



PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE DEI LAVORI relativa ai lavori di "INTERVENTO 1: RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE DEL CINEMA/TEATRO DI LIGONCHIO" nell'ambito del PNRR M1C3I2.1 "ATTRATTIVITÀ DEI BORGHI" - PROGETTO RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E STRUTTURALE DEGLI SPAZI CULTURALI COMUNE DI VENTASSO - LIGONCHIO: DOVE L'ENERGIA DIVENTA CULTURA"

CUP H37D22000010006

Via alla Valla, 12 fraz. Ligonchio - 42032 - Ventasso (RE)

CIG 958213866C



responsabile del procedimento

Ing. Laura Felici Lavori pubblici, Patrimonio e Protezione Civile

gruppo di progetto

progetto strutture e coordinamento generale :

Ing. Filippo Dallagiacoma

via Alla Valla 33 Ventasso loc. Ligonchio (RE) tel.0522 611750

e-mail: f.dallagiacoma@spadaccinistudio.it

progetto architettonico: Lapis architetture

Arch. Carlo Margini Arch. Francesca Fava

Via Emilia S.Stefano n.31 - Reggio Emilia tel 0522 454599 e-mail: info@lapis.re.it

impianti meccanici: Ing. Giancarlo Manghi –

GM Progettazione Energetica

Via Arduini n. 14/6 Cavriago - (RE) tel.0522 576666

e-mail: giancarlo.manghi@studiomanghi.net

impianti elettrici: P.I. Daniele Fontana

Via delle Scuole n. 23/2, Scandiano - (RE) tel. 0522 889418

e-mail: tecnico@fontanaprogetti.it

prevenzione incendi: Geom Simone Donelli

Via N.Copernico 6 - (RE) tel. 339 7839771

e-mail: info@geomsimonedonelli.it

Esecutivo

20-06-2023



1:vv

Valutazione sulla sicurezza

E.ST.2.022

B2.2	Valutazione della sicurezza		
	Comune di : Ventasso (RE)		
	Lavori di : PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE DEI LAVORI relativa ai lavori di "INTERVENTO 1: RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE DEL CINEMA/TEATRO DI LIGONCHIO" nell'ambito del PNRR M1C3I2.1 "ATTRATTIVITÀ DEI BORCHI" - PROGETTO RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E STRUTTURALE DEGLI SPAZI CULTURALI COMUNE DI VENTASSO - LIGONCHIO: DOVE L'ENERGIA DIVENTA CULTURA" CUP H37D22000010006 CIG 958213866C		
	Località: Ligonchio		
	Ubicazione: Via Alla Valla n° 12		
	Committente: Comune di Ventasso		
	Progettista: Ing. Filippo Dallagiacoma Via Alla Valla n°33 42032 Ligonchio -Ventasso(RE)		
	Collaboratori: Geom. Nicola Tarlanda		
	S.S.P. Integrazioni		
	Oggetto dell'elaborato: Valutazione della sicurezza		
STUDIO INGEGNERIA		Timbro e Firma	Tavola N.°
Ing. Filippo Dallagiacoma Albo Ingg. di RE n. 2004 Via Micheli, 3/3 Castelnovo ne' Monti (RE) Tel. 0522/611750 Fax 0522/1840394 f.dallagiacoma@spadaccinistudio.it			B2.2
Scala:		Data: Giugno 2023	
		Posiz. Archivio: 1068 B2.2 Valutazione della sicurezza.docx	

Pagina bianca

Indice

1 Valutazione della sicurezza :	4
1 .1 STATO DI FATTO	4
1 .2 STATO DI PROGETTO	13

1 Valutazione della sicurezza :

Stati limite considerati:	la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi è stata eseguita con riferimento agli SLU, SLE; le Verifiche agli SLU sono state eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV), Stato limite di Operatività (SLO).
Situazioni che determinano la valutazione della sicurezza:	riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta ad azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali. Interventi strutturali di progetto.
Localizzazione delle situazioni che determinano la valutazione della sicurezza:	estesa a tutto il complesso strutturale.
Verifiche:	verifica globale di tutta la struttura;
Esiti:	Adeguamento Simico con $\beta_E \geq 0.8$

1.1 STATO DI FATTO

A seguito della restituzione dei modelli numerici, viene di seguito riportata la sintesi dei risultati delle verifiche, divise in statiche e dinamiche, con l'indicazione del valore della accelerazione al suolo in grado di attivare meccanismi di collasso globali .

Analisi
Statica
Lineare non
sismica

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

Inviluppo CCC

Verifica di Resistenza della Struttura (STR)

Pressofless. complanare [§4.5.6]	0.000	74.5%
----------------------------------	--------------	--------------

Taglio scorrimento [§4.5.6]	0.000	96.4%
-----------------------------	--------------	--------------

Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]	0.625	98.7%
---------------------------------	--------------	--------------

Pressofless. ortogonale (da modello 3D)	0.000	97.2%
---	--------------	--------------

Pressofless. ortog. [§4.5.6.2]	<input type="text"/>	
--------------------------------	----------------------	--

Verifica di Resistenza del Terreno (GEO)

Capacità portante del terreno e Scorrimento sul piano di posa [§6.4.2.1]	<input type="text"/>
---	----------------------

Coefficienti di sicurezza per verifiche da azioni in input:
verde: soddisfatte per tutti gli elementi
rosso: non soddisfatte per uno o più elementi

