare Applicativa.

Ai fini delle verifiche allo Stato Limite di Operatività (SLO - in termini di rigidezza), si è ritenuto opportuno adottare i risultati ottenuti dalle analisi lineari essendo questi maggiormente rappresentativi del comportamento in fase elastica della struttura sotto le azioni di progetto, seguendo le indicazioni riportate al cap. 4 della presente relazione.

Di seguito si riporta la sintesi degli indicatori di rischio che definiscono il livello di sicurezza per lo Stato attuale nel modello globale 3D descritto precedentemente. Il programma di calcolo fornisce in output direttamente il calcolo degli indicatori di rischio in termini di accelerazione e tempi di ritorno.

SLE di Operatività (SLO) Verifica di Rigidezza (RIG) Ed.esistente, CU IV: obbligatoria		PGA,DLO = 0.144 g - TR,DLO = 60 anni - P,VR, DLO = 81 %										
(d,r / h),max (per mille; deve essere: < 1.33) = 1.690 Coefficiente di sicurezza (= 1.33 / (d,r / h),max) = 0.787		<table border="1"> <tr> <td>PGA,CLO (g)</td> <td>TR,CLO (anni)</td> <td>PVR,CLO (%)</td> </tr> <tr> <td>0.112</td> <td>37</td> <td>93.349</td> </tr> </table>		PGA,CLO (g)	TR,CLO (anni)	PVR,CLO (%)	0.112	37	93.349			
PGA,CLO (g)	TR,CLO (anni)	PVR,CLO (%)										
0.112	37	93.349										
Coefficienti di sicurezza per verifiche da azione sismica in input: verde: soddisfatte per tutti gli elementi: (zeta),E>=1.000 rosso: non soddisfatte per uno o più elementi: (zeta),E<1.000		<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Indicatori di rischio (zeta,E),SLO</td> </tr> <tr> <td>PGA,CLO / PGA,DLO</td> <td>TR,CLO / TR,DLO</td> <td>VN,CLO (anni)</td> </tr> <tr> <td>0.778</td> <td>0.617</td> <td>2</td> </tr> </table>		Indicatori di rischio (zeta,E),SLO			PGA,CLO / PGA,DLO	TR,CLO / TR,DLO	VN,CLO (anni)	0.778	0.617	2
Indicatori di rischio (zeta,E),SLO												
PGA,CLO / PGA,DLO	TR,CLO / TR,DLO	VN,CLO (anni)										
0.778	0.617	2										
Valori assenti: comportamenti non analizzati Indicatori in grigio: comportamenti da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III) Per la verifica complessiva dell'edificio: consultare Report, Indicatori di rischio sismico												

Stato attuale – Analisi dinamica modale lineare – SLO

Dalla immagine riportata in precedenza, si evince che l'edificio non è capace di soddisfare la domanda definita dalle NTC18 per la verifica in termini di rigidezza allo Stato Limite di Operatività, con un indicatore di rischio pari a $\zeta_{E\ SLO,PGA} = 0,778$. Per i dettagli delle verifiche si rimanda al tabulato di calcolo allegato.

6.4 Verifiche del fabbricato in condizioni sismiche – Analisi dei cinematismi di collasso

Le verifiche sismiche dei cinematismi di collasso sono state eseguite come indicato al par. 4.3 della presente relazione.

In particolare sono stati analizzati i seguenti tipi di meccanismi:

- ribaltamento di parete monopiano e pluripiano;
- instabilità verticale delle pareti (flessioni verticali intorno a cerniere orizzontali).

Si è scelto di studiare i cinematismi con maggiori probabilità di attivarsi, con particolare attenzione ai maschi murari con la presenza di spinte dovute alle volte presenti ai primi due livelli, nonché le celle murarie con maggiore interesse tra gli elementi di controvento.

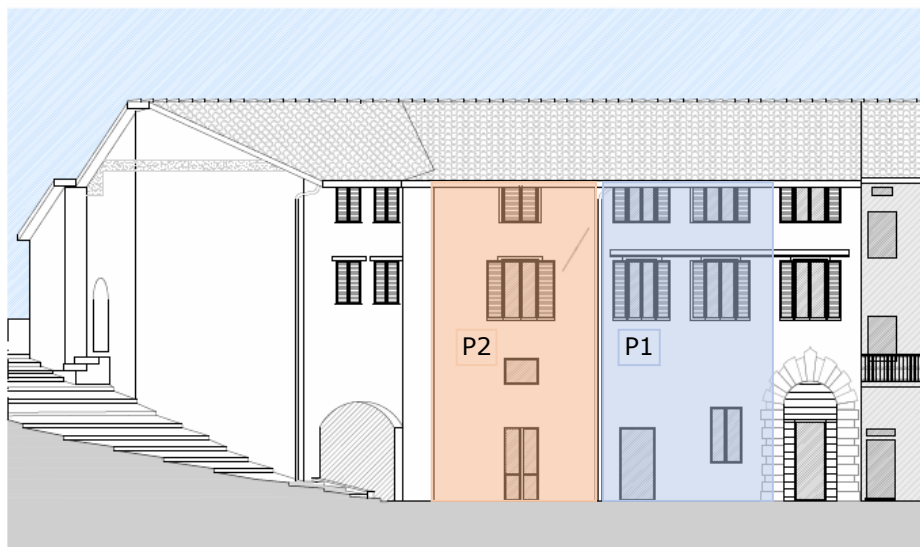
A favore di sicurezza non si è tenuto conto dell'eventuale effetto di ammorsatura delle murature ortogonali alla facciata.

Si è tenuto invece conto del tiro delle catene esistenti rilevate in fase conoscitiva assumendo un valore della forza di tiro pari a $T=12\text{ kN}$.

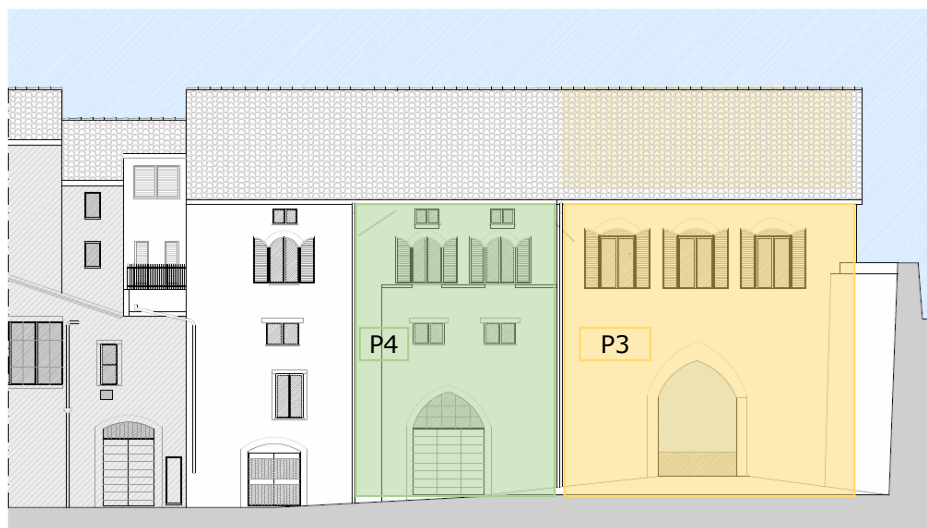
Nel calcolo della forza T si è tenuto conto del meccanismo di collasso per punzonamento della muratura, con una diffusione delle tensioni su un perimetro medio pari a circa $(2 \times 110\text{ cm} + 2 \times 50\text{ cm})$ e su uno spessore della muratura medio pari a 50 cm. La resistenza a taglio della muratura è assunta pari a 0,025 ($FC=1,06; \gamma_M=3,00$).

Sono state studiate le cinque pareti che si sviluppano su quattro livelli, situate in corrispondenza del prospetto ovest su Piazza Fortebraccio, del prospetto est su via Sant'Albertino e del prospetto sud affacciate sul terrazzo esterno.

A seguire si riportano i prospetti di Stato di Attuale per l'individuazione delle pareti oggetto di studio:



PROSPETTO LATO OVEST
Stato Attuale 1:100



PROSPETTO LATO EST
Stato Attuale 1:100



SEZIONE - PROSPETTO C-C
Stato Attuale 1:100

Il programma PCM di Aedes produce in automatico le verifiche dei cinematici una volta individuato il tipo e gli elementi partecipanti. Di seguito si riportano le schermate dei cinematici considerati con i relativi indicatori:

01. P. ovest-1.1-Rib

Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.153$



SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.068 / 0.181 = 0.375$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 14 / 101 = 0.139$$



SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.143 / 0.387 = 0.370$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 58 / 949 = 0.061$$



02. P. ovest-1.2-Rib

Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.142$

■ SLD

$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.095 / 0.181 = 0.524$

$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 27 / 101 = 0.267$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.196 / 0.387 = 0.507$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 123 / 949 = 0.130$



03. P. ovest-1.3-Rib

Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.000$

■ SLD

$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.000 / 0.181 = 0.000$

$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 0 / 101 = 0.000$

■ SLV

$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.000 / 0.387 = 0.000$

$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 0 / 949 = 0.000$



04. P. ovest-1.4-Flex

Flessione di parete vincolata ai bordi
 $\alpha_0 = 0.073$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.070 / 0.181 = 0.386$$
$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 15 / 101 = 0.149$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.141 / 0.387 = 0.365$$
$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 57 / 949 = 0.060$$



07. P. ovest-2.1-Rib

Ribaltamento semplice
 $\alpha_0 = 0.235$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.107 / 0.181 = 0.590$$
$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 34 / 101 = 0.337$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.219 / 0.387 = 0.566$$
$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 159 / 949 = 0.168$$



08. P. ovest-2.2-Rib

Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.128$

■ SLD

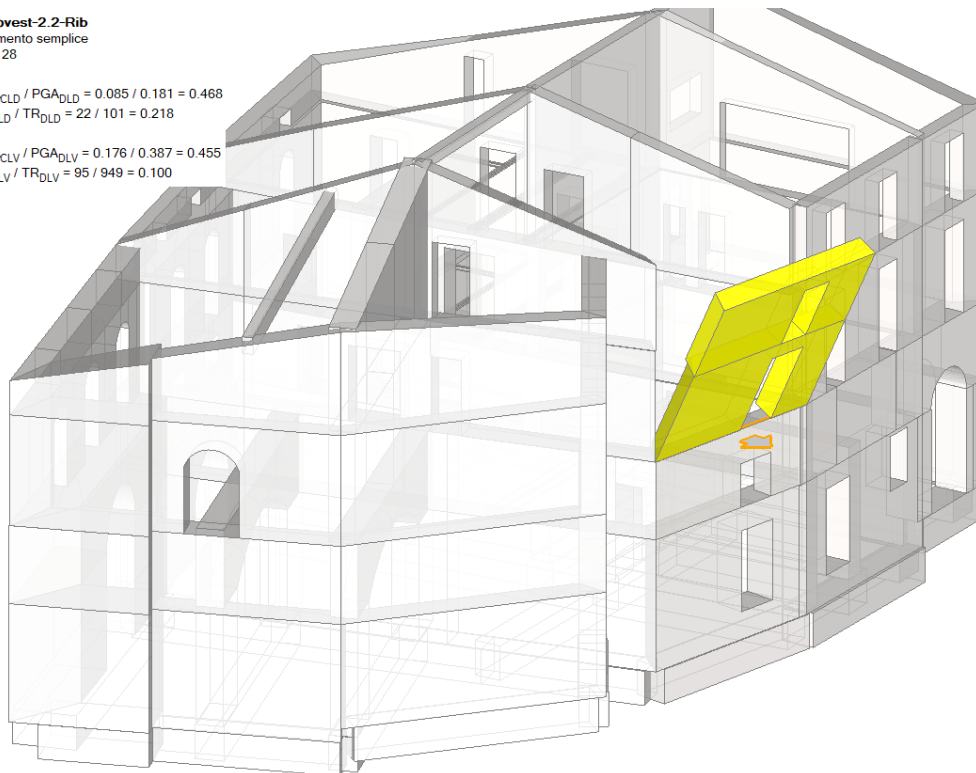
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.085 / 0.181 = 0.468$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 22 / 101 = 0.218$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.176 / 0.387 = 0.455$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 95 / 949 = 0.100$$



