



COMUNE DI MONTEVAGO

R.T.P. "Marino" : ABGroup s.n.c. (capogruppo), Vamirgeoind s.r.l. (mandante)
Via Maggiore Toselli n.10 - 90143 Palermo (PA) - Tel./Fax +39 091 2513514
Via Giuseppe Licata n.311 - 92019 Sciacca (AG) - Tel./Fax +39 0925 25144
www.abgroupweb.it email:info@abgroupweb.it

COMUNE DI MONTEVAGO

Provincia di Agrigento

Servizio di indagini, prove di laboratorio, verifica sismica al fine della vulnerabilità sismica e
definizione degli interventi strutturali della Scuola dell'infanzia "Biagio Marino"

CIG: Z9728B5ADC - CUP: C11G18000190006

IL R.U.P.

Ing. Rosa Letizia Maria Sanzone

IL TECNICO:

R.T.P. "Marino": ABGroup s.n.c. (capogruppo)

Ing. Matteo Accardi

R01

**OGGETTO: RELAZIONE GENERALE DI VERIFICA DI VULNERABILITA'
SISMICA**

SCALE: ///

DATA: 07/01/2020

Revisione: 00 - Prima emissione

SPAZIO PER I VISTI:

R01 RELAZIONE GENERALE DI VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Sommario

PREMESSA.....	2
DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE OGGETTO D'INDAGINE.....	2
NORMATIVA APPLICATA E TESTI DI RIFERIMENTO	4
CARATTERIZZAZIONE DEL SITO E DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....	4
IL PERCORSO DELLA CONOSCENZA	4
INDAGINE DOCUMENTALE	6
RILIEVO GEOMETRICO.....	6
DETTAGLI COSTRUTTIVI.....	6
CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI	6
INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA	7
AZIONI DI CALCOLO	7
CARICHI PERMANENTI	7
CARICHI VARIABILI	7
AZIONE DELLA NEVE.....	8
AZIONE SISMICA	8
ANALISI STRUTTURALE.....	10
SINTESI DELLE FUNZIONALITÀ GENERALI DEL PROGRAMMA DI CALCOLO	15
PROPRIETÀ DI CALCOLO DEI MATERIALI.....	20
ANALISI STATICA NON LINEARE (Push Over).....	22
PROGETTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	25
VERIFICHE DI RESISTENZA	27
ANALISI STATICA DELLO STATO DI FATTO.....	31
VERIFICHE STATICHE SOLAI	32
ANALISI E VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLO STATO DI FATTO	34
VERIFICHE SISMICHE TAMPONAMENTI.....	34
CONCLUSIONI	41
ALLEGATO A – Accelerazioni sismiche di collasso STATO DI FATTO	42
ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO SU BEAM E SHELL	42
ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO SUI NODI	48
ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO PER CARICO LIMITE.....	50
ALLEGATO B – SCHEDE DI VULNERABILITÀ STATO DI FATTO.....	67

praticabile con annesso un piccolo fabbricato di dimensioni in pianta di 16m x 8,5m, ad una sola elevazione, anch'esso a struttura intelaiata in c.a. destinato ad ambienti di servizio per il corpo scolastico e copertura non praticabile;

- il secondo immobile, denominato **corpo B**, anch'esso destinato ad aule e uffici, è posto in posizione simmetrica rispetto all'ingresso e al porticato circolare, ma ha una forma planimetrica composta da due rettangoli sfalsati che occupano una dimensione in pianta di circa 25m x 40m. Il manufatto è ad una sola elevazione fuori terra con altezze variabili dai 3.50m ai 5.90m e solo in una limitata area possiede due elevazioni fuori terra con interpiani di altezza 3.30m ciascuno con copertura a livello praticabile.
- Il terzo manufatto, denominato **corpo C**, è costituito dal porticato circolare e dal tratto rettilineo che lo congiunge al corpo A

Il sistema strutturale è dunque comune a tutti e tre i corpi e riproduce il classico dell'epoca con schema a telaio in c.a., solai in laterocemento, fondazioni superficiali a travi rovesce poste ad una quota di circa 3.00m dal piano di campagna che delimitano un piano interrato non accessibile e racchiuso da pareti perimetrali in c.a..

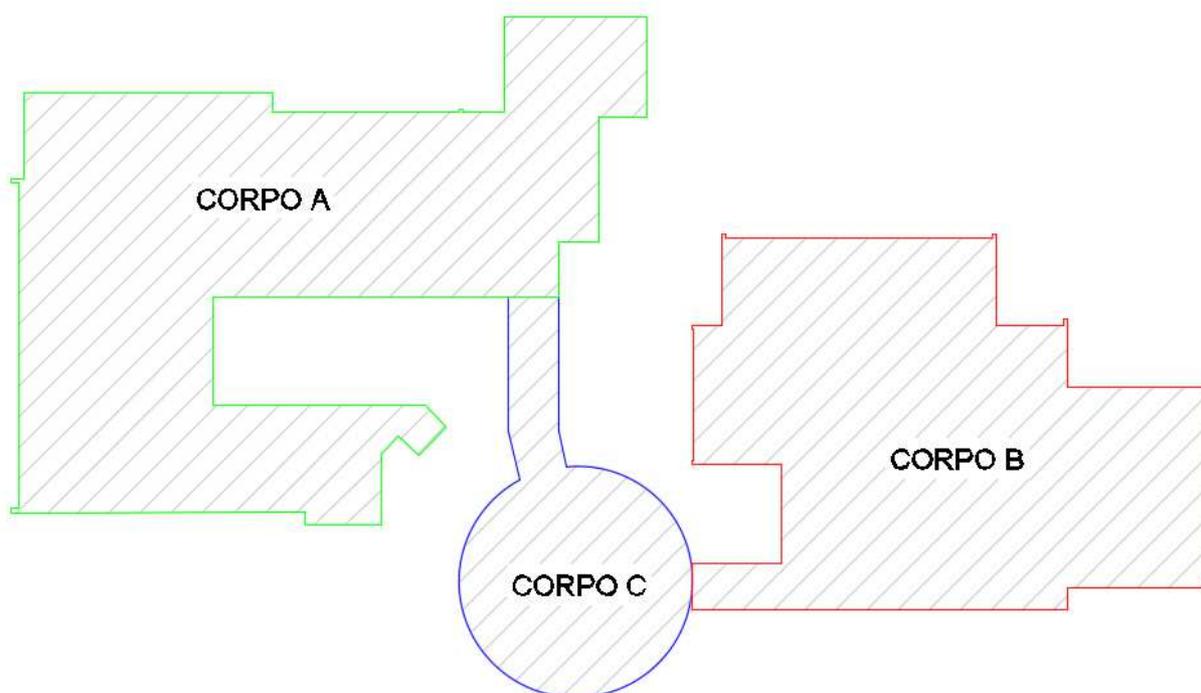


Figura 2 - Suddivisione in corpi di fabbrica del complesso scolastico

L'edificio scolastico, oggi, presenta numerosi degradi tipici delle strutture in c.a. (carbonatazione del calcestruzzo, ossidazione delle barre di armatura ed espulsione di copriferro, infiltrazione di umidità ed acqua nei solai di copertura, deterioramento del c.a., etc...), alcuni dei quali evoluti in veri e propri dissesti strutturali, che richiederebbero interventi urgenti di manutenzione straordinaria. L'edificio possiede, inoltre, una concezione strutturale obsoleta, contraria ai principi tipici del "capacity design" che hanno ispirato i recenti codici normativi come le NTC2008. Tra le tante "vulnerabilità" rilevate si sottolineano i seguenti:

- irregolarità in pianta e in elevazione;
- travi alte con luci elevate collegati a pilastri di ridotta dimensione se confrontati alle travi;
- scarsa armatura a taglio di travi e pilastri;
- nodi travi-pilastro senza armatura specifica.

I degradi e i dissesti rilevati sono maggiormente evidenti sui prospetti esterni del fabbricato e in copertura. Questi vanno dalla semplice macchia o efflorescenza, sino al distacco di porzioni di intonaco sino ad interessare, in profondità, anche lo spessore del copriferro. Si ricorda che tali degradi/dissesti riscontrati rivestono un grado

di vulnerabilità importante per la pubblica incolumità di coloro che svolgono quotidianamente le attività scolastiche.

NORMATIVA APPLICATA E TESTI DI RIFERIMENTO

Il presente studio è stato sviluppato in accordo alla seguente normativa tecnica:

- Ordinanza P.C.M. n.3274/2003 e ss.mm.ii
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8) "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".
- Circolare 11 febbraio 2019 n. 5 alla Gazzetta ufficiale n. 35 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ("Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 17 gennaio 2018").

CARATTERIZZAZIONE DEL SITO E DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La caratterizzazione geologica dei terreni interessati dall'edificio si basa sulla relazione geologica e le indagini desunte dalla documentazione originaria di progetto e sulla base dei recenti studi effettuati nell'adiacente scuola Eleonora Gravina dal dott. Mauceri, nonché dallo studio di micro-zonizzazione sismica eseguito dal Dott. Gualtiero Bellomo, per lo studio di vulnerabilità di che trattasi. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geologica-sismica allegata.

Lo studio di micro-zonizzazione sismica, allegato alla presente relazione, mediante tecnica di sismica passiva a stazione singola ha determinato una V_{s30} media tra due misurazioni di 357m/s, per cui, a sensi del D.M. 17/01/2018, i terreni appartengono alla **Categoria C** - "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*"

IL PERCORSO DELLA CONOSCENZA

Le N.T.C. 2008 (D.M. 14/01/2008), successivamente aggiornate dall'entrata in vigore delle N.T.C. 2018 (D.M. 17/01/2018), hanno introdotto i concetti di Livello di Conoscenza e di Fattore di Confidenza nello studio e verifica delle strutture esistenti.

Il Livello di Conoscenza (LC) denota il grado di completezza e affidabilità dell'informazione acquisita sull'immobile oggetto di studio. Da esso si ricava il Fattore di Confidenza (FC) che abbatte i parametri di resistenza dei materiali e dunque ha una grande influenza sulle verifiche di vulnerabilità.

Si distinguono tre livelli di conoscenza: *LC1 (conoscenza limitata)*, *LC2 (conoscenza adeguata)* e *LC3 (conoscenza accurata)*. Le informazioni che concorrono alla definizione del LC riguardano i seguenti aspetti strutturali:

- Geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali;
- Dettagli costruttivi, ossia le quantità e disposizione delle armature;
- Materiali, ossia le proprietà meccaniche dei materiali costituenti.

La relazione tra livelli di conoscenza, metodi di analisi e fattori di confidenza è illustrata nella seguente Tabella C8.5.IV estratta dalla Circolare n.7 del 11/02/2019 alle NTC 2018.

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

Obiettivo della campagna conoscitiva condotta è stato il raggiungimento di un **livello di conoscenza LC2**. A tale scopo è stata eseguita una **ricerca archivistica** della documentazione originale di progetto, presso gli uffici del Comune di Montevago, presso il Genio Civile di Agrigento, presso l'archivio dei progetti per la ricostruzione successiva al terremoto del Belice, sito nel comune di Salaparuta, rinvenendo copia del progetto redatto dall'ing. G. Fiore (I.S.E.S. Ispettorato per lo Sviluppo dell'Edilizia Sociale) risalente al 1970 e oggetto di successivi aggiornamenti e varianti, i cui lavori sono stati affidati all'impresa Crapanzano Salvatore e diretti dal D.L. Arch. Giuseppe Provenzale, che ha permesso di rinvenire una copiosa documentazione utilizzata per la geometria, la definizione dei dettagli costruttivi e la valutazione delle proprietà meccaniche dei materiali. Per quanto riguarda la geometria è stato effettuato un **rilievo visivo e strumentale a campione** per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni reperiti. Per ciò che riguarda i *dettagli costruttivi*, vista la disponibilità della documentazione progettuale originaria per quasi tutti i corpi costituenti l'edificio, sono state eseguite delle **verifiche limitate** in situ. Per quanto riguarda la *proprietà dei materiali*, disponendo della documentazione originaria di progetto, sono state eseguite **prove limitate** in situ. Il numero di verifiche di dettagli e prove sui materiali di base è riportato nella Tabella C8.5.V di seguito riportata ed estratta dalla Circolare n.7 del 11/02/2019 alle NTC 2018.

Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Come riportato nell'art. 4 del *Capitolato tecnico prestazionale* allegato al bando, e ribadito dalla stessa circolare esplicativa delle N.T.C. 2015, i valori riportati nella tabella sono indicativi in quanto vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

(a) Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per geometria e ruolo uguali nello schema strutturale.

(b) Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per acquisire il livello di conoscenza desiderato è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o di più diffuso impiego negli elementi principali, con esclusione delle staffe.

(c) Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.

(d) Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera, tali

caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine.

Si ricorda inoltre che ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive.

INDAGINE DOCUMENTALE

È stata condotta una **ricerca archivistica** della documentazione originale di progetto ha portato all'acquisizione dei progetti originari, dei tabulati di calcolo e verifica nonché dei documenti contabili relativi ai corpi di fabbrica costituenti l'edificio. La ricerca ha evidenziato che la struttura, nel suo assetto attuale, è stata oggetto di numerose modifiche al progetto originario, ma si è potuto appurare che l'attuale manufatto è stato eseguito unitariamente e non sono state effettuate trasformazioni successive a quella di iniziale realizzazione. Per i dettagli si rinvia al paragrafo 4.1 dell'elaborato R.03 - RELAZIONE PIANO DI INDAGINI E RISULTATI.

RILIEVO GEOMETRICO

Disponendo del progetto originario si è eseguito un **rilievo visivo e strumentale a campione** per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni originari.

Il rilievo ha consentito la ricostruzione delle carpenterie e delle sezioni strutturali che sono restituite negli elaborati grafici allegati. Contestualmente è stato eseguito anche un rilievo architettonico che ha permesso la ricostruzione di un **modello B.I.M.** architettonico e strutturale **LOD D** del plesso scolastico.

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Disponendo del progetto originario è stata eseguita una **verifica limitata** in situ dei dettagli. Le verifiche sono state effettuate attraverso *perforazioni e saggi a campione* sugli elementi strutturali del sistema resistente, nonché con *indagini pacometriche e termografiche*.

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

L'edificio scolastico ha una superficie in pianta al **piano terra** di **1.171** mq e al **piano primo** di **49** mq. Seguendo lo schema riportato nella Tabella C8.5.V di seguito riportata ed estratta dalla Circolare n.7 del 11/02/2019 alle NTC 2018, per indagini limitate sarebbero necessari:

Piano terra: n. 12 carotaggi, n. 1 estrazioni di barra

Piano primo: n. 2 carotaggi, n. 2 estrazioni di barra

Totale: n. 14 carotaggi, n. 2 estrazioni di barra

Il piano d'indagine proposto, tenendo conto delle diverse fasi costruttive dell'edificio e delle specificità prevede **n. 11 carotaggi** e **n. 2 estrazioni di barre**, dislocati come da elaborati grafici allegati al presente piano d'indagine. Sono state, dunque, estratte n. 11 carote sulle quali sono state eseguite prove di compressione meccanica ed ulteriori n. 21 prove non distruttive sono state effettuate mediante tipo SONREB (corrispondenti a n.7 carotaggi). Pertanto, sono state eseguite un numero maggiore di prove sui calcestruzzi rispetto a quelle strettamente necessarie per tenere conto della presenza del volume interrato che separa il solaio di piano terra dalle fondazioni a travi rovesce.

I dati relativi ai calcestruzzi e acciai per c.a. appaiono congruenti nell'ambito di tutto l'edificio scolastico, anche se appartenenti a corpi di fabbrica differenti. Il valore della resistenza media allo schiacciamento, determinato con riferimento al paragrafo C11.2.6 della Circolare n.7 del 2019, restituiscono un valore di $R_{ck} = 21,27$ MPa, assimilabile dunque al un **cls tipo C17.7/21.3** e un **acciaio per c.a.** tipo **Fe32k**.

Le prove di carbonatazione hanno identificato una profondità media di 3cm con variazioni da 0.5cm a 5.5cm. Tale dato è indicativo della perdita, da parte dei calcestruzzi, della capacità protettiva dalla corrosione delle barre d'armatura.

INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA

In aggiunta alle indagini previste dalle N.T.C. 2018 e ss.mm.ii., sono state effettuate indagini per la misura delle vibrazioni ambientali, finalizzate all'identificazione dinamica dei corpi di fabbrica (frequenze caratteristiche). Il rumore sismico ambientale è l'insieme delle piccole vibrazioni sismiche presenti ovunque sulla superficie terrestre e generate da sorgenti naturali o antropiche. Tra gli esempi più significativi, si può pensare al traffico veicolare e alle attività industriali, che producono onde superficiali di Rayleigh, e, in generale, all'attività dinamica terrestre. Le onde sismiche che ne derivano sono tipicamente a bassa energia, con ampiezze dell'ordine di 10-4/10-2 mm [Okada, 2003]. Inoltre, in base al contenuto in frequenza inferiore o superiore a 0.5 Hz, si parla rispettivamente di microsismica (primariamente di origine naturale) o microtremore (di origine generalmente antropica).

Il rumore sismico ambientale può essere utilizzato per identificare le frequenze proprie di vibrazione di un edificio, attraverso un tomografo digitale Tromino [Castellaro et al. 2005], e tecniche di analisi modale sperimentale (experimental modal analysis, o EMA)

Nel caso in esame sono eseguite misure di micro-vibrazione sotto l'effetto del rumore ambientale nel solo corpo A, esedguendo n.2 rilievi a paino terra e due rilievi a paino primo. I dati registrati (finestra temporale di 20min con frequenza di campionamento di 128Hz) sono stati elaborati per ottenere le densità spettrali di potenza (Power Spectral Density o PSD) dei segnali secondo due direzioni principali X-Y orientate come gli assi principali degli edifici. In corrispondenza dei picchi delle PSD si identificano le frequenze proprie dei corpi di fabbrica. I risultati sono stati riportati sotto forma di pseudo-funzioni di trasferimento al variare della frequenza. Le misure effettuate, tuttavia, non hanno fornito indicazioni chiare e precise sul comportamento dinamico della struttura, pertanto si ometteranno i risultati ottenuti.

AZIONI DI CALCOLO

Le condizioni di carico elementari incluse nell'analisi delle strutture in oggetto sono:

- Carichi permanenti;
- Carichi variabili;
- Carichi da neve;
- Azioni sismiche

Per la valutazione delle suddette azioni si è fatto riferimento alla vigente normativa secondo quanto di seguito riportato.

CARICHI PERMANENTI

Tale condizione di carico include i pesi propri degli elementi strutturali resistenti ed i sovraccarichi di esercizio (NTC 2018 pt. 3.1.2, 3.1.3).

Il carico dovuto al peso proprio degli elementi è rappresentato attraverso un carico uniformemente ripartito sull'elemento strutturale (per unità di lunghezza, di superficie o di volume), agente secondo l'asse z negativo nel sistema di riferimento globale, e pari al peso specifico del materiale costitutivo. Il peso proprio del calcestruzzo è pari a 25000 N/m³, quello dell'acciaio da carpenteria è pari a 78500 N/m³.

I sovraccarichi di esercizio raccolgono tutti i carichi strettamente connessi all'utilizzo in servizio della struttura, ovvero il peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali portati dagli elementi strutturali principali. Tali carichi, ripartiti sugli elementi strutturali portanti (per unità di lunghezza, di superficie o di volume) in funzione della zona di influenza, agiscono secondo l'asse z negativo nel sistema di riferimento globale.

CARICHI VARIABILI

Le intensità da assumere per i sovraccarichi accidentali di esercizio, sono riportati nella tabella 3.1.II del DM 17/01/2018. Per i solai destinati ad uso scolastico si impiega un carico di 3000 N/m² (Cat. C1). Per le coperture

ed i sottotetti accessibili per la sola manutenzione si impiega un carico di 500N/m² (Cat. H1). Ai balconi, ai ballatoi e alle scale comuni verrà assegnato un carico di 4000 N/m² (Cat. C1)

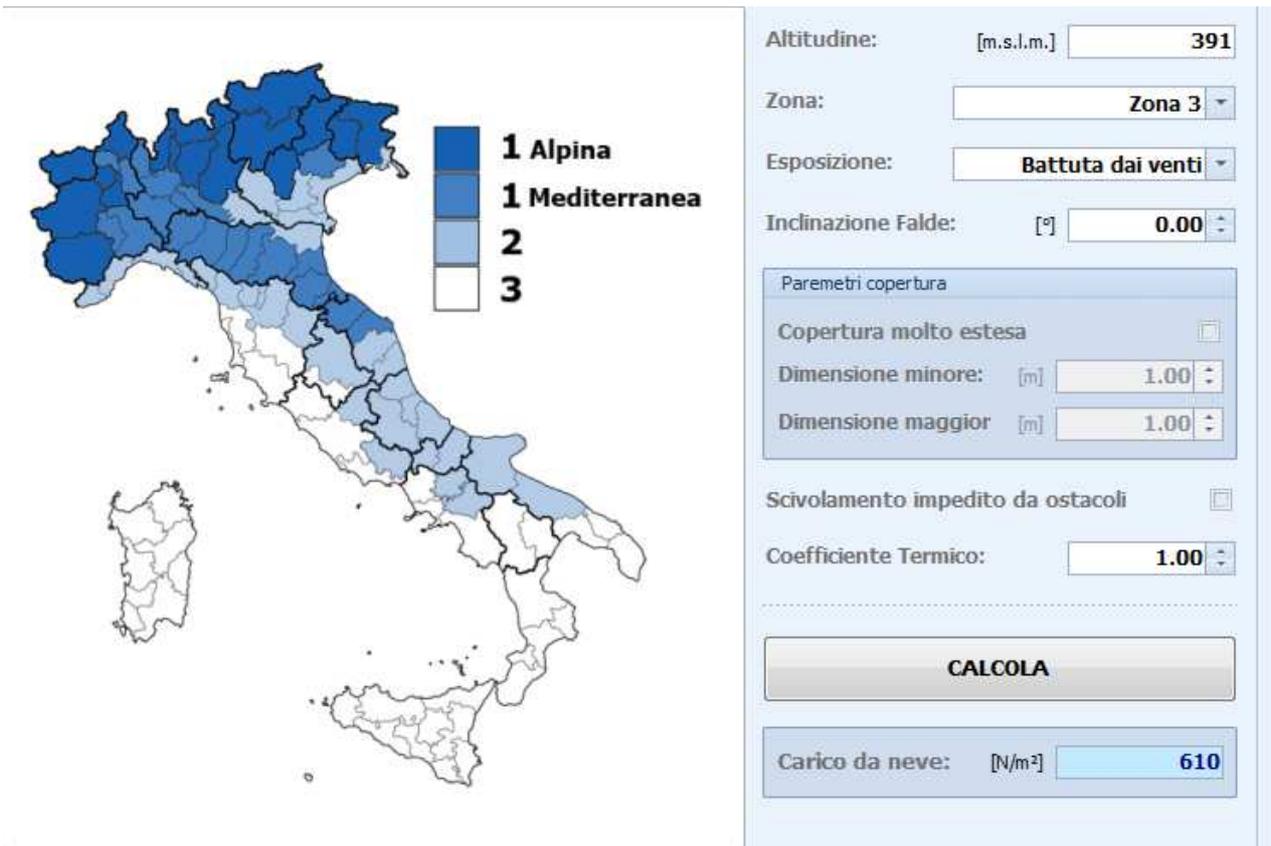
AZIONE DELLA NEVE

Il carico provocato dalla neve sulla copertura sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \times \mu_i \times C_E \times C_i$$

essendo:

- q_s Il carico neve sulla copertura;
- μ_i Il coefficiente di forma della copertura
- q_{sk} Il valore di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²] per un periodo di ritorno di 50 anni
- C_E Il Coefficiente di esposizione
- C_i Il Coefficiente termico



The image shows a map of Italy divided into snow load zones. A legend indicates four zones: 1 Alpina (dark blue), 1 Mediterranea (medium blue), 2 (light blue), and 3 (white). To the right is a software interface for calculating snow load. The input fields are: Altitudine: [m.s.l.m.] 391; Zona: Zona 3; Esposizione: Battuta dai venti; Inclinazione Falde: [°] 0.00. Under 'Parametri copertura', there are checkboxes for 'Copertura molto estesa' (unchecked), 'Scivolamento impedito da ostacoli' (unchecked), and a 'Coefficiente Termico' field set to 1.00. A 'CALCOLA' button is present. The output field shows 'Carico da neve: [N/m²] 610'.