Analisi Statica non lineare Push-Over	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)	ζ,PGA(SLO)	ζ,TR(SLO)
	1			A	+X'	+0.3Y'	+		L2	0.594	0.223	11	1.093	1.227	0.962	0.911
	2			A	+X'	+0.3Y'	-		L2	0.676	0.308	15	1.447	2.440	1.291	1.711
	3			A	+X'	-0.3Y'	+		L2	0.577	0.208	10	1.113	1.307	0.988	0.956
	4			A	+X'	-0.3Y'	-		L2	0.640	0.265	13	1.238	1.640	1.080	1.156
	5			A	+Y'	+0.3X'	+		L2	0.996	0.990	50	2.311	9.400	1.975	4.778
	6			A	+Y'	+0.3X'	-		L2	0.761	0.430	21	1.760	4.080	1.533	2.533
	7			A	+Y'	-0.3X'	+		L2	0.812	0.514	26	1.696	3.747	1.440	2.178
	8			A	+Y'	-0.3X'	-		L2	0.568	0.202	10	1.270	1.747	1.080	1.156
	9			A	-X'	+0.3Y'	+		L2	0.767	0.445	22	0.760	0.573	0.664	0.422
	10			A	-X'	+0.3Y'	-		L2	0.699	0.337	17	0.526	0.253	0.448	0.178
	11			A	-X'	-0.3Y'	+		L2	0.640	0.268	13	1.270	1.747	1.096	1.222
	12			A	-X'	-0.3Y'	-		L2	0.707	0.351	18	0.752	0.547	0.653	0.400
	13			A	-Y'	+0.3X'	+		L2	0.699	0.344	17	1.603	3.200	1.348	1.867
	14			A	-Y'	+0.3X'	-		L2	0.959	0.851	43	2.210	8.067	1.893	4.200
	15			A	-Y'	-0.3X'	+		L2	0.878	0.643	32	2.021	6.107	1.718	3.333
	16			A	-Y'	-0.3X'	-		L2	0.928	0.768	38	2.146	7.293	1.826	3.867
	17			E	+X'	+0.3Y'	+		L2	0.744	0.409	20	0.583	0.320	0.499	0.222
	18			E	+X'	+0.3Y'	-		L2	0.753	0.416	21	0.643	0.387	0.545	0.267
	19			E	+X'	-0.3Y'	+		L2	0.812	0.514	26	0.611	0.360	0.525	0.244
	20			E	+X'	-0.3Y'	-		L2	0.753	0.423	21	0.727	0.507	0.617	0.356
	21			E	+Y'	+0.3X'	+		L2	0.654	0.279	14	0.936	0.880	0.808	0.622
	22			E	+Y'	+0.3X'	-		L2	0.549	0.184	9	1.157	1.427	0.998	1.000
	23			E	+Y'	-0.3X'	+		L2	0.657	0.291	15	0.956	0.907	0.808	0.622
	24			E	+Y'	-0.3X'	-		L2	0.541	0.180	9	1.178	1.453	1.013	1.044
	25			E	-X'	+0.3Y'	+		L2	0.972	0.888	44	0.739	0.520	0.622	0.356
	26			E	-X'	+0.3Y'	-		L2	0.798	0.490	25	0.599	0.333	0.509	0.244
	27			E	-X'	-0.3Y'	+		L2	0.855	0.607	30	0.647	0.400	0.556	0.289
	28			E	-X'	-0.3Y'	-		L2	0.767	0.445	22	0.579	0.320	0.494	0.222
	29			E	-Y'	+0.3X'	+		L2	0.614	0.243	12	1.374	2.147	1.173	1.378
	30			E	-Y'	+0.3X'	-		L2	0.447	0.112	6	0.989	1.000	0.854	0.711
	31			E	-Y'	-0.3X'	+		L2	0.535	0.177	9	1.145	1.360	0.972	0.933
	32			E	-Y'	-0.3X'	-		L2	0.513	0.160	8	1.021	1.040	0.864	0.733
Analisi Cinematica	Sintesi risultati Analisi Cinematica Lineare															
	Risultati dei cinematismi analizzati:															
	n.	α0	PGA,CLD	TR,CLD	PGA,CLV	TR,CLV										
			/PGA,DLD	/TR,DLD	/PGA,DLV	/TR,DLV										
	1	0.096	0.394	0.133	0.337	0.063										
	2	0.201	0.627	0.373	0.540	0.180										
	3	0.343	1.073	1.200	0.928	0.768										
	4	0.097	0.418	0.160	0.360	0.073										
	5	0.126	0.406	0.147	0.348	0.067										
	6	0.149	0.502	0.227	0.436	0.107										
7	0.155	0.510	0.240	0.436	0.110											
8	0.176	0.522	0.253	0.455	0.118											
9	0.280	0.876	0.773	0.761	0.430											
10	0.083	0.273	0.067	0.236	0.029											
11	0.095	0.301	0.080	0.261	0.037											
12	0.088	0.647	0.400	0.563	0.198											
13	0.155	0.579	0.307	0.501	0.150											
14	0.126	0.402	0.147	0.348	0.067											
n. = numero consecutivo del cinematismo																
α0 = moltiplicatore di collasso																
PGA,CLD / PGA,DLD = ζ,E,SLD,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD																
TR,CLD / TR,DLD = ζ,E,SLD,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per																

SLD

PGA,CLV / PGA,DLV = ζ_E ,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLVTR,CLV / TR,DLV = ζ_E ,SLV,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

Secondo All.A al D.M.14.1.2008, si considerano valori di TR compresi nell'intervallo [30,2475] anni. Se TR>2475 si pone TR=2475.

Se TR<30, con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIIS (Unità di Ricerca CNR-ITC) si adotta un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard $ag(30)$, $ag(50)$ e $ag(75)$, effettuata con la funzione di potenza: $ag(TR)=k*TR^\alpha$.

Per il sito in esame risulta: $K = 0.012694770$, $\alpha = 0.467627820$

Per l'Indicatore di Rischio Sismico in termini di TR si ha quindi un limite massimo pari a:

SLD: $(2475/TR,DLV)=33.000$

SLV: $(2475/TR,DLV)=3.476$

Edificio Esistente in muratura - Intervento di Adeguamento ⁽¹⁾

Risultati dell'analisi strutturale

Normativa di riferimento: D.M. 17.1.2018 (parametri di spettro conformi a reticolo D.M. 14.1.2008)

Questo documento è una scheda di sintesi, contenente i risultati dell'elaborazione in termini di confronto fra capacità e domanda e compilata con riferimento alla terminologia proposta dal D.M.17.1.2018.

Per la verifica di sicurezza di un intervento di adeguamento (§8.4.3) si richiede che l'indicatore di rischio sismico ζ_E sia ≥ 0.800 per i casi c) e), e $\zeta_E \geq 1.000$ per gli altri casi.

Per l'edificio in oggetto, nel modello di Aedes.PCM si richiede: $\zeta_E \geq 0.800$

Sintesi risultati: Indicatori di Rischio sismico ζ_E in termini di PGA

Verifica non soddisfatta

Stato Limite	ζ_E (PGA _C /PGA _D)
SLO	0.448
SLD	0.526
SLV	0.236

⁽¹⁾ Questa scheda di sintesi costituisce il risultato completo nel caso dell'Intervento di Adeguamento.

In alternativa, la scheda può riferirsi allo **Stato Attuale** (pre-intervento) **di un Intervento di Miglioramento**: in tal caso, il risultato complessivo dell'Intervento di Miglioramento è costituito dalla scheda di sintesi del file dell'edificio allo Stato di Progetto (post-intervento), dove i risultati dello Stato di Progetto vengono confrontati con quelli dello Stato Attuale.

Gerarchia dei comportamenti strutturali

Indicatore di rischio sismico obiettivo: $\zeta_E \geq 0.800$

Edificio esistente, Classe d'uso (§2.4.2): III

Verifiche obbligatorie secondo Normativa (§7.3.6, §8.3): SLV: RES

In grigio: comportamenti non analizzati, o da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III)

Comportamento	ζ_E (PGA _C /PGA _D)
SLV: Cinematismo	0.236
SLV: Resistenza fuori piano	0.447
SLV: Resistenza nel piano	0.447
SLO: Rigidezza (spostamenti)	0.448
SLD: Resistenza nel piano	0.526
SLD: Resistenza fuori piano	0.526
SLD: Rigidezza (spostamenti)	0.526
SLD: Capacità limite in fondazione	

SLV: Capacità limite in fondazione	
SLD: Cinematismo	

Domanda

Stato Limite	PGA _D (g)	TR _D (anni)
SLO	0.194	45
SLD	0.249	75
SLV	0.575	712

Analisi eseguite:

- Analisi statica non lineare (pushover)
- Analisi cinematica

Verifiche di rigidezza (RIG)

Stato Limite	PGA _C (g)	ζ _E (PGA _C /PGA _D)	TR _C (anni)	ζ _E (TR _C /TR _D)
SLO	0.087	0.448	8	0.178
SLD	0.131	0.526	19	0.253

Verifiche di resistenza (RES)

SLD	PGA _C (g)	ζ _E (PGA _C /PGA _D)	TR _C (anni)	ζ _E (TR _C /TR _D)
Resistenza nel piano del pannello	0.131	0.526	19	0.253
Resistenza fuori piano del pannello	0.131	0.526	19	0.253
Capacità limite in fondazione				
Cinematismo				

SLV	PGA _C (g)	ζ _E (PGA _C /PGA _D)	TR _C (anni)	ζ _E (TR _C /TR _D)
Resistenza nel piano del pannello	0.257	0.447	80	0.112
Resistenza fuori piano del pannello	0.257	0.447	80	0.112
Capacità limite in fondazione				
Cinematismo	0.136	0.236	21	0.029

Indicatori di Rischio (rapporto fra capacità e domanda).