09. P. ovest-2.3-Rib

Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.095$

■ SLD

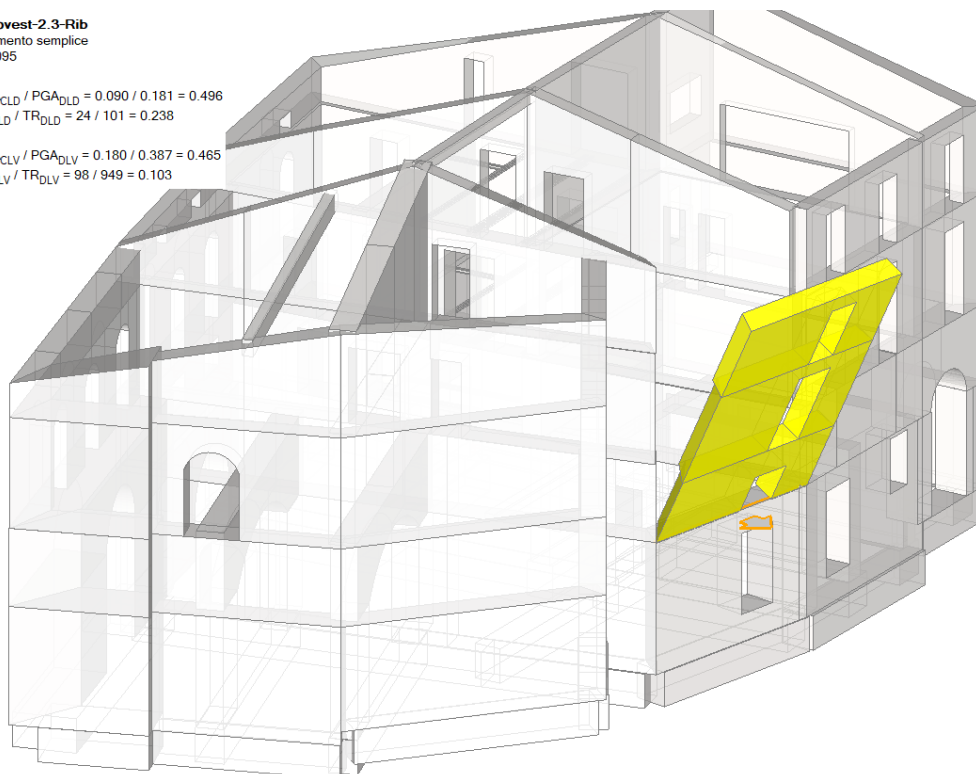
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.090 / 0.181 = 0.496$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 24 / 101 = 0.238$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.180 / 0.387 = 0.465$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 98 / 949 = 0.103$$



10. P. ovest-2.4-Rib

Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.069$

■ SLD

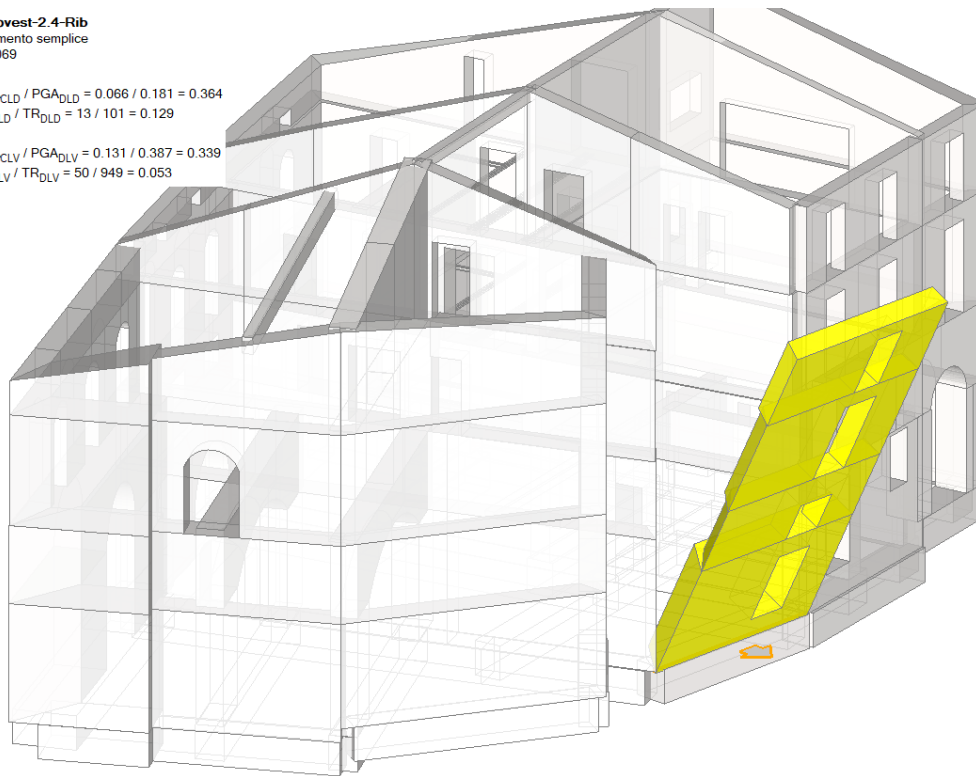
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.066 / 0.181 = 0.364$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 13 / 101 = 0.129$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.131 / 0.387 = 0.339$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 50 / 949 = 0.053$$



14. P. est-3.1-Rib

Ribaltamento semplice

$\alpha_0 = 0.093$

■ SLD

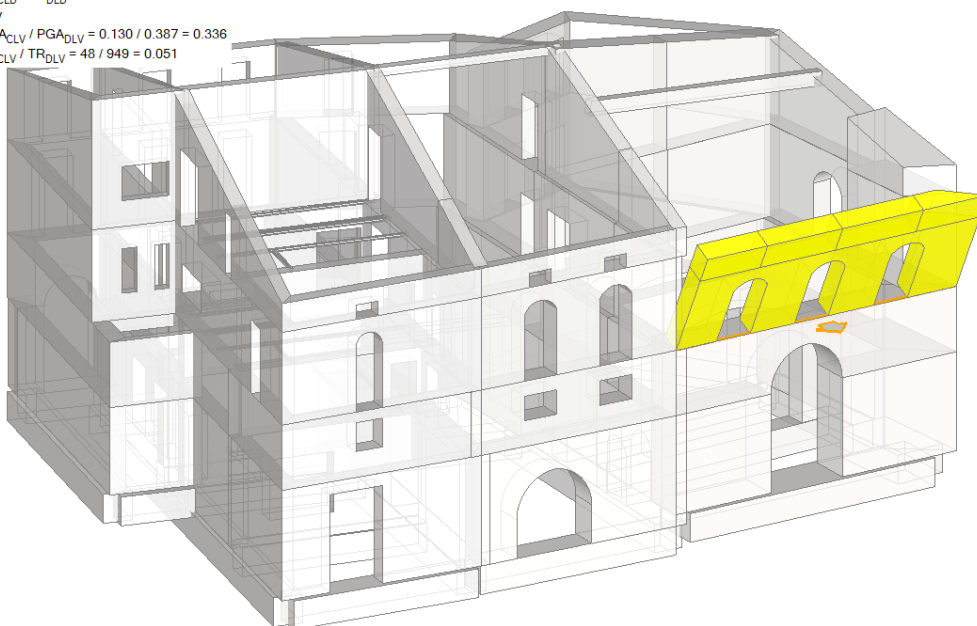
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.063 / 0.181 = 0.347$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 12 / 101 = 0.119$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.130 / 0.387 = 0.336$$

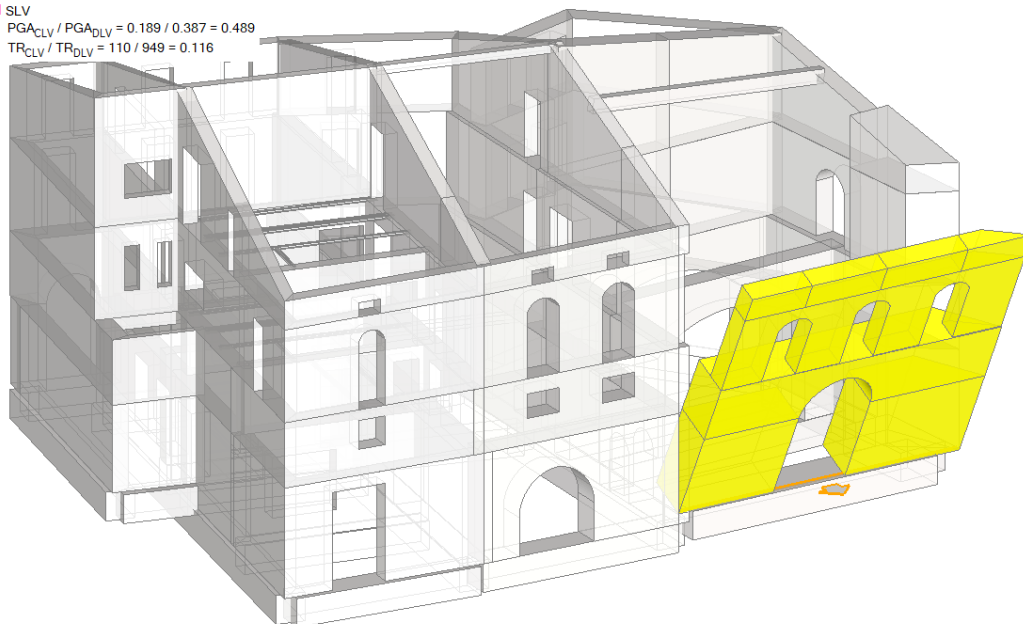
$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 48 / 949 = 0.051$$



15. P.est-3.2-Rib
Ribaltamento semplice
 $\alpha_0 = 0.099$

■ SLD
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.094 / 0.181 = 0.518$
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 26 / 101 = 0.257$

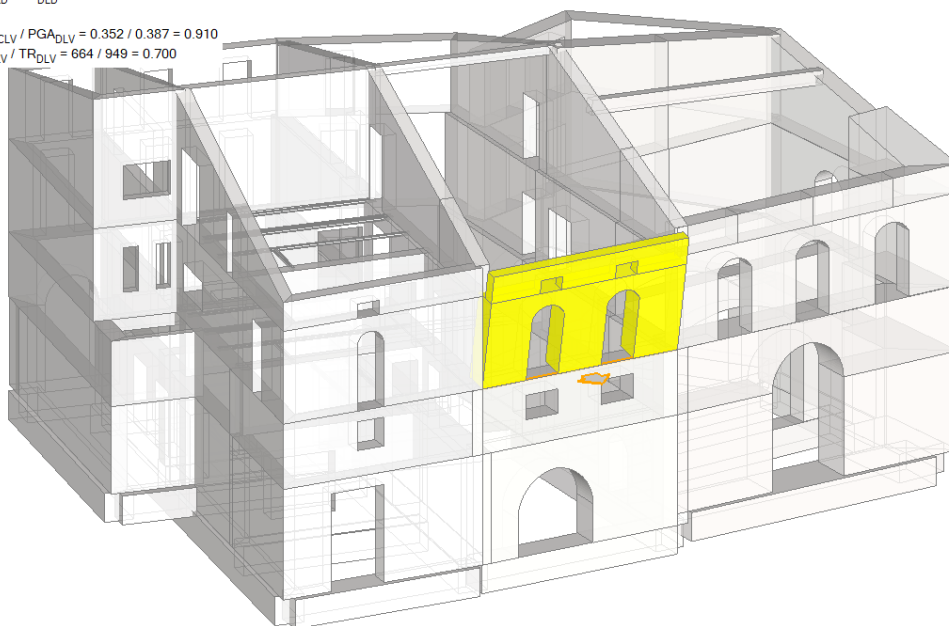
■ SLV
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.189 / 0.387 = 0.489$
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 110 / 949 = 0.116$



14. P.est-4.1-Rib
Ribaltamento semplice
 $\alpha_0 = 0.261$

■ SLD
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.181 / 0.181 = 1.000$
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 101 / 101 = 1.000$

■ SLV
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.352 / 0.387 = 0.910$
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 664 / 949 = 0.700$



15. P.est-4.2-Rib

Ribaltamento semplice
 $\alpha_0 = 0.180$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.170 / 0.181 = 0.937$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 88 / 101 = 0.871$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.341 / 0.387 = 0.882$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 577 / 949 = 0.608$$



16. P.est-4.3-Rib

Ribaltamento semplice
 $\alpha_0 = 0.132$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.124 / 0.181 = 0.683$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 45 / 101 = 0.446$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.251 / 0.387 = 0.649$$

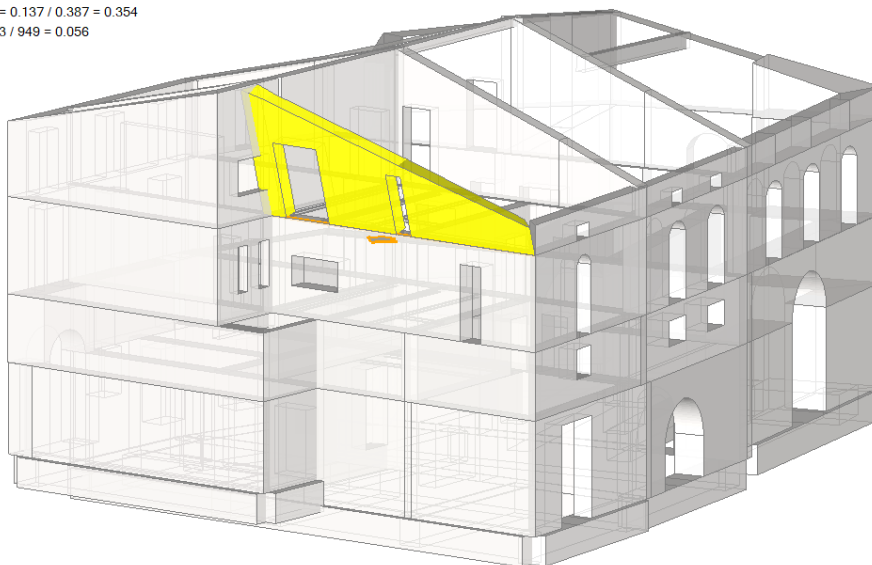
$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 227 / 949 = 0.239$$