AZIONE SISMICA

L'azione sismica di progetto è rappresentata mediante gli spettri di progetto la cui definizione richiede la classificazione della vita nominale, della classe d'uso e del periodo di riferimento della struttura, nonché di tutte le caratteristiche che definiscono la "pericolosità sismica di base" del sito su cui sorge la costruzione.

CARATTERISTICHE DELLA COSTRUZIONE

Vita nominale: 50 anni (Opere ordinarie - paragrafo 2.4.1 del DM 17.01.1)

$$V_N = 50 \text{ anni}$$

Classe d'uso: III (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi- paragrafo 2.4.2 del DM 17.01.18)

$$C_U = 1,5$$

Periodo di riferimento per l'azione sismica:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \text{ anni}$$

CARATTERISTICHE DEL SITO

Di seguito si riportano tutti i parametri necessari alla determinazione degli spettri elastici in accelerazione della componente orizzontale di moto sismico (DM 17.01.18 pt. 3.2.3.2.1):

Parametri dell'azione sismica su sito di riferimento

Tipo di terreno Prevalente
 Categoria C C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti

Modalità di generazione degli Spettri
 Modo 0 definizione automatica; calcolo automatico di Tb, Tc, Td, Ss, Cc

Parametri Edificio

Classe dell'edificio: Classe 3 Coefficiente d'uso: 1.5

Vita Nominale della Struttura: 50 Periodo di Riferimento per l'azione sismica: anni 75

Coordinate geografiche Edificio (datum ED50)

Latitudine: 37.702236
 Longitudine: 12.989575
 Altitudine: 391

Archivio Comuni Mappe Sismiche

Parametri di pericolosità sismica Calcola

Parametri nelle espressioni dello Spettro Orizzontale

Stato Limite	Tr	Ag/g	FO	T*c	Tb	Tc	Td	Ss	Cc
Stato Limite Operatività	45	0.0455	2.294	0.232	0.131	0.394	1.782	1.50	1.70
Stato Limite Danno	75	0.0633	2.314	0.251	0.138	0.415	1.853	1.50	1.66
Stato Limite salvaguardia Vita	712	0.1953	2.448	0.291	0.153	0.459	2.381	1.41	1.58
Stato Limite prevenzione Collasso	1'462	0.2604	2.489	0.313	0.161	0.482	2.642	1.31	1.54

Parametri nelle espressioni dello Spettro Verticale

Ss - Coefficiente di amplificazione stratigrafica 1.00

Tb - Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro di Progetto 0.050

Tc - Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di Progetto 0.150

Td - Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di Progetto 1.000

LEGENDA

[Tr] = Periodo di ritorno dell'azione sismica
 [Ag/g] = Accelerazione orizzontale massima del terreno
 [FO] = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
 [T*c] = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
 [Tb] = Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro di Progetto
 [Tc] = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di Progetto
 [Td] = Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di Progetto
 [Ss] = Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica
 [Cc] = Coefficiente di Amplificazione di Tc

Figura 3 - Parametri sismici

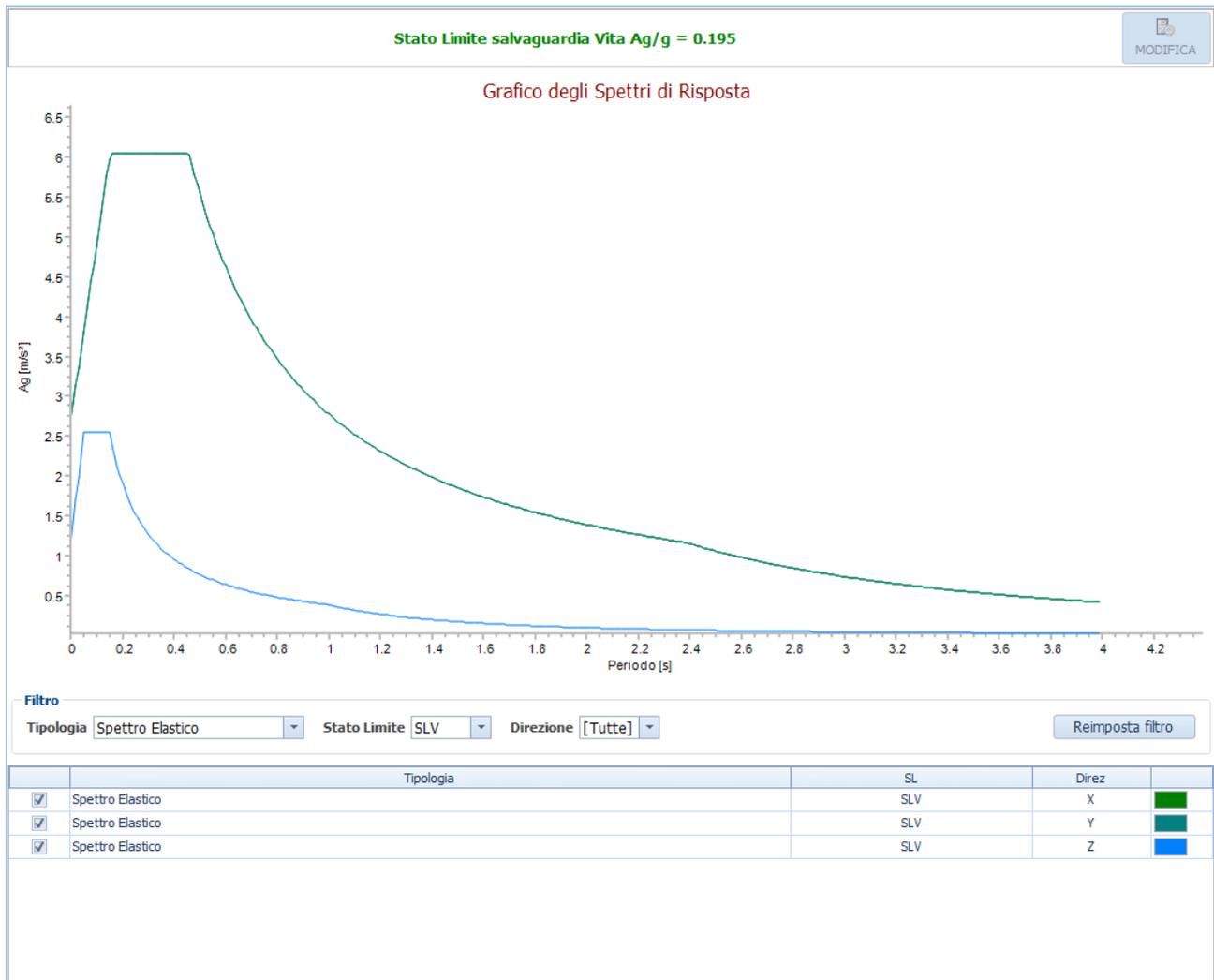


Figura 4 - Spettri di risposta elastici in accelerazione della componente orizzontale

ANALISI STRUTTURALE

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state eseguite con modelli completi che includono nella loro rappresentazione tutti gli elementi portanti verticali e orizzontali. Gli elementi trave e pilastro, in c.a. e/o in acciaio, sono stati modellati utilizzando elementi finiti di tipo *beam* a 2 nodi e sei gradi di libertà per nodo, mentre le pareti e le travi-parete sono state modellate con elementi finiti di tipo shell a 3 nodi e sei gradi di libertà per nodo. I disassamenti tra i nodi terminali degli elementi strutturali sono stati modellati introducendo dei tratti rigidi di collegamento (rigid link). Gli elementi di fondazione (travi, platee, plinti, plinti su pali e pali) sono modellati assumendo un comportamento elastico-lineare sia a trazione che a compressione. Il vincolo offerto dai pali è del tipo incastro cedevole con rigidezze traslazionali in direzione X,Y,Z e rotazionali in X ed Y. In direzione Z la rigidezza rotazionale è trascurata. Il calcolo di tali rigidezze è effettuato in Z con un metodo geotecnico che tiene conto dello spessore deformabile, mentre le altre sono ricavate da relazioni riportate in EC8 parte 5 app. C.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state svolte mediante l'ausilio di un programma di calcolo commerciale EDILUS BIM ONE (b).

Nome del Software	EdiLus
Versione	BIM ONE(b)
Caratteristiche del Software	Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows
Numero di serie	11020486

Intestataro Licenza	ABGROUP s.n.c.
Produzione e Distribuzione	ACCA software S.p.A. Contrada Rosole 13 83043 BAGNOLI IRPINO (AV) - Italy Tel. 0827/69504 r.a. - Fax 0827/601235 e-mail: info@acca.it - Internet: www.acca.it

Dopo l'inserimento dell'input geometrico, dei carichi e la definizione delle proprietà dei materiali, viene generato un modello strutturale con una mesh la cui accuratezza è definibile. Le analisi strutturali sono svolte su tale modello e da questo è possibile risalire alle sollecitazioni sui singoli elementi strutturali. Il modello tiene conto della ripartizione delle azioni sugli elementi strutturali verticali attraverso un sistema di ripartizione delle azioni che è funzione della tipologia di orizzontamenti.

Per il caso in oggetto sono state svolte le tre seguenti analisi e verifiche di sicurezza:

- **Analisi Statica dello Stato di Fatto:** in questa fase si prevede di valutare il grado di sicurezza delle strutture per semplici carichi di natura statica. In particolare, la verifica sotto l'azione della combinazione dei carichi gravitazionali è una condizione propedeutica alle successive analisi sismiche.
- **Analisi Sismica dello Stato di Fatto:** in questa fase si valuta la vulnerabilità sismica delle strutture nello stato di fatto determinando gli indicatori di rischio allo stato attuale, evidenziando gli elementi più vulnerabili.
- **Analisi Sismica dello Stato di Progetto:** in questa fase si valuta la vulnerabilità sismica delle strutture a seguito di alcune proposte d'interventi di miglioramento, determinando l'incremento di sicurezza relativo ai vari meccanismi di collasso previsti dalle norme.

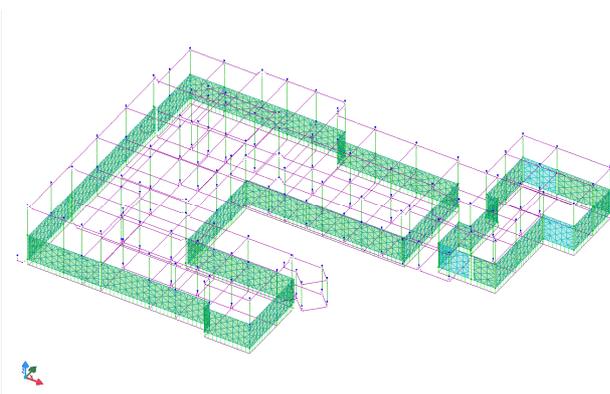


Figura 5 – modello strutturale corpo A

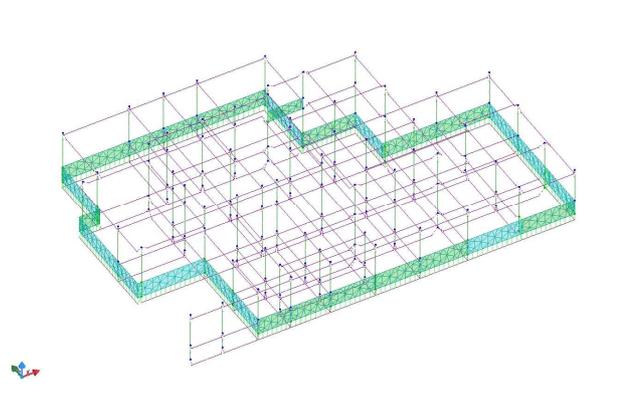


Figura 6 – modello strutturale corpo B

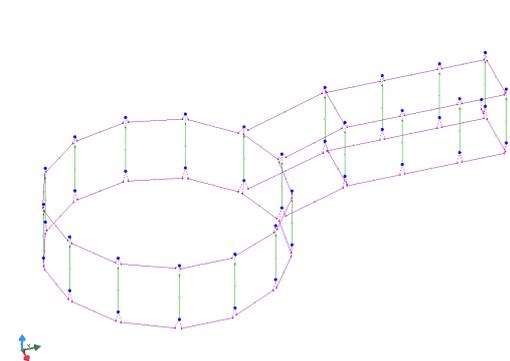


Figura 7 - modello strutturale corpo C

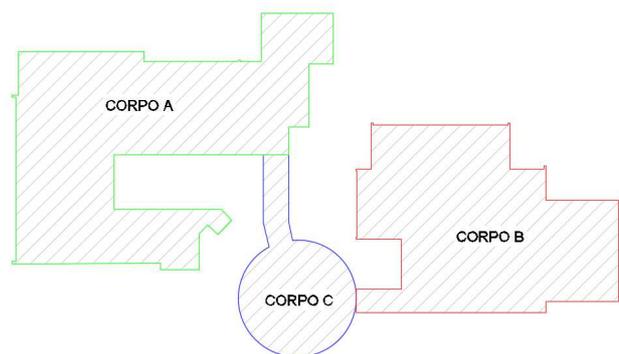
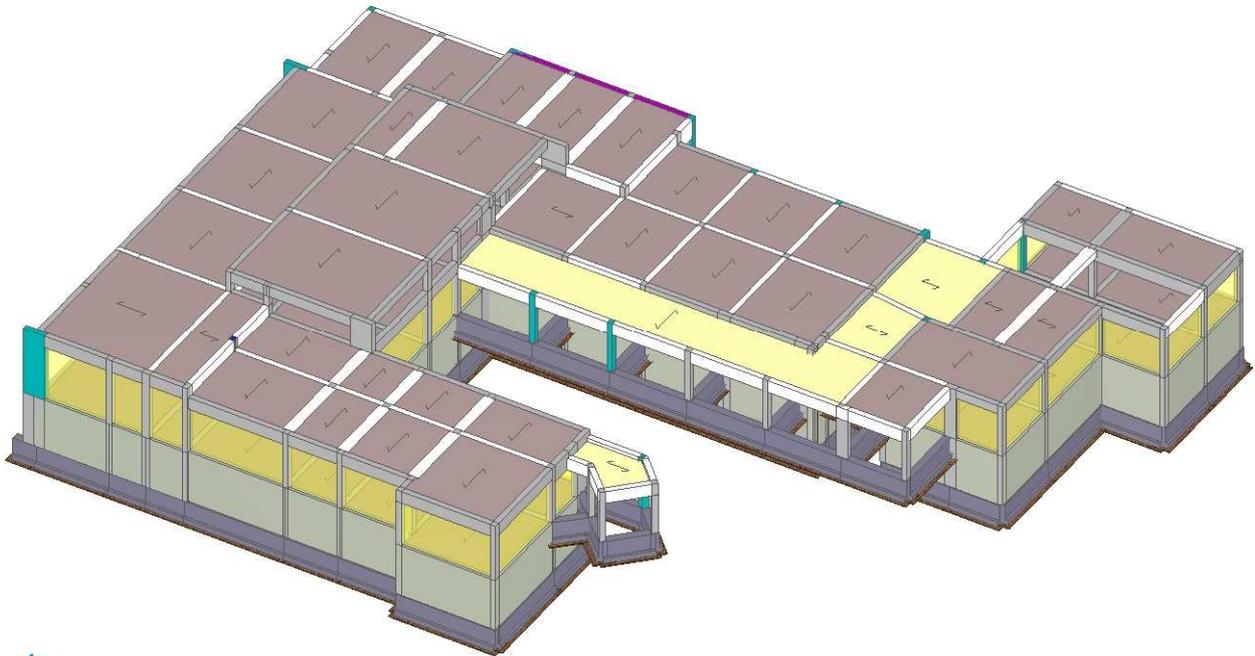


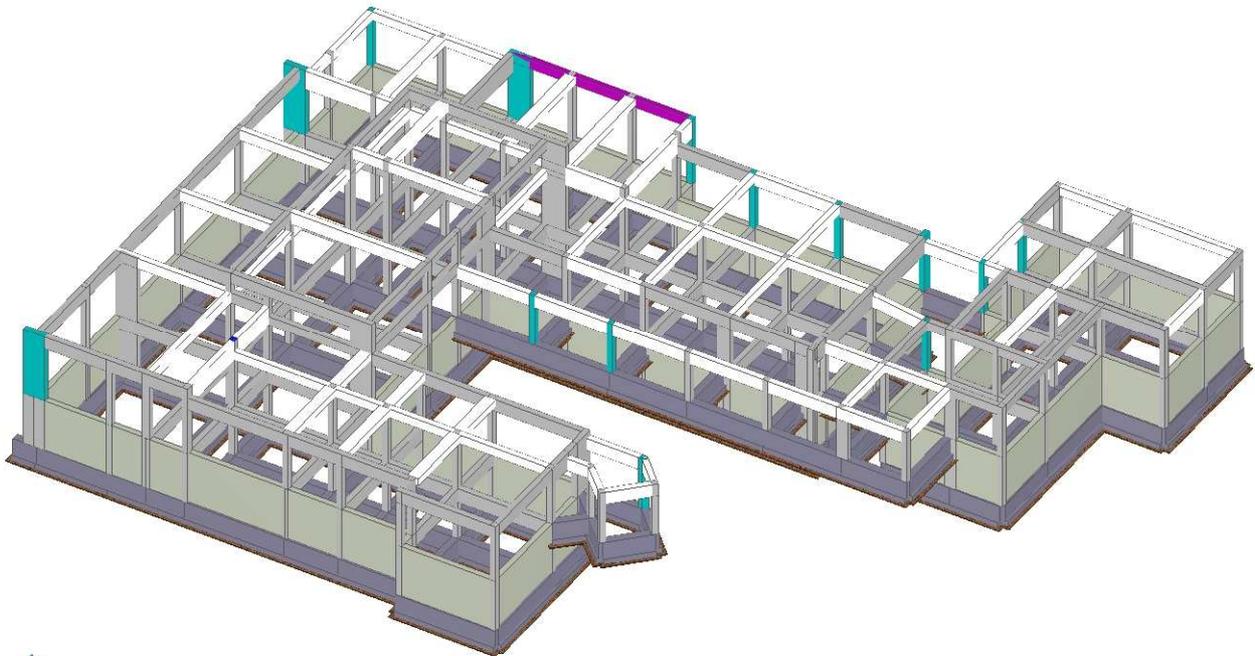
Figura 8 – Corpi strutturali della Biagio Marino