I valori evidenziati si riferiscono al parametro ζ_E definito in termini di PGA.

Stato Limite	ζ _E (PGA _C /PGA _D)	ζ _E (TR _C /TR _D)
SLO	0.448	0.178
SLD	0.526	0.253
SLV	0.236	0.029

Il valore di PGA specificato in input è pari ad ag*S, accelerazione al suolo.

Capacità della struttura in termini di Vita Nominale; Tempo di intervento

Dati in input (domanda):

Classe d'uso della costruzione (§2.4.2): III

Coefficiente d'uso della costruzione (§2.4.2, 2.4.3) C_U: 1.5

Vita Nominale V_N (§2.4.1): 50 anni
Vita di Riferimento (§2.4.3) $V_R = V_N * C_U$: 75 anni
 PV_R per SLV (definita in input): 10 %

Risultati dell'analisi (capacità):

TR_{CLV} (anni) = 21 anni

Dalla relazione: $TR = -V_R / \ln(1-PV_R)$, ponendo $TR = TR_{CLV}$ e assumendo PV_R per SLV definita in input, segue la capacità della struttura in termini di Vita di Riferimento (V_{RC}) e quindi di Vita Nominale, ossia il Tempo di intervento $T_{INT} = (TR_{CLV}/C_U) * \ln(1-PV_R)$:

V_{RC} (anni) = 2.2 anni

T_{INT} (anni) = 1.5 anni

Edifici in muratura e verifiche di sicurezza: descrizione della metodologia

Il D.M.17.1.2018 organizza le verifiche competenti ai vari Stati Limite in dipendenza dalla Classe d'Uso dell'edificio (Tab.7.3.III in §7.3.6), distinguendole in verifiche di rigidezza (RIG: consistono in verifiche di deformazione) e in verifiche di resistenza (RES, che coinvolgono i comportamenti dei pannelli murari nel piano e fuori piano e la capacità limite in fondazione).

Piu' precisamente:

SLO: Stato Limite di Operatività:

RIG: verifica obbligatoria per edifici nuovi e classe d'uso III o IV (§7.3.6), o per edifici esistenti e classe IV (§8.3).

In analisi lineare consiste nel controllo della deformazione di interpiano, con riferimento ai limiti indicati in §7.3.6.1.

In analisi statica non lineare la verifica per SLO è definita dal confronto fra capacità (definita dallo spostamento del punto di controllo pari a (2/3) di quello allo SLD) e domanda per SLO (determinata attraverso l'oscillatore monodimensionale calcolato con la bilineare equivalente allo SLV).

SLD: Stato Limite di Danno:

a) **RIG:** verifica obbligatoria per edifici nuovi e classe d'uso I e II (§7.3.6).

In analisi lineare consiste nel controllo della deformazione di interpiano, con riferimento ai limiti indicati in §7.3.6.1.

In analisi statica non lineare la verifica per SLD è definita dal confronto fra capacità e domanda. La capacità è definita dallo spostamento del punto di controllo minore fra le seguenti due condizioni:

- quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente allo SLV;
 - quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari 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 3/4 del taglio di base massimo.
- La domanda per SLD è determinata attraverso l'oscillatore monodimensionale calcolato con la bilineare equivalente allo SLV.

b) **RES:** verifica obbligatoria per edifici nuovi e classe d'uso III o IV (§7.3.6), o per edifici esistenti e classe IV (§8.3).

In analisi lineare consiste nelle verifiche di resistenza, con analisi condotta con fattore di comportamento q per SLD ($q \leq 1.5$, cfr. Tab.7.3.I §7.3).

In analisi statica non lineare, la verifica per SLD coincide con quanto descritto per RIG.

SLV: Stato Limite di salvaguardia della Vita:

RES: verifiche richieste per tutti gli edifici. Per gli edifici esistenti, include le verifiche dei cinematismi condotte in termini di resistenza (con fattore di comportamento q posto in genere pari a 2).

In analisi lineare consiste nelle verifiche di resistenza, con analisi condotta con fattore di comportamento q .

In analisi statica non lineare la verifica per SLV è definita dal confronto fra capacità e domanda. La capacità è definita dallo spostamento del punto di controllo pari a (3/4) di quello allo SLC. SLC è definito dallo spostamento minore fra le seguenti condizioni:

- quello corrispondente ad un taglio alla base residuo pari all'80% del massimo;
- quello corrispondente al raggiungimento della soglia limite di deformazione angolare per SLC in tutti i maschi di un qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza.

La domanda per SLV è determinata attraverso l'oscillatore monodimensionale calcolato con la bilineare

equivalente allo SLV.

Analisi sismiche eseguite e risultati per i vari comportamenti strutturali

Per ogni modello analizzato come unica struttura globale o per ogni sottostruttura di un modello calcolato come assemblaggio di sottostrutture, la scheda di sintesi indica i tipi di analisi eseguite le cui verifiche confluiscono nei risultati degli indicatori di rischio, con distinzione fra Stato Attuale e Stato di Progetto.

Le possibili analisi ed i corrispondenti comportamenti strutturali sono i seguenti:

• **Analisi cinematica:** meccanismi di collasso (cinematismi)

• **Analisi statica non lineare (pushover):**

a) comportamento dei pannelli nel piano (per pressoflessione e/o taglio);

b) se considerato in pushover: comportamento dei pannelli fuori piano per azioni di calcolo da modello;

c) se vi sono fondazioni nello schema statico e sono considerate in pushover: capacità limite delle fondazioni.

• **Analisi sismica lineare** (con priorità per la dinamica modale rispetto alla statica lineare):

a) comportamento dei pannelli nel piano (per pressoflessione e/o taglio), se non è eseguita la pushover;

b) se la verifica è richiesta: comportamento dei pannelli fuori piano per azioni di calcolo da modello (considerato anche se è eseguita la pushover) e/o per azioni equivalenti secondo §7.2.3 e §7.8.1.5.2;

c) se vi sono fondazioni nello schema statico: capacità limite delle fondazioni, se non si considera in pushover.

Per garantire coerenza fra le verifiche eseguite in analisi lineare ed i risultati dell'analisi pushover, il fattore di comportamento q utilizzato in analisi lineare deve coincidere con q calcolato in pushover (rispettando comunque, nel caso del D.M.17.1.2018, secondo §7.3.1, il valore massimo di q tale che: $S_{e,SLV} \geq S_{e,SLD}$).

Valutazione della sicurezza

Per gli edifici esistenti, seguendo §8.3, è possibile che la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi possano essere eseguiti con riferimento ai soli stati limite ultimi (SLV), salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV: per esse sono richieste le verifiche anche agli stati limite di esercizio SLE (SLO e SLD), per i quali potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

L'**indicatore di rischio** ζ_E , consistente nel rapporto tra Capacità e Domanda, costituisce il risultato in sintesi dell'analisi sismica dell'edificio.

Il calcolo dell'indicatore di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda.

Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni: a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento); b) q^* (rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente) ≤ 3.0 , con riferimento a SLV (la relazione $q^* \leq 4.0$ indicata in D.M. 17.1.2018 per SLC viene ricondotta a $q^* \leq 3.0$ per SLV, dato il rapporto di (3/4) esistente fra le capacità per SLC e per SLV (EuroCodice 8, UNI EN 1998-3:2005, §C4.1.2).

Per tutti gli stati limite di riferimento (SLO, SLD e SLV) ζ_E può essere espresso sia in termini di PGA che di TR; i due valori non sono uguali data la non linearità del legame fra PGA e TR, ma in ogni caso sono contemporaneamente maggiori o minori di 1.

Per quanto riguarda la **pericolosità sismica**, la verifica di sicurezza e l'elaborazione dell'indicatore di rischio vengono eseguite in modo analogo sia nel caso di approccio semplificato (con riferimento al reticolo sismico italiano, pubblicato nel D.M.14.1.2008), sia nel caso di approccio rigoroso secondo **analisi della Risposta Sismica Locale (da microzonazione)**.

La procedura subisce invece alcune modifiche in altri casi di **parametri di spettro non conformi** al reticolo sismico, secondo le seguenti modalità.

(a) Se la difformità riguarda **ag**, il legame diretto tra TR e ag espresso dal reticolo non è più valido. Per tutti gli stati limite, il calcolo dell'indicatore di rischio si esegue attraverso una procedura iterativa direttamente su ag; il risultato in termini di TR si calcola in seguito facendo riferimento all'espressione proposta dal D.M. 65 del 07.03.2017: $TR_C = TR_D \cdot (PGA_C/PGA_D)^\eta$

dove: $\eta = 1/0.49$ per $ag \geq 0.25g$; $\eta = 1/0.43$ per $0.25g \geq ag \geq 0.15g$; $\eta = 1/0.356$ per $0.15g \geq ag \geq 0.05g$;

$\eta = 1/0.34$ per $0.05g \geq ag$ (ag = accelerazione massima su roccia, che viene assunta con riferimento a SLV).

Per gli altri parametri di spettro, il valore viene unificato, per tutti i periodi di ritorno.

(b) Se la difformità riguarda **non ag ma altri parametri di spettro** (ad es. il coefficiente di suolo S_s): i valori di

ogni parametro difforme sono impostati costanti per tutti i periodi di ritorno, e la procedura iterativa viene eseguita su TR, sostituendo il valore previsto dalla Normativa con quello difforme.

(c) In caso di **spettro personalizzato definito per punti**, non è possibile risalire ai singoli parametri di spettro, tuttavia il valore di ancoraggio (spettro per $T=0$), pari ad (ag^*S) , consente una procedura iterativa basata sull'accelerazione mediante la quale è possibile definire, per ogni stato limite, il valore degli indicatori di rischio. La procedura assume per ipotesi che la forma spettrale sia proporzionale ad (ag^*S) e che la definizione per punti dello spettro riguardi entrambe le direzioni sismiche X' e Y' (in assenza di una delle due definizioni, questa viene assunta uguale all'altra) ed un eventuale spettro in direzione Z; durante la procedura iterativa, tutti gli spettri vengono 'scalati' con il medesimo fattore di proporzionalità.

(d) Se la Normativa di riferimento è l'**EuroCodice**, il calcolo si limita agli indicatori di rischio in termini di PGA, con procedura iterativa analoga al punto (a) senza tuttavia valutare risultati in termini di TR.

La verifica di sicurezza per i **nuovi edifici** richiede che ζ_E sia ≥ 1.000 .

Il D.M.17.1.2018 introduce livelli di sicurezza specifici per gli **edifici esistenti**, ed a tal fine è possibile fare riferimento all'indicatore ζ_E **espresso in termini di accelerazione al suolo PGA**, preferibilmente espresso considerando gli effetti di suolo: **ag^*S** (la scelta di definizione di PGA come accelerazione su roccia ag o contenente anche gli effetti di suolo: ag^*S è definita in input nel file di Aedes.PCM).

Per gli **interventi di Miglioramento** (§8.4.2) ζ_E può essere minore di 1.0: per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV a seguito degli interventi di miglioramento deve essere: $\zeta_E \geq 0.600$; per tutti gli altri edifici, ζ_E deve essere incrementato di almeno 0.1: $\Delta\zeta_E \geq 0.100$.

Per gli **interventi di Adeguamento** (§8.4.3) in alcuni casi (c) e in §8.4.3) è sufficiente che ζ_E sia ≥ 0.800 , mentre negli altri casi il livello di sicurezza uguaglia quello richiesto alle nuove costruzioni: $\zeta_E \geq 1.000$.

Per quanto riguarda l'**intervallo di calcolo dei periodi di ritorno**: il D.M. 14.1.2008 definisce un periodo di ritorno compreso tra 30 e 2475 anni. Se dal calcolo risulta una capacità in termini di TR superiore a 2475 anni, si pone $TR = 2475$ come limite superiore. Per quanto riguarda il limite inferiore, è possibile considerare valori di TR minori di 30 anni con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIs (Unità di Ricerca CNR-ITC): viene adottata un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard $ag(30)$, $ag(50)$ e $ag(75)$, effettuata con la funzione di potenza: $ag(TR) = k TR^\alpha$. L'intervallo di calcolo di TR è quindi $[1,2475]$; ne consegue che la capacità in termini di PGA può assumere anche valori minori di quello corrispondente a $TR = 30$ anni.

La **capacità della struttura in termini di Vita Nominale (V_{NC})**, definita anche come **Tempo di intervento T_{INT}** , si identifica con la Vita Nominale che è possibile assegnare alla struttura, in conseguenza del periodo di ritorno sostenibile TR_{CLV} , mantenendo nel corrispondente periodo di riferimento $V_{RC} (= V_{NC} * C_U)$ la probabilità di superamento PV_R definita in input per lo Stato Limite ultimo SLV.

Per una valutazione del valore ottenuto per V_{NC} relativa a beni monumentali, si tenga presente che valori della vita nominale maggiori di 20 anni possono considerarsi ammissibili per un manufatto tutelato (§2.4 Direttiva P.C.M 9.2.2011). Se risulta: $TR_{CLV} \geq 2475$ anni, si potrà considerare un valore della vita nominale \geq del limite V_{NC} riportato nella scheda (corrispondente a $TR = 2475$ anni: $V_{NC} \geq 2475 * -\ln(1-PV_R) / C_U$).

Compilazione di schede tecniche per edifici strategici.

Le Schede di sintesi della verifica sismica per gli edifici strategici ai fini della Protezione Civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico, predisposte dalle Regioni (Regione Emilia-Romagna, ed altre), richiedono risultati relativi ai diversi stati limite (SLO, SLD e SLV), e l'indicatore di rischio può essere espresso in termini sia di PGA che di T_R .

In ogni caso, dal quadro di sintesi di PCM (sopra riportato) è possibile trarre i valori richiesti per la compilazione, anche qualora questa faccia riferimento alla Normativa precedente (D.M. 14.1.2008).

