



AGENZIA DEL DEMANIO
DIREZIONE REGIONALE CALABRIA
SERVIZI TECNICI

RISTRUTTURAZIONE E RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL COMPLESSO IMMOBILIARE DENOMINATO “EX CASERMA FLORESTANO PEPE” SITO IN VIA CORDOPATRI – VIBO VALENTIA (VV) DA DESTINARE A SEDE DELLA AGENZIA DELLE ENTRATE DI VIBO VALENTIA.
SCHEDA VVD0011

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

RELAZIONE DI CALCOLO-ANALISI
CINEMATICA-VERIFICA CINEMATISMI LOCALI

IL RESPONSABILE SERVIZI TECNICI

ING. SALVATORE CONCETTINO

IL TECNICO ISTRUTTORE

ARCH. DONATO CALDERONI

CODICE ELABORATO
R11

SCALA

PROTOCOLLO E DATA
2020 ____/DRCAL/STE del ____/2020



AGENZIA DEL DEMANIO

AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Calabria

OGGETTO: Verifica di vulnerabilità sismica e valutazione della sicurezza strutturale, rilievo architettonico, topografico, impiantistico e strutturale e verifica preventiva dell'interesse archeologico, finalizzato alla redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica dell'intervento di ristrutturazione e rifunzionalizzazione da effettuarsi sull'immobile demaniale "Caserma Florestano Pepe".

UBICAZIONE: via Francesco Cordopatri, 89900 Vibo Valentia VV

COMMITTENTE: Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Calabria

VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA

REV.	DATA	MODIFICA	DISEGNATORE / COMPILATORE
00	19/10/2018	Prima Emissione	Ing. Carlo Carletti
01	19/12/2018	Revisione a seguito verifica del 09/11/2018 prot. N. 2018/18786	VERIFICATO DA: Ing. Mariano Salvatore
			APPROVATO DA: Arch. Valentino Tropeano

CODICE D'IDENTIFICAZIONE	ELABORATO
08/18- VV.RC 04/01	Relazione di Calcolo - Analisi cinematica - verifica meccanismi locali

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Salvatore Virgillo

GRUPPO DI LAVORO

Arch. Valentino TROPEANO
(Capogruppo Coordinatore)

Ing. Carlo CARLETTI
Ing. Mariano SALVATORE
Arch. Gianfranco PICARIELLO
Arch. Patrizia GAMMA
Arch. Stanislao SACCARDO
Geol. Carmine MAZZAROTTI
Ing. Bruno MATTIA
Ing. Mauro GUERRIERO
Ing. Rosa LO PRIORE
Ing. Domenico DE MATTIA
Ing. Antonio CAMUSO
Per. Ind. Antonio FESTA

Archeologo Riccardo CONSOLI

RELAZIONE DI CALCOLO – ANALISI CINEMATICA LINEARE

Indice

1. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

2. **ANALISI CINEMATICA LINEARE**

3. 1) Cinematismo

4. 2) Cinematismo

5. 3) Cinematismo

6. 4) Cinematismo

7. 5) Cinematismo

8. 6) Cinematismo

9. 7) Cinematismo

10. 8) Cinematismo

11. 9) Cinematismo

12. 10) Cinematismo

13. 11) Cinematismo

14. 12) Cinematismo

15. 13) Cinematismo

16. 14) Cinematismo

17. 15) Cinematismo

18. 16) Cinematismo

19. 17) Cinematismo

20. 18) Cinematismo

21. **SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE**

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 17.1.2018: "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni", Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n.42 del 20 febbraio 2018.

Circolare 2.2.2009, n.617: "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.1.2008.

Edifici monumentali: Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 9.2.2011: "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008", di cui costituisce parte integrante la **Circ. 26 del 2.12.2010 del Ministero per i Beni e le Attività Culturali:** "Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale".

FRP:
Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati, CNR-DT 200 R1/2012.

Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP, documento approvato il 24 luglio 2009 dall'assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Indirizzi per l'esecuzione degli interventi di cui all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3790 del 17.7.2009 (Riparazione con miglioramento sismico di edifici danneggiati), a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Commissario Delegato (Eventi sismici provincia di L'Aquila, 6 aprile 2009).

Riferimenti tecnici: EuroCodici

Per quanto non diversamente specificato nel D.M.14.1.2008, si intendono coerenti con i principi alla base del Decreto le indicazioni riportate nei documenti di riferimento elencati in §12; fra questi: gli EuroCodici strutturali, così organizzati:

Criteri generali di progettazione strutturale

UNI EN 1990:2006

Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture

UNI EN 1991-1-1:2004 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici

UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco

UNI EN 1991-1-3:2004 Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve

UNI EN 1991-1-4:2005 Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento

UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche

UNI EN 1991-1-6:2005 Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione

UNI EN 1991-1-7:2006 Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali

UNI EN 1991-2:2005 Parte 2: Carichi da traffico sui ponti

UNI EN 1991-3:2006 Parte 3: Azioni indotte da gru e da macchinari

UNI EN 1991-4:2006 Parte 4: Azioni su silos e serbatoi

Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo

UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1992-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

UNI EN 1992-2:2006 Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi

UNI EN 1992-3:2006 Parte 3: Strutture di contenimento liquidi

Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio

UNI EN 1993-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

UNI EN 1993-1-3:2007 Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo

UNI EN 1993-1-4:2007 Parte 1-4: Regole generali - Regole supplementari per acciai inossidabili

UNI EN 1993-1-5:2007 Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra

UNI EN 1993-1-6:2007 Parte 1-6: Resistenza e stabilità delle strutture a guscio

UNI EN 1993-1-7:2007 Parte 1-7: Strutture a lastra ortotropa caricate al di fuori del piano

UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti

UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica

UNI EN 1993-1-10:2005 Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore

UNI EN 1993-1-11:2007 Parte 1-11: Progettazione di strutture con elementi tesi

UNI EN 1993-1-12:2007 Parte 1-12: Regole aggiuntive per l'estensione della EN 1993 fino agli acciai di grado S 700

UNI EN 1993-2:2007 Parte 2: Ponti di acciaio

UNI EN 1993-3-1:2007 Parte 3-1: Torri, pali e ciminiere - Torri e pali

UNI EN 1993-3-2:2007 Parte 3-2: Torri, pali e ciminiere - Ciminiere

UNI EN 1993-4-1:2007 Parte 4-1: Silos

UNI EN 1993-4-2:2007 Parte 4-2: Serbatoi

UNI EN 1993-4-3:2007 Parte 4-3: Condotte

UNI EN 1993-5:2007 Parte 5: Pali e palancole

UNI EN 1993-6:2007 Parte 6: Strutture per apparecchi di sollevamento

Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo

UNI EN 1994-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1994-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

UNI EN 1994-2:2006 Parte 2: Regole generali e regole per i ponti

Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno

UNI EN 1995-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici

UNI EN 1995-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

UNI EN 1995-2:2005 Parte 2: Ponti

Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture in muratura

UNI EN 1996-1-1:2006 Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata

UNI EN 1996-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

UNI EN 1996-2:2006 Parte 2: Considerazioni progettuali, selezione dei materiali ed esecuzione delle murature

UNI EN 1996-3:2006 Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata

Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica

UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Regole generali
UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
UNI EN 1998-1:2005 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
UNI EN 1998-2:2006 Parte 2: Ponti
UNI EN 1998-3:2005 Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici
UNI EN 1998-4:2006 Parte 4: Silos, serbatoi e condotte
UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
UNI EN 1998-6:2005 Parte 6: Torri, pali e camini

Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture in alluminio

UNI EN 1999-1-1:2007 Parte 1-1: Regole strutturali generali
UNI EN 1999-1-2:2007 Parte 1-2: Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1999-1-3:2007 Parte 1-3: Strutture sottoposte a fatica
UNI EN 1999-1-4:2007 Parte 1-4: Lamiere sottili piegate a freddo
UNI EN 1999-1-5:2007 Parte 1-5: Strutture a guscio

Norme Italiane precedenti al D.M. 17.1.2018:

D.M. 14.1.2008: "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n.29 del 4 febbraio 2008.

Le norme elencate nel seguito sono in generale da considerarsi superate dal D.M.14.1.2008; esse possono costituire tuttavia utili fonti di riferimento per la comprensione dello sviluppo dei metodi di calcolo adottati dalle NTC.

D.M. 14.9.2005: "Norme Tecniche per le Costruzioni" (ex Testa Unico)

In campo antisismico, il D.M. 14.9.2005 definisce l'azione sismica [§3.2] e fissa i livelli di sicurezza. Nel rispetto di tali presupposti, il D.M.14.9.2005 può fare riferimento all'OPCM 3274 e s.m.i. [§5.7.1.1] per le indicazioni attuative sulle verifiche di sicurezza.

Sismica: Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", e successive modifiche e integrazioni:

Ordinanza P.C.M. n. 3316 del 2.10.2003 e Ordinanza P.C.M. n. 3431 del 3.5.2005

Sismica: D. P.C.M. del 21.10.2003: "Disposizioni attuative dell'art.2, commi 2, 3 e 4, dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003".

Norme strutturali precedenti all'OPCM 3274 (per la Sismica) e al D.M. 14.9.2005:

Legge n.64 del 2.2.1974: "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche."

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20.6.1977: "Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura."

Regione Umbria, Art.38 L.R. 1.7.1981, n.34: "Direttive tecniche ed esemplificazioni delle metodologie di intervento per la riparazione ed il consolidamento degli edifici danneggiati da eventi sismici."

D.M. 2.7.1981: "Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia."

Circolare Min.LL.PP. n.21745 del 30.7.1981: "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma."

D.M. 16.1.1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche."

Circolare Min.LL.PP. n.65 del 10.4.1997: "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16.1.1996."

Servizio Sismico Nazionale (S.S.N.) - Associazione Nazionale Italiana di Ingegneria Sismica (A.N.I.D.I.S.): "Commentario al D.M. 16.1.1996 ed alla Circ. n.65 del 10.4.1997 del Ministero LL.PP.", coord. F.Braga, 1998

D.G.R. Umbria n.5180 del 14.9.1998 e D.G.R. Marche n.2153 del 14.9.1998 in attuazione Legge 61/98: "Eventi sismici del 12 maggio, 26 settembre 1997 e successivi - Modalità e procedure per la concessione dei contributi previsti dall'art.4 della Legge 61/98 - Allegato B".

Provincia di Perugia, Servizio Sismico Nazionale: "Terremoto in Umbria e Marche del 1997. Criteri di calcolo per la progettazione degli interventi. Verifiche sismiche ed esempi per l'applicazione delle Direttive Tecniche D.G.R. Umbria 5180/98 e D.G.R. Marche 2153/98 in attuazione L.61/98", coord. A.De Sortis, G.Di Pasquale, U.Nasini, 1998.

Murature: D.M. 20.11.1987: "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento."

Circolare Min.LL.PP. n.30787 del 4.1.1989: "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento."

Carichi: D.M. 16.1.1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi."

ANALISI DEI MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO IN EDIFICI ESISTENTI IN MURATURA

(ANALISI CINEMATICA)

(D.M.17.1.2018 (NTC18), §8.7.1, Circ. 617 del 2.2.2009: §C8A.4)

Negli edifici esistenti in muratura, come hanno dimostrato anche gli eventi sismici più recenti, i collassi più frequenti sono determinati dalla formazione di cinematiche: porzioni murarie di dimensioni rilevanti si distaccano dalle strutture e ruotano come corpi rigidi; è tipico il ribaltamento delle parti superiori delle facciate verso l'esterno.

Durante la sollecitazione sismica, le azioni di tipo stabilizzante (pesi propri e carichi verticali dai solai, azioni da tiranti) si oppongono alle instabilizzanti (dovute a strutture spingenti e ad azioni orizzontali di tipo sismico proporzionali alle masse, cioè ai pesi). Quando a causa del sisma le azioni instabilizzanti superano un certo valore, si forma il meccanismo di collasso.

Pertanto, la sicurezza strutturale può essere indagata studiando i cinematiche che possono formarsi nell'opera muraria e definendo per ognuno di essi il moltiplicatore di collasso, ossia l'entità dell'input sismico che lo attiva generando il ribaltamento.

Al moltiplicatore di collasso è legata l'accelerazione al suolo a_g (cfr. §C8.A.4). Con riferimento ad uno stato limite di interesse (lo Stato Limite di Danno o lo Stato Limite ultimo SLV di salvaguardia della Vita), attraverso le relazioni biunivoche che legano: accelerazione alla base della struttura PGA (che può tenere conto degli effetti di suolo o essere considerata pari all'accelerazione di picco a_g su suolo rigido), periodo di ritorno T_R e probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} , determinata una di queste grandezze restano definite le altre. In tal modo, è possibile esprimere un indicatore di rischio sismico (definito dal rapporto tra capacità e domanda) in termini di PGA o di periodo di ritorno: quando l'indicatore è ≥ 1 , la verifica di sicurezza è soddisfatta.

Un'importante ipotesi riguarda la monoliticità delle pareti: ad una muratura che può disgregarsi non si può attribuire la qualifica di corpo rigido. D'altra parte, alcuni Autori [1] hanno notato che la presenza di carico verticale sulla parete, insieme ai collegamenti trasversali (diatoni) conferisce alla parete stessa il comportamento di tipo monolitico. La presenza di giaciture orizzontali, inoltre, assicura la regolarità geometrica nella formazione dei cinematismi. Di fatto, l'analisi sismica condotta con metodi cinematici fornisce risultati idonei se la tessitura della parete è sufficientemente regolare e con buoni collegamenti trasversali.

In pratica, volendo definire un ordine secondo cui le strutture di un fabbricato in muratura devono essere analizzate, è possibile identificare tre stadi progressivi.

I) Se la muratura è disgregata, caotica e con malta di scarsa qualità, è impossibile il comportamento a corpo rigido. Né l'analisi cinematica né (a maggior ragione) le analisi elastiche o ultraelastiche possono identificare un parametro di capacità antisismica. La struttura deve essere consolidata comunque, se non ricostruita: si tratta di uno stato di fatto a capacità teoricamente nulla.

II) La muratura è sufficientemente organizzata in modo da potersi comportare come corpo rigido. L'analisi cinematica studia i meccanismi locali di collasso e definisce la capacità antisismica dei singoli elementi strutturali costituenti il complesso del fabbricato (singole pareti, volte, ecc.).