CORPO A

Modello FEM

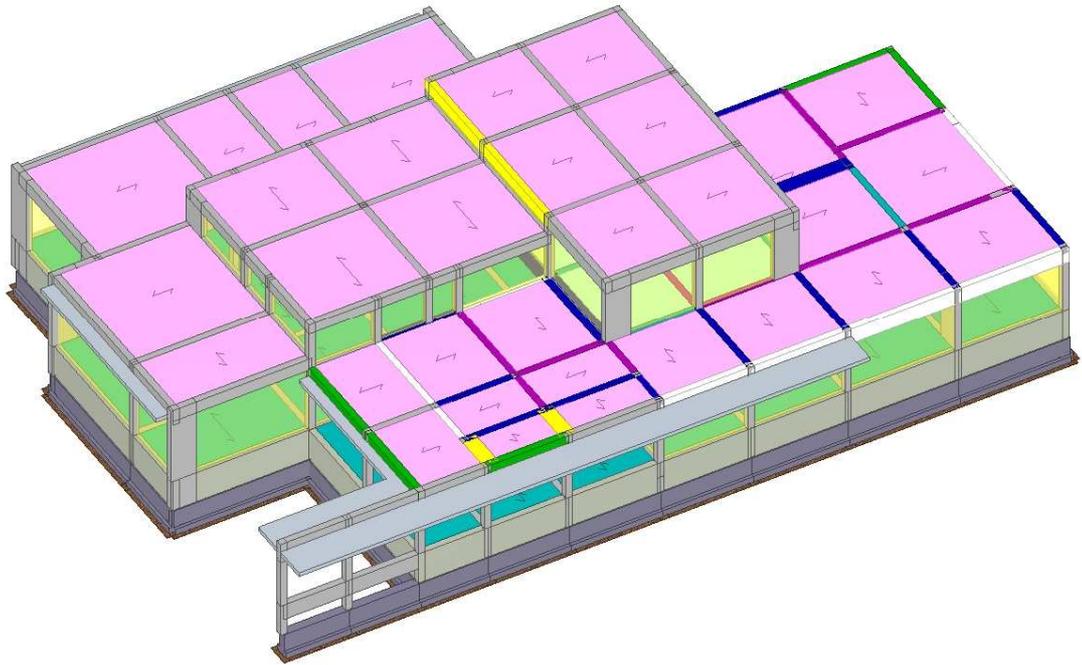


Modello FEM senza orizzontamenti e tamponamenti

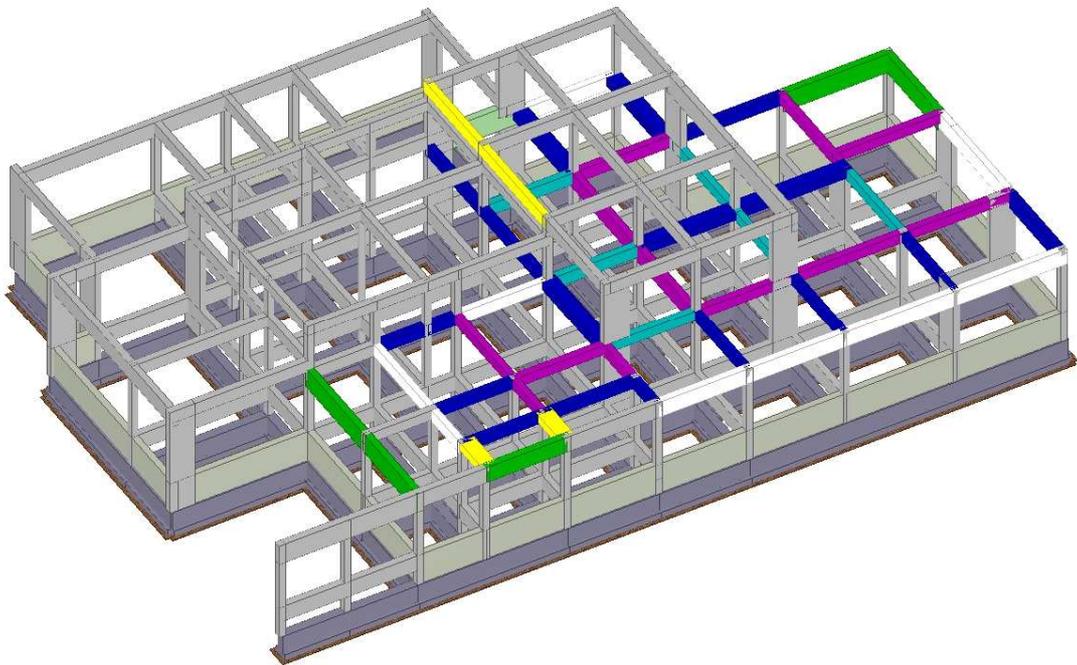


CORPO B

Modello FEM

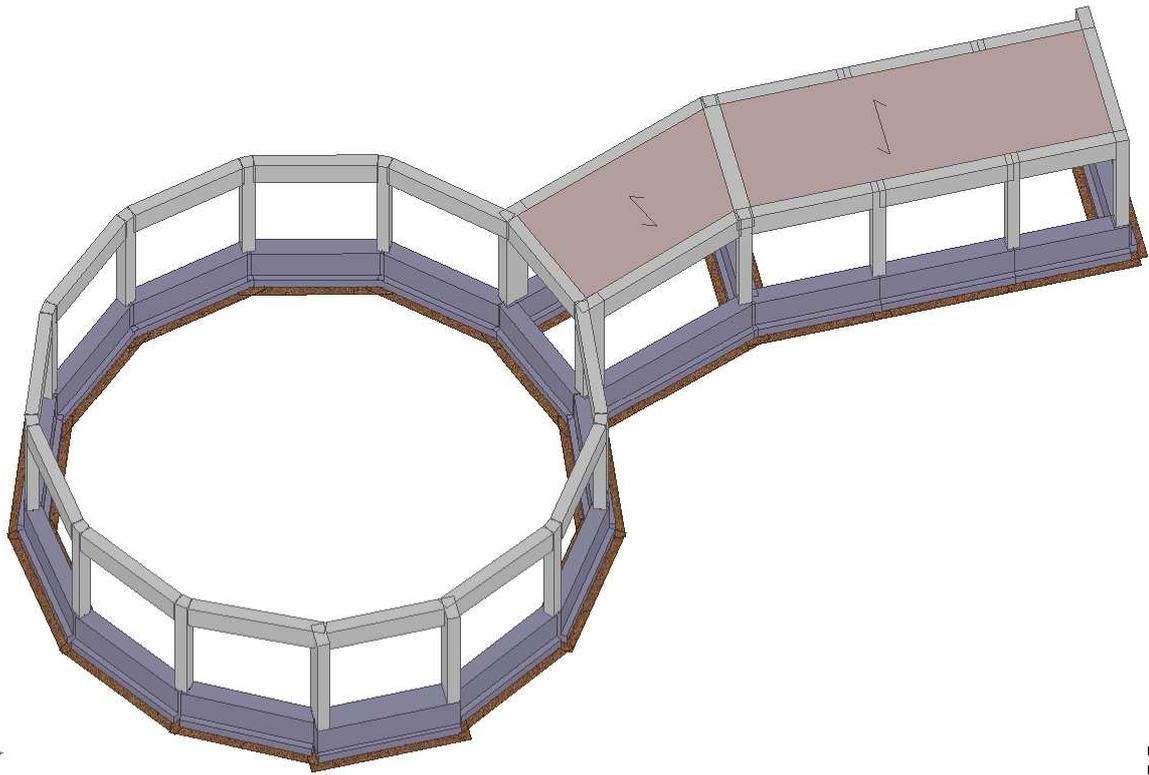


Modello FEM senza orizzontamenti e tamponamenti

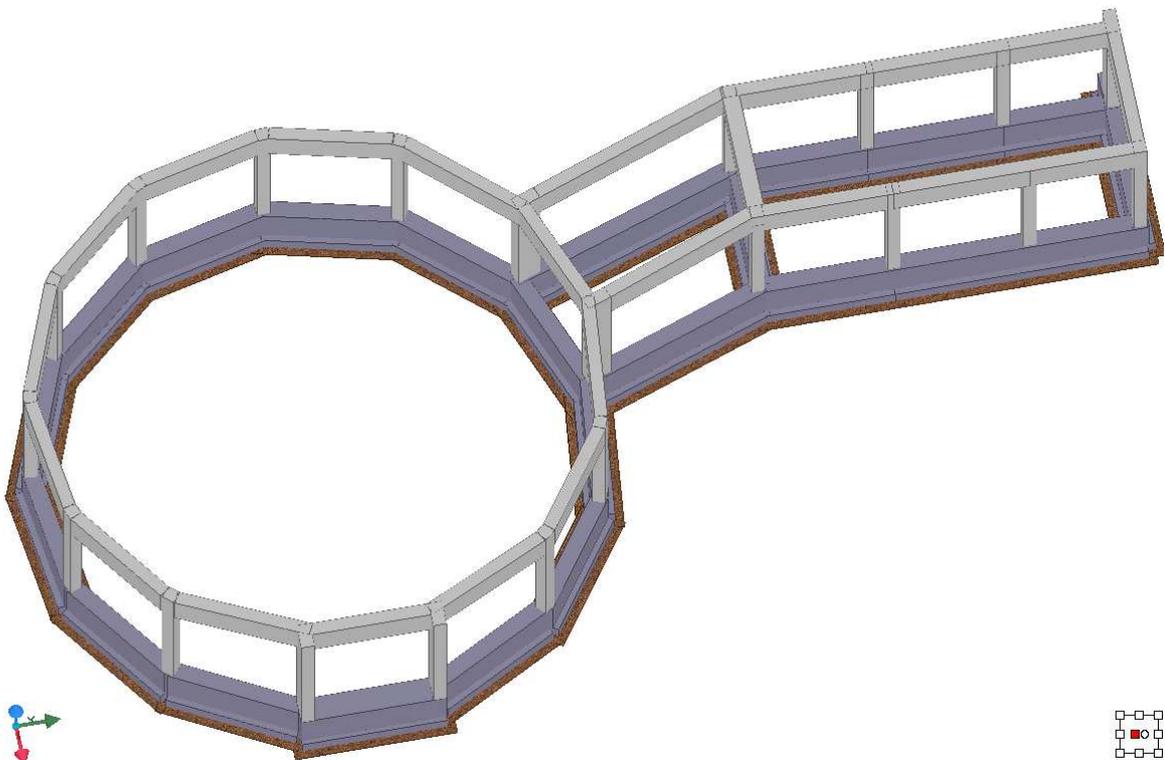


CORPO C

Modello FEM



Modello FEM senza orizzontamenti e tamponamenti



SINTESI DELLE FUNZIONALITÀ GENERALI DEL PROGRAMMA DI CALCOLO

Il pacchetto consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in una apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti **MICROSAP** prodotto dalla società **TESYS srl**. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

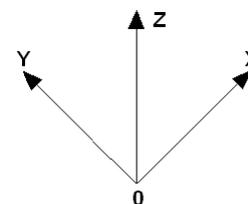
Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

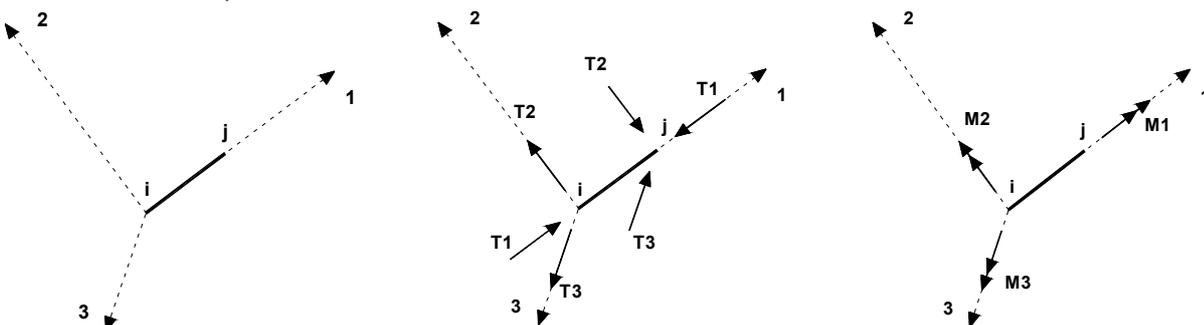
Sistemi di Riferimento

Riferimento globale

Il sistema di riferimento globale, rispetto al quale va riferita l'intera struttura, è costituito da una terna di assi cartesiani sinistrorsa O, X, Y, Z (X, Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro).



Riferimento locale per travi



L'elemento Trave è un classico elemento strutturale in grado di ricevere Carichi distribuiti e Carichi Nodali applicati ai due nodi di estremità; per effetto di tali carichi nascono, negli estremi, sollecitazioni di taglio, sforzo normale, momenti flettenti e torcenti.

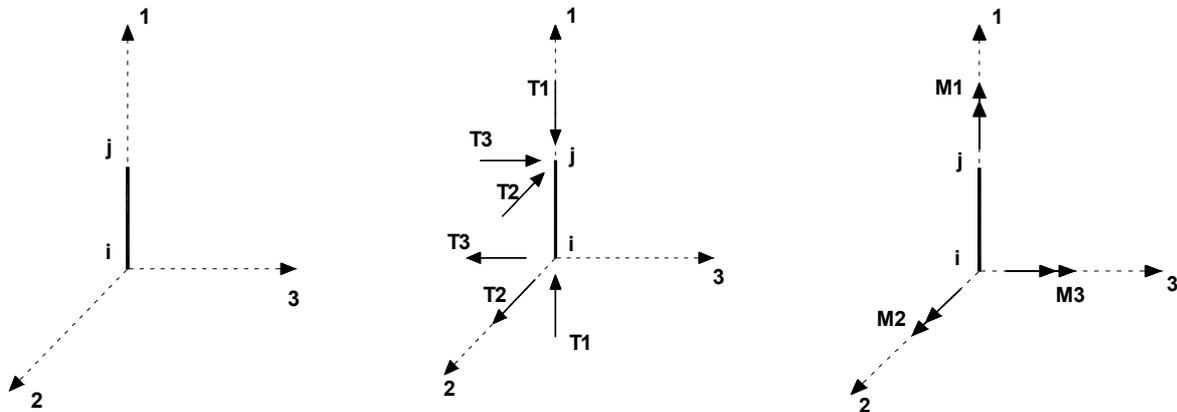
Definiti i e j (nodi iniziale e finale della Trave) viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

- asse 1 orientato dal nodo i al nodo j ;
- assi 2 e 3 appartenenti alla sezione dell'elemento e coincidenti con gli assi principali d'inerzia della sezione stessa.

Le sollecitazioni verranno fornite in riferimento a tale sistema di riferimento:

1. Sollecitazione di Trazione o Compressione T_1 (agente nella direzione i - j);
2. Sollecitazioni taglianti T_2 e T_3 , agenti nei due piani 1-2 e 1-3, rispettivamente secondo l'asse 2 e l'asse 3;
3. Sollecitazioni che inducono flessione nei piani 1-3 e 1-2 (M_2 e M_3);
4. Sollecitazione torcente M_1 .

Riferimento locale per pilastri



Definiti i e j come i due nodi iniziale e finale del pilastro, viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

- asse 1 orientato dal nodo i al nodo j ;
- asse 2 perpendicolare all' asse 1, parallelo e discorde all'asse globale Y;
- asse 3 che completa la terna destrorsa, parallelo e concorde all'asse globale X.

Tale sistema di riferimento è valido per Pilastri con angolo di rotazione pari a '0' gradi; una rotazione del pilastro nel piano XY ha l'effetto di ruotare anche tale sistema (ad es. una rotazione di '90' gradi porterebbe l'asse 2 a essere parallelo e concorde all'asse X, mentre l'asse 3 sarebbe parallelo e concorde all'asse globale Y). La rotazione non ha alcun effetto sull'asse 1 che coinciderà sempre e comunque con l'asse globale Z.

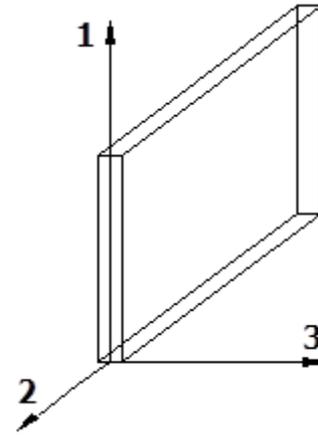
Per quanto riguarda le sollecitazioni si ha:

- una forza di trazione o compressione T_1 , agente lungo l'asse locale 1;
- due forze taglianti T_2 e T_3 agenti lungo i due assi locali 2 e 3;
- due vettori momento (flettente) M_2 e M_3 agenti lungo i due assi locali 2 e 3;
- un vettore momento (torcente) M_1 agente lungo l'asse locale nel piano 1.

Riferimento locale per pareti

Una parete è costituita da una sequenza di setti; ciascun setto è caratterizzato da un sistema di riferimento locale 1-2-3 così individuato:

- asse 1, coincidente con l'asse globale Z;
- asse 2, parallelo e discorde alla linea d'asse della traccia del setto in pianta;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.



Su ciascun setto l'utente ha la possibilità di applicare uno o più carichi uniformemente distribuiti comunque orientati nello spazio; le componenti di tali carichi possono essere fornite, a discrezione dell'utente, rispetto al riferimento globale X,Y,Z oppure rispetto al riferimento locale 1,2,3 appena definito.

Si rende necessario, a questo punto, meglio precisare le modalità con cui EdiLus restituisce i risultati di calcolo. Nel modello di calcolo agli elementi finiti ciascun setto è discretizzato in una serie di elementi tipo "shell" interconnessi; il solutore agli elementi finiti integrato nel programma EdiLus, definisce un riferimento locale per ciascun elemento shell e restituisce i valori delle tensioni esclusivamente rispetto a tali riferimenti.

Il software EdiLus provvede ad omogeneizzare tutti i valori riferendoli alla terna 1-2-3. Tale operazione consente, in fase di input, di ridurre al minimo gli errori dovuti alla complessità d'immissione dei dati stessi ed allo stesso tempo di restituire all'utente dei risultati facilmente interpretabili.

Tutti i dati cioè, sia in fase di input che in fase di output, sono organizzati secondo un criterio razionale vicino al modo di operare del tecnico e svincolato dal procedimento seguito dall'elaboratore elettronico.

In tal modo ad esempio, il significato dei valori delle tensioni può essere compreso con immediatezza non solo dal progettista che ha operato con il programma ma anche da un tecnico terzo non coinvolto nell'elaborazione; entrambi, così, potranno controllare con facilità dal tabulato di calcolo, la congruità dei valori riportati.

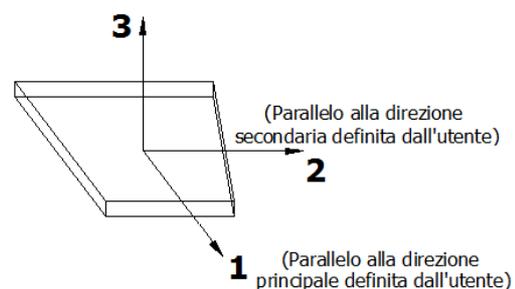
Un'ultima notazione deve essere riservata alla modalità con cui il programma fornisce le armature delle pareti, con riferimento alla faccia anteriore e posteriore.

La faccia anteriore è quella di normale uscente concorde all'asse 3 come prima definito o, identicamente, quella posta alla destra dell'osservatore che percorresse il bordo superiore della parete concordemente al verso di tracciamento.

Riferimento locale per solette e platee

Ciascuna soletta e platea è caratterizzata da un sistema di riferimento locale 1,2,3 così definito:

- asse 1, coincidente con la direzione principale di armatura;
- asse 2, coincidente con la direzione secondaria di armatura;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.



Modello di Calcolo

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento nei "Tabulati di calcolo".

Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.

Le aste in **c.a.**, sia travi che pilastri, sono schematizzate con un tratto flessibile centrale e da due tratti (braccetti) rigidi alle estremità. I nodi vengono posizionati sull'asse verticale dei pilastri, in corrispondenza dell'estradosso della trave più alta che in esso si collega. Tramite i braccetti i tratti flessibili sono quindi collegati ad esso. In questa maniera il nodo risulta perfettamente aderente alla realtà poiché vengono presi in conto tutti gli eventuali disassamenti degli elementi con gli effetti che si possono determinare, quali momenti flettenti/torcenti aggiuntivi.

Le sollecitazioni vengono determinate solo per il tratto flessibile. Sui tratti rigidi, infatti, essendo (teoricamente) nulle le deformazioni, le sollecitazioni risultano indeterminate.

Questa schematizzazione dei nodi viene automaticamente realizzata dal programma anche quando il nodo sia determinato dall'incontro di più travi senza il pilastro, o all'attacco di travi/pilastri con elementi shell.

La modellazione del materiale degli elementi in c.a., acciaio e legno segue la classica teoria dell'elasticità lineare; per cui il materiale è caratterizzato oltre che dal peso specifico, da un modulo elastico (E) e un modulo tagliante (G).

La possibile fessurazione degli elementi in c.a. è stata tenuta in conto nel modello considerando un opportuno decremento del modulo di elasticità e del modulo di taglio, nei limiti di quanto previsto dalla normativa vigente per ciascuno stato limite.

Per gli elementi monodimensionali (beam) in c.a., il comportamento non lineare viene rappresentato attraverso un modello a **plasticità diffusa** che tiene conto del comportamento non lineare del materiale stesso. Tale modello prevede che la matrice di rigidezza dell'elemento venga ricavata dall'integrazione della rigidezza di più sezioni opportunamente distribuite lungo l'asse del beam, soggette ai carichi agenti lungo lo stesso ed allo stato deformativo indotto dagli spostamenti nodali. Per definire lo stato delle tensioni normali in ogni sezione, queste vengono discretizzate a fibre in maniera tale da poter valutare la tensione di ciascuna di esse in base alla lettura del legame costitutivo del materiale della fibra stessa in corrispondenza della deformazione presente.

Dall'integrazione del contributo di tutte le fibre di una sezione si ottengono quindi le sollecitazioni $N-M_x-M_y$. Per definire invece lo stato delle tensioni tangenziali si considera invece un comportamento elastico-lineare della sezione stessa.

Nella definizione delle sezioni a fibre intervengono anche le armature così da poter effettivamente considerare un comportamento elasto-plastico per l'intero elemento beam.

Al fine di prendere in considerazione la variabilità della distribuzione delle armature lungo l'asse del beam, lo stesso viene suddiviso in tre tratti all'interno dei quali la distribuzione delle armature è costante.

In linea generale, la caratterizzazione non lineare dell'elemento avviene nel seguente modo:

- suddivisione dell'elemento in 3 tratti: un tratto centrale e due tratti laterali; la somma della lunghezza dei tre tratti è pari a quella totale dell'elemento;
- per ognuno dei tre tratti, vengono definite le caratteristiche della sezione. In base al grado di precisione richiesta, in ciascun tratto vengono definiti i punti di integrazione che vengono adoperati nella costruzione della matrice di rigidezza dell'elemento. Le sezioni iniziale e finale del tratto sono sempre presenti.
- Per ogni materiale costituente il beam viene definito il legame tensione deformazione che viene assegnato alle relative fibre della sezione. Più in particolare, per il comportamento a flessione si definisce la curva caratteristica dei materiali (calcestruzzo e acciaio) costituenti l'elemento e la geometria della sezione (inclusi i dati delle armature). La sezione, a tale scopo, viene suddivisa in fibre nel suo piano. Con questo modello si può riprodurre esattamente l'interazione tra le componenti di azione normale (N) e momento biassiale (M_x , M_y). Nel riprodurre tale comportamento è possibile portare in conto anche il contributo del confinamento. Il vantaggio di questo metodo è una schematizzazione più rigorosa della sezione e del materiale ma ha come controindicazione una maggiore onerosità di tempo di calcolo. Per quanto riguarda, invece, il comportamento a taglio e torsione, si fa ricorso alla definizione di specifici legami costitutivi relativi al comportamento che si vuole analizzare. Si introducono pertanto i diagrammi Momento-Rotazione per il

comportamento torsionale o Forza-Spostamento per quello tagliante che descrivono il comportamento dell'elemento in funzione dello stato deformativo.

Per gli elementi bidimensionali (shell) in c.a., il comportamento non lineare viene rappresentato tramite la stratificazione lungo lo spessore e la definizione dei legami caratteristici associati a ciascun strato. Tale modellazione permette di prendere in considerazione sia il comportamento membranale che flessionale. Con riferimento ad esempio ad una parete in c.a., la shell viene descritta dai seguenti strati:

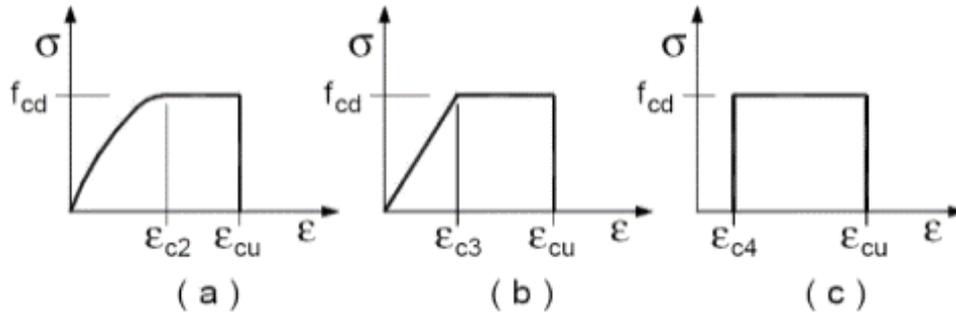
- uno strato di c.a. di spessore pari al copriferro;
- uno strato di armature verticali (l'armatura ha spessore nullo);
- uno strato di armature orizzontali (l'armatura ha spessore nullo);
- uno strato di c.a. di spessore pari al totale dell'elemento meno 2 volte il copriferro;
- uno strato di armature orizzontali (l'armatura ha spessore nullo);
- uno strato di armature verticali (l'armatura ha spessore nullo);
- uno strato di c.a. di spessore pari al copriferro.

Gli elementi in acciaio per carpenterie metalliche, gli elementi in legno e gli elementi in materiale generico sono modellati assumendo un comportamento elastico-lineare sia a trazione che a compressione.

Gli eventuali elementi di **fondazione** (travi, platee, plinti, plinti su pali e pali) sono modellati assumendo un comportamento elastico-lineare sia a trazione che a compressione.

PROPRIETÀ DI CALCOLO DEI MATERIALI

I diagrammi costitutivi degli elementi in calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al §4.1.2.1.2.1 del D.M. 2018; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta e pressoflessione deviata è adottato il modello riportato in fig. (a).



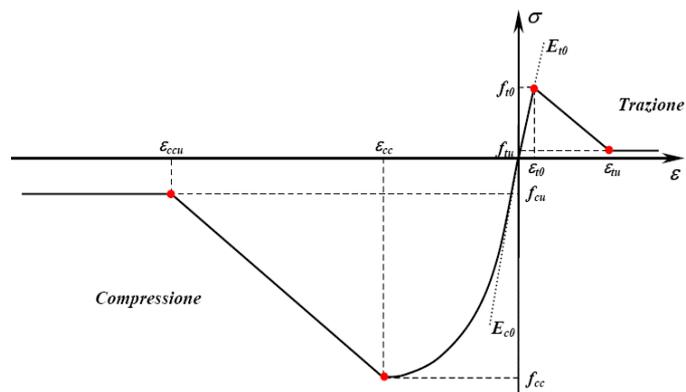
Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

I valori di deformazione assunti sono:

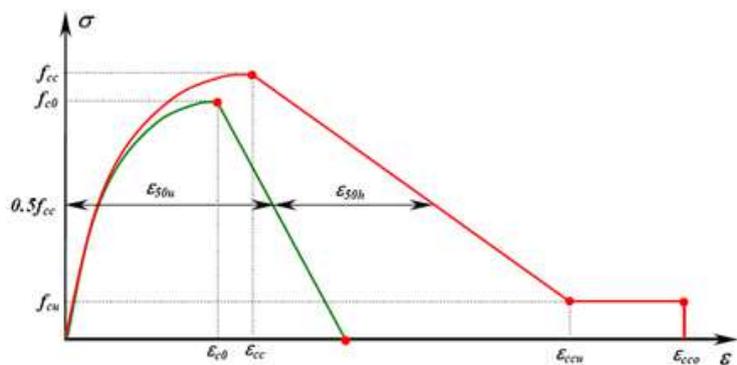
$$\varepsilon_{c2} = 0,0020;$$

$$\varepsilon_{cu2} = 0,0035.$$

Il comportamento non lineare del materiale calcestruzzo è definito attraverso una curva analitica uniassiale deformazioni-sforzi (ε - σ) comprendente sia la parte di compressione che quella di trazione. Nella schematizzazione a fibre della sezione, questo tipo di comportamento è utilizzato per simulare il comportamento a presso-flessione del calcestruzzo. Nella figura seguente è rappresentata una delle possibili curve uniassiali.



È possibile portare in conto anche l'effetto di confinamento causato dall'armatura trasversale (staffe). La figura seguente mostra la relazione tipica tra la curva del calcestruzzo non confinato (verde) e confinato (rosso).



Le espressioni analitiche dei tratti in compressione sono riassunte di seguito. Il valore di E_{c0} è assegnato esplicitamente ed è pari al modulo elastico del calcestruzzo.

Il modello parametrico del materiale permette di assegnare esplicitamente sia la curva del calcestruzzo non confinato sia di quello confinato, attribuendo gli opportuni valori alle coordinate dei punti $(\varepsilon_{cc}; f_{cc})$ e $(\varepsilon_{cu}; f_{cu})$.

Tratto

crescente ($\varepsilon < \varepsilon_{cc}$)	decrescente ($\varepsilon_{cc} \leq \varepsilon < \varepsilon_{ccu}$)	costante ($\varepsilon_{ccu} \leq \varepsilon < \varepsilon_{cco}$)	nullo ($\varepsilon \geq \varepsilon_{cco}$)
$\sigma = E_{c0} \cdot \varepsilon \left[1 - \frac{1}{n} \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{cc}} \right)^{n-1} \right]$	$\sigma = f_{cc} + E_{cd} \cdot (\varepsilon - \varepsilon_{cc})$	$\sigma = f_{cu}$	$\sigma = 0$

$$n = \frac{E_{c0}}{E_{c0} - \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}}} \quad \left| \quad E_{cd} = \frac{f_{cu} - f_{cc}}{\varepsilon_{ccu} - \varepsilon_{cc}} \quad \left| \quad \right.$$

A seconda della quantità e geometria dell'armatura trasversale di contenimento la resistenza a compressione f_{cc} e la corrispondente deformazione ε_{cc} subiscono un incremento rispetto ai valori f_{c0} e ε_{c0} . Tale incremento è minore nel calcestruzzo ad alta resistenza. Risultano inoltre incrementate le caratteristiche di duttilità, evidenziate da una minore pendenza del tratto discendente. Convenzionalmente la pendenza del tratto post-picco è di solito determinata in riferimento alla deformazione ε_{50u} del materiale non confinato e all'incremento di deformazione ε_{50h} del materiale confinato in corrispondenza del 50% della resistenza di picco.