Informazioni sulla generazione di questa scheda:

data di creazione: 16/06/2023 , 18:48:14

Nome del file di progetto di Aedes.PCM:

per Analisi globale: 1068_Cinema_SDF_incastrato_(2)__modifica_regia_Frcm_1_lato_Fa_1_8

eventuale file distinto per Analisi cinematica: -

1.2 STATO DI PROGETTO

Analisi Statica Lineare non sismica	<div>Analisi Statica Lineare, NON Sismica (D.M.17.1.2018)</div> <div><div><div>Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5] Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura</div><div>Inviluppo CCC</div><div>Verifica di Resistenza della Struttura (STR)</div><table><tr><td>Pressofless. complanare [§4.5.6]</td><td>1.021</td><td>100%</td></tr><tr><td>Taglio sconnimento [§4.5.6]</td><td>1.347</td><td>100%</td></tr><tr><td>Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]</td><td>1.199</td><td>100%</td></tr><tr><td>Pressofless. ortogonale (da modello 3D)</td><td>1.155</td><td>100%</td></tr><tr><td>Pressofless. ortog. [§4.5.6.2]</td><td></td><td></td></tr></table><div>Verifica di Resistenza del Terreno (GEO)</div><div>Capacità portante del terreno e Sconnimento sul piano di posa [§6.4.2.1]</div></div><div>Coefficienti di sicurezza per verifiche da azioni in input: verde: soddisfatte per tutti gli elementi rosso: non soddisfatte per uno o più elementi</div></div>	Pressofless. complanare [§4.5.6]	1.021	100%	Taglio sconnimento [§4.5.6]	1.347	100%	Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]	1.199	100%	Pressofless. ortogonale (da modello 3D)	1.155	100%	Pressofless. ortog. [§4.5.6.2]		
Pressofless. complanare [§4.5.6]	1.021	100%														
Taglio sconnimento [§4.5.6]	1.347	100%														
Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]	1.199	100%														
Pressofless. ortogonale (da modello 3D)	1.155	100%														
Pressofless. ortog. [§4.5.6.2]																

**Analisi Statica
non lineare
Push-Over**

i curva	Corrente	Vista	Distr.	Direz.	Direz. 2	Mt	Ez	Control	ζ ,PGA(SLV)	ζ ,TR(SLV)	VN,CLV	ζ ,PGA(SLD)	ζ ,TR(SLD)	ζ ,PGA(SLO)	ζ ,TR(SLO)
1			A	+X'	+0.3Y'	+		L2	1.265	2.617	131	2.918	24.840	2.521	9.467
2			A	+X'	+0.3Y'	-		L2	1.156	1.774	89	2.681	16.840	2.294	7.267
3			A	+X'	-0.3Y'	+		L2	1.344	3.476	174	3.107	33.000	2.798	12.889
4			A	+X'	-0.3Y'	-		L2	1.234	2.371	119	2.861	22.507	2.469	8.911
5			A	+Y'	+0.3X'	+		L2	1.194	2.022	101	2.753	19.200	2.387	8.000
6			A	+Y'	+0.3X'	-		L2	1.344	3.476	174	2.009	5.933	1.708	3.267
7			A	+Y'	-0.3X'	+		L2	1.152	1.732	87	2.656	16.440	2.294	7.156
8			A	+Y'	-0.3X'	-		L2	1.344	3.476	174	2.021	6.107	1.718	3.333
9			A	-X'	+0.3Y'	+		L2	1.225	2.268	113	2.825	21.520	2.438	8.644
10			A	-X'	+0.3Y'	-		L2	1.298	2.971	149	3.002	28.200	2.613	10.333
11			A	-X'	-0.3Y'	+		L2	1.149	1.711	86	2.656	16.240	2.294	7.156
12			A	-X'	-0.3Y'	-		L2	1.265	2.645	132	2.934	25.107	2.521	9.467
13			A	-Y'	+0.3X'	+		L2	1.182	1.952	98	1.989	5.760	1.667	3.133
14			A	-Y'	+0.3X'	-		L2	1.072	1.296	65	2.480	12.307	2.135	5.844
15			A	-Y'	-0.3X'	+		L2	1.194	2.044	102	1.812	4.440	1.533	2.533
16			A	-Y'	-0.3X'	-		L2	0.959	0.851	43	2.210	8.067	1.893	4.200
17			E	+X'	+0.3Y'	+		L2	1.003	1.003	50	2.319	9.520	1.975	4.778
18			E	+X'	+0.3Y'	-		L2	1.109	1.490	75	2.508	12.920	2.171	6.156
19			E	+X'	-0.3Y'	+		L2	1.022	1.072	54	2.363	10.173	2.027	5.044
20			E	+X'	-0.3Y'	-		L2	1.123	1.567	78	2.548	13.787	2.186	6.356
21			E	+Y'	+0.3X'	+		L2	0.992	0.976	49	2.146	7.293	1.842	3.933
22			E	+Y'	+0.3X'	-		L2	1.265	2.617	131	1.603	3.147	1.348	1.867
23			E	+Y'	-0.3X'	+		L2	0.892	0.683	34	1.969	5.600	1.651	3.089
24			E	+Y'	-0.3X'	-		L2	1.156	1.774	89	1.624	3.320	1.373	1.956
25			E	-X'	+0.3Y'	+		L2	1.015	1.058	53	2.355	10.040	2.011	4.956
26			E	-X'	+0.3Y'	-		L2	0.801	0.499	25	1.812	4.440	1.533	2.533
27			E	-X'	-0.3Y'	+		L2	0.946	0.815	41	2.186	7.627	1.852	4.067
28			E	-X'	-0.3Y'	-		L2	0.866	0.625	31	1.977	5.680	1.667	3.133
29			E	-Y'	+0.3X'	+		L2	1.043	1.159	58	1.720	3.880	1.456	2.222
30			E	-Y'	+0.3X'	-		L2	0.846	0.580	29	1.949	5.507	1.641	3.022
31			E	-Y'	-0.3X'	+		L2	1.015	1.044	52	1.531	2.813	1.291	1.711
32			E	-Y'	-0.3X'	-		L2	0.883	0.663	33	2.009	5.933	1.708	3.267

**Analisi
Cinematica**
Sintesi risultati Analisi Cinematica Lineare

Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	$\alpha 0$	PGA,CLD /PGA,DLD	TR,CLD /TR,DLD	PGA,CLV /PGA,DLV	TR,CLV /TR,DLV
1	0.289	1.178	1.453	1.015	1.044
2	0.486	1.499	2.653	1.298	2.971
3	0.961	2.982	27.053	1.343	3.476
4	0.451	1.937	5.347	1.343	3.476
5	0.528	1.696	3.747	1.343	3.476
6	0.473	1.571	2.973	1.343	3.476
7	0.453	1.491	2.613	1.289	2.879
8	0.607	1.812	4.440	1.343	3.476
9	0.396	1.270	1.747	1.091	1.396
10	0.367	1.198	1.547	1.036	1.143
11	0.378	1.218	1.573	1.043	1.173
12	0.394	3.107	33.000	1.343	3.476
13	0.387	1.270	1.747	1.098	1.414
14	0.455	1.491	2.573	1.283	2.791
15	0.884	3.107	33.000	1.343	3.476
16	0.368	1.186	1.480	1.025	1.100

n. = numero consecutivo del cinematismo

 $\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

 PGA,CLD / PGA,DLD = ζ ,E,SLD,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD

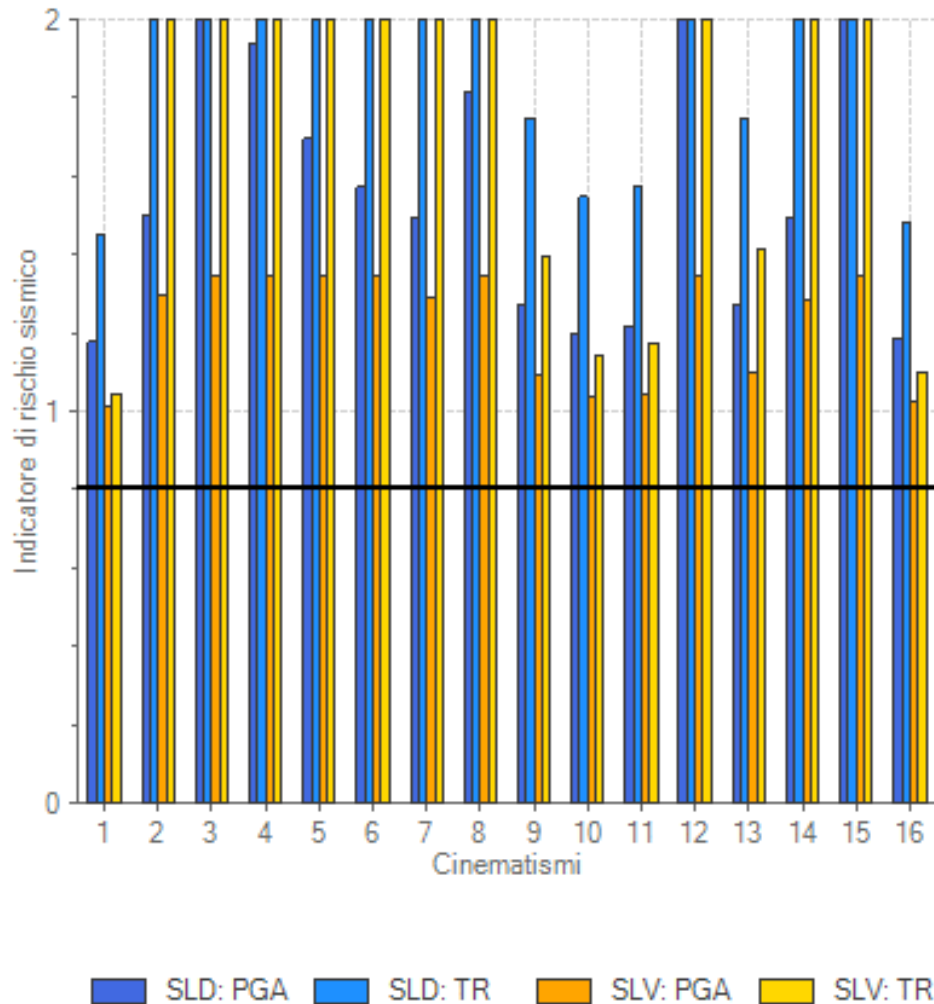
 TR,CLD / TR,DLD = ζ ,E,SLD,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

 PGA,CLV / PGA,DLV = ζ ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

 TR,CLV / TR,DLV = ζ ,E,SLV,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

Secondo All.A al D.M.14.1.2008, si considerano valori di TR compresi nell'intervallo [30,2475] anni.
 Se $TR > 2475$ si pone $TR = 2475$.
 Se $TR < 30$, con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIIS (Unità di Ricerca CNR-ITC) si adotta un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard $ag(30)$, $ag(50)$ e $ag(75)$,
 effettuata con la funzione di potenza: $ag(TR) = k \cdot TR^\alpha$.
 Per il sito in esame risulta: $K = 0.012694770$, $\alpha = 0.467627820$

Per l'Indicatore di Rischio Sismico in termini di TR si ha quindi un limite massimo pari a:
 SLD: $(2475/TR, DLD) = 33.000$
 SLV: $(2475/TR, DLV) = 3.476$



Edificio Esistente in muratura - Intervento di Adeguamento ⁽¹⁾**Risultati dell'analisi strutturale**

Normativa di riferimento: D.M. 17.1.2018 (parametri di spettro conformi a reticolo D.M. 14.1.2008)

Questo documento è una scheda di sintesi, contenente i risultati dell'elaborazione in termini di confronto fra capacità e domanda e compilata con riferimento alla terminologia proposta dal D.M.17.1.2018.

Per la verifica di sicurezza di un intervento di adeguamento (§8.4.3) si richiede che l'indicatore di rischio sismico ζ_E sia ≥ 0.800 per i casi c) e), e $\zeta_E \geq 1.000$ per gli altri casi.

Per l'edificio in oggetto, nel modello di Aedes.PCM si richiede: $\zeta_E \geq 0.800$

Sintesi risultati: Indicatori di Rischio sismico ζ_E in termini di PGA**Verifica soddisfatta**

Stato Limite	ζ_E (PGA _C /PGA _D)
SLO	1.291
SLD	1.186
SLV	0.801

⁽¹⁾ Questa scheda di sintesi costituisce il risultato completo nel caso dell'Intervento di Adeguamento.

In alternativa, la scheda può riferirsi allo **Stato Attuale** (pre-intervento) **di un Intervento di Miglioramento**: in tal caso, il risultato complessivo dell'Intervento di Miglioramento è costituito dalla scheda di sintesi del file dell'edificio allo Stato di Progetto (post-intervento), dove i risultati dello Stato di Progetto vengono confrontati con quelli dello Stato Attuale.

Gerarchia dei comportamenti strutturali

Indicatore di rischio sismico obiettivo: $\zeta_E \geq 0.800$

Edificio esistente, Classe d'uso (§2.4.2): III

Verifiche obbligatorie secondo Normativa (§7.3.6, §8.3): SLV: RES

In grigio: comportamenti non analizzati, o da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III)

Comportamento	ζ_E (PGA _C /PGA _D)
SLV: Resistenza nel piano	0.801
SLV: Resistenza fuori piano	0.801
SLV: Cinematismo	1.015
SLD: Cinematismo	1.186
SLO: Rigidezza (spostamenti)	1.291
SLD: Resistenza nel piano	1.531
SLD: Resistenza fuori piano	1.531
SLD: Rigidezza (spostamenti)	1.531
SLD: Capacità limite in fondazione	
SLV: Capacità limite in fondazione	

Domanda

Stato Limite	PGA _D (g)	TR _D (anni)
SLO	0.194	45
SLD	0.249	75
SLV	0.575	712

Analisi eseguite:

- Analisi statica non lineare (pushover)
- Analisi cinematica

Verifiche di rigidezza (RIG)

Stato Limite	PGA _C (g)	ζ _E (PGA _C /PGA _D)	TR _C (anni)	ζ _E (TR _C /TR _D)
SLO	0.251	1.291	77	1.711
SLD	0.381	1.531	207	2.760

Verifiche di resistenza (RES)

SLD	PGA _C (g)	ζ _E (PGA _C /PGA _D)	TR _C (anni)	ζ _E (TR _C /TR _D)
Resistenza nel piano del pannello	0.381	1.531	207	2.760
Resistenza fuori piano del pannello	0.381	1.531	207	2.760
Capacità limite in fondazione				
Cinematismo	0.295	1.186	111	1.480

SLV	PGA _C (g)	ζ _E (PGA _C /PGA _D)	TR _C (anni)	ζ _E (TR _C /TR _D)
Resistenza nel piano del pannello	0.461	0.801	355	0.499
Resistenza fuori piano del pannello	0.461	0.801	355	0.499
Capacità limite in fondazione				
Cinematismo	0.584	1.015	743	1.044

Indicatori di Rischio (rapporto fra capacità e domanda).