III) Superati i controlli di cui alle due fasi precedenti, il complesso murario mostra un comportamento scolare: a questo punto (e solo a questo punto) può essere adeguatamente studiato con metodi elasto-plastici, quali le analisi pushover. Per elasticità si intende una fase deformativa iniziale reversibile; per plasticità una fase successiva caratterizzata da spostamenti permanenti. Il comportamento della muratura non è 'plastico' nel senso tradizionale del termine: la struttura è un solido a geometria variabile con lo stato di sollecitazione. Incrementando l'azione orizzontale, lo scheletro resistente si modifica; si formano cerniere progressive per superamenti locali della scarsa o nulla resistenza a trazione ed infine si giunge ad una labilità (meccanismo di collasso complessivo dell'edificio, che di fatto costituisce lo stadio finale di un'analisi pushover: essa può essere vista come la ricerca, per via statica, del cinematismo d'insieme del fabbricato).

Per l'edificio esistente, l'analisi verrà svolta anzitutto sullo Stato Attuale (Stato di fatto). Gli interventi di miglioramento richiederanno poi il confronto fra lo Stato di Progetto e lo Stato di Attuale, volto a quantificare l'entità del miglioramento conseguito.

Nello Stato Attuale, le verifiche degli stadi II) e III) verranno o meno eseguite a seconda che l'edificio si trovi in sicurezza oppure no nei confronti della cattiva organizzazione muraria. Nello Stato di Progetto, invece, lo stadio I) deve necessariamente essere superato, e le strutture consolidate saranno certamente sottoposte alle verifiche degli stadi II) e III).

In Analisi Cinematica viene considerato il modello di corpo rigido, ed il moto della struttura si attiva quando l'input sismico raggiunge un'intensità sufficiente a generare la formazione di un cinematismo.

L'analisi cinematica lineare procede secondo i seguenti punti:

1. si sceglie un cinematismo e si descrive nei suoi termini parametrici;
2. si calcola il moltiplicatore di collasso e la corrispondente accelerazione di attivazione del meccanismo;
3. si esegue la verifica di sicurezza confrontando l'accelerazione al suolo PGA che attiva il cinematismo (capacità) con l'accelerazione relativa al sito della costruzione (domanda) (il confronto può essere condotto equivalentemente in termini di T_R); la verifica viene condotta in generale sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di danno (si osservi che per Normativa la verifica a stato limite di danno non è strettamente richiesta).

Accelerazione di attivazione del meccanismo

Nel seguito, si descrive l'impostazione tipica di un problema di analisi cinematica lineare; per fissare le idee, viene fatto riferimento al ribaltamento semplice di una parete monopiano rispetto ad un asse di rotazione posto alla base in corrispondenza dello spigolo esterno.

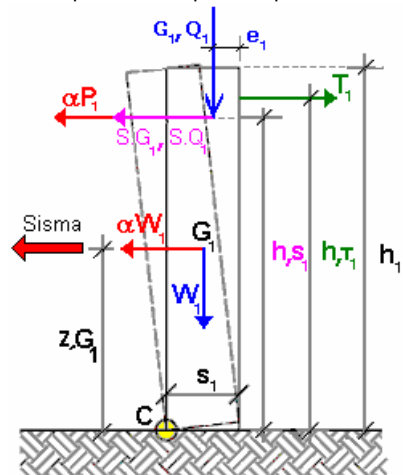


Fig. 1. Ribaltamento semplice di parete monopiano

Secondo la Normativa vigente (D.M. 14.1.2008, §3.2.4), i carichi da considerare in fase sismica sono i seguenti:

- Carico statico da solaio: $P_1 = G_1 + \psi_{21} \cdot Q_1$

- Spinta totale esercitata dal solaio (ad esempio, proveniente da una struttura voltata): $S_{tot} = S_{G1} + \psi_{21} \cdot S_{Q1}$

dove ψ_{21} = coeff. di combinazione quasi permanente ψ_2 per Q_1 (§2.5.3).

La parete è stabilizzata dal tirante capace di esercitare il tiro T_1 .

Il ribaltamento della parete avviene facendo cerniera alla base, sullo spigolo esterno (cerniera C in fig. 1; in tal caso per la posizione del polo di rotazione si suppone resistenza a compressione della muratura infinita. Più avanti sarà illustrata la possibilità di considerare un arretramento della cerniera, assumendo un valore finito per la resistenza a compressione). Il cinematismo viene quindi descritto dalla rotazione ϕ attorno alla cerniera C.

Si applica il Principio dei Lavori Virtuali (§C8A.4.1):

$$\alpha_0 \left(\sum_{i=1}^n P_i \delta_{x,i} + \sum_{j=n+1}^{n+m} P_j \delta_{x,j} \right) - \sum_{i=1}^n P_i \delta_{y,i} - \sum_{h=1}^o F_h \delta_h = L_{fi}$$

che nel caso in esame, diventa:

$$\alpha_0 (P_1 \cdot \varphi \cdot h_{S1} + W_1 \cdot \varphi \cdot Z_{G1}) + (S_{tot} \cdot \varphi \cdot h_{S1}) - [P_1 \cdot \varphi \cdot (s_1 - e_1) + W_1 \cdot \varphi \cdot s_1/2 + T_1 \cdot \varphi \cdot h_{T1}] = 0$$

Semplificando in φ e con le seguenti posizioni la formula può essere scritta in un modo alternativo:

$$\alpha_0 \cdot MR_1 + MR_2 - MS = 0$$

dove:

$MR_1 = (P_1 \cdot h_{S1} + W_1 \cdot Z_{G1})$ è il coefficiente moltiplicativo di α_0 ;

$MR_2 = S_{tot} \cdot h_{S1}$ è la parte del momento ribaltante dovuta alla spinta orizzontale, indipendente da α_0 ;

$MS = [P_1 \cdot (s_1 - e_1) + W_1 \cdot s_1/2 + T_1 \cdot h_{T1}]$ è il momento stabilizzante.

Il moltiplicatore di collasso pertanto è uguale a:

$$\alpha_0 = \{ [P_1 \cdot (s_1 - e_1) + W_1 \cdot s_1/2 + T_1 \cdot h_{T1}] - (S_{tot} \cdot h_{S1}) \} / (P_1 \cdot h_{S1} + W_1 \cdot Z_{G1})$$

Calcolato il moltiplicatore di collasso α_0 , si deve valutare il valore della massa partecipante al cinematiso, espressa da (§C8A.4.2.2):

$$M^* = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i} \right)^2}{g \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}^2}$$

che nel caso in esame diventa:

$$M^* = (P_1 \cdot \varphi \cdot h_{S1} + W_1 \cdot \varphi \cdot Z_{G1})^2 / g [(P_1 \cdot (\varphi \cdot h_{S1})^2 + W_1 \cdot (\varphi \cdot Z_{G1})^2]$$

L'accelerazione di attivazione del meccanismo (o accelerazione sismica spettrale) è espressa da (§C8A.4.4):

$$a_0^* = \frac{\alpha_0 \sum_{i=1}^{n+m} P_i}{M^* FC} = \frac{\alpha_0 g}{e^* FC}$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

$e^* = gM^* / \sum_{i=1}^{n+m} P_i$ è la frazione di massa partecipante della struttura.

Per l'esempio considerato: $e^* = gM^* / (P_1 + W_1)$.

FC è il fattore di confidenza; in questo caso, dove si prescinde dalla resistenza a compressione della muratura, FC deve essere comunque quello relativo al livello di conoscenza LC1: $FC = 1.35$ (§C8A.1.A.4 - §C8A.4.2.2).

Fino a questo punto non è stato utilizzato alcun dato sismico relativo al sito di ubicazione della struttura: il calcolo dell'accelerazione di attivazione del meccanismo non dipende dai dati sismici, ma soltanto dalla geometria e dai carichi applicati.

Capacità in termini di accelerazione. Indicatori di Rischio Sismico

Nel seguito, per fissare le idee, si fa riferimento allo Stato limite ultimo SLV.

Per considerare l'entità del sisma nel sito in esame, si deve fissare il periodo di riferimento per l'azione sismica V_R . Ad ogni località geografica individuata tramite le proprie coordinate poi sono univocamente collegate:

- la probabilità dell'evento sismico: $P_{VR,DLV}$ (%) (l'indice D indica la domanda, cioè la richiesta sismica secondo Normativa (D = domanda, LV = allo stato limite SLV);

- la domanda in termini di periodo di ritorno: $T_{R,DLV} = -V_R / (1 - \ln(1 - P_{VR}))$

- la domanda in termini di accelerazione al suolo: PGA_{DLV} ($\equiv a_g$ corrispondente a SLV nel caso di PGA definita come accelerazione su suolo rigido, oppure $a_g \cdot S$ nel caso che PGA tenga conto degli effetti di suolo).

L'accelerazione a_0^* di attivazione del cinematiso deve essere confrontata con quella richiesta nello Stato Limite di salvaguardia della vita SLV: a^* .

a^* deve essere calcolata in due possibili modi, considerando poi come valore di progetto quello massimo fra i due:

1) considerando il corpo rigido vincolato direttamente al terreno o con un corpo rigidamente collegato ad esso (a_1^*);

2) considerando il corpo rigido in questione collegato al terreno tramite corpi deformabili (a_2^*).

Pertanto: $a^* = \max \{ (a_1^*); (a_2^*) \}$

dove:

a_1^* è l'accelerazione spettrale richiesta allo stato limite SLV su sottostante corpo rigido:

$$a_1^* = a_g(P_{VR}) S / q$$

formulazione che si ricava immediatamente dallo spettro di progetto a SLV ponendo $T=0$ (§3.2.3.2.1, formule (3.2.4)). In pratica, $[a_g(P_{VR}) \cdot S]$ è

l'accelerazione al suolo che tiene conto delle caratteristiche del sito; la divisione per q è relativa allo spettro allo stato limite ultimo (§3.2.3.5).

a_2^* è l'accelerazione spettrale richiesta allo stato limite SLV su sottostante corpo deformabile:

$$a_2^* = S_e(T_1) \psi(Z) \gamma / q$$

dove:

T_1 = periodo fondamentale di vibrazione dell'intera costruzione nella direzione considerata (con riferimento alla fig. 1, si osservi che la direzione considerata è ortogonale alla parete). Se T_1 non è stato calcolato con un'analisi modale applicata alla struttura nel suo complesso, può essere definito in via semplificata tramite la relazione (7.3.5) (§7.3.3.2):

$T_1 = 0.05 H^{0.75}$ (§7.3.5.), dove H è l'altezza totale dell'edificio.

$S_e(T_1)$ = spettro elastico definito in §3.2.3.2.1 corrispondente a SLV; $S_e(T_1)$ è ovviamente proporzionale ad a_g in input per SLV;

$\psi(Z)$ = primo modo di vibrazione nella direzione considerata, posto pari a Z/H , essendo H l'altezza di tutto la costruzione rispetto alla fondazione (cioè l'altezza totale dell'edificio cui il corpo considerato appartiene) e Z la quota del baricentro delle linee di vincolo tra i blocchi interessati dal meccanismo ed il

resto della struttura (per la parete dell'esempio è la quota di base della parete stessa);

γ = coefficiente di partecipazione modale. Se non noto da analisi modale, γ è calcolabile in via semplificata con la relazione:

$\gamma = 3N/(2N+1)$ con N numero di piani della costruzione.

Nell'espressione di a^* : $a^* = \max \{(a_1^*); (a_2^*)\}$

con: $a_1^* = a_g(P_{VR}) S / q$,

$a_2^* = S_e(T_1) \psi(Z) \gamma / q$

dove $S_e(T_1)$ contiene il termine in $a_g(P_{VR})$,

è direttamente identificabile la componente $a_g(P_{VR})$. E' quindi immediatamente comprensibile come, uguagliando l'accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* all'espressione dell'accelerazione richiesta a^* , resti determinato univocamente un valore di a_g : è questa la capacità in termini di accelerazione dell'elemento strutturale nei confronti del cinematicismo: PGA_{CLV} (C = capacità, LV = allo stato limite SLV). Un valore maggiore dell'accelerazione al suolo, quindi, innesca il meccanismo di collasso.

L'equazione $a_0^*=a^*$ che fornisce PGA_{CLV} è di tipo non lineare. Infatti, sia a_g sia i parametri di spettro F_0 e T_C^* sono tabulati in funzione del periodo di ritorno, nel reticolo sismico fornito dal D.M. 14.1.2008. Da essi dipendono inoltre i valori dei parametri S , T_C , T_B , T_D .

Pertanto, l'unico modo esatto con cui procedere per determinare PGA_{CLV} è seguire una procedura iterativa, fondata sul periodo di ritorno T_R . Applicando il metodo di bisezione, ad ogni passo T_R viene fatto variare fra i valori ammissibili, compresi fra 1 e 2475 anni (per quanto riguarda $T_R < 30$ anni, cfr. oltre: Osservazioni integrative); a T_R corrispondono univocamente i valori degli altri parametri, e si controlla se l'equazione $a_0^*=a^*$ è soddisfatta: quando ciò accade, la a_g corrispondente è la PGA_{CLV} cercata. A PGA_{CLV} corrispondono il periodo di ritorno TR_{CLV} e la probabilità PVR_{CLV} .

La capacità PGA_{CLV} viene confrontata con l'accelerazione in input sismica al suolo relativa al sito in esame PGA_{DLV} , definendo il coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo, denominato 'Indicatore di Rischio Sismico' IRS in termini di PGA:

$IRS_{PGA} = PGA_{CLV} / PGA_{DLV}$

Si osservi che a questo punto è possibile definire l'Indicatore di Rischio Sismico anche in termini di TR (IRS_{TR}) come rapporto tra TR_{CLV} e TR_{DLV} . Poiché il legame tra TR e PGA, pur biunivoco, non è lineare, il valore di IRS_{TR} non coincide col valore di IRS_{PGA} (però sono entrambi >1 o <1 , e quando uno dei due IRS vale esattamente 1.000, anche l'altro vale 1.000).

Osservazioni integrative

- Intervallo di calcolo per TR.

Il D.M. 14.1.2008 definisce un periodo di ritorno compreso tra 30 e 2475 anni. Se dal calcolo risulta una capacità in termini di TR superiore a 2475 anni, si pone $TR=2475$ come limite superiore. Per quanto riguarda il limite inferiore, è possibile considerare valori di TR minori di 30 anni con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIS (Unità di Ricerca CNR-ITC): viene adottata un'extrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard $ag(30)$, $ag(50)$ e $ag(75)$, effettuata con la funzione di potenza: $ag(TR)=k \cdot TR^a$. L'intervallo di calcolo di TR è quindi [1,2475].

