



COMUNE DI DERUTA

REGIONE DELL'UMBRIA

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020. PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DELL' EDIFICIO SCOLASTICO DI SANT'ANGELO DI CELLE.



SCUOLA ELEMENTARE - VIA DANTE ALIGHIERI, SAN ANGELO DI CELLE - DERUTA (PG)



Via Orazio Tramontani n.52,
P. S. Giovanni 06135 Perugia,
tel. 075/394485 fax. 075/395926
E-mail:mtprogetti@mtprogetti.it
Pec:umberto.tassi2@ingpec.eu
P.IVA 01983250547

Committente:
AREA TECNICA DEL COMUNE DI DERUTA
Geom. Marco Ricciarelli

OGGETTO:
TABULATI DI CALCOLO - STATO DI PROGETTO

TAV.:
Allegato B

SCALA: - PLOTTAGGIO: - FILE: 1809 Allegato B

REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO	MOTIVAZIONE
A	06/06/2018	P.GIULIANI	U. TASSI	PRIMA EMISSIONE
B				
C				



TABULATI DI CALCOLO – STATO DI PROGETTO SCUOLA SANT'ANGELO DI CELLE

Indice

1. GENERALITA' - PARAMETRI DI CALCOLO - AZIONE SISMICA

2. Dati PIANI

3. Dati MATERIALI

4. Dati SOLAI

5. DATI GEOMETRICI ELEMENTI IN MURATURA

6. DATI GEOMETRICI ELEMENTI IN C.A.

**7. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (§4.5.6, §7.8.2.2.1, §7.8.2.2.4) [SLV] - C.Sic: 1.071 (CCC ID 43)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC)**

**8. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - STRUTTURE IN C.A. [SLV] - C.Sic: 1.071 (CCC ID 43)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC)**

**9. VERIFICA A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE (§4.5.6, §C8.7.1.5) [SLV] - C.Sic: 3.185 (CCC ID 32)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC)**

**10. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE ORTOGONALE (da modello 3D) (§4.5.6, §7.8.2.2.3) [SLV] - C.Sic: 1.467 (CCC ID 43)
(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Inviluppo CCC)**

11. RISULTATI ANALISI SISMICA STATICA NON LINEARE (PUSHOVER)

1. GENERALITA' - PARAMETRI DI CALCOLO - AZIONE SISMICA

Nome del file del Progetto : 1809_stato_progetto
Data e Ora di archiviazione : (15/06/2018 - 11:52:07)
Dati PCM Versione 2018.02.3
Abilitazione Hardware USB: IKPSGIQT

Commento al Progetto

PCM 2018: progetto di edificio in muratura

Dati PROGETTO

Numero Piani : 3
Numero Materiali : 10
Numero Nodi : 696
Numero Sezioni : 148
Numero Aste : 1054
Numero Solai : 25
Numero Condizioni di Carico Elementari : 10
Numero Combinazioni di Condizioni di Carico : 35
Vettore traslazione (dX, dY) (m)
(spostamento del riferimento globale e XY rispetto al modello grafico):
-.15, -.136

PARAMETRI DI CALCOLO: Generali

Tipi di analisi richieste:

- Analisi Modale
 - Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]
 - Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]
 - Analisi Sismica Statica NON Lineare Pushover [§7.8.1.5.4]
- Analisi eseguita per Fasi Costruttive

AZIONE SISMICA

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50
Classe d'uso: III
Coefficiente d'uso CU = 1.5
Periodo di riferimento per l'azione sismica $VR=VN*CU$ (anni) = 75
Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 12.379834
- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 42.999716
Tipo di interpolazione: superficie rigata [§CA]
ag(g) Fo Tc*(sec) per i periodi di ritorno di riferimento

30	0.059	2.508	0.27
50	0.073	2.493	0.28
72	0.083	2.503	0.288
101	0.096	2.474	0.29
140	0.109	2.473	0.29
201	0.126	2.452	0.3
475	0.17	2.448	0.31
975	0.212	2.465	0.32
2475	0.273	2.51	0.33

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

ag(TR) = $K * TR^{\alpha}$, dove:
K = 0.015296590, α = 0.397104130

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR (Tab. 3.2.i)

SLE: SLO 81
SLE: SLD 63
SLV: SLV 10
SLU: SLC 5

ag(g) Fo Tc*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascuno Stato Limite [§3.2.3]

Stato Limite	TR (anni)	a,g (*g)	Fo	TC* (sec)	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)
SLO	45	0.070	2.496	0.278	1.200	0.132	0.395	1.880
SLD	75	0.084	2.499	0.288	1.200	0.135	0.406	1.936
SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	0.146	0.438	2.368
SLC	1462	0.237	2.484	0.324	1.165	0.149	0.446	2.548

(parametri di spettro conformi al reticolo sismico secondo D.M. 14.1.2008)

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0
Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analoga ad: $ag*S$, dove: $S=SS*ST$)

Componenti:

Spettro di risposta: componente orizzontale:

SLE: Smorzamento viscoso (ξ) (%) = 5
 $\eta=[10/(5+\xi)]=1$
SLU: Rapporto $\alpha/\alpha_1 = 1.5$

Regolarità in altezza: sì
SLV: Fattore di Comportamento = 2.25 => $\eta=1/q=0.444$
SLD: Fattore di Comportamento = 1.5
Spettro di risposta: componente verticale:
SS=1.000, S=1.000, TB=0.050 sec, TC=0.150 sec, TD=1.000 sec, $\xi=5\%$ ($\eta=1.000$), $q=1.500$ ($\eta=1/q=0.667$)

PARAMETRI DI CALCOLO: Sismica

Direzioni di analisi e quote di riferimento:

Angolo tra sistema di riferimento globale XY e direzioni sismiche X'Y' (+ se antiorario) (α°) = 0
(analisi nelle direzioni X e Y)

Altezza della costruzione a partire dal piano di fondazione H (m) = 3

Quota di inizio degli effetti sismici H_S (m) = 0

Analisi Sismiche Lineari:

Criterio di combinazione delle componenti orizzontali: +30% [§7.3.5]

Ignorare gli effetti dei momenti torcenti dovuti alle eccentricità accidentali [§7.2.6]: no

Amplificazioni spostamenti sismici con fattore μ [§7.3.3 per SLV]:

ignorare ai fini del calcolo delle tensioni sul terreno: no

Eseguire le verifiche di sicurezza anche per le combinazioni (N_{min}, T/M_{max}), (N_{max}, T/M_{min}): no

Analisi Sismica Statica Lineare:

Periodo principale T₁ (sec) in direzione X': T_{1X} = 0.114

- in direzione Y': T_{1Y} = 0.114

Calcolo di T₁ con relazione $T_1=C_1 \cdot H^{(3/4)}$: sì

- C₁ per il calcolo di T₁ = 0.05

$\lambda=1.00$ nella definizione delle forze sismiche [§7.3.3.2]: no

Progettazione semplificata per zone a bassa sismicità [§7]: no

PARAMETRI DI CALCOLO: Analisi Modale

Metodo di calcolo per Analisi Modale: Lanczos

Numero modi da considerare: 50

Numero di modi da considerare: tutti i modi con massa part.>5% e comunque tali che massa part.tot.>85% [§7.3.3.1]

Metodo di combinazione dei modi: CQC (combinazione quadratica completa) [§7.3.3.1]

PARAMETRI DI CALCOLO: Muratura

Tipo di edificio: Muratura Ordinaria

Edificio Esistente

Coefficienti parziali di sicurezza: Edificio Esistente

- γ_M in Statica [§4.5.6.1] = 2.5

- γ_M in Sismica [§7.8.1.1] = 2.4

Per maschi murari:

Contributo rigidità trasversale: no

Assemblaggi rigidità flessionale (EJ) per elementi contigui: no

Comportamento muratura:

Diagramma di calcolo tensione-deformazione [§4.1.2.1.2.2]: Stress-block

Coefficienti correttivi dei parametri meccanici [Tab. C8A.2.2]: per 2 o più coefficienti:

PARAMETRI DI CALCOLO: Valutazione

Stati Limite da considerare: amplificare gli effetti moltiplicando i coefficienti correttivi SLV

Valutazione della sicurezza sismica per edifici esistenti: amplificare gli effetti moltiplicando i coefficienti correttivi SLV

Analisi Sismica: Intervento di Adeguamento [§8.4.3] o Stato Attuale di un Intervento di Miglioramento:

Indicatore di rischio sismico $\zeta_E \geq 0.800$

PARAMETRI DI CALCOLO: Verifiche

Per maschi murari:

Sezioni di verifica. Alla base, e in sommità in pushover: obbligatoria; in sommità in analineare: a tutti i piani, tranne l'ultimo

Pressoflessione Complessiva:

Eseguire le verifiche [§7.8.2.2.1]: sì

Considerare la flessione solo nei maschi snelli: no

- snellità (h/l) superiore a: 2

Taglio per Scorrimento:

Eseguire le verifiche [§7.8.2.2.2]: no

Modalità di calcolo della zona reagente: distribuzione triangolare delle tensioni [EC6, §4.5.3(6)]

Maschi in muratura ordinaria: prescindere in ogni caso dalla parzializzazione: no

Taglio per fessurazione diagonale:

Eseguire le verifiche [§8.7.1.5]: sì

Per muratura nuova, in Analisi Lineare: $\tau_0 = f_{vm0}$: sì

(in analogia con la muratura esistente, anziché: $\tau_0 = f_{vk0}$)

Coefficiente di forma b in dipendenza dalla snellità $\lambda = (h/l)$: b=1.5 indipendente da λ (Turnsek-Cacovic)

Resistenza a trazione $f_t = b \tau_0$

Pressoflessione Ortogonale:

Analisi Statica [§4.5.6.2]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: sì

- metodo semplificato (ipotesi di parete incernierata a livello dei piani) [§4.5.5, §4.5.6.2]: no

eseguire le verifiche solo in mezzera: sì

Analisi Sismiche Lineari [§7.8.2.2.3]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: no

- con azioni convenzionali (forze equivalenti per elementi non strutturali) [§7.2.3]: sì

Analisi Pushover [§7.8.2.2.3]:

- con azioni da modello di calcolo 3D: sì

Opzioni varie:

- riduzione della resistenza per gli effetti di instabilità: no

- considerare eccentricità minima (h/200): sì

PARAMETRI DI CALCOLO: Pushover (1)

Distribuzioni di forze [cfr. §7.3.4.1]:

Gruppo 1: distribuzioni principali

(A) Lineare: proporzionale alle forze statiche
 Gruppo 2: di distribuzioni secondarie
 (E) Uniforme: forze proporzionali alle masse
 Fattore di partecipazione modale Γ [cfr. §C7.3.5]:
 calcolato con le sole masse equiverse all'analisi
 $\Gamma = 1.00$ nella distribuzione di forze Uniforme (E): si
 Direzione e verso di analisi:
 $+\alpha$ (+X per $\alpha=0^\circ$)
 $-\alpha$ (-X per $\alpha=0^\circ$)
 $+\alpha+90^\circ$ (+Y per $\alpha=0^\circ$)
 $-(\alpha+90^\circ)$ (-Y per $\alpha=0^\circ$)
 considerare gli effetti dell' eccentricità accidentale: no
 Punto di controllo:
 baricentro del piano 3
 E' possibile che in input siano stati definiti nodi aggiuntivi
 per l'elaborazione delle curve di capacità [§7.3.4.2]:
 in ogni caso, i risultati delle verifiche con confronto
 tra capacità e domanda per i vari stati limite si riferiscono
 alle curve che producono i risultati a maggior favore di sicurezza.

PARAMETRI DI CALCOLO: Pushover (2)

Comportamento degli elementi strutturali:
 Verifiche di sicurezza in corso di analisi:
 Maschi murari:
 Non eseguire verifiche a Sforzo Normale di Trazione: no
 Fasce di piano (Strisce, Sottofianca):
 Non eseguire verifiche a Pressoflessione: no
 Non eseguire verifiche a Taglio: no
 Fondazioni:
 Ignorare aste su suolo elastico in Analisi Pushover: si
 Fasce di piano (Strisce, Sottofianca): comportamento elasto-plastico
 Dopo il collasso, la fascia non vincola più gli spostamenti orizzontali dei nodi dei maschi tra i quali è definita: no
 Modalità di calcolo:
 Spostamento ultimo:
 Drift ultimo (deformazione angolare): si
 - fattore di snellezza H_0/D per drift a pressoflessione: no
 Controllo di duttilità (multiplo dello spostamento al limite elastico): no
 Sistema bilineare equivalente:
 Massima riduzione R di resistenza in corrispondenza di SLU (%) = 20
 Tratto elastico passante per il punto con Taglio ($K T_{max}$), dove $K = 0.7$
 Riduzione del Taglio non superiore a R% del massimo:
 Prima riduzione pari a R% rispetto a un massimo relativo
 Opzioni varie:
 Tratto plastico con spostamenti plastici cumulati in elevazione: no
 Ignorare tratti plastici in caso di collasso completo di un piano: si
 Ignorare caduta di taglio per crisi a pressoflessione ortogonale: no

PARAMETRI DI CALCOLO: Muratura Armata

Acciai:
 Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.3]:
 Modello: elastico perfettamente plastico (tensioni in N/mm^2 , deformazioni in per mille):
 $f_{yk} = 450$ - a) in analisi lineare: $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3$ b) in analisi non lineare: $f_{ym} = f_{yk}/0.93483.9$
 $\epsilon_{ud} = 10$ - $E_s = 210000$
 ϵ_{yd} : a) in analisi lineare: $f_{yd}/E_s = 1.86$ b) in analisi non lineare: $f_{ym}/E_s = 2.3$
 Armatura:
 verticale: F_{min} barre: 5 mm.; orizzontale (nei giunti):
 tipo di traliccio: 2
 sezione totale del traliccio A_{sw} (mm^2) = 39
 distanza verticale tra i livelli di armatura (mm) = 500
 f_{yk} per l'armatura orizzontale = 450
 Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_s = 1.15$
 Opzioni per Verifiche di resistenza:
 Pressoflessione: contributo dell'armatura compressa no
 Taglio: $V_t = V_{tM} + V_{tS} = (d t f_{vd}) + (0.6 d A_{sw} f_{yd})/s$, con: $V_t \leq 0.3 f_{d t d}$ [§7.8.3.2.2]

PARAMETRI DI CALCOLO: Calcestruzzo Armato

Acciai:
 Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.3]:
 Modello: elastico perfettamente plastico (tensioni in N/mm^2 , deformazioni in per mille):
 $f_{yk} = 450$
 $\epsilon_{ud} = 10$ - $E_s = 210000$
 Coefficiente parziale di sicurezza per acciai $\gamma_s = 1.15$
 Fattore di confidenza FC per acciai in c.a. esistente [cfr. Tab.C8A.1.2] = 1.2
 Calcestruzzo:
 Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.2]:
 Modello: parabolico-rettangolare:
 $\epsilon_{c2} = 2$ - $\epsilon_{cu} = 3.5$
 Coefficiente parziale di sicurezza per calcestruzzo $\gamma_c = 1.5$
 Vari e:
 Verifiche a Pressoflessione: si considera sempre il contributo dell'armatura compressa
 Fattore di confidenza FC per strutture in c.a. [cfr. Tab.C8A.1.2] = 1.2

2. Dati PIANI

N°	Z: altezza da fondaz. (m)	Piano Rigido (master/slave)	Nodo master	>3D: Ecc. agg. dir. (a+90)° [Y] (m)	-ecc. agg. dir. (a)° [X] (m)	Piano di controllo in Pushover	Vento +X	Vento +Y	Vento -X	Vento -Y	Press. X (kN/m²)
1	4.650		694	0.700	1.181		X	X	X	X	0.50
2	8.800		695	0.675	1.139		X	X	X	X	0.50
3	12.300		696	0.570	1.238	X	X	X	X	X	0.50

N°	Depress. X	Press. Y	Depress. Y
1	0.25	0.50	0.25
2	0.25	0.50	0.25
3	0.25	0.50	0.25

3. Dati MATERIALI

N°	Ti pol ogia materiale	Descr izi one [parametri meccanici: N/mm²]	Mat. nuovo	Ti pol ogia muratura	E	G	fm
1	1) Conglomerato Cementizio Armato	C25/30			31000	13000	25.00
3	3) Muratura	Muratura in pietrame		1) Pietrame di sordinata	870	290	1.40
4	3) Muratura	Muratura nuova	X	5) Laterizio Semi pieni	5300	2120	7.57
8	3) Muratura	Blocchi Poroton		8) Blocchi laterizi semi pieni (f<45%)	4500	1350	5.00

N°	fk	fvm0 (mur. nuova) / tau0 (mur. esistente)	fvk0	ftm	fhm	fhk	fbk	f'bk	Malta: fm	Duttilità (du/de)	Coeff. attrito	Coeff. dilataz. termica (°^-1)	Peso sp. (kN/m³)	Coeff. corr.: Malta buona
1	25.00	0.000	0.000	0.000	12.50	12.50	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.000010	25.00	1.00
3	0.98	0.026	0.018	0.140	0.70	0.49	0.00	0.00	0.0	1.50	0.40	0.000010	19.00	1.50
4	5.30	0.286	0.200	0.000	3.79	2.65	10.00	2.00	10.0	2.00	0.40	0.000010	18.00	1.00
8	3.50	0.350	0.245	0.500	2.50	1.75	0.00	0.00	0.0	1.50	0.40	0.000010	12.00	1.30

N°	Giunti sottili	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente	Iniezioni di miscela	Intonaco armato	E giunto	G giunto	fm giunto	ftm giunto	FC
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0.00	0.000	1.35
3	1.00	1.30	1.50	0.90	2.00	2.50	0	0	0.00	0.000	1.20
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0.00	0.000	1.35
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	0	0	0.00	0.000	1.20

4. Dati SOLAI

N°	Ti pol ogia	Piano	G1 (kN/m²)	G2 =	Q =	Superf. (m²)	Di rez. princ. (°)	Di str. trasv. (%)	Pend. (%)	G1 tot. (kN)	G2 tot. =	Q tot. =
1	Sol ai o piano	1	2.50	2.00	3.00	34.88	90	0	0	87.19	69.76	104.63
2	Sol ai o piano	1	2.50	2.00	3.00	35.99	90	0	0	89.98	71.99	107.98
3	Sol ai o piano	1	2.50	2.00	3.00	20.19	0	0	0	50.48	40.39	60.58
4	Sol ai o piano	1	2.50	2.00	4.00	24.03	0	0	0	60.07	48.06	96.11
5	Sol ai o piano	1	2.50	2.00	3.00	34.50	90	0	0	86.25	69.00	103.50
6	Sol ai o piano	1	2.50	1.00	1.00	8.97	90	0	0	22.44	8.97	8.97
7	Sol ai o piano	1	2.50	1.00	1.00	8.97	90	0	0	22.44	8.97	8.97
8	Sol ai o piano	1	2.50	2.00	3.00	34.33	90	0	0	85.83	68.66	102.99
9	Sol ai o piano	1	2.50	2.00	3.00	36.62	90	0	0	91.56	73.24	109.87
10	Sol ai o piano	2	2.50	0.50	0.50	36.66	90	0	0	91.65	18.33	18.33
11	Sol ai o piano	2	2.50	0.50	0.50	32.35	90	0	0	80.88	16.18	16.18
12	Sol ai o piano	2	2.50	0.50	0.50	20.19	0	0	0	50.48	10.10	10.10
13	Sol ai o piano	2	2.50	0.50	0.50	33.62	90	0	0	84.05	16.81	16.81
14	Sol ai o piano	2	2.50	0.50	0.50	35.80	90	0	0	89.50	17.90	17.90
15	Fal da	3	2.50	1.50	1.00	15.22	0	0	45	38.04	22.82	15.22
16	Fal da	3	2.50	1.50	1.00	3.98	0	0	45	9.96	5.98	3.98
17	Fal da	3	2.50	1.50	1.00	12.20	0	0	45	30.50	18.30	12.20
18	Sol ai o piano	2	2.50	0.50	0.50	31.44	0	0	0	78.59	15.72	15.72
19	Sol ai o piano	2	2.50	0.50	0.50	31.32	0	0	0	78.29	15.66	15.66
20	Sol ai o piano	2	3.00	1.50	1.00	2.66	0	0	0	7.97	3.99	2.66
21	Sol ai o piano	2	3.00	1.50	1.00	2.65	0	0	0	7.94	3.97	2.65
22	Sol ai o piano	2	3.00	1.50	1.00	10.16	0	0	0	30.47	15.24	10.16
23	Sol ai o piano	2	2.50	0.50	0.50	12.04	0	0	0	30.11	6.02	6.02
24	Sol ai o piano	3	1.50	1.50	1.00	113.57	90	0	0	170.35	170.35	113.57
25	Sol ai o piano	3	1.50	1.50	1.00	113.36	90	0	0	170.04	170.04	113.36

5. DATI GEOMETRICI ELEMENTI IN MURATURA

Edifici o Esistente

Coefficiente parziale di sicurezza dei materiali γ_M : analisi statica [§4.5.6.1] = 2.50