21. P.est-5.1-Rib
Ribaltamento semplice
 $\alpha_0 = 0.148$

■ SLD
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.066 / 0.181 = 0.364$
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 13 / 101 = 0.129$

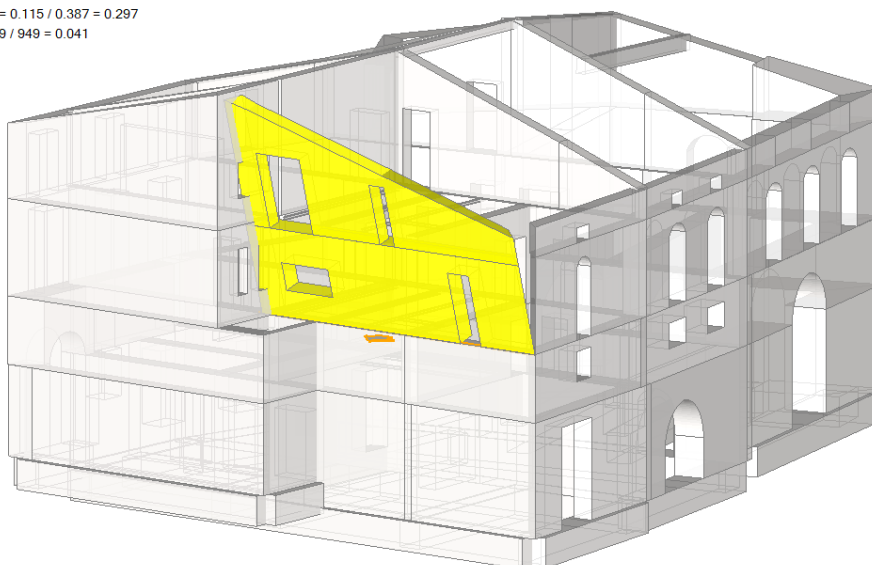
■ SLV
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.137 / 0.387 = 0.354$
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 53 / 949 = 0.056$



22. P.est-5.2-Rib
Ribaltamento semplice
 $\alpha_0 = 0.084$

■ SLD
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.056 / 0.181 = 0.309$
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 10 / 101 = 0.099$

■ SLV
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.115 / 0.387 = 0.297$
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 39 / 949 = 0.041$



COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE**

**PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 56 di 68

La sintesi degli indici di rischio allo SLD ed allo SLV, per ciascun cinematismo presentato, è riportata nella tabella a seguire:

n.	CINEMATISMO	INDICE DI RISCHIO ALLO SLD $\zeta_{E,SLV} (PGAc/PGA_D)$	INDICE DI RISCHIO ALLO SLV $\zeta_{E,SLD} (PGAc/PGA_D)$
1	P.ouest - 1.1	0,375	0,370
2	P.ouest - 1.2	0,524	0,507
3	P.ouest - 1.3	0,000	0,000
4	P.ouest - 1.4	0,386	0,386
5	P.ouest - 2.1	0,590	0,566
6	P.ouest - 2.2	0,468	0,455
7	P.ouest - 2.3	0,496	0,465
8	P.ouest - 2.4	0,364	0,339
9	P.est - 3.1	0,347	0,336
10	P.est - 3.2	0,518	0,489
11	P.est - 4.1	1,000	0,910
12	P.est - 4.2	0,937	0,882
13	P.est - 4.3	0,689	0,649
14	P.sud - 5.1	0,364	0,354
15	P.sud - 5.2	0,309	0,237

I dettagli delle verifiche sono riportati nel Tabulato di calcolo allegato alla presente relazione.

6.5 Verifica del carico limite ultimo e di scorrimento delle fondazioni

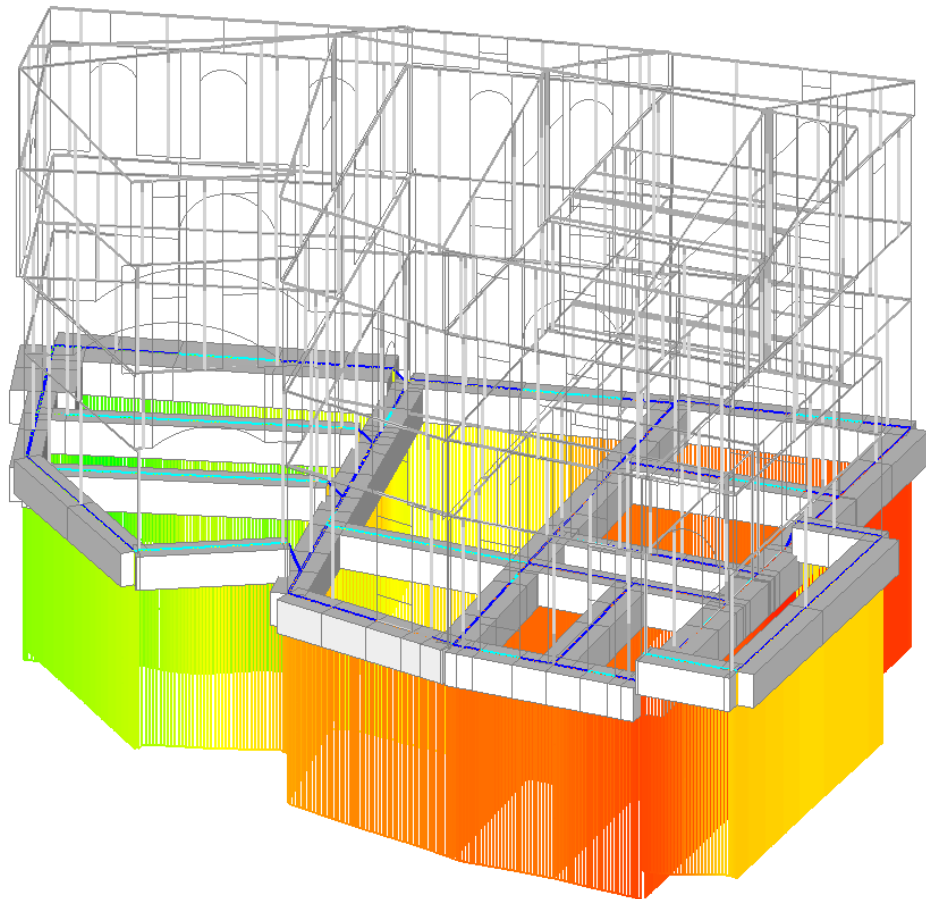
Il programma PCM di Aedes esegue in automatico le verifiche di tipo geotecnico una volta forniti i valori del carico limite q_{lim} per capacità portante del terreno e l'angolo di attrito terreno-fondazione. I parametri geotecnici per la caratterizzazione del terreno di fondazione e la procedura per il calcolo del carico limite sono riportati nella Relazione Geotecnica "S.R5" del progetto strutturale.

A seguire si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche geotecniche prodotto dal programma per lo "Stato Attuale" che risultano tutte soddisfatte.

Verifiche statiche in fondazione (GEO)

Tensione sul terreno
N/mm² (Valore assoluto)

0.177 - 0.193
0.193 - 0.208
0.208 - 0.224
0.224 - 0.239
0.239 - 0.255
0.255 - 0.270
0.270 - 0.286
0.286 - 0.302
0.302 - 0.317
0.317 - 0.333

**VERIFICHE PER STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO (§6.4.2.1) [SLV] - C.Sic: 2.504 (CCC ID 6)**
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC SLU)**VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO (§6.4.2.1) [SLV]**
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC SLU)

N.asta	K Winkler (N/mm ³)	q _{lim} (N/mm ²)	Rd	Nodo i	sZ _i (mm)	sT _i (N/mm ²)	Ed _i (N/mm ²)	C.Sic. i	Nodo j	sZ _j (mm)	sT _j (N/mm ²)	Ed _j (N/mm ²)	C.Sic. j	ID CCC
437	0.060	1.945	0.846	615	-0.59	0.326	0.326	2.596	618	-0.52	0.315	0.315	2.687	8
762	0.060	1.945	0.846	776	-0.23	0.284	0.284	2.981	1	-0.21	0.281	0.281	3.013	38
763	0.060	1.945	0.846	777	-0.19	0.278	0.278	3.046	596	-0.19	0.278	0.278	3.046	38
764	0.060	1.945	0.846	1	-0.21	0.281	0.281	3.013	777	-0.19	0.278	0.278	3.046	38
765	0.060	1.945	0.846	595	-0.44	0.302	0.302	2.797	4	-0.44	0.301	0.301	2.809	6