- Definizione di PGA.

PGA può essere intesa come accelerazione di picco al suolo su roccia (σ : su suolo rigido), oppure come accelerazione di picco al suolo tenendo conto degli effetti di sito.

La scelta di questa opzione determina il valore di PGA_{DLV} e PGA_{CLV} : nel caso si tenga conto degli effetti di sito, la PGA su roccia viene moltiplicata per il fattore di suolo S (§3.2.3.2.1), pari al prodotto di S_S (coefficiente di amplificazione stratigrafica) per S_T (coefficiente di amplificazione topografica). Poiché il coefficiente S_S è legato ai parametri di spettro (dipende da a_g e F_0), PGA_{CLV} conterrà S_S corrispondente al periodo TR_{CLV} , che in generale sarà distinto dal valore S_S corrispondente alla domanda (a_g in input): pertanto, l'Indicatore di Rischio Sismico IRS_{PGA} può assumere valori leggermente diversi, considerando o meno gli effetti di suolo nella definizione di PGA.

Nessuna variazione corrispondente si ha invece per l'Indicatore di Rischio Sismico IRS_{TR} in termini di periodo di ritorno.

Nel caso della microzonazione sismica, S_S viene considerato invariato per i diversi stati limite, ossia per i diversi periodi di ritorno: ne consegue che IRS_{PGA} non varia considerando o meno in PGA gli effetti di sito.

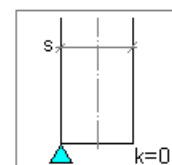
Resistenza a compressione: posizione della cerniera di ribaltamento

L'Analisi Cinematica prescinde normalmente dai parametri di elasticità e di resistenza; è comunque possibile considerare la resistenza a compressione della muratura, al fine di stimare in modo più accurato la modalità di formazione della cerniera alla base della parete soggetta a ribaltamento. La Normativa Italiana esprime chiaramente questa possibilità in §C8A.4.2.2.

Per la posizione della cerniera di ribaltamento (=polo di rotazione della parete), è possibile utilizzare una delle convenzioni riportate nella figura seguente:

Resistenza a Compressione infinita

Il comportamento del corpo rigido prescinde dalla resistenza a compressione, che può considerarsi infinita (modello alla Heyman)



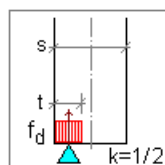
1
Spigolo esterno

Prescindendo dalla resistenza a compressione, il livello di conoscenza è necessariamente LC1 (§C8A.4.2.2) e quindi $F_C=1.35$

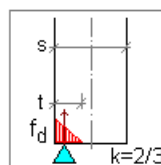
Con questa posizione del Polo, nei Dati in input, la resistenza a compressione della muratura viene ignorata (è quindi possibile non specificarne alcun valore)

Resistenza a Compressione finita

Si distinguono le seguenti ipotesi: distribuzione di pressione uniforme o lineare (triangolare), e posizione della cerniera (polo di rotazione) nel limite della zona reagente o nel baricentro delle tensioni (in corrispondenza della risultante)



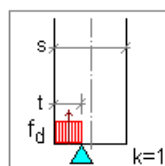
2
Distribuzione uniforme, polo di rotazione nel baricentro delle tensioni



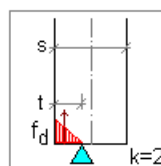
Resistenza di calcolo:
$$f_d = \frac{f_m}{F_C \gamma_M}$$

$$\gamma_M = 2$$

4
Distribuzione lineare, polo di rotazione nel baricentro delle tensioni



3
Distribuzione uniforme, polo di rotazione nel limite della zona reagente



5
Distribuzione lineare, polo di rotazione nel limite della zona reagente

Fig. 2. Posizione della cerniera di ribaltamento

dove:

x_C = arretramento della cerniera rispetto alla posizione dell'asse di rotazione. Ad esempio, nel caso di una parete sottoposta a ribaltamento semplice con asse di rotazione in corrispondenza dello spigolo esterno, l'arretramento è la distanza della cerniera dallo spigolo esterno;
 N = carico verticale in corrispondenza della sezione della parete dove è posizionato l'asse di rotazione;
 a = dimensione della linea di ribaltamento. Ad esempio, nel caso di una parete sottoposta a ribaltamento semplice 'a' è la larghezza della base della parete;
 k = coefficiente che assume un valore compreso fra 0 e 2 in funzione del tipo di polo di rotazione scelto.
In alternativa, è possibile definire per x_C un valore personalizzato, utile ad esempio per limitare l'arretramento stesso in casi in cui il calcolo automatico propone una posizione della cerniera troppo distante rispetto allo spigolo della parete.

Bibliografia di riferimento

Oltre alla normativa nazionale (cfr. in particolare: Circolare n.617, 2.2.2009 §C8.A.4) e regionale, si segnalano i seguenti testi di riferimento:

- [1] A. Giuffrè, *Lecture sulla meccanica delle murature storiche*, Roma, 1990.
[2] A. Giuffrè (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia*, Laterza.
[3] G.Cangi, M. Caraboni, A. De Maria, *Analisi strutturale per il recupero antisismico*, DEI - Tipografia del Genio Civile, Roma, 2010.
[4] A. Borri (Direttore scientifico), C. Donà, A. De Maria (a cura di), *Manuale delle Murature Storiche*, DEI - Tipografia del Genio Civile, Roma, 2011.

2. ANALISI CINEMATICA LINEARE

Azione Sismica

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50
Classe d'uso: IV
Coefficiente d'uso CU = 2
Periodo di riferimento per l'azione sismica VR=VN*CU (anni) = 100

Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 16.108253
- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 38.67411
Tipo di interpolazione: media ponderata ([3] in All.a)

Valori dei parametri ag, 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	0.067	2.300	0.280
50	0.091	2.269	0.301
72	0.109	2.280	0.311
101	0.130	2.306	0.320
140	0.153	2.340	0.330
201	0.181	2.360	0.340
475	0.266	2.420	0.367
975	0.358	2.467	0.390
2475	0.508	2.507	0.440

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

ag(TR) = K * TR^α, dove:
K = 0.010445980, α = 0.549987150

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

ag(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*	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)
SLO	60	0.186	2.465	0.306	1.000	0.123	0.368	3.016
SLD	101	0.341	2.465	0.320	1.000	0.123	0.368	3.016
SLV	949	0.820	2.465	0.389	1.000	0.123	0.368	3.016
SLC	1950	1.245	2.465	0.427	1.000	0.123	0.368	3.016

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 (analogia ad: ag*S, dove: S=SS*ST)

Componenti:

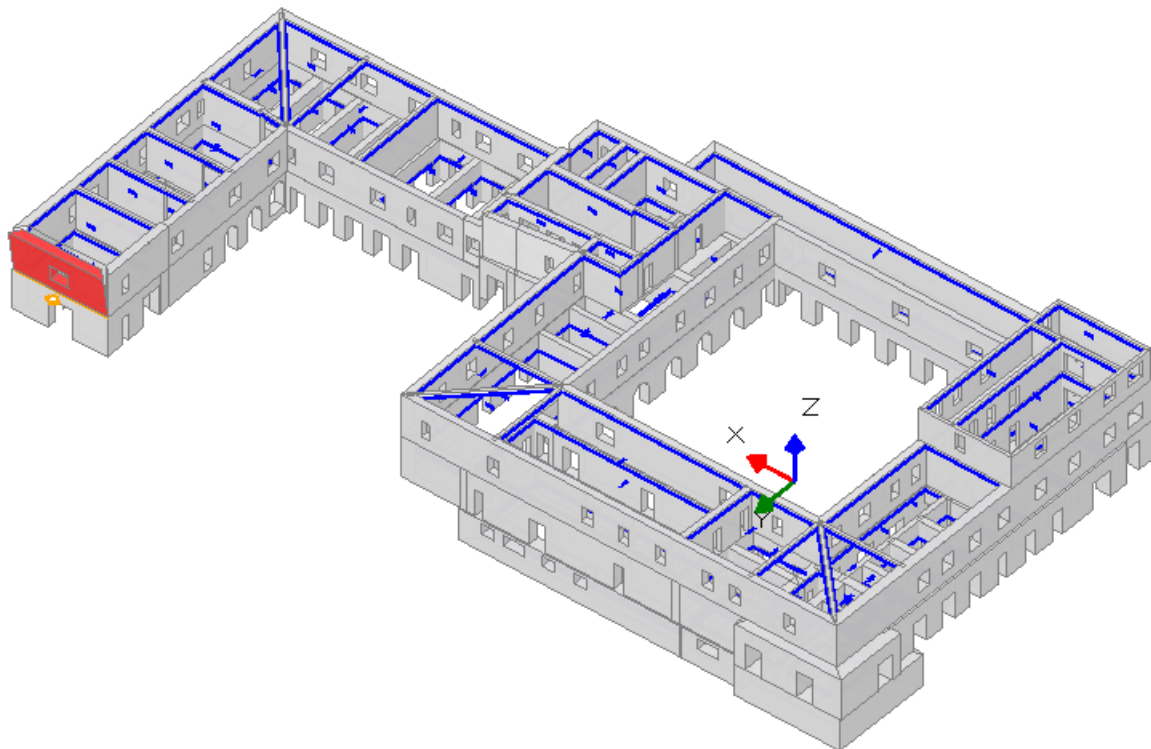
Spettro di risposta (componente orizzontale):

SLE: Smorzamento viscoso (ξ) (%) = 5
 $\eta = [10 / (5 + \xi)] = 1$
SLU: Fattore di Comportamento q per Analisi Cinematica = 2.0 [§C8A.4.2.3]

3. 1) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
24.030	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
55.680	23.055	5.700	46.772	22.869	5.700	0.000	0.500	0.00	0.439	8.910

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	51.250	22.576	7.721	0.00	0.00	-456.58	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	51.267	22.163	9.440	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00	-0.55	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2

1	0.00	0.00	-456.58	-9.49	456.48	-0.042	2.021	0.327	-149.169	922.723
2	0.00	0.00	-0.93	-0.02	0.93	-0.078	3.740	0.740	-0.690	3.487

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2*Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.162	46585	0.999	0.162

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.162	22	11	0.475	0.218

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.324	143	8	0.395	0.151

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

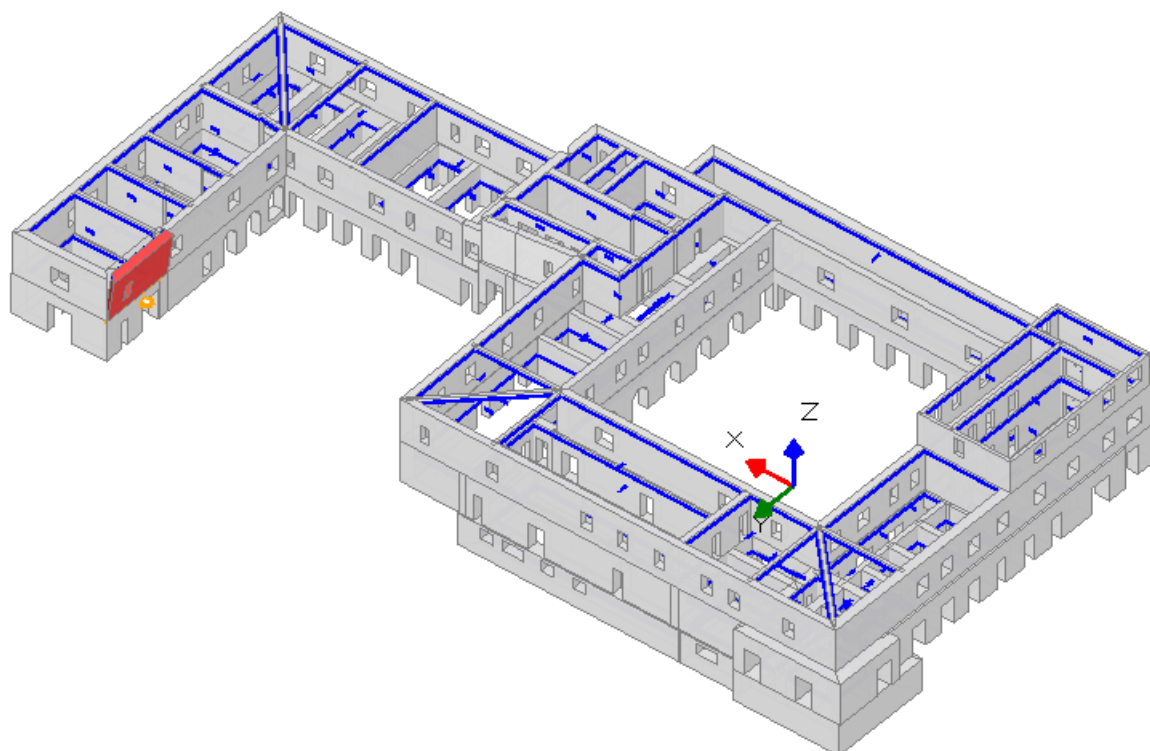
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

4. 2) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
20.746	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
46.867	22.869	5.700	46.921	15.706	5.700	0.000	0.500	0.00	0.439	7.164

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	47.244	19.027	7.711	0.00	0.00	-394.17	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	46.872	18.048	9.700	11.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	47.716	15.930	9.440	0.00	0.00	-2.55	0.00	0.00	-1.50	0.00
4	da solaio	47.631	15.720	9.440	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00
5	da solaio	47.647	19.262	9.440	0.00	0.00	-34.41	0.00	0.00	-20.24	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi^2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi 2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-394.17	-394.16	-2.97	-2.011	-0.015	0.278	-109.667	792.674
2	11.33	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.000	-0.030	-0.102	-45.318	0.000
3	0.00	0.00	-2.55	-2.55	-0.02	-3.740	-0.028	0.727	-1.852	9.533
4	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.00	-3.740	-0.028	0.639	-0.015	0.086
5	0.00	0.00	-34.41	-34.41	-0.26	-3.740	-0.028	0.683	-23.485	128.699

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi 2*Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.194	41860	0.952	0.203