- analisi sismica [§7.8.1.1] = 2.40

N.	p.no	M/A	S/F	lungh. l (base)	Piano Compianare (m)				Piano Ortogonale (m)			Xg (m)	Yg (m)	N° mat	
					alt. H	al t. def. h	h/l	l/h	spess. t	al t. def. h	ho= r*h				ho/t
1	1	X		2.03	4.65	3.77	1.857	0.538	0.60	4.65	4.65	7.750	0.000	7.294	3
4	1	X		0.96	4.65	3.22	3.344	0.299	0.60	4.65	4.65	7.750	0.000	10.935	3
8	0		X	0.95	2.15	2.14	2.258	0.443	0.60						3
9	1		X	1.35	2.15	2.14	1.585	0.631	0.60						3
10	1	X		0.87	4.65	2.95	3.396	0.294	0.77	4.65	4.65	6.039	0.435	11.417	3
13	1	X		2.81	4.65	3.25	1.156	0.865	0.77	4.65	4.65	6.039	3.945	11.417	3
15	1	X		0.58	4.65	2.26	3.871	0.258	0.77	4.65	4.65	6.039	6.439	11.417	3
18	1	X		1.30	4.65	2.79	2.141	0.467	0.77	4.65	4.65	6.039	8.255	11.417	3
20	1		X	2.15	1.67	1.67	0.777	1.287	0.77						3
21	1		X	2.65	0.80	0.80	0.301	3.321	0.77						3
22	1		X	2.65	0.87	0.87	0.329	3.036	0.77						3
23	1	X		0.84	4.65	4.65	5.509	0.182	0.50	4.65	4.65	9.300	8.907	11.839	3
26	1	X		0.45	4.65	2.05	4.544	0.220	0.45	4.65	4.65	10.333	9.132	14.677	3
30	1	X		1.75	4.65	3.04	1.736	0.576	0.45	4.65	4.65	10.333	10.822	14.677	3
32	0		X	1.70	0.59	0.59	0.347	2.881	0.45						3
33	1		X	1.40	0.59	0.59	0.421	2.373	0.45						3
34	1	X		1.29	4.65	2.79	2.161	0.463	0.57	4.65	4.65	8.158	24.135	7.691	3
37	1	X		1.52	4.65	2.90	1.903	0.526	0.57	4.65	4.65	8.158	21.525	7.691	3
40	1		X	2.65	1.20	1.20	0.454	2.203	0.57						3
41	1	X		7.65	4.65	4.65	0.608	1.646	0.30	4.65	4.65	15.500	19.222	3.864	8
44	1	X		0.77	4.65	3.09	4.016	0.249	0.72	4.65	4.65	6.458	0.385	0.000	3
48	1	X		0.94	4.65	2.77	2.932	0.341	0.72	4.65	4.65	6.458	2.960	0.000	3
53	1	X		0.98	4.65	2.78	2.843	0.352	0.72	4.65	4.65	6.458	5.536	0.000	3
57	1	X		1.04	4.65	2.80	2.692	0.371	0.72	4.65	4.65	6.458	8.164	0.000	3
62	1	X		0.45	4.65	2.86	6.362	0.157	0.72	4.65	4.65	6.458	10.508	0.000	3
66	0		X	0.95	1.72	1.72	1.807	0.553	0.72						3
67	1		X	1.35	1.72	1.72	1.276	0.784	0.72						3
68	0		X	0.95	1.62	1.62	1.700	0.588	0.72						3
69	1		X	1.34	1.62	1.62	1.203	0.832	0.72						3
70	0		X	0.95	1.62	1.62	1.704	0.587	0.72						3
71	1		X	1.34	1.62	1.62	1.205	0.830	0.72						3
72	0		X	0.95	1.60	1.60	1.684	0.594	0.72						3
73	1		X	1.34	1.60	1.60	1.191	0.839	0.72						3
74	1	X		5.12	4.65	4.65	0.909	1.101	0.57	4.65	4.65	8.158	10.733	2.559	3
77	1	X		0.40	4.65	4.65	11.713	0.085	0.57	4.65	4.65	8.158	10.535	7.647	3
80	1	X		0.52	4.65	2.35	4.544	0.220	0.45	4.65	4.65	10.333	10.336	7.905	3
83	1	X		1.99	4.65	3.11	1.565	0.639	0.45	4.65	4.65	10.333	10.336	10.422	3
85	1		X	2.65	1.27	1.26	0.477	2.095	0.45						3
86	1	X		1.20	4.65	2.74	2.285	0.438	0.57	4.65	4.65	8.158	9.737	7.647	3
89	1	X		5.51	4.65	4.43	0.805	1.243	0.57	4.65	4.65	8.158	5.111	7.647	3
91	1	X		0.67	4.65	2.44	3.646	0.274	0.57	4.65	4.65	8.158	0.335	7.647	3
94	1		X	2.65	1.27	1.27	0.480	2.083	0.57						3
95	1		X	2.65	1.69	1.68	0.636	1.573	0.57						3
96	1	X		5.12	4.65	4.65	0.908	1.102	0.57	4.65	4.65	8.158	14.022	2.599	3
99	1	X		3.34	4.65	3.60	1.078	0.928	0.57	4.65	4.65	8.158	16.113	7.676	3
102	1	X		0.30	4.65	2.21	7.321	0.137	0.57	4.65	4.65	8.158	19.071	7.690	3
105	1		X	2.65	1.14	1.14	0.429	2.329	0.57						3
106	1	X		0.60	4.65	3.72	6.240	0.160	0.72	4.65	4.65	6.458	11.031	0.003	3
109	1	X		0.58	4.65	3.72	6.455	0.155	0.72	4.65	4.65	6.458	13.734	0.034	3
112	1		X	1.30	2.12	2.12	1.624	0.616	0.72						3
113	1	X		0.57	4.65	2.38	4.173	0.240	0.57	4.65	4.65	8.158	11.018	7.649	3
116	1	X		0.66	4.65	2.44	3.675	0.272	0.57	4.65	4.65	8.158	13.690	7.664	3
119	1		X	2.65	2.06	2.06	0.775	1.290	0.57						3
120	1	X		0.42	4.65	4.65	11.045	0.091	0.57	4.65	4.65	8.158	14.233	7.667	3
123	1	X		1.41	4.65	4.65	3.296	0.303	0.60	4.65	4.65	7.750	0.000	0.705	3
126	1	X		1.10	4.65	4.65	4.243	0.236	0.40	4.65	4.65	11.625	0.000	1.959	3
129	1	X		2.68	4.65	4.65	1.737	0.576	0.60	4.65	4.65	7.750	0.000	3.845	3
132	1	X		1.10	4.65	4.65	4.243	0.236	0.40	4.65	4.65	11.625	0.000	5.732	3
135	1	X		0.76	4.65	3.09	4.039	0.248	0.72	4.65	4.65	6.458	24.393	0.038	3
139	1	X		0.94	4.65	2.77	2.932	0.341	0.72	4.65	4.65	6.458	21.820	0.038	3
144	1	X		0.98	4.65	2.78	2.843	0.352	0.72	4.65	4.65	6.458	19.244	0.038	3
148	1	X		1.04	4.65	2.80	2.692	0.371	0.72	4.65	4.65	6.458	16.616	0.038	3
153	1	X		0.47	4.65	2.88	6.065	0.165	0.72	4.65	4.65	6.458	14.259	0.038	3
157	0		X	0.95	1.72	1.72	1.808	0.553	0.72						3
158	1		X	1.35	1.72	1.72	1.276	0.783	0.72						3
159	0		X	0.95	1.62	1.62	1.701	0.588	0.72						3
160	1		X	1.34	1.62	1.62	1.203	0.831	0.72						3
161	0		X	0.95	1.62	1.62	1.704	0.587	0.72						3
162	1		X	1.34	1.62	1.62	1.205	0.830	0.72						3
163	0		X	0.95	1.60	1.60	1.684	0.594	0.72						3
164	1		X	1.34	1.60	1.60	1.191	0.839	0.72						3
165	1	X		2.03	4.65	3.77	1.857	0.538	0.60	4.65	4.65	7.750	24.779	7.294	3
168	1	X		0.96	4.65	3.22	3.344	0.299	0.60	4.65	4.65	7.750	24.779	10.935	3
172	0		X	0.95	2.15	2.14	2.258	0.443	0.60						3

173	1		X	1.35	2.15	2.14	1.585	0.631	0.60								3
174	1	X		1.10	4.65	4.65	4.243	0.236	0.40	4.65	4.65	11.625	24.779	5.732			3
177	1	X		2.68	4.65	4.65	1.737	0.576	0.60	4.65	4.65	7.750	24.779	3.845			3
180	1	X		1.10	4.65	4.65	4.243	0.236	0.40	4.65	4.65	11.625	24.779	1.959			3
183	1	X		1.37	4.65	4.65	3.387	0.295	0.60	4.65	4.65	7.750	24.777	0.724			3
186	1	X		0.32	4.65	1.92	5.905	0.169	0.45	4.65	4.65	10.333	8.745	14.677			3
190	1	X		0.45	4.65	1.85	4.118	0.243	0.45	4.65	4.65	10.333	7.667	14.677			3
195	1	X		0.45	4.65	1.85	4.141	0.241	0.45	4.65	4.65	10.333	6.535	14.677			3
200	1	X		0.52	4.65	2.12	4.052	0.247	0.45	4.65	4.65	10.333	5.356	14.676			3
204	0		X	1.70	0.69	0.69	0.407	2.457	0.45								3
205	1		X	1.40	0.69	0.69	0.494	2.023	0.45								3
206	0		X	1.70	0.68	0.68	0.402	2.485	0.45								3
207	1		X	1.40	0.68	0.68	0.489	2.047	0.45								3
208	0		X	1.70	0.69	0.69	0.409	2.446	0.45								3
209	1		X	1.40	0.69	0.69	0.496	2.014	0.45								3
210	1	X		3.26	4.65	4.65	1.425	0.702	0.45	4.65	4.65	10.333	10.336	13.045			3
213	1	X		3.26	4.65	4.65	1.427	0.701	0.50	4.65	4.65	9.300	5.095	13.047			3
216	1	X		0.32	4.65	1.92	5.905	0.169	0.45	4.65	4.65	10.333	16.035	14.677			3
220	1	X		0.45	4.65	1.85	4.118	0.243	0.45	4.65	4.65	10.333	17.113	14.677			3
225	1	X		0.45	4.65	1.85	4.141	0.241	0.45	4.65	4.65	10.333	18.244	14.677			3
230	1	X		0.52	4.65	2.12	4.052	0.247	0.45	4.65	4.65	10.333	19.424	14.676			3
234	0		X	1.70	0.69	0.69	0.406	2.460	0.45								3
235	1		X	1.40	0.69	0.69	0.494	2.026	0.45								3
236	0		X	1.70	0.68	0.68	0.402	2.485	0.45								3
237	1		X	1.40	0.68	0.68	0.489	2.047	0.45								3
238	0		X	1.70	0.70	0.70	0.409	2.443	0.45								3
239	1		X	1.40	0.70	0.70	0.497	2.011	0.45								3
240	1	X		3.26	4.65	4.65	1.427	0.701	0.50	4.65	4.65	9.300	19.685	13.047			3
243	1	X		3.26	4.65	4.65	1.427	0.701	0.50	4.65	4.65	9.300	15.872	13.047			3
244	1	X		0.87	4.65	2.95	3.396	0.294	0.77	4.65	4.65	6.039	24.345	11.417			3
247	1	X		2.81	4.65	3.25	1.156	0.865	0.77	4.65	4.65	6.039	20.835	11.417			3
249	1	X		0.58	4.65	2.26	3.871	0.258	0.77	4.65	4.65	6.039	18.340	11.417			3
251	1	X		1.30	4.65	2.79	2.141	0.467	0.77	4.65	4.65	6.039	16.524	11.417			3
253	1		X	2.15	1.67	1.67	0.777	1.287	0.77								3
254	1		X	2.65	0.80	0.80	0.301	3.321	0.77								3
255	1		X	2.65	0.87	0.87	0.329	3.036	0.77								3
256	1	X		3.24	4.65	4.65	1.434	0.697	0.45	4.65	4.65	10.333	14.443	13.056			3
259	1	X		0.52	4.65	2.35	4.544	0.220	0.45	4.65	4.65	10.333	14.443	7.926			3
262	1	X		1.99	4.65	3.11	1.565	0.639	0.45	4.65	4.65	10.333	14.443	10.442			3
265	1		X	2.65	1.27	1.27	0.478	2.093	0.45								3
266	2	X		1.43	4.15	4.15	2.904	0.344	0.45	4.15	4.15	9.222	9.622	14.677			3
269	2	X		0.82	4.15	2.58	3.139	0.319	0.50	4.15	4.15	8.300	15.872	11.828			3
273	2	X		0.93	4.15	2.65	2.867	0.349	0.50	4.15	4.15	8.300	15.872	14.214			3
277	1		X	1.00	1.51	1.51	1.511	0.662	0.50								3
278	2		X	1.25	1.51	1.51	1.209	0.827	0.50								3
279	2	X		4.99	4.15	3.64	0.731	1.369	0.77	4.15	4.15	5.390	22.285	11.417			3
283	2	X		0.80	4.15	2.22	2.767	0.361	0.77	4.15	4.15	5.390	18.064	11.417			3
288	2	X		0.81	4.15	2.57	3.186	0.314	0.77	4.15	4.15	5.390	16.275	11.417			3
292	1		X	1.00	1.33	1.33	1.327	0.754	0.77								3
293	2		X	1.25	1.33	1.33	1.062	0.942	0.77								3
294	1		X	1.00	0.99	0.99	0.986	1.014	0.77								3
295	2		X	1.25	0.99	0.99	0.789	1.268	0.77								3
296	2	X		1.10	4.15	4.15	3.786	0.264	0.40	4.15	4.15	10.375	24.779	1.959			3
299	2	X		1.37	4.15	4.15	3.023	0.331	0.60	4.15	4.15	6.917	24.777	0.724			3
302	2	X		0.76	4.15	3.05	3.982	0.251	0.72	4.15	4.15	5.764	24.393	0.038			3
306	2	X		0.94	4.15	2.71	2.865	0.349	0.72	4.15	4.15	5.764	21.820	0.038			3
311	2	X		0.98	4.15	2.72	2.777	0.360	0.72	4.15	4.15	5.764	19.244	0.038			3
315	2	X		1.04	4.15	2.73	2.626	0.381	0.72	4.15	4.15	5.764	16.616	0.038			3
320	2	X		0.47	4.15	2.85	6.004	0.167	0.72	4.15	4.15	5.764	14.259	0.038			3
324	1		X	1.00	1.72	1.72	1.718	0.582	0.72								3
325	2		X	0.80	1.72	1.72	2.158	0.463	0.72								3
326	1		X	1.00	1.62	1.62	1.616	0.619	0.72								3
327	2		X	0.79	1.62	1.62	2.038	0.491	0.72								3
328	1		X	1.00	1.62	1.62	1.619	0.618	0.72								3
329	2		X	0.79	1.62	1.62	2.039	0.490	0.72								3
330	1		X	1.00	1.60	1.60	1.600	0.625	0.72								3
331	2		X	0.79	1.60	1.60	2.018	0.496	0.72								3
332	2	X		5.12	4.15	3.67	0.717	1.395	0.57	4.15	4.15	7.281	14.022	2.599			3
334	2	X		0.55	4.15	2.33	4.219	0.237	0.57	4.15	4.15	7.281	14.022	7.390			3
337	2		X	2.15	1.95	1.95	0.909	1.100	0.57								3
338	2	X		0.60	4.15	2.94	4.918	0.203	0.72	4.15	4.15	5.764	11.031	0.003			3
342	2	X		0.58	4.15	2.92	5.073	0.197	0.72	4.15	4.15	5.764	13.734	0.034			3
346	1		X	1.00	2.12	2.12	2.116	0.473	0.72								3
347	2		X	0.80	2.12	2.12	2.635	0.379	0.72								3
348	2	X		0.77	4.15	3.05	3.961	0.252	0.72	4.15	4.15	5.764	0.385	0.000			3
352	2	X		0.94	4.15	2.71	2.865	0.349	0.72	4.15	4.15	5.764	2.960	0.000			3
357	2	X		0.98	4.15	2.72	2.777	0.360	0.72	4.15	4.15	5.764	5.536	0.000			3
361	2	X		1.04	4.15	2.73	2.626	0.381	0.72	4.15	4.15	5.764	8.164	0.000			3
366	2	X		0.45	4.15	2.84	6.300	0.159	0.72	4.15	4.15	5.764	10.508	0.000			3
370	1		X	1.00	1.72	1.72	1.717	0.582	0.72								3
371	2		X	0.80	1.72	1.72	2.157	0.464	0.72								3
372	1		X	1.00	1.62	1.62	1.615	0.619	0.72								3
373	2		X	0.79	1.62	1.62	2.037	0.491	0.72								3
374	1		X	1.00	1.62	1.62	1.619	0.618	0.72								3
375	2		X	0.79	1.62	1.62	2.039	0.490	0.72								3
376	1		X	1.00	1.60	1.60	1.600	0.625	0.72								3

377	2		X	0.79	1.60	1.60	2.018	0.496	0.72															3
378	2	X		5.12	4.15	3.67	0.717	1.394	0.57	4.15	4.15	7.281	10.733	2.559										3
380	2	X		0.57	4.15	2.34	4.111	0.243	0.57	4.15	4.15	7.281	10.733	7.362										3
383	2		X	2.15	1.96	1.96	0.912	1.097	0.57															3
384	2	X		3.34	4.15	4.15	1.243	0.804	0.57	4.15	4.15	7.281	16.113	7.676										3
387	2	X		1.29	4.15	4.15	3.220	0.311	0.57	4.15	4.15	7.281	24.135	7.691										3
390	2	X		0.52	4.15	2.31	4.466	0.224	0.45	4.15	4.15	9.222	14.443	7.926										3
393	2	X		1.99	4.15	2.98	1.500	0.667	0.45	4.15	4.15	9.222	14.443	10.442										3
396	2		X	2.15	1.27	1.27	0.589	1.698	0.45															3
397	2	X		3.77	4.15	4.15	1.102	0.908	0.45	4.15	4.15	9.222	10.336	9.531										3
400	2	X		2.68	4.15	3.55	1.325	0.755	0.60	4.15	4.15	6.917	0.000	3.845										3
404	2	X		2.03	4.15	2.95	1.452	0.688	0.60	4.15	4.15	6.917	0.000	7.294										3
408	2	X		0.96	4.15	3.17	3.293	0.304	0.60	4.15	4.15	6.917	0.000	10.935										3
412	1		X	1.00	1.10	1.10	1.096	0.912	0.60															3
413	2		X	0.77	1.10	1.10	1.425	0.702	0.60															3
414	1		X	1.00	2.15	2.14	2.145	0.466	0.60															3
415	2		X	0.80	2.15	2.14	2.671	0.374	0.60															3
416	2	X		1.10	4.15	4.15	3.786	0.264	0.40	4.15	4.15	10.375	0.000	1.959										3
419	2	X		1.41	4.15	4.15	2.941	0.340	0.60	4.15	4.15	6.917	0.000	0.705										3
422	2	X		0.87	4.15	4.15	4.776	0.209	0.77	4.15	4.15	5.390	0.435	11.417										3
425	2	X		0.84	4.15	2.60	3.075	0.325	0.50	4.15	4.15	8.300	8.907	11.839										3
429	2	X		0.92	4.15	2.64	2.890	0.346	0.50	4.15	4.15	8.300	8.907	14.219										3
433	1		X	1.00	1.50	1.50	1.501	0.666	0.50															3
434	2		X	1.25	1.50	1.50	1.201	0.833	0.50															3
435	2	X		3.26	4.15	4.15	1.272	0.786	0.45	4.15	4.15	9.222	10.336	13.045										3
438	2	X		3.24	4.15	4.15	1.280	0.781	0.45	4.15	4.15	9.222	14.443	13.056										3
441	2	X		2.68	4.15	3.55	1.325	0.755	0.60	4.15	4.15	6.917	24.779	3.845										3
445	2	X		2.03	4.15	2.95	1.452	0.688	0.60	4.15	4.15	6.917	24.779	7.294										3
449	2	X		0.96	4.15	3.17	3.293	0.304	0.60	4.15	4.15	6.917	24.779	10.935										3
453	1		X	1.00	1.10	1.10	1.096	0.912	0.60															3
454	2		X	0.77	1.10	1.10	1.425	0.702	0.60															3
455	1		X	1.00	2.15	2.14	2.145	0.466	0.60															3
456	2		X	0.80	2.15	2.14	2.671	0.374	0.60															3
457	2	X		0.40	4.15	4.15	10.453	0.096	0.57	4.15	4.15	7.281	10.535	7.647										3
460	2	X		0.42	4.15	4.15	9.857	0.101	0.57	4.15	4.15	7.281	14.233	7.667										3
463	3	X		5.35	1.10	1.10	0.206	4.863	0.42	1.10	1.10	2.619	2.675	11.417										3
466	3	X		2.68	1.10	1.10	0.411	2.434	0.30	1.10	1.10	3.667	0.000	3.845										3
469	3	X		1.10	1.10	1.10	1.004	0.996	0.30	1.10	1.10	3.667	0.000	1.959										3
472	3	X		1.41	1.10	1.10	0.780	1.283	0.30	1.10	1.10	3.667	0.000	0.705										3
475	3	X		0.77	1.10	1.10	1.429	0.700	0.42	1.10	1.10	2.619	0.385	0.000										3
478	3	X		0.60	1.10	1.10	1.843	0.543	0.42	1.10	1.10	2.619	11.031	0.003										3
481	3	X		5.78	2.30	2.30	0.398	2.511	0.57	2.30	2.30	4.035	10.733	2.888										3
484	3	X		5.74	2.30	2.30	0.401	2.495	0.57	2.30	2.30	4.035	14.022	2.907										3
487	3	X		0.76	1.10	1.10	1.438	0.695	0.42	1.10	1.10	2.619	24.393	0.038										3
490	3	X		1.37	1.10	1.10	0.801	1.248	0.30	1.10	1.10	3.667	24.777	0.724										3
493	3	X		1.10	1.10	1.10	1.004	0.996	0.30	1.10	1.10	3.667	24.779	1.959										3
496	3	X		2.68	1.10	1.10	0.411	2.434	0.30	1.10	1.10	3.667	24.779	3.845										3
499	3	X		4.99	1.10	1.10	0.221	4.535	0.42	1.10	1.10	2.619	22.285	11.417										3
502	3	X		0.52	2.59	2.05	3.957	0.253	0.45	2.59	2.59	5.764	14.443	7.926										3
505	3	X		1.99	1.52	1.50	0.753	1.328	0.45	1.52	1.52	3.384	14.443	10.442										3
507	3		X	0.34	1.38	1.38	4.047	0.247	0.45															3
508	3	X		3.77	1.90	1.90	0.505	1.981	0.45	1.90	1.90	4.227	10.336	9.531										3
511	3	X		0.85	2.70	2.70	3.192	0.313	0.57	2.70	2.70	4.744	10.535	7.647										3
512	3	X		0.87	2.70	2.70	3.104	0.322	0.57	2.70	2.70	4.744	14.233	7.667										3
513	1	X		1.38	4.65	4.65	3.365	0.297	0.45	4.65	4.65	10.333	12.388	14.677										3
516	1	X		1.86	4.65	3.10	1.667	0.600	0.45	4.65	4.65	10.333	14.010	14.677										3
518	1	X		0.40	4.65	2.00	4.960	0.202	0.45	4.65	4.65	10.333	15.671	14.677										3
522	0		X	1.70	0.53	0.53	0.311	3.220	0.45															3
523	1		X	1.40	0.53	0.53	0.377	2.652	0.45															3
524	3	X		0.32	3.43	2.16	6.753	0.148	0.57	3.43	3.43	6.021	10.733	5.938										3
527	3	X		0.57	2.82	2.22	3.905	0.256	0.57	2.83	2.83	4.956	10.733	7.362										3
530	3		X	1.06	1.07	1.07	1.002	0.998	0.57															3
531	3	X		0.32	3.43	2.16	6.676	0.150	0.57	3.43	3.43	6.021	14.022	5.942										3
534	3	X		0.55	2.82	2.21	4.013	0.249	0.57	2.82	2.82	4.947	14.022	7.390										3
537	3		X	1.06	1.10	1.10	1.034	0.967	0.57															3
538	2	X		0.57	4.15	2.34	4.096	0.244	0.57	4.15	4.15	7.281	11.018	7.649										3
541	2	X		0.66	4.15	2.39	3.598	0.278	0.57	4.15	4.15	7.281	13.690	7.664										3
544	2		X	2.15	2.06	2.06	0.956	1.046	0.57															3
545	3	X		0.57	2.70	1.25	2.182	0.458	0.57	2.70	2.70	4.744	11.018	7.649										3
548	3	X		0.66	2.70	1.33	1.997	0.501	0.57	2.70	2.70	4.744	13.690	7.664										3
551	3		X	2.11	2.06	2.06	0.972	1.029	0.57															3
552	1	X		1.54	4.65	4.65	3.018	0.331	0.57	4.65	4.65	8.158	19.993	7.691										3
554	1	X		0.57	4.65	4.65	8.172	0.122	0.57	4.65	4.65	8.158	10.733	7.362										3
557	1	X		1.96	4.65	4.65	2.372	0.422	0.57	4.65	4.65	8.158	10.733	6.098										3
560	1	X		0.55	4.65	4.65																		