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 58 di 68

766	0.060	1.945	0.846	778	-0.44	0.299	0.299	2.827	776	-0.22	0.283	0.283	2.986	6
767	0.060	1.945	0.846	4	-0.44	0.301	0.301	2.809	778	-0.44	0.299	0.299	2.827	6
768	0.060	1.945	0.846	607	-0.44	0.303	0.303	2.794	7	-0.44	0.304	0.304	2.779	6
769	0.060	1.945	0.846	7	-0.44	0.304	0.304	2.779	779	-0.44	0.306	0.306	2.764	6
770	0.060	1.945	0.846	779	-0.44	0.306	0.306	2.764	780	-0.65	0.321	0.321	2.631	6
771	0.060	1.945	0.846	780	-0.65	0.321	0.321	2.631	10	-0.65	0.322	0.322	2.628	6
772	0.060	1.945	0.846	10	-0.65	0.322	0.322	2.628	608	-0.64	0.322	0.322	2.625	6
773	0.060	1.945	0.846	609	-0.64	0.322	0.322	2.625	14	-0.63	0.323	0.323	2.618	6
774	0.060	1.945	0.846	14	-0.63	0.323	0.323	2.618	781	-0.61	0.324	0.324	2.609	6
775	0.060	1.945	0.846	781	-0.61	0.324	0.324	2.609	782	-0.66	0.329	0.329	2.572	6
776	0.060	1.945	0.846	782	-0.66	0.329	0.329	2.572	17	-0.67	0.331	0.331	2.559	6
777	0.060	1.945	0.846	17	-0.67	0.331	0.331	2.559	610	-0.69	0.332	0.332	2.546	6
778	0.060	1.945	0.846	623	-0.19	0.310	0.310	2.726	21	-0.17	0.312	0.312	2.713	6
779	0.060	1.945	0.846	21	-0.17	0.312	0.312	2.713	624	-0.16	0.314	0.314	2.697	8
780	0.060	1.945	0.846	610	-0.69	0.332	0.332	2.546	24	-0.69	0.333	0.333	2.537	6
781	0.060	1.945	0.846	24	-0.69	0.333	0.333	2.537	783	-0.68	0.334	0.334	2.529	6
782	0.060	1.945	0.846	612	-0.50	0.331	0.331	2.557	27	-0.50	0.330	0.330	2.561	8
783	0.060	1.945	0.846	27	-0.50	0.330	0.330	2.561	29	-0.50	0.330	0.330	2.564	8
784	0.060	1.945	0.846	29	-0.50	0.330	0.330	2.564	34	-0.48	0.328	0.328	2.581	8
785	0.060	1.945	0.846	34	-0.48	0.328	0.328	2.581	32	-0.48	0.327	0.327	2.589	8
786	0.060	1.945	0.846	35	-0.49	0.326	0.326	2.597	40	-0.54	0.327	0.327	2.585	8
787	0.060	1.945	0.846	40	-0.54	0.327	0.327	2.585	38	-0.54	0.327	0.327	2.586	8
788	0.060	1.945	0.846	38	-0.54	0.327	0.327	2.586	613	-0.55	0.327	0.327	2.587	8
790	0.060	1.945	0.846	785	-0.54	0.325	0.325	2.606	784	-0.54	0.326	0.326	2.597	8
791	0.060	1.945	0.846	786	-0.55	0.327	0.327	2.588	606	-0.55	0.327	0.327	2.587	8
792	0.060	1.945	0.846	784	-0.54	0.326	0.326	2.597	786	-0.55	0.327	0.327	2.588	8
793	0.060	1.945	0.846	605	-0.52	0.318	0.318	2.658	47	-0.52	0.320	0.320	2.642	8
794	0.060	1.945	0.846	49	-0.52	0.322	0.322	2.626	785	-0.54	0.325	0.325	2.606	8
795	0.060	1.945	0.846	47	-0.52	0.320	0.320	2.642	49	-0.52	0.322	0.322	2.626	8
797	0.060	1.945	0.846	596	-0.19	0.278	0.278	3.046	787	-0.21	0.280	0.280	3.019	38
798	0.060	1.945	0.846	787	-0.20	0.280	0.280	3.021	597	-0.23	0.283	0.283	2.992	40
799	0.060	1.945	0.846	55	-0.25	0.286	0.286	2.952	598	-0.26	0.289	0.289	2.928	8
800	0.060	1.945	0.846	599	-0.26	0.289	0.289	2.926	58	-0.26	0.293	0.293	2.882	8
801	0.060	1.945	0.846	58	-0.26	0.293	0.293	2.882	600	-0.26	0.298	0.298	2.839	8
803	0.060	1.945	0.846	618	-0.52	0.315	0.315	2.687	788	-0.52	0.316	0.316	2.675	8
805	0.060	1.945	0.846	791	-0.53	0.314	0.314	2.689	618	-0.52	0.315	0.315	2.687	8
807	0.060	1.945	0.846	793	-0.53	0.310	0.310	2.726	792	-0.53	0.310	0.310	2.724	6
808	0.060	1.945	0.846	792	-0.53	0.310	0.310	2.724	790	-0.53	0.311	0.311	2.722	6
810	0.060	1.945	0.846	795	-0.44	0.304	0.304	2.781	793	-0.53	0.310	0.310	2.726	6
811	0.060	1.945	0.846	794	-0.44	0.303	0.303	2.789	795	-0.44	0.304	0.304	2.781	6
812	0.060	1.945	0.846	606	-0.55	0.327	0.327	2.587	72	-0.56	0.327	0.327	2.589	8
813	0.060	1.945	0.846	72	-0.56	0.327	0.327	2.589	74	-0.58	0.326	0.326	2.592	8
814	0.060	1.945	0.846	74	-0.58	0.326	0.326	2.592	77	-0.58	0.326	0.326	2.597	6
815	0.060	1.945	0.846	78	-0.60	0.325	0.325	2.602	796	-0.62	0.324	0.324	2.609	6
816	0.060	1.945	0.846	83	-0.54	0.327	0.327	2.589	615	-0.58	0.326	0.326	2.598	6
817	0.060	1.945	0.846	87	-0.57	0.328	0.328	2.576	89	-0.58	0.326	0.326	2.594	8
818	0.060	1.945	0.846	89	-0.58	0.326	0.326	2.594	94	-0.59	0.325	0.325	2.599	6
819	0.060	1.945	0.846	94	-0.59	0.325	0.325	2.599	92	-0.59	0.325	0.325	2.600	6
821	0.060	1.945	0.846	616	-0.54	0.327	0.327	2.588	798	-0.54	0.327	0.327	2.588	8
822	0.060	1.945	0.846	798	-0.54	0.327	0.327	2.588	797	-0.51	0.327	0.327	2.589	8
823	0.060	1.945	0.846	799	-0.48	0.327	0.327	2.589	617	-0.48	0.327	0.327	2.589	8
824	0.060	1.945	0.846	797	-0.51	0.327	0.327	2.589	799	-0.48	0.327	0.327	2.589	8
825	0.060	1.945	0.846	619	-0.62	0.324	0.324	2.613	100	-0.61	0.324	0.324	2.606	6
826	0.060	1.945	0.846	100	-0.61	0.324	0.324	2.606	102	-0.59	0.325	0.325	2.600	6
827	0.060	1.945	0.846	102	-0.59	0.325	0.325	2.600	107	-0.63	0.330	0.330	2.563	6
828	0.060	1.945	0.846	107	-0.63	0.330	0.330	2.563	105	-0.68	0.334	0.334	2.533	6
829	0.060	1.945	0.846	105	-0.68	0.334	0.334	2.533	620	-0.74	0.338	0.338	2.504	6
831	0.060	1.945	0.846	621	-0.18	0.306	0.306	2.759	800	-0.18	0.308	0.308	2.745	6
832	0.060	1.945	0.846	697	-0.19	0.310	0.310	2.726	622	-0.19	0.310	0.310	2.726	6
833	0.060	1.945	0.846	800	-0.18	0.308	0.308	2.745	697	-0.19	0.310	0.310	2.726	6
834	0.060	1.945	0.846	783	-0.68	0.334	0.334	2.529	801	-0.68	0.334	0.334	2.529	6
835	0.060	1.945	0.846	801	-0.68	0.334	0.334	2.530	113	-0.68	0.335	0.335	2.523	8
837	0.060	1.945	0.846	802	-0.67	0.336	0.336	2.517	804	-0.59	0.332	0.332	2.549	8
838	0.060	1.945	0.846	804	-0.59	0.332	0.332	2.549	803	-0.57	0.331	0.331	2.558	8
840	0.060	1.945	0.846	805	-0.55	0.329	0.329	2.567	806	-0.54	0.329	0.329	2.568	8
841	0.060	1.945	0.846	806	-0.54	0.329	0.329	2.568	807	-0.54	0.329	0.329	2.570	8
843	0.060	1.945	0.846	807	-0.54	0.329	0.329	2.570	809	-0.50	0.328	0.328	2.582	8
844	0.060	1.945	0.846	808	-0.50	0.328	0.328	2.581	810	-0.50	0.328	0.328	2.580	6
846	0.060	1.945	0.846	810	-0.50	0.328	0.328	2.580	812	-0.50	0.329	0.329	2.573	8
847	0.060	1.945	0.846	812	-0.50	0.329	0.329	2.573	811	-0.50	0.330	0.330	2.565	8
848	0.060	1.945	0.846	811	-0.50	0.330	0.330	2.565	611	-0.50	0.331	0.331	2.557	8
850	0.060	1.945	0.846	600	-0.26	0.298	0.298	2.839	813	-0.26	0.298	0.298	2.838	8
852	0.060	1.945	0.846	813	-0.26	0.298	0.298	2.838	814	-0.52	0.316	0.316	2.672	8
853	0.060	1.945	0.846	814	-0.52	0.316	0.316	2.672	601	-0.52	0.317	0.317	2.670	8
856	0.060	1.945	0.846	624	-0.16	0.314	0.314	2.697	816	-0.16	0.313	0.313	2.698	8
857	0.060	1.945	0.846	816	-0.16	0.313	0.313	2.698	815	-0.50	0.331	0.331	2.557	8
859	0.060	1.945	0.846	602	-0.25	0.285	0.285	2.963	817	-0.25	0.286	0.286	2.954	8
861	0.060	1.945	0.846	818	-0.25	0.285	0.285	2.963	55	-0.25	0.286	0.286	2.952	8
863	0.060	1.945	0.846	817	-0.25	0.286	0.286	2.954	819	-0.52	0.310	0.310	2.731	8
864	0.060	1.945	0.846	819	-0.52	0.310	0.310	2.732	603	-0.53	0.311	0.311	2.723	6
867	0.060	1.945	0.846	820	-0.25	0.289	0.289	2.928	821	-0.52	0.313	0.313	2.705	8
868	0.060	1.945	0.846	821	-0.52	0.313	0.313	2.706	604	-0.53	0.313	0.313	2.699	6
949	0.060	1.945	0.846	77	-0.58	0.326	0.326	2.595	615	-0.59	0.326	0.326	2.596	8
1011	0.060	1.945	0.846	607	-0.44	0.303	0.303	2.794	688	-0.44	0.303	0.303	2.793	6

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell' OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 59 di 68

1012	0.060	1.945	0.846	688	-0.44	0.303	0.303	2.793	794	-0.44	0.303	0.303	2.789	6
1013	0.060	1.945	0.846	597	-0.23	0.283	0.283	2.993	689	-0.25	0.285	0.285	2.963	8
1014	0.060	1.945	0.846	689	-0.25	0.285	0.285	2.963	818	-0.25	0.285	0.285	2.963	8
1015	0.060	1.945	0.846	598	-0.26	0.289	0.289	2.928	690	-0.26	0.289	0.289	2.927	8
1016	0.060	1.945	0.846	690	-0.26	0.289	0.289	2.927	820	-0.25	0.289	0.289	2.928	8
1017	0.060	1.945	0.846	788	-0.52	0.316	0.316	2.675	691	-0.52	0.317	0.317	2.667	8
1018	0.060	1.945	0.846	691	-0.52	0.317	0.317	2.668	605	-0.52	0.318	0.318	2.658	6
1019	0.060	1.945	0.846	790	-0.53	0.311	0.311	2.722	692	-0.53	0.311	0.311	2.719	6
1020	0.060	1.945	0.846	692	-0.53	0.311	0.311	2.719	789	-0.53	0.313	0.313	2.705	8
1021	0.060	1.945	0.846	789	-0.53	0.313	0.313	2.706	693	-0.53	0.314	0.314	2.695	6
1022	0.060	1.945	0.846	693	-0.53	0.314	0.314	2.695	791	-0.53	0.314	0.314	2.689	6
1023	0.060	1.945	0.846	81	-0.63	0.323	0.323	2.617	694	-0.64	0.322	0.322	2.625	6
1024	0.060	1.945	0.846	694	-0.64	0.322	0.322	2.625	609	-0.64	0.322	0.322	2.625	6
1025	0.060	1.945	0.846	863	-0.50	0.331	0.331	2.557	625	-0.50	0.331	0.331	2.558	8
1027	0.060	1.945	0.846	113	-0.68	0.335	0.335	2.523	865	-0.67	0.336	0.336	2.518	8
1028	0.060	1.945	0.846	865	-0.67	0.336	0.336	2.518	802	-0.67	0.336	0.336	2.517	8
1030	0.060	1.945	0.846	815	-0.50	0.331	0.331	2.557	696	-0.50	0.331	0.331	2.557	8
1031	0.060	1.945	0.846	696	-0.50	0.331	0.331	2.557	863	-0.50	0.331	0.331	2.557	8
1058	0.060	1.945	0.846	809	-0.50	0.328	0.328	2.581	871	-0.50	0.328	0.328	2.581	6
1059	0.060	1.945	0.846	871	-0.50	0.328	0.328	2.581	808	-0.50	0.328	0.328	2.581	6
1060	0.060	1.945	0.846	803	-0.57	0.331	0.331	2.558	872	-0.56	0.330	0.330	2.559	8
1061	0.060	1.945	0.846	872	-0.56	0.330	0.330	2.559	805	-0.55	0.329	0.329	2.567	8
1062	0.060	1.945	0.846	615	-0.59	0.326	0.326	2.596	873	-0.60	0.325	0.325	2.600	8
1063	0.060	1.945	0.846	873	-0.60	0.325	0.325	2.600	78	-0.60	0.325	0.325	2.602	8
1064	0.060	1.945	0.846	616	-0.54	0.327	0.327	2.588	83	-0.54	0.327	0.327	2.589	8
1065	0.060	1.945	0.846	32	-0.48	0.327	0.327	2.589	617	-0.48	0.327	0.327	2.589	8
1066	0.060	1.945	0.846	617	-0.48	0.327	0.327	2.589	35	-0.49	0.326	0.326	2.597	8
1067	0.060	1.945	0.846	796	-0.62	0.324	0.324	2.609	619	-0.62	0.324	0.324	2.613	6
1068	0.060	1.945	0.846	619	-0.62	0.324	0.324	2.613	81	-0.63	0.323	0.323	2.617	6
1141	0.060	1.945	0.846	614	-0.50	0.328	0.328	2.581	871	-0.50	0.328	0.328	2.581	6
1142	0.060	1.945	0.846	871	-0.50	0.328	0.328	2.581	616	-0.54	0.327	0.327	2.589	6
1143	0.060	1.945	0.846	626	-0.56	0.330	0.330	2.559	872	-0.56	0.330	0.330	2.559	8
1144	0.060	1.945	0.846	872	-0.56	0.330	0.330	2.559	87	-0.57	0.328	0.328	2.576	8
1145	0.060	1.945	0.846	92	-0.60	0.325	0.325	2.599	873	-0.60	0.325	0.325	2.600	8
1146	0.060	1.945	0.846	873	-0.60	0.325	0.325	2.600	627	-0.60	0.325	0.325	2.600	8

VERIFICA DI SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA (§6.4.2.1) [SLV] (CCC ID 6)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Involuppo CCC SLU)

N.nodo	F orizz.X (kN)	F orizz.Y (kN)	F vert. (kN)
1	8.00	-14.99	1624.44
4	5.41	-23.63	1986.65
7	0.28	-5.53	1285.59
10	-0.46	-2.45	579.35
14	3.37	-45.73	809.68
17	2.33	-18.68	532.66
21	-1.45	-27.11	1904.66
24	-63.44	-15.93	894.29
27	-0.23	0.14	324.46
32	-0.06	-2.43	724.73
38	-1.32	0.22	352.47
42	-2.06	-2.43	568.56
47	5.34	-8.26	867.80
52	8.50	-18.61	1475.20
55	3.66	-17.30	1278.94
58	7.07	-20.70	2585.57
60	5.89	-20.00	2077.81
63	8.35	-19.85	1744.96
66	0.73	-0.92	246.73
69	1.94	-8.42	650.94
72	1.34	-4.41	2197.41
78	42.25	-21.84	2854.46
81	47.34	-26.59	1722.69
83	-5.88	-6.67	417.36
87	-8.06	53.77	1316.55
92	0.00	6.00	51.22
96	-0.12	-5.63	405.04
100	-7.68	-1.32	901.75
105	2.02	-0.12	326.28
110	-2.52	-3.97	118.71
113	-46.57	-13.29	1247.10
117	-0.24	-0.18	58.46
122	-0.04	0.00	11.09

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 60 di 68

127	-0.15	-0.85	107.00
133	-0.58	-2.62	1229.91

Angolo d'attrito fondazione-terreno (°) = 40

Direz.	F.orizz.tot. (kN)	F.vert.tot. (kN)	R (kN)	Ed (kN)	Rd (kN)	C.Sic.
X	12.94	35480.54	29771.71	12.94	27065.19	>> 1
Y	300.34	35480.54	29771.71	300.34	27065.19	>> 1