I valori evidenziati si riferiscono al parametro ζ_E definito in termini di PGA.

Stato Limite	ζ _E (PGA _C /PGA _D)	ζ _E (TR _C /TR _D)
SLO	1.291	1.711
SLD	1.186	1.480
SLV	0.801	0.499

Il valore di PGA specificato in input è pari ad ag*S, accelerazione al suolo.

Capacità della struttura in termini di Vita Nominale; Tempo di intervento

Dati in input (domanda):

Classe d'uso della costruzione (§2.4.2): III

Coefficiente d'uso della costruzione (§2.4.2, 2.4.3) C_U: 1.5

Vita Nominale V_N (§2.4.1): 50 anni

Vita di Riferimento (§2.4.3) V_R = V_N * C_U: 75 anni

PV_R per SLV (definita in input): 10 %

Risultati dell'analisi (capacità):

TR_{CLV} (anni) = 355 anni

Dalla relazione: $TR = -V_R / \ln(1-PV_R)$, ponendo $TR = TR_{CLV}$ e assumendo PV_R per SLV definita in input, segue la capacità della struttura in termini di Vita di Riferimento (V_{RC}) e quindi di Vita Nominale, ossia il Tempo di intervento $T_{INT} = (TR_{CLV}/C_U) * \ln(1-PV_R)$:

V_{RC} (anni) = 37.4 anni

T_{INT} (anni) = 25 anni

Edifici in muratura e verifiche di sicurezza: descrizione della metodologia

Il D.M.17.1.2018 organizza le verifiche competenti ai vari Stati Limite in dipendenza dalla Classe d'Uso dell'edificio (Tab.7.3.III in §7.3.6), distinguendole in verifiche di rigidezza (RIG: consistono in verifiche di deformazione) e in verifiche di resistenza (RES, che coinvolgono i comportamenti dei pannelli murari nel piano e fuori piano e la capacità limite in fondazione).

Piu' precisamente:

SLO: Stato Limite di Operatività:

RIG: verifica obbligatoria per edifici nuovi e classe d'uso III o IV (§7.3.6), o per edifici esistenti e classe IV (§8.3).

In analisi lineare consiste nel controllo della deformazione di interpiano, con riferimento ai limiti indicati in §7.3.6.1.

In analisi statica non lineare la verifica per SLO è definita dal confronto fra capacità (definita dallo spostamento del punto di controllo pari a (2/3) di quello allo SLD) e domanda per SLO (determinata attraverso l'oscillatore monodimensionale calcolato con la bilineare equivalente allo SLV).

SLD: Stato Limite di Danno:

a) **RIG:** verifica obbligatoria per edifici nuovi e classe d'uso I e II (§7.3.6).

In analisi lineare consiste nel controllo della deformazione di interpiano, con riferimento ai limiti indicati in §7.3.6.1.

In analisi statica non lineare la verifica per SLD è definita dal confronto fra capacità e domanda. La capacità è definita dallo spostamento del punto di controllo minore fra le seguenti due condizioni:

- quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente allo SLV;
- quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari 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 3/4 del taglio di base massimo. La domanda per SLD è determinata attraverso l'oscillatore monodimensionale calcolato con la bilineare equivalente allo SLV.

b) **RES:** verifica obbligatoria per edifici nuovi e classe d'uso III o IV (§7.3.6), o per edifici esistenti e classe IV (§8.3).

In analisi lineare consiste nelle verifiche di resistenza, con analisi condotta con fattore di comportamento q per SLD ($q \leq 1.5$, cfr. Tab.7.3.I §7.3).

In analisi statica non lineare, la verifica per SLD coincide con quanto descritto per RIG.

SLV: Stato Limite di salvaguardia della Vita:

RES: verifiche richieste per tutti gli edifici. Per gli edifici esistenti, include le verifiche dei cinematismi condotte in termini di resistenza (con fattore di comportamento q posto in genere pari a 2).

In analisi lineare consiste nelle verifiche di resistenza, con analisi condotta con fattore di comportamento q .

In analisi statica non lineare la verifica per SLV è definita dal confronto fra capacità e domanda. La capacità è definita dallo spostamento del punto di controllo pari a (3/4) di quello allo SLC. SLC è definito dallo spostamento minore fra le seguenti condizioni:

- quello corrispondente ad un taglio alla base residuo pari all'80% del massimo;
- quello corrispondente al raggiungimento della soglia limite di deformazione angolare per SLC in tutti i maschi di un qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza.

La domanda per SLV è determinata attraverso l'oscillatore monodimensionale calcolato con la bilineare equivalente allo SLV.

Analisi sismiche eseguite e risultati per i vari comportamenti strutturali

Per ogni modello analizzato come unica struttura globale o per ogni sottostruttura di un modello calcolato come assemblaggio di sottostrutture, la scheda di sintesi indica i tipi di analisi eseguite le cui verifiche confluiscono nei risultati degli indicatori di rischio, con distinzione fra Stato Attuale e Stato di Progetto.

Le possibili analisi ed i corrispondenti comportamenti strutturali sono i seguenti:

• **Analisi cinematica:** meccanismi di collasso (cinematismi)

• **Analisi statica non lineare (pushover):**

a) comportamento dei pannelli nel piano (per pressoflessione e/o taglio);

- b) se considerato in pushover: comportamento dei pannelli fuori piano per azioni di calcolo da modello;
 c) se vi sono fondazioni nello schema statico e sono considerate in pushover: capacità limite delle fondazioni.

• **Analisi sismica lineare** (con priorità per la dinamica modale rispetto alla statica lineare):

- a) comportamento dei pannelli nel piano (per pressoflessione e/o taglio), se non è eseguita la pushover;
 b) se la verifica è richiesta: comportamento dei pannelli fuori piano per azioni di calcolo da modello (considerato anche se è eseguita la pushover) e/o per azioni equivalenti secondo §7.2.3 e §7.8.1.5.2;
 c) se vi sono fondazioni nello schema statico: capacità limite delle fondazioni, se non si considera in pushover.

Per garantire coerenza fra le verifiche eseguite in analisi lineare ed i risultati dell'analisi pushover, il fattore di comportamento q utilizzato in analisi lineare deve coincidere con q calcolato in pushover (rispettando comunque, nel caso del D.M.17.1.2018, secondo §7.3.1, il valore massimo di q tale che: $S_{e,SLV} \geq S_{e,SLD}$).

Valutazione della sicurezza

Per gli edifici esistenti, seguendo **§8.3**, è possibile che la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi possano essere eseguiti con riferimento ai soli stati limite ultimi (SLV), salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV: per esse sono richieste le verifiche anche agli stati limite di esercizio SLE (SLO e SLD), per i quali potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

L'**indicatore di rischio** ζ_E , consistente nel rapporto tra Capacità e Domanda, costituisce il risultato in sintesi dell'analisi sismica dell'edificio.