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.203	35	17	0.595	0.347

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.406	226	12	0.495	0.238

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

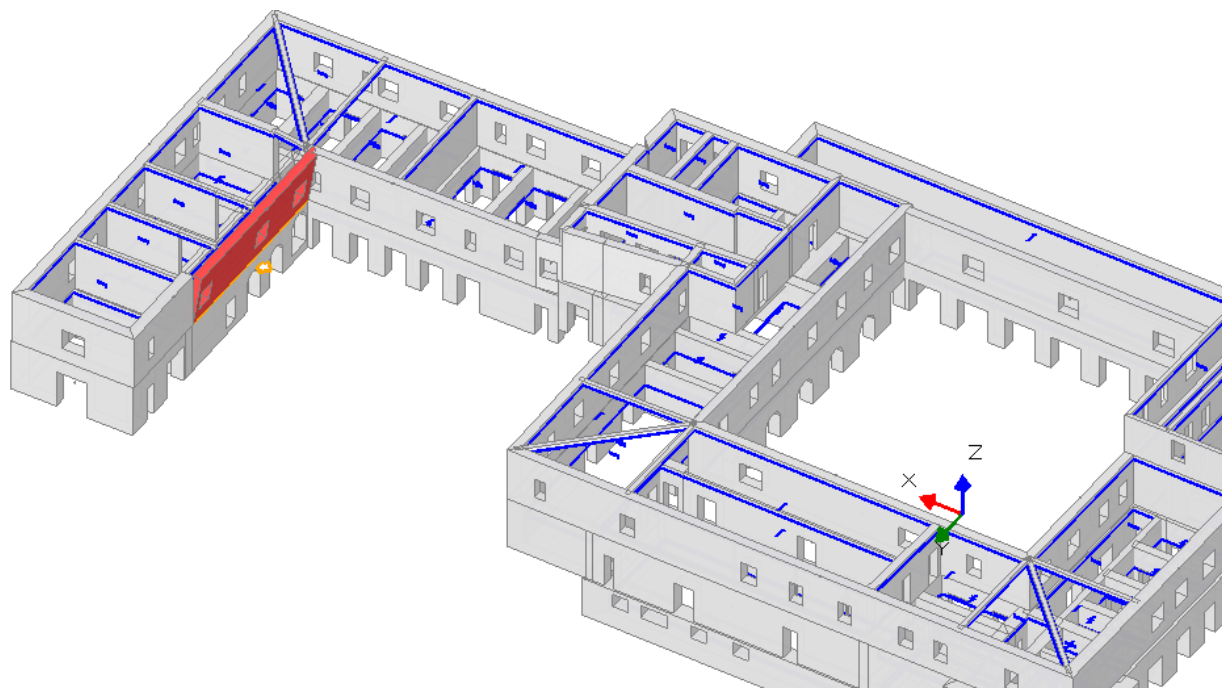
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

5. 3) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
32.114	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
 γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)	Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a		
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)	(kN)	(N/mm ²)	(m)	
46.921	15.706	5.700	47.214	1.605	5.700	0.000	0.500	0.00	0.439	14.104

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ_2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	47.383	8.533	7.728	0.00	0.00	-610.16	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	47.087	7.723	9.700	24.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	47.773	4.561	9.440	0.00	0.00	-38.04	0.00	0.00	-22.38	0.00
4	da solaio	47.657	10.104	9.440	0.00	0.00	-26.06	0.00	0.00	-15.33	0.00
5	da solaio	47.574	14.108	9.440	0.00	0.00	-19.74	0.00	0.00	-11.61	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
 ψ_2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ_2
(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)				Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2	
1	0.00	0.00	-610.16	-610.03	-12.69	-2.028	-0.042	0.255	-155.831	1237.643	
2	24.37	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.999	-0.083	-0.058	-97.458	0.000	
3	0.00	0.00	-38.04	-38.03	-0.79	-3.739	-0.078	0.562	-21.382	142.291	
4	0.00	0.00	-26.06	-26.05	-0.54	-3.739	-0.078	0.562	-14.646	97.464	

5	0.00	0.00	-19.74	-19.73	-0.41	-3.739	-0.078	0.562	-11.093	73.818
---	------	------	--------	--------	-------	--------	--------	-------	---------	--------

n. = numero consecutivo del carico
PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ
EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico
 $\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)
L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$
L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.194	66618	0.941	0.206

 $\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso
M* = massa partecipante (C8A.4.3)
e* = frazione di massa partecipante
a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.206	36	18	0.604	0.356

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD
TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD
VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD
PGA,CLD / PGA,DLD = ζ,E,SLD,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
TR,CLD / TR,DLD = ζ,E,SLD,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

SLV: Verifiche di sicurezza

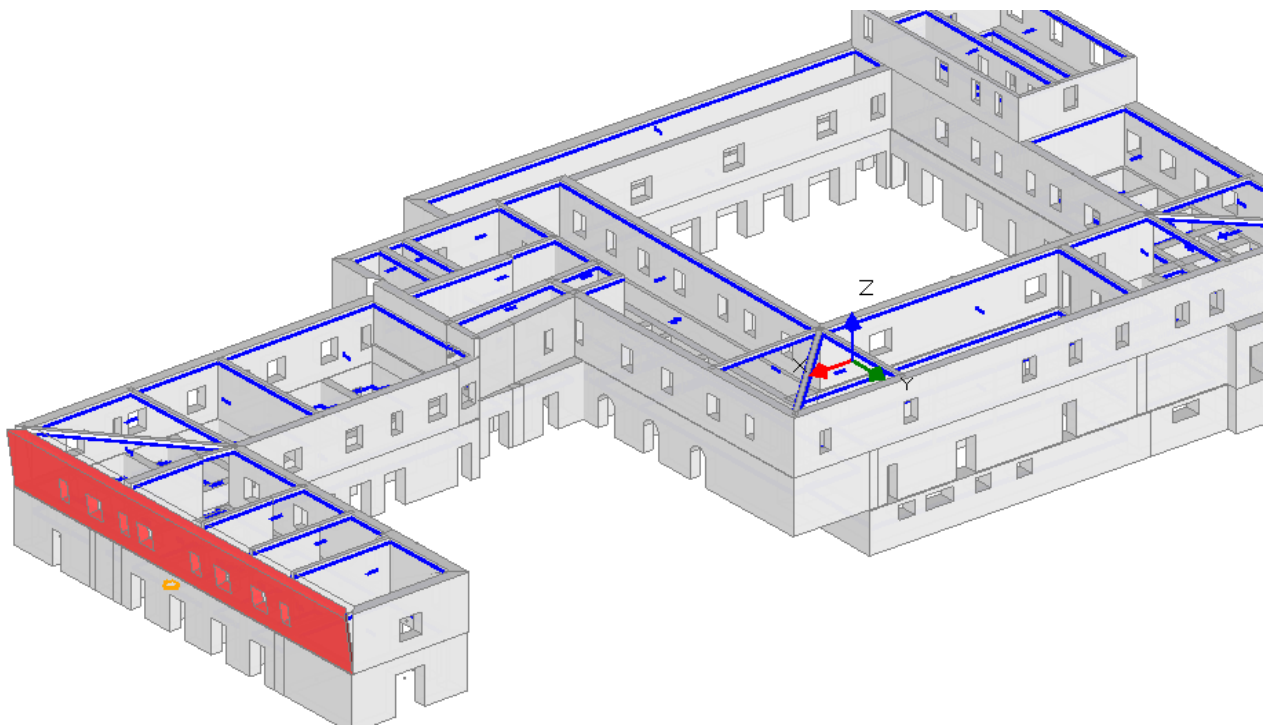
a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.412	233	12	0.502	0.246

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV
TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV
VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
TR,CLV / TR,DLV = ζ,E,SLV,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

6. 4) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
83.886	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
 γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)	Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a		
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)	(kN)	(N/mm ²)	(m)	
56.344	-8.866	5.700	55.680	23.055	5.700	0.000	0.500	0.00	0.439	31.927

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ_2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	55.640	7.119	7.728	0.00	0.00	-1593.83	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	56.029	6.288	9.700	-54.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	55.481	-3.471	9.440	0.00	0.00	-0.60	0.00	0.00	-0.35	0.00
4	da solaio	55.313	4.604	9.440	0.00	0.00	-39.03	0.00	0.00	-22.96	0.00
5	da solaio	55.196	10.244	9.440	0.00	0.00	-26.26	0.00	0.00	-15.45	0.00
6	da solaio	55.108	14.473	9.440	0.00	0.00	-22.28	0.00	0.00	-13.11	0.00
7	da solaio	55.005	19.415	9.440	0.00	0.00	-34.41	0.00	0.00	-20.24	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
 ψ_2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ_2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1593.83	1593.49	33.14	2.028	0.042	0.309	-492.914	3233.340

2	-54.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.999	0.083	-0.063	-215.952	0.000
3	0.00	0.00	-0.60	0.60	0.01	3.740	0.078	0.687	-0.412	2.244
4	0.00	0.00	-39.03	39.02	0.81	3.740	0.078	0.687	-26.807	145.977
5	0.00	0.00	-26.26	26.26	0.55	3.740	0.078	0.687	-18.038	98.228
6	0.00	0.00	-22.28	22.28	0.46	3.740	0.078	0.687	-15.307	83.352
7	0.00	0.00	-34.41	34.40	0.71	3.740	0.078	0.687	-23.634	128.699

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)

0.215	167971	0.960	0.224

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD

0.341	0.000	0.341	0.224	43	21	0.657	0.426

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV

0.410	0.000	0.410	0.448	276	15	0.546	0.291

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

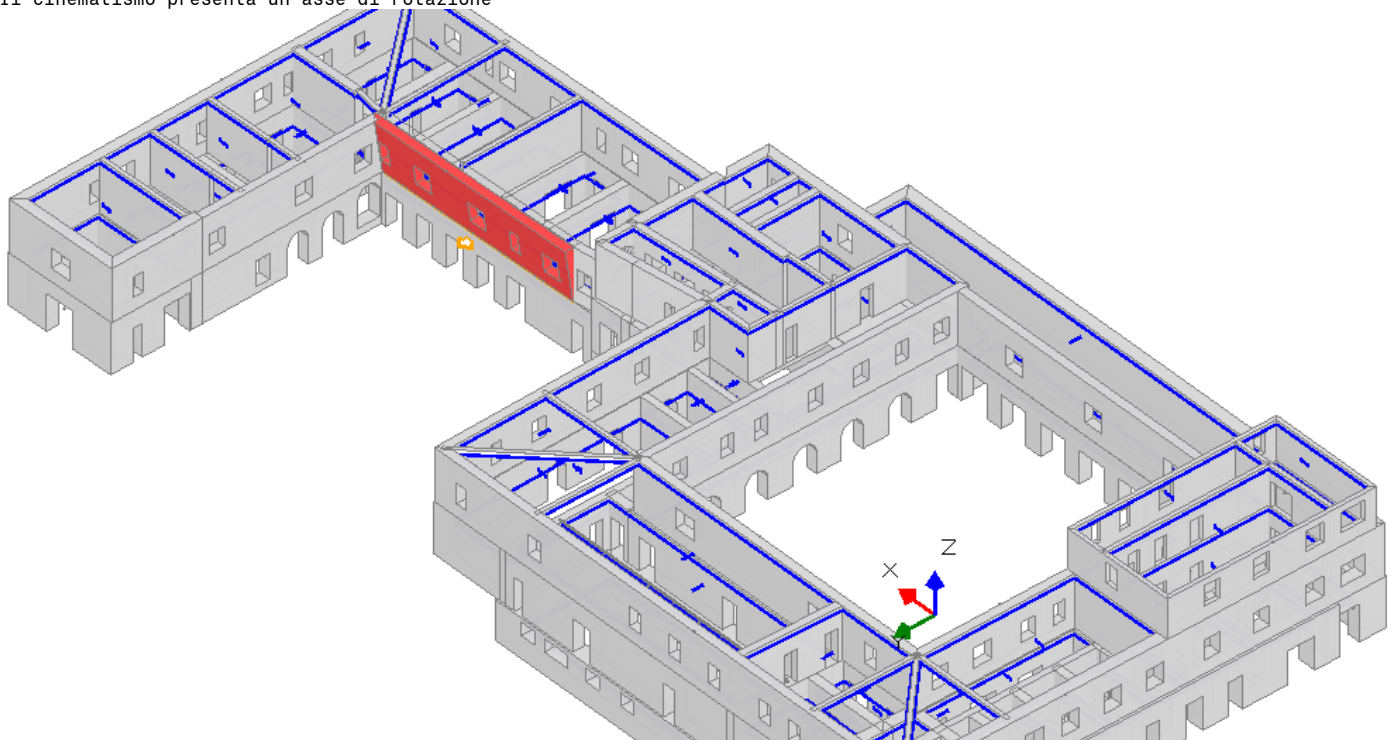
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

7. 5) Cinematismo

Ribalramento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
36.640	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
 γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
47.214	1.605	5.700	30.671	1.261	5.700	0.000	0.500	0.00	0.439	16.547

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ_2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	39.128	1.124	7.735	0.00	0.00	-696.16	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	41.075	1.477	9.700	0.00	-28.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	35.816	0.748	9.440	0.00	0.00	-78.12	0.00	0.00	-45.96	0.00
4	da solaio	44.278	0.924	9.440	0.00	0.00	-47.19	0.00	0.00	-27.76	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
 ψ_2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ_2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-696.16	-14.48	696.01	-0.042	2.035	0.255	-177.234	1416.933
2	0.00	-28.58	0.00	0.00	0.00	-0.083	3.999	-0.059	-114.294	0.000
3	0.00	0.00	-78.12	-1.62	78.11	-0.078	3.739	0.562	-43.872	292.207

4	0.00	0.00	-47.19	-0.98	47.18	-0.078	3.739	0.562	-26.502	176.519
---	------	------	--------	-------	-------	--------	-------	-------	---------	---------

n. = numero consecutivo del carico
PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ
EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico
 $\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)
L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Yi] + \sum(1, \dots, o) [Fh * \delta h]$
L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Xi] + \sum(n+1, \dots, n+m) [Pj * \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.192	78191	0.933	0.206

 $\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso
M* = massa partecipante (C8A.4.3)
e* = frazione di massa partecipante
a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.206	36	18	0.604	0.356

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD
TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD
VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD
PGA,CLD / PGA,DLD = ζ, E, SLD, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
TR,CLD / TR,DLD = ζ, E, SLD, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