VERIFICHE IN FONDAZIONE PER STATO LIMITE DI ESERCIZIO (§6.4.2.2) [SLE]
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC SLE)

N.asta	K Winkler (N/mm ³)	Nodo i	sZ,i (mm)	sT,i (N/mm ²)	Nodo j	sZ,j (mm)	sT,j (N/mm ²)	ID CCC
437	0.060	615	-0.21	0.233	618	-0.20	0.227	6
762	0.060	776	-0.09	0.211	1	-0.08	0.209	6
763	0.060	777	-0.07	0.207	596	-0.07	0.207	6
764	0.060	1	-0.08	0.209	777	-0.07	0.207	6
765	0.060	595	-0.17	0.220	4	-0.17	0.219	6
766	0.060	778	-0.17	0.218	776	-0.09	0.211	6
767	0.060	4	-0.17	0.219	778	-0.17	0.218	6
768	0.060	607	-0.17	0.221	7	-0.17	0.222	6
769	0.060	7	-0.17	0.222	779	-0.17	0.223	6
770	0.060	779	-0.17	0.223	780	-0.25	0.230	6
771	0.060	780	-0.25	0.230	10	-0.25	0.230	6
772	0.060	10	-0.25	0.230	608	-0.25	0.230	6
773	0.060	609	-0.25	0.230	14	-0.24	0.231	6
774	0.060	14	-0.24	0.231	781	-0.23	0.232	6
775	0.060	781	-0.23	0.232	782	-0.25	0.235	6
776	0.060	782	-0.25	0.235	17	-0.25	0.235	6
777	0.060	17	-0.25	0.235	610	-0.26	0.236	6
778	0.060	623	-0.06	0.231	21	-0.05	0.232	6
779	0.060	21	-0.05	0.232	624	-0.04	0.233	6
780	0.060	610	-0.26	0.236	24	-0.25	0.237	6
781	0.060	24	-0.25	0.237	783	-0.24	0.238	6
782	0.060	612	-0.16	0.238	27	-0.16	0.238	6
783	0.060	27	-0.16	0.238	29	-0.16	0.238	6
784	0.060	29	-0.16	0.238	34	-0.16	0.237	6
785	0.060	34	-0.16	0.237	32	-0.16	0.236	6
786	0.060	35	-0.16	0.235	40	-0.18	0.235	6
787	0.060	40	-0.18	0.235	38	-0.19	0.235	6
788	0.060	38	-0.19	0.235	613	-0.19	0.235	6
790	0.060	785	-0.19	0.234	784	-0.19	0.234	6
791	0.060	786	-0.19	0.235	606	-0.19	0.235	6
792	0.060	784	-0.19	0.234	786	-0.19	0.235	6
793	0.060	605	-0.20	0.230	47	-0.20	0.231	6
794	0.060	49	-0.20	0.233	785	-0.19	0.234	6
795	0.060	47	-0.20	0.231	49	-0.20	0.233	6
797	0.060	596	-0.07	0.207	787	-0.08	0.209	6
798	0.060	787	-0.08	0.209	597	-0.08	0.210	6
799	0.060	55	-0.09	0.212	598	-0.09	0.214	6
800	0.060	599	-0.09	0.214	58	-0.09	0.217	6
801	0.060	58	-0.09	0.217	600	-0.09	0.220	6
803	0.060	618	-0.20	0.227	788	-0.20	0.228	6
805	0.060	791	-0.21	0.227	618	-0.20	0.227	6
807	0.060	793	-0.21	0.224	792	-0.21	0.224	6
808	0.060	792	-0.21	0.224	790	-0.21	0.225	6
810	0.060	795	-0.17	0.222	793	-0.21	0.224	6
811	0.060	794	-0.17	0.221	795	-0.17	0.222	6
812	0.060	606	-0.19	0.235	72	-0.20	0.234	6
813	0.060	72	-0.20	0.234	74	-0.21	0.234	6
814	0.060	74	-0.21	0.234	77	-0.21	0.234	6
815	0.060	78	-0.22	0.233	796	-0.23	0.232	6
816	0.060	83	-0.19	0.235	615	-0.21	0.233	6
817	0.060	87	-0.20	0.235	89	-0.20	0.234	6

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell' OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

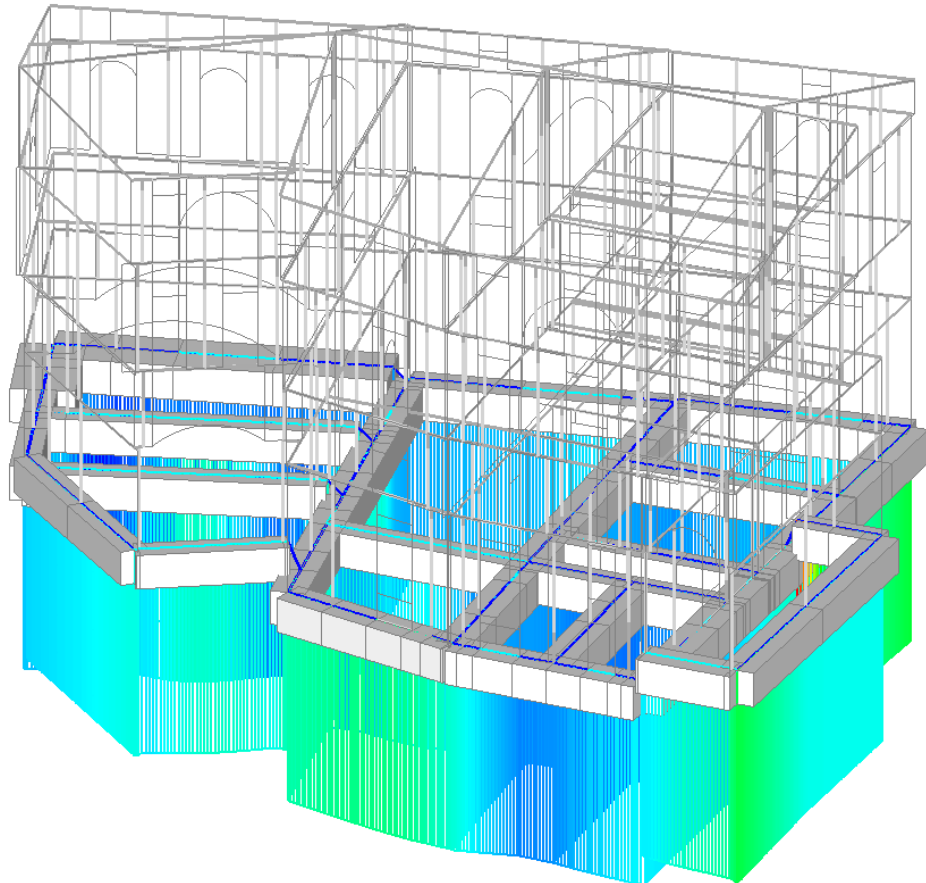
pagina 61 di 68

818	0.060	89	-0.20	0.234	94	-0.21	0.233	6
819	0.060	94	-0.21	0.233	92	-0.22	0.233	6
821	0.060	616	-0.19	0.235	798	-0.19	0.235	6
822	0.060	798	-0.19	0.235	797	-0.17	0.235	6
823	0.060	799	-0.16	0.236	617	-0.16	0.236	6
824	0.060	797	-0.17	0.235	799	-0.16	0.236	6
825	0.060	619	-0.23	0.232	100	-0.22	0.232	6
826	0.060	100	-0.22	0.232	102	-0.22	0.233	6
827	0.060	102	-0.22	0.233	107	-0.22	0.236	6
828	0.060	107	-0.22	0.236	105	-0.24	0.237	6
829	0.060	105	-0.24	0.237	620	-0.26	0.239	6
831	0.060	621	-0.06	0.228	800	-0.06	0.229	6
832	0.060	697	-0.06	0.231	622	-0.06	0.231	6
833	0.060	800	-0.06	0.229	697	-0.06	0.231	6
834	0.060	783	-0.24	0.238	801	-0.24	0.238	6
835	0.060	801	-0.24	0.238	113	-0.24	0.238	6
837	0.060	802	-0.23	0.238	804	-0.20	0.237	6
838	0.060	804	-0.20	0.237	803	-0.19	0.237	6
840	0.060	805	-0.18	0.236	806	-0.18	0.236	6
841	0.060	806	-0.18	0.236	807	-0.18	0.236	6
843	0.060	807	-0.18	0.236	809	-0.17	0.236	6
844	0.060	808	-0.17	0.236	810	-0.17	0.236	6
846	0.060	810	-0.17	0.236	812	-0.16	0.237	6
847	0.060	812	-0.16	0.237	811	-0.16	0.238	6
848	0.060	811	-0.16	0.238	611	-0.16	0.238	6
850	0.060	600	-0.09	0.220	813	-0.09	0.220	6
852	0.060	813	-0.09	0.220	814	-0.19	0.229	6
853	0.060	814	-0.19	0.229	601	-0.20	0.229	6
856	0.060	624	-0.04	0.233	816	-0.04	0.233	6
857	0.060	816	-0.04	0.233	815	-0.16	0.238	6
859	0.060	602	-0.09	0.211	817	-0.09	0.212	6
861	0.060	818	-0.09	0.211	55	-0.09	0.212	6
863	0.060	817	-0.09	0.212	819	-0.20	0.224	6
864	0.060	819	-0.20	0.224	603	-0.21	0.224	6
867	0.060	820	-0.09	0.214	821	-0.20	0.226	6
868	0.060	821	-0.20	0.226	604	-0.21	0.226	6
949	0.060	77	-0.21	0.234	615	-0.21	0.233	6
1011	0.060	607	-0.17	0.221	688	-0.17	0.221	6
1012	0.060	688	-0.17	0.221	794	-0.17	0.221	6
1013	0.060	597	-0.08	0.210	689	-0.09	0.211	6
1014	0.060	689	-0.09	0.211	818	-0.09	0.211	6
1015	0.060	598	-0.09	0.214	690	-0.09	0.214	6
1016	0.060	690	-0.09	0.214	820	-0.09	0.214	6
1017	0.060	788	-0.20	0.228	691	-0.20	0.229	6
1018	0.060	691	-0.20	0.229	605	-0.20	0.230	6
1019	0.060	790	-0.21	0.225	692	-0.21	0.225	6
1020	0.060	692	-0.21	0.225	789	-0.21	0.226	6
1021	0.060	789	-0.21	0.226	693	-0.21	0.227	6
1022	0.060	693	-0.21	0.227	791	-0.21	0.227	6
1023	0.060	81	-0.24	0.231	694	-0.25	0.230	6
1024	0.060	694	-0.25	0.230	609	-0.25	0.230	6
1025	0.060	863	-0.16	0.238	625	-0.16	0.238	6
1027	0.060	113	-0.24	0.238	865	-0.23	0.238	6
1028	0.060	865	-0.23	0.238	802	-0.23	0.238	6
1030	0.060	815	-0.16	0.238	696	-0.16	0.238	6
1031	0.060	696	-0.16	0.238	863	-0.16	0.238	6
1058	0.060	809	-0.17	0.236	871	-0.17	0.236	6
1059	0.060	871	-0.17	0.236	808	-0.17	0.236	6
1060	0.060	803	-0.19	0.237	872	-0.19	0.237	6
1061	0.060	872	-0.19	0.237	805	-0.18	0.236	6
1062	0.060	615	-0.21	0.233	873	-0.22	0.233	6
1063	0.060	873	-0.22	0.233	78	-0.22	0.233	6
1064	0.060	616	-0.19	0.235	83	-0.19	0.235	6
1065	0.060	32	-0.16	0.236	617	-0.16	0.236	6
1066	0.060	617	-0.16	0.236	35	-0.16	0.235	6
1067	0.060	796	-0.23	0.232	619	-0.23	0.232	6
1068	0.060	619	-0.23	0.232	81	-0.24	0.231	6
1141	0.060	614	-0.17	0.236	871	-0.17	0.236	6
1142	0.060	871	-0.17	0.236	616	-0.19	0.235	6
1143	0.060	626	-0.19	0.237	872	-0.19	0.237	6
1144	0.060	872	-0.19	0.237	87	-0.20	0.235	6
1145	0.060	92	-0.22	0.233	873	-0.22	0.233	6

| 1146 | 0.060 | 873 | -0.22 | 0.233 | 627 | -0.22 | 0.233 | 6 |

Verifiche sismiche in fondazione (GEO)**Tensione sul terreno**N/mm² (Valore assoluto)

0.270 - 0.279
0.279 - 0.288
0.288 - 0.296
0.296 - 0.305
0.305 - 0.314
0.314 - 0.322
0.322 - 0.331
0.331 - 0.340
0.340 - 0.349
0.349 - 0.357

**VERIFICHE PER STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO (§6.4.2.1, §7.2.5) [SLD] - C.Sic: 2.325**
(Analisi Sismica Dinamica Modale)**VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO (§6.4.2.1, §7.2.5) [SLD]**
(Analisi Sismica Dinamica Modale)