I valori f_{cc} , ε_{cc} possono essere ottenuti applicando un coefficiente di amplificazione K ai valori f_{c0} , ε_{c0} :

$$f_{cc} = K \cdot f_{c0}$$

$$\varepsilon_{cc} = K \cdot \varepsilon_{c0}$$

$$K = 1 + \rho_s \cdot f_{yh} / f_{c0}$$

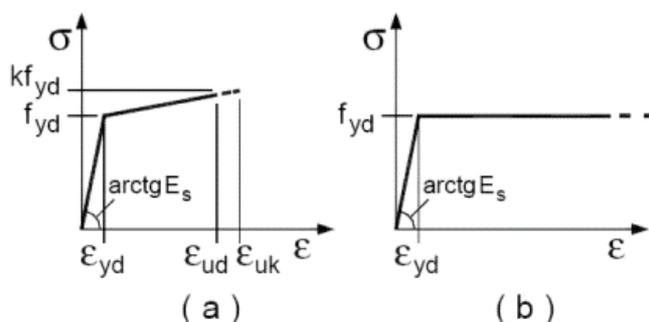
dove ρ_s è il rapporto tra il volume di una staffa e il volume di calcestruzzo da essa racchiuso, misurato sulla superficie esterna della staffa, e f_{yh} è la resistenza a snervamento della staffa. Per il calcestruzzo non confinato risulta $\rho_s=0$, per cui $K=1$ e $f_{cc}=f_{c0}$ e $\varepsilon_{cc}=\varepsilon_{c0}$. Per quanto riguarda invece la deformazione ε_{c0} , per essa è di solito assunto il valore 0,002 per qualunque tipo di calcestruzzo.

Di solito al calcestruzzo non confinato si attribuisce una resistenza residua nulla ($f_{cu}=0$), come rappresentato in figura. Nel caso di calcestruzzo confinato si assegna invece di norma una resistenza residua non nulla (valore tipico: $f_{cu}=0,2 \cdot f_{cc}$). Il software, a vantaggio di sicurezza, assegna, comunque, anche per un calcestruzzo confinato una resistenza residua nulla.

Il parametro $\varepsilon_{cc0}/\varepsilon_{cc}$ consente di definire il valore di *cutoff* ε_{cc0} di deformazione. Per default, assegnando $\varepsilon_{cc0}/\varepsilon_{cc}=0$ il materiale conserva la resistenza residua f_{cu} per qualunque valore $\varepsilon \geq \varepsilon_{ccu}$. Viceversa, se $\varepsilon \geq \varepsilon_{cc0}$ la resistenza residua è soppressa. Ad esempio, se $\varepsilon_{cc}=0$ e $\varepsilon_{cc0}/\varepsilon_{cc}=10$ il calcestruzzo (supposto ovviamente confinato) non collabora a compressione per deformazioni maggiori o uguali al 2%.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al §4.1.2.1.2.2 del D.M. 2018; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).

La resistenza di calcolo è data da f_{yk}/γ_f . Il coefficiente di sicurezza γ_f si assume pari a 1,15.



Il comportamento non lineare del materiale acciaio per cemento armato, nel caso di sezione schematizzata a fibre, è definito attraverso una curva bilineare uniassiale deformazioni-sforzi (ε - σ) simmetrica per trazione e compressione.

Per il calcolo della capacità di **elementi/meccanismi duttili** o **fragili** si impiegano le proprietà dei materiali esistenti (resistenze medie ottenute dalle prove in situ e da informazioni aggiuntive) divise per i fattori di confidenza in relazione al livello di conoscenza raggiunto.

Per il calcolo della capacità di resistenza degli **elementi fragili primari**, le resistenze dei materiali (resistenze medie ottenute dalle prove in situ e da informazioni aggiuntive) si dividono per i corrispondenti coefficienti parziali e per i fattori di confidenza in relazione al livello di conoscenza raggiunto.

ANALISI STATICA NON LINEARE (Push Over)

Il calcolo è stato eseguito in analisi non lineare statica, ai sensi del § 7.3.4.2 del D.M. 2018, mediante un programma agli elementi finiti le cui caratteristiche verranno descritte nel seguito.

Il calcolo degli effetti dell'azione sismica è stato eseguito con riferimento alla struttura spaziale, tenendo cioè conto degli elementi interagenti fra loro secondo l'effettiva realizzazione. Non ci sono approssimazioni su tetti inclinati, piani sfalsati o scale, solette, pareti irrigidenti e nuclei.

Si è tenuto conto delle deformabilità assiali, taglianti e flessionali degli elementi monodimensionali; pareti, setti, muri, solette sono stati correttamente schematizzati tramite elementi finiti a tre/quattro nodi con comportamento sia a piastra che a lastra.

Sono stati considerati sei gradi di libertà per nodo; in ogni nodo della struttura sono state applicate le forze sismiche derivanti dalle masse circostanti.

Il calcolo in analisi non lineare statica viene svolto secondo quanto dettagliato nei seguenti passi.

Passo 1

Definizione di un legame costitutivo non lineare per i materiali, come sopra esposto.

Passo 2

Definizione dei carichi agenti sulla struttura; tali carichi sono costituiti dai carichi verticali, combinati secondo le indicazioni del § 2.5.3, relazione [2.5.5], del D.M. 2018, e da una distribuzione di forze orizzontali come rappresentativa del sisma.

Passo 3

Definizione di un punto di controllo per l'analisi; tale punto di controllo può essere scelto automaticamente tra i nodi strutturali dell'ultimo piano, con le coordinate più prossime (eventualmente coincidenti) a quelle del baricentro delle masse di tale impalcato, oppure manualmente dall'utente.

Passo 4

Soluzione del sistema tridimensionale dell'edificio soggetto ai carichi definiti al punto 2); tale soluzione viene perseguita per 4 direzioni del sisma (+X, -X, +Y e -Y) e per due distribuzioni di forze orizzontali, per un totale di 8 analisi non lineari statiche.

In particolare, devono essere scelte almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, una ricadente tra quelle del "Gruppo 1 (Distribuzioni Principali)", ed un'altra ricadente tra quelle del "Gruppo 2 (Distribuzioni Secondarie)", così come definite nella seguente tabella.

Gruppo 1 – Distribuzioni Principali	Gruppo 2 – Distribuzioni Secondarie
G ₁ -a) Distribuzione proporzionale alle forze dell'analisi lineare statica di cui al § 7.3.3.2 del D.M. 2018 ⁽¹⁾	G ₂ -a) Distribuzione di forze uniforme lungo l'altezza della costruzione
G ₁ -b) Distribuzione proporzionale alla forma del modo fondamentale di vibrazione, nella direzione considerata	G ₂ -b) Distribuzione di forze adattiva al crescere dello spostamento del punto di controllo in funzione della plasticizzazione della struttura
G ₁ -c) Distribuzione proporzionale alle forze di piano corrispondenti ai modi di vibrazione con partecipazione di massa complessiva almeno pari all'85% della massa sismica totale, nella direzione considerata ⁽²⁾	G ₂ -c) Distribuzione multimodale, considerando almeno sei modi significativi
⁽¹⁾ Nel caso di utilizzo della G ₁ -a) è obbligatorio l'utilizzo della G ₂ -a)	
⁽²⁾ La distribuzione G ₁ -c) è obbligatoria se il periodo fondamentale di vibrazione della struttura (T ₁) è superiore a 1,3 T _C .	

Nella seguente tabella vengono illustrate le distribuzioni prescelte, nel rispetto della condizione di applicabilità seguente:

$$T_{1,x} < 1,3T_c$$

$$T_{1,y} < 1,3T_c$$

dove:

$T_{1,x}$ e $T_{1,y}$ sono i periodi principali di vibrazione nelle direzioni x ed y;

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Dir	$T_{1,x}$	$1,3 T_c$	Gruppo 1 – Distribuzioni Principali	Gruppo 2 – Distribuzioni Secondarie
	[s]	[s]		
X	0.32	0.38	-	-
Y	0.32	0.38	-	-

Per le quattro direzioni considerate precedentemente e per ciascuna distribuzione di forze è possibile, inoltre:

- aggiungere i contributi delle eccentricità accidentali, traslando il centro di massa di ciascun orizzontamento di una quantità costante, e pari ad almeno il 5% della dimensione media dell'edificio, misurata perpendicolarmente alla direzione del sisma (cfr. § 7.2.6 D.M. 2018);
- calcolare la risposta del sistema considerando "unitariamente" gli effetti del sisma per il 100% nella direzione principale considerata, e per il 30% nella direzione perpendicolare (cfr. [7.3.10] D.M. 2018):

$$1,00E_x + 0,30E_y$$

dove E_x ed E_y indicano gli effetti del sisma nelle due direzioni. La seguente tabella sintetizza le analisi non lineari statiche ottenute.

N°	Descrizione	N°	Descrizione
1	$[+1,00(E_x + ecc_y) + 0,30(E_y)]_{G1}$	17	$[+1,00(E_x + ecc_y) + 0,30(E_y)]_{G2}$
2	$[+1,00(E_x + ecc_y) - 0,30(E_y)]_{G1}$	18	$[+1,00(E_x + ecc_y) - 0,30(E_y)]_{G2}$
3	$[+1,00(E_x - ecc_y) + 0,30(E_y)]_{G1}$	19	$[+1,00(E_x - ecc_y) + 0,30(E_y)]_{G2}$
4	$[+1,00(E_x - ecc_y) - 0,30(E_y)]_{G1}$	20	$[+1,00(E_x - ecc_y) - 0,30(E_y)]_{G2}$
5	$[-1,00(E_x + ecc_y) + 0,30(E_y)]_{G1}$	21	$[-1,00(E_x + ecc_y) + 0,30(E_y)]_{G2}$
6	$[-1,00(E_x + ecc_y) - 0,30(E_y)]_{G1}$	22	$[-1,00(E_x + ecc_y) - 0,30(E_y)]_{G2}$
7	$[-1,00(E_x - ecc_y) + 0,30(E_y)]_{G1}$	23	$[-1,00(E_x - ecc_y) + 0,30(E_y)]_{G2}$
8	$[-1,00(E_x - ecc_y) - 0,30(E_y)]_{G1}$	24	$[-1,00(E_x - ecc_y) - 0,30(E_y)]_{G2}$
9	$[+1,00(E_y + ecc_x) + 0,30(E_x)]_{G1}$	25	$[+1,00(E_y + ecc_x) + 0,30(E_x)]_{G2}$
10	$[+1,00(E_y + ecc_x) - 0,30(E_x)]_{G1}$	26	$[+1,00(E_y + ecc_x) - 0,30(E_x)]_{G2}$
11	$[+1,00(E_y - ecc_x) + 0,30(E_x)]_{G1}$	27	$[+1,00(E_y - ecc_x) + 0,30(E_x)]_{G2}$
12	$[+1,00(E_y - ecc_x) - 0,30(E_x)]_{G1}$	28	$[+1,00(E_y - ecc_x) - 0,30(E_x)]_{G2}$
13	$[-1,00(E_y + ecc_x) + 0,30(E_x)]_{G1}$	29	$[-1,00(E_y + ecc_x) + 0,30(E_x)]_{G2}$

14	$\left[-1,00(E_y + ecc_x) - 0,30(E_x)\right]_{G1}$	30	$\left[-1,00(E_y + ecc_x) - 0,30(E_x)\right]_{G2}$
15	$\left[-1,00(E_y - ecc_x) + 0,30(E_x)\right]_{G1}$	31	$\left[-1,00(E_y - ecc_x) + 0,30(E_x)\right]_{G2}$
16	$\left[-1,00(E_y - ecc_x) - 0,30(E_x)\right]_{G1}$	32	$\left[-1,00(E_y - ecc_x) - 0,30(E_x)\right]_{G2}$

Passo 5

Per ognuna delle varie analisi effettuate al punto 4 viene costruita la curva di capacità dell'edificio, mettendo in ascissa il taglio alla base (F_b), e sulle ordinate lo spostamento del punto di controllo (d_c); da tale curva sono ricavate le caratteristiche di un sistema a un grado di libertà equivalente (*s dof*, o "single degree of freedom"), ed in particolare la forza allo snervamento (F_y^*) e lo spostamento corrispondente, imponendo l'uguaglianza tra l'area sottesa dalla curva e la bilineare equivalente. Definite, quindi, la rigidezza secante e la massa equivalente (m^*), si ricava il periodo del sistema ad un grado di libertà (T^*); con tale periodo sono calcolate le domande di spostamento allo SLU (SLV) e allo SLE (SLD), trasformate infine nelle domande del sistema reale, come dettagliato nel seguito. Per quanto esposto al punto 4) è stato necessario preventivamente effettuare un calcolo in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare. Al sistema strutturale sono stati applicati i carichi gravitazionali e, successivamente, delle forze orizzontali proporzionali alle forze d'inerzia in corrispondenza degli orizzontamenti della costruzione. Tali forze sono applicate per ciascuna delle direzioni considerate dell'azione sismica, ed hanno una risultante pari al taglio alla base F_b . Le forze applicate sono state scalate in modo da far crescere monotonamente lo spostamento del punto di controllo (d_c), generalmente coincidente con il centro di massa dell'ultimo impalcato della costruzione, esclusi eventuali torrioni. È inoltre possibile considerare punti di controllo alternativi in corrispondenza, ad esempio, con le estremità della pianta dell'ultimo impalcato, allorché ciò sia necessario a causa dell'accoppiamento tra traslazioni e rotazioni dell'impalcato. Il diagramma F_b - d_c così ottenuto costituisce la "curva di capacità" (o "curva di pushover") della struttura.

Per ciascuna delle analisi di pushover effettuate è stata ottenuta la curva di capacità del sistema reale F_b (tagliante alla base) vs. d_c (spostamento del punto di controllo). La verifica globale di sicurezza viene condotta con il "principio di uguali spostamenti" o "uguale energia", di cui al § C7.3.4.2 della Circolare 2019 del D.M. 2018, basata sui seguenti step:

- 1) calcolo della curva di capacità ideale del sistema *s dof* equivalente, scalando la curva di pushover del sistema reale:

$$F^* = \frac{F_b}{\Gamma}; \quad d^* = \frac{d_c}{\Gamma}$$

dove Γ è il "fattore di partecipazione modale", funzione della direzione del sisma, della massa del sistema reale e della forma del modo di vibrazione principale del sistema reale;

- 2) calcolo della curva bilineare (elastica – perfettamente plastica) del sistema equivalente, caratterizzata da un tratto elastico con rigidezza k^* , forza di snervamento F_y^* e spostamento ultimo d_u^* . Quest'ultimo è calcolato imponendo l'uguaglianza delle aree sottese alla curva ideale del sistema *s dof* equivalente (ottenuta scalando la curva reale del sistema strutturale del fattore di partecipazione modale) e della curva bilineare ed imponendo una riduzione di resistenza $\leq 0,15F_{bu}^*$ (dove F_{bu}^* è il picco della curva di capacità reale del sistema *s dof* equivalente). Per ciascuna delle curve di capacità ottenuta, la verifica globale di sicurezza viene effettuata con il principio di uguali spostamenti o uguale energia:

$$d_{c,max} = d_{e,max}^* \Gamma \leq d_{c,u} = d_u^* \Gamma \quad \text{se: } T^* \geq T_c$$

$$d_{c,max} = \frac{d_{e,max}^*}{q^*} \left[1 + (q^* - 1) \frac{T_c}{T^*} \right] \Gamma \leq d_{c,u} = d_u^* \Gamma \quad \text{se: } T^* < T_c$$

dove:

- T^* è dato da (cfr. [C7.3.6] Circolare 02-02-2009 n. 617):

$$T^* = 2\pi \sqrt{\frac{m^*}{k^*}}$$

- $d_{e,\max}^*$ è lo spostamento elastico del sistema *s dof* equivalente (cfr. § 3.2.3.2 D.M. 2018):

$$d_{e,\max}^* = S_e(T^*) \left(\frac{T^*}{2\pi} \right)^2$$

essendo $S_e(T^*)$ l'accelerazione spettrale del sistema *s dof* in corrispondenza del periodo T^* ;

- q^* è il rapporto seguente:

$$q^* = \frac{m^* S_e(T^*)}{F_y^*}$$

Si noti che, nel caso in cui $q^* \leq 1$ si deve assumere sempre $d_{c,\max} = d_{e,\max}^* \Gamma$.

PROGETTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 2018. I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, platee, ecc.).

I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ed agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots \quad (1)$$

dove:

- G₁ rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- G₂ rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
 $\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella Tab. 2.6.I del D.M. 2018;
 ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base (Q_{k1} nella formula precedente).

I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati negli allegati "*Tabulati di calcolo*".

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

E rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
 G_1 rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
 G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
 P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
 ψ_{2i} coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q_i ;
 Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i .

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

I valori dei coefficienti ψ_{2i} sono riportati nella seguente tabella:

Categoria/Azione	ψ_{2i}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,3
Categoria B - Uffici	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,6
Categoria E - Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	0,8
Categoria F - Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,6
Categoria G - Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,3
Categoria H - Coperture	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	*
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	*
Vento	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,2
Variazioni termiche	0,0
* "Da valutarsi caso per caso"	

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 definiti nella Tab. 6.2.I del D.M. 2018.

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella Tab. 6.2.II del D.M. 2018.

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della Tab. 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

Si è quindi provveduto a progettare le armature di ogni elemento strutturale per ciascuno dei valori ottenuti secondo le modalità precedentemente illustrate. Nella sezione relativa alle verifiche dei " *Tabulati di calcolo*" in allegato sono riportati, per brevità, i valori della sollecitazione relativi alla combinazione cui corrisponde il minimo valore del coefficiente di sicurezza.

La verifica degli elementi allo SLU avviene col seguente procedimento:

- si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 2018, ottenendo un insieme di sollecitazioni;
- si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel §2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 2018;
- per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

VERIFICHE DI RESISTENZA

Nel caso di analisi statica non lineare, la verifica globale di sicurezza consiste (come indicato nei §§7.3.4.2 - 7.8.1.6 del DM 2018) nel confronto tra la capacità di spostamento ultimo della costruzione e la domanda di spostamento ottenute applicando il procedimento illustrato al §7.3.4.2 del D.M. 2018.

Per quanto riguarda la verifica allo SLV (SLU), si controlla che la domanda di spostamento - calcolata secondo la relazione (C7.3.7) oppure (C7.3.8) del par. C7.3.4.2 della Circolare 2019 del D.M. 2018 - sia inferiore alla capacità di spostamento dell'edificio (calcolata secondo le indicazioni del par. C7.3.4.2), letta in corrispondenza del massimo spostamento offerto dalla Curva di Capacità. Se tale verifica (Domanda \leq Capacità) risulta soddisfatta per tutte le Analisi effettuate, l'edificio è verificato allo SLV.

Per quanto riguarda le verifiche allo SLD (SLE), oltre alla condizione che la capacità di spostamento sia maggiore o uguale alla domanda di spostamento allo SLD, deve essere ulteriormente soddisfatta la verifica relativa agli spostamenti di interpiano; la struttura viene di nuovo analizzata, stavolta sotto l'azione di forze orizzontali tali da provocare uno spostamento del Punto di Controllo pari alla domanda di spostamento allo SLD; con gli spostamenti nodali calcolati in corrispondenza di tale sistema di forze orizzontali sono calcolati gli spostamenti di interpiano ed effettuata la relativa verifica.

Elementi in C.A.

Illustriamo, in dettaglio, il procedimento seguito in presenza di pressoflessione deviata (pilastri e trave di sezione generica):

- per tutte le terne M_x , M_y , N , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base alla formula 4.1.19 del D.M. 2018, effettuando due verifiche a pressoflessione retta con la seguente formula:

$$\left(\frac{M_{Ex}}{M_{Rx}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{Ey}}{M_{Ry}} \right)^\alpha \leq 1$$

dove:

M_{Ex} , M_{Ey} sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi di flessione X ed Y del sistema di riferimento locale;

M_{Rx} , M_{Ry} sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti allo sforzo assiale N_{Ed} valutati separatamente attorno agli assi di flessione.

L'esponente α può dedursi in funzione della geometria della sezione, della percentuale meccanica dell'armatura e della sollecitazione di sforzo normale agente.

- se per almeno una di queste terne la relazione 4.1.19 non è rispettata, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando la suddetta relazione è rispettata per tutte le terne considerate.

Sempre quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo in dettaglio il procedimento seguito per le travi verificate/semiprogettate a pressoflessione retta:

- per tutte le coppie M_x , N , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base all'armatura adottata;
- se per almeno una di queste coppie esso è inferiore all'unità, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o al più uguale all'unità per tutte le coppie considerate.

Una volta semiprogettate le armature allo SLU, si procede alla verifica delle sezioni allo Stato Limite di Esercizio con le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti; se necessario, le armature vengono integrate per far rientrare le tensioni entro i massimi valori previsti. Si procede alle verifiche alla deformazione, quando richiesto, ed alla fessurazione che, come è noto, sono tese ad assicurare la durabilità dell'opera nel tempo.

Per quanto riguarda la verifica degli **elementi in c.a.** in analisi statica NON lineare, gli elementi ed i meccanismi resistenti vengono classificati in:

- **duttili**: travi, pilastri e pareti/setti inflesse con e senza sforzo normale;
- **fragili**: meccanismi di taglio in travi, pilastri, pareti/setti e nodi.

La verifica degli elementi "duttili" viene eseguita confrontando gli effetti indotti dalle azioni sismiche in termini di deformazioni con i rispettivi limiti di deformazione. La verifica degli elementi "fragili" viene eseguita confrontando gli effetti indotti dalle azioni sismiche in termini di forze con le rispettive resistenze.

Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi duttili o fragili si impiegano le proprietà caratteristiche/nominali dei materiali. Per il calcolo della capacità di resistenza degli elementi fragili, le resistenze nominali dei materiali sono ridotti per i corrispondenti coefficienti parziali di sicurezza.

Per gli elementi duttili, la capacità deformativa è definita con riferimento alla rotazione ("rotazione rispetto alla corda") θ della sezione d'estremità rispetto alla congiungente quest'ultima con la sezione di momento nullo a distanza pari alla luce di taglio $L_v = M/V$. Tale rotazione è anche pari allo spostamento relativo delle due sezioni diviso per la luce di taglio.

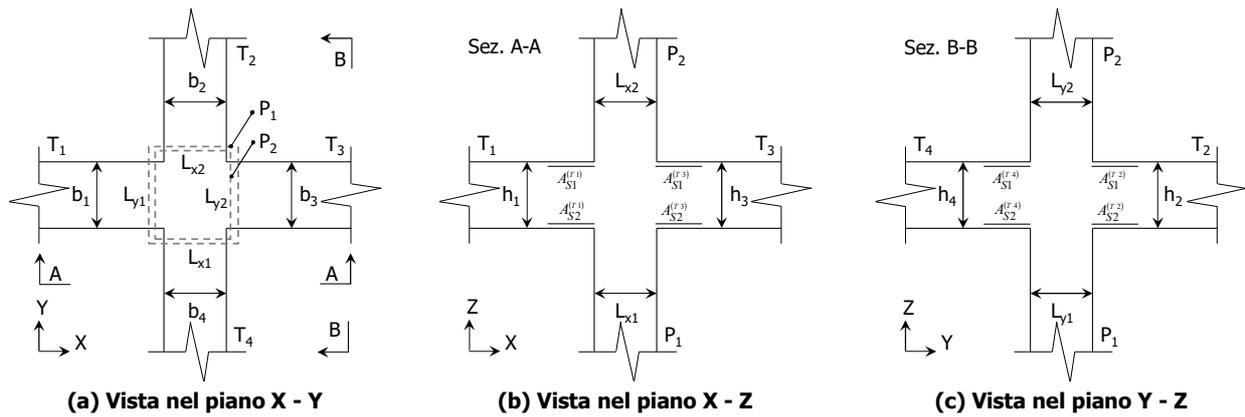
Allo SLV, la capacità di rotazione totale rispetto alla corda, può essere assunta pari a 3/4 del valore ultimo θ_u , calcolata secondo la relazione (C8.7.2.1) della Circolare 2019 del D.M. 2018.SLD, la capacità di rotazione totale rispetto alla corda, è calcolata secondo le relazioni (8.7.2.1a e 8.7.2.1b) del §8.7.2.5 della succitata Circolare.