SLV: Verifiche di sicurezza

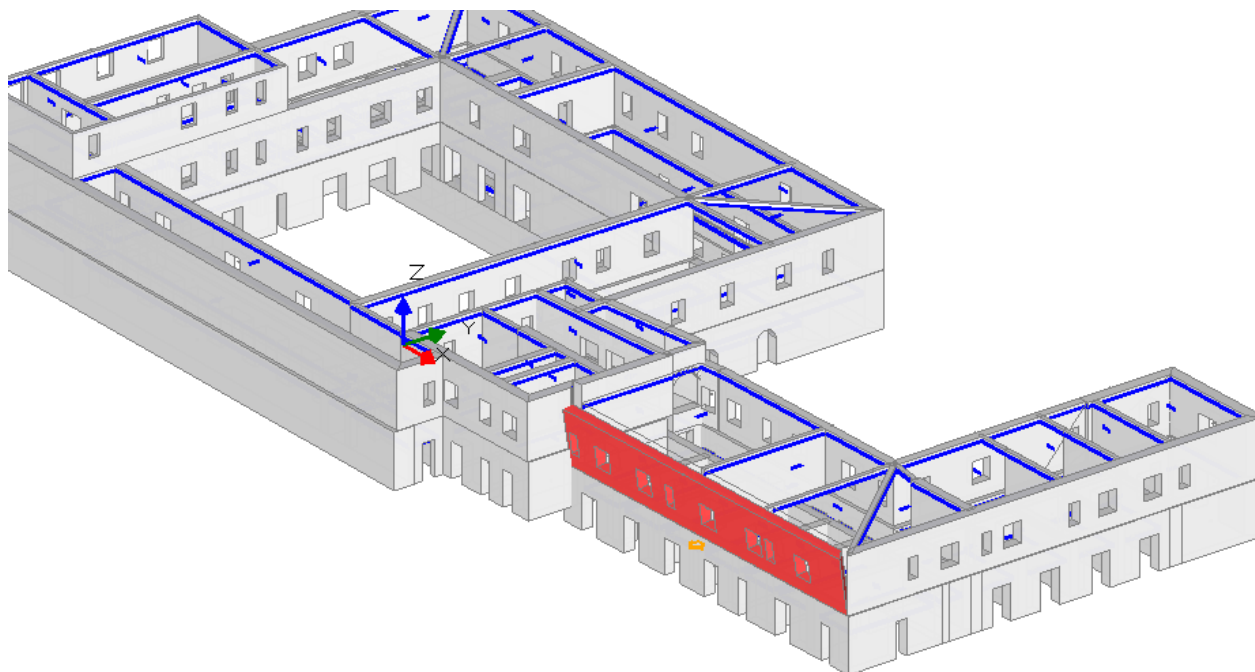
a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.412	233	12	0.502	0.246

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV
TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV
VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

8. 6) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V (m ³)	H (m)	Z (m)	T1 (sec)	γ	FC	SLD
70.819	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
29.335	-9.427	5.700	56.344	-8.866	5.700	0.000	0.500	0.00	0.439	27.015

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	42.558	-8.777	7.736	0.00	0.00	-1345.55	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	41.022	-9.184	9.700	0.00	0.00	0.00	0.00	47.00	0.00	0.30
3	da solaio	35.238	-8.554	9.440	0.00	0.00	-90.07	0.00	0.00	-52.99	0.00
4	da solaio	44.548	-8.361	9.440	0.00	0.00	-48.34	0.00	0.00	-28.43	0.00
5	da solaio	51.787	-8.210	9.440	0.00	0.00	-0.50	0.00	0.00	-0.29	0.00
6	da solaio	28.623	-8.691	10.640	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1345.55	27.93	-1345.26	0.042	-2.036	0.311	-418.930	2739.808
2	0.00	14.10	0.00	0.00	0.00	0.083	-3.999	-0.065	-56.387	0.000

3	0.00	0.00	-90.07	1.87	-90.06	0.078	-3.740	0.685	-61.745	336.911
4	0.00	0.00	-48.34	1.00	-48.33	0.078	-3.740	0.686	-33.136	180.801
5	0.00	0.00	-0.50	0.01	-0.50	0.078	-3.740	0.686	-0.340	1.856
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.103	-4.939	0.685	-0.002	0.016

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Yi] + \sum(1, \dots, o) [Fh * \delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Xi] + \sum(n+1, \dots, n+m) [Pj * \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)

0.175	144015	0.951	0.184

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD

0.341	0.000	0.341	0.184	29	14	0.540	0.287

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV

0.410	0.000	0.410	0.368	185	10	0.449	0.195

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

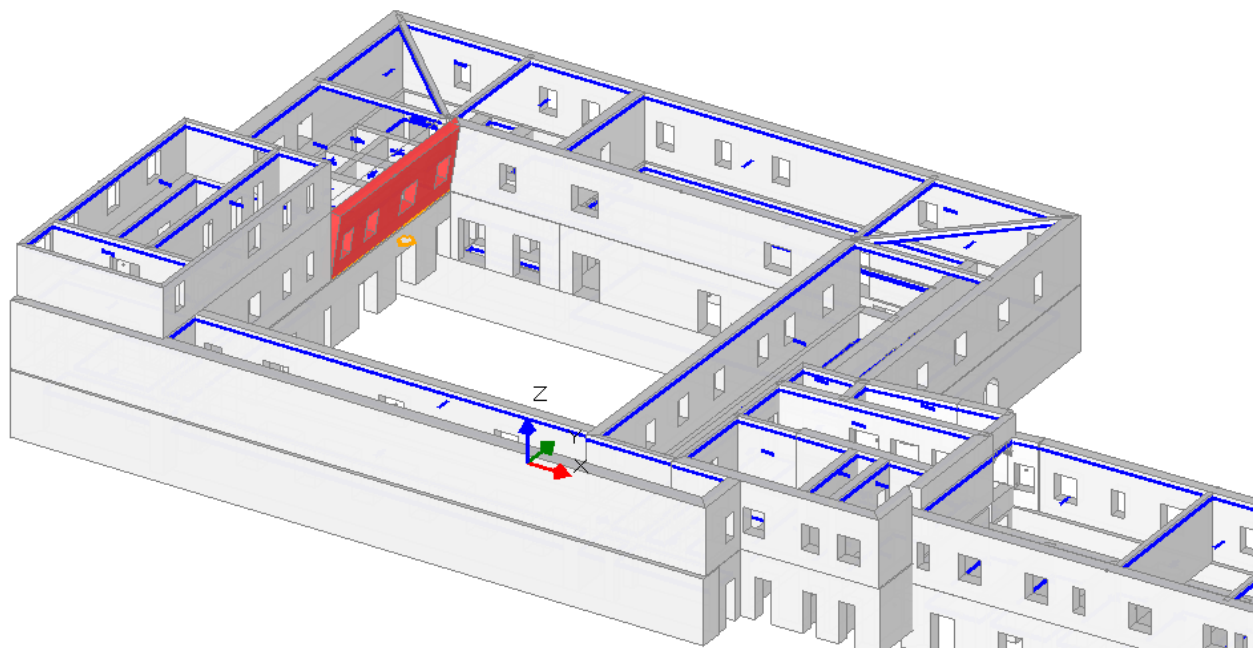
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

9. 7) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
26.359	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
 γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
-12.226	0.430	6.900	-12.226	11.965	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	11.535

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ_2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-12.551	6.370	8.943	0.00	0.00	-500.83	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	-12.226	5.650	10.900	-22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	-12.876	6.290	10.640	0.00	0.00	-85.96	0.00	0.00	-42.98	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
 ψ_2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ_2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-500.83	500.83	0.00	2.043	0.000	0.266	-133.390	1023.075
2	-22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.000	0.000	-0.060	-87.999	0.000
3	0.00	0.00	-85.96	85.96	0.00	3.740	0.000	0.590	-50.729	321.506

n. = numero consecutivo del carico
PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi_2*Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico
 $\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
 (angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)
 L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum_{i=1, \dots, n} [Pi^* \delta Yi] + \sum_{i=1, \dots, o} [Fh^* \delta hi]$
 L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2 = \sum_{i=1, \dots, n} [Pi^* \delta Xi] + \sum_{i=n+1, \dots, n+m} [Pj^* \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M* (kgm)	e*	a0*
0.202	55993	0.936	0.216

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso
 M* = massa partecipante (C8A.4.3)
 e* = frazione di massa partecipante
 a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1* (g)	a2* (g)	a* (g)	PGA CLD	TR CLD	VN CLD	PGA,CLD /PGA,DLD	TR,CLD /TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.216	40	20	0.633	0.396

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
 a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
 PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD
 TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD
 VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD
 PGA,CLD / PGA,DLD = ζ, E, SLD, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
 TR,CLD / TR,DLD = ζ, E, SLD, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

SLV: Verifiche di sicurezza

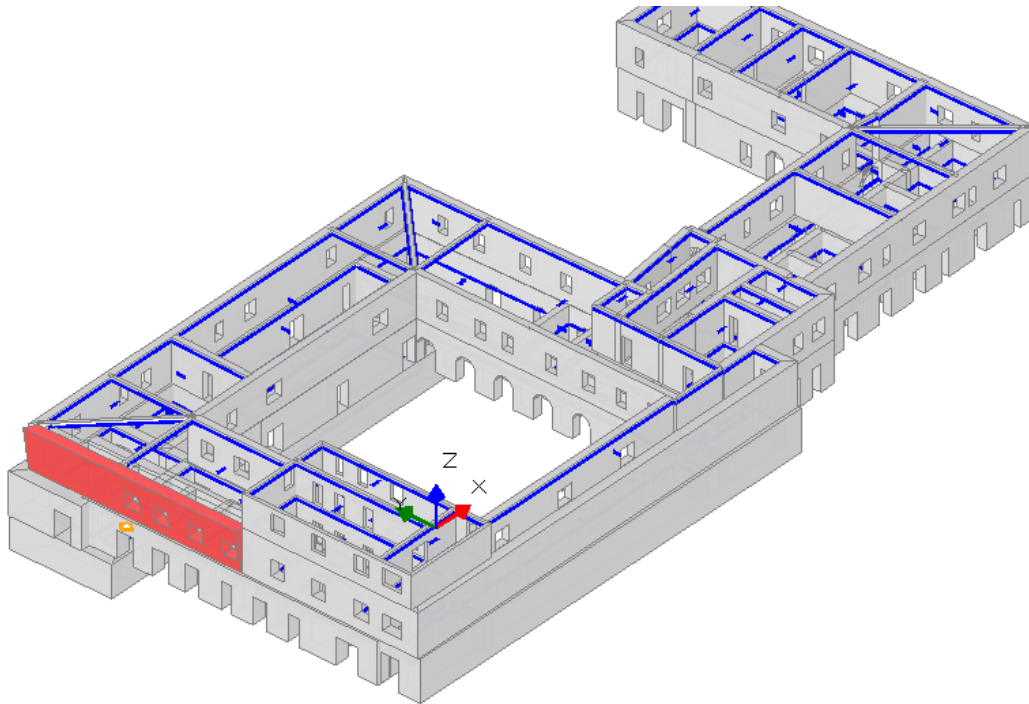
a1* (g)	a2* (g)	a* (g)	PGA CLV	TR CLV	VN CLV	PGA,CLV /PGA,DLV	TR,CLV /TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.432	257	14	0.527	0.271

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
 a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
 PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV
 TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV
 VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV
 PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
 TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

10. 8) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
64.670	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
-21.110	20.745	6.900	-21.110	0.430	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	20.315

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-20.658	10.887	8.928	0.00	0.00	-1228.74	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	-21.110	8.587	10.900	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	generico	-21.110	8.266	10.900	0.00	0.00	0.00	22.00	0.00	0.00	0.30
4	da solaio	-20.210	6.290	10.640	0.00	0.00	-85.96	0.00	0.00	-42.98	0.00
5	da solaio	-20.210	16.099	10.640	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1228.74	-1228.74	0.00	-2.028	0.000	0.377	-463.160	2492.125
2	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.000	0.000	-0.076	-159.998	0.000
3	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.000	0.000	-0.076	-26.400	0.000

4	0.00	0.00	-85.96	-85.96	0.00	-3.740	0.000	0.824	-70.862	321.516
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.740	0.000	0.824	0.000	0.000

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2*Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.256	129016	0.962	0.266

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.266	61	30	0.780	0.604

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.532	392	21	0.649	0.413

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

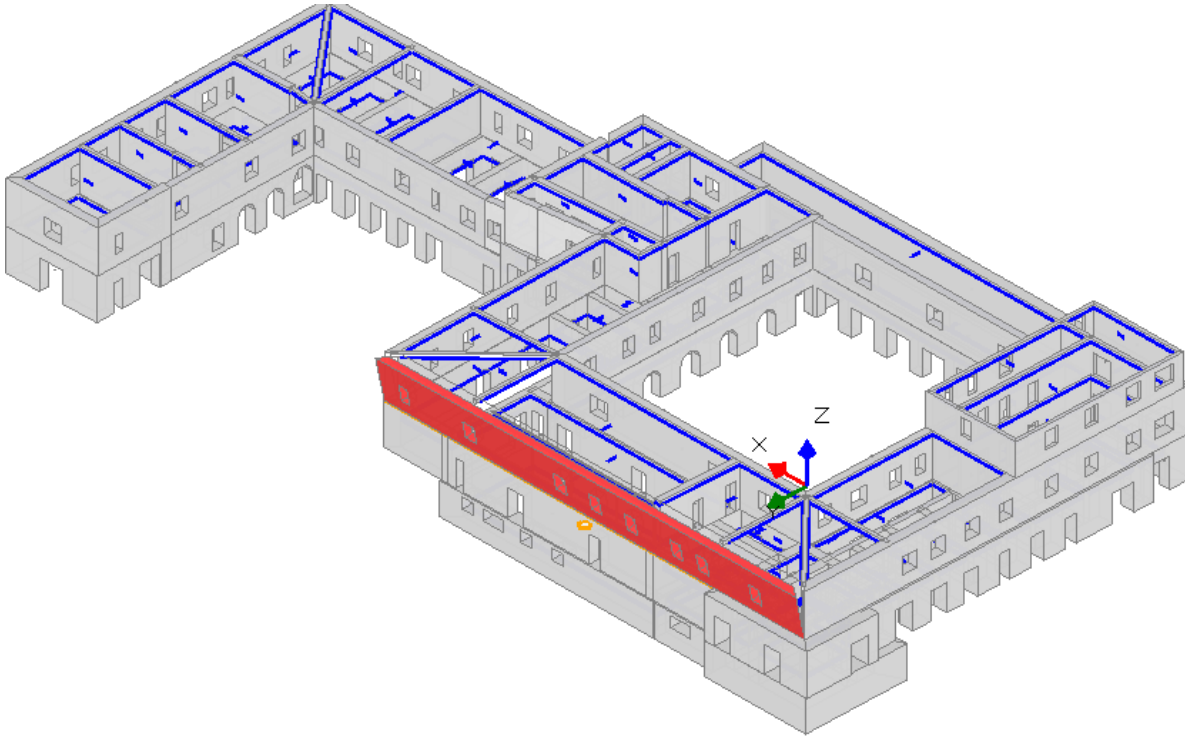
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