N. asta	K Winkler (N/mm ³)	q _{lim} (N/mm ²)	Rd	Nodo i	sZ _i (mm)	sT _i (N/mm ²)	Ed _i	C.Sic. i	Nodo j	sZ _j (mm)	sT _j (N/mm ²)	Ed _j	C.Sic. j
437	0.060	1.945	0.846	615	-0.51	0.251	0.276	3.061	618	-0.56	0.249	0.274	3.085
762	0.060	1.945	0.846	776	-0.56	0.240	0.264	3.209	1	-0.49	0.234	0.258	3.284
763	0.060	1.945	0.846	777	-0.62	0.240	0.264	3.198	596	-0.62	0.240	0.264	3.197
764	0.060	1.945	0.846	1	-0.49	0.234	0.258	3.284	777	-0.62	0.240	0.264	3.198
765	0.060	1.945	0.846	595	-0.53	0.242	0.266	3.178	4	-0.53	0.241	0.265	3.192
766	0.060	1.945	0.846	778	-0.53	0.240	0.263	3.210	776	-0.56	0.240	0.264	3.209
767	0.060	1.945	0.846	4	-0.53	0.241	0.265	3.192	778	-0.53	0.240	0.263	3.210
768	0.060	1.945	0.846	607	-0.53	0.242	0.266	3.176	7	-0.53	0.243	0.268	3.160
769	0.060	1.945	0.846	7	-0.53	0.243	0.268	3.160	779	-0.53	0.244	0.269	3.145
770	0.060	1.945	0.846	779	-0.53	0.244	0.269	3.145	780	-0.62	0.252	0.277	3.050
771	0.060	1.945	0.846	780	-0.62	0.252	0.277	3.050	10	-0.59	0.251	0.276	3.062
772	0.060	1.945	0.846	10	-0.59	0.251	0.276	3.062	608	-0.57	0.250	0.275	3.073
773	0.060	1.945	0.846	609	-0.57	0.250	0.275	3.075	14	-0.57	0.251	0.277	3.058

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 63 di 68

774	0.060	1.945	0.846	14	-0.57	0.251	0.277	3.058	781	-0.60	0.255	0.280	3.019
775	0.060	1.945	0.846	781	-0.60	0.255	0.280	3.019	782	-0.59	0.256	0.281	3.006
776	0.060	1.945	0.846	782	-0.59	0.256	0.281	3.006	17	-0.64	0.259	0.285	2.965
777	0.060	1.945	0.846	17	-0.64	0.259	0.285	2.965	610	-0.70	0.263	0.289	2.922
778	0.060	1.945	0.846	623	-0.49	0.256	0.282	3.000	21	-0.43	0.254	0.280	3.022
779	0.060	1.945	0.846	21	-0.43	0.254	0.280	3.022	624	-0.48	0.259	0.285	2.966
780	0.060	1.945	0.846	610	-0.70	0.263	0.289	2.922	24	-0.63	0.260	0.286	2.955
781	0.060	1.945	0.846	24	-0.63	0.260	0.286	2.955	783	-0.57	0.257	0.283	2.986
782	0.060	1.945	0.846	612	-0.50	0.258	0.283	2.985	27	-0.50	0.257	0.283	2.988
783	0.060	1.945	0.846	27	-0.50	0.257	0.283	2.988	29	-0.50	0.257	0.283	2.992
784	0.060	1.945	0.846	29	-0.50	0.257	0.283	2.992	34	-0.49	0.256	0.281	3.005
785	0.060	1.945	0.846	34	-0.49	0.256	0.281	3.005	32	-0.47	0.254	0.279	3.030
786	0.060	1.945	0.846	35	-0.46	0.252	0.278	3.047	40	-0.51	0.254	0.280	3.022
787	0.060	1.945	0.846	40	-0.51	0.254	0.280	3.022	38	-0.52	0.255	0.280	3.020
788	0.060	1.945	0.846	38	-0.52	0.255	0.280	3.020	613	-0.55	0.256	0.281	3.006
790	0.060	1.945	0.846	785	-0.58	0.257	0.282	2.994	784	-0.56	0.256	0.282	3.001
791	0.060	1.945	0.846	786	-0.55	0.256	0.281	3.005	606	-0.55	0.256	0.281	3.007
792	0.060	1.945	0.846	784	-0.56	0.256	0.282	3.001	786	-0.55	0.256	0.281	3.005
793	0.060	1.945	0.846	605	-0.56	0.252	0.277	3.056	47	-0.56	0.253	0.278	3.040
794	0.060	1.945	0.846	49	-0.56	0.254	0.280	3.024	785	-0.58	0.257	0.282	2.994
795	0.060	1.945	0.846	47	-0.56	0.253	0.278	3.040	49	-0.56	0.254	0.280	3.024
797	0.060	1.945	0.846	596	-0.62	0.240	0.264	3.197	787	-0.57	0.239	0.262	3.223
798	0.060	1.945	0.846	787	-0.57	0.239	0.262	3.223	597	-0.53	0.237	0.261	3.242
799	0.060	1.945	0.846	55	-0.52	0.238	0.262	3.232	598	-0.52	0.239	0.263	3.211
800	0.060	1.945	0.846	599	-0.52	0.240	0.264	3.209	58	-0.52	0.243	0.267	3.169
801	0.060	1.945	0.846	58	-0.52	0.243	0.267	3.169	600	-0.52	0.245	0.270	3.132
803	0.060	1.945	0.846	618	-0.56	0.249	0.274	3.085	788	-0.56	0.250	0.275	3.074
805	0.060	1.945	0.846	791	-0.57	0.249	0.274	3.085	618	-0.56	0.249	0.274	3.085
807	0.060	1.945	0.846	793	-0.57	0.246	0.271	3.121	792	-0.57	0.246	0.271	3.119
808	0.060	1.945	0.846	792	-0.57	0.246	0.271	3.119	790	-0.57	0.247	0.271	3.117
810	0.060	1.945	0.846	795	-0.53	0.243	0.267	3.163	793	-0.57	0.246	0.271	3.121
811	0.060	1.945	0.846	794	-0.53	0.242	0.267	3.171	795	-0.53	0.243	0.267	3.163
812	0.060	1.945	0.846	606	-0.55	0.256	0.281	3.007	72	-0.51	0.253	0.278	3.040
813	0.060	1.945	0.846	72	-0.51	0.253	0.278	3.040	74	-0.50	0.251	0.276	3.059
814	0.060	1.945	0.846	74	-0.50	0.251	0.276	3.059	77	-0.51	0.251	0.276	3.060
815	0.060	1.945	0.846	78	-0.52	0.251	0.276	3.067	796	-0.53	0.250	0.275	3.072
816	0.060	1.945	0.846	83	-0.47	0.251	0.276	3.060	615	-0.51	0.251	0.276	3.061
817	0.060	1.945	0.846	87	-0.49	0.252	0.278	3.047	89	-0.49	0.251	0.276	3.067
818	0.060	1.945	0.846	89	-0.49	0.251	0.276	3.067	94	-0.49	0.250	0.275	3.077
819	0.060	1.945	0.846	94	-0.49	0.250	0.275	3.077	92	-0.50	0.250	0.275	3.071
821	0.060	1.945	0.846	616	-0.47	0.252	0.277	3.057	798	-0.47	0.252	0.277	3.057
822	0.060	1.945	0.846	798	-0.47	0.252	0.277	3.057	797	-0.47	0.252	0.278	3.045
823	0.060	1.945	0.846	799	-0.47	0.254	0.279	3.030	617	-0.47	0.254	0.279	3.030
824	0.060	1.945	0.846	797	-0.47	0.252	0.278	3.045	799	-0.47	0.254	0.279	3.030
825	0.060	1.945	0.846	619	-0.54	0.250	0.275	3.074	100	-0.52	0.250	0.275	3.072
826	0.060	1.945	0.846	100	-0.52	0.250	0.275	3.072	102	-0.55	0.253	0.279	3.034
827	0.060	1.945	0.846	102	-0.55	0.253	0.279	3.034	107	-0.52	0.254	0.279	3.032
828	0.060	1.945	0.846	107	-0.52	0.254	0.279	3.032	105	-0.57	0.257	0.283	2.989
829	0.060	1.945	0.846	105	-0.57	0.257	0.283	2.989	620	-0.63	0.261	0.287	2.948
831	0.060	1.945	0.846	621	-1.46	0.312	0.343	2.464	800	-0.79	0.273	0.300	2.816
832	0.060	1.945	0.846	697	-0.49	0.256	0.282	3.000	622	-0.49	0.256	0.282	2.997
833	0.060	1.945	0.846	800	-0.79	0.273	0.300	2.816	697	-0.49	0.256	0.282	3.000
834	0.060	1.945	0.846	783	-0.57	0.257	0.283	2.986	801	-0.57	0.257	0.283	2.986
835	0.060	1.945	0.846	801	-0.57	0.257	0.283	2.986	113	-0.56	0.258	0.283	2.983
837	0.060	1.945	0.846	802	-0.57	0.259	0.285	2.972	804	-0.55	0.258	0.284	2.980
838	0.060	1.945	0.846	804	-0.55	0.258	0.284	2.980	803	-0.55	0.258	0.284	2.979
840	0.060	1.945	0.846	805	-0.56	0.259	0.285	2.970	806	-0.56	0.259	0.285	2.967
841	0.060	1.945	0.846	806	-0.56	0.259	0.285	2.967	807	-0.57	0.259	0.285	2.965
843	0.060	1.945	0.846	807	-0.57	0.259	0.285	2.965	809	-0.60	0.261	0.288	2.940
844	0.060	1.945	0.846	808	-0.59	0.261	0.287	2.945	810	-0.58	0.261	0.287	2.950
846	0.060	1.945	0.846	810	-0.58	0.261	0.287	2.950	812	-0.50	0.256	0.282	3.000
847	0.060	1.945	0.846	812	-0.50	0.256	0.282	3.000	811	-0.50	0.257	0.283	2.992
848	0.060	1.945	0.846	811	-0.50	0.257	0.283	2.992	611	-0.50	0.258	0.283	2.984
850	0.060	1.945	0.846	600	-0.52	0.245	0.270	3.132	813	-0.51	0.245	0.270	3.134
852	0.060	1.945	0.846	813	-0.51	0.245	0.270	3.134	814	-0.56	0.250	0.275	3.070
853	0.060	1.945	0.846	814	-0.56	0.250	0.275	3.070	601	-0.56	0.251	0.276	3.069
856	0.060	1.945	0.846	624	-0.48	0.259	0.285	2.966	816	-0.46	0.257	0.283	2.987
857	0.060	1.945	0.846	816	-0.46	0.257	0.283	2.987	815	-0.50	0.258	0.283	2.984
859	0.060	1.945	0.846	602	-0.52	0.237	0.261	3.242	817	-0.52	0.238	0.261	3.236
861	0.060	1.945	0.846	818	-0.52	0.237	0.261	3.241	55	-0.52	0.238	0.262	3.232
863	0.060	1.945	0.846	817	-0.52	0.238	0.261	3.236	819	-0.58	0.247	0.272	3.112
864	0.060	1.945	0.846	819	-0.58	0.247	0.272	3.112	603	-0.57	0.247	0.271	3.118

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell' OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 64 di 68