596	3	X	1.62	1.10	1.10	0.679	1.472	0.42	1.10	1.10	2.619	6.834	0.000	3
599	3	X	1.04	1.10	1.10	1.059	0.945	0.42	1.10	1.10	2.619	8.164	0.000	3
602	3	X	1.60	1.10	1.10	0.688	1.455	0.42	1.10	1.10	2.619	9.483	0.000	3
605	3	X	0.45	1.10	1.10	2.444	0.409	0.42	1.10	1.10	2.619	10.508	0.000	3
608	3	X	2.12	1.10	1.10	0.520	1.924	0.42	1.10	1.10	2.619	12.388	0.019	3
611	3	X	0.58	1.10	1.10	1.910	0.524	0.42	1.10	1.10	2.619	13.734	0.034	3
614	3	X	0.47	1.10	1.10	2.316	0.432	0.42	1.10	1.10	2.619	14.259	0.038	3
617	3	X	1.60	1.10	1.10	0.688	1.455	0.42	1.10	1.10	2.619	15.297	0.038	3
620	3	X	1.04	1.10	1.10	1.059	0.945	0.42	1.10	1.10	2.619	16.616	0.038	3
623	3	X	1.62	1.10	1.10	0.679	1.472	0.42	1.10	1.10	2.619	17.945	0.038	3
626	3	X	0.98	1.10	1.10	1.125	0.889	0.42	1.10	1.10	2.619	19.244	0.038	3
629	3	X	1.62	1.10	1.10	0.681	1.468	0.42	1.10	1.10	2.619	20.540	0.038	3
632	3	X	0.94	1.10	1.10	1.164	0.859	0.42	1.10	1.10	2.619	21.820	0.038	3
635	3	X	1.72	1.10	1.10	0.641	1.561	0.42	1.10	1.10	2.619	23.151	0.038	3
638	3	X	1.10	1.10	1.10	1.004	0.996	0.30	1.10	1.10	3.667	24.779	5.732	3
641	3	X	2.03	1.10	1.10	0.542	1.845	0.30	1.10	1.10	3.667	24.779	7.294	3
644	3	X	2.14	1.10	1.10	0.513	1.950	0.30	1.10	1.10	3.667	24.779	9.381	3
647	3	X	0.96	1.10	1.10	1.142	0.875	0.30	1.10	1.10	3.667	24.779	10.936	3
650	3	X	1.33	1.10	1.10	0.829	1.206	0.42	1.10	1.10	2.619	19.128	11.417	3
653	3	X	0.80	1.10	1.10	1.373	0.728	0.42	1.10	1.10	2.619	18.064	11.417	3
656	3	X	0.99	1.10	1.10	1.116	0.896	0.42	1.10	1.10	2.619	17.171	11.417	3
659	3	X	0.81	1.10	1.10	1.365	0.733	0.42	1.10	1.10	2.619	16.275	11.417	3
662	3	X	0.58	1.10	1.10	1.893	0.528	0.42	1.10	1.10	2.619	8.617	11.417	3
665	3	X	0.80	1.10	1.10	1.378	0.725	0.42	1.10	1.10	2.619	7.928	11.417	3
668	3	X	0.80	1.10	1.10	1.378	0.725	0.42	1.10	1.10	2.619	7.130	11.417	3
671	3	X	1.38	1.10	1.10	0.797	1.255	0.42	1.10	1.10	2.619	6.040	11.417	3
674	2	X	1.67	4.15	4.15	2.485	0.402	0.77	4.15	4.15	5.390	1.705	11.417	3
677	2	X	2.81	4.15	3.37	1.200	0.833	0.77	4.15	4.15	5.390	3.945	11.417	3
680	2	X	0.80	4.15	2.21	2.776	0.360	0.77	4.15	4.15	5.390	7.130	11.417	3
685	2	X	0.58	4.15	2.40	4.133	0.242	0.77	4.15	4.15	5.390	8.617	11.417	3
689	1	X	1.00	1.38	1.38	1.380	0.725	0.77						3
690	2	X	1.25	1.38	1.38	1.104	0.906	0.77						3
691	1	X	1.00	0.80	0.80	0.798	1.253	0.77						3
692	2	X	1.25	0.80	0.80	0.638	1.566	0.77						3
693	2	X	1.20	4.15	4.15	3.450	0.290	0.57	4.15	4.15	7.281	22.888	7.691	3
696	2	X	1.52	4.15	2.80	1.835	0.545	0.57	4.15	4.15	7.281	21.525	7.691	3
699	2	X	0.47	4.15	2.29	4.841	0.207	0.57	4.15	4.15	7.281	19.458	7.691	3
702	2	X	2.15	1.07	1.07	0.497	2.011	0.57						3
703	2	X	1.14	4.15	4.15	3.647	0.274	0.57	4.15	4.15	7.281	18.351	7.686	3
706	2	X	0.30	4.15	4.15	13.742	0.073	0.57	4.15	4.15	7.281	19.071	7.690	3
709	2	X	1.36	4.15	2.93	2.155	0.464	0.45	4.15	4.15	9.222	11.017	14.677	3
713	2	X	1.36	4.15	2.93	2.152	0.465	0.45	4.15	4.15	9.222	13.761	14.677	3
717	1	X	1.00	1.38	1.38	1.382	0.724	0.45						3
718	2	X	1.25	1.38	1.38	1.106	0.904	0.45						3
719	2	X	1.43	4.15	4.15	2.904	0.344	0.45	4.15	4.15	9.222	15.158	14.677	3
722	1	X	7.65	4.65	4.65	0.608	1.645	0.40	4.65	4.65	11.625	5.523	3.823	4

6. DATI GEOMETRICI ELEMENTI IN C.A.

N.	p. no	C/R	T/Z	lungh. l (base)	Piano Complanare (m)				Piano Ortogonale (m)			Xg (m)	Yg (m)	N° mat
					al t. H	al t. def. h	h/l	l/h	spess. t	al t. def. h	h/t			
725	2		X	0.50	5.70	5.70	11.400	0.088	0.50					1
726	2		X	0.50	1.23	1.23	2.456	0.407	0.50					1
727	2		X	0.50	3.41	3.41	6.816	0.147	0.50					1
728	2		X	0.50	7.65	7.65	15.294	0.065	0.50					1
729	3		X	0.50	3.29	3.29	6.578	0.152	0.50					1
730	2		X	0.50	7.65	7.65	15.306	0.065	0.50					1
731	2		X	0.50	1.43	1.43	2.858	0.350	0.50					1
732	2		X	0.50	1.43	1.43	2.858	0.350	0.50					1
733	2		X	0.50	4.11	4.11	8.214	0.122	0.50					1
734	2	X		0.50	4.15	4.15	8.300	0.120	0.50	4.15	8.300	5.700	7.647	1
735	2	X		0.50	4.15	4.15	8.300	0.120	0.50	4.15	8.300	6.928	7.647	1
821	0		X	0.50	2.81	2.81	5.614	0.178	0.70					1
826	0		X	0.50	1.67	1.67	3.340	0.299	0.70					1
829	0		X	0.50	1.05	1.05	2.106	0.475	0.70					1
832	0		X	0.50	0.87	0.87	1.744	0.573	0.70					1
839	0		X	0.50	0.59	0.59	1.180	0.847	0.70					1
843	0		X	0.50	1.20	1.20	2.406	0.416	0.70					1
850	0		X	0.50	1.72	1.72	3.434	0.291	0.70					1
853	0		X	0.50	1.62	1.62	3.230	0.310	0.70					1
855	0		X	0.50	1.62	1.62	3.238	0.309	0.70					1
858	0		X	0.50	1.60	1.60	3.200	0.312	0.70					1
867	0		X	0.50	1.27	1.26	2.530	0.395	0.70					1
871	0		X	0.50	1.27	1.27	2.544	0.393	0.70					1
873	0		X	0.50	1.69	1.68	3.370	0.297	0.70					1
880	0		X	0.50	1.14	1.14	2.276	0.439	0.70					1
886	0		X	0.50	2.12	2.12	4.232	0.236	0.70					1
890	0		X	0.50	2.05	2.05	4.108	0.243	0.70					1
905	0		X	0.50	1.72	1.72	3.436	0.291	0.70					1
908	0		X	0.50	1.62	1.62	3.232	0.309	0.70					1
911	0		X	0.50	2.09	2.09	4.172	0.240	0.70					1
914	0		X	0.50	1.60	1.60	3.200	0.312	0.70					1

920	0	X	0.50	2.15	2.14	4.290	0.233	0.70					1
937	0	X	0.50	0.69	0.69	1.384	0.723	0.70					1
940	0	X	0.50	0.68	0.68	1.368	0.731	0.70					1
943	0	X	0.50	0.69	0.69	1.390	0.719	0.70					1
951	0	X	0.50	0.69	0.69	1.382	0.724	0.70					1
954	0	X	0.50	0.68	0.68	1.368	0.731	0.70					1
957	0	X	0.50	0.70	0.70	1.392	0.718	0.70					1
967	0	X	0.50	1.67	1.67	3.340	0.299	0.70					1
970	0	X	0.50	1.05	1.05	2.106	0.475	0.70					1
973	0	X	0.50	0.87	0.87	1.746	0.573	0.70					1
979	0	X	0.50	1.27	1.27	2.532	0.395	0.70					1
985	0	X	0.50	0.53	0.53	1.056	0.947	0.70					1

7. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (§4.5.6, §7.8.2.2.1, §7.8.2.2.4) [SLV] - C.Si.c.: 1.071 (CCC ID 43)
(Analisi Statistica Lineare NON Similica: Invi Luppò CCC)

N.	Tip.	n/e	Sez.	P (kN)	p (N/mm ²)	fk / fm (N/mm ²)	γ_m * FC	Fd (N/mm ²)	Nu (kN)	Mu (kN m)	M (kN m)	C. Si. c.	ID CCC
1	M	e	B	425.30	0.290	3.510	3.00	1.170	1448.71	304.80	16.49	>> 1	44
1	M	e	S	282.19	0.190	3.510	3.00	1.170	1448.71	230.52	-17.01	>> 1	44
4	M	e	B	224.31	0.320	3.510	3.00	1.170	688.30	72.88	-2.47	>> 1	42
4	M	e	S	166.16	0.240	3.510	3.00	1.170	688.30	60.75	4.36	>> 1	42
10	M	e	B	299.12	0.450	3.510	3.00	1.170	663.55	71.38	3.77	>> 1	43
10	M	e	S	247.93	0.370	3.510	3.00	1.170	663.55	67.48	-2.96	>> 1	43
13	M	e	B	878.06	0.410	3.510	3.00	1.170	2145.67	728.82	-15.99	>> 1	41
13	M	e	S	695.90	0.320	3.510	3.00	1.170	2145.67	660.63	29.71	>> 1	41
15	M	e	B	197.44	0.440	3.510	3.00	1.170	445.17	32.03	0.00	2.255	30
15	M	e	S	171.21	0.380	3.510	3.00	1.170	445.17	30.71	0.02	>> 1	30
18	M	e	B	409.45	0.410	3.510	3.00	1.170	995.71	157.18	8.51	>> 1	43
18	M	e	S	336.80	0.340	3.510	3.00	1.170	995.71	145.32	-7.83	>> 1	43
23	M	e	B	109.92	0.210	3.510	3.00	1.170	518.92	36.56	-1.29	>> 1	42
23	M	e	S	46.15	0.090	3.510	3.00	1.170	518.92	17.74	1.30	>> 1	42
26	M	e	B	67.39	0.260	3.510	3.00	1.170	254.36	11.15	0.69	>> 1	43
26	M	e	S	53.56	0.210	3.510	3.00	1.170	254.36	9.51	-0.63	>> 1	43
30	M	e	B	240.25	0.240	3.510	3.00	1.170	988.62	159.04	9.58	>> 1	43
30	M	e	S	160.50	0.160	3.510	3.00	1.170	988.62	117.57	-8.60	>> 1	43
34	M	e	B	346.08	0.470	3.510	3.00	1.170	728.61	117.10	-8.63	>> 1	41
34	M	e	S	292.17	0.400	3.510	3.00	1.170	728.61	112.79	5.79	>> 1	41
37	M	e	B	377.72	0.430	3.510	3.00	1.170	861.44	161.62	10.18	>> 1	43
37	M	e	S	311.37	0.360	3.510	3.00	1.170	861.44	151.50	-9.66	>> 1	43
41	M	e	B	166.55	0.070	5.010	3.00	1.670	3252.53	604.67	49.17	>> 1	44
44	M	e	B	291.39	0.530	3.510	3.00	1.170	549.78	52.73	3.67	>> 1	43
44	M	e	S	246.85	0.450	3.510	3.00	1.170	549.78	52.37	-3.39	>> 1	43
48	M	e	B	382.40	0.560	3.510	3.00	1.170	674.73	78.28	-4.84	>> 1	41
48	M	e	S	333.39	0.490	3.510	3.00	1.170	674.73	79.69	4.59	>> 1	41
53	M	e	B	375.95	0.530	3.510	3.00	1.170	698.29	84.86	-5.58	>> 1	41
53	M	e	S	325.08	0.460	3.510	3.00	1.170	698.29	84.96	6.30	>> 1	41
57	M	e	B	369.28	0.490	3.510	3.00	1.170	741.85	96.35	-4.57	>> 1	41
57	M	e	S	314.89	0.420	3.510	3.00	1.170	741.85	94.15	5.54	>> 1	41
62	M	e	B	157.81	0.490	3.510	3.00	1.170	321.30	18.07	0.81	>> 1	43
62	M	e	S	133.70	0.410	3.510	3.00	1.170	321.30	17.56	-0.71	>> 1	43
74	M	e	B	1095.33	0.380	3.510	3.00	1.170	2892.95	1741.70	-34.41	>> 1	42
74	M	e	S	737.97	0.250	3.510	3.00	1.170	2892.95	1406.73	54.59	>> 1	42
77	M	e	B	76.99	0.340	3.510	3.00	1.170	224.40	10.04	0.01	>> 1	32
77	M	e	S	49.29	0.220	3.510	3.00	1.170	224.40	7.64	0.00	4.553	32
80	M	e	B	121.15	0.410	3.510	3.00	1.170	292.23	18.33	0.00	2.412	43
80	M	e	S	102.93	0.350	3.510	3.00	1.170	292.23	17.24	0.05	>> 1	43
83	M	e	B	507.60	0.450	3.510	3.00	1.170	1122.02	275.88	12.95	>> 1	44
83	M	e	S	415.01	0.370	3.510	3.00	1.170	1122.02	259.55	-15.26	>> 1	44
86	M	e	B	272.82	0.400	3.510	3.00	1.170	677.17	97.58	0.00	2.482	10
86	M	e	S	223.56	0.330	3.510	3.00	1.170	677.17	89.70	0.88	>> 1	10
89	M	e	B	884.86	0.280	3.510	3.00	1.170	3115.09	1745.64	-22.38	>> 1	41
89	M	e	S	517.94	0.160	3.510	3.00	1.170	3115.09	1189.89	97.97	>> 1	41
91	M	e	B	148.85	0.390	3.510	3.00	1.170	378.72	30.27	0.25	>> 1	29
91	M	e	S	124.28	0.330	3.510	3.00	1.170	378.72	27.97	0.00	3.047	29
96	M	e	B	1032.61	0.350	3.510	3.00	1.170	2895.78	1701.83	48.88	>> 1	44
96	M	e	S	674.95	0.230	3.510	3.00	1.170	2895.78	1325.91	-55.56	>> 1	44
99	M	e	B	745.53	0.390	3.510	3.00	1.170	1886.80	752.64	28.58	>> 1	43
99	M	e	S	565.23	0.300	3.510	3.00	1.170	1886.80	660.76	-32.79	>> 1	43
102	M	e	B	81.37	0.470	3.510	3.00	1.170	170.71	6.43	0.25	>> 1	43
102	M	e	S	71.34	0.410	3.510	3.00	1.170	170.71	6.27	-0.24	>> 1	43
106	M	e	B	175.95	0.410	3.510	3.00	1.170	426.26	30.84	1.10	>> 1	43
106	M	e	S	134.32	0.310	3.510	3.00	1.170	426.26	27.46	-0.94	>> 1	43
109	M	e	B	207.96	0.500	3.510	3.00	1.170	411.26	29.61	0.79	>> 1	43
109	M	e	S	167.85	0.400	3.510	3.00	1.170	411.26	28.61	-0.84	>> 1	43
113	M	e	B	133.74	0.410	3.510	3.00	1.170	322.76	22.36	-1.06	>> 1	41
113	M	e	S	113.33	0.350	3.510	3.00	1.170	322.76	20.99	1.12	>> 1	41
116	M	e	B	166.23	0.440	3.510	3.00	1.170	375.33	30.75	1.71	>> 1	43
116	M	e	S	141.90	0.370	3.510	3.00	1.170	375.33	29.30	-1.73	>> 1	43
120	M	e	B	84.64	0.350	3.510	3.00	1.170	237.97	11.48	0.00	2.812	40
120	M	e	S	55.23	0.230	3.510	3.00	1.170	237.97	8.93	-0.01	>> 1	40
123	M	e	B	276.32	0.270	3.510	3.00	1.170	1007.45	141.48	5.57	>> 1	44

123	M	e	S	153.52	0.150	3.510	3.00	1.170	1007.45	91.80	-5.72	>> 1	44
126	M	e	B	156.30	0.270	3.510	3.00	1.170	565.17	61.96	2.09	>> 1	44
126	M	e	S	86.04	0.150	3.510	3.00	1.170	565.17	39.97	-2.14	>> 1	44
129	M	e	B	529.39	0.270	3.510	3.00	1.170	1911.38	512.33	22.93	>> 1	44
129	M	e	S	296.38	0.150	3.510	3.00	1.170	1911.38	335.19	-24.10	>> 1	44
132	M	e	B	157.53	0.280	3.510	3.00	1.170	565.17	62.26	2.10	>> 1	44
132	M	e	S	87.28	0.150	3.510	3.00	1.170	565.17	40.44	-2.14	>> 1	44
135	M	e	B	330.30	0.600	3.510	3.00	1.170	546.21	49.94	-3.47	>> 1	41
135	M	e	S	286.02	0.520	3.510	3.00	1.170	546.21	52.11	2.70	>> 1	41
139	M	e	B	429.79	0.630	3.510	3.00	1.170	674.73	73.72	4.04	>> 1	43
139	M	e	S	380.78	0.560	3.510	3.00	1.170	674.73	78.38	-4.31	>> 1	43
144	M	e	B	445.03	0.630	3.510	3.00	1.170	698.29	78.93	5.65	>> 1	43
144	M	e	S	394.16	0.560	3.510	3.00	1.170	698.29	83.95	-5.76	>> 1	43
148	M	e	B	465.77	0.620	3.510	3.00	1.170	741.85	90.05	4.85	>> 1	43
148	M	e	S	411.37	0.550	3.510	3.00	1.170	741.85	95.20	-5.26	>> 1	43
153	M	e	B	184.04	0.540	3.510	3.00	1.170	339.15	19.99	0.72	>> 1	43
153	M	e	S	158.45	0.460	3.510	3.00	1.170	339.15	20.05	-0.77	>> 1	43
165	M	e	B	416.34	0.280	3.510	3.00	1.170	1448.71	300.99	15.23	>> 1	44
165	M	e	S	273.23	0.190	3.510	3.00	1.170	1448.71	224.91	-17.16	>> 1	44
168	M	e	B	219.70	0.320	3.510	3.00	1.170	688.30	72.09	-2.94	>> 1	42
168	M	e	S	161.54	0.230	3.510	3.00	1.170	688.30	59.59	3.94	>> 1	42
174	M	e	B	153.71	0.270	3.510	3.00	1.170	565.17	61.32	1.97	>> 1	44
174	M	e	S	83.45	0.150	3.510	3.00	1.170	565.17	38.98	-2.15	>> 1	44
177	M	e	B	513.40	0.270	3.510	3.00	1.170	1911.38	502.61	20.95	>> 1	44
177	M	e	S	280.39	0.150	3.510	3.00	1.170	1911.38	320.25	-24.41	>> 1	44
180	M	e	B	150.72	0.260	3.510	3.00	1.170	565.17	60.57	1.97	>> 1	44
180	M	e	S	80.47	0.140	3.510	3.00	1.170	565.17	37.82	-2.15	>> 1	44
183	M	e	B	242.07	0.240	3.510	3.00	1.170	980.32	125.15	4.87	>> 1	44
183	M	e	S	122.57	0.120	3.510	3.00	1.170	980.32	73.62	-5.36	>> 1	44
186	M	e	B	16.52	0.110	1.410	3.00	0.470	58.01	1.92	0.10	>> 1	43
186	M	e	S	9.59	0.070	1.410	3.00	0.470	58.01	1.30	-0.09	>> 1	43
190	M	e	B	34.96	0.170	1.410	3.00	0.470	80.15	4.42	0.00	2.293	38
190	M	e	S	25.73	0.130	1.410	3.00	0.470	80.15	3.92	0.00	3.115	38
195	M	e	B	34.86	0.170	1.410	3.00	0.470	79.61	4.37	0.00	2.284	38
195	M	e	S	25.71	0.130	1.410	3.00	0.470	79.61	3.88	0.01	>> 1	38
200	M	e	B	30.19	0.130	1.410	3.00	0.470	93.18	5.33	-0.21	>> 1	41
200	M	e	S	17.92	0.080	1.410	3.00	0.470	93.18	3.78	0.25	>> 1	41
210	M	e	B	732.45	0.390	3.510	3.00	1.170	1844.41	720.44	19.27	>> 1	44
210	M	e	S	504.67	0.270	3.510	3.00	1.170	1844.41	598.08	-27.16	>> 1	44
213	M	e	B	283.03	0.170	1.410	3.00	0.470	646.37	259.25	12.00	>> 1	42
213	M	e	S	95.86	0.060	1.410	3.00	0.470	646.37	133.04	-15.01	8.863	42
216	M	e	B	21.80	0.150	1.410	3.00	0.470	58.01	2.21	0.00	2.661	38
216	M	e	S	14.87	0.100	1.410	3.00	0.470	58.01	1.80	0.01	>> 1	38
220	M	e	B	34.96	0.170	1.410	3.00	0.470	80.15	4.42	0.00	2.293	38
220	M	e	S	25.73	0.130	1.410	3.00	0.470	80.15	3.92	0.01	>> 1	38
225	M	e	B	34.86	0.170	1.410	3.00	0.470	79.61	4.37	0.00	2.284	38
225	M	e	S	25.71	0.130	1.410	3.00	0.470	79.61	3.88	0.00	3.096	38
230	M	e	B	30.19	0.130	1.410	3.00	0.470	93.18	5.33	0.25	>> 1	43
230	M	e	S	17.92	0.080	1.410	3.00	0.470	93.18	3.78	-0.26	>> 1	43
240	M	e	B	221.95	0.140	1.410	3.00	0.470	646.37	237.48	-12.63	>> 1	42
240	M	e	S	34.78	0.020	1.410	3.00	0.470	646.37	53.62	12.44	4.311	42
243	M	e	B	436.18	0.220	3.510	3.00	1.170	2003.74	556.04	5.16	>> 1	44
243	M	e	S	189.90	0.090	3.510	3.00	1.170	2003.74	280.12	-26.32	>> 1	44
244	M	e	B	301.39	0.450	3.510	3.00	1.170	663.55	71.47	-0.33	>> 1	10
244	M	e	S	250.20	0.370	3.510	3.00	1.170	663.55	67.72	0.00	2.652	10
247	M	e	B	867.01	0.400	3.510	3.00	1.170	2145.67	725.93	23.34	>> 1	43
247	M	e	S	684.85	0.320	3.510	3.00	1.170	2145.67	655.10	-31.28	>> 1	43
249	M	e	B	244.60	0.540	3.510	3.00	1.170	445.17	32.12	-1.57	>> 1	41
249	M	e	S	218.37	0.490	3.510	3.00	1.170	445.17	32.43	1.73	>> 1	41
251	M	e	B	376.15	0.370	3.510	3.00	1.170	995.71	152.60	-7.58	>> 1	41
251	M	e	S	303.50	0.300	3.510	3.00	1.170	995.71	137.57	7.43	>> 1	41
256	M	e	B	637.08	0.340	3.510	3.00	1.170	1832.54	673.69	-24.92	>> 1	42
256	M	e	S	410.72	0.220	3.510	3.00	1.170	1832.54	516.56	24.78	>> 1	42
259	M	e	B	192.30	0.650	3.510	3.00	1.170	292.23	17.00	0.97	>> 1	44
259	M	e	S	174.09	0.590	3.510	3.00	1.170	292.23	18.19	-0.95	>> 1	44
262	M	e	B	436.14	0.390	3.510	3.00	1.170	1122.02	264.61	10.66	>> 1	44
262	M	e	S	343.55	0.300	3.510	3.00	1.170	1122.02	236.57	-14.19	>> 1	44
266	M	e	B	92.75	0.110	3.510	3.00	1.170	807.74	58.66	2.54	>> 1	43
266	M	e	S	3.72	0.000	3.510	3.00	1.170	807.74	2.65	-2.47	1.071	43
269	M	e	B	65.86	0.130	3.510	3.00	1.170	505.39	23.54	-2.55	9.232	42
269	M	e	S	31.39	0.060	3.510	3.00	1.170	505.39	12.10	2.43	4.979	42
273	M	e	B	72.54	0.130	3.510	3.00	1.170	568.72	29.27	-2.85	>> 1	42
273	M	e	S	32.67	0.060	3.510	3.00	1.170	568.72	14.24	2.78	5.123	42
279	M	e	B	641.24	0.170	3.510	3.00	1.170	3808.75	1330.00	-20.68	>> 1	41
279	M	e	S	278.56	0.070	3.510	3.00	1.170	3808.75	643.92	27.58	>> 1	41
283	M	e	B	80.33	0.130	3.510	3.00	1.170	611.63	27.95	1.52	>> 1	43
283	M	e	S	44.92	0.070	3.510	3.00	1.170	611.63	16.67	-1.66	>> 1	43
288	M	e	B	172.71	0.280	3.510	3.00	1.170	615.45	50.07	1.77	>> 1	43
288	M	e	S	131.42	0.210	3.510	3.00	1.170	615.45	41.65	-1.74	>> 1	43
296	M	e	B	85.80	0.150	3.510	3.00	1.170	565.17	39.88	1.45	>> 1	44
296	M	e	S	23.10	0.040	3.510	3.00	1.170	565.17	12.14	-1.39	8.735	44
299	M	e	B	122.45	0.120	3.510	3.00	1.170	980.32	73.56	3.55	>> 1	44
299	M	e	S	15.81	0.020	3.510	3.00	1.170	980.32	10.68	-3.39	3.150	44
302	M	e	B	177.38	0.320	3.510	3.00	1.170	546.21	45.81	1.27	>> 1	43
302	M	e	S	133.73	0.240	3.510	3.00	1.170	546.21	38.63	-1.19	>> 1	43
306	M	e	B	193.18	0.280	3.510	3.00	1.170	674.73	65.14	0.00	3.493	12