Per gli elementi "fragili", la resistenza a taglio si valuta come nel caso di situazioni non sismiche, considerando comunque un contributo del conglomerato al massimo pari a quello relativo agli elementi senza armature trasversali resistenti.

Per i nodi, la verifica di resistenza viene eseguita secondo quanto indicato nel §8.7.2.5 della succitata Circolare. Viene verificata sia la resistenza a trazione diagonale che quella a compressione diagonale.

Verifica di confinamento dei nodi

La progettazione dei nodi delle strutture in c.a. viene condotta secondo le prescrizioni del § 7.4.4.3 del D.M. 2018. Sono stati esclusi dalla verifica i nodi "interamente confinati", come definiti nel seguito, progettati in CD "B", ovvero quelli di strutture progettate come non dissipative, ai sensi del § C7.4.4.3.1 della Circolare 2019 del D.M. 2018. Si consideri, in generale, lo schema di nodo rappresentato nella figura seguente in cui $n_t = 4$ e $n_p = 2$ sono, rispettivamente, il numero di travi e pilastri concorrenti nel nodo.



In base alle dimensioni geometriche delle membrature (travi e pilastri) concorrenti nel nodo è possibile classificare i nodi in:

- **Interamente Confinati [IC]**, se $n_t = 4$ e:

$$\min\{b_1, b_3\} \geq \frac{3}{4} \max\{L_{y1}, L_{y2}\} \qquad \min\{h_1, h_3\} \geq \frac{3}{4} \max\{h_1, h_3\}$$

$$\min\{b_2, b_4\} \geq \frac{3}{4} \max\{L_{x1}, L_{x2}\} \qquad \min\{h_2, h_4\} \geq \frac{3}{4} \max\{h_2, h_4\}$$

- **Non Interamente Confinati [NIC]**, se non tutte le precedenti condizioni sono rispettate.

In base all'ubicazione del nodo nella struttura è possibile distinguere tra:

- **Nodi Interni [NI]**: in cui, evidentemente, $n_t = 4$;
- **Nodi Esterni [NE]**, in cui $1 \leq n_t < 4$.

I nodi sono stati progettati considerando una sollecitazione tagliante pari a (cfr. [7.4.6-7] D.M. 2018):

$$V_{jbd}^{(T_i)} = \gamma_{Rd} \left(A_{S1}^{(T_i)} + A_{S2}^{(T_i)} \right) f_{yd} - V_C^{(P_{2,i})} \quad i = 1, \dots, n_t \quad [NI]$$

$$V_{jbd}^{(T_i)} = \gamma_{Rd} A_{S1}^{(T_i)} f_{yd} - V_C^{(P_{2,i})} \quad i = 1, \dots, n_t \quad [NE]$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1,20$ in CD-A e $1,10$ in CD-B ed in caso di comportamento non dissipativo (cfr. Tab. 7.2.I e § 7.4.1 D.M. 2018);

f_{yd} è la tensione di progetto dell'acciaio delle armature delle travi;

$V_C^{(P_{2,i})}$ è il taglio in condizioni sismiche del pilastro superiore, lungo la direzione della trave considerata:

$$V_C^{(P_{2,i})} = V_C^{(P_{2,x})} \quad i = 1, 3$$

$$V_C^{(P_{2,i})} = V_C^{(P_{2,y})} \quad i = 2, 4$$

Le terne (A_{S1} , A_{S2} , V_C) sono state scelte in modo da considerare la situazione più sfavorevole. La verifica a taglio-compressione si esegue controllando che (cfr. [7.4.8] D.M. 2018):

$$V_{jbd}^{(T_i)} \leq V_{R,jbd}^{(T_i)} = \eta f_{cd} b_j^{(T_i)} h_{jc}^{(P_i)} \sqrt{1 - \frac{V_d}{\eta}}$$

dove:

$$\eta = \alpha_j \left(1 - \frac{f_{ck} [MPa]}{250} \right);$$

$\alpha_j = 0,48 (f_{ck,c}/f_{ck})$ (cfr. § C7.4.4.3.1 Circolare 2019 del D.M. 2018);

$f_{ck,c}$ è la resistenza a compressione cilindrica caratteristica del calcestruzzo confinato (cfr. § 4.1.2.1.2.1 D.M. 2018);

b_j è la larghezza effettiva del nodo, pari a:

$$b_j^{(T_i)} = \min \left\{ b_{j1}^{(T_i)}, b_{j2}^{(T_i)} \right\} \quad i = 1, \dots, n_t$$

$$b_{j1}^{(T_i)} = \max \left\{ L_{x1}, L_{x2}, b_i \right\} \quad i = 1, 3$$

$$b_{j1}^{(T_i)} = \max \left\{ L_{y1}, L_{y2}, b_i \right\} \quad i = 2, 4$$

$$b_{j2}^{(T_i)} = \max \left\{ L_{x1} + \frac{L_{y1}}{2}, b_i + \frac{L_{y1}}{2} \right\} \quad i = 1, 3$$

$$b_{j2}^{(T_i)} = \max \left\{ L_{y1} + \frac{L_{x1}}{2}, b_i + \frac{L_{x1}}{2} \right\} \quad i = 2, 4$$

$h_{jc}^{(P_i)}$ è la distanza tra le armature del pilastro:

$$h_{jc}^{(P_i)} = L_{x1} - 2(c + \Phi_{st}) - \Phi_L \quad i = 1, 3$$

$$h_{jc}^{(P_i)} = L_{y1} - 2(c + \Phi_{st}) - \Phi_L \quad i = 2, 4$$

c , Φ_{st} e Φ_L sono, rispettivamente, il ricoprimento, il diametro delle staffe nel pilastro, ed il diametro delle armature longitudinali del pilastro;

$v_d = \frac{N_{Ed}^{(P_2)}}{L_{x2} L_{y2} f_{cd}}$ è lo sforzo normale adimensionalizzato del pilastro superiore.

Le armature a taglio per il confinamento del nodo sono progettate adottando la meno stringente tra la relazione ([7.4.10] D.M. 2018):

$$\frac{A_{sh,i} f_{ywd}}{b_j^{(T_i)} h_{jw}^{(T_i)}} \geq \frac{\left[\frac{V_{jbd}^{(T_i)}}{b_j^{(T_i)} h_{jw}^{(T_i)}} \right]}{f_{ctd} + v_d f_{cd}} - f_{ctd} \quad i = 1, \dots, n_t$$

dove:

$A_{sh,i}$ è l'armatura totale a taglio nel nodo nella direzione in esame:

$$A_{sh,i} = n_{st,i} n_{br,x} \left(\frac{\pi \Phi_{st}^2}{4} \right) \quad i = 1, 3$$

$$A_{sh,i} = n_{st,i} n_{br,y} \left(\frac{\pi \Phi_{st}^2}{4} \right) \quad i = 2, 4$$

$n_{st,i}$ è il numero totale di staffe nel nodo, uniformemente ripartito lungo l'altezza della trave in esame;

$n_{br,x}$ e $n_{br,y}$ sono il numero di bracci delle staffe nel nodo, nella direzione in esame;

Φ_{st} è il diametro delle staffe nel nodo;

f_{ywd} è la tensione di progetto dell'acciaio delle staffe;

$$h_{jw}^{(T_i)} = h_i - 2(c + \Phi_{st}) - \Phi_L;$$

c , Φ_{st} e Φ_L sono, rispettivamente, il ricoprimento, il diametro delle staffe nella trave, ed il diametro delle armature longitudinali nella trave;

e le seguenti relazioni ([7.4.11-12] D.M. 2018):

$$A_{sh,i} f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \left(A_{s1}^{(T_i)} + A_{s2}^{(T_i)} \right) f_{yd} \left(1 - 0,8 v_d^{[NI]} \right) \quad i = 1, \dots, n_t \quad [NI]$$

$$A_{sh,i} f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} A_{s1}^{(T_i)} f_{yd} \left(1 - 0,8 v_d^{[NE]} \right) \quad i = 1, \dots, n_t \quad [NE]$$

dove:

$v_d^{[NI]} = \frac{N_{Ed}^{(P_2)}}{L_{x2}L_{y2}f_{cd}}$ è lo sforzo normale adimensionalizzato del pilastro superiore;

$v_d^{[NE]} = \frac{N_{Ed}^{(P_1)}}{L_{x1}L_{y1}f_{cd}}$ è lo sforzo normale adimensionalizzato del pilastro inferiore.

Il passo delle staffe da disporre per tutta l'altezza del nodo (pari all'altezza maggiore delle travi in esso convergenti) è pari a:

$$p_{st} = \min_{i=1, \dots, n_t} \left\{ \frac{h_{jw}^{(T_i)}}{n_{st,i} + 1} \right\}$$

dove $n_{st} = \max_i n_{st,i}$ è il numero totale di staffe da disporre nel nodo.

Elementi in C.A. esistenti (Criteri e tipi d'intervento di rinforzo)

Per quanto attiene agli elementi esistenti (**di Fatto**), ai fini delle verifiche di sicurezza, gli elementi strutturali vengono distinti in **duttili** e **fragili**. La classificazione degli elementi/meccanismi nelle due categorie è di seguito riportata:

- **duttili**: travi, pilastri e pareti/setti inflesse con e senza sforzo normale;
- **fragili**: meccanismi di taglio in travi, pilastri, pareti/setti e nodi.

Per gli elementi fragili, la resistenza a taglio si valuta come nel caso di situazioni non sismiche.

Per i nodi, la verifica di resistenza viene eseguita secondo quanto indicato nel §C8.7.2.5 della succitata Circolare verificando sia la resistenza a trazione diagonale [relazione (8.7.2.2)] che quella a compressione diagonale [relazione (8.7.2.3)].

Fondazioni

Le verifiche di resistenza vengono effettuate assumendo implicitamente un comportamento lineare (come indicato al §7.2.5 del D.M. 2018) ed in particolare vengono condotte con riferimento alle sollecitazioni dell'Analisi Non Lineare (sollecitazioni ottenute in corrispondenza della domanda di spostamento).

ANALISI STATICA DELLO STATO DI FATTO

L'analisi strutturale e la verifica di sicurezza statica è eseguita con riferimento al paragrafo 4.1 delle NTC 2018, facendo riferimento alle combinazioni allo Stato Limite previste al pt. 2.5.3. con particolare riguardo alla Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU), vedi la [2.5.1] e alla Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E, vedi la [2.5.5].

Le analisi hanno evidenziato il **soddisfacimento dei requisiti di sicurezza per la 2.5.5**, sia per le sollecitazioni di taglio e flessione, **per tutti e tre i corpi A, B e C**. Tuttavia, **alcune travi dei corpi A e B** denunciano una **insufficiente armatura a flessione e taglio**, attestandosi a **coefficienti di sicurezza pari a circa 0,7** (la verifica è soddisfatta per $CS > 1$). Tale circostanza è da imputare prevalentemente alle modeste proprietà meccaniche del calcestruzzo e degli acciai, nonché alla presenza di un elevato carico G1 (solai in latero cemento con $h=40\text{cm}$) e G2 (ghiaia sopra i solai di copertura).

Corpo A – Analisi Statica	
Combinazione Sismica	
C.S. Flessione c.a.	1.02
C.S.Taglio c.a.	1.01
Combinazione Fondamentale	
C.S. Flessione c.a.	0.62
C.S.Taglio c.a.	0.62
C.S. limite terreno	9.13

Corpo B – Analisi Statica	
Combinazione Sismica	
C.S. Flessione c.a.	1.02
C.S.Taglio c.a.	1.05
Combinazione Fondamentale	
C.S. Flessione c.a.	0.71
C.S.Taglio c.a.	0.73
C.S. limite terreno	1.46

Corpo C – Analisi Statica	
Combinazione Sismica	
C.S. Flessione c.a.	>1
C.S.Taglio c.a.	>1
Combinazione Fondamentale	
C.S. Flessione c.a.	2.04
C.S.Taglio c.a.	1.59
C.S. limite terreno	5.05

VERIFICHE STATICHE SOLAI

Di seguito si riportano le verifiche statiche di alcuni solai del corpo A. Sulla base delle indagini condotte si è potuto constatare che gli orizzontamenti del corpo scolastico sono realizzati con solai in laterocemento con travetti del tipo gettato in opera (Figura 9, Figura 10).



Figura 9 – Esame diretto sul travetto in c.a.



Figura 10- Endoscopia con vista della pignatta

Per valutare la sicurezza strutturale dei solai in laterocemento si è scelto, considerata la regolarità della maglia strutturale e la ripetibilità del sistema strutturale, di analizzare due casi: quattro solai affiancati con travetti in continuo con solaio del tipo 16+4 e carico $Q=300\text{daN/mq}$ (Figura 11), tre solai con travetti in continuo con solaio del tipo 36+4 e carico $Q=300\text{daN/mq}$ (Figura 12) presenti nel corpo A. I solai dei vari corpi di fabbrica all'esame visivo non presentano segni di dissesto strutturale. Dal punto di vista statico non si sono rilevate carenze significative.

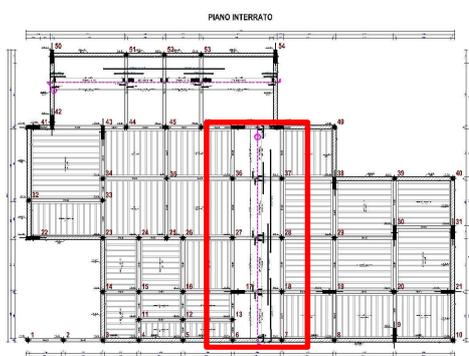


Figura 11– Carpenteria piano interrato

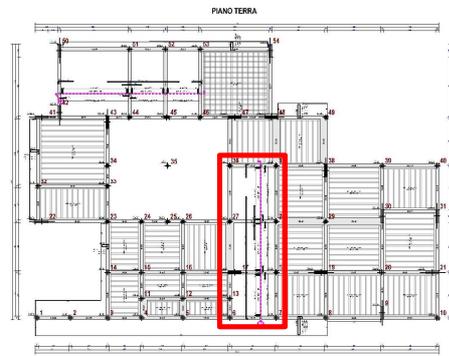
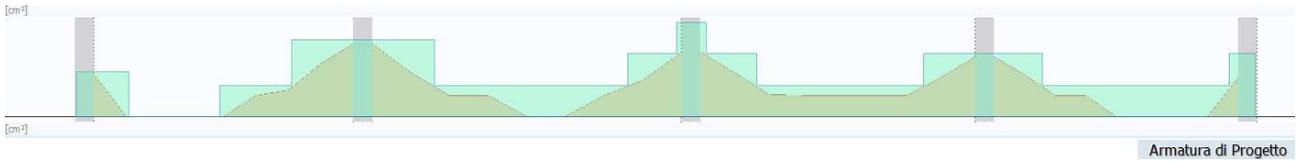


Figura 12 – Carpenteria piano terra



Armatura di Progetto

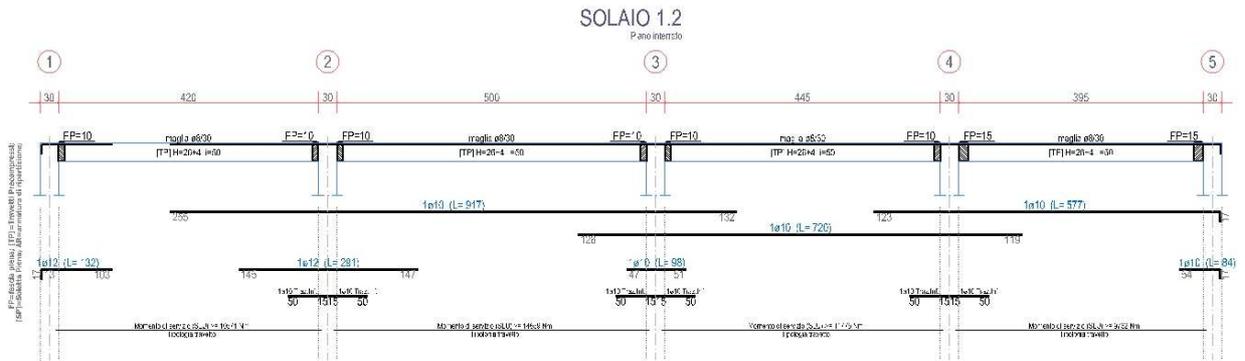
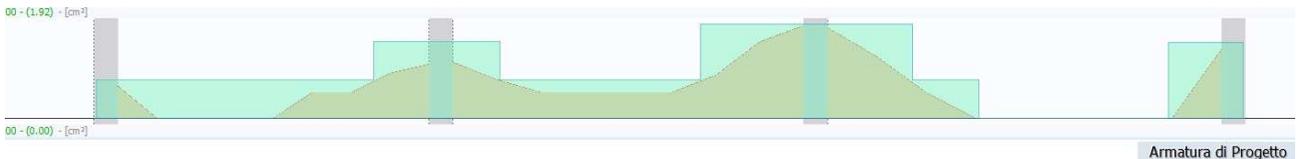


Figura 13 - Corpo B-Solaio Piano Interrato (16+4)_4 campate



Armatura di Progetto

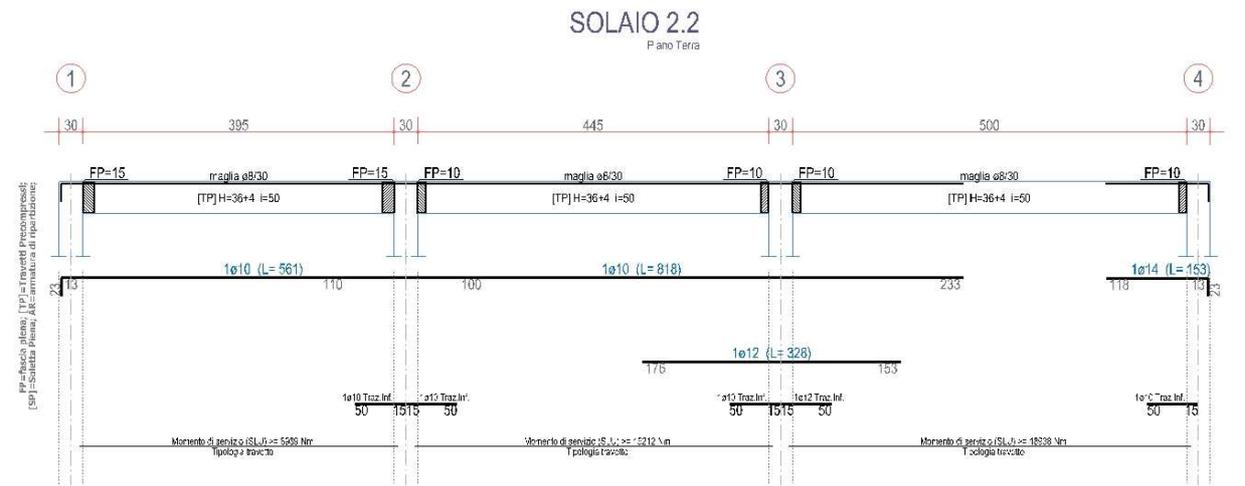


Figura 14- Corpo B-Solaio Piano Terra (36+4)_3 campate

ANALISI E VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLO STATO DI FATTO

L'analisi sismica del manufatto è stata condotta nei riguardi del comportamento globale attraverso un modello completo a E.F..

Le verifiche di sicurezza sismica sono state condotte in ottemperanza alle NTC2018 e come previsto al p.to C8.7.2 della circolare per le verifiche sismiche delle strutture esistenti in c.a..

Per una valutazione sintetica e globale della vulnerabilità sismica dell'edificio sono state valutate le accelerazioni sismiche di collasso, identificando il livello di sicurezza sismico dell'intero manufatto con il valore minimo del rapporto tra l'accelerazione di collasso del singolo elemento strutturale e l'accelerazione sismica di riferimento allo SLV prevista per il sito.

Di seguito si riportano i principali risultati delle verifiche relative all'Analisi Sismica dello Stato di Fatto, per i meccanismi principali di collasso, ovvero pressoflessione o rotazione della corda (duttile), rottura a taglio (fragile) e rottura del nodo (fragile) espresse in termini di a.s.c. (accelerazioni sismiche di collasso).

Corpo A		Corpo B		Corpo C	
Analisi sismica		Analisi sismica		Analisi sismica	
a.s.c. Flessione c.a.	0%	a.s.c. Flessione c.a.	6%	a.s.c. Flessione c.a.	74%
a.s.c. Taglio c.a.	0%	a.s.c. Taglio c.a.	0%	a.s.c. Taglio c.a.	60%
a.s.c. rottura nodi c.a.	0%	a.s.c. rottura nodi c.a.	0%	a.s.c. rottura nodi c.a.	29%
a.s.c. limite terreno	172%	a.s.c. limite terreno	185%	a.s.c. limite terreno	192%

I valori desunti dalle verifiche di sicurezza rivelano che **il manufatto non possiede adeguati livelli di sicurezza sismici** e che in particolare il valore di **a.s.c. minimo per i 3 corpi** è riconducibile univocamente alla **rottura del nodo trave/pilastro**. La presenza, inoltre, di modesti o nulli a valori di resistenza a taglio è da attribuire ai pilastri corti del un piano interrato nei corpi A e B e di travi non adeguatamente armate.

Le criticità sismiche maggiori si rilevano per i meccanismi fragili, in particolar modo per le rotture dei nodi che, allo stato attuale, non presentano specifica armatura di confinamento e per l'inadeguata armatura a taglio di travi pilastri.

Per i dettagli si rinvia all'elaborato grafico ST13- Sintesi delle vulnerabilità Statiche e Sismiche, in cui sono rappresentati i coefficienti di sicurezza per ciascun corpo costituente l'organismo scolastico e ai singoli elaborati di calcolo dei corpi A, B e C. Per completezza i singoli valori delle accelerazioni sismiche di collasso sono riportate in Appendice A in calce alla relazione.

VERIFICHE SISMICHE TAMPONAMENTI

Gli elementi costruttivi non strutturali sono *"quelli con rigidezza, resistenza e massa tali da influenzare in maniera significativa la risposta strutturale e quelli che, pur non influenzando la risposta strutturale, sono ugualmente significativi ai fini della sicurezza e/o dell'incolumità delle persone"* (cfr. § 7.2.3 D.M. 2018).

Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando a tali elementi una forza orizzontale F_a definita come segue (relazione 7.2.1 - § 7.2.3 D.M. 2018):

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a \quad [1]$$

dove:

- F_a è la forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;
- W_a è il peso dell'elemento;
- S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1 NTC18);

– q_a è il fattore di comportamento dell'elemento.

In assenza di specifiche determinazioni, per q_a si possono assumere (allo SLV) i valori riportati nella successiva Tabella C7.2.I della Circolare del 21-01-2019 n. 7.

Tab.1: Valori di q_a per elementi non strutturali (Tabella C7.2.I - Circolare del 21-01-2019 n. 7)

Elementi non-strutturali	q_a
Parapetti o decorazioni aggettanti Insegne e pannelli pubblicitari Comignoli, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	1,0
Pareti interne ed esterne Tramezzatura e facciate Comignoli, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggianti sul pavimento Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	2,0

Il D.M. 2018 (§ 7.8.1.5.2) consente di effettuare la verifica fuori piano di **pareti murarie** assumendo un fattore di comportamento $q_a = 2$ (allo SLV) ed un'accelerazione massima (S_a) data da:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1,5 \cdot (1+z/H) - 0,5] \geq \alpha \cdot S \quad [2]$$

dove:

- α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame (v. § 3.2.1 delle NTC18) e l'accelerazione di gravità g ;
- $S = S_T \cdot S_s$ è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1 delle NTC18;
- z è la quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione (da assumersi sempre pari a 0 per strutture isolate);
- H è l'altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

Verifiche di resistenza e stabilità delle tamponature

Le verifiche di resistenza e stabilità della tamponatura vengono fatte assumendo le seguenti ipotesi.

• **Ipotesi 1:**

Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico uniformemente distribuito

Il momento sollecitante massimo, nella sezione di mezzzeria, è pari a:

$$M_{Ed,1} = F_a \cdot h^2 / (8 \cdot h) \quad [3]$$

Dove:

F_a vedi relazione [1];

h = altezza della parete di tamponamento.

Il momento resistente è pari a (relazione 7.8.2 - D.M. 2018):

$$M_{Rd,1} = (L \cdot s^2 \cdot \sigma_0 / 2) \cdot (1 - \sigma_0 / 0,85 \cdot f_d) \quad [4]$$

Dove:

L = lunghezza della parete di tamponamento;

s = spessore della parete di tamponamento;

$\sigma_0 = N_{Ed}/A$ = tensione normale media di compressione;

$N_{Ed} = W_a/2$ = peso della parete di tamponamento sulla sezione di mezzzeria;

$A = (L \cdot s)$ = area della parete di tamponamento.