867	0.060	1.945	0.846	820	-0.49	0.238	0.262	3.226	821	-0.57	0.248	0.273	3.095
868	0.060	1.945	0.846	821	-0.57	0.248	0.273	3.095	604	-0.57	0.248	0.273	3.095
949	0.060	1.945	0.846	77	-0.51	0.251	0.276	3.060	615	-0.51	0.251	0.276	3.061
1011	0.060	1.945	0.846	607	-0.53	0.242	0.266	3.176	688	-0.53	0.242	0.266	3.174
1012	0.060	1.945	0.846	688	-0.53	0.242	0.266	3.174	794	-0.53	0.242	0.267	3.171
1013	0.060	1.945	0.846	597	-0.53	0.237	0.261	3.242	689	-0.52	0.237	0.261	3.241
1014	0.060	1.945	0.846	689	-0.52	0.237	0.261	3.241	818	-0.52	0.237	0.261	3.241
1015	0.060	1.945	0.846	598	-0.52	0.239	0.263	3.211	690	-0.52	0.239	0.263	3.210
1016	0.060	1.945	0.846	690	-0.52	0.239	0.263	3.210	820	-0.49	0.238	0.262	3.226
1017	0.060	1.945	0.846	788	-0.56	0.250	0.275	3.074	691	-0.56	0.251	0.276	3.066
1018	0.060	1.945	0.846	691	-0.56	0.251	0.276	3.066	605	-0.56	0.252	0.277	3.056
1019	0.060	1.945	0.846	790	-0.57	0.247	0.271	3.117	692	-0.57	0.247	0.272	3.114
1020	0.060	1.945	0.846	692	-0.57	0.247	0.272	3.114	789	-0.57	0.248	0.273	3.101
1021	0.060	1.945	0.846	789	-0.57	0.248	0.273	3.101	693	-0.57	0.249	0.274	3.091
1022	0.060	1.945	0.846	693	-0.57	0.249	0.274	3.091	791	-0.57	0.249	0.274	3.085
1023	0.060	1.945	0.846	81	-0.55	0.250	0.275	3.075	694	-0.56	0.250	0.275	3.075
1024	0.060	1.945	0.846	694	-0.56	0.250	0.275	3.075	609	-0.57	0.250	0.275	3.075
1025	0.060	1.945	0.846	863	-0.50	0.258	0.283	2.984	625	-0.50	0.258	0.283	2.985
1027	0.060	1.945	0.846	113	-0.56	0.258	0.283	2.983	865	-0.57	0.259	0.284	2.974
1028	0.060	1.945	0.846	865	-0.57	0.259	0.284	2.974	802	-0.57	0.259	0.285	2.972
1030	0.060	1.945	0.846	815	-0.50	0.258	0.283	2.984	696	-0.50	0.258	0.283	2.984
1031	0.060	1.945	0.846	696	-0.50	0.258	0.283	2.984	863	-0.50	0.258	0.283	2.984
1058	0.060	1.945	0.846	809	-0.60	0.261	0.288	2.940	871	-0.59	0.261	0.287	2.943
1059	0.060	1.945	0.846	871	-0.59	0.261	0.287	2.943	808	-0.59	0.261	0.287	2.945
1060	0.060	1.945	0.846	803	-0.55	0.258	0.284	2.979	872	-0.55	0.258	0.284	2.979
1061	0.060	1.945	0.846	872	-0.55	0.258	0.284	2.979	805	-0.56	0.259	0.285	2.970
1062	0.060	1.945	0.846	615	-0.51	0.251	0.276	3.061	873	-0.51	0.251	0.276	3.066
1063	0.060	1.945	0.846	873	-0.51	0.251	0.276	3.066	78	-0.52	0.251	0.276	3.067
1064	0.060	1.945	0.846	616	-0.47	0.252	0.277	3.057	83	-0.47	0.251	0.276	3.060
1065	0.060	1.945	0.846	32	-0.47	0.254	0.279	3.030	617	-0.47	0.254	0.279	3.030
1066	0.060	1.945	0.846	617	-0.47	0.254	0.279	3.030	35	-0.46	0.252	0.278	3.047
1067	0.060	1.945	0.846	796	-0.53	0.250	0.275	3.072	619	-0.54	0.250	0.275	3.074
1068	0.060	1.945	0.846	619	-0.54	0.250	0.275	3.074	81	-0.55	0.250	0.275	3.075
1141	0.060	1.945	0.846	614	-0.59	0.261	0.287	2.943	871	-0.59	0.261	0.287	2.943
1142	0.060	1.945	0.846	871	-0.59	0.261	0.287	2.943	616	-0.47	0.252	0.277	3.057
1143	0.060	1.945	0.846	626	-0.55	0.258	0.284	2.979	872	-0.55	0.258	0.284	2.979
1144	0.060	1.945	0.846	872	-0.55	0.258	0.284	2.979	87	-0.49	0.252	0.278	3.047
1145	0.060	1.945	0.846	92	-0.50	0.250	0.275	3.071	873	-0.51	0.251	0.276	3.066
1146	0.060	1.945	0.846	873	-0.51	0.251	0.276	3.066	627	-0.51	0.251	0.276	3.066

VERIFICA DI SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA (§6.4.2.1, §7.2.5) [SLD]
(Analisi Sismica Dinamica Modale)

N.nodo	F orizz.X (kN)	F orizz.Y (kN)	F vert. (kN)
1	490.73	398.50	1006.03
4	713.40	441.59	1265.13
7	273.35	95.49	854.87
10	57.10	42.16	362.43
14	177.38	9.20	462.71
17	29.61	4.81	335.18
21	153.09	819.53	1216.86
24	15.62	284.83	596.44
27	48.88	18.96	202.65
32	187.39	38.87	480.89
38	28.15	17.87	214.66
42	68.11	28.62	359.62
47	296.29	76.61	585.60
52	465.09	305.43	997.21
55	275.15	338.86	862.93
58	680.88	415.21	1660.02
60	213.79	325.13	1300.53
63	176.97	289.62	1103.46
66	20.46	11.37	154.93
69	78.93	115.71	408.11
72	227.91	363.80	1399.79
78	307.71	505.99	1713.02
81	283.69	461.29	1088.19
83	339.86	46.74	240.62

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell' OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 65 di 68

87	256.89	70.77	871.43
92	3.90	7.48	32.00
96	66.99	551.67	241.83
100	173.28	30.59	530.87
105	26.11	6.82	200.14
110	43.05	4.22	82.76
113	12.51	256.66	786.86
117	8.38	11.43	36.63
122	1.43	0.11	5.63
127	11.33	28.97	2.18
133	64.54	256.57	743.10

Angolo d'attrito fondazione-terreno (°) = 40

Direz.	F.orizz.tot. (kN)	F.vert.tot. (kN)	R (kN)	Ed (kN)	Rd (kN)	C.Sic.
X	6277.94	22405.27	18800.25	6905.74	17091.14	2.480
Y	6681.50	22405.27	18800.25	7349.64	17091.14	2.330

VERIFICHE PER STATO LIMITE ULTIMO DI TIPO GEOTECNICO (§6.4.2.1, §7.2.5) [SLV] - C.Sic: 1.128
(Analisi Sismica Dinamica Modale)**VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO (§6.4.2.1, §7.2.5) [SLV]**
(Analisi Sismica Dinamica Modale)

N.asta	K Winkler (N/mm^3)	q,lim (N/mm^2)	Rd	Nodo i	sZ,i (mm)	sT,i (N/mm^2)	Ed,i	C.Sic. i	Nodo j	sZ,j (mm)	sT,j (N/mm^2)	Ed,j	C.Sic. j
437	0.060	1.945	0.846	615	-1.29	0.298	0.328	2.578	618	-1.55	0.308	0.339	2.493
762	0.060	1.945	0.846	776	-1.51	0.296	0.326	2.593	1	-1.45	0.292	0.321	2.637
763	0.060	1.945	0.846	777	-1.68	0.304	0.334	2.530	596	-1.68	0.304	0.334	2.529
764	0.060	1.945	0.846	1	-1.45	0.292	0.321	2.637	777	-1.68	0.304	0.334	2.530
765	0.060	1.945	0.846	595	-1.47	0.299	0.328	2.574	4	-1.47	0.298	0.327	2.583
766	0.060	1.945	0.846	778	-1.47	0.296	0.326	2.595	776	-1.51	0.296	0.326	2.593
767	0.060	1.945	0.846	4	-1.47	0.298	0.327	2.583	778	-1.47	0.296	0.326	2.595
768	0.060	1.945	0.846	607	-1.47	0.299	0.329	2.573	7	-1.47	0.300	0.330	2.563
769	0.060	1.945	0.846	7	-1.47	0.300	0.330	2.563	779	-1.47	0.301	0.331	2.554
770	0.060	1.945	0.846	779	-1.47	0.301	0.331	2.554	780	-1.49	0.304	0.335	2.527
771	0.060	1.945	0.846	780	-1.49	0.304	0.335	2.527	10	-1.44	0.302	0.332	2.545
772	0.060	1.945	0.846	10	-1.44	0.302	0.332	2.545	608	-1.40	0.300	0.330	2.562
773	0.060	1.945	0.846	609	-1.39	0.300	0.330	2.565	14	-1.38	0.300	0.330	2.561
774	0.060	1.945	0.846	14	-1.38	0.300	0.330	2.561	781	-1.41	0.303	0.333	2.536
775	0.060	1.945	0.846	781	-1.41	0.303	0.333	2.536	782	-1.41	0.305	0.335	2.524
776	0.060	1.945	0.846	782	-1.41	0.305	0.335	2.524	17	-1.51	0.311	0.342	2.470
777	0.060	1.945	0.846	17	-1.51	0.311	0.342	2.470	610	-1.62	0.318	0.350	2.415
778	0.060	1.945	0.846	623	-1.32	0.306	0.337	2.512	21	-1.31	0.307	0.338	2.503
779	0.060	1.945	0.846	21	-1.31	0.307	0.338	2.503	624	-1.45	0.317	0.349	2.423
780	0.060	1.945	0.846	610	-1.62	0.318	0.350	2.415	24	-1.52	0.314	0.345	2.451
781	0.060	1.945	0.846	24	-1.52	0.314	0.345	2.451	783	-1.44	0.309	0.340	2.485
782	0.060	1.945	0.846	612	-1.27	0.304	0.335	2.526	27	-1.27	0.304	0.334	2.529
783	0.060	1.945	0.846	27	-1.27	0.304	0.334	2.529	29	-1.27	0.304	0.334	2.532
784	0.060	1.945	0.846	29	-1.27	0.304	0.334	2.532	34	-1.24	0.301	0.331	2.553
785	0.060	1.945	0.846	34	-1.24	0.301	0.331	2.553	32	-1.21	0.298	0.328	2.577
786	0.060	1.945	0.846	35	-1.20	0.296	0.326	2.594	40	-1.32	0.303	0.333	2.538
787	0.060	1.945	0.846	40	-1.32	0.303	0.333	2.538	38	-1.36	0.305	0.335	2.521
788	0.060	1.945	0.846	38	-1.36	0.305	0.335	2.521	613	-1.41	0.308	0.338	2.498
790	0.060	1.945	0.846	785	-1.53	0.313	0.345	2.454	784	-1.47	0.311	0.342	2.476
791	0.060	1.945	0.846	786	-1.42	0.308	0.339	2.496	606	-1.41	0.308	0.338	2.499
792	0.060	1.945	0.846	784	-1.47	0.311	0.342	2.476	786	-1.42	0.308	0.339	2.496
793	0.060	1.945	0.846	605	-1.55	0.311	0.342	2.474	47	-1.55	0.312	0.343	2.464
794	0.060	1.945	0.846	49	-1.54	0.313	0.345	2.454	785	-1.53	0.313	0.345	2.454
795	0.060	1.945	0.846	47	-1.55	0.312	0.343	2.464	49	-1.54	0.313	0.345	2.454
797	0.060	1.945	0.846	596	-1.68	0.304	0.334	2.529	787	-1.62	0.301	0.331	2.552
798	0.060	1.945	0.846	787	-1.62	0.301	0.331	2.552	597	-1.57	0.299	0.329	2.569
799	0.060	1.945	0.846	55	-1.56	0.300	0.330	2.561	598	-1.56	0.302	0.332	2.548
800	0.060	1.945	0.846	599	-1.56	0.302	0.332	2.546	58	-1.56	0.305	0.335	2.522
801	0.060	1.945	0.846	58	-1.56	0.305	0.335	2.522	600	-1.55	0.308	0.338	2.500