11. 9) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
101.610	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
20.616	20.745	6.900	-21.110	20.745	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	41.726

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-0.114	20.416	8.920	0.00	0.00	-1930.59	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	-2.485	20.745	10.900	0.00	0.00	0.00	0.00	-84.00	0.00	0.30
3	da solaio	-9.232	20.075	10.640	0.00	0.00	-46.32	0.00	0.00	-23.16	0.00
4	da solaio	2.889	20.075	10.640	0.00	0.00	-128.50	0.00	0.00	-64.25	0.00
5	da solaio	-16.407	20.075	10.640	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	da solaio	15.917	20.075	10.640	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi^2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi^2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1930.59	0.00	1930.59	0.000	2.020	0.271	-522.952	3899.639

2	0.00	-25.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.000	-0.060	-100.799	0.000
3	0.00	0.00	-46.32	0.00	46.32	0.000	3.740	0.611	-28.285	173.253
4	0.00	0.00	-128.50	0.00	128.50	0.000	3.740	0.611	-78.468	480.642
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	3.740	0.611	0.000	0.000
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	3.740	0.611	0.000	0.000

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2*Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.160	204825	0.954	0.168

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.168	24	12	0.493	0.238

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.336	154	8	0.410	0.162

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

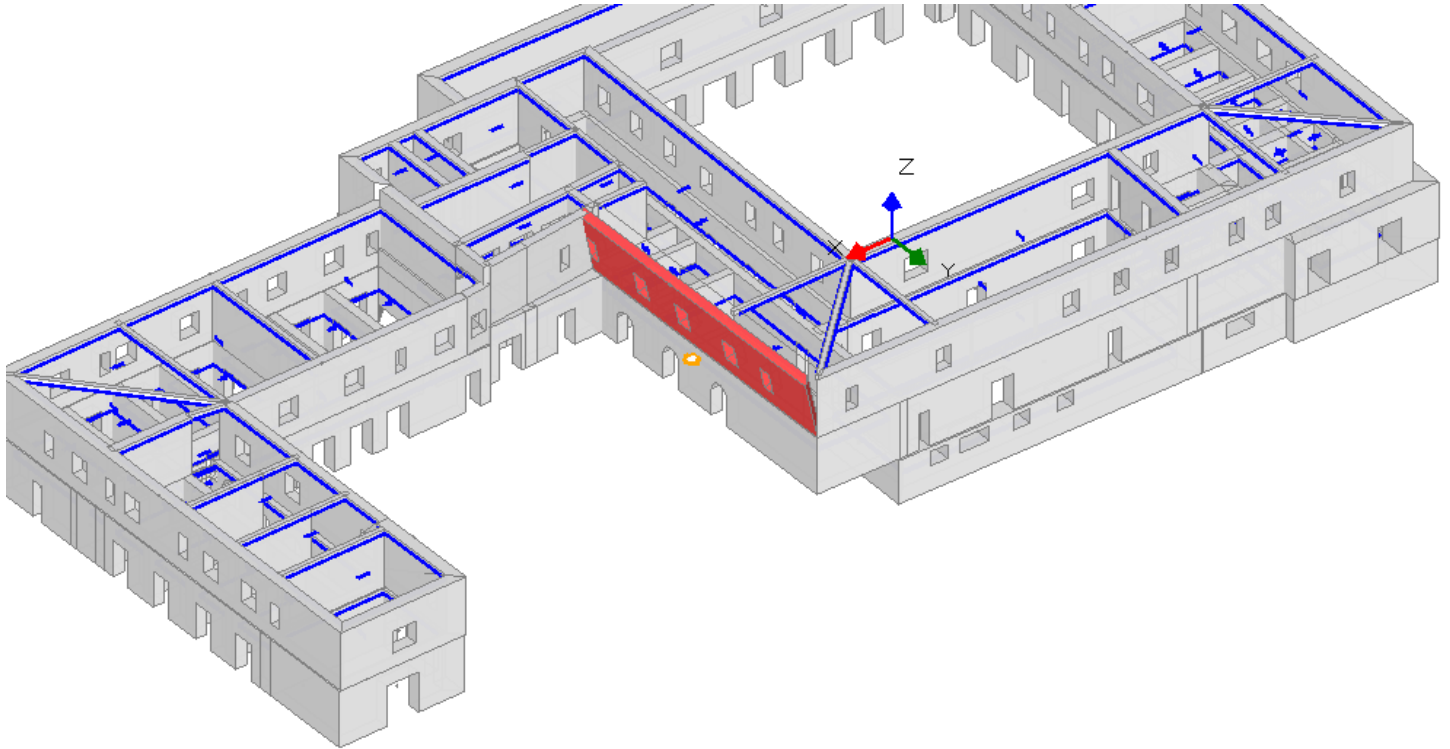
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

12. 10) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
49.156	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
 γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
20.995	0.048	6.900	20.565	20.745	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	20.701

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ_2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	20.460	10.164	8.924	0.00	0.00	-933.96	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	20.825	8.240	10.900	-42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	20.221	6.023	10.640	0.00	0.00	-78.97	0.00	0.00	-39.49	0.00
4	da solaio	20.008	16.248	10.640	0.00	0.00	-0.55	0.00	0.00	-0.28	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
 ψ_2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ_2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-933.96	933.76	19.42	2.023	0.042	0.268	-250.519	1890.284
2	-42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.999	0.083	-0.058	-167.962	0.000

3	0.00	0.00	-78.97	78.96	1.64	3.739	0.078	0.592	-46.778	295.378
4	0.00	0.00	-0.55	0.55	0.01	3.739	0.078	0.592	-0.327	2.065

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum(1, \dots, n) [Pi^* \delta Yi] + \sum(1, \dots, o) [Fh^* \delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2 = \sum(1, \dots, n) [Pi^* \delta Xi] + \sum(n+1, \dots, n+m) [Pj^* \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.213	98829	0.956	0.223

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.223	42	21	0.654	0.416

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.446	274	14	0.544	0.289

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

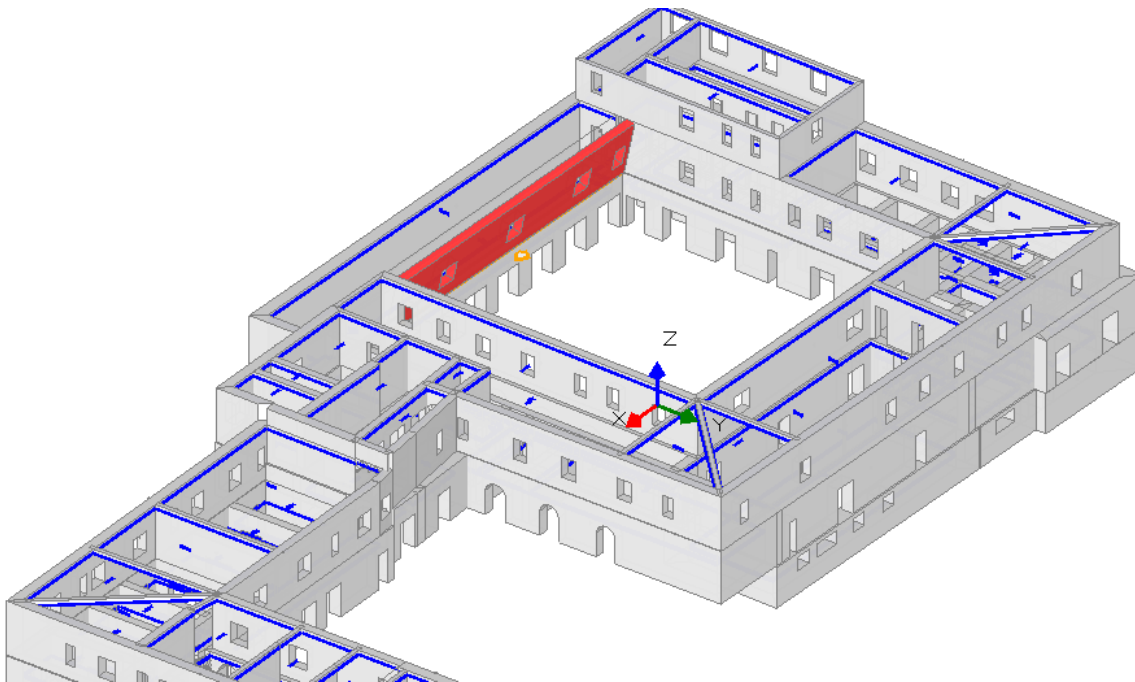
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

13. 11) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V (m ³)	H (m)	Z (m)	T1 (sec)	γ	FC	SLD
57.559	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
11.694	-11.920	6.900	-12.226	-11.920	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	23.920

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-0.241	-12.243	8.924	0.00	0.00	-1093.62	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	-12.695	-12.570	10.640	0.00	0.00	-2.56	0.00	0.00	-1.43	0.30
3	da solaio	-0.266	-12.570	10.640	0.00	0.00	-146.10	0.00	0.00	-100.53	0.30

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1093.62	0.00	1093.62	0.000	2.024	0.262	-286.184	2213.359
2	0.00	0.00	-2.99	0.00	2.99	0.000	3.740	0.587	-1.756	11.179
3	0.00	0.00	-176.26	0.00	176.26	0.000	3.740	0.587	-103.551	659.267

n. = numero consecutivo del carico
PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi_2*Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico
 $\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
 (angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)
 L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum(1, \dots, n) [Pi^* \delta Yi] + \sum(1, \dots, o) [Fh^* \delta h]$
 L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2 = \sum(1, \dots, n) [Pi^* \delta Xi] + \sum(n+1, \dots, n+m) [Pj^* \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.136	121368	0.935	0.145

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso
 M* = massa partecipante (C8A.4.3)
 e* = frazione di massa partecipante
 a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.145	18	9	0.425	0.178

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
 a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
 PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD
 TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD
 VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD
 PGA,CLD / PGA,DLD = ζ, E, SLD, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
 TR,CLD / TR,DLD = ζ, E, SLD, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

SLV: Verifiche di sicurezza

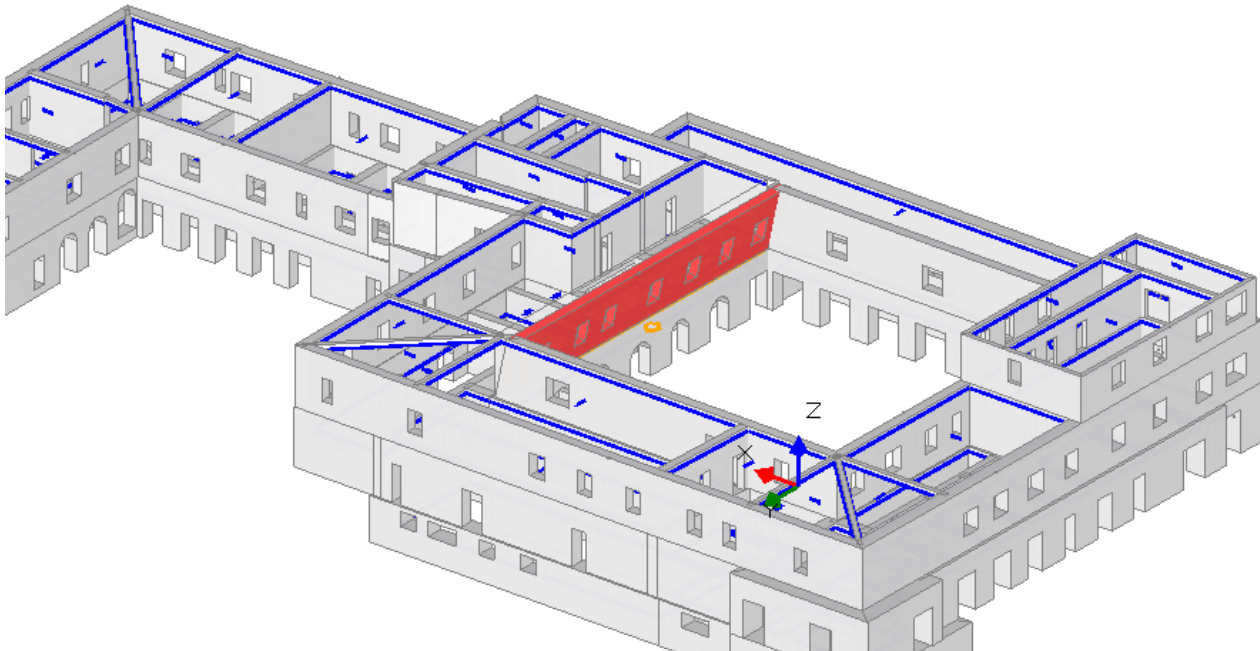
a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.290	114	6	0.354	0.120

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
 a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
 PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV
 TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV
 VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV
 PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
 TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

14. 12) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
53.289	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
11.694	11.950	6.900	11.694	-11.920	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	23.870

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	11.998	-0.111	8.931	0.00	0.00	-1012.49	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	11.694	1.161	10.900	46.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	12.294	-0.197	10.640	0.00	0.00	-155.09	0.00	0.00	-77.54	0.00
4	da solaio	11.694	-12.703	10.640	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: P=G+ψ2*Q, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale G+ψ2*Q (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1012.49	-1012.49	0.00	-2.031	0.000	0.247	-250.159	2056.670
2	46.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.000	0.000	-0.058	-183.999	0.000
3	0.00	0.00	-155.09	-155.09	0.00	-3.740	0.000	0.542	-84.118	580.069

4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.740	0.000	-0.058	0.000	0.000
---	------	------	------	------	------	--------	-------	--------	-------	-------

n. = numero consecutivo del carico
 PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ
 EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico
 $\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
 (angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)
 L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Yi] + \sum(1, \dots, o) [Fh * \delta h]$
 L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Xi] + \sum(n+1, \dots, n+m) [Pj * \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.197	111692	0.938	0.210

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso
 M* = massa partecipante (C8A.4.3)
 e* = frazione di massa partecipante
 a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.210	38	19	0.616	0.376