306	M	e	S	145.30	0.210	3.510	3.00	1.170	674.73	53.87	-0.03	>> 1	12
311	M	e	B	210.38	0.300	3.510	3.00	1.170	698.29	71.88	2.84	>> 1	43
311	M	e	S	160.68	0.230	3.510	3.00	1.170	698.29	60.49	-2.65	>> 1	43
315	M	e	B	230.11	0.310	3.510	3.00	1.170	741.85	82.46	0.03	>> 1	30
315	M	e	S	177.06	0.240	3.510	3.00	1.170	741.85	70.03	0.00	4.190	30
320	M	e	B	131.99	0.390	3.510	3.00	1.170	339.15	19.15	0.39	>> 1	43
320	M	e	S	106.66	0.310	3.510	3.00	1.170	339.15	17.37	-0.37	>> 1	43
332	M	e	B	697.55	0.240	3.510	3.00	1.170	2895.78	1356.37	43.02	>> 1	44
332	M	e	S	415.12	0.140	3.510	3.00	1.170	2895.78	910.90	-35.97	>> 1	44
334	M	e	B	94.46	0.300	3.510	3.00	1.170	312.02	18.18	0.82	>> 1	44
334	M	e	S	75.16	0.240	3.510	3.00	1.170	312.02	15.75	-0.81	>> 1	44
338	M	e	B	98.31	0.230	3.510	3.00	1.170	426.26	22.58	-1.12	>> 1	41
338	M	e	S	65.49	0.150	3.510	3.00	1.170	426.26	16.55	1.08	>> 1	41
342	M	e	B	42.61	0.100	3.510	3.00	1.170	411.26	11.00	0.65	>> 1	43
342	M	e	S	11.09	0.030	3.510	3.00	1.170	411.26	3.11	-0.61	5.095	43
348	M	e	B	137.37	0.250	3.510	3.00	1.170	549.78	39.67	2.87	>> 1	11
348	M	e	S	93.44	0.170	3.510	3.00	1.170	549.78	29.86	-2.42	>> 1	11
352	M	e	B	147.18	0.220	3.510	3.00	1.170	674.73	54.37	1.98	>> 1	43
352	M	e	S	99.30	0.150	3.510	3.00	1.170	674.73	40.01	-1.93	>> 1	43
357	M	e	B	183.40	0.260	3.510	3.00	1.170	698.29	66.13	-4.54	>> 1	9
357	M	e	S	133.70	0.190	3.510	3.00	1.170	698.29	52.86	3.23	>> 1	9
361	M	e	B	211.38	0.280	3.510	3.00	1.170	741.85	78.52	2.79	>> 1	43
361	M	e	S	158.33	0.210	3.510	3.00	1.170	741.85	64.70	-3.02	>> 1	43
366	M	e	B	84.10	0.260	3.510	3.00	1.170	321.30	13.97	-0.54	>> 1	41
366	M	e	S	60.22	0.190	3.510	3.00	1.170	321.30	11.01	0.52	>> 1	41
378	M	e	B	836.14	0.290	3.510	3.00	1.170	2892.95	1521.26	39.44	>> 1	44
378	M	e	S	554.01	0.190	3.510	3.00	1.170	2892.95	1146.21	-38.75	>> 1	44
380	M	e	B	126.17	0.390	3.510	3.00	1.170	321.63	21.81	0.88	>> 1	44
380	M	e	S	106.17	0.330	3.510	3.00	1.170	321.63	20.23	-0.88	>> 1	44
384	M	e	B	341.07	0.180	3.510	3.00	1.170	1886.80	466.35	17.71	>> 1	43
384	M	e	S	133.05	0.070	3.510	3.00	1.170	1886.80	206.40	-13.61	>> 1	43
387	M	e	B	99.44	0.140	3.510	3.00	1.170	728.61	55.34	2.39	>> 1	43
387	M	e	S	19.10	0.030	3.510	3.00	1.170	728.61	11.99	-2.16	5.550	43
390	M	e	B	111.85	0.380	3.510	3.00	1.170	292.23	17.85	0.70	>> 1	44
390	M	e	S	93.94	0.320	3.510	3.00	1.170	292.23	16.48	-0.69	>> 1	44
393	M	e	B	237.48	0.210	3.510	3.00	1.170	1122.02	185.81	-11.23	>> 1	42
393	M	e	S	148.72	0.130	3.510	3.00	1.170	1122.02	128.04	10.61	>> 1	42
397	M	e	B	380.77	0.180	3.510	3.00	1.170	2129.30	588.93	10.86	>> 1	44
397	M	e	S	146.04	0.070	3.510	3.00	1.170	2129.30	256.20	-17.64	>> 1	44
400	M	e	B	293.94	0.150	3.510	3.00	1.170	1911.38	332.93	16.06	>> 1	44
400	M	e	S	116.20	0.060	3.510	3.00	1.170	1911.38	146.08	-15.87	9.205	44
404	M	e	B	243.77	0.170	3.510	3.00	1.170	1448.71	205.69	11.34	>> 1	44
404	M	e	S	131.84	0.090	3.510	3.00	1.170	1448.71	121.58	-11.24	>> 1	44
408	M	e	B	94.17	0.140	3.510	3.00	1.170	687.58	39.13	-3.14	>> 1	42
408	M	e	S	36.99	0.050	3.510	3.00	1.170	687.58	16.85	2.33	7.233	42
416	M	e	B	86.85	0.150	3.510	3.00	1.170	565.17	40.28	1.42	>> 1	44
416	M	e	S	24.15	0.040	3.510	3.00	1.170	565.17	12.67	-1.41	8.985	44
419	M	e	B	152.98	0.150	3.510	3.00	1.170	1007.45	91.54	3.72	>> 1	44
419	M	e	S	43.39	0.040	3.510	3.00	1.170	1007.45	29.29	-3.70	7.917	44
422	M	e	B	108.78	0.160	3.510	3.00	1.170	663.55	39.52	0.00	6.100	30
422	M	e	S	36.79	0.050	3.510	3.00	1.170	663.55	15.10	-0.05	>> 1	30
425	M	e	B	67.14	0.130	3.510	3.00	1.170	518.92	24.67	-3.00	8.222	42
425	M	e	S	31.55	0.060	3.510	3.00	1.170	518.92	12.50	2.86	4.372	42
429	M	e	B	72.25	0.130	3.510	3.00	1.170	562.57	28.81	0.00	7.786	37
429	M	e	S	32.94	0.060	3.510	3.00	1.170	562.57	14.19	-0.20	>> 1	37
435	M	e	B	364.02	0.200	3.510	3.00	1.170	1844.41	476.68	9.09	>> 1	44
435	M	e	S	160.72	0.090	3.510	3.00	1.170	1844.41	239.37	-13.50	>> 1	44
438	M	e	B	345.86	0.190	3.510	3.00	1.170	1832.54	454.83	-21.06	>> 1	42
438	M	e	S	143.84	0.080	3.510	3.00	1.170	1832.54	214.86	19.12	>> 1	42
441	M	e	B	283.44	0.150	3.510	3.00	1.170	1911.38	323.13	16.73	>> 1	44
441	M	e	S	105.71	0.050	3.510	3.00	1.170	1911.38	133.67	-15.42	8.668	44
445	M	e	B	220.42	0.150	3.510	3.00	1.170	1448.71	189.59	11.76	>> 1	44
445	M	e	S	108.49	0.070	3.510	3.00	1.170	1448.71	101.82	-11.07	9.198	44
449	M	e	B	89.56	0.130	3.510	3.00	1.170	687.58	37.51	-2.93	>> 1	42
449	M	e	S	32.38	0.050	3.510	3.00	1.170	687.58	14.86	2.39	6.216	42
457	M	e	B	89.84	0.400	3.510	3.00	1.170	224.40	10.69	0.00	2.498	30
457	M	e	S	65.12	0.290	3.510	3.00	1.170	224.40	9.18	0.00	3.446	30
460	M	e	B	47.36	0.200	3.510	3.00	1.170	237.97	7.99	0.11	>> 1	43
460	M	e	S	21.10	0.090	3.510	3.00	1.170	237.97	4.05	-0.10	>> 1	43
463	M	e	B	169.28	0.080	3.510	3.00	1.170	2227.86	418.34	-0.05	>> 1	9
466	M	e	B	28.03	0.020	3.510	3.00	1.170	1114.97	36.57	0.02	>> 1	40
469	M	e	B	15.06	0.030	3.510	3.00	1.170	456.48	7.98	-0.01	>> 1	9
472	M	e	B	21.41	0.040	3.510	3.00	1.170	587.68	14.55	-0.02	>> 1	9
475	M	e	B	26.01	0.080	3.510	3.00	1.170	320.71	9.20	-0.02	>> 1	10
478	M	e	B	8.87	0.040	3.510	3.00	1.170	248.65	2.55	-0.01	>> 1	9
481	M	e	B	292.70	0.090	3.510	3.00	1.170	3264.88	769.53	0.78	>> 1	44
484	M	e	B	250.04	0.080	3.510	3.00	1.170	3243.40	662.06	1.88	>> 1	44
487	M	e	B	32.80	0.100	3.510	3.00	1.170	318.62	11.25	-0.01	>> 1	9
490	M	e	B	15.76	0.030	3.510	3.00	1.170	571.85	10.52	0.01	>> 1	44
493	M	e	B	15.89	0.030	3.510	3.00	1.170	456.48	8.40	0.00	>> 1	39
496	M	e	B	37.03	0.030	3.510	3.00	1.170	1114.97	47.92	0.00	>> 1	41
499	M	e	B	163.72	0.080	3.510	3.00	1.170	2077.50	376.14	-0.02	>> 1	37
502	M	e	B	33.85	0.110	3.510	3.00	1.170	292.23	7.74	3.96	1.954	32
505	M	e	B	103.12	0.090	3.510	3.00	1.170	1122.02	92.94	-6.42	>> 1	30
508	M	e	B	147.41	0.070	3.510	3.00	1.170	2129.30	258.43	3.34	>> 1	30
511	M	e	B	57.80	0.120	3.510	3.00	1.170	478.77	21.52	-0.25	>> 1	42

512	M	e	B	56.99	0.110	3.510	3.00	1.170	492.33	21.95	0.41	>> 1	31
513	M	e	B	178.48	0.230	3.510	3.00	1.170	781.18	95.15	3.25	>> 1	43
513	M	e	S	81.99	0.100	3.510	3.00	1.170	781.18	50.71	-3.01	>> 1	43
516	M	e	B	253.60	0.240	3.510	3.00	1.170	1052.50	179.21	10.60	>> 1	43
516	M	e	S	166.80	0.160	3.510	3.00	1.170	1052.50	130.68	-9.49	>> 1	43
518	M	e	B	59.61	0.260	3.510	3.00	1.170	227.80	8.87	-0.47	>> 1	41
518	M	e	S	47.51	0.210	3.510	3.00	1.170	227.80	7.58	0.49	>> 1	41
524	M	e	B	44.52	0.240	3.510	3.00	1.170	180.88	5.37	-0.37	>> 1	42
527	M	e	B	38.84	0.120	3.510	3.00	1.170	321.63	9.72	1.72	5.649	32
531	M	e	B	44.00	0.240	3.510	3.00	1.170	183.14	5.42	-0.42	>> 1	30
534	M	e	B	38.50	0.120	3.510	3.00	1.170	312.02	9.31	1.04	8.957	44
538	M	e	B	152.12	0.470	3.510	3.00	1.170	322.76	22.96	-0.07	>> 1	10
538	M	e	S	132.09	0.410	3.510	3.00	1.170	322.76	22.28	0.00	2.443	10
541	M	e	B	80.83	0.210	3.510	3.00	1.170	375.33	21.06	0.95	>> 1	43
541	M	e	S	57.01	0.150	3.510	3.00	1.170	375.33	16.05	-0.89	>> 1	43
545	M	e	B	46.57	0.140	3.510	3.00	1.170	322.76	11.38	-0.24	>> 1	42
548	M	e	B	49.96	0.130	3.510	3.00	1.170	375.33	14.38	0.61	>> 1	39
552	M	e	B	327.39	0.370	3.510	3.00	1.170	871.05	157.44	5.85	>> 1	43
552	M	e	S	219.77	0.250	3.510	3.00	1.170	871.05	126.61	-5.59	>> 1	43
554	M	e	B	110.48	0.340	3.510	3.00	1.170	321.63	20.63	0.03	>> 1	9
554	M	e	S	70.72	0.220	3.510	3.00	1.170	321.63	15.70	0.00	4.548	9
557	M	e	B	378.29	0.340	3.510	3.00	1.170	1107.89	244.14	9.86	>> 1	44
557	M	e	S	241.48	0.220	3.510	3.00	1.170	1107.89	185.07	-9.31	>> 1	44
560	M	e	B	110.65	0.350	3.510	3.00	1.170	312.02	19.71	0.32	>> 1	44
560	M	e	S	72.12	0.230	3.510	3.00	1.170	312.02	15.30	-0.32	>> 1	44
563	M	e	B	382.89	0.340	3.510	3.00	1.170	1104.50	244.40	9.21	>> 1	44
563	M	e	S	246.50	0.220	3.510	3.00	1.170	1104.50	187.08	-9.28	>> 1	44
566	M	e	B	197.58	0.210	3.510	3.00	1.170	922.25	116.44	-5.88	>> 1	42
566	M	e	S	84.20	0.090	3.510	3.00	1.170	922.25	57.38	5.94	9.661	42
569	M	e	B	123.54	0.220	3.510	3.00	1.170	562.57	44.11	-1.61	>> 1	42
569	M	e	S	54.42	0.100	3.510	3.00	1.170	562.57	22.49	1.63	>> 1	42
572	M	e	B	11.03	0.030	3.510	3.00	1.170	401.09	5.16	0.02	>> 1	9
575	M	e	B	27.64	0.030	3.510	3.00	1.170	893.39	28.73	0.04	>> 1	9
578	M	e	B	25.24	0.030	3.510	3.00	1.170	845.08	24.84	0.04	>> 1	44
581	M	e	B	13.64	0.030	3.510	3.00	1.170	456.48	7.25	0.01	>> 1	9
584	M	e	B	51.80	0.070	3.510	3.00	1.170	715.13	41.25	-0.07	>> 1	30
587	M	e	B	29.96	0.080	3.510	3.00	1.170	393.59	13.08	-0.03	>> 1	30
590	M	e	B	47.95	0.070	3.510	3.00	1.170	672.65	35.96	-0.06	>> 1	41
593	M	e	B	31.75	0.080	3.510	3.00	1.170	407.34	14.32	-0.03	>> 1	30
596	M	e	B	53.09	0.080	3.510	3.00	1.170	674.31	39.59	-0.05	>> 1	42
599	M	e	B	40.97	0.090	3.510	3.00	1.170	432.74	19.27	-0.03	>> 1	42
602	M	e	B	64.99	0.100	3.510	3.00	1.170	666.40	46.92	-0.05	>> 1	42
605	M	e	B	21.39	0.110	3.510	3.00	1.170	187.43	4.26	-0.01	>> 1	42
608	M	e	B	25.45	0.030	3.510	3.00	1.170	881.31	26.15	-0.09	>> 1	9
611	M	e	B	6.94	0.030	3.510	3.00	1.170	239.90	1.94	-0.01	>> 1	9
614	M	e	B	20.21	0.100	3.510	3.00	1.170	197.84	4.31	-0.01	>> 1	9
617	M	e	B	62.11	0.090	3.510	3.00	1.170	666.40	45.06	-0.06	>> 1	29
620	M	e	B	42.78	0.100	3.510	3.00	1.170	432.74	20.03	-0.03	>> 1	9
623	M	e	B	58.77	0.090	3.510	3.00	1.170	674.31	43.43	-0.05	>> 1	41
626	M	e	B	37.31	0.090	3.510	3.00	1.170	407.34	16.57	-0.02	>> 1	9
629	M	e	B	57.82	0.090	3.510	3.00	1.170	672.65	42.68	-0.04	>> 1	9
632	M	e	B	37.57	0.090	3.510	3.00	1.170	393.59	16.06	-0.02	>> 1	9
635	M	e	B	64.83	0.090	3.510	3.00	1.170	715.13	50.61	-0.04	>> 1	9
638	M	e	B	7.95	0.020	3.510	3.00	1.170	456.48	4.28	0.00	>> 1	44
641	M	e	B	25.24	0.030	3.510	3.00	1.170	845.08	24.84	0.00	>> 1	11
644	M	e	B	26.69	0.030	3.510	3.00	1.170	893.39	27.77	0.00	>> 1	11
647	M	e	B	11.98	0.030	3.510	3.00	1.170	401.09	5.60	0.00	>> 1	9
650	M	e	B	26.87	0.050	3.510	3.00	1.170	552.70	16.96	-0.02	>> 1	9
653	M	e	B	14.14	0.040	3.510	3.00	1.170	333.62	5.42	-0.01	>> 1	9
656	M	e	B	14.60	0.040	3.510	3.00	1.170	410.67	6.94	-0.02	>> 1	9
659	M	e	B	10.01	0.030	3.510	3.00	1.170	335.70	3.91	-0.02	>> 1	9
662	M	e	B	6.54	0.030	3.510	3.00	1.170	241.99	1.85	-0.01	>> 1	9
665	M	e	B	12.91	0.040	3.510	3.00	1.170	332.37	4.95	-0.01	>> 1	9
668	M	e	B	17.83	0.050	3.510	3.00	1.170	332.37	6.73	-0.01	>> 1	9
671	M	e	B	36.61	0.060	3.510	3.00	1.170	575.19	23.67	-0.02	>> 1	9
674	M	e	B	206.70	0.160	3.510	3.00	1.170	1275.18	144.62	4.63	>> 1	43
674	M	e	S	68.38	0.050	3.510	3.00	1.170	1275.18	54.04	-4.80	>> 1	43
677	M	e	B	401.83	0.190	3.510	3.00	1.170	2145.67	458.84	14.88	>> 1	43
677	M	e	S	212.71	0.100	3.510	3.00	1.170	2145.67	269.23	-15.88	>> 1	43
680	M	e	B	140.73	0.230	3.510	3.00	1.170	609.34	43.18	2.10	>> 1	43
680	M	e	S	105.45	0.170	3.510	3.00	1.170	609.34	34.79	-2.07	>> 1	43
685	M	e	B	105.22	0.240	3.510	3.00	1.170	443.64	23.32	0.84	>> 1	43
685	M	e	S	77.40	0.170	3.510	3.00	1.170	443.64	18.56	-0.82	>> 1	43
693	M	e	B	92.89	0.140	3.510	3.00	1.170	680.00	48.24	2.01	>> 1	43
693	M	e	S	17.93	0.030	3.510	3.00	1.170	680.00	10.50	-1.82	5.770	43
696	M	e	B	132.90	0.150	3.510	3.00	1.170	861.44	85.65	5.48	>> 1	43
696	M	e	S	68.94	0.080	3.510	3.00	1.170	861.44	48.33	-4.90	9.863	43
699	M	e	B	58.75	0.220	3.510	3.00	1.170	266.80	10.81	0.41	>> 1	43
699	M	e	S	42.55	0.160	3.510	3.00	1.170	266.80	8.44	-0.39	>> 1	43
703	M	e	B	105.03	0.160	3.510	3.00	1.170	643.25	50.00	1.70	>> 1	43
703	M	e	S	34.12	0.050	3.510	3.00	1.170	643.25	18.38	-1.54	>> 1	43
706	M	e	B	28.31	0.160	3.510	3.00	1.170	170.71	3.57	0.01	>> 1	38
706	M	e	S	9.49	0.060	3.510	3.00	1.170	170.71	1.35	0.00	>> 1	38
709	M	e	B	89.99	0.120	3.510	3.00	1.170	769.31	54.07	3.52	>> 1	43
709	M	e	S	30.06	0.040	3.510	3.00	1.170	769.31	19.66	-3.44	5.714	43
713	M	e	B	87.65	0.110	3.510	3.00	1.170	771.00	52.98	3.37	>> 1	43

713	M	e	S	27.52	0.040	3.510	3.00	1.170	771.00	18.10	-3.44	5.261	43
719	M	e	B	93.47	0.110	3.510	3.00	1.170	807.74	59.06	2.41	>> 1	43
719	M	e	S	4.42	0.010	3.510	3.00	1.170	807.74	3.14	-2.46	1.277	43
722	M	n	B	332.84	0.110	5.300	2.50	2.120	5511.96	1195.77	38.22	>> 1	44

8. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - STRUTTURE IN C.A. [SLV] - C.Sic: 1.071 (CCC ID 43)

(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Involuppo CCC)

N.	Tip.	fcd	P	Nu	Nlim,pfl	My	Mu,y	Mz	Mu,Z	ε,c	ε,c2	ε,s	ε,sy	C.Sic.	ID
		(N/mm ²)		(kN)			(kN m)				(per mille)				CCC
Non sono stati rilevati elementi in c.a. sottoposti a verifica															

9. VERIFICA A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE (§4.5.6, §C8.7.1.5) [SLV] - C.Sic: 3.185 (CCC ID 32)

(Analisi Statica Lineare NON Sismica: Involuppo CCC)