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 66 di 68

803	0.060	1.945	0.846	618	-1.55	0.308	0.339	2.493	788	-1.55	0.309	0.340	2.485
805	0.060	1.945	0.846	791	-1.58	0.310	0.341	2.481	618	-1.55	0.308	0.339	2.493
807	0.060	1.945	0.846	793	-1.58	0.307	0.338	2.504	792	-1.58	0.307	0.338	2.503
808	0.060	1.945	0.846	792	-1.58	0.307	0.338	2.503	790	-1.58	0.307	0.338	2.502
810	0.060	1.945	0.846	795	-1.47	0.300	0.330	2.565	793	-1.58	0.307	0.338	2.504
811	0.060	1.945	0.846	794	-1.47	0.299	0.329	2.570	795	-1.47	0.300	0.330	2.565
812	0.060	1.945	0.846	606	-1.41	0.308	0.338	2.499	72	-1.34	0.302	0.333	2.543
813	0.060	1.945	0.846	72	-1.34	0.302	0.333	2.543	74	-1.29	0.299	0.329	2.574
814	0.060	1.945	0.846	74	-1.29	0.299	0.329	2.574	77	-1.29	0.298	0.328	2.578
815	0.060	1.945	0.846	78	-1.31	0.298	0.328	2.577	796	-1.34	0.299	0.328	2.574
816	0.060	1.945	0.846	83	-1.20	0.295	0.325	2.604	615	-1.29	0.298	0.328	2.578
817	0.060	1.945	0.846	87	-1.25	0.298	0.328	2.579	89	-1.27	0.297	0.327	2.585
818	0.060	1.945	0.846	89	-1.27	0.297	0.327	2.585	94	-1.27	0.296	0.326	2.593
819	0.060	1.945	0.846	94	-1.27	0.296	0.326	2.593	92	-1.29	0.297	0.327	2.585
821	0.060	1.945	0.846	616	-1.20	0.296	0.325	2.601	798	-1.20	0.296	0.325	2.601
822	0.060	1.945	0.846	798	-1.20	0.296	0.325	2.601	797	-1.20	0.297	0.326	2.591
823	0.060	1.945	0.846	799	-1.21	0.298	0.328	2.578	617	-1.21	0.298	0.328	2.578
824	0.060	1.945	0.846	797	-1.20	0.297	0.326	2.591	799	-1.21	0.298	0.328	2.578
825	0.060	1.945	0.846	619	-1.35	0.299	0.329	2.573	100	-1.31	0.297	0.327	2.584
826	0.060	1.945	0.846	100	-1.31	0.297	0.327	2.584	102	-1.33	0.300	0.330	2.559
827	0.060	1.945	0.846	102	-1.33	0.300	0.330	2.559	107	-1.29	0.300	0.330	2.565
828	0.060	1.945	0.846	107	-1.29	0.300	0.330	2.565	105	-1.40	0.307	0.337	2.506
829	0.060	1.945	0.846	105	-1.40	0.307	0.337	2.506	620	-1.52	0.314	0.345	2.448
831	0.060	1.945	0.846	621	-2.22	0.358	0.394	2.148	800	-1.28	0.302	0.332	2.543
832	0.060	1.945	0.846	697	-1.32	0.306	0.337	2.512	622	-1.33	0.307	0.337	2.508
833	0.060	1.945	0.846	800	-1.28	0.302	0.332	2.543	697	-1.32	0.306	0.337	2.512
834	0.060	1.945	0.846	783	-1.44	0.309	0.340	2.485	801	-1.44	0.309	0.340	2.485
835	0.060	1.945	0.846	801	-1.44	0.309	0.340	2.485	113	-1.41	0.309	0.339	2.492
837	0.060	1.945	0.846	802	-1.40	0.309	0.340	2.490	804	-1.34	0.306	0.336	2.516
838	0.060	1.945	0.846	804	-1.34	0.306	0.336	2.516	803	-1.33	0.305	0.336	2.520
840	0.060	1.945	0.846	805	-1.32	0.304	0.335	2.526	806	-1.32	0.304	0.335	2.527
841	0.060	1.945	0.846	806	-1.32	0.304	0.335	2.527	807	-1.32	0.304	0.335	2.528
843	0.060	1.945	0.846	807	-1.32	0.304	0.335	2.528	809	-1.27	0.302	0.332	2.548
844	0.060	1.945	0.846	808	-1.26	0.301	0.332	2.550	810	-1.25	0.301	0.331	2.553
846	0.060	1.945	0.846	810	-1.25	0.301	0.331	2.553	812	-1.27	0.303	0.333	2.538
847	0.060	1.945	0.846	812	-1.27	0.303	0.333	2.538	811	-1.27	0.304	0.334	2.532
848	0.060	1.945	0.846	811	-1.27	0.304	0.334	2.532	611	-1.27	0.304	0.335	2.526
850	0.060	1.945	0.846	600	-1.55	0.308	0.338	2.500	813	-1.54	0.307	0.338	2.503
852	0.060	1.945	0.846	813	-1.54	0.307	0.338	2.503	814	-1.55	0.309	0.340	2.484
853	0.060	1.945	0.846	814	-1.55	0.309	0.340	2.484	601	-1.55	0.310	0.341	2.482
856	0.060	1.945	0.846	624	-1.45	0.317	0.349	2.423	816	-1.39	0.314	0.345	2.451
857	0.060	1.945	0.846	816	-1.39	0.314	0.345	2.451	815	-1.27	0.304	0.335	2.526
859	0.060	1.945	0.846	602	-1.55	0.299	0.329	2.568	817	-1.55	0.300	0.330	2.565
861	0.060	1.945	0.846	818	-1.56	0.299	0.329	2.567	55	-1.56	0.300	0.330	2.561
863	0.060	1.945	0.846	817	-1.55	0.300	0.330	2.565	819	-1.59	0.307	0.338	2.501
864	0.060	1.945	0.846	819	-1.59	0.307	0.338	2.501	603	-1.58	0.307	0.338	2.502
867	0.060	1.945	0.846	820	-1.49	0.298	0.328	2.577	821	-1.58	0.309	0.339	2.491
868	0.060	1.945	0.846	821	-1.58	0.309	0.339	2.491	604	-1.58	0.309	0.340	2.487
949	0.060	1.945	0.846	77	-1.29	0.298	0.328	2.578	615	-1.29	0.298	0.328	2.578
1011	0.060	1.945	0.846	607	-1.47	0.299	0.329	2.573	688	-1.47	0.299	0.329	2.572
1012	0.060	1.945	0.846	688	-1.47	0.299	0.329	2.572	794	-1.47	0.299	0.329	2.570
1013	0.060	1.945	0.846	597	-1.57	0.299	0.329	2.569	689	-1.56	0.299	0.329	2.568
1014	0.060	1.945	0.846	689	-1.56	0.299	0.329	2.568	818	-1.56	0.299	0.329	2.567
1015	0.060	1.945	0.846	598	-1.56	0.302	0.332	2.548	690	-1.56	0.302	0.332	2.547
1016	0.060	1.945	0.846	690	-1.56	0.302	0.332	2.547	820	-1.49	0.298	0.328	2.577
1017	0.060	1.945	0.846	788	-1.55	0.309	0.340	2.485	691	-1.55	0.310	0.341	2.480
1018	0.060	1.945	0.846	691	-1.55	0.310	0.341	2.480	605	-1.55	0.311	0.342	2.474
1019	0.060	1.945	0.846	790	-1.58	0.307	0.338	2.502	692	-1.58	0.308	0.338	2.500
1020	0.060	1.945	0.846	692	-1.58	0.308	0.338	2.500	789	-1.58	0.309	0.339	2.491
1021	0.060	1.945	0.846	789	-1.58	0.309	0.339	2.491	693	-1.58	0.309	0.340	2.485
1022	0.060	1.945	0.846	693	-1.58	0.309	0.340	2.485	791	-1.58	0.310	0.341	2.481
1023	0.060	1.945	0.846	81	-1.37	0.299	0.329	2.570	694	-1.39	0.300	0.330	2.565
1024	0.060	1.945	0.846	694	-1.39	0.300	0.330	2.565	609	-1.39	0.300	0.330	2.565
1025	0.060	1.945	0.846	863	-1.27	0.304	0.335	2.526	625	-1.27	0.304	0.335	2.526
1027	0.060	1.945	0.846	113	-1.41	0.309	0.339	2.492	865	-1.40	0.309	0.340	2.491
1028	0.060	1.945	0.846	865	-1.40	0.309	0.340	2.491	802	-1.40	0.309	0.340	2.490
1030	0.060	1.945	0.846	815	-1.27	0.304	0.335	2.526	696	-1.27	0.304	0.335	2.526
1031	0.060	1.945	0.846	696	-1.27	0.304	0.335	2.526	863	-1.27	0.304	0.335	2.526
1058	0.060	1.945	0.846	809	-1.27	0.302	0.332	2.548	871	-1.26	0.302	0.332	2.550
1059	0.060	1.945	0.846	871	-1.26	0.302	0.332	2.550	808	-1.26	0.301	0.332	2.550
1060	0.060	1.945	0.846	803	-1.33	0.305	0.336	2.520	872	-1.33	0.305	0.335	2.521
1061	0.060	1.945	0.846	872	-1.33	0.305	0.335	2.521	805	-1.32	0.304	0.335	2.526

COMUNE DI MONTONE

D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell' OCDPC n. 293/15

**Verifica di vulnerabilità sismica e Interventi di miglioramento sismico
PALAZZO COMUNALE****PROGETTO ESECUTIVO
VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA**
Relazione Illustrativa e dei Calcoli

VVS-R1_e01.docx

rev_00

pagina 67 di 68

1062	0.060	1.945	0.846	615	-1.29	0.298	0.328	2.578	873	-1.31	0.298	0.328	2.578
1063	0.060	1.945	0.846	873	-1.31	0.298	0.328	2.578	78	-1.31	0.298	0.328	2.577
1064	0.060	1.945	0.846	616	-1.20	0.296	0.325	2.601	83	-1.20	0.295	0.325	2.604
1065	0.060	1.945	0.846	32	-1.21	0.298	0.328	2.577	617	-1.21	0.298	0.328	2.578
1066	0.060	1.945	0.846	617	-1.21	0.298	0.328	2.578	35	-1.20	0.296	0.326	2.594
1067	0.060	1.945	0.846	796	-1.34	0.299	0.328	2.574	619	-1.35	0.299	0.329	2.573
1068	0.060	1.945	0.846	619	-1.35	0.299	0.329	2.573	81	-1.37	0.299	0.329	2.570
1141	0.060	1.945	0.846	614	-1.26	0.302	0.332	2.549	871	-1.26	0.302	0.332	2.550
1142	0.060	1.945	0.846	871	-1.26	0.302	0.332	2.550	616	-1.20	0.296	0.325	2.601
1143	0.060	1.945	0.846	626	-1.33	0.305	0.335	2.521	872	-1.33	0.305	0.335	2.521
1144	0.060	1.945	0.846	872	-1.33	0.305	0.335	2.521	87	-1.25	0.298	0.328	2.579
1145	0.060	1.945	0.846	92	-1.29	0.297	0.327	2.585	873	-1.31	0.298	0.328	2.578
1146	0.060	1.945	0.846	873	-1.31	0.298	0.328	2.578	627	-1.31	0.298	0.328	2.578

VERIFICA DI SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA (§6.4.2.1, §7.2.5) [SLV]
(Analisi Sismica Dinamica Modale)

N.nodo	F orizz.X (kN)	F orizz.Y (kN)	F vert. (kN)
1	719.59	587.08	565.01
4	1046.50	651.59	794.11
7	401.64	140.85	671.16
10	84.25	62.18	220.11
14	260.34	25.56	359.64
17	43.28	11.95	261.68
21	230.46	1206.77	801.90
24	41.45	420.41	433.32
27	72.04	27.38	161.95
32	276.02	56.41	427.69
38	42.12	25.64	168.32
42	101.66	42.02	286.11
47	435.11	112.95	448.86
52	683.36	450.54	704.92
55	404.61	498.27	596.55
58	1000.97	611.02	1168.50
60	314.12	478.45	912.29
63	258.86	426.87	796.70
66	29.92	16.74	107.99
69	115.86	170.71	276.55
72	336.28	534.68	1077.77
78	442.45	743.72	1224.53
81	405.68	680.00	796.14
83	502.95	70.30	134.31
87	380.19	89.74	673.92
92	5.75	9.33	25.41
96	98.70	810.40	130.82
100	257.98	45.19	345.98
105	38.57	10.06	146.09
110	65.71	6.23	72.97
113	31.94	379.25	612.92
117	12.37	16.88	24.16
122	2.11	0.17	3.11
133	95.19	376.55	504.98

Angolo d'attrito fondazione-terreno (°) = 40

Direz.	F.orizz.tot. (kN)	F.vert.tot. (kN)	R (kN)	Ed (kN)	Rd (kN)	C.Sic.
X	9238.05	15936.48	13372.30	10161.85	12156.63	1.200
Y	9795.91	15936.48	13372.30	10775.50	12156.63	1.130

6.6 Indici di sicurezza relativi allo stato attuale

Come dettagliatamente riportato al par. 4.3, l'edificio in oggetto è in classe d'uso IV. La valutazione della sicurezza e le analisi di vulnerabilità sismica sono quindi condotte agli SLU ed agli SLE secondo quanto previsto dai paragrafi 8.3 e 7.3.6 delle NTC18.

Volendo fornire un riepilogo dei risultati ottenuti dalle analisi allo Stato Attuale, si può affermare quanto segue:

- Le valutazioni sul livello di sicurezza nei confronti delle azioni statiche agli SLU mostrano come dal punto di vista delle pareti verticali in muratura, l'edificio risulti complessivamente adeguato nei confronti delle azioni non sismiche, quali carichi permanenti e le altre azioni di servizio considerate nelle analisi, secondo i criteri di valutazione esposti dalle NTC18 nei capitoli 2 – 4 – 8. Ci sono comunque alcuni elementi che localmente, presentano delle criticità nei confronti delle verifiche a pressoflessione complanare ed ortogonale.
- Le analisi nei confronti dei cinematismi di corpo rigido (meccanismi di I modo), che potrebbero innescarsi sui vari elementi dell'edificio, nell'ipotesi di efficacia dei presidi esistenti considerati, evidenziano delle vulnerabilità importanti. Esiste infatti almeno un cinematismo che fornisce un indicatore di rischio $\zeta_E = 0,000$. Ve ne sono altri con indici di rischio comunque inferiori all'unità, che risultano attivati sotto le azioni sismiche di progetto.
- Le analisi globali, evidenziano come la resistenza delle murature e la loro capacità di sopportare le azioni sismiche "di progetto", presentano delle carenze tali per cui una volta impedita la formazione di meccanismi locali di primo modo, l'edificio risulterebbe comunque globalmente inadeguato a sopportare l'azione sismica di progetto.

A seguire si riporta una tabella riepilogativa degli indici di rischio in termini di PGA, derivanti dalle diverse analisi effettuate in condizioni sismiche:

TIPOLOGIA DI ANALISI	OGGETTO DI INDAGINE E TIPO DI VERIFICA	STATO LIMITE CONSIDERATO	INDICE DI RISCHIO $\zeta_{E,SL} (PGA_c/PGA_D)$
ANALISI DINAMICA MODALE LINEARE	Analisi Globale 3D	SLO	0,778
PUSHOVER	Analisi Globale 3D	SLD	0,558
		SLV	0,566
ANALISI CINEMATICA	Ribaltamento	SLD	0,000
		SLV	0,000

Dalle considerazioni eseguite, al fine di individuare per l'intero edificio un indice di sicurezza rappresentativo delle condizioni allo Stato Attuale, si ritiene significativo assumere il parametro minore allo SLV tra quelli ricavati dalle analisi sopra riportate.

Si assume, quindi, il seguente indice di sicurezza, in relazione all'accelerazione sismica di progetto:

STATO LIMITE	INDICE DI RISCHIO SISMICO $\zeta_{E,SL} (PGA_c/PGA_D)$
SLV	0,000