$f_d = f_k/\gamma_M$ = resistenza di progetto a compressione;

f_k = resistenza caratteristica a compressione del materiale della parete di tamponamento;

γ_M = coefficiente di sicurezza del materiale della parete di tamponamento.

La verifica è soddisfatta se:

$$CS_1 = M_{Rd,1}/M_{Ed,1} \geq 1.$$

• **Ipotesi 2** *Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico concentrato*

Il momento sollecitante massimo, nella sezione di mezzzeria, è pari a:

$$M_{Ed,2} = F_a \cdot h/4 \quad [5]$$

Dove:

F_a vedi relazione [1];

h = altezza della parete di tamponamento;

W_a = peso della parete di tamponamento;

s = spessore della parete di tamponamento.

Il momento resistente è pari a (relazione 7.8.2 - D.M. 2018):

$$M_{Rd,2} = (L \cdot s^2 \cdot \sigma_0/2) \cdot (1 - \sigma_0/0,85 \cdot f_d) \quad [6]$$

Dove:

L = lunghezza della parete di tamponamento;

s = spessore della parete di tamponamento;

$\sigma_0 = N_{Ed}/A$ = tensione normale media di compressione;

$N_{Ed} = W_a/2$ = peso della parete di tamponamento sulla sezione di mezzzeria;

$A = (L \cdot s)$ = area della parete di tamponamento.

f_d = resistenza di progetto del materiale della tamponatura;

La verifica è soddisfatta se:

$$CS_2 = M_{Rd,2}/M_{Ed,2} \geq 1.$$

• **Ipotesi 3** *Verifica a taglio nella sezione di testa*

Il taglio sollecitante massimo, nella sezione di verifica, è pari a:

$$V_{Ed} = F_a/2 \quad [7]$$

Dove:

F_a vedi relazione [1].

Il taglio resistente è pari a (relazione [7.8.3] - D.M. 2018):

$$V_{Rd} = l' \cdot s \cdot f_{vd} \quad [8]$$

Dove:

l' = lunghezza della parte compressa della sezione (assunta uguale alla lunghezza, L , della parete di tamponamento);

s = spessore della parete di tamponamento;

f_{vd} = resistenza di progetto a taglio della muratura [$f_{vd} = (f_{vk0} + 0,4 \sigma_0) / \gamma_m$].

f_{vk0} = resistenza caratteristica a taglio senza compressione;

γ_m = coefficiente di sicurezza;

$\sigma_0 = 0$ = tensione normale media di compressione in testa al pannello.

La verifica è soddisfatta se:

$$CS_3 = V_{Rd} / V_{Ed} \geq 1.$$

Nel caso in esame si verificano i **tamponamenti esterni**, per i quali il fattore di struttura q_a è pari a 2.

Le tamponature oggetto di verifiche sono realizzate in conci di calcarenite e malta di connessione.

I calcoli successivi fanno riferimento alle tamponature dell'ultimo livello dove le azioni dovute al sisma sono più gravose.

Le caratteristiche geometriche e meccaniche della tamponatura oggetto di verifica sono di seguito riportate:

- $L = 5 \text{ m} = 5000 \text{ mm}$, lunghezza, in pianta, della parete di tamponamento.
- $s = 30 \text{ cm} = 300 \text{ mm}$, spessore della parete di tamponamento (comprensivo di intonaco).
- $h = 3,00 \text{ m} = 3000 \text{ mm}$, altezza della tamponatura.
- $A = 300 \text{ mm} \times 5000 \text{ mm} = 1500000 \text{ mm}^2$, area di base della parete di tamponamento.
- $z = 6,50 \text{ m} = 6500 \text{ mm}$, quota del baricentro della tamponatura rispetto allo spiccatto della fondazione.
- $H = 8,4 \text{ m} = 8400 \text{ mm}$, altezza dell'edificio rispetto allo spiccatto della fondazione.
- $\gamma_{Mur} = 8000 \text{ N/m}^3 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ N/mm}^3$, peso per unità di volume del materiale della tamponatura.
- $f_k = 1,73 \text{ N/mm}^2$, resistenza caratteristica a compressione del materiale della tamponatura.
- $f_{vk0} = 0,2 \text{ N/mm}^2$, resistenza caratteristica a taglio senza compressione del materiale della tamponatura.
- $\gamma_m = 2,00$, fattore parziale per murature in campo sismico allo SLV (§ 7.8.1.1 D.M. 2018).
- $f_{d,SLV} = f_k / \gamma_m = 0,865 \text{ N/mm}^2$, resistenza di progetto a compressione del materiale allo SLV.
- $f_{d,SLD} = f_k = 1,73 \text{ N/mm}^2$, resistenza di progetto a compressione del materiale della tamponatura allo SLD.
- $f_{vd0,SLV} = f_{vk0} / \gamma_m = 0,1 \text{ N/mm}^2$, resistenza di progetto a taglio senza compressione del materiale allo SLV.
- $f_{vd0,SLD} = f_{vk0} = 0,2 \text{ N/mm}^2$, resistenza di progetto a taglio senza compressione del materiale allo SLD.
- $W_a = \gamma_{Mur} \cdot s \cdot L \cdot h = 8000 \times 0,30 \times 5,00 \times 3,00 = 36000 \text{ N}$, peso complessivo della parete di tamponamento.
- $\sigma_0 = (W_a / 2) / A = (36000 \text{ N} / 2) / 1500000 \text{ mm}^2 = 0,012 \text{ N/mm}^2$, tensione normale di compressione sulla sezione di mezzeria.

Di seguito si riportano i dati sismici:

Tab. 2: Parametri di Pericolosità Sismica

$S_T =$	1.00							
Parametri di pericolosità sismica								
Stato Limite	a_g/g	F_0	T^*_c	C_c	T_B	T_c	T_D	S_s
			[s]		[s]	[s]	[s]	

SLO	0.0455	2.294	0.232	1.70	0.131	0.394	1.782	1.50
SLD	0.0633	2.314	0.251	1.66	0.138	0.415	1.853	1.50
SLV	0.1953	2.448	0.291	1.58	0.153	0.459	2.381	1.41
SLC	0.2604	2.489	0.313	1.54	0.161	0.482	2.642	1.31

• **Verifica allo SLV**

Il calcolo dell'accelerazione $S_a = S_{a,SLV}$ è stato condotto facendo riferimento ai seguenti dati:

- $\alpha = \alpha_{SLV} = 0.1953$ ag/g, accelerazione di riferimento allo SLV su sottosuolo rigido
- $S = S_{SLV} = S_T \cdot S_{s,SLV} = 1.41$, prodotto fra la categoria stratigrafica e topografica

Pertanto, il valore di $S_a = S_{a,SLV}$ vale:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1,5 \cdot (1+z/H) - 0,5] = 0,1953 \text{ ag/g} \cdot 1,41 \cdot [1,5 \cdot (1+6,5\text{m}/8,4\text{m}) - 0,5] = 0,59 \text{ ag/g} (> \alpha \cdot S = 0,27 \text{ ag/g})$$

Di conseguenza, la forza sismica F_a orizzontale agente nel baricentro della tamponatura è pari a:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a = 0,59 \times 36000 / 2 = \mathbf{10620N}$$

con:

$$\begin{aligned} S_a &= 0,59 \text{ ag/g} \\ W_a \text{ [N]} &= 36000 \text{ N} \\ q_a &= 2 \end{aligned}$$

Per le tre ipotesi, le **verifiche di resistenza e stabilità** della tamponatura forniscono:

Ipotesi 1

Il momento sollecitante massimo, nella sezione di mezzeria, vale:

$$M_{Ed} = F_a \cdot h^2 / (8 \cdot h) = 10620 \times 3 / 8 = \mathbf{3982,5 \text{ Nm}}$$

Il momento resistente vale:

$$M_{Rd} = (L \cdot s^2 \cdot \sigma_0 / 2) \cdot (1 - \sigma_0 / 0,85 \cdot f_{d,SLV}) = (5000 \times 90000 \times 0,012 / 2) \cdot (1 - 0,012 / 0,85 \times 0,865) = 2656800 \text{ Nmm} = \mathbf{2656,8 \text{ Nm}}$$

La verifica NON risulta soddisfatta in quanto:

$$\mathbf{CS_1 = M_{Rd} / M_{Ed} = 2656 / 3982,5 = 0.66 < 1}$$

Ipotesi 2	<p>Il momento sollecitante massimo, nella sezione di mezzeria, vale:</p> $M_{Ed} = F_a \cdot h/4 = 10620 \times 3/4 = \mathbf{7965 Nm}$ <p>Il momento resistente, nella sezione di mezzeria, vale:</p> $M_{Rd} = (L \cdot s^2 \cdot \sigma_0 / 2) \cdot (1 - \sigma_0 / 0,85 \cdot f_{d,SLV}) = (5000 \times 90000 \times 0,012 / 2) \cdot (1 - 0,012 / 0,85 \times 0,865) = 2656800 \text{ Nmm}$ <p>= 2656,8 Nm.</p> <p>La verifica NON risulta soddisfatta in quanto:</p> $CS_2 = M_{Rd} / M_{Ed} = 2656,8 / 7965 = \mathbf{0,33 < 1}$
Ipotesi 3	<p>Il taglio sollecitante massimo, nella sezione di testa, vale:</p> $V_{Ed} = F_a / 2 = 10620 / 2 = \mathbf{5310 N}$ <p>Il taglio resistente vale:</p> $V_{Rd} = l' \cdot s \cdot f_{vd} = 5000 \times 300 \times 0,1 = \mathbf{150000 N}$ <p>La verifica risulta soddisfatta in quanto:</p> $CS_3 = V_{Rd} / V_{Ed} = 150000 / 5310 = \mathbf{28,24 \geq 1.}$

• **Verifica allo SLD**

Il calcolo dell'accelerazione $S_a = S_{a,SLD}$ è stato condotto facendo riferimento ai seguenti dati:

Il calcolo dell'accelerazione $S_a = S_{a,SLV}$ è stato condotto facendo riferimento ai seguenti dati:

- $\alpha = \alpha_{SLD} = 0.0633 \text{ ag/g}$, accelerazione di riferimento allo SLV su sottosuolo rigido
- $S = S_{SLV} = S_T \cdot S_{s,SLV} = 1.5$, prodotto fra la categoria stratigrafica e topografica

Pertanto, il valore di $S_a = S_{a,SLD}$ vale:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1,5 \cdot (1+z/H) - 0,5] = 0,0633 a_g/g \cdot 1,5 \cdot [1,5 \cdot (1+6,50m/8,40m) - 0,5] = 0,205 a_g/g (> \alpha \cdot S = 0,0949 a_g/g)$$

Di conseguenza, la forza sismica F_a orizzontale agente nel baricentro della tamponatura è pari a:

$$F_a = S_a \cdot W_a = 0,205 \cdot 36000 = \mathbf{7380 N}$$

con:

$$S_a = 0,205 a_g/g$$

$$W_a [N] = 36000 \text{ N}$$

Per le tre ipotesi, le **verifiche di resistenza e stabilità** della tamponatura forniscono:

Ipotesi 1	<p>Il momento sollecitante massimo, nella sezione di mezzeria, vale:</p> $M_{Ed} = F_a \cdot h^2 / (8 \cdot h) = 7380 \cdot 3 / 8 = \mathbf{2767 \text{ Nm.}}$ <p>Il momento resistente vale:</p> $M_{Rd} = (L \cdot s^2 \cdot \sigma_0 / 2) \cdot (1 - \sigma_0 / 0,85 \cdot f_{d,SLD}) = (5000 \times 90000 \times 0,012 / 2) \cdot (1 - 0,012 / 0,85 \times 1,73) = 2678130 \text{ Nmm}$ $= \mathbf{2678,1 \text{ Nm.}}$ <p>La verifica NON risulta soddisfatta in quanto:</p> $\mathbf{CS_1 = M_{Rd} / M_{Ed} = 2678,1 / 2727 = 0,98 < 1}$
Ipotesi 2	<p>Il momento sollecitante massimo, nella sezione di mezzeria, vale:</p> $M_{Ed} = F_a \cdot h / 4 = 7380 \cdot 3 / 4 = 5535 \text{ Nm.}$ <p>Il momento resistente, nella sezione di mezzeria, vale:</p> $M_{Rd} = (L \cdot s^2 \cdot \sigma_0 / 2) \cdot (1 - \sigma_0 / 0,85 \cdot f_{d,SLD}) = (5000 \times 90000 \times 0,012 / 2) \cdot (1 - 0,012 / 0,85 \times 1,73) = 2678130 \text{ Nmm}$ $= \mathbf{2678,1 \text{ Nm.}}$ <p>La verifica NON risulta soddisfatta in quanto:</p> $\mathbf{CS_2 = M_{Rd} / M_{Ed} = 2678,1 / 5535 = 0,48 < 1}$
Ipotesi 3	<p>Il taglio sollecitante massimo, nella sezione di testa, vale:</p> $V_{Ed} = F_a / 2 = 7380 / 2 = \mathbf{3690 \text{ N.}}$ <p>Il taglio resistente vale:</p> $V_{Rd} = l' \cdot s \cdot f_{vd} = 5000 \times 300 \times 0,1 = \mathbf{150000 \text{ N}}$ <p>La verifica risulta soddisfatta in quanto:</p> $\mathbf{CS_3 = V_{Rd} / V_{Ed} = 150000 / 3690 = 40,65 \geq 1.}$

Dalle analisi condotte con riferimento a una parete di tamponamento rappresentativa dell'intero fabbricato si evince la **necessità di un intervento sulle pareti di tamponamento che prevenga fenomeni di ribaltamento durante l'evento sismico.**

CONCLUSIONI

Nel presente documento sono state affrontate le problematiche riguardanti *Servizio di indagini, prove di laboratorio, verifica sismica al fine della vulnerabilità sismica e definizione degli interventi strutturali della scuola dell'infanzia "Biagio Marino" sita in via Meli n.2 di Montevago*, ai sensi dell'O.P.C.m. 3274/2003 e ss.mm.ii. e del D.M. 17/01/2018 e ss.mm.ii.,

Dalle analisi e dagli studi svolti è emerso quanto segue:

- ✓ **non sono state rilevate criticità esistenti** evidenti e non sono presenti fenomeni di dissesto in atto che riguardano gli elementi strutturali oggetto di verifica.
- ✓ Gli elementi strutturali dei corpi A e B presentano **carenze statiche** nei riguardi della combinazione fondamentale, pertanto, prima di procedere a qualsiasi intervento di miglioramento sismico, è necessario compensare tali carenze (**rinforzo a taglio e flessione di travi e pilastri**).
- ✓ Non sono necessari specifici interventi di rinforzo sui **solai esistenti**, che tuttavia denunciano fenomeni di degrado riconducibili all'ossidazione delle barre di armatura e pertanto **necessitano di un consolidamento**.
- ✓ **Tutti i corpi di fabbrica presentano vulnerabilità sismiche** dovute all'inadeguatezza dei nodi in c.a. e i corpi A e B possiedono elementi strutturali verticali e orizzontali che necessitano anche interventi a presso/tensoflessione e taglio;
- ✓ E' necessario prevedere **interventi sui tamponamenti** al fine di prevenire eventuali fenomeni di ribaltamento/espulsione in fase sismica.

06.gennaio.2020 – Sciacca

abgroup
ingegneria



ABGroup snc
Ing. Matteo Accardi

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Matteo Accardi".

ALLEGATO A – Accelerazioni simiche di collasso STATO DI FATTO

Di seguito si riportano le accelerazioni sismiche di collasso del **CORPO A Stato di Fatto**, per i meccanismi di pressoflessione o rotazione della corda (duttile), rottura a taglio (fragile) e rottura del nodo (fragile) e spostamento di interpiano.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO SU BEAM E SHELL

Id _{Elm}	Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell					
	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D
		[%]			[%]	
Piano seminterrato						
Pilastro 54	0.00 %	9,693	200	0.00 %	3,999	200
Pilastro 38	0.00 %	3,207	200	0.00 %	1,543	200
Pilastro 55	0.00 %	11,645	200	0.00 %	8,213	200
Pilastro 28	0.00 %	3,641	200	0.00 %	1,366	200
Pilastro 20	0.00 %	4,051	200	0.00 %	3,330	200
Pilastro 56	0.00 %	7,041	200	0.00 %	3,793	200
Pilastro 39	0.00 %	1,792	200	0.00 %	1,132	200
Pilastro 57	0.00 %	8,432	200	0.00 %	4,019	200
Pilastro 61	0.00 %	2,481	200	0.00 %	2,042	200
Pilastro 60	0.00 %	4,209	200	0.00 %	3,138	200
Pilastro 59	0.00 %	15,575	200	0.00 %	8,837	200
Pilastro 58	0.00 %	1,835	200	0.00 %	0,401	145
Pilastro 11	0.00 %	6,727	200	0.00 %	5,208	200
Pilastro 12	0.00 %	4,182	200	0.00 %	2,623	200
Pilastro 13	0.00 %	10,576	200	0.00 %	5,987	200
Pilastro 14	0.00 %	9,356	200	0.00 %	5,467	200
Pilastro 21	0.00 %	6,123	200	0.00 %	3,342	200
Pilastro 51	0.00 %	22,796	200	0.00 %	7,126	200
Pilastro 70	0.00 %	10,885	200	0.00 %	4,722	200
Pilastro 80	0.00 %	8,451	200	0.00 %	7,545	200
Pilastro 19	0.00 %	1,326	200	0.00 %	0,142	51
Pilastro 53	0.00 %	0,528	191	0.00 %	0,077	28
Pilastro 4	0.00 %	6,625	200	0.00 %	0,969	200
Pilastro 5	0.00 %	1,599	200	0.00 %	0,449	163
Pilastro 6	0.00 %	4,055	200	0.00 %	0,683	200
Pilastro 3	0.00 %	0,469	170	0.00 %	0,112	40
Pilastro 10	0.00 %	7,860	200	0.00 %	0,609	200
Pilastro 27	0.00 %	4,794	200	0.00 %	0,666	200
Pilastro 37	0.00 %	2,283	200	0.00 %	0,676	200
Pilastro 63	0.00 %	7,200	200	0.00 %	0,533	193
Pilastro 73	0.00 %	4,854	200	0.00 %	0,538	195
Pilastro 74	0.00 %	6,426	200	0.00 %	1,559	200
Pilastro 75	0.00 %	0,795	200	0.00 %	0,195	71
Pilastro 76	0.00 %	7,518	200	0.00 %	2,185	200
Pilastro 77	0.00 %	7,652	200	0.00 %	2,012	200
Pilastro 78	0.00 %	5,487	200	0.00 %	0,642	200
Pilastro 64	0.00 %	5,052	200	0.00 %	1,137	200
Pilastro 65	0.00 %	4,748	200	0.00 %	1,363	200
Pilastro 66	0.00 %	7,239	200	0.00 %	1,212	200
Pilastro 67	0.00 %	0,420	152	0.00 %	0,000	0
Pilastro 7	0.00 %	7,994	200	0.00 %	0,773	200
Pilastro 8	0.00 %	9,229	200	0.00 %	0,763	200
Pilastro 9	0.00 %	7,479	200	0.00 %	0,811	200
Pilastro 1	0.00 %	4,939	200	0.00 %	0,679	200
Pilastro 2	0.00 %	5,599	200	0.00 %	0,690	200
Pilastro 15	0.00 %	1,504	200	0.00 %	0,459	166
Pilastro 25	0.00 %	0,000	0	0.00 %	0,000	0
Pilastro 24	0.00 %	13,123	200	0.00 %	0,963	200
Pilastro 23	0.00 %	8,987	200	0.00 %	1,052	200
Pilastro 22	0.00 %	0,844	200	0.00 %	0,212	77
Pilastro 29	0.00 %	1,825	200	0.00 %	0,739	200
Pilastro 30	0.00 %	1,554	200	0.00 %	0,590	200
Pilastro 40	0.00 %	0,515	187	0.00 %	0,004	2

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D [%]
Pilastro 41	0.00 %	2,650	200	0.00 %	0,935	200
Pilastro 42	0.00 %	2,667	200	0.00 %	0,922	200
Pilastro 43	0.00 %	1,220	200	0.00 %	0,288	104
Pilastro 44	0.00 %	0,413	149	0.00 %	0,000	0
Pilastro 45	0.00 %	1,989	200	0.00 %	0,523	190
Pilastro 62	0.00 %	3,014	200	0.00 %	0,453	164
Pilastro 46	0.00 %	0,000	0	0.00 %	0,000	0
Pilastro 47	0.00 %	0,905	200	0.00 %	0,088	32
Pilastro 48	0.00 %	10,550	200	0.00 %	0,902	200
Pilastro 52	0.00 %	17,158	200	0.00 %	1,582	200
Pilastro 71	0.00 %	5,294	200	0.00 %	0,933	200
Pilastro 72	0.00 %	10,202	200	0.00 %	0,772	200
Pilastro 81	0.00 %	5,718	200	0.00 %	1,065	200
Pilastro 84	0.00 %	5,332	200	0.00 %	0,677	200
Pilastro 83	0.00 %	8,966	200	0.00 %	1,482	200
Pilastro 82	0.00 %	6,366	200	0.00 %	0,614	200
Pilastro 79	0.00 %	13,056	200	0.00 %	0,892	200
Pilastro 68	0.00 %	4,385	200	0.00 %	0,438	159
Pilastro 69	0.00 %	7,546	200	0.00 %	0,700	200
Pilastro 49	0.00 %	0,571	200	0.00 %	0,143	52
Pilastro 50	0.00 %	5,603	200	0.00 %	0,944	200
Trave 61-62	75.00 %	0,000	0	100.00 %	0,186	67
Trave 60-59	25.00 %	0,323	117	50.00 %	0,474	172
Trave 61-60	75.00 %	0,451	164	50.00 %	0,671	200
Trave 53-54	62.50 %	0,207	75	37.50 %	0,207	75
Trave 55-56	62.50 %	1,276	200	37.50 %	0,770	200
Trave 56-57	75.00 %	0,359	130	37.50 %	0,439	159
Trave 54-55	37.50 %	1,229	200	50.00 %	0,879	200
Trave 58-59	25.00 %	0,299	109	50.00 %	0,579	200
Trave 54-74	0.00 %	0,967	200	62.50 %	1,420	200
Trave 38-55	25.00 %	0,665	200	50.00 %	0,983	200
Trave 20-28	37.50 %	0,260	94	25.00 %	0,789	200
Trave 5-20	100.00 %	0,000	0	62.50 %	0,443	161
Trave 11-21	25.00 %	0,517	187	50.00 %	0,595	200
Trave 6-11	0.00 %	0,442	160	50.00 %	0,636	200
Trave 21-20	37.50 %	0,852	200	37.50 %	1,329	200
Trave 19-20	25.00 %	0,212	77	50.00 %	0,511	185
Trave 11-12	12.50 %	0,424	154	87.50 %	0,690	200
Trave 13-12	75.00 %	0,282	102	37.50 %	0,697	200
Trave 13-14	75.00 %	0,305	111	50.00 %	0,680	200
Trave 14-15	75.00 %	0,000	0	12.50 %	0,489	177
Trave 14-24	75.00 %	1,176	200	50.00 %	1,229	200
Trave 9-14	25.00 %	0,949	200	50.00 %	1,464	200
Trave 13-23	25.00 %	0,923	200	50.00 %	0,993	200
Trave 8-13	75.00 %	1,128	200	50.00 %	1,418	200
Trave 7-12	0.00 %	1,111	200	50.00 %	1,295	200
Trave 12-22	75.00 %	0,360	131	37.50 %	0,541	196
Trave 27-28	87.50 %	0,342	124	50.00 %	0,499	181
Trave 28-29	0.00 %	0,000	0	75.00 %	0,179	65
Trave 37-38	87.50 %	0,400	145	62.50 %	0,000	0
Trave 39-38	62.50 %	0,414	150	62.50 %	0,578	200
Trave 39-40	12.50 %	0,251	91	37.50 %	0,305	110
Trave 56-75	100.00 %	0,442	160	37.50 %	0,932	200
Trave 57-76	12.50 %	1,146	200	62.50 %	1,772	200
Trave 58-77	25.00 %	0,738	200	50.00 %	1,790	200
Trave 59-64	25.00 %	0,617	200	37.50 %	1,531	200
Trave 60-65	100.00 %	1,011	200	37.50 %	1,993	200
Trave 61-66	0.00 %	0,834	200	50.00 %	1,745	200
Trave 40-58	75.00 %	0,218	79	50.00 %	0,286	104
Trave 58-57	12.50 %	0,118	43	62.50 %	0,375	136
Trave 41-59	12.50 %	0,165	60	37.50 %	0,530	192
Trave 42-60	25.00 %	0,535	194	37.50 %	0,941	200
Trave 43-61	25.00 %	0,077	28	37.50 %	0,825	200
Trave 51-52	100.00 %	1,232	200	37.50 %	1,726	200
Trave 50-51	25.00 %	1,068	200	62.50 %	1,196	200
Trave 70-71	100.00 %	1,040	200	62.50 %	1,357	200
Trave 69-70	100.00 %	1,093	200	37.50 %	1,035	200
Trave 80-81	75.00 %	0,285	103	37.50 %	0,550	199
Trave 80-79	25.00 %	0,323	117	50.00 %	0,541	196