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
 a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
 PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD
 TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD
 VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD
 PGA,CLD / PGA,DLD = ζ, E, SLD, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
 TR,CLD / TR,DLD = ζ, E, SLD, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

SLV: Verifiche di sicurezza

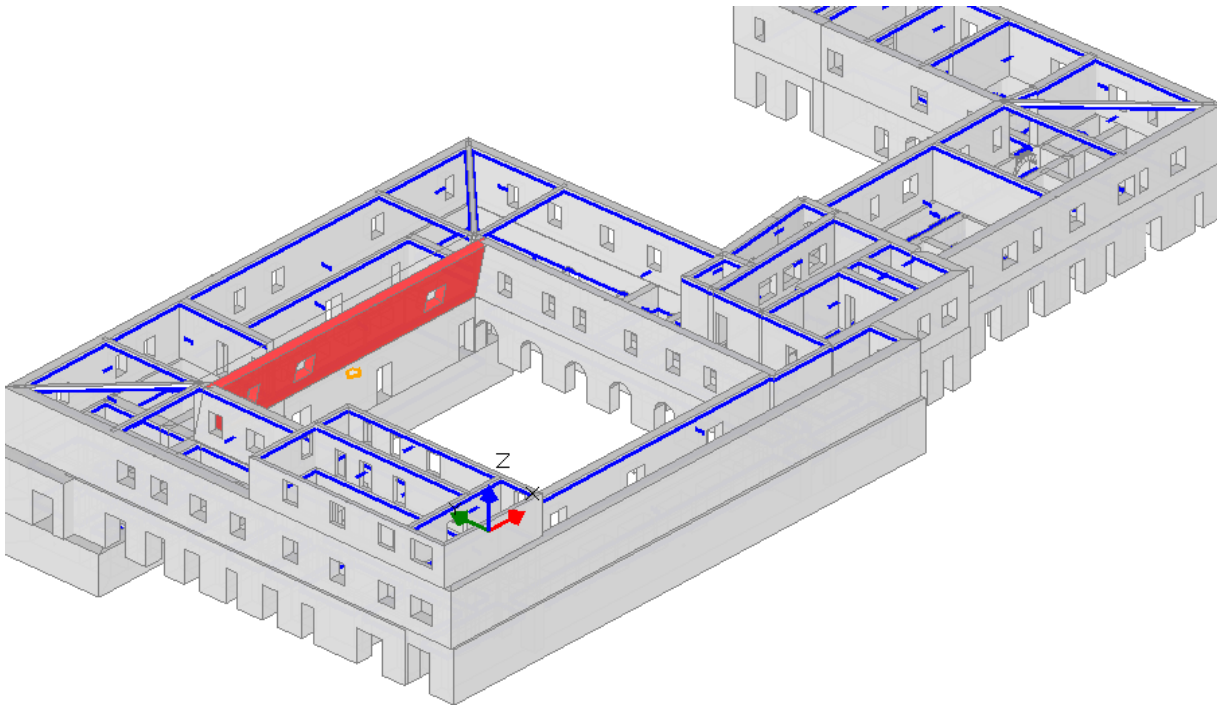
a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.420	242	13	0.512	0.255

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
 a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
 PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV
 TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV
 VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV
 PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
 TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

15. 13) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
61.450	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
-12.226	11.965	6.900	11.694	11.950	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	23.920

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-0.259	12.296	8.917	0.00	0.00	-1167.55	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	1.817	11.956	10.900	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	-9.345	12.633	10.640	0.00	0.00	-44.67	0.00	0.00	-22.33	0.00
4	da solaio	3.051	12.626	10.640	0.00	0.00	-126.18	0.00	0.00	-63.09	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1167.55	-0.73	-1167.55	-0.001	-2.018	0.273	-318.936	2355.589
2	0.00	46.00	0.00	0.00	0.00	-0.002	-4.000	-0.066	-183.998	0.000
3	0.00	0.00	-44.67	-0.03	-44.67	-0.002	-3.740	0.604	-26.995	167.066
4	0.00	0.00	-126.18	-0.08	-126.18	-0.002	-3.740	0.604	-76.258	471.945

n. = numero consecutivo del carico
PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2*Q$ nel sistema XYZ
EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico
 $\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)
L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$
L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.202	128027	0.938	0.216

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso
M* = massa partecipante (C8A.4.3)
e* = frazione di massa partecipante
a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.216	40	20	0.633	0.396

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD
TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD
VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD
PGA,CLD / PGA,DLD = ζ,E,SLD,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
TR,CLD / TR,DLD = ζ,E,SLD,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

SLV: Verifiche di sicurezza

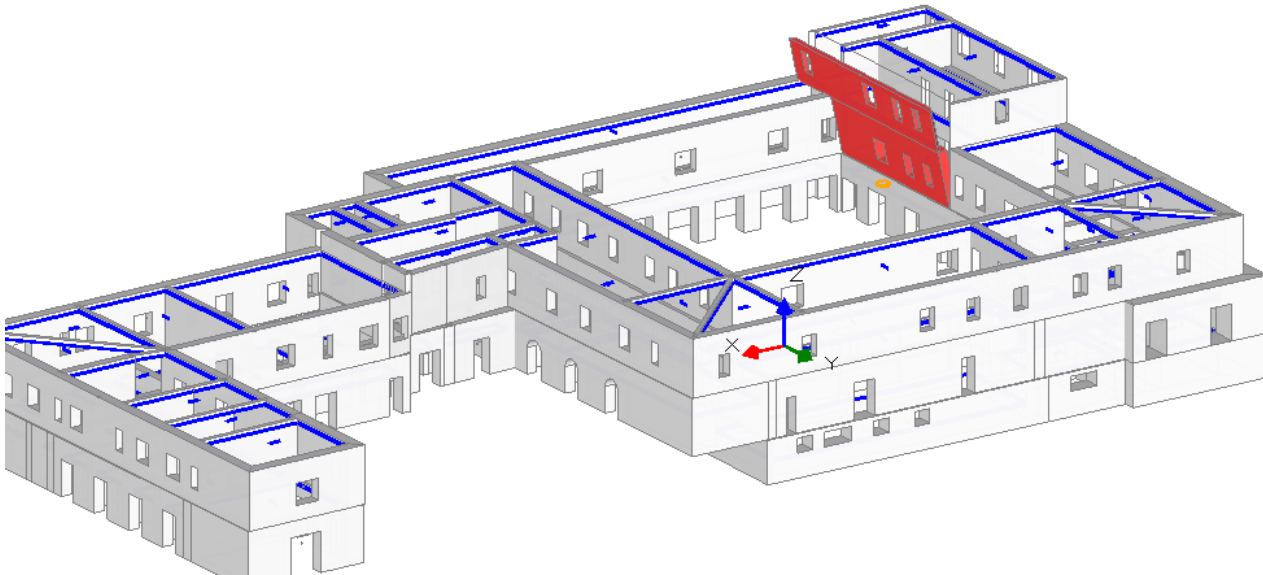
a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.432	257	14	0.527	0.271

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV
TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV
VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
TR,CLV / TR,DLV = ζ,E,SLV,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

16. 14) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V (m ³)	H (m)	Z (m)	T1 (sec)	γ	FC	SLD
43.011	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
-12.226	-11.920	6.900	-12.226	0.430	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	12.350

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-12.551	-6.024	8.922	0.00	0.00	-575.97	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	-12.876	-6.078	10.640	0.00	0.00	-74.95	0.00	0.00	-41.95	0.30
3	peso proprio	-12.373	-7.761	12.369	0.00	0.00	-228.55	0.00	0.00	0.00	0.30
4	generico	-12.226	-7.550	13.900	-20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da solaio	-12.526	-6.220	13.640	0.00	0.00	-52.56	0.00	0.00	-24.18	0.00
6	da solaio	-12.526	-14.010	13.640	0.00	0.00	-38.04	0.00	0.00	-17.50	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-575.97	575.97	0.00	2.022	0.000	0.233	-134.249	1164.505
2	0.00	0.00	-87.53	87.53	0.00	3.740	0.000	0.557	-48.795	327.395
3	0.00	0.00	-228.55	228.55	0.00	5.469	0.000	0.054	-12.348	1249.840
4	-20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.000	0.000	-0.094	-139.999	0.000

5	0.00	0.00	-52.56	52.56	0.00	6.740	0.000	0.206	-10.825	354.254
6	0.00	0.00	-38.04	38.04	0.00	6.740	0.000	0.206	-7.835	256.397

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Yi] + \sum(1, \dots, o) [Fh * \delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Xi] + \sum(n+1, \dots, n+m) [Pj * \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.106	78874	0.787	0.134

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.134	15	7	0.393	0.149

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.268	97	5	0.327	0.102

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

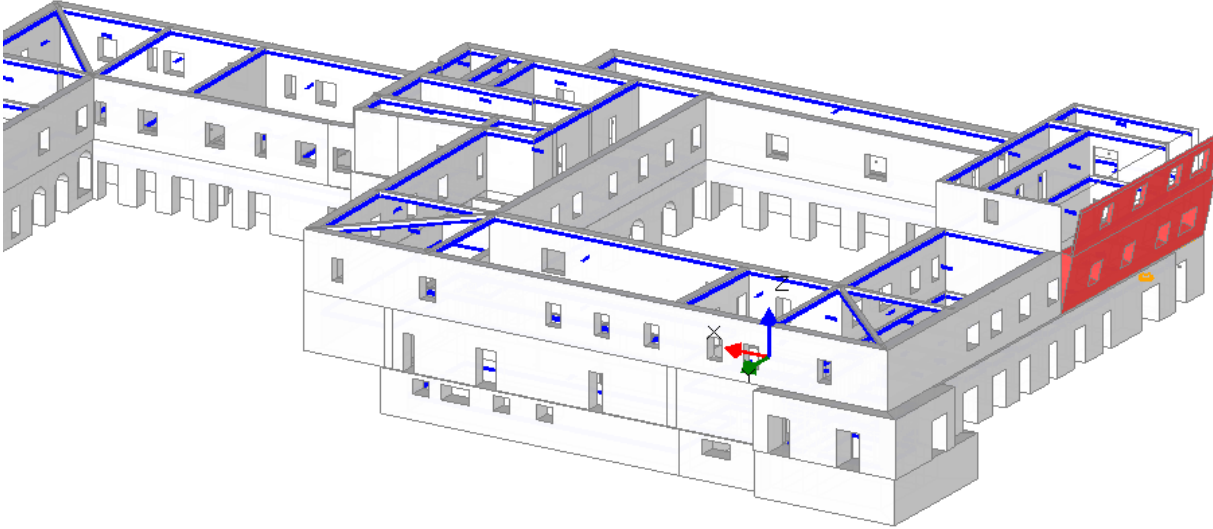
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

17. 15) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
62.999	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
-21.110	0.430	6.900	-21.110	-16.350	6.900	0.000	0.500	0.00	0.439	16.780

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-20.960	-7.315	12.347	0.00	0.00	-211.93	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	-21.110	-7.476	13.900	0.00	0.00	0.00	60.00	0.00	0.00	0.30
3	generico	-21.110	-7.732	13.900	0.00	0.00	0.00	60.00	0.00	0.00	0.30
4	da solaio	-20.810	-6.133	13.640	0.00	0.00	-109.48	0.00	0.00	-50.37	0.00
5	da solaio	-20.810	-14.073	13.640	0.00	0.00	-36.38	0.00	0.00	-16.74	0.00
6	peso proprio	-20.660	-7.508	8.937	0.00	0.00	-973.28	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da solaio	-20.210	-6.126	10.640	0.00	0.00	-159.85	0.00	0.00	-89.47	0.30
8	da solaio	-20.210	-14.066	10.640	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi^2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi^2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2

1	0.00	0.00	-211.93	-211.93	0.00	-5.447	0.000	0.045	-9.442	1154.291
2	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.000	0.000	-0.107	-125.999	0.000
3	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.000	0.000	-0.107	-125.999	0.000
4	0.00	0.00	-109.48	-109.48	0.00	-6.740	0.000	0.194	-21.190	737.903
5	0.00	0.00	-36.38	-36.38	0.00	-6.740	0.000	0.194	-7.042	245.213
6	0.00	0.00	-973.28	-973.28	0.00	-2.037	0.000	0.346	-336.425	1982.576
7	0.00	0.00	-186.69	-186.69	0.00	-3.740	0.000	0.795	-148.427	698.290
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.740	0.000	0.795	0.000	0.000

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2*Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,...,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,...,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.161	121007	0.782	0.206

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.206	36	18	0.604	0.356

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.412	233	12	0.502	0.246

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

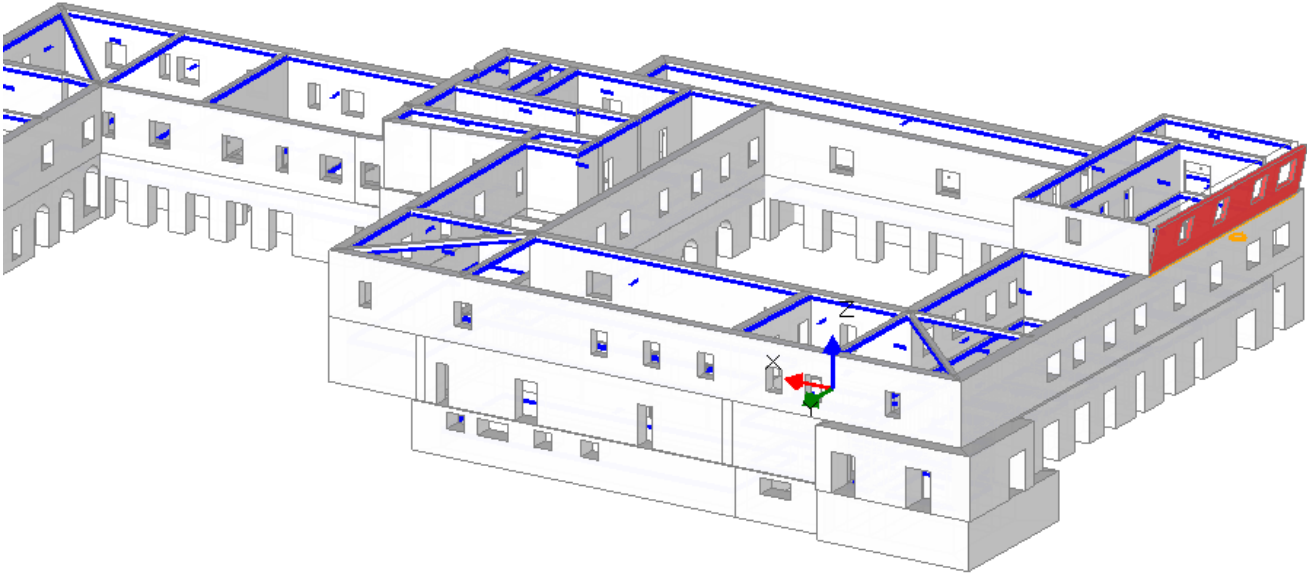
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