N.	n/e	Sez.	Coeff. b	P (kN)	p (N/mm ²)	fvk0/tau0	γ,m	fvd	Vt (kN)	V (kN)	C.Sic.	ID
							* FC	(N/mm ²)				CCC
1	e	M	1.500	353.75	0.242	0.026	3.00	0.063	92.01	8.89	>> 1	44
4	e	M	1.500	195.24	0.281	0.026	3.00	0.067	46.73	2.12	>> 1	42
10	e	M	1.500	273.52	0.409	0.065	3.00	0.080	53.42	2.28	>> 1	43
13	e	M	1.160	786.98	0.364	0.065	3.00	0.098	212.36	14.07	>> 1	41
15	e	M	1.500	183.39	0.409	0.065	3.00	0.080	35.83	1.39	>> 1	43
18	e	M	1.500	373.13	0.372	0.065	3.00	0.076	76.71	5.85	>> 1	43
23	e	M	1.500	78.03	0.149	0.026	3.00	0.051	26.80	0.56	>> 1	42
26	e	M	1.500	60.48	0.236	0.026	3.00	0.062	15.97	0.64	>> 1	43
30	e	M	1.500	200.38	0.201	0.026	3.00	0.058	57.90	5.99	9.666	43
34	e	M	1.500	319.13	0.434	0.065	3.00	0.082	60.33	5.18	>> 1	41
37	e	M	1.500	344.54	0.397	0.065	3.00	0.079	68.39	6.84	9.999	43
41	e	M	1.000	83.27	0.036	0.350	3.00	0.192	441.46	35.59	>> 1	44
44	e	M	1.500	269.12	0.485	0.065	3.00	0.086	47.95	2.28	>> 1	43
48	e	M	1.500	357.89	0.526	0.065	3.00	0.090	61.11	3.40	>> 1	41
53	e	M	1.500	350.51	0.498	0.065	3.00	0.088	61.63	4.27	>> 1	41
57	e	M	1.500	343.50	0.459	0.065	3.00	0.084	63.04	3.65	>> 1	43
62	e	M	1.500	145.76	0.450	0.065	3.00	0.083	27.05	0.53	>> 1	43
74	e	M	1.000	911.41	0.312	0.065	3.00	0.106	308.87	23.03	>> 1	44
77	e	M	1.500	62.14	0.275	0.065	3.00	0.067	15.07	0.05	>> 1	43
80	e	M	1.500	112.97	0.383	0.026	3.00	0.078	22.84	0.80	>> 1	44
83	e	M	1.500	466.84	0.413	0.026	3.00	0.080	90.72	9.39	9.662	42
86	e	M	1.500	245.09	0.359	0.065	3.00	0.075	51.35	3.94	>> 1	41
89	e	M	1.000	701.40	0.223	0.065	3.00	0.091	286.41	27.14	>> 1	41
91	e	M	1.500	136.57	0.358	0.065	3.00	0.075	28.67	2.15	>> 1	43
96	e	M	1.000	853.78	0.292	0.065	3.00	0.103	300.06	22.46	>> 1	44
99	e	M	1.080	655.38	0.344	0.065	3.00	0.103	195.43	17.06	>> 1	43
102	e	M	1.500	76.35	0.444	0.065	3.00	0.083	14.27	0.22	>> 1	43
106	e	M	1.500	155.14	0.361	0.065	3.00	0.075	32.40	0.55	>> 1	43
109	e	M	1.500	187.90	0.453	0.065	3.00	0.084	34.73	0.44	>> 1	43
113	e	M	1.500	123.53	0.380	0.065	3.00	0.077	25.11	0.91	>> 1	41
116	e	M	1.500	154.06	0.407	0.065	3.00	0.080	30.16	1.41	>> 1	43
120	e	M	1.500	69.78	0.291	0.065	3.00	0.068	16.40	0.06	>> 1	43
123	e	M	1.500	214.92	0.212	0.026	3.00	0.059	60.32	2.43	>> 1	44
126	e	M	1.500	121.17	0.213	0.026	3.00	0.060	33.91	0.91	>> 1	44
129	e	M	1.500	412.88	0.214	0.026	3.00	0.060	115.06	10.11	>> 1	44
132	e	M	1.500	122.41	0.215	0.026	3.00	0.060	34.06	0.91	>> 1	44
135	e	M	1.500	308.16	0.559	0.065	3.00	0.092	50.93	2.00	>> 1	41
139	e	M	1.500	405.29	0.596	0.065	3.00	0.095	64.81	3.01	>> 1	43
144	e	M	1.500	419.59	0.596	0.065	3.00	0.095	67.09	4.10	>> 1	43
148	e	M	1.500	438.57	0.586	0.065	3.00	0.095	70.72	3.62	>> 1	43
153	e	M	1.500	171.25	0.501	0.065	3.00	0.088	30.01	0.52	>> 1	43
165	e	M	1.500	344.78	0.236	0.026	3.00	0.062	90.98	8.60	>> 1	44
168	e	M	1.500	190.62	0.275	0.026	3.00	0.067	46.23	2.13	>> 1	42
174	e	M	1.500	118.58	0.208	0.026	3.00	0.059	33.60	0.89	>> 1	44
177	e	M	1.500	396.89	0.206	0.026	3.00	0.059	113.11	9.75	>> 1	44
180	e	M	1.500	115.60	0.203	0.026	3.00	0.058	33.23	0.89	>> 1	44
183	e	M	1.500	182.32	0.184	0.026	3.00	0.056	55.34	2.20	>> 1	44
186	e	M	1.500	13.06	0.089	0.026	3.00	0.024	3.56	0.10	>> 1	43
190	e	M	1.500	29.34	0.145	0.026	3.00	0.030	6.11	0.24	>> 1	41
195	e	M	1.500	29.28	0.146	0.026	3.00	0.030	6.08	0.23	>> 1	41
200	e	M	1.500	24.05	0.102	0.026	3.00	0.026	6.07	0.22	>> 1	41
210	e	M	1.430	611.50	0.329	0.026	3.00	0.076	141.42	11.04	>> 1	42
213	e	M	1.430	189.44	0.116	0.026	3.00	0.029	46.81	5.81	8.058	42
216	e	M	1.500	17.74	0.121	0.026	3.00	0.028	4.07	0.09	>> 1	41
220	e	M	1.500	29.34	0.145	0.026	3.00	0.030	6.11	0.24	>> 1	41
225	e	M	1.500	29.28	0.146	0.026	3.00	0.030	6.08	0.23	>> 1	43
230	e	M	1.500	24.05	0.102	0.026	3.00	0.026	6.07	0.24	>> 1	43
240	e	M	1.430	128.37	0.079	0.026	3.00	0.024	39.45	5.39	7.319	42
243	e	M	1.430	323.19	0.160	0.026	3.00	0.055	112.00	10.78	>> 1	42
244	e	M	1.500	269.57	0.403	0.065	3.00	0.079	53.06	2.04	>> 1	41
247	e	M	1.160	775.93	0.359	0.065	3.00	0.098	210.98	16.81	>> 1	43

249	e	M	1.500	231.48	0.516	0.065	3.00	0.089	39.94	1.46	>> 1	41
251	e	M	1.500	339.82	0.338	0.065	3.00	0.073	73.50	5.38	>> 1	41
256	e	M	1.430	523.90	0.284	0.026	3.00	0.071	130.57	10.69	>> 1	42
259	e	M	1.500	183.19	0.622	0.026	3.00	0.097	28.65	0.82	>> 1	44
262	e	M	1.500	393.43	0.348	0.026	3.00	0.074	83.85	9.19	9.124	42
266	e	M	1.500	48.23	0.059	0.026	3.00	0.036	29.65	1.21	>> 1	43
269	e	M	1.500	48.63	0.095	0.026	3.00	0.043	21.91	1.93	>> 1	42
273	e	M	1.500	52.60	0.092	0.026	3.00	0.042	24.29	2.12	>> 1	42
279	e	M	1.000	465.78	0.121	0.065	3.00	0.071	271.52	16.92	>> 1	43
283	e	M	1.500	64.01	0.104	0.065	3.00	0.044	27.36	1.60	>> 1	41
288	e	M	1.500	152.06	0.245	0.065	3.00	0.063	39.29	1.37	>> 1	43
296	e	M	1.500	54.45	0.096	0.026	3.00	0.043	24.51	0.68	>> 1	44
299	e	M	1.500	69.13	0.070	0.026	3.00	0.038	38.02	1.67	>> 1	44
302	e	M	1.500	155.55	0.282	0.065	3.00	0.067	37.15	0.81	>> 1	43
306	e	M	1.500	171.83	0.253	0.065	3.00	0.064	43.66	1.72	>> 1	41
311	e	M	1.500	185.53	0.263	0.065	3.00	0.065	46.04	2.02	>> 1	43
315	e	M	1.500	197.39	0.264	0.065	3.00	0.065	48.95	2.17	>> 1	41
320	e	M	1.500	119.32	0.349	0.065	3.00	0.074	25.38	0.27	>> 1	43
332	e	M	1.000	556.33	0.191	0.065	3.00	0.085	248.60	21.51	>> 1	44
334	e	M	1.500	84.81	0.270	0.065	3.00	0.066	20.78	0.70	>> 1	44
338	e	M	1.500	81.90	0.191	0.065	3.00	0.057	24.40	0.75	>> 1	41
342	e	M	1.500	26.85	0.065	0.065	3.00	0.037	15.54	0.43	>> 1	43
348	e	M	1.500	115.41	0.208	0.065	3.00	0.059	32.69	1.73	>> 1	11
352	e	M	1.500	123.24	0.181	0.065	3.00	0.056	37.80	1.44	>> 1	43
357	e	M	1.500	158.55	0.225	0.065	3.00	0.061	42.96	2.86	>> 1	9
361	e	M	1.500	184.85	0.247	0.065	3.00	0.064	47.54	2.13	>> 1	43
366	e	M	1.500	72.16	0.223	0.065	3.00	0.061	19.67	0.38	>> 1	41
378	e	M	1.000	695.07	0.238	0.065	3.00	0.094	273.66	21.30	>> 1	44
380	e	M	1.500	116.17	0.358	0.065	3.00	0.075	24.36	0.75	>> 1	44
384	e	M	1.240	237.06	0.125	0.065	3.00	0.057	109.35	7.55	>> 1	43
387	e	M	1.500	59.27	0.081	0.065	3.00	0.040	29.71	1.10	>> 1	43
390	e	M	1.500	102.90	0.349	0.026	3.00	0.074	21.88	0.60	>> 1	44
393	e	M	1.500	193.10	0.171	0.026	3.00	0.054	61.29	7.33	8.362	42
397	e	M	1.100	262.59	0.122	0.026	3.00	0.064	138.24	8.02	>> 1	42
400	e	M	1.320	205.07	0.106	0.026	3.00	0.051	97.74	9.00	>> 1	44
404	e	M	1.450	187.80	0.129	0.026	3.00	0.050	72.77	7.66	9.500	44
408	e	M	1.500	65.58	0.095	0.026	3.00	0.043	29.71	1.72	>> 1	42
416	e	M	1.500	55.50	0.097	0.026	3.00	0.043	24.69	0.68	>> 1	44
419	e	M	1.500	98.18	0.097	0.026	3.00	0.043	43.88	1.79	>> 1	44
422	e	M	1.500	72.04	0.108	0.065	3.00	0.045	30.11	0.44	>> 1	43
425	e	M	1.500	49.35	0.094	0.026	3.00	0.043	22.40	2.26	9.909	42
429	e	M	1.500	52.09	0.092	0.026	3.00	0.042	24.04	1.26	>> 1	42
435	e	M	1.270	261.66	0.141	0.026	3.00	0.059	109.71	6.45	>> 1	42
438	e	M	1.280	244.85	0.132	0.026	3.00	0.057	105.71	9.68	>> 1	42
441	e	M	1.320	194.58	0.101	0.026	3.00	0.050	95.80	9.06	>> 1	44
445	e	M	1.450	164.45	0.113	0.026	3.00	0.047	69.06	7.75	8.911	44
449	e	M	1.500	60.97	0.088	0.026	3.00	0.042	28.92	1.68	>> 1	42
457	e	M	1.500	75.72	0.335	0.065	3.00	0.073	16.48	0.04	>> 1	43
460	e	M	1.500	34.23	0.143	0.065	3.00	0.050	12.07	0.05	>> 1	43
463	e	M	1.000	136.01	0.061	0.065	3.00	0.055	123.54	0.13	>> 1	9
466	e	M	1.000	11.38	0.010	0.026	3.00	0.037	41.85	0.03	>> 1	44
469	e	M	1.000	8.24	0.018	0.026	3.00	0.040	18.56	0.02	>> 1	10
472	e	M	1.000	12.63	0.021	0.026	3.00	0.042	24.78	0.04	>> 1	9
475	e	M	1.430	21.22	0.066	0.065	3.00	0.040	12.78	0.04	>> 1	30
478	e	M	1.500	5.15	0.021	0.065	3.00	0.028	6.94	0.03	>> 1	41
481	e	M	1.000	192.95	0.059	0.065	3.00	0.054	179.15	0.67	>> 1	12
484	e	M	1.000	150.96	0.046	0.065	3.00	0.051	165.36	1.63	>> 1	44
487	e	M	1.440	28.04	0.087	0.065	3.00	0.043	13.94	0.02	>> 1	9
490	e	M	1.000	7.22	0.013	0.026	3.00	0.038	22.06	0.02	>> 1	44
493	e	M	1.000	8.54	0.019	0.026	3.00	0.041	18.68	0.01	>> 1	30
496	e	M	1.000	21.33	0.019	0.026	3.00	0.041	45.99	0.02	>> 1	44
499	e	M	1.000	132.63	0.063	0.065	3.00	0.056	116.90	0.00	>> 1	9
502	e	M	1.500	25.92	0.088	0.026	3.00	0.042	12.29	3.86	3.185	32
505	e	M	1.000	80.85	0.071	0.026	3.00	0.058	65.77	6.52	>> 1	30
508	e	M	1.000	93.62	0.044	0.026	3.00	0.050	106.78	3.52	>> 1	30
511	e	M	1.500	40.61	0.084	0.065	3.00	0.041	19.81	0.18	>> 1	42
512	e	M	1.500	40.33	0.081	0.065	3.00	0.041	20.12	0.33	>> 1	39
513	e	M	1.500	130.23	0.165	0.026	3.00	0.053	42.11	1.35	>> 1	43
516	e	M	1.500	210.20	0.198	0.026	3.00	0.058	61.25	6.47	9.466	43
518	e	M	1.500	53.56	0.233	0.026	3.00	0.062	14.23	0.48	>> 1	41
524	e	M	1.500	38.89	0.213	0.065	3.00	0.060	10.87	0.34	>> 1	30
527	e	M	1.500	29.34	0.090	0.065	3.00	0.042	13.67	1.55	8.818	32
531	e	M	1.500	38.88	0.211	0.065	3.00	0.059	10.94	0.39	>> 1	42
534	e	M	1.500	29.33	0.093	0.065	3.00	0.043	13.41	0.94	>> 1	44
538	e	M	1.500	142.15	0.437	0.065	3.00	0.082	26.80	0.56	>> 1	43
541	e	M	1.500	68.92	0.182	0.065	3.00	0.056	21.07	0.77	>> 1	43
545	e	M	1.500	42.98	0.132	0.065	3.00	0.049	15.87	0.39	>> 1	38
548	e	M	1.500	43.35	0.115	0.065	3.00	0.046	17.44	0.98	>> 1	39
552	e	M	1.500	273.58	0.311	0.065	3.00	0.070	61.91	2.46	>> 1	43
554	e	M	1.500	90.19	0.278	0.065	3.00	0.067	21.72	0.16	>> 1	44
557	e	M	1.500	309.89	0.277	0.065	3.00	0.067	74.74	4.12	>> 1	44
560	e	M	1.500	91.38	0.290	0.065	3.00	0.068	21.49	0.14	>> 1	44
563	e	M	1.500	314.69	0.283	0.065	3.00	0.067	75.13	3.98	>> 1	44
566	e	M	1.500	140.89	0.151	0.026	3.00	0.052	47.94	2.54	>> 1	42
569	e	M	1.500	88.98	0.157	0.026	3.00	0.052	29.67	0.70	>> 1	42
572	e	M	1.140	5.04	0.012	0.026	3.00	0.033	13.54	0.03	>> 1	9

575	e	M	1.000	14.29	0.016	0.026	3.00	0.040	35.72	0.08	>> 1	12
578	e	M	1.000	12.62	0.015	0.026	3.00	0.039	33.42	0.06	>> 1	9
581	e	M	1.000	6.82	0.015	0.026	3.00	0.039	17.99	0.02	>> 1	9
584	e	M	1.000	41.16	0.057	0.065	3.00	0.054	38.91	0.13	>> 1	41
587	e	M	1.160	24.08	0.061	0.065	3.00	0.047	18.76	0.05	>> 1	30
590	e	M	1.000	37.88	0.056	0.065	3.00	0.054	36.35	0.10	>> 1	29
593	e	M	1.120	25.67	0.062	0.065	3.00	0.049	20.29	0.05	>> 1	30
596	e	M	1.000	43.05	0.063	0.065	3.00	0.056	37.94	0.10	>> 1	41
599	e	M	1.060	34.51	0.079	0.065	3.00	0.057	24.82	0.05	>> 1	30
602	e	M	1.000	55.06	0.082	0.065	3.00	0.061	40.98	0.10	>> 1	29
605	e	M	1.500	18.59	0.098	0.065	3.00	0.043	8.22	0.01	>> 1	42
608	e	M	1.000	12.29	0.014	0.065	3.00	0.039	34.49	0.16	>> 1	9
611	e	M	1.500	3.36	0.014	0.065	3.00	0.026	6.26	0.02	>> 1	9
614	e	M	1.500	17.26	0.087	0.065	3.00	0.041	8.27	0.02	>> 1	41
617	e	M	1.000	52.16	0.078	0.065	3.00	0.060	40.20	0.10	>> 1	29
620	e	M	1.060	36.32	0.083	0.065	3.00	0.058	25.28	0.05	>> 1	9
623	e	M	1.000	48.70	0.072	0.065	3.00	0.058	39.56	0.08	>> 1	9
626	e	M	1.120	31.23	0.076	0.065	3.00	0.053	21.69	0.04	>> 1	9
629	e	M	1.000	47.77	0.070	0.065	3.00	0.058	39.23	0.07	>> 1	9
632	e	M	1.160	31.70	0.080	0.065	3.00	0.052	20.61	0.03	>> 1	9
635	e	M	1.000	54.15	0.075	0.065	3.00	0.059	42.64	0.07	>> 1	41
638	e	M	1.000	0.71	0.002	0.026	3.00	0.033	15.26	0.00	>> 1	9
641	e	M	1.000	12.62	0.015	0.026	3.00	0.039	33.42	0.01	>> 1	9
644	e	M	1.000	13.34	0.015	0.026	3.00	0.039	35.33	0.01	>> 1	9
647	e	M	1.140	5.99	0.015	0.026	3.00	0.034	13.88	0.00	>> 1	9
650	e	M	1.000	18.62	0.033	0.065	3.00	0.046	25.79	0.03	>> 1	9
653	e	M	1.370	9.16	0.027	0.065	3.00	0.032	10.79	0.02	>> 1	9
656	e	M	1.120	8.47	0.020	0.065	3.00	0.037	15.40	0.04	>> 1	9
659	e	M	1.360	4.99	0.015	0.065	3.00	0.029	9.72	0.03	>> 1	9
662	e	M	1.500	2.93	0.012	0.065	3.00	0.025	6.19	0.01	>> 1	9
665	e	M	1.380	7.94	0.024	0.065	3.00	0.031	10.39	0.02	>> 1	9
668	e	M	1.380	12.86	0.038	0.065	3.00	0.035	11.67	0.02	>> 1	9
671	e	M	1.000	28.02	0.048	0.065	3.00	0.051	29.72	0.03	>> 1	9
674	e	M	1.500	137.54	0.107	0.065	3.00	0.045	57.71	2.27	>> 1	43
677	e	M	1.200	307.27	0.142	0.065	3.00	0.063	135.75	9.12	>> 1	43
680	e	M	1.500	123.09	0.200	0.065	3.00	0.058	35.63	1.88	>> 1	43
685	e	M	1.500	91.31	0.204	0.065	3.00	0.058	26.15	0.69	>> 1	43
693	e	M	1.500	55.41	0.081	0.065	3.00	0.040	27.74	0.92	>> 1	43
696	e	M	1.500	100.92	0.116	0.065	3.00	0.046	40.26	3.71	>> 1	43
699	e	M	1.500	50.65	0.188	0.065	3.00	0.056	15.19	0.35	>> 1	43
703	e	M	1.500	69.58	0.107	0.065	3.00	0.045	29.15	0.78	>> 1	43
706	e	M	1.500	18.53	0.108	0.065	3.00	0.045	7.74	0.02	>> 1	43
709	e	M	1.500	60.03	0.077	0.026	3.00	0.040	30.91	2.37	>> 1	43
713	e	M	1.500	57.59	0.074	0.026	3.00	0.039	30.50	2.32	>> 1	43
719	e	M	1.500	48.94	0.060	0.026	3.00	0.037	29.79	1.17	>> 1	43
722	n	M	1.000	166.42	0.054	0.200	2.50	0.455	1391.64	34.94	>> 1	42

10. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE ORTOGONALE (da modello 3D) (§4.5.6, §7.8.2.2.3) [SLV] - C. Si.c: 1.467 (CCC ID 43)
(Analisi Statica Lineare NON Simulata: Involuppo CCC)

N.	n/e	x Sez. (m)	P (kN)	p (N/mm ²)	f _k / f _m (N/mm ²)	γ, m * FC	f _d (N/mm ²)	Nu (kN)	Mu (kN m)	M (kN m)	C. Si.c.	ID CCC
1	e	2.325	354.75	0.243	3.501	3.00	1.167	1448.71	96.44	8.25	>> 1	32
4	e	2.325	198.12	0.285	3.501	3.00	1.167	688.30	50.79	4.61	>> 1	32
10	e	2.325	273.25	0.408	3.501	3.00	1.167	663.55	61.88	6.35	9.740	37
13	e	2.325	761.85	0.352	3.501	3.00	1.167	2145.67	189.17	17.71	>> 1	38
15	e	2.325	172.12	0.383	3.501	3.00	1.167	445.17	40.65	4.00	>> 1	10
18	e	2.325	355.50	0.354	3.501	3.00	1.167	995.71	88.00	8.27	>> 1	39
23	e	2.325	78.03	0.149	3.501	3.00	1.167	518.92	20.55	1.81	>> 1	42
26	e	2.325	61.47	0.240	3.501	3.00	1.167	254.36	13.29	1.51	8.798	44
30	e	2.325	204.78	0.205	3.501	3.00	1.167	988.62	46.27	4.76	9.719	12
34	e	2.325	322.46	0.439	3.501	3.00	1.167	728.61	51.23	7.50	6.833	11
37	e	2.325	334.70	0.385	3.501	3.00	1.167	861.44	58.33	7.78	7.495	12
41	e	2.325	83.27	0.036	5.001	3.00	1.667	3252.53	12.17	1.94	6.286	9
44	e	2.325	275.21	0.496	3.501	3.00	1.167	549.78	49.48	6.40	7.733	9
48	e	2.325	362.28	0.532	3.501	3.00	1.167	674.73	60.39	8.42	7.170	37
53	e	2.325	355.92	0.505	3.501	3.00	1.167	698.29	62.82	8.28	7.592	38
57	e	2.325	346.68	0.463	3.501	3.00	1.167	741.85	66.48	8.06	8.248	38
62	e	2.325	146.82	0.453	3.501	3.00	1.167	321.30	28.70	3.41	8.408	38
74	e	2.325	927.75	0.318	3.501	3.00	1.167	2892.95	179.61	21.57	8.327	38
77	e	2.325	63.20	0.279	3.501	3.00	1.167	224.40	12.94	1.47	8.806	12
80	e	2.325	105.06	0.357	3.501	3.00	1.167	292.23	19.18	2.44	7.851	12
83	e	2.325	454.70	0.402	3.501	3.00	1.167	1122.02	77.07	10.57	7.290	38
86	e	2.325	233.37	0.342	3.501	3.00	1.167	677.17	43.59	5.43	8.034	12
89	e	2.325	725.56	0.231	3.501	3.00	1.167	3115.09	158.62	16.87	9.403	12
91	e	2.325	135.57	0.355	3.501	3.00	1.167	378.72	24.81	3.15	7.870	9
96	e	2.325	876.24	0.300	3.501	3.00	1.167	2895.78	174.16	20.37	8.549	10
99	e	2.325	647.10	0.340	3.501	3.00	1.167	1886.80	121.17	15.05	8.054	12
102	e	2.325	73.17	0.425	3.501	3.00	1.167	170.71	11.91	1.70	7.004	12
106	e	2.325	152.98	0.356	3.501	3.00	1.167	426.26	35.31	3.56	9.927	38
109	e	2.325	186.43	0.450	3.501	3.00	1.167	411.26	36.69	4.33	8.465	10
113	e	2.325	115.61	0.355	3.501	3.00	1.167	322.76	21.15	2.69	7.867	32