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _{C/PGA_D} [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _{C/PGA_D} [%]
Trave 80-83	75.00 %	1,277	200	37.50 %	1,400	200
Trave 70-80	25.00 %	0,888	200	50.00 %	1,117	200
Trave 51-70	75.00 %	0,767	200	50.00 %	1,212	200
Trave 39-56	75.00 %	0,668	200	50.00 %	1,167	200
Trave 21-22	75.00 %	0,170	62	50.00 %	0,373	135
Trave 28-38	75.00 %	0,455	165	50.00 %	1,089	200
Parete 81-84	[01148-02483-01147]	5,969	200	[01148-02483-01147]	1,460	200
Parete 72-81	[01123-01124-02468]	6,650	200	[01123-01124-02468]	2,033	200
Parete 83-82	[02521-01221-02520]	11,734	200	[02521-01221-02520]	1,475	200
Parete 83-84	[02489-01197-01198]	21,298	200	[02489-01197-01198]	1,473	200
Parete 79-82	[01051-02417-01050]	7,001	200	[01051-02417-01050]	0,946	200
Parete 68-79	[01026-01027-02402]	4,377	200	[01026-01027-02402]	0,698	200
Parete 68-69	[01099-02448-03184]	2,387	200	[01099-02448-03184]	1,101	200
Parete 50-69	[02423-01097-01098]	6,781	200	[02423-01097-01098]	0,817	200
Parete 49-50	[01097-01096-02538]	2,454	200	[01097-01096-02538]	0,951	200
Parete 46-49	[02634-01354-02633]	3,122	200	[02634-01354-02633]	0,842	200
Parete 47-46	[01315-01316-02625]	2,384	200	[01315-01316-02625]	0,755	200
Parete 47-48	[01395-01396-02679]	1,554	200	[01395-01396-02679]	0,713	200
Parete 52-71	[02649-01387-01388]	23,829	200	[02649-01387-01388]	0,941	200
Parete 48-52	[02562-01283-01284]	10,147	200	[02562-01283-01284]	0,826	200
Parete 72-71	[02547-02548-01254]	23,061	200	[02547-02548-01254]	1,217	200
Parete 66-67	[02588-00976-00975]	2,284	200	[02588-00976-00975]	1,186	200
Parete 64-78	[02580-01016-01017]	5,239	200	[02580-01016-01017]	1,270	200
Parete 77-78	[02156-00791-00792]	4,607	200	[02156-00791-00792]	1,200	200
Parete 5-6	[02146-02147-00767]	1,764	200	[02146-02147-00767]	0,731	200
Parete 1-9	[02207-00833-02202]	7,781	200	[02207-00833-02202]	0,661	200
Parete 1-2	[02175-02174-00793]	22,090	200	[02175-02174-00793]	0,755	200
Parete 15-25	[02083-02084-00688]	4,097	200	[02083-02084-00688]	0,895	200
Parete 24-25	[02051-00673-00674]	2,571	200	[02051-00673-00674]	1,190	200
Parete 43-44	[00719-02120-00221]	1,167	200	[00719-02120-00221]	0,538	195
Parete 73-74	[02098-00717-00718]	4,371	200	[02098-00717-00718]	0,695	200
Parete 75-76	[02214-00852-02213]	1,820	200	[02214-00852-02213]	0,946	200
Parete 76-77	[00954-02325-03173]	3,408	200	[00954-02325-03173]	1,230	200
Parete 74-75	[00938-02303-03175]	2,322	200	[00938-02303-03175]	0,902	200
Parete 64-65	[02368-01016-01017]	4,588	200	[02368-01016-01017]	1,127	200
Parete 65-66	[02343-00994-00995]	2,830	200	[02343-00994-00995]	1,206	200
Parete 62-67	[00864-02234-03189]	3,212	200	[00864-02234-03189]	1,066	200
Parete 44-45	[00856-02227-02226]	0,017	6	[00856-02227-02226]	0,462	168
Parete 45-62	[02281-00858-00857]	0,719	200	[02281-00858-00857]	0,721	200
Parete 40-41	[00894-02259-03165]	2,420	200	[00894-02259-03165]	0,919	200
Parete 42-43	[01591-02868-03195]	1,999	200	[01591-02868-03195]	0,738	200
Parete 41-42	[01569-02846-00195]	2,233	200	[01569-02846-00195]	0,907	200
Parete 29-30	[02905-01516-01515]	1,001	200	[02905-01516-01515]	0,766	200
Parete 30-40	[02890-01623-01624]	0,881	200	[02890-01623-01624]	0,825	200
Parete 22-29	[02773-01536-01537]	2,526	200	[02773-01536-01537]	0,752	200
Parete 23-24	[02752-02751-01484]	2,641	200	[02752-02751-01484]	1,310	200
Parete 22-23	[02831-01536-01537]	2,257	200	[02831-01536-01537]	1,002	200
Parete 2-15	[02802-00804-00803]	10,856	200	[02802-00804-00803]	0,781	200
Parete 8-9	[02921-02920-01635]	4,893	200	[02921-02920-01635]	1,350	200
Parete 6-7	[03055-01794-01795]	2,984	200	[03055-01794-01795]	1,531	200
Parete 7-8	[03040-01767-01768]	3,671	200	[03040-01767-01768]	1,442	200
Parete 4-5	[03109-01807-03108]	1,855	200	[03109-01807-03108]	0,818	200
Parete 3-4	[03084-01822-01823]	5,746	200	[03084-01822-01823]	0,861	200
Parete 3-10	[01679-02960-03156]	7,513	200	[01679-02960-03156]	0,959	200
Parete 10-19	[02945-02946-01674]	3,215	200	[02945-02946-01674]	0,733	200
Parete 19-27	[03011-01662-01661]	2,632	200	[03011-01662-01661]	1,083	200
Parete 27-37	[02982-01727-01728]	2,957	200	[02982-01727-01728]	1,007	200
Parete 63-73	[02715-02714-01444]	6,574	200	[02715-02714-01444]	0,755	200
Parete 37-53	[02685-01442-01443]	3,290	200	[02685-01442-01443]	1,042	200
Parete 53-63	[02740-01482-01483]	2,522	200	[02740-01482-01483]	0,759	200
Parete P1-44	[00258-02733-00151]	0,650	200	[00258-02733-00151]	0,418	151
Piano Terra						
Pilastro 19	0.00 %	0,341	123	0.00 %	0,138	50
Pilastro 3	0.00 %	0,334	121	0.00 %	0,137	50
Pilastro 47	0.00 %	0,508	184	0.00 %	0,253	92
Pilastro 10	0.00 %	0,880	200	0.00 %	0,467	169
Pilastro 27	0.00 %	0,352	127	0.00 %	0,472	171
Pilastro 37	0.00 %	0,432	156	0.00 %	0,479	173
Pilastro 46	0.00 %	0,017	6	0.00 %	0,009	3

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _{C/PGA_D} [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _{C/PGA_D} [%]
Pilastro 36	0.00 %	0,804	200	0.00 %	0,432	156
Pilastro 29	0.00 %	0,210	76	0.00 %	0,090	33
Pilastro 24	0.00 %	0,938	200	0.00 %	0,510	185
Pilastro 23	0.00 %	0,825	200	0.00 %	0,479	173
Pilastro 15	0.00 %	0,517	187	0.00 %	0,358	130
Pilastro 25	0.00 %	0,278	101	0.00 %	0,079	29
Pilastro 2	0.00 %	0,838	200	0.00 %	0,476	172
Pilastro 1	0.00 %	0,608	200	0.00 %	0,425	154
Pilastro 9	0.00 %	0,762	200	0.00 %	0,475	172
Pilastro 14	0.00 %	0,856	200	0.00 %	0,524	190
Pilastro 11	0.00 %	167,023	200	0.00 %	42,677	200
Pilastro 21	0.00 %	0,544	197	0.00 %	0,013	5
Pilastro 7	0.00 %	0,648	200	0.00 %	0,424	153
Pilastro 12	0.00 %	0,792	200	0.00 %	0,449	163
Pilastro 8	0.00 %	0,679	200	0.00 %	0,444	161
Pilastro 13	0.00 %	0,790	200	0.00 %	0,534	194
Pilastro 28	0.00 %	0,285	103	0.00 %	0,070	25
Pilastro 22	0.00 %	1,496	200	0.00 %	0,220	80
Pilastro 20	0.00 %	0,390	141	0.00 %	0,087	32
Pilastro 38	0.00 %	0,210	76	0.00 %	0,133	48
Pilastro 58	0.00 %	0,935	200	0.00 %	0,064	23
Pilastro 62	0.00 %	0,574	200	0.00 %	0,256	93
Pilastro 61	0.00 %	0,951	200	0.00 %	0,558	200
Pilastro 60	0.00 %	1,079	200	0.00 %	0,533	193
Pilastro 78	0.00 %	0,886	200	0.00 %	0,524	190
Pilastro 77	0.00 %	1,277	200	0.00 %	0,794	200
Pilastro 76	0.00 %	1,071	200	0.00 %	0,762	200
Pilastro 54	0.00 %	0,830	200	0.00 %	0,455	165
Pilastro 57	0.00 %	1,185	200	0.00 %	0,776	200
Pilastro 40	0.00 %	0,636	200	0.00 %	0,054	20
Pilastro 45	0.00 %	0,213	77	0.00 %	0,137	50
Pilastro 41	0.00 %	0,738	200	0.00 %	0,387	140
Pilastro 44	0.00 %	0,141	51	0.00 %	0,065	24
Pilastro 42	0.00 %	0,847	200	0.00 %	0,473	171
Pilastro 65	0.00 %	0,865	200	0.00 %	0,457	166
Pilastro 43	0.00 %	0,484	175	0.00 %	0,140	51
Pilastro 66	0.00 %	0,942	200	0.00 %	0,494	179
Pilastro 67	0.00 %	0,255	92	0.00 %	0,123	45
Pilastro 18	0.00 %	0,886	200	0.00 %	0,563	200
Pilastro 26	0.00 %	0,492	178	0.00 %	0,350	127
Pilastro 17	0.00 %	0,594	200	0.00 %	0,501	181
Pilastro 16	0.00 %	0,860	200	0.00 %	0,508	184
Pilastro 30	0.00 %	0,375	136	0.00 %	0,265	96
Pilastro 31	0.00 %	0,856	200	0.00 %	0,389	141
Pilastro 32	0.00 %	1,156	200	0.00 %	0,457	165
Pilastro 33	0.00 %	1,294	200	0.00 %	0,479	173
Pilastro 34	0.00 %	0,876	200	0.00 %	0,463	168
Pilastro 49	0.00 %	0,404	147	0.00 %	0,287	104
Pilastro 50	0.00 %	0,799	200	0.00 %	0,465	168
Pilastro 51	0.00 %	0,822	200	0.00 %	0,425	154
Pilastro 52	0.00 %	0,983	200	0.00 %	0,471	171
Pilastro 48	0.00 %	1,022	200	0.00 %	0,568	200
Pilastro 71	0.00 %	0,900	200	0.00 %	0,437	158
Pilastro 70	0.00 %	0,673	200	0.00 %	0,333	121
Pilastro 69	0.00 %	0,601	200	0.00 %	0,334	121
Pilastro 72	0.00 %	0,869	200	0.00 %	0,424	154
Pilastro 68	0.00 %	0,744	200	0.00 %	0,375	136
Pilastro 39	0.00 %	1,280	200	0.00 %	1,346	200
Pilastro 38	0.00 %	0,368	133	0.00 %	0,265	96
Pilastro 28	0.00 %	0,921	200	0.00 %	0,585	200
Pilastro 58	0.00 %	0,396	144	0.00 %	0,127	46
Pilastro 55	0.00 %	2,084	200	0.00 %	0,239	87
Pilastro 20	0.00 %	0,592	200	0.00 %	0,437	158
Pilastro 5	0.00 %	0,216	78	0.00 %	0,246	89
Pilastro 53	0.00 %	0,279	101	0.00 %	0,098	36
Pilastro 35	0.00 %	0,366	133	0.00 %	0,159	58
Pilastro 80	0.00 %	0,712	200	0.00 %	0,331	120
Pilastro 83	0.00 %	0,917	200	0.00 %	0,476	172
Pilastro 79	0.00 %	0,634	200	0.00 %	0,332	120

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D [%]
Pilastro 82	0.00 %	0,700	200	0.00 %	0,361	131
Pilastro 81	0.00 %	0,644	200	0.00 %	0,323	117
Pilastro 84	0.00 %	0,720	200	0.00 %	0,419	152
Pilastro 59	0.00 %	0,871	200	0.00 %	0,455	165
Pilastro 64	0.00 %	0,718	200	0.00 %	0,391	142
Pilastro 56	0.00 %	0,634	200	0.00 %	0,034	12
Pilastro 6	0.00 %	0,328	119	0.00 %	0,192	70
Pilastro 55	0.00 %	0,906	200	0.00 %	0,466	169
Pilastro 30	0.00 %	0,454	165	0.00 %	0,119	43
Pilastro 40	0.00 %	0,266	97	0.00 %	0,096	35
Pilastro 22	0.00 %	0,425	154	0.00 %	0,126	46
Pilastro 29	0.00 %	0,545	198	0.00 %	0,409	148
Pilastro 63	0.00 %	0,573	200	0.00 %	0,358	130
Pilastro 73	0.00 %	0,668	200	0.00 %	0,405	147
Pilastro 75	0.00 %	0,323	117	0.00 %	0,099	36
Pilastro 74	0.00 %	0,737	200	0.00 %	0,387	140
Pilastro 11	0.00 %	0,538	195	0.00 %	0,359	130
Pilastro 4	0.00 %	1,099	200	0.00 %	0,830	200
Pilastro 56	0.00 %	0,751	200	0.00 %	0,407	147
Pilastro 21	0.00 %	0,613	200	0.00 %	0,357	129
Trave 34-35	75.00 %	0,122	44	50.00 %	0,467	169
Trave 25-26	12.50 %	0,350	127	50.00 %	0,337	122
Trave 23-24	75.00 %	0,655	200	50.00 %	0,689	200
Trave 24-25	100.00 %	0,378	137	50.00 %	0,577	200
Trave 22-23	25.00 %	0,120	44	62.50 %	0,160	58
Trave 18-26	100.00 %	1,274	200	37.50 %	0,491	178
Trave 1a-17	50.00 %	0,591	200	50.00 %	0,493	179
Trave 16-17	100.00 %	1,008	200	37.50 %	0,846	200
Trave 57-76	0.00 %	0,886	200	25.00 %	0,625	200
Trave 16-18	0.00 %	1,213	200	75.00 %	0,957	200
Trave 35-36	25.00 %	0,125	45	62.50 %	0,339	123
Trave 28-29	50.00 %	0,060	22	75.00 %	0,144	52
Trave 22-29	25.00 %	0,155	56	50.00 %	0,527	191
Trave 2-15	12.50 %	0,591	200	37.50 %	0,858	200
Trave 1-2	87.50 %	0,372	135	37.50 %	0,513	186
Trave 14-24	87.50 %	0,894	200	62.50 %	0,448	162
Trave 9-14	12.50 %	0,969	200	25.00 %	0,588	200
Trave 1-9	75.00 %	0,987	200	12.50 %	0,459	166
Trave 12-22	62.50 %	0,179	65	50.00 %	0,211	77
Trave 7-12	25.00 %	0,410	149	37.50 %	0,522	189
Trave 13-23	87.50 %	0,791	200	37.50 %	0,351	127
Trave 8-13	100.00 %	0,920	200	75.00 %	0,464	168
Trave 14-15	75.00 %	0,306	111	0.00 %	0,151	55
Trave 11-12	75.00 %	0,457	166	87.50 %	0,385	140
Trave 13-14	75.00 %	0,549	199	50.00 %	0,600	200
Trave 12-13	25.00 %	0,316	114	50.00 %	0,394	143
Trave 21-20	75.00 %	0,299	108	25.00 %	0,281	102
Trave 8-9	75.00 %	0,538	195	50.00 %	0,667	200
Trave 7-8	25.00 %	0,423	153	50.00 %	0,547	198
Trave 6-7	25.00 %	0,357	129	50.00 %	0,720	200
Trave 20-28	25.00 %	0,366	132	37.50 %	0,775	200
Trave 5-20	100.00 %	0,026	9	62.50 %	0,302	109
Trave 37-53	75.00 %	0,291	105	50.00 %	0,569	200
Trave 10-19	75.00 %	0,273	99	50.00 %	0,283	103
Trave 27-37	75.00 %	1,104	200	62.50 %	1,437	200
Trave 19-27	25.00 %	0,500	181	50.00 %	0,756	200
Trave 37-38	75.00 %	0,356	129	62.50 %	0,383	139
Trave 27-28	12.50 %	0,325	118	75.00 %	0,131	48
Trave 21-20	25.00 %	0,180	65	0.00 %	0,220	80
Trave 4-3	100.00 %	0,106	38	50.00 %	0,207	75
Trave 5-6	0.00 %	0,199	72	75.00 %	0,294	106
Trave 39-40	25.00 %	0,280	102	NC	0,000	0
Trave 61-62	100.00 %	0,013	5	87.50 %	0,000	0
Trave 63-73	100.00 %	0,453	164	50.00 %	0,613	200
Trave 77-78	25.00 %	0,644	200	37.50 %	0,443	161
Trave 75-76	25.00 %	0,144	52	62.50 %	0,179	65
Trave 76-77	75.00 %	0,854	200	37.50 %	0,647	200
Trave 73-74	12.50 %	0,626	200	50.00 %	0,611	200
Trave 54-74	0.00 %	0,579	200	25.00 %	0,416	151

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D [%]
Trave 55-54	50.00 %	0,355	129	0.00 %	0,212	77
Trave 60-59	75.00 %	0,361	131	0.00 %	0,060	22
Trave 61-60	12.50 %	0,485	176	0.00 %	0,039	14
Trave 58-59	0.00 %	0,116	42	37.50 %	0,119	43
Trave 56-55	50.00 %	0,322	117	50.00 %	0,406	147
Trave 56-57	87.50 %	0,395	143	37.50 %	0,383	139
Trave 28-38	75.00 %	0,569	200	62.50 %	0,770	200
Trave 56-75	0.00 %	0,319	116	50.00 %	0,442	160
Trave 74-75	75.00 %	0,316	115	37.50 %	0,301	109
Trave 58-77	0.00 %	0,572	200	25.00 %	0,493	179
Trave 64-78	25.00 %	1,138	200	87.50 %	0,361	131
Trave 39-56	100.00 %	0,648	200	75.00 %	0,456	165
Trave 40-58	100.00 %	0,156	57	62.50 %	0,245	89
Trave 41-59	12.50 %	0,434	157	62.50 %	0,432	157
Trave 60-65	75.00 %	0,748	200	62.50 %	0,846	200
Trave 61-66	100.00 %	0,719	200	62.50 %	0,880	200
Trave 62-67	87.50 %	0,096	35	62.50 %	0,329	119
Trave 43-44	100.00 %	0,010	4	100.00 %	0,081	29
Trave 40-41	75.00 %	0,391	142	50.00 %	0,356	129
Trave 43-42	25.00 %	0,243	88	50.00 %	0,279	101
Trave 41-42	75.00 %	0,423	153	50.00 %	0,362	131
Trave 44-45	0.00 %	0,263	95	100.00 %	0,181	66
Trave 57-58	75.00 %	0,195	71	100.00 %	0,357	129
Trave 66-67	25.00 %	0,707	200	50.00 %	0,845	200
Trave 65-66	75.00 %	0,775	200	50.00 %	0,989	200
Trave 64-65	0.00 %	0,364	132	50.00 %	0,471	171
Trave 42-60	0.00 %	0,596	200	37.50 %	0,820	200
Trave 43-61	0.00 %	0,600	200	37.50 %	0,849	200
Trave 45-62	25.00 %	0,201	73	50.00 %	0,281	102
Trave 1a-25	100.00 %	0,337	122	100.00 %	0,176	64
Trave 45-46	0.00 %	0,000	0	0.00 %	0,000	0
Trave 49-62	75.00 %	0,000	0	50.00 %	0,173	63
Trave 46-49	75.00 %	0,451	164	62.50 %	0,376	136
Trave 52-51	0.00 %	0,964	200	50.00 %	0,623	200
Trave 49-50	37.50 %	0,671	200	62.50 %	0,332	120
Trave 50-51	100.00 %	1,120	200	50.00 %	0,670	200
Trave 48-52	75.00 %	0,617	200	50.00 %	0,673	200
Trave 47-48	25.00 %	0,132	48	50.00 %	0,160	58
Trave 47-46	87.50 %	0,105	38	37.50 %	0,211	76
Trave 36-47	100.00 %	0,468	170	50.00 %	0,516	187
Trave 35-46	0.00 %	0,367	133	50.00 %	0,589	200
Trave 52-71	87.50 %	0,611	200	37.50 %	0,727	200
Trave 51-70	100.00 %	0,468	169	75.00 %	0,089	32
Trave 50-69	87.50 %	0,569	200	75.00 %	0,182	66
Trave 71-72	100.00 %	0,847	200	50.00 %	0,903	200
Trave 70-71	75.00 %	0,934	200	37.50 %	0,849	200
Trave 69-70	75.00 %	0,849	200	62.50 %	0,759	200
Trave 68-69	50.00 %	1,488	200	87.50 %	0,510	185
Trave 67-68	75.00 %	0,386	140	50.00 %	0,433	157
Trave 80-83	87.50 %	0,976	200	75.00 %	0,410	149
Trave 79-82	75.00 %	0,662	200	50.00 %	0,715	200
Trave 70-80	12.50 %	0,464	168	25.00 %	0,293	106
Trave 68-79	25.00 %	0,469	170	50.00 %	0,551	200
Trave 83-82	25.00 %	0,447	162	37.50 %	0,426	154
Trave 83-84	87.50 %	0,518	188	37.50 %	0,693	200
Trave 80-81	87.50 %	0,506	183	37.50 %	0,714	200
Trave 80-79	25.00 %	0,463	168	50.00 %	0,541	196
Trave 30-40	100.00 %	0,101	37	50.00 %	0,081	29
Trave 38-55	0.00 %	0,491	178	62.50 %	0,522	189
Trave 39-38	25.00 %	0,554	200	25.00 %	0,391	142
Trave 38-55	100.00 %	1,142	200	37.50 %	1,231	200
Trave 20-28	100.00 %	0,639	200	37.50 %	0,915	200
Trave 40-58	0.00 %	0,357	129	62.50 %	0,386	140
Trave 22-29	0.00 %	0,625	200	37.50 %	0,743	200
Trave 30-40	100.00 %	0,205	74	50.00 %	0,167	60
Trave 28-38	75.00 %	1,036	200	62.50 %	1,181	200
Trave 21-22	87.50 %	0,221	80	62.50 %	0,330	119
Trave 4-5	75.00 %	0,486	176	37.50 %	0,704	200
Trave 20-19	100.00 %	0,213	77	62.50 %	0,216	78

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

Id _{Elm}	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D [%]
Trave 53-54	25.00 %	0,200	72	25.00 %	0,206	75
Trave 31-32	25.00 %	0,135	49	50.00 %	0,817	200
Trave 33-34	75.00 %	0,237	86	50.00 %	0,913	200
Trave 53-63	0.00 %	0,251	91	50.00 %	0,181	65
Trave 81-84	100.00 %	0,712	200	50.00 %	0,682	200
Trave 72-81	25.00 %	0,701	200	50.00 %	0,710	200
Trave 56-55	100.00 %	0,748	200	37.50 %	0,427	155
Trave 15-1a	37.50 %	0,141	51	100.00 %	0,188	68
Trave 11-21	100.00 %	0,398	144	37.50 %	0,262	95
Trave 59-64	25.00 %	0,284	103	62.50 %	0,395	143
Trave 29-30	75.00 %	0,156	56	37.50 %	0,376	136
Trave 29-30	0.00 %	0,263	95	50.00 %	0,206	75
Trave 32-33	75.00 %	0,314	114	50.00 %	0,965	200
Trave 30-31	12.50 %	0,058	21	50.00 %	0,597	200
Trave 3-10	25.00 %	0,196	71	50.00 %	0,301	109
Trave 56-58	75.00 %	0,410	149	62.50 %	0,372	135
Trave 6-11	0.00 %	0,291	105	37.50 %	0,385	139
Trave 22-21	75.00 %	0,394	143	62.50 %	0,296	107

LEGENDA:

Id_{Elm} Identificativo dell'elemento strutturale.