Il calcolo dell'indicatore di rischio sismico viene effettuato attraverso un procedimento iterativo sulla domanda. Questa viene fatta variare fino a trovare il massimo valore sostenibile, tale cioè da garantire il soddisfacimento contemporaneo delle due seguenti condizioni: a) capacità \geq domanda (in termini di spostamento); b) q^* (rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente) ≤ 3.0 , con riferimento a SLV (la relazione $q^* \leq 4.0$ indicata in D.M. 17.1.2018 per SLC viene ricondotta a $q^* \leq 3.0$ per SLV, dato il rapporto di (3/4) esistente fra le capacità per SLC e per SLV (EuroCodice 8, UNI EN 1998-3:2005, §C4.1.2). Per tutti gli stati limite di riferimento (SLO, SLD e SLV) ζ_E può essere espresso sia in termini di PGA che di TR; i due valori non sono uguali data la non linearità del legame fra PGA e TR, ma in ogni caso sono contemporaneamente maggiori o minori di 1.

Per quanto riguarda la **pericolosità sismica**, la verifica di sicurezza e l'elaborazione dell'indicatore di rischio vengono eseguite in modo analogo sia nel caso di approccio semplificato (con riferimento al reticolo sismico italiano, pubblicato nel D.M.14.1.2008), sia nel caso di approccio rigoroso secondo **analisi della Risposta Sismica Locale (da microzonazione)**.

La procedura subisce invece alcune modifiche in altri casi di **parametri di spettro non conformi** al reticolo sismico, secondo le seguenti modalità.

(a) Se la difformità riguarda **ag**, il legame diretto tra TR e ag espresso dal reticolo non è più valido. Per tutti gli stati limite, il calcolo dell'indicatore di rischio si esegue attraverso una procedura iterativa direttamente su ag; il risultato in termini di TR si calcola in seguito facendo riferimento all'espressione proposta dal D.M. 65 del 07.03.2017: $TR_C = TR_D * (PGA_C/PGA_D)^\eta$

dove: $\eta = 1/0.49$ per $ag \geq 0.25g$; $\eta = 1/0.43$ per $0.25g \geq ag \geq 0.15g$; $\eta = 1/0.356$ per $0.15g \geq ag \geq 0.05g$; $\eta = 1/0.34$ per $0.05g \geq ag$ (ag = accelerazione massima su roccia, che viene assunta con riferimento a SLV).

Per gli altri parametri di spettro, il valore viene unificato, per tutti i periodi di ritorno.

(b) Se la difformità riguarda **non ag ma altri parametri di spettro** (ad es. il coefficiente di suolo S_s): i valori di ogni parametro difforme sono impostati costanti per tutti i periodi di ritorno, e la procedura iterativa viene eseguita su TR, sostituendo il valore previsto dalla Normativa con quello difforme.

(c) In caso di **spettro personalizzato definito per punti**, non è possibile risalire ai singoli parametri di spettro, tuttavia il valore di ancoraggio (spettro per $T=0$), pari ad $(ag*S)$, consente una procedura iterativa basata sull'accelerazione mediante la quale è possibile definire, per ogni stato limite, il valore degli indicatori di rischio. La procedura assume per ipotesi che la forma spettrale sia proporzionale ad $(ag*S)$ e che la definizione per punti dello spettro riguardi entrambe le direzioni sismiche X' e Y' (in assenza di una delle due definizioni, questa viene assunta uguale all'altra) ed un eventuale spettro in direzione Z ; durante la procedura iterativa, tutti gli spettri vengono 'scalati' con il medesimo fattore di proporzionalità.

(d) Se la Normativa di riferimento è l'**EuroCodice**, il calcolo si limita agli indicatori di rischio in termini di PGA, con

procedura iterativa analoga al punto (a) senza tuttavia valutare risultati in termini di TR.

La verifica di sicurezza per i **nuovi edifici** richiede che ζ_E sia ≥ 1.000 .

Il D.M.17.1.2018 introduce livelli di sicurezza specifici per gli **edifici esistenti**, ed a tal fine è possibile fare riferimento all'indicatore ζ_E **espresso in termini di accelerazione al suolo PGA**, preferibilmente espresso considerando gli effetti di suolo: **ag*S** (la scelta di definizione di PGA come accelerazione su roccia ag o contenente anche gli effetti di suolo: ag*S è definita in input nel file di Aedes.PCM).

Per gli **interventi di Miglioramento** (§8.4.2) ζ_E può essere minore di 1.0: per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV a seguito degli interventi di miglioramento deve essere: $\zeta_E \geq 0.600$; per tutti gli altri edifici, ζ_E deve essere incrementato di almeno 0.1: $\Delta\zeta_E \geq 0.100$.

Per gli **interventi di Adeguamento** (§8.4.3) in alcuni casi (c) e in §8.4.3) è sufficiente che ζ_E sia ≥ 0.800 , mentre negli altri casi il livello di sicurezza uguaglia quello richiesto alle nuove costruzioni: $\zeta_E \geq 1.000$.

Per quanto riguarda l'**intervallo di calcolo dei periodi di ritorno**: il D.M. 14.1.2008 definisce un periodo di ritorno compreso tra 30 e 2475 anni. Se dal calcolo risulta una capacità in termini di TR superiore a 2475 anni, si pone TR = 2475 come limite superiore. Per quanto riguarda il limite inferiore, è possibile considerare valori di TR minori di 30 anni con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUI (Unità di Ricerca CNR-ITC): viene adottata un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard ag(30), ag(50) e ag(75), effettuata con la funzione di potenza: $ag(TR) = k TR^\alpha$. L'intervallo di calcolo di TR è quindi [1,2475]; ne consegue che la capacità in termini di PGA può assumere anche valori minori di quello corrispondente a TR = 30 anni.

La **capacità della struttura in termini di Vita Nominale (V_{NC})**, definita anche come **Tempo di intervento T_{INT}** , si identifica con la Vita Nominale che è possibile assegnare alla struttura, in conseguenza del periodo di ritorno sostenibile TR_{CLV} , mantenendo nel corrispondente periodo di riferimento $V_{RC} (= V_{NC} * C_U)$ la probabilità di superamento PV_R definita in input per lo Stato Limite ultimo SLV.

Per una valutazione del valore ottenuto per V_{NC} relativa a beni monumentali, si tenga presente che valori della vita nominale maggiori di 20 anni possono considerarsi ammissibili per un manufatto tutelato (§2.4 Direttiva P.C.M 9.2.2011). Se risulta: $TR_{CLV} \geq 2475$ anni, si potrà considerare un valore della vita nominale \geq del limite V_{NC} riportato nella scheda (corrispondente a TR = 2475 anni: $V_{NC} \geq 2475 * -\ln(1-PV_R) / C_U$).

Compilazione di schede tecniche per edifici strategici.

Le Schede di sintesi della verifica sismica per gli edifici strategici ai fini della Protezione Civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico, predisposte dalle Regioni (Regione Emilia-Romagna, ed altre), richiedono risultati relativi ai diversi stati limite (SLO, SLD e SLV), e l'indicatore di rischio può essere espresso in termini sia di PGA che di T_R .

In ogni caso, dal quadro di sintesi di PCM (sopra riportato) è possibile trarre i valori richiesti per la compilazione, anche qualora questa faccia riferimento alla Normativa precedente (D.M. 14.1.2008).

Informazioni sulla generazione di questa scheda:

data di creazione: 18/06/2023 , 14:52:54

Nome del file di progetto di Aedes.PCM:

per Analisi globale: 1068_Cinema_SDP_incastrato_(2)__modifica_regia_Frcm_1_lato_Fa_1_8_finale

eventuale file distinto per Analisi cinematica: -