18. 16) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
11.774	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
-21.110	0.430	10.900	-21.110	-15.750	10.900	0.000	0.500	0.00	0.439	16.180

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-20.960	-7.315	12.347	0.00	0.00	-211.93	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	-21.110	-7.732	13.900	0.00	0.00	0.00	60.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	-20.810	-6.133	13.640	0.00	0.00	-109.48	0.00	0.00	-50.37	0.00
4	da solaio	-20.810	-14.073	13.640	0.00	0.00	-36.38	0.00	0.00	-16.74	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-211.93	-211.93	0.00	-1.447	0.000	0.124	-26.370	306.586
2	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.000	0.000	-0.027	-54.000	0.000

3	0.00	0.00	-109.48	-109.48	0.00	-2.740	0.000	0.273	-29.935	299.989
4	0.00	0.00	-36.38	-36.38	0.00	-2.740	0.000	0.273	-9.948	99.689

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Yi] + \sum(1, \dots, o) [Fh * \delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2 = \sum(1, \dots, n) [Pi * \delta Xi] + \sum(n+1, \dots, n+m) [Pj * \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.170	33057	0.906	0.188

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.188	30	15	0.551	0.297

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.376	193	10	0.459	0.203

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

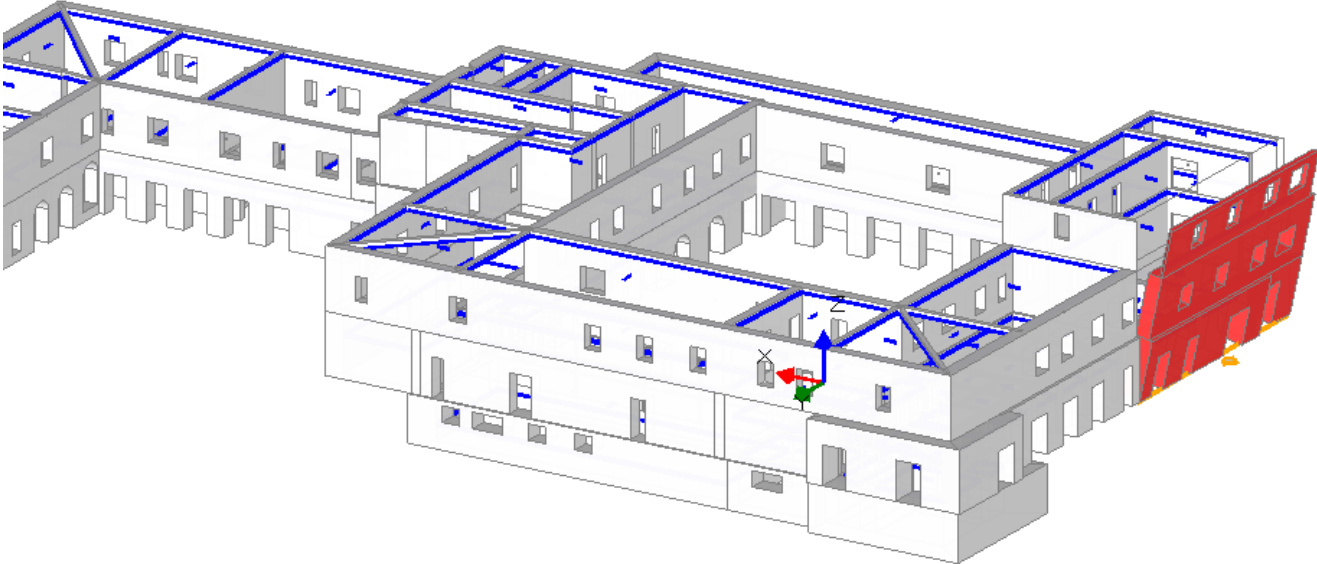
PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

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

19. 17) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
126.306	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
 γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
-21.321	0.430	3.000	-21.039	-16.519	3.000	0.000	0.500	0.00	0.439	16.951

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ_2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-20.634	-6.129	5.142	0.00	0.00	-1037.45	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	-19.961	-4.928	5.300	-84.10	0.00	-123.88	-21.38	0.00	-31.50	0.60
3	da solaio	-19.961	-0.940	5.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da solaio	-19.961	-9.940	5.300	-41.97	0.00	-53.81	-10.67	0.00	-13.68	0.30
5	peso proprio	-20.660	-7.508	8.937	0.00	0.00	-973.28	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da solaio	-20.210	-6.126	10.640	0.00	0.00	-159.85	0.00	0.00	-89.47	0.30
7	da solaio	-20.210	-14.066	10.640	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	peso proprio	-20.960	-7.315	12.347	0.00	0.00	-211.93	0.00	0.00	0.00	0.30
9	generico	-21.110	-7.732	13.900	0.00	0.00	0.00	60.00	0.00	0.00	0.30
10	da solaio	-20.810	-6.133	13.640	0.00	0.00	-109.48	0.00	0.00	-50.37	0.00
11	da solaio	-20.810	-14.073	13.640	0.00	0.00	-36.38	0.00	0.00	-16.74	0.00
12	peso proprio	-20.575	-14.396	5.286	0.00	0.00	-165.38	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da solaio	-19.952	-13.854	5.300	0.00	0.00	-0.40	0.00	0.00	-0.10	0.30

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
 ψ_2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ_2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi^2Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi^2Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1037.45	-1037.31	-17.26	-2.142	-0.036	0.380	-394.302	2222.188
2	-96.92	0.00	-142.78	-142.76	-2.38	-2.300	-0.038	1.073	69.733	328.463
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.300	-0.038	1.139	0.000	0.000
4	-45.18	0.00	-57.91	-57.91	-0.96	-2.300	-0.038	0.990	46.597	133.231
5	0.00	0.00	-973.28	-973.15	-16.19	-5.936	-0.099	0.329	-320.364	5778.363
6	0.00	0.00	-186.69	-186.66	-3.11	-7.639	-0.127	0.801	-149.628	1426.377
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.639	-0.127	0.669	0.000	0.000
8	0.00	0.00	-211.93	-211.90	-3.53	-9.345	-0.156	0.031	-6.634	1980.811
9	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.898	-0.181	-0.127	-196.172	0.000
10	0.00	0.00	-109.48	-109.46	-1.82	-10.639	-0.177	0.200	-21.890	1164.873
11	0.00	0.00	-36.38	-36.38	-0.61	-10.639	-0.177	0.068	-2.468	387.097
12	0.00	0.00	-165.38	-165.36	-2.75	-2.286	-0.038	0.301	-49.859	378.030
13	0.00	0.00	-0.43	-0.43	-0.01	-2.300	-0.038	0.933	-0.399	0.983

n. = numero consecutivo del carico
 PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ
 EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico
 $\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
 (angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)
 L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$
 L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.074	223433	0.750	0.099

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso
 M* = massa partecipante (C8A.4.3)
 e* = frazione di massa partecipante
 a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.099	8	4	0.290	0.079

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
 a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
 PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD
 TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD
 VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD
 PGA,CLD / PGA,DLD = ζ,E,SLD,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD
 TR,CLD / TR,DLD = ζ,E,SLD,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

SLV: Verifiche di sicurezza

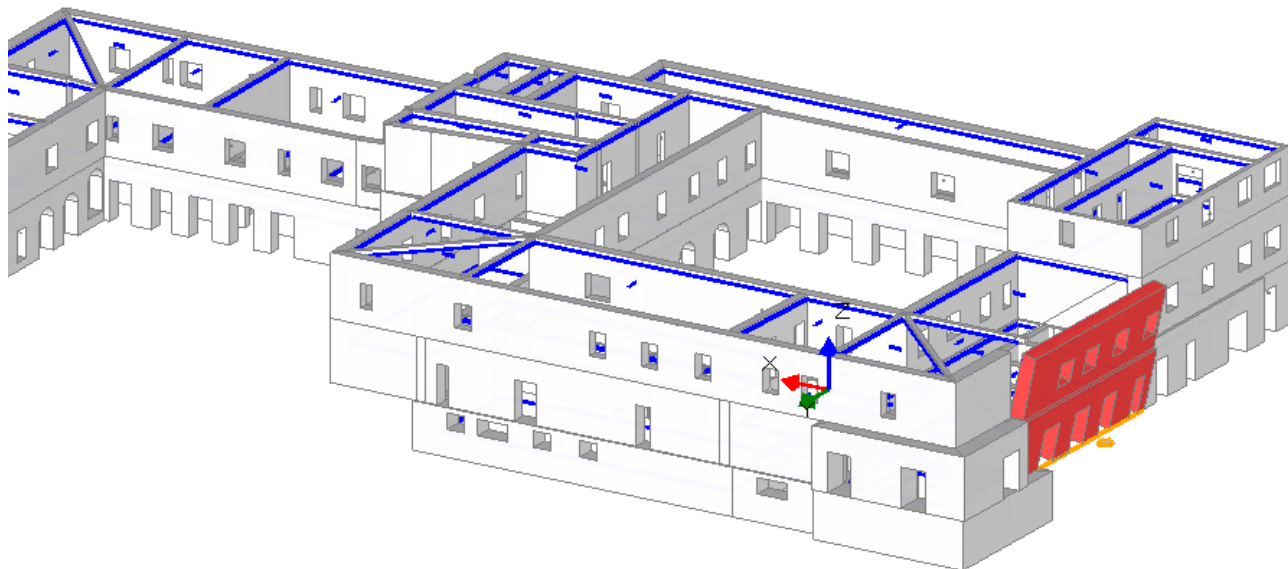
a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.198	52	3	0.241	0.055

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)
 a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)
 PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV
 TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV
 VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV
 PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV
 TR,CLV / TR,DLV = ζ,E,SLV,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

20. 18) Cinematismo

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione



Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
102.129	13.900	0.000	0.360	1.333	1.000	X

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
-21.122	12.180	3.000	-21.122	0.430	3.000	0.199	0.500	2052.97	0.439	11.750

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione
X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	-20.634	7.724	5.172	0.00	0.00	-1097.26	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da solaio	-19.961	2.025	5.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da solaio	-19.961	5.280	5.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da solaio	-19.961	8.532	5.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da solaio	-19.961	11.319	5.300	0.00	0.00	-8.41	0.00	0.00	-2.14	0.30
6	da solaio	-19.961	13.878	5.300	0.00	0.00	-16.27	0.00	0.00	-4.14	0.30
7	peso proprio	-20.655	7.821	8.941	0.00	0.00	-843.19	0.00	0.00	0.00	0.30
8	generico	-21.110	8.266	10.900	0.00	0.00	0.00	22.00	0.00	0.00	0.30
9	da solaio	-20.210	6.290	10.640	0.00	0.00	-85.96	0.00	0.00	-42.98	0.00
10	da solaio	-20.210	13.610	10.640	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

n. = numero consecutivo del carico
tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico
X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ
GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ
ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2 (per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi 2*Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-1097.26	-1097.26	0.00	-2.172	0.000	0.487	-533.938	2383.437
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.301	0.000	1.160	0.000	0.000
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.301	0.000	1.160	0.000	0.000
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.301	0.000	1.160	0.000	0.000
5	0.00	0.00	-9.05	-9.05	0.00	-2.301	0.000	1.160	-10.494	20.817
6	0.00	0.00	-17.51	-17.51	0.00	-2.301	0.000	1.160	-20.303	40.275
7	0.00	0.00	-843.19	-843.19	0.00	-5.941	0.000	0.463	-390.725	5009.444
8	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.900	0.000	0.008	-52.140	0.000
9	0.00	0.00	-85.96	-85.96	0.00	-7.640	0.000	0.908	-78.053	656.754
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.640	0.000	0.908	0.000	0.000

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi 2*Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,\dots,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1): $L2=\sum(1,\dots,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,\dots,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.134	167296	0.799	0.167

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 1.000$

SLD: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLD	TR,CLD
(g)	(g)	(g)	CLD	CLD	CLD	/PGA,DLD	/TR,DLD
0.341	0.000	0.341	0.167	24	12	0.490	0.238

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLD = capacità in termini di PGA per SLD

TR,CLD = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLD

VN,CLD = capacità in termini di Vita Nominale per SLD

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

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

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.410	0.000	0.410	0.334	152	8	0.407	0.160

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

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

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

21. SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE

Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	α_0	PGA,CLD /PGA,DLD	TR,CLD /TR,DLD	PGA,CLV /PGA,DLV	TR,CLV /TR,DLV
1	0.162	0.475	0.218	0.395	0.151
2	0.194	0.595	0.347	0.495	0.238
3	0.194	0.604	0.356	0.502	0.246
4	0.215	0.657	0.426	0.546	0.291
5	0.192	0.604	0.356	0.502	0.246
6	0.175	0.540	0.287	0.449	0.195
7	0.202	0.633	0.396	0.527	0.271
8	0.256	0.780	0.604	0.649	0.413
9	0.160	0.493	0.238	0.410	0.162
10	0.213	0.654	0.416	0.544	0.289
11	0.136	0.425	0.178	0.354	0.120
12	0.197	0.616	0.376	0.512	0.255
13	0.202	0.633	0.396	0.527	0.271
14	0.106	0.393	0.149	0.327	0.102
15	0.161	0.604	0.356	0.502	0.246
16	0.170	0.551	0.297	0.459	0.203
17	0.074	0.290	0.079	0.241	0.055
18	0.134	0.490	0.238	0.407	0.160

n. = numero consecutivo del cinematismo

α_0 = moltiplicatore di collasso

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

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

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

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

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

Se TR<30, con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIS (Unità di Ricerca CNR-ITC)

si adotta un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard $ag(30)$, $ag(50)$ e $ag(75)$,

effettuata con la funzione di potenza: $ag(TR)=k*TR^\alpha$.

Per il sito in esame risulta: $K = 0.010445980$, $\alpha = 0.549987150$

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

SLD: $(2475/TR,DLD)=24.505$

SLV: $(2475/TR,DLV)=2.608$