116	e	2.325	146.14	0.386	3.501	3.00	1.167	375.33	25.43	3.40	7.485	12
120	e	2.325	71.95	0.300	3.501	3.00	1.167	237.97	14.31	1.67	8.552	12
123	e	2.325	222.49	0.219	3.501	3.00	1.167	1007.45	62.41	5.17	>> 1	30
126	e	2.325	124.49	0.218	3.501	3.00	1.167	565.17	25.24	2.89	8.720	30
129	e	2.325	419.38	0.218	3.501	3.00	1.167	1911.38	117.85	9.75	>> 1	30
132	e	2.325	123.82	0.217	3.501	3.00	1.167	565.17	25.14	2.88	8.733	32
135	e	2.325	316.75	0.575	3.501	3.00	1.167	546.21	47.90	7.36	6.505	11
139	e	2.325	412.30	0.606	3.501	3.00	1.167	674.73	57.73	9.59	6.022	10
144	e	2.325	428.74	0.609	3.501	3.00	1.167	698.29	59.58	9.97	5.977	10
148	e	2.325	445.93	0.596	3.501	3.00	1.167	741.85	64.04	10.37	6.176	12
153	e	2.325	173.30	0.507	3.501	3.00	1.167	339.15	30.51	4.03	7.572	38
165	e	2.325	343.73	0.235	3.501	3.00	1.167	1448.71	94.38	7.99	>> 1	40
168	e	2.325	193.88	0.279	3.501	3.00	1.167	688.30	50.14	4.51	>> 1	32
174	e	2.325	119.37	0.209	3.501	3.00	1.167	565.17	24.48	2.78	8.821	32
177	e	2.325	402.92	0.209	3.501	3.00	1.167	1911.38	114.47	9.37	>> 1	30
180	e	2.325	118.81	0.208	3.501	3.00	1.167	565.17	24.40	2.76	8.832	30
183	e	2.325	185.51	0.188	3.501	3.00	1.167	980.32	54.15	4.31	>> 1	30
186	e	2.325	13.86	0.095	1.401	3.00	0.467	58.01	2.37	1.36	1.745	44
190	e	2.325	29.67	0.147	1.401	3.00	0.467	80.15	4.20	2.31	1.820	44
195	e	2.325	29.61	0.148	1.401	3.00	0.467	79.61	4.18	2.30	1.819	44
200	e	2.325	24.53	0.104	1.401	3.00	0.467	93.18	4.07	1.76	2.310	44
210	e	2.325	630.15	0.339	3.501	3.00	1.167	1844.41	118.23	14.65	8.070	12
213	e	2.325	191.01	0.117	1.401	3.00	0.467	646.37	33.64	6.60	5.097	41
216	e	2.325	18.11	0.124	1.401	3.00	0.467	58.01	2.80	1.36	2.061	44
220	e	2.325	29.67	0.147	1.401	3.00	0.467	80.15	4.20	2.31	1.820	44
225	e	2.325	29.61	0.148	1.401	3.00	0.467	79.61	4.18	2.30	1.819	44
230	e	2.325	24.53	0.104	1.401	3.00	0.467	93.18	4.07	1.76	2.310	44
240	e	2.325	128.37	0.079	1.401	3.00	0.467	646.37	25.72	6.60	3.897	43
243	e	2.325	323.19	0.160	3.501	3.00	1.167	2003.74	84.03	7.51	>> 1	42
244	e	2.325	267.61	0.400	3.501	3.00	1.167	663.55	61.48	6.22	9.881	39
247	e	2.325	748.58	0.346	3.501	3.00	1.167	2145.67	187.66	17.40	>> 1	38
249	e	2.325	221.01	0.492	3.501	3.00	1.167	445.17	42.85	5.14	8.338	37
251	e	2.325	321.88	0.321	3.501	3.00	1.167	995.71	83.86	7.48	>> 1	38
256	e	2.325	543.79	0.294	3.501	3.00	1.167	1832.54	108.99	12.64	8.621	12
259	e	2.325	179.22	0.608	3.501	3.00	1.167	292.23	19.75	4.17	4.740	30
262	e	2.325	382.28	0.338	3.501	3.00	1.167	1122.02	71.83	8.89	8.082	38
266	e	2.075	48.23	0.059	3.501	3.00	1.167	807.74	12.92	2.31	5.595	44
269	e	2.075	46.77	0.092	3.501	3.00	1.167	505.39	13.16	2.55	5.160	43
273	e	2.075	50.53	0.088	3.501	3.00	1.167	568.72	14.27	2.71	5.267	43
279	e	2.075	476.49	0.124	3.501	3.00	1.167	3808.75	160.50	9.89	>> 1	39
283	e	2.075	59.99	0.097	3.501	3.00	1.167	611.63	20.83	3.16	6.592	44
288	e	2.075	156.29	0.252	3.501	3.00	1.167	615.45	44.89	3.24	>> 1	38
296	e	2.075	54.43	0.096	3.501	3.00	1.167	565.17	12.79	1.77	7.225	43
299	e	2.075	70.42	0.071	3.501	3.00	1.167	980.32	23.53	2.21	>> 1	43
302	e	2.075	164.90	0.299	3.501	3.00	1.167	546.21	41.44	3.42	>> 1	39
306	e	2.075	174.33	0.256	3.501	3.00	1.167	674.73	46.54	4.21	>> 1	42
311	e	2.075	189.28	0.269	3.501	3.00	1.167	698.29	49.67	4.19	>> 1	42
315	e	2.075	199.62	0.267	3.501	3.00	1.167	741.85	52.53	4.28	>> 1	42
320	e	2.075	128.54	0.376	3.501	3.00	1.167	339.15	28.74	2.67	>> 1	40
332	e	2.075	544.12	0.186	3.501	3.00	1.167	2895.78	125.94	11.29	>> 1	32
334	e	2.075	78.83	0.251	3.501	3.00	1.167	312.02	16.79	1.64	>> 1	40
338	e	2.075	84.67	0.197	3.501	3.00	1.167	426.26	24.43	2.68	9.114	42
342	e	2.075	30.23	0.073	3.501	3.00	1.167	411.26	10.08	2.64	3.819	42
348	e	2.075	118.91	0.214	3.501	3.00	1.167	549.78	33.55	2.63	>> 1	42
352	e	2.075	126.67	0.186	3.501	3.00	1.167	674.73	37.04	4.21	8.798	42
357	e	2.075	161.02	0.229	3.501	3.00	1.167	698.29	44.60	4.19	>> 1	42
361	e	2.075	187.39	0.250	3.501	3.00	1.167	741.85	50.42	4.28	>> 1	42
366	e	2.075	74.09	0.229	3.501	3.00	1.167	321.30	20.52	2.02	>> 1	42
378	e	2.075	692.36	0.237	3.501	3.00	1.167	2892.95	150.10	14.37	>> 1	40
380	e	2.075	110.80	0.342	3.501	3.00	1.167	321.63	20.70	2.30	9.003	32
384	e	2.075	244.85	0.129	3.501	3.00	1.167	1886.80	60.73	5.08	>> 1	32
387	e	2.075	62.00	0.084	3.501	3.00	1.167	728.61	16.17	1.29	>> 1	29
390	e	2.075	100.71	0.342	3.501	3.00	1.167	292.23	18.81	2.09	9.002	30
393	e	2.075	189.53	0.168	3.501	3.00	1.167	1122.02	44.89	3.93	>> 1	40
397	e	2.075	271.75	0.127	3.501	3.00	1.167	2129.30	67.56	5.64	>> 1	40
400	e	2.075	207.98	0.108	3.501	3.00	1.167	1911.38	66.73	5.20	>> 1	41
404	e	2.075	190.98	0.131	3.501	3.00	1.167	1448.71	59.69	5.89	>> 1	41
408	e	2.075	68.96	0.099	3.501	3.00	1.167	687.58	22.34	3.29	6.789	41
416	e	2.075	55.58	0.098	3.501	3.00	1.167	565.17	13.03	1.77	7.361	41
419	e	2.075	98.32	0.097	3.501	3.00	1.167	1007.45	31.94	2.28	>> 1	41
422	e	2.075	77.13	0.115	3.501	3.00	1.167	663.55	26.24	1.60	>> 1	37
425	e	2.075	47.45	0.091	3.501	3.00	1.167	518.92	13.36	2.57	5.200	41
429	e	2.075	50.03	0.088	3.501	3.00	1.167	562.57	14.13	2.68	5.272	41
435	e	2.075	272.90	0.147	3.501	3.00	1.167	1844.41	66.27	5.66	>> 1	40
438	e	2.075	256.40	0.139	3.501	3.00	1.167	1832.54	62.85	5.32	>> 1	40
441	e	2.075	197.12	0.102	3.501	3.00	1.167	1911.38	63.64	5.20	>> 1	43
445	e	2.075	167.33	0.115	3.501	3.00	1.167	1448.71	53.28	5.89	9.046	43
449	e	2.075	65.28	0.094	3.501	3.00	1.167	687.58	21.27	3.29	6.465	43
457	e	2.075	77.87	0.344	3.501	3.00	1.167	224.40	14.49	1.62	8.969	32
460	e	2.075	35.45	0.148	3.501	3.00	1.167	237.97	8.60	0.74	>> 1	32
463	e	0.550	136.09	0.061	3.501	3.00	1.167	2227.86	26.83	0.75	>> 1	37
466	e	0.550	11.38	0.010	3.501	3.00	1.167	1114.97	2.37	0.30	7.885	41
469	e	0.550	8.24	0.018	3.501	3.00	1.167	456.48	1.70	0.12	>> 1	41
472	e	0.550	12.63	0.021	3.501	3.00	1.167	587.68	2.60	0.16	>> 1	41
475	e	0.550	23.78	0.074	3.501	3.00	1.167	320.71	4.62	0.13	>> 1	40
478	e	0.550	5.15	0.021	3.501	3.00	1.167	248.65	1.06	0.07	>> 1	42

481	e	1.150	205.20	0.062	3.501	3.00	1.167	3264.88	54.81	2.36	>> 1	40
484	e	1.150	156.44	0.048	3.501	3.00	1.167	3243.40	42.43	1.80	>> 1	40
487	e	0.550	31.06	0.097	3.501	3.00	1.167	318.62	5.89	0.17	>> 1	37
490	e	0.550	8.51	0.015	3.501	3.00	1.167	571.85	1.76	0.16	>> 1	43
493	e	0.550	8.97	0.019	3.501	3.00	1.167	456.48	1.85	0.12	>> 1	43
496	e	0.550	20.62	0.018	3.501	3.00	1.167	1114.97	4.25	0.30	>> 1	43
499	e	0.550	132.69	0.063	3.501	3.00	1.167	2077.50	26.09	0.73	>> 1	37
502	e	1.297	23.88	0.081	3.501	3.00	1.167	292.23	6.25	0.38	>> 1	43
505	e	0.762	102.34	0.090	3.501	3.00	1.167	1122.02	26.51	0.78	>> 1	40
508	e	0.951	99.88	0.047	3.501	3.00	1.167	2129.30	27.13	0.95	>> 1	40
511	e	1.352	42.07	0.087	3.501	3.00	1.167	478.77	10.94	0.75	>> 1	44
512	e	1.352	39.95	0.080	3.501	3.00	1.167	492.33	10.46	0.77	>> 1	44
513	e	2.325	131.95	0.168	3.501	3.00	1.167	781.18	31.25	3.07	>> 1	12
516	e	2.325	213.97	0.202	3.501	3.00	1.167	1052.50	48.58	4.97	9.766	12
518	e	2.325	55.44	0.241	3.501	3.00	1.167	227.80	11.95	1.36	8.790	44
524	e	1.716	36.37	0.199	3.501	3.00	1.167	180.88	8.28	0.62	>> 1	38
527	e	1.413	26.82	0.083	3.501	3.00	1.167	321.63	7.01	0.52	>> 1	41
531	e	1.716	36.36	0.197	3.501	3.00	1.167	183.14	8.31	0.62	>> 1	38
534	e	1.410	26.87	0.085	3.501	3.00	1.167	312.02	7.00	0.51	>> 1	43
538	e	2.075	137.99	0.424	3.501	3.00	1.167	322.76	22.51	2.86	7.863	32
541	e	2.075	63.18	0.167	3.501	3.00	1.167	375.33	14.98	1.31	>> 1	12
545	e	1.352	36.34	0.112	3.501	3.00	1.167	322.76	9.19	1.42	6.472	44
548	e	1.352	36.48	0.096	3.501	3.00	1.167	375.33	9.39	1.50	6.258	44
552	e	2.325	282.23	0.321	3.501	3.00	1.167	871.05	54.37	6.56	8.286	12
554	e	2.325	90.98	0.281	3.501	3.00	1.167	321.63	18.59	2.12	8.791	32
557	e	2.325	312.93	0.280	3.501	3.00	1.167	1107.89	63.99	7.28	8.796	32
560	e	2.325	93.57	0.297	3.501	3.00	1.167	312.02	18.67	2.18	8.582	9
563	e	2.325	322.39	0.289	3.501	3.00	1.167	1104.50	65.06	7.50	8.680	9
566	e	2.325	141.41	0.152	3.501	3.00	1.167	922.25	37.12	3.29	>> 1	38
569	e	2.325	92.19	0.163	3.501	3.00	1.167	562.57	23.90	2.14	>> 1	40
572	e	0.550	5.04	0.012	3.501	3.00	1.167	401.09	1.05	0.11	9.501	41
575	e	0.550	14.29	0.016	3.501	3.00	1.167	893.39	2.95	0.24	>> 1	41
578	e	0.550	12.62	0.015	3.501	3.00	1.167	845.08	2.61	0.23	>> 1	41
581	e	0.550	6.82	0.015	3.501	3.00	1.167	456.48	1.41	0.12	>> 1	41
584	e	0.550	46.82	0.065	3.501	3.00	1.167	715.13	9.19	0.26	>> 1	40
587	e	0.550	27.21	0.069	3.501	3.00	1.167	393.59	5.32	0.15	>> 1	37
590	e	0.550	43.21	0.064	3.501	3.00	1.167	672.65	8.49	0.24	>> 1	40
593	e	0.550	28.90	0.070	3.501	3.00	1.167	407.34	5.64	0.16	>> 1	37
596	e	0.550	48.37	0.071	3.501	3.00	1.167	674.31	9.43	0.27	>> 1	40
599	e	0.550	37.94	0.087	3.501	3.00	1.167	432.74	7.27	0.21	>> 1	40
602	e	0.550	60.31	0.090	3.501	3.00	1.167	666.40	11.52	0.33	>> 1	40
605	e	0.550	20.08	0.106	3.501	3.00	1.167	187.43	3.77	0.11	>> 1	40
608	e	0.550	12.29	0.014	3.501	3.00	1.167	881.31	2.54	0.24	>> 1	42
611	e	0.550	3.36	0.014	3.501	3.00	1.167	239.90	0.70	0.07	9.939	42
614	e	0.550	19.14	0.096	3.501	3.00	1.167	197.84	3.63	0.11	>> 1	37
617	e	0.550	58.50	0.087	3.501	3.00	1.167	666.40	11.21	0.32	>> 1	37
620	e	0.550	40.43	0.093	3.501	3.00	1.167	432.74	7.70	0.22	>> 1	37
623	e	0.550	55.10	0.081	3.501	3.00	1.167	674.31	10.63	0.30	>> 1	37
626	e	0.550	35.10	0.085	3.501	3.00	1.167	407.34	6.74	0.19	>> 1	37
629	e	0.550	54.15	0.080	3.501	3.00	1.167	672.65	10.46	0.30	>> 1	37
632	e	0.550	35.43	0.089	3.501	3.00	1.167	393.59	6.77	0.19	>> 1	37
635	e	0.550	60.93	0.084	3.501	3.00	1.167	715.13	11.71	0.34	>> 1	37
638	e	0.550	0.84	0.002	3.501	3.00	1.167	456.48	0.18	0.12	1.467	43
641	e	0.550	12.62	0.015	3.501	3.00	1.167	845.08	2.61	0.23	>> 1	43
644	e	0.550	13.34	0.015	3.501	3.00	1.167	893.39	2.76	0.24	>> 1	43
647	e	0.550	5.99	0.015	3.501	3.00	1.167	401.09	1.24	0.11	>> 1	43
650	e	0.550	18.62	0.033	3.501	3.00	1.167	552.70	3.78	0.15	>> 1	44
653	e	0.550	9.16	0.027	3.501	3.00	1.167	333.62	1.87	0.09	>> 1	44
656	e	0.550	8.47	0.020	3.501	3.00	1.167	410.67	1.74	0.11	>> 1	44
659	e	0.550	4.99	0.015	3.501	3.00	1.167	335.70	1.03	0.09	>> 1	44
662	e	0.550	2.93	0.012	3.501	3.00	1.167	241.99	0.61	0.07	8.684	44
665	e	0.550	7.94	0.024	3.501	3.00	1.167	332.37	1.63	0.09	>> 1	44
668	e	0.550	12.86	0.038	3.501	3.00	1.167	332.37	2.60	0.09	>> 1	44
671	e	0.550	28.02	0.048	3.501	3.00	1.167	575.19	5.60	0.16	>> 1	44
674	e	2.075	146.79	0.114	3.501	3.00	1.167	1275.18	50.01	3.05	>> 1	37
677	e	2.075	318.78	0.147	3.501	3.00	1.167	2145.67	104.50	6.61	>> 1	37
680	e	2.075	118.45	0.193	3.501	3.00	1.167	609.34	36.74	3.05	>> 1	44
685	e	2.075	92.14	0.206	3.501	3.00	1.167	443.64	28.11	1.91	>> 1	38
693	e	2.075	58.40	0.085	3.501	3.00	1.167	680.00	15.21	1.21	>> 1	29
696	e	2.075	90.70	0.104	3.501	3.00	1.167	861.44	23.13	1.88	>> 1	29
699	e	2.075	46.47	0.173	3.501	3.00	1.167	266.80	10.94	0.96	>> 1	29
703	e	2.075	71.48	0.110	3.501	3.00	1.167	643.25	18.11	1.48	>> 1	32
706	e	2.075	18.97	0.110	3.501	3.00	1.167	170.71	4.81	0.39	>> 1	32
709	e	2.075	57.36	0.074	3.501	3.00	1.167	769.31	15.13	3.31	4.571	44
713	e	2.075	54.91	0.071	3.501	3.00	1.167	771.00	14.53	3.32	4.378	44
719	e	2.075	48.94	0.060	3.501	3.00	1.167	807.74	13.10	2.31	5.672	44
722	n	2.325	166.42	0.054	5.300	2.50	2.120	5511.96	32.28	3.87	8.342	9

VERIFICA SISMICA DI COMPATIBILITA' DEGLI SPOSTAMENTI (ANALISI PUSHOVER)

(D.M.17.1.2018 (NTC18), §7.3.4.1, §7.8.1.5.4, §C8.7.1.4)

Nel caso di analisi statica non lineare, la verifica di sicurezza consiste nel confronto tra la capacità di spostamento ultimo della costruzione e la domanda di spostamento ottenute applicando il procedimento illustrato al §7.3.4.1. In ogni caso, per le costruzioni edifici in muratura nelle quali il rapporto tra il taglio totale agente sulla base del sistema equivalente ad un grado di libertà calcolato dallo spettro di risposta elastico e il taglio alla base resistente del sistema equivalente ad un grado di libertà ottenuto dall'analisi non lineare [§C.7.3.8: tale rapporto è definito come: $q^* = Se(T^*) m^* / Fy^*$] ecceda il valore 4.0 (per SLC; data la relazione che intercorre fra SLV e SLC è possibile considerare $q^* \leq 3.0$ nel caso di verifica per SLV), la verifica di sicurezza dovrà ritenersi non soddisfatta.

La rigidezza elastica del sistema bilineare equivalente si individua tracciando la secante alla curva di capacità nel punto corrispondente ad un taglio alla base pari a 0.7 volte il valore massimo (taglio massimo alla base). Il tratto orizzontale della curva bilineare si individua tramite l'uguaglianza delle aree sottese dalle curve tracciate fino allo spostamento ultimo del sistema.

In PCM, conformemente a §7.8.1.5.4, nello schema della muratura a telaio equivalente, i pannelli murari vengono caratterizzati da un comportamento bilineare elastico perfettamente plastico, con resistenza al limite elastico definita per mezzo della risposta flessionale o a taglio di cui ai punti §7.8.2.2 e §7.8.3.2. Il modello, ove non sia applicata l'ipotesi shear-type, tiene conto degli effetti connessi alla variazione delle forze verticali dovuta all'azione sismica e garantisce gli equilibri locali e globali. Qui di seguito si fornisce una descrizione dettagliata del procedimento di analisi statica non lineare.

Criteri generali:

Il concetto alla base dell'analisi sismica statica non lineare è che la capacità complessiva della struttura di sostenere le azioni sismiche può essere descritta dal comportamento della stessa sottoposta ad un sistema di forze statiche equivalenti incrementate fino a raggiungere il collasso, inteso come incapacità di continuare a sostenere i carichi verticali. 'Analisi pushover' significa 'analisi di spinta', intendendo appunto per 'spinta' l'applicazione delle forze orizzontali progressivamente incrementate.

Il sistema di forze in questione deve simulare in modo il più possibile realistico gli effetti di inerzia prodotti dal sisma nel piano orizzontale; essi, a loro volta, dipendono dalla risposta stessa della struttura, per cui il sistema di forze dovrebbe cambiare durante l'analisi: ciò corrisponde ad un adattamento della distribuzione delle forze al livello di danneggiamento (pushover adattivo).

La procedura può essere svolta attraverso una serie di analisi elastiche sequenziali sovrapposte dove il modello matematico della struttura (più precisamente la matrice di rigidezza), viene continuamente aggiornato, per tener conto della riduzione di rigidezza degli elementi che entrano in campo plastico.

La capacità di una struttura è pertanto rappresentata mediante una curva che ha come grandezze di riferimento il taglio alla base e lo spostamento di un punto di controllo dell'edificio (ad esempio: punto in copertura, generalmente coincidente con il baricentro, o a 2/3 dell'altezza).

Attraverso l'equivalenza dinamica tra sistema a più gradi di libertà (M-GDL) e sistema a 1 grado di libertà (1-GDL), la curva di capacità così ottenuta viene ricondotta ad un legame tipico di un oscillatore non lineare ad un grado di libertà, rendendo possibile un diretto confronto con la domanda sismica rappresentata in termini di spettro di risposta.

Sinteticamente, quindi, il metodo pushover è basato su un processo incrementale che simula la spinta orizzontale di forze statiche, equivalenti al sisma, su una struttura. Dopo ogni incremento del sistema di forze applicate, si verificano le condizioni dei componenti della struttura e si effettuano gli opportuni aggiornamenti del modello. L'analisi si arresta quando vengono raggiunte particolari condizioni limite.

Il metodo numerico implementato in PCM è un algoritmo di calcolo dedicato, secondo una traccia metodologica derivata dall'opera:

G. C. Beolchini, G. Di Pasquale, L. Gizzarelli: La valutazione delle prestazioni sismiche di strutture esistenti in cemento armato: indicazioni dalle Linee Guida NEHRP, Roma, Dicembre 2002 (volume in download da: <http://ssn.protezionecivile.it/RT/rtindex.html>)

e definita dal documento 'ATC 40'. In tale ambito, seguendo NTC08, agli elementi murari viene attribuito comportamento bilineare elastico-perfettamente plastico, quindi con rigidezza costante nella fase elastica, e nulla nella fase plastica.

Distribuzione di Forze:

L'analisi statica non lineare (analisi pushover) è caratterizzata da un sistema di forze statiche orizzontali applicate a livello dei solai, crescenti proporzionalmente: nel caso di distribuzione fissa, in modo tale da mantenere costante il rapporto fra le forze ai diversi piani; in caso di distribuzione adattiva, il rapporto fra le forze viene modificato in base all'aggiornamento dell'analisi modale.

L'analisi statica non lineare viene eseguita con una delle seguenti distribuzioni di forze:

Gruppo 1 (distribuzioni principali)

FISSE: i rapporti fra le forze orizzontali restano fissi nel corso del processo incrementale:

(A) ("triangolare") Forze proporzionali a quelle da utilizzarsi per l'analisi statica lineare

(B) (uni-modale) Forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrazione.

La forma modale sarà in generale diversa nella direzione X e nella direzione Y: quindi quando si parla di primo modo [sia per la distribuzione C) sia per la E)], si deve intendere il primo modo secondo X, per l'analisi X; il primo modo secondo Y, per l'analisi Y.

Questo è importante nelle analisi 3D (mentre nelle 2D la questione è ininfluente, perché il primo modo si riferirà all'unica direzione orizzontale del piano verticale 2D considerato).

Per riconoscere se il modo è secondo X o secondo Y si controlla se la massa modale efficace secondo X è $> 0 <$ di quella secondo Y.

(C) (multi-modale) Forze corrispondenti alla distribuzione delle forze modali calcolate con analisi dinamica lineare, tenendo conto di tutti i modi considerati

(D) (multi-modale) Forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente ad una forma modale equivalente, tenendo conto di tutti i modi considerati

Gruppo 2 (distribuzioni secondarie)

(E) (uniforme) Forze proporzionali alle masse

ADATTIVE: la distribuzione di forze viene aggiornata ad ogni evoluzione di rigidezza, previa riesecuzione dell'analisi modale:

(F) (uni-modale) Forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrazione

(G) (multi-modale) Forze corrispondenti alla distribuzione delle forze modali calcolate con analisi dinamica lineare, tenendo conto di tutti i modi considerati

(H) (multi-modale) Forze modali, proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente ad una forma modale equivalente, tenendo conto di tutti i modi considerati

Le distribuzioni (A)(B)(C) del Gruppo 1 e (E)(F)(G) del Gruppo 2 sono espressamente citate in §7.3.4.1. Le distribuzioni (D)(H) possono essere considerate distribuzioni multi-modali, alternative o complementari alle (C)(G).

Per edifici in muratura nuovi, con impalcati rigidi, si considereranno almeno una distribuzione del Gruppo 1 e almeno una del Gruppo 2, con le limitazioni previste:

(A) e (B) sono applicabili solo se il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha massa partecipante non inferiore al 60% (§7.8.1.5.4); (C) solo se il periodo fondamentale è superiore a TC.

Per edifici in muratura esistenti, potranno essere utilizzate le distribuzioni (A)(E) indipendentemente dalla massa partecipante del primo modo (§C8.7.1.4).

Le distribuzioni (C)(G) dipendono dalle forze spettrali: pertanto, poichè a SLD (di danno) e SLV (ultimo) corrispondono due distinti spettri di risposta, l'analisi pushover si differenzia fra i due stati limite; ognuna delle due verifiche a SLD e SLV si effettua nel corrispondente diagramma. Per tutte le altre distribuzioni, il diagramma pushover SLD e SLV è coincidente, ed in esso sono eseguite

Direzioni di analisi:

L'analisi deve essere condotta nelle due direzioni ortogonali di riferimento (X e Y), ed è prevista la combinazione direzionale secondo §7.3.5.

- **ANALISI PIANE (2D):** gli edifici vengono scomposti in singoli telai, p.es. un telaio rappresentativo in direzione X (analisi statica non lineare in direzione X), ed un telaio rappresentativo in direzione Y (analisi statica non lineare in direzione Y).
- **ANALISI SPAZIALI (3D):** considerando il modello nel suo complesso (modello tridimensionale dell'edificio) l'analisi è condotta separatamente prima secondo X, e poi secondo Y.

In generale le strutture non sono simmetriche, per cui le analisi dovranno essere condotte anche secondo -X e secondo -Y.

In modelli 3D, dove si eseguono analisi X e analisi Y, la combinazione degli effetti nelle due direzioni orizzontali non deve essere applicata (§7.3.5).

Algoritmo di calcolo implementato in PCM

ANALISI STATICA NON SISMICA (ANALISI DI GRAVITA')

0. Analisi statica non sismica, con Combinazione di tipo sismico dei carichi verticali.

Secondo §3.2.4, gli effetti statici da sommare agli effetti sismici sono forniti dalla seguente combinazione:

$$G_{1,1} + G_{2,2} + P + \Sigma(\psi_{2,j} \cdot Q_{k,j})$$

ANALISI SISMICA INCREMENTALE

Per ogni DISTRIBUZIONE DI FORZE da processare:

esecuzione di una serie di analisi statiche non lineari. Vengono svolte:

3D) analisi: +X, -X, +Y, -Y, con eventuali azioni torcenti aggiuntive (+/- Mt) e con contributo della direzione ortogonale ridotto del 30% a causa della simultaneità dell'evento nelle due direzioni di riferimento (+/- 30%).

2D) al massimo 2 analisi: +X, -X.

- Una data analisi si articola nei seguenti passi:

Inizio Loop (=Ciclo incrementale) con incremento progressivo del Taglio alla Base

1. Determinazione delle forze (secondo la distribuzione corrente) dovute all'incremento di taglio alla base

2. Analisi sismica statica equivalente, nella sola direzione corrente (X o Y), con forze orizzontali correnti

3. Noti gli incrementi di spostamento e di azioni interne, si calcolano i valori complessivi, sommandoli ai valori complessivi del passo precedente

4. Archiviazione punto della curva di capacità (Spostamento punto di controllo - Taglio globale alla base)

5. Verifiche della muratura. [La procedura esegue sempre automaticamente l'individuazione autocorrettiva del limite elastico. Se con l'incremento del ciclo corrente si oltrepassa il punto di crisi di un elemento, è possibile diminuire l'incremento e tornare all'inizio del ciclo corrente. Questa procedura viene seguita solo se si è scelto l'incremento di taglio autocorrettivo nei Parametri di Calcolo.]

6. Se richiesto dai Parametri di Calcolo, si archivia tutta la configurazione strutturale (con le verifiche murarie)

7. Se il modello deve essere aggiornato (alcuni elementi sono passati da verifica soddisfatta a non):

7.1. Aggiornamento matrice rigidezze

7.2. Fattorizzazione della matrice delle rigidezze aggiornata

7.3. Se la matrice è singolare (non più invertibile): struttura labile, esce dal Loop

7.4. In caso di forma modale: riesecuzione Analisi Modale con aggiornamento distribuzione forze

8. Se uno o più elementi collassano, occorre ripartire dal punto 0. costruendo una nuova curva di capacità (sottocurva) dell'analisi corrente, che tenga conto fin dall'inizio degli elementi collassati e della diminuzione di rigidezza degli elementi plasticizzati anche se non ancora collassati. Si riesegue quindi l'Analisi di Gravità, seguita di nuovo dal Loop. La costruzione delle sottocurve successive termina quando sopraggiunge la condizione di labilità che fa uscire dal Loop

Termine Loop

9. Esame della curva di capacità; definizione di punti notevoli

10. Verifica di sicurezza con oscillatore elastoplastico equivalente

Risultati dell'elaborazione per l'analisi pushover:

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 §C7.3.4.1, viene definita la corrispondente curva del sistema ad 1 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.

Le verifiche di compatibilità degli spostamenti per il sistema reale M-GDL consistono nel confronto tra la domanda sismica e la capacità deformativa della struttura. Per il calcolo della domanda sismica, l'espressione degli spettri di risposta elastico $Se(T)$ e degli spettri di progetto per SLV e SLD è fornita in §3.2.3.

Lo spettro di risposta elastico in termini di spostamento è dato da: $SDe(Ts) = Se(Ts) \cdot (T / 2\pi)^2$ (§3.2.3.2.3).

Sulla curva pushover (diagramma forza-spostamento), gli Stati Limite SLO SLD SLV SLC sono caratterizzati nel modo seguente:

SLC: 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 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 3/4 del taglio di base massimo).

SLO: lo spostamento corrispondente è pari a 2/3 di quello allo SLD.

Per ogni diagramma pushover ed ogni stato limite analizzato, il risultato della verifica è esprimibile sotto forma di un indicatore di rischio, dato dal rapporto fra capacità e domanda. La verifica è soddisfatta quando l'indicatore è non minore del valore di riferimento in relazione al tipo di intervento (nuovo edificio, adeguamento o miglioramento di edificio esistente).

I risultati di PCM riportano fra l'altro la capacità della struttura in termini di PGA ed in particolare: **PGA,CLV** e **PGA,DLV**, valori di massima accelerazione al suolo consentita dall'edificio, definita dal valore in corrispondenza del quale vengono raggiunti, rispettivamente, lo stato limite ultimo SLV e lo stato limite di danno SLD. Unitamente al valore PGA, sono forniti il corrispondente periodo di ritorno TR e la probabilità di superamento P,VR relativa al periodo di riferimento VR. Il calcolo della capacità della struttura viene effettuato tramite un ciclo iterativo condotto sul periodo di ritorno TR: si varia il valore di TR fra gli estremi 30 e 2475 anni (estremi previsti dalla Normativa), ricercando il periodo di ritorno cui corrisponde la massima accelerazione a,g tale da soddisfare la verifica di sicurezza. Per soddisfare la verifica di sicurezza vengono considerate due condizioni contemporanee:

1) la domanda di spostamento (dipendente dallo spettro, e quindi dai valori di TR, ag e altri parametri correlati) deve essere \leq della capacità di spostamento definita dalla curva pushover;

2) il valore di $q^* = Se(T^*) m^* / Fy^*$ deve essere ≤ 3.0 (valore competente alla verifica per SLV).

Qualora la verifica di sicurezza sia soddisfatta per TR=2475 anni, la capacità della struttura viene qualificata con TR>=2475 anni (il D.M. 14.1.2008, nell'Allegato A dispone che nell'analisi siano considerati solo valori di TR compresi fra 30 e 2475 anni). Analogamente, se la verifica di sicurezza non è soddisfatta per TR=30 anni, la capacità della struttura viene qualificata con TR<=30 anni; i limiti assunti per PGA corrispondono ai limiti minimo e massimo di TR, secondo le corrispondenze definite dal reticolo di riferimento (Tab. 1, All.A al D.M. 14.1.2008).

Si osservi che a_g indica l'accelerazione al suolo su suolo rigido, mentre PGA può essere stata definita - nei Parametri di Calcolo - come a_g oppure come accelerazione al suolo tenendo conto degli effetti di suolo: il risultato in termini di PGA dipende quindi dal significato attribuito a PGA.

L'analisi statica non lineare eseguita da PCM fornisce inoltre il valore del **fattore di comportamento q (§7.8.1.3)**, attraverso il calcolo del rapporto $\alpha u/\alpha 1$ dove:
 $\alpha 1$ = moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, il primo pannello murario significativo raggiunge la sua resistenza ultima (a taglio o a pressoflessione);

αu = 90% del moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, l'edificio raggiunge la massima forza resistente.

I valori del fattore di struttura sono i seguenti:

- Edifici nuovi: $q = q_0 KR$ (§7.3.1), dove:

per costruzioni in muratura ordinaria: $q_0 = 1.75 \alpha u/\alpha 1$; per costruzioni in muratura armata: $q_0 = 2.5 \alpha u/\alpha 1$; per costruzioni in muratura armata con progettazione in capacità: $q_0 = 3.0 \alpha u/\alpha 1$. KR=1 per edifici regolari in altezza; 0.8 altrimenti. In ogni caso, $\alpha u/\alpha 1$ non può essere assunto maggiore di 2.5;

- Edifici esistenti (rif.: Circ. 2009 del D.M. 14.1.2008): $q = 2.0 \alpha u/\alpha 1$ per edifici regolari in elevazione, $q = 1.5 \alpha u/\alpha 1$ negli altri casi.

1. RISULTATI ANALISI SISMICA STATICA NON LINEARE (PUSHOVER)

Azione Sismica

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso CU = 1.5

Periodo di riferimento per l'azione sismica VR=VN*CU (anni) = 75

Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 12.379834

- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 42.999716

Tipo di interpolazione: superficie rigata [SCA]

Valori dei parametri a_g , Fo, TC* per i periodi di ritorno TR di riferimento

(dagli Studi di pericolosità sismica del sito di ubicazione dell'edificio [cfr. Tab.1 All.B al D.M. 14.1.2008]):

TR (anni)	a_g (*g)	Fo	TC*
30	0.059	2.508	0.270
50	0.073	2.493	0.280
72	0.083	2.503	0.288
101	0.096	2.474	0.290
140	0.109	2.473	0.290
201	0.126	2.452	0.300
475	0.170	2.448	0.310
975	0.212	2.465	0.320
2475	0.273	2.510	0.330

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

$a_g(TR) = K * TR^{\alpha}$, dove:

$K = 0.015296590$, $\alpha = 0.397104130$

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR per ciascun Stato Limite (Tab.3.2.i)

SLE: SLO 81

SLE: SLD 63

SLU: SLV 10

SLU: SLC 5

$a_g(g)$ Fo Tc*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite [§3.2.3]

Stato Limite	TR (anni)	a_g (*g)	Fo	TC* (sec)	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)
SLO	45	0.070	2.496	0.278	1.200	0.132	0.395	1.880
SLD	75	0.084	2.499	0.288	1.200	0.135	0.406	1.936
SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	0.146	0.438	2.368
SLC	1462	0.237	2.484	0.324	1.165	0.149	0.446	2.548

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0

Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analoga ad: $a_g * S$, dove: $S = SS * ST$)

CURVA n° 1

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTI VO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1164211.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3149.45
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.236
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3149.45

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 16.66, di cui dovuto alle forze orizzontali = 16.66

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 3 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 76.1% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	544.89		19.036
2		423.14	872.95		30.497
3		147.50	819.33	X	28.624

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 1124.51
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2)$ = 1.150

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2738.65
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2738.65
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 14.49

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1917.06
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 705918.90 (=60.635% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.251
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.75
forza Fy^* (kN) = 2646.03

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , F_0 , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 8.85$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6245.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2646.03$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.360$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione di input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag_{input} .

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = $ag_{sostenibile} / ag_{input}$), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 12.65$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $d^*, \max \text{ (mm)} = 14.55$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 14.55

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 16.66

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.255 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 1018 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 7.103 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1018	0.255	7.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.255/0.230 = 1.109$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR_{input} \text{ per SLV}) = 1018/712 = 1.430$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 750.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2834.51

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 3.779

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 2

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1198961.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3129.17
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.234
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3129.17

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 16.01, di cui dovuto alle forze orizzontali = 16.01

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 3 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 76.1%
(i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	544.89		19.036
2		423.14	872.95		30.497
3		147.50	819.33	X	28.624

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 1124.51
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.150$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2721.02
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2721.02
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 13.92

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1904.72
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 734103.40 (=61.228% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.246
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.59
forza Fy^* (kN) = 2634.23

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 8.51$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6245.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2634.23$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.371$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 12.35$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = 14.20$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 14.20

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 16.01

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.252 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 968 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 7.455 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	968	0.252	7.5

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.252/0.230 = 1.096$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 968/712 = 1.360$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 650.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2816.26

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 4.333

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 3

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1135211.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3104.98
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.232
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3104.98

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 16.67, di cui dovuto alle forze orizzontali = 16.67

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 3 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 76.1% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	544.89		19.036
2		423.14	872.95		30.497
3		147.50	819.33	X	28.624

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \phi_i^2)$ (k*kgm) = 1124.51
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \phi_i) / \sum(m_i \phi_i^2) = 1.150$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2699.98
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2699.98
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 14.50

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1889.99
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 693662.30 (=61.104% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.253
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.78
forza Fy^* (kN) = 2618.46

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , F_0 , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 9.00$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6245.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2618.46$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.385$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 12.83$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = 14.75$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 14.75

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 16.67

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.252 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 984 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 7.339 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	984	0.252	7.3

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.252/0.230 = 1.096$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 984/712 = 1.382$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 700.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2794.48

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 3.992

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 4

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1264873.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3110.58
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.233
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3110.58

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 15.44, di cui dovuto alle forze orizzontali = 15.44

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 3 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 76.1% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	544.89		19.036
2		423.14	872.95		30.497
3		147.50	819.33	X	28.624

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 1124.51
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.150$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2704.85
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2704.85
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 13.43

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1893.40
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 791738.80 (=62.594% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.237
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.31
forza Fy^* (kN) = 2616.40

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , F_0 , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 7.89$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6245.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2616.40$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.387$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 11.78$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = 13.55$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 13.55

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 15.44

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.254 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 1001 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 7.219 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1001	0.254	7.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.254/0.230 = 1.104$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 1001/712 = 1.406$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 600.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2799.52

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 4.666

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 5

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1046360.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2577.70
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.193
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2577.70

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 13.24, di cui dovuto alle forze orizzontali = 13.24

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 2 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 90.8% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	684.15		20.204
2		423.14	1135.46		33.532
3		147.50	1146.62	X	33.862

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \phi_i^2)$ (k*kgm) = 1038.59
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \phi_i) / \sum(m_i \phi_i^2) = 1.230$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2095.69
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2095.69
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 10.76

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1466.98
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 667199.30 (=63.764% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.248
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.06
forza Fy^* (kN) = 2041.88

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 8.65$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5768.35$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2041.88$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.825$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 12.93$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = 15.91$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 15.91

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 13.24

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.202 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 455 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 15.197 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	455	0.202	15.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.202/0.230 = 0.878$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 455/712 = 0.639$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 350.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2319.93

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 6.628

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 6

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1053526.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2588.22
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.194
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2588.22

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 13.52, di cui dovuto alle forze orizzontali = 13.52

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 2 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 90.8% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	684.15		20.204
2		423.14	1135.46		33.532
3		147.50	1146.62	X	33.862

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 1038.59
 Coefficiente di partecipazione modale Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.230

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2104.25
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2104.25
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 10.99

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1472.97
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 680538.90 (=64.596% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.245
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = 3.05
 forza Fy* (kN) = 2076.54

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 8.48$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5768.35$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2076.54$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.778$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 12.73$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = 15.66$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 15.66

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 13.52

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.206 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 493 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 14.112 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	493	0.206	14.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.206/0.230 = 0.896$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 493/712 = 0.692$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 350.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2329.40

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 6.655

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 7

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1047868.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2591.59
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.194
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2591.59

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 13.26, di cui dovuto alle forze orizzontali = 13.26

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 2 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 90.8% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	684.15		20.204
2		423.14	1135.46		33.532
3		147.50	1146.62	X	33.862

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 1038.59
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.230$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2106.98
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2106.98
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 10.78

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1474.89
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 677100.60 (=64.617% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.246
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.05
forza Fy^* (kN) = 2067.29

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , F_0 , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 8.52$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5768.35$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2067.29$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.790$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 12.78$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = 15.73$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 15.73

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 13.26

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.202 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 463 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 14.955 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	463	0.202	15.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.202/0.230 = 0.878$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 463/712 = 0.650$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 350.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2332.43

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 6.664

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 8

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE
(DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1056985.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 2599.05
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.195
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 2599.05

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 13.17, di cui dovuto alle forze orizzontali = 13.17

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):

- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali ϕ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 2 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 90.8% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K, elast dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K, elast < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	684.15		20.204
2		423.14	1135.46		33.532
3		147.50	1146.62	X	33.862

Dai parametri precedenti risulta:

Massa $m^* = \sum(m_i \cdot \phi_i)$ (k*kgm) = 1038.59
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = \sum(m_i \cdot \phi_i) / \sum(m_i \cdot \phi_i^2) = 1.230$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 2113.05
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 2113.05
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 10.70

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 1479.13
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 677332.90 (=64.082% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.246
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.06
forza Fy^* (kN) = 2074.45

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = 8.52$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5768.35$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = 2074.45$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.781$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = 12.77$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max \text{ (mm)} = 15.71$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 15.71

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 13.17

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.202 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 463 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 14.955 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	463	0.202	15.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.202/0.230 = 0.878$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 463/712 = 0.650$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 400.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2339.14

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 5.848

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 9

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE) DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1214630.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -3119.51
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.234
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -3119.51

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -16.04, di cui dovuto alle forze orizzontali = -16.04

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 3 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 76.1% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	544.89		19.036
2		423.14	872.95		30.497
3		147.50	819.33	X	28.624

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 1124.51
 Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.150

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2712.62
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2712.62
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -13.95

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1898.83
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 751787.10 (=61.894% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.243
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.49
 forza Fy* (kN) = -2622.53

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
 e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -8.31$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6245.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = -2622.53$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.381$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -12.17$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Delta d^*, \max \text{ (mm)} = -14.00$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -14.00

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -16.04

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.255 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 1018 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 7.103 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1018	0.255	7.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.255/0.230 = 1.109$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 1018/712 = 1.430$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 600.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2807.56

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 4.679

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 10

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE) DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1178980.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -3114.54
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.233
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -3114.54

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -16.40, di cui dovuto alle forze orizzontali = -16.40

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 3 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 76.1% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	544.89		19.036
2		423.14	872.95		30.497
3		147.50	819.33	X	28.624

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i) (k*kgm) = 1124.51
 Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i)/Σ(m_i*φ_i²) = 1.150

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2708.29
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2708.29
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -14.26

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1895.80
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 733529.80 (=62.217% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.246
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.58
 forza Fy* (kN) = -2622.25

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -8.51$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6245.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = -2622.25$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.382$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -12.37$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Delta d^*, \max \text{ (mm)} = -14.23$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -14.23

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -16.40

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.255 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 1036 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 6.984 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1036	0.255	7.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.255/0.230 = 1.109$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 1036/712 = 1.455$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 650.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2803.08

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 4.312

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 11

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1247890.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -3117.91
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.233
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -3117.91

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -16.11, di cui dovuto alle forze orizzontali = -16.11

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 3 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 76.1% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	544.89		19.036
2		423.14	872.95		30.497
3		147.50	819.33	X	28.624

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 1124.51
 Coefficiente di partecipazione modale Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.150

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2711.23
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2711.23
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -14.01

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1897.86
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 774720.10 (=62.082% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.239
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.37
 forza Fy* (kN) = -2612.45

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -8.06$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6245.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = -2612.45$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.391$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -11.95$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Delta d^*, \max \text{ (mm)} = -13.75$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -13.75

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -16.11

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.259 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 1094 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 6.626 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1094	0.259	6.6

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.259/0.230 = 1.126$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 1094/712 = 1.537$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 550.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2806.12

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 5.102

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 12

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1121512.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -3111.66
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.233
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -3111.66

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -17.21, di cui dovuto alle forze orizzontali = -17.21

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (X): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 3 con massa modale efficace (in direzione X) pari a: 76.1% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	544.89		19.036
2		423.14	872.95		30.497
3		147.50	819.33	X	28.624

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 1124.51
 Coefficiente di partecipazione modale Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.150

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2705.79
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2705.79
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -14.97

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1894.05
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 656157.70 (=58.507% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.260
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.99
 forza Fy* (kN) = -2620.78

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -9.52$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 6245.53$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = -2620.78$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.383$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -13.30$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Delta d^*, \max \text{ (mm)} = -15.29$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -15.29

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -17.21

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.252 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 968 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 7.455 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	968	0.252	7.5

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.252/0.230 = 1.096$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 968/712 = 1.360$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 650.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2800.49

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 4.308

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 13

**TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3**

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1056019.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2565.98
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.192
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2565.98

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -13.48, di cui dovuto alle forze orizzontali = -13.48

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
- completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
- masse di piano m_i traslazionali;
- corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 2 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 90.8% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
- piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
- spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	684.15		20.204
2		423.14	1135.46		33.532
3		147.50	1146.62	X	33.862

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 1038.59
Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.230

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2086.17
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2086.17
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -10.96

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1460.32
Rigidità elastica: K* (kN/m) = 677925.90 (=64.196% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.246
Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.03
forza Fy* (kN) = -2056.00

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -8.51$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5768.35$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = -2056.00$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.805$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -12.79$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $d^*, \max \text{ (mm)} = -15.73$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -15.73

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -13.48

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.205 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 489 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 14.219 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	489	0.205	14.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.205/0.230 = 0.891$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 489/712 = 0.687$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 600.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2309.38

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 3.849

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 14

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE) DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1048819.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2584.25
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.194
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2584.25

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -13.48, di cui dovuto alle forze orizzontali = -13.48

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 2 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 90.8% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	684.15		20.204
2		423.14	1135.46		33.532
3		147.50	1146.62	X	33.862

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i) (k*kgm) = 1038.59
 Coefficiente di partecipazione Γ = Σ(m_i*φ_i)/Σ(m_i*φ_i²) = 1.230

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2101.02
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2101.02
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -10.96

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1470.71
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 675782.00 (=64.433% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.246
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.06
 forza Fy* (kN) = -2066.80

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -8.54$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5768.35$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = -2066.80$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.791$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -12.80$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Delta d^*, \max \text{ (mm)} = -15.75$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -15.75

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -13.48

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.205 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 485 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 14.328 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	485	0.205	14.3

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.205/0.230 = 0.891$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 485/712 = 0.681$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 600.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2325.83

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 3.876

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 15

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE) DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1054488.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2575.16
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.193
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2575.16

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -13.58, di cui dovuto alle forze orizzontali = -13.58

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 2 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 90.8% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	684.15		20.204
2		423.14	1135.46		33.532
3		147.50	1146.62	X	33.862

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 1038.59
 Coefficiente di partecipazione modale Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.230

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2093.63
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2093.63
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -11.04

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1465.54
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 682343.20 (=64.709% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.245
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.03
 forza Fy* (kN) = -2066.88

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -8.45$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5768.35$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = -2066.88$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.791$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -12.72$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Delta d^*, \max \text{ (mm)} = -15.65$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -15.65

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -13.58

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.206 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 498 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 13.981 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	498	0.206	14.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.206/0.230 = 0.896$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 498/712 = 0.699$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 550.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2317.64

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 4.214

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 16

TIPO DI CURVA: (A) LINEARE: PROPORZIONALE ALLE FORZE STATICHE (DISTRIBUZIONE PRINCIPALE [GRUPPO 1]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE) DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1045413.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2550.00
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.191
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2550.00

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -11.97, di cui dovuto alle forze orizzontali = -11.97

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stato scelto il calcolo con le sole masse traslazionali nella direzione di analisi;
 per ogni piano, risultano i seguenti parametri (elencati nel seguito):
 - completamente rigido: è tale un piano rigido (quindi con relazione master-slave) al quale non appartenga nessuna massa non riferita al nodo master. In tal caso, la massa di piano coincide con la massa concentrata nel nodo master e lo spostamento di piano è esattamente lo spostamento del nodo master;
 - masse di piano m_i traslazionali;
 - corrispondenti spostamenti modali φ_i secondo il modo principale nella direzione di analisi (Y): dall'analisi modale, il modo principale è il modo 2 con massa modale efficace (in direzione Y) pari a: 90.8% (i risultati dell'analisi modale sono riferiti alle rigidità utilizzate in analisi pushover, che possono differire dalle rigidità considerate in analisi modale. In Analisi Modale le rigidità considerate corrispondono al parametro %K_{elast} dei dati Aste e tengono quindi conto dell'eventuale rigidità fessurata (%K_{elast} < 100%); in Analisi Pushover al passo iniziale per maschi e fasce in muratura vengono considerate rigidità elastiche)
 - piano del Punto di Controllo (scelto a priori)
 - spostamenti normalizzati rispetto allo spostamento del punto di controllo (nel caso di piano deformabile, la massa di piano coincide con la somma delle masse di piano e lo spostamento del baricentro è dato dalla distanza fra il baricentro delle masse spostate -secondo la forma modale- ed il baricentro delle masse nella configurazione indeformata):

Piano	Compl. rigido	Massa (k*kgm)	Spostamento (mm)	Punto di controllo	Spostamento normalizzato
1		791.19	684.15		20.204
2		423.14	1135.46		33.532
3		147.50	1146.62	X	33.862

Dai parametri precedenti risulta:

Massa m* = Σ(m_i*φ_i²) (k*kgm) = 1038.59
 Coefficiente di partecipazione modale Γ = Σ(m_i*φ_i) / Σ(m_i*φ_i²) = 1.230

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2073.17
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2073.17
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -9.73

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1451.22
 Rigidità elastica: K* (kN/m) = 666230.80 (=63.729% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.248
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.03
 forza Fy* (kN) = -2020.86

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a) attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;

Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR (anni)	a, g (*g)	Fo	TC* (sec)	SS	CC	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:

- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 \text{ g}$
- in spostamento: $d^*, e, \max = S_{De}(T^*) \text{ (mm)} = -8.66$
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^* \text{ (kN)} = 5768.35$
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento $Fy^* \text{ (kN)} = -2020.86$
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)

Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.854$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

q^* è funzione di due componenti:

1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.

Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, \max \text{ (mm)} = -12.96$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Delta d^*, \max \text{ (mm)} = -15.95$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -15.95
Capacità di spostamento a SLV (mm) = -11.97

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.184 g
corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 354 anni.
Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 19.093 %
(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	354	0.184	19.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.184/0.230 = 0.800$
- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 354/712 = 0.497$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 550.00
90% del Taglio massimo (kN) = 2295.00
Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 4.173
Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500
Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 17

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1493789.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3200.00
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.24
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3200.00

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 11.29, di cui dovuto alle forze orizzontali = 11.29

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 3200.00
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 3200.00
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 11.29

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 2240.00
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 982319.10 (=65.760% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.234
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.24
forza Fy^* (kN) = 3181.26

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 7.70
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 3181.26
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.377$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = $ag_{sostenibile} / ag_{input}$),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*,max (mm) = 11.59$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*,max (mm) = 11.59$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 11.59

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 11.29

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.226 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 665 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 10.665 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	665	0.226	10.7

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.226/0.230 = 0.983$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR_{input} \text{ per SLV}) = 665/712 = 0.934$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 50.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2880.00

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 57.600

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 18

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1522242.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3184.51
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.238
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3184.51

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 11.52, di cui dovuto alle forze orizzontali = 11.52

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \sum(m_i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 3184.51
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 3184.51
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 11.52

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 2229.16
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 1000621.00 (=65.733% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.232
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.16
forza Fy^* (kN) = 3160.27

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S_e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S_e(T^*) m^*$ (mm) = 7.56
- forza di risposta elastica = $S_e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 3160.27
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.393$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà di namiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = $ag_{sostenibile} / ag_{input}$),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*,max (mm) = 11.47$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*,max (mm) = 11.47$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 11.47

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 11.52

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.232 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 712 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 9.998 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	712	0.232	10.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.232/0.230 = 1.009$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR_{input} \text{ per SLV}) = 712/712 = 1.000$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 50.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2866.06

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 57.321

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 19

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1466254.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3181.90
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.238
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3181.90

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 13.31, di cui dovuto alle forze orizzontali = 13.31

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 3181.90
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 3181.90
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 13.31

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 2227.33
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 974522.70 (=66.463% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.235
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.25
forza Fy^* (kN) = 3163.84

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 7.76
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 3163.84
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.391$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 11.67

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 11.67

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 11.67

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 13.31

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.254 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 1001 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 7.219 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1001	0.254	7.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.254/0.230 = 1.104$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 1001/712 = 1.406$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 50.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2863.71

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 57.274

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 20

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1575658.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3178.50
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.238
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3178.50

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 12.99, di cui dovuto alle forze orizzontali = 12.99

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 3178.50
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 3178.50
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 12.99

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 2224.95
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 1031964.00 (=65.494% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.228
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 3.05
forza Fy^* (kN) = 3149.82

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 7.33
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 3149.82
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.401$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = $ag_{sostenibile} / ag_{input}$),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*,max (mm) = 11.26$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*,max (mm) = 11.26$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 11.26

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 12.99

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.255 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno $TR, CLV = 1036$ anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento $VR = 75$ anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: $PVR = 6.984\%$

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1036	0.255	7.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.255/0.230 = 1.109$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR_{input} \text{ per SLV}) = 1036/712 = 1.455$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 50.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2860.65

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 57.213

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 21

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1972301.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3258.75
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.244
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3258.75

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 16.65, di cui dovuto alle forze orizzontali = 16.65

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 3258.75
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 3258.75
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 16.65

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 2281.13
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 1284435.00 (=65.124% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.205
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 2.64
forza Fy^* (kN) = 3389.79

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 5.89
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 3389.79
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.231$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = $ag_{sostenibile} / ag_{input}$),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*, max (mm) = 9.60$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, max (mm) = 9.60$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 9.60

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 16.65

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.303 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 2328 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 3.17 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	2328	0.303	3.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):
 - in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.303/0.230 = 1.317$
 - in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR_{input} \text{ per SLV}) = 2328/712 = 3.270$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 50.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2932.88

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 58.658

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 22

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1979148.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3118.96
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.234
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3118.96

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 17.98, di cui dovuto alle forze orizzontali = 17.98

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 3118.96
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 3118.96
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 17.98

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 2183.27
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 1357667.00 (=68.599% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.199
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 2.50
forza Fy^* (kN) = 3391.39

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 5.57
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 3391.39
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.230$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 9.26

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 9.26

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 9.26

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 17.98

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.303 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 2328 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 3.17 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	2328	0.303	3.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.303/0.230 = 1.317$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 2328/712 = 3.270$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 50.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2807.06

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 56.141

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 23

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1974711.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3450.00
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.258
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3450.00

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 12.03, di cui dovuto alle forze orizzontali = 12.03

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 3450.00
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 3450.00
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 12.03

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 2415.00
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 1249760.00 (=63.288% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.207
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 2.73
forza Fy^* (kN) = 3405.93

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 6.05
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 3405.93
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.221$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = 9.75

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = 9.75

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 9.75

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 12.03

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.267 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 1264 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 5.761 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1264	0.267	5.8

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):
 - in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.267/0.230 = 1.161$
 - in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 1264/712 = 1.775$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 50.00

90% del Taglio massimo (kN) = 3105.00

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 62.100

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 24

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: +Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: +Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1984041.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = 3475.04
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.26
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = 3475.04

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = 12.66, di cui dovuto alle forze orizzontali = 12.66

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = 3475.04
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = 3475.04
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = 12.66

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = 2432.53
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 1251194.00 (=63.063% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.207
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = 2.74
forza Fy^* (kN) = 3422.88

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566$ g
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = 6.05
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = 3422.88
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.210$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = $ag_{sostenibile} / ag_{input}$),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*,max (mm) = 9.73$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*,max (mm) = 9.73$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = 9.73

Capacità di spostamento a SLV (mm) = 12.66

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.277 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 1488 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 4.915 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	1488	0.277	4.9

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):
 - in termini di PGA: $\alpha, V = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = \zeta, E, SLV, PGA = 0.277/0.230 = 1.204$
 - in termini di TR: $\alpha, V = TR_{CLV} / TR_{DLV}(=TR_{input} \text{ per SLV}) = 1488/712 = 2.090$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 50.00

90% del Taglio massimo (kN) = 3127.53

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 62.551

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 25

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1388983.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -3115.54
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.233
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -3115.54

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.19, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.19

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -3115.54
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -3115.54
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -12.19

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -2180.88
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 945258.30 (=68.054% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.238
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -3.27
forza Fy^* (kN) = -3092.18

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = - V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = -8.00
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -3092.18
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.446$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = $ag_{sostenibile} / ag_{input}$),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*,max (mm) = -11.96

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*,max$ (mm) = -11.96

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -11.96

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.19

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.234 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 741 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 9.626 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	741	0.234	9.6

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):
 - in termini di PGA: $\alpha_v = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = \zeta, E, SLV, PGA = 0.234/0.230 = 1.017$
 - in termini di TR: $\alpha_v = TR_{CLV} / TR_{DLV}(=TR_{input} \text{ per SLV}) = 741/712 = 1.041$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 800.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2803.99

Rapporto α_u/α_1 calcolato = 3.505

Rapporto α_u/α_1 effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 26

**TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X + 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3**

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1350031.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -3115.84
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.233
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -3115.84

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.60, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.60

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione Γ=1.000 per la distribuzione di forze (E).
La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa m* = Σ(m, i) (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione Γ = 1.000

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -3115.84
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -3115.84
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -12.60

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -2181.09
Rigidità elastica: K* (kN/m) = 928020.50 (=68.741% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: T* = 2(m*/K*) (sec) = 0.241
Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.34
forza Fy* (kN) = -3101.48

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: S, e(T*) = 0.566 g
- in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = -8.15
- forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy* (kN) = -3101.48
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 2.439

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* <= 3.0: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
 - 1. proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - 2. spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -12.09

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -12.09

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -12.09

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.60

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.239 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 787 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 9.09 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	787	0.239	9.1

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.239/0.230 = 1.039$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 787/712 = 1.105$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 850.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2804.26

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 3.299

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 27

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1425705.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -3130.40
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.234
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -3130.40

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.16, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.16

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -3130.40
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -3130.40
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -12.16

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -2191.28
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 966026.90 (=67.758% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.236
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -3.20
forza Fy^* (kN) = -3094.44

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566$ g
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = -7.83
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -3094.44
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.444$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -11.79

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -11.79

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -11.79

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.16

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.235 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 761 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 9.385 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	761	0.235	9.4

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.235/0.230 = 1.022$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 761/712 = 1.069$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 800.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2817.36

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 3.522

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 28

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -X
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -X - 0.3 Y
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1281132.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -3119.02
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.234
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -3119.02

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -13.21, di cui dovuto alle forze orizzontali = -13.21

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (X):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -3119.02
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -3119.02
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -13.21

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -2183.31
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 857218.00 (=66.911% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.250
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -3.62
forza Fy^* (kN) = -3103.68

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = -8.82
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -3103.68
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.437$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -12.72

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -12.72

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -12.72

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -13.21

SLV: Capacità > Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.238 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 774 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 9.235 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	774	0.238	9.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.238/0.230 = 1.035$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 774/712 = 1.087$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 950.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2807.12

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 2.955

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 29

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1207818.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2577.92
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.193
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2577.92

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.30, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.30

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2577.92
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2577.92
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -12.30

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1804.54
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 802309.20 (=66.426% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.259
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -3.18
forza Fy^* (kN) = -2549.91

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V, R = 10\%$
Da PVR e V, R , per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: $SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv$ [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566 g$
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = -9.43
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -2549.91
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.966$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -13.75

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -13.75

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -13.75

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.30

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.211 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 537 anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 13.035 %

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	537	0.211	13.0

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.211/0.230 = 0.917$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 537/712 = 0.754$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 850.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2320.13

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 2.730

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 30

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y + 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1198274.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2587.60
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.194
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2587.60

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.26, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.26

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2587.60
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2587.60
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -12.26

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1811.32
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 802447.20 (=66.967% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.259
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -3.17
forza Fy^* (kN) = -2546.74

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag , Fo , TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566$ g
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = -9.43
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -2546.74
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.970$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà di nomi che dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = $ag_{sostenibile} / ag_{input}$),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: $d^*,max (mm) = -13.75$

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*,max (mm) = -13.75$

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -13.75

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.26

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.211 g
 corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 530 anni.
 Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni,
 ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 13.195 %
 (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:
 in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,
 e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	530	0.211	13.2

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):
 - in termini di PGA: $\alpha, V = PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = \zeta, E, SLV, PGA = 0.211/0.230 = 0.917$
 - in termini di TR: $\alpha, V = TR_{CLV} / TR_{DLV}(=TR_{input} \text{ per SLV}) = 530/712 = 0.744$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 800.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2328.84

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 2.911

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 31

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE
(DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): + MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1206318.00
Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2587.28
Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.194
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2587.28

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
- iniziale = 0.00
- al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -12.42, di cui dovuto alle forze orizzontali = -12.42

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m^* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
La massa m^* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa $m^* = \Sigma(m, i)$ (k*kgm) = 1361.83
Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2587.28
Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2587.28
Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -12.42

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1811.10
Rigidità elastica: K^* (kN/m) = 799455.60 (=66.272% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
Periodo elastico: $T^* = 2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.259
Punto di snervamento: spostamento dy^* (mm) = -3.19
forza Fy^* (kN) = -2553.82

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
attraverso la relazione: $T, R = -V, R / [1 - \ln(1 - PVR)]$

Valori dei parametri ag, Fo, TC^* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV

e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
SS = coefficiente di sottosuolo;
CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
TB, TC, TD = periodi di spettro;
Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
- in accelerazione: $S, e(T^*) = 0.566$ g
- in spostamento: $d^*, e, max = S, De(T^*)$ (mm) = -9.46
- forza di risposta elastica = $S, e(T^*) m^*$ (kN) = 7563.58
(taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
- forza di snervamento Fy^* (kN) = -2553.82
(taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: $q^* = 2.962$

Controllo su q^* secondo §7.8.1.6

$q^* \leq 3.0$: la verifica di sicurezza (confronto tra capacità e domanda) può essere eseguita.

Nota su q^*

- q^* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
il valore di q^* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se $q^* > 3.0$ (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile

(e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input),
 verrà calcolato considerando un valore di ag , cioè una domanda,
 tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 a) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
 b) capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -13.78

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -13.78

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -13.78

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -12.42

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.212 g

corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno $TR, CLV = 547$ anni.

Tale accelerazione, nel periodo di riferimento $VR = 75$ anni,

ha la probabilità di essere superata pari a: $PVR = 12.813\%$

(rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare:

in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori,

e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	547	0.212	12.8

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = PGA, CLV / PGA, DLV = \zeta, E, SLV, PGA = 0.212/0.230 = 0.922$

- in termini di TR: $\alpha, V = TR, CLV / TR, DLV (=TR \text{ in input per SLV}) = 547/712 = 0.768$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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) $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 800.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2328.55

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 2.911

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$

CURVA n° 32

TIPO DI CURVA: (E) UNIFORME: FORZE PROPORZIONALI ALLE MASSE (DISTRIBUZIONE SECONDARIA [GRUPPO 2]. RAPPORTI TRA FORZE FISSI NEL CORSO DEL PROCESSO INCREMENTALE)
DIREZIONE E VERSO: -Y
ECCENTRICITÀ ACCIDENTALE (MOMENTO TORCENTE AGGIUNTIVO): - MT
COMBINAZIONE COMPONENTI: -Y - 0.3 X
PUNTO DI CONTROLLO: CENTRO DI MASSA DEL PIANO 3

VERIFICA DI SICUREZZA per SLV (Stato Limite ultimo di salvaguardia della Vita)

Sistema reale M-GDL (a più gradi di libertà):

Rigidità iniziale (elastica) (kN/m) = 1194651.00
 Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, M-GDL (kN) = -2550.00
 Peso sismico totale W (kN) = 13354.95
 Massa sismica totale M (k*kgm) = 1361.826
 Rapporto forza/peso (F, Max, M-GDL / W) = 0.191
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, M-GDL (kN) = -2550.00

Punto di controllo ubicato al 3° piano. Spostamento orizzontale: dc (mm):
 - iniziale = 0.00
 - al limite ultimo: dc, SLV, M-GDL = -11.11, di cui dovuto alle forze orizzontali = -11.11

Sistema equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

Calcolo della Massa m* e del Fattore di partecipazione modale Γ (§C7.3.4.1):

è stata scelta l'opzione $\Gamma=1.000$ per la distribuzione di forze (E).
 La massa m* è pari alla somma delle masse traslazionali nella direzione di analisi (Y):

Massa m* = $\Sigma(m_i)$ (k*kgm) = 1361.83
 Coefficiente di partecipazione $\Gamma = 1.000$

Resistenza massima (taglio alla base): F, Max, 1-GDL = (F, Max, M-GDL / Γ) (kN) = -2550.00
 Resistenza a SLV (Stato Limite ultimo): F, SLV, 1-GDL = (F, SLV, M-GDL / Γ) (kN) = -2550.00
 Spostamento a SLV (Stato Limite ultimo): d, SLV, 1-GDL = (d, SLV, M-GDL / Γ) (mm) = -11.11

Sistema bi-lineare equivalente 1-GDL (a 1 grado di libertà):

70% della Resistenza massima del sistema 1-GDL = 70% F, Max, 1-GDL (kN) = -1785.00
 Rigidezza elastica: K* (kN/m) = 792957.70 (=66.376% della rigidità elastica del sistema M-GDL)
 Periodo elastico: T* = $2(m^*/K^*)$ (sec) = 0.260
 Punto di snervamento: spostamento dy* (mm) = -3.13
 forza Fy* (kN) = -2485.44

Stato Limite SLV e relativa probabilità di superamento (§3.2.1):
 PVR: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V, R = 10 %
 Da PVR e V, R, per SLV risulta definito il valore di T, R (§ All. a)
 attraverso la relazione: T, R = - V, R / [1 - ln(1 - PVR)]

Valori dei parametri ag, Fo, TC* per i periodi di ritorno TR associati allo Stato Limite SLV
 e: SS, CC, S, TB, TC, TD, Fv [§3.2.3], dove:
 ag = accelerazione orizzontale massima al sito,
 Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
 TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale,
 SS = coefficiente di sottosuolo;
 CC = coefficiente per TC dipendente dal sottosuolo;
 S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
 TB, TC, TD = periodi di spettro;
 Fv = fattore di amplificazione spettrale massima per spettro in accelerazione verticale:

Stato Limite	TR	a, g	Fo	TC*	SS	CC	S	TB	TC	TD	Fv
	(anni)	(*g)		(sec)				(sec)	(sec)	(sec)	
SLU: SLV	712	0.192	2.458	0.316	1.200	1.385	1.200	0.146	0.438	2.368	1.454

Risposta massima in spostamento del sistema equivalente:

Risposta del sistema elastico di pari periodo:
 - in accelerazione: S, e(T*) = 0.566 g
 - in spostamento: d*, e, max = S, De(T*) (mm) = -9.54
 - forza di risposta elastica = S, e(T*) m* (kN) = 7563.58
 (taglio totale agente sulla base del sistema equivalente 1-GDL calcolato dallo spettro di risposta elastico);
 - forza di snervamento Fy* (kN) = -2485.44
 (taglio alla base resistente del sistema equivalente 1-GDL ottenuto dall'analisi non lineare)
 Rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento: q* = 3.043

Controllo su q* secondo §7.8.1.6

q* > 3.0: la verifica di sicurezza deve ritenersi NON soddisfatta
 indipendentemente dal confronto tra capacità e domanda.

Nota su q*

- q* è funzione di due componenti:
- proprietà dinamiche dell'oscillatore (dalla curva di capacità);
 - spettro di risposta, dipendente dall'accelerazione ag in input:
 il valore di q* sopra riportato corrisponde quindi ad ag in input.
- Se q* > =3.0 (SLV), la verifica di sicurezza non è soddisfatta, indipendentemente

dal rapporto tra capacità e domanda. Il valore di ag sostenibile (e quindi dell'indicatore di rischio = ag sostenibile / ag in input), verrà calcolato considerando un valore di ag, cioè una domanda, tale da garantire contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC)
- capacità \geq domanda (in termini di spostamento)

Risposta in spostamento del sistema anelastico: d^*, \max (mm) = -13.91

Conversione della risposta equivalente in quella effettiva dell'edificio:

Spostamento effettivo di risposta del punto di controllo: $\Gamma d^*, \max$ (mm) = -13.91

Verifica di sicurezza (§7.3.4.1 - §7.8.1.5.4 - §C7.3.4.1 - §C7.8.1.5.4):

Domanda sismica in spostamento (mm) = -13.91

Capacità di spostamento a SLV (mm) = -11.11

SLV: Capacità < Domanda

Verifiche per edifici strategici o importanti:

SLV: Capacità in termini di PGA (PGA, CLV) = 0.194 g corrispondente, per il sito di ubicazione dell'edificio, al periodo di ritorno TR, CLV = 410 anni. Tale accelerazione, nel periodo di riferimento VR = 75 anni, ha la probabilità di essere superata pari a: PVR = 16.717 % (rispetto ai valori di progetto per SLV - sopra riportati - deve risultare: in caso di verifica di sicurezza non soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV minori, e PVR, CLV maggiore; per verifica soddisfatta, PGA, CLV e TR, CLV maggiori, e PVR, CLV minore).

Riepilogo per SLV

	TR (anni)	PGA (*g)	PVR (%)
Domanda	712	0.230	10.0
Capacità	410	0.194	16.7

Indicatore di Rischio Sismico

(indicatore di rischio = rapporto tra capacità e domanda):

- in termini di PGA: $\alpha, V = \text{PGA, CLV} / \text{PGA, DLV} = \zeta, E, \text{SLV, PGA} = 0.194/0.230 = 0.843$
- in termini di TR: $\alpha, V = \text{TR, CLV} / \text{TR, DLV} (= \text{TR in input per SLV}) = 410/712 = 0.576$

Nota sul metodo di calcolo dell'indicatore di rischio sismico

Il calcolo degli indicatori 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:

- capacità \geq domanda (in termini di spostamento);
- $q^* \leq 3.0$ (§da 7.8.1.6, con riferimento a SLV; ciò corrisponde a: $q^* \leq 4.0$ per SLC).

Calcolo del Fattore di Comportamento 'q' (§7.8.1.3 - §C8.7.1.2):

Taglio di prima plasticizzazione (kN) = 700.00

90% del Taglio massimo (kN) = 2295.00

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ calcolato = 3.279

Rapporto $\alpha, u/\alpha, 1$ effettivo = 2.500

Edificio regolare in altezza: $q = 5.000$