%LLI/Shell Nel caso di elementi Beam: %LLI = Posizione della sezione per la quale si registra la minima PGA, valutata come % della lunghezza libera d'inflessione dell'elemento (LLI), a partire dal suo estremo iniziale (0% = estremo iniziale, 100% = estremo finale).

Nel caso di elementi Shell: Shell = identificativo dei nodi della shell per la quale si registra la minima PGA.

PGA_{PF/RC} Accelerazione sismica di collasso per PRESSOFLESSIONE o FLESSIONE/ROTAZIONE ALLA CORDA. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$.

N.B.: per gli elementi beam (travi e pilastri), nel caso di calcolo Non Lineare, la PGA è quella relativa al meccanismo di collasso per verifica di rotazione alla corda.

PGA_T Accelerazione sismica di collasso per TAGLIO. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$.

PGA_C/PGA_D Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_s \cdot S_T \cdot a_g / g$). [200] = $PGA_C > 2 \cdot PGA_D$.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO SUI NODI

Accelerazioni Sismiche di Collasso sui Nodi

Id _{Nd}	PGA _{conf}	PGA _C /PGA _D
		[%]
Nodo 5	0,000	0
Nodo 7	0,068	25
Nodo 9	0,083	30
Nodo 11	0,099	36
Nodo 12	0,041	15
Nodo 14	0,089	32
Nodo 17	0,000	0
Nodo 18	0,000	0
Nodo 19	0,000	0
Nodo 21	0,000	0
Nodo 23	0,000	0
Nodo 34	0,327	119
Nodo 35	0,000	0
Nodo 38	0,013	5
Nodo 40	0,000	0
Nodo 42	0,000	0
Nodo 52	0,805	200
Nodo 65	0,000	0
Nodo 79	0,258	94
Nodo 80	0,497	180
Nodo 82	0,037	13
Nodo 84	0,000	0
Nodo 92	0,070	25
Nodo 99	0,114	41
Nodo 100	0,000	0
Nodo 101	0,062	23
Nodo 102	0,000	0
Nodo 104	0,034	12
Nodo 105	0,029	11
Nodo 106	0,196	71

Accelerazioni Sismiche di Collasso sui Nodi

Id_{Nd}	PGA_{conf}	PGA_C/PGA_D [%]
Nodo 107	0,033	12
Nodo 108	0,000	0
Nodo 110	0,000	0
Nodo 112	0,141	51
Nodo 113	0,008	3
Nodo 114	0,000	0
Nodo 115	0,080	29
Nodo 116	0,154	56
Nodo 117	0,081	29
Nodo 118	0,142	52
Nodo 119	0,015	5
Nodo 120	0,077	28
Nodo 121	0,060	22
Nodo 122	0,113	41
Nodo 123	0,000	0
Nodo 126	0,000	0
Nodo 127	0,021	8
Nodo 128	0,108	39
Nodo 129	0,204	74
Nodo 130	0,026	9
Nodo 132	0,000	0
Nodo 133	0,000	0
Nodo 134	0,000	0
Nodo 135	0,000	0
Nodo 136	0,000	0
Nodo 137	0,063	23
Nodo 138	0,071	26
Nodo 139	0,075	27
Nodo 140	0,089	32
Nodo 141	0,042	15
Nodo 142	0,089	32
Nodo 143	0,000	0
Nodo 144	0,000	0
Nodo 145	0,113	41
Nodo 147	0,000	0
Nodo 148	0,173	63
Nodo 149	0,057	21
Nodo 150	0,000	0
Nodo 157	0,060	22
Nodo 159	0,220	80
Nodo 160	0,270	98
Nodo 222	0,319	115
Nodo 231	0,096	35
Nodo 232	0,000	0
Nodo 233	0,000	0
Nodo 234	0,060	22
Nodo 235	0,129	47
Nodo 236	0,169	61
Nodo 237	0,109	39
Nodo 238	0,000	0
Nodo 240	0,000	0
Nodo 242	0,063	23
Nodo 243	0,042	15
Nodo 244	0,041	15
Nodo 245	0,116	42
Nodo 246	0,151	55
Nodo 247	0,093	34
Nodo 248	0,000	0
Nodo 249	0,152	55
Nodo 250	0,075	27
Nodo 251	0,000	0
Nodo 252	0,024	9
Nodo 253	0,083	30
Nodo 256	0,000	0

LEGENDA:

- Id_{Nd}** Identificativo del nodo strutturale su cui viene eseguita la verifica a confinamento.
- PGA_{conf}** Accelerazione sismica di collasso per ROTTURA a confinamento del Nodo. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$
- PGA_C/PGA_D** Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_S \cdot S_T \cdot a_g/g$). [200] = $PGA_C > 2 \cdot PGA_D$.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO PER CARICO LIMITE

Accelerazioni Sismiche di Collasso per Carico Limite		
Id _{Elm}	PGA _{QI}	PGA _C /PGA _D [%]
Fondazione		
Trave 1-2	0,531	193
Trave 2-15	0,531	192
Trave 14-24	0,530	192
Trave 1-9	0,531	192
Trave 9-14	0,532	193
Trave 23-24	0,531	192
Trave 24-25	0,531	193
Trave 22-23	0,531	192
Trave 19-20	0,531	192
Trave 14-15	0,531	193
Trave 12-13	0,531	192
Trave 13-14	0,531	192
Trave 11-12	0,532	193
Trave 11-21	0,531	192
Trave 6-11	0,532	193
Trave 38-55	0,531	192
Trave 5-20	0,531	193
Trave 37-53	0,530	192
Trave 10-19	0,531	192
Trave 27-37	0,530	192
Trave 19-27	0,531	192
Trave 28-29	0,531	192
Trave 27-28	0,530	192
Trave 12-22	0,531	192
Trave 29-30	0,530	192
Trave 7-12	0,531	192
Trave 22-29	0,531	192
Trave 13-23	0,531	193
Trave 8-13	0,531	193
Trave 37-38	0,532	193
Trave 20-28	0,531	192
Trave 40-58	0,532	193
Trave 39-40	0,531	192
Trave 40-41	0,527	191
Trave 38-39	0,528	191
Trave 41-42	0,531	193
Trave 61-62	0,532	193
Trave 58-59	0,532	193
Trave 60-61	0,532	193
Trave 59-60	0,531	193
Trave 53-54	0,531	192
Trave 54-55	0,530	192
Trave 55-56	0,531	192
Trave 56-57	0,531	192
Trave 2c-53	0,531	192
Trave 63-73	0,532	193
Trave 75-76	0,530	192
Trave 76-77	0,531	192
Trave 73-74	0,531	192
Trave 82-83	0,531	192
Trave 72-81	0,531	192
Trave 69-70	0,532	193
Trave 71-72	0,531	192
Trave 66-67	0,531	192
Trave 68-69	0,530	192
Trave 64-65	0,530	192
Trave 65-66	0,531	192
Trave 64-78	0,531	192
Trave 41-59	0,531	192
Trave 59-64	0,531	192
Trave 60-65	0,531	192
Trave 42-60	0,531	193
Trave 61-66	0,531	192
Trave 43-61	0,532	193
Trave 45-62	0,531	192
Trave 62-67	0,531	192

Accelerazioni Sismiche di Collasso per Carico Limite

IdElm	PGA_{QI}	PGA_C/PGA_D
		[%]
Trave 47-46	0,531	192
Trave 52-71	0,531	192
Trave 52-51	0,531	193
Trave 80-83	0,531	192
Trave 51-70	0,532	193
Trave 70-80	0,531	192
Trave 79-82	0,531	192
Trave 68-79	0,531	192
Trave 80-81	0,532	193
Trave 79-80	0,531	192
Trave 50-69	0,531	192
Trave 54-74	0,532	193
Trave 56-75	0,531	193
Trave 39-56	0,532	193
Trave 74-75	0,530	192
Trave 28-38	0,531	192
Trave 57-58	0,530	192
Trave 57-76	0,531	193
Trave 58-77	0,531	192
Trave 50-51	0,531	192
Trave 49-50	0,531	192
Trave 48-52	0,531	192
Trave 15-25	0,531	192
Trave 42-43	0,531	192
Trave 53-63	0,530	192
Trave 70-71	0,531	193
Trave 20-21	0,529	192
Trave 3-10	0,531	192
Trave 30-40	0,473	172
Trave 77-78	0,531	192
Trave 81-84	0,531	193
Trave 83-84	0,531	192
Trave 21-22	0,532	193
Trave 8-9	0,531	192
Trave 6-7	0,531	193
Trave 4-5	0,529	192
Trave 7-8	0,530	192
Trave 4-3	0,531	193
Trave 5-6	0,530	192
Trave 1c-3	0,532	193
Trave 46-49	0,532	193
Trave 48-47	0,530	192
Piano seminterrato		
Trave 25-26	0,531	192
Trave 18-26	0,530	192
Trave 17-25	0,532	193
Trave 16-17	0,531	192
Trave 16-18	0,531	192
Trave 35-36	0,528	191
Trave 34-35	0,531	192
Trave 30-31	0,531	192
Trave 31-32	0,531	192
Trave 32-33	0,532	193
Trave 33-34	0,531	192
Trave 36-47	0,531	192
Trave 31-41	0,530	192
Trave 32-42	0,530	192
Trave 33-43	0,530	192
Trave 34-44	0,531	192
Trave 35-46	0,529	192
Trave 67-68	0,530	192
Trave 46-45	0,532	193
Trave 49-62	0,531	192

LEGENDA:

IdElm Identificativo dell'elemento strutturale.

PGA_{QI} Accelerazione sismica di collasso per CAPACITA' LIMITE del TERRENO di FONDAZIONE. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i (\psi_{2,i} Q_{k,i})]$.

PGA_C/PGA_D Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$). [200] = $PGA_C > 2 \cdot PGA_D$.

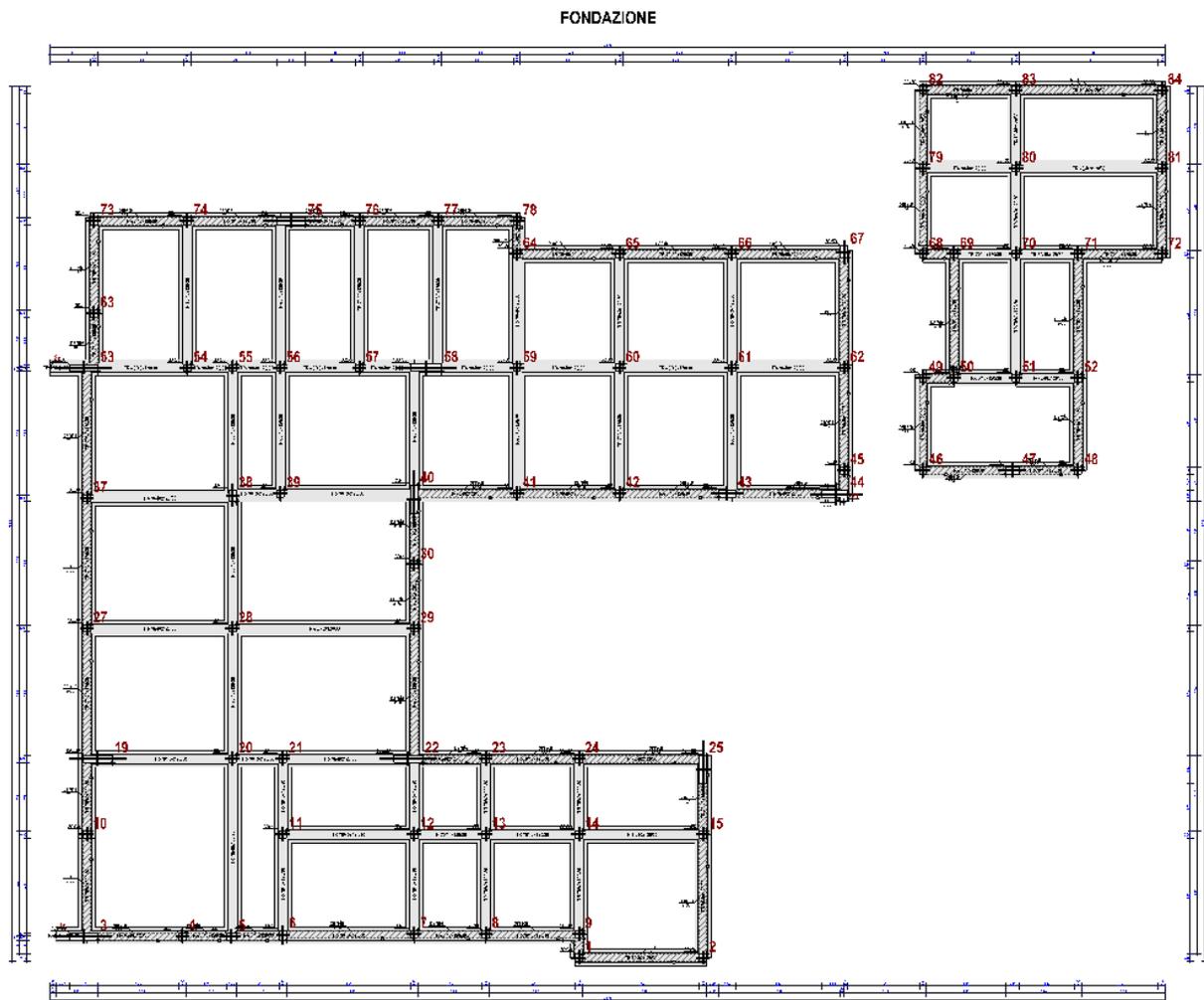
ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO PER SPOSTAMENTI INTERPIANO

Accelerazioni Sismiche di Collasso per Spostamenti Interpiano

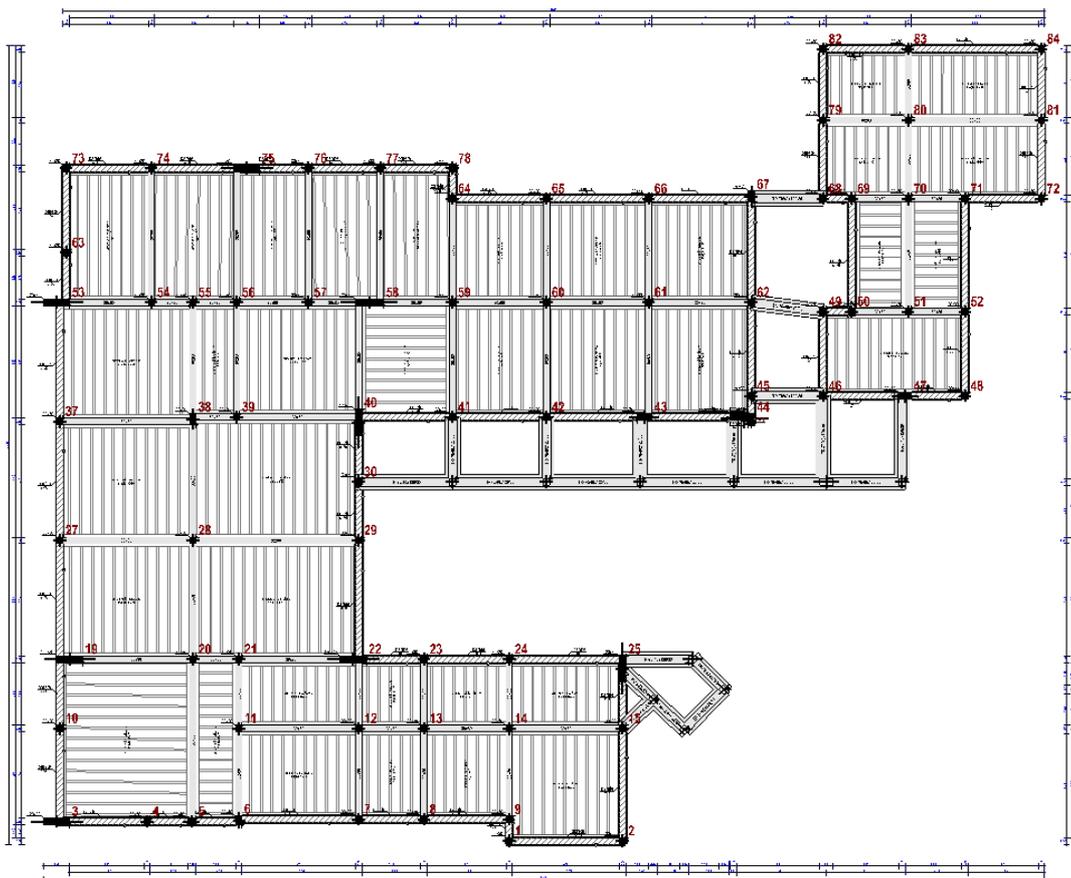
Id Piano	SLD		SLO	
	PGA _{Int}	PGA _C /PGA _D [%]	PGA _{Int}	PGA _C /PGA _D [%]
Fondazione				
Piano seminterrato				
Piano seminterrato	1,235	200	0,605	200
Piano Terra				
Piano Terra	NS	200	NS	200

LEGENDA:

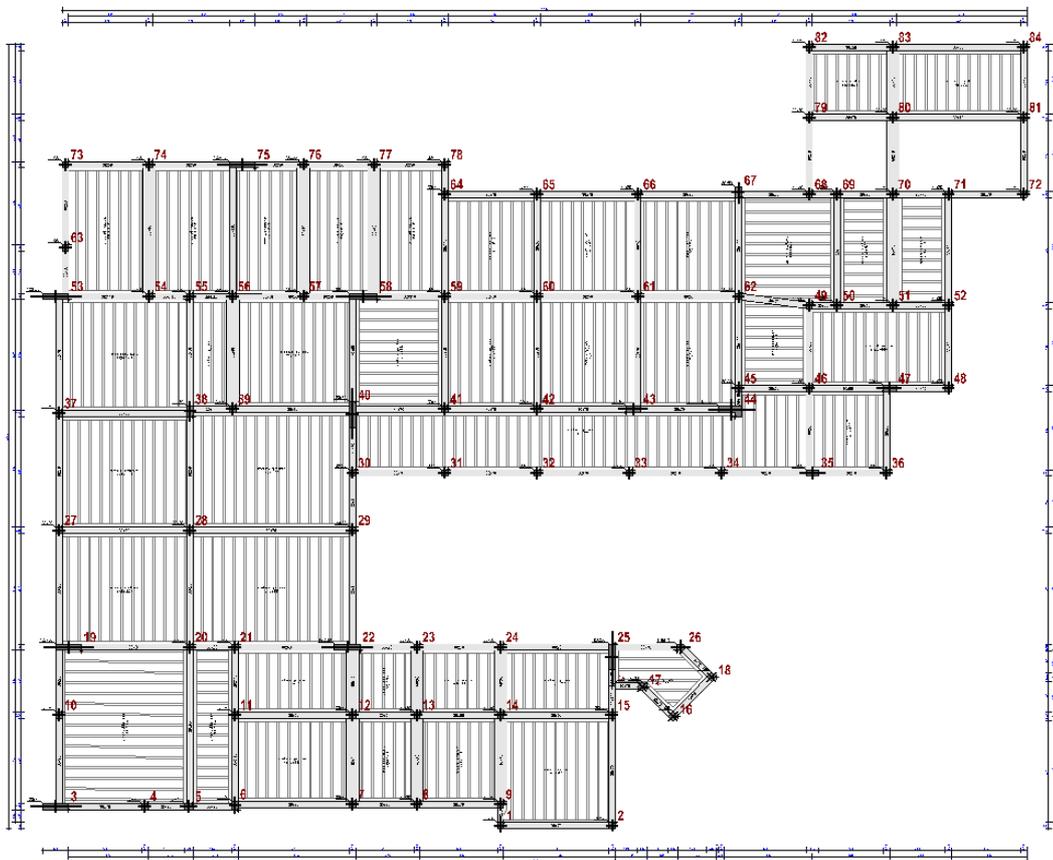
- Id Piano** Identificativo del livello o piano.
PGA_{Int} Accelerazione sismica di collasso minima per SPOSTAMENTO D'INTERPIANO. [NS] = Non significativo per valori di PGA_{Int} >= 1000.
PGA_C/PGA_D Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = S_s-S_r-a_g/g). [200] = PGA_C > 2·PGA_D.



PIANO SEMINTERRATO



PIANO TERRA



Di seguito si riportano le accelerazioni sismiche di collasso del **CORPO B Stato di Fatto**, per i meccanismi di pressoflessione o rotazione della corda (duttile), rottura a taglio (fragile) e rottura del nodo (fragile) e spostamento di interpiano.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO SU BEAM E SHELL

Id _{Elm}	Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell					
	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D
		[%]			[%]	
Piano interrato						
Pilastro 2	0.00 %	6,396	200	0.00 %	0,771	200
Pilastro 3	0.00 %	7,471	200	0.00 %	0,911	200
Pilastro 7	0.00 %	0,450	163	0.00 %	0,150	54
Pilastro 31	0.00 %	0,736	200	0.00 %	0,116	42
Pilastro 41	0.00 %	0,456	165	0.00 %	0,128	46
Pilastro 32	0.00 %	0,701	200	0.00 %	0,174	63
Pilastro 18	0.00 %	0,882	200	0.00 %	0,091	33
Pilastro 28	0.00 %	0,763	200	0.00 %	0,316	115
Pilastro 25	0.00 %	0,824	200	0.00 %	0,126	46
Pilastro 23	0.00 %	0,896	200	0.00 %	0,157	57
Pilastro 15	0.00 %	0,987	200	0.00 %	0,093	34
Pilastro 16	0.00 %	1,073	200	0.00 %	0,133	48
Pilastro 17	0.00 %	0,893	200	0.00 %	0,062	22
Pilastro 27	0.00 %	0,842	200	0.00 %	0,127	46
Pilastro 36	0.00 %	0,948	200	0.00 %	0,037	13
Pilastro 35	0.00 %	0,786	200	0.00 %	0,034	13
Pilastro 14	0.00 %	1,147	200	0.00 %	0,215	78
Pilastro 24	0.00 %	0,677	200	0.00 %	0,151	55
Pilastro 42	0.00 %	0,773	200	0.00 %	0,151	55
Pilastro 44	0.00 %	0,707	200	0.00 %	0,159	58
Pilastro 43	0.00 %	0,734	200	0.00 %	0,083	30
Pilastro 33	0.00 %	0,774	200	0.00 %	0,069	25
Pilastro 1	0.00 %	1,390	200	0.00 %	0,374	135
Pilastro 12	0.00 %	3,955	200	0.00 %	0,508	184
Pilastro 26	0.00 %	0,974	200	0.00 %	0,071	26
Pilastro 47	0.00 %	3,558	200	0.00 %	0,644	200
Pilastro 34	0.00 %	0,735	200	0.00 %	0,017	6
Pilastro 29	0.00 %	0,231	84	0.00 %	0,100	36
Pilastro 19	0.00 %	0,398	144	0.00 %	0,199	72
Pilastro 46	0.00 %	0,414	150	0.00 %	0,108	39
Pilastro 52	0.00 %	0,406	147	0.00 %	0,141	51
Pilastro 48	0.00 %	0,289	105	0.00 %	0,120	44
Pilastro 39	0.00 %	0,336	122	0.00 %	0,132	48
Pilastro 20	0.00 %	0,318	115	0.00 %	0,111	40
Pilastro 8	0.00 %	2,898	200	0.00 %	0,504	183
Pilastro 38	0.00 %	2,332	200	0.00 %	0,455	165
Pilastro 11	0.00 %	1,090	200	0.00 %	0,193	70
Pilastro 10	0.00 %	1,399	200	0.00 %	0,228	83
Pilastro 9	0.00 %	1,606	200	0.00 %	0,284	103
Pilastro 22	0.00 %	1,256	200	0.00 %	0,220	80
Pilastro 13	0.00 %	1,680	200	0.00 %	0,217	79
Pilastro 45	0.00 %	0,601	200	0.00 %	0,055	20
Pilastro 4	0.00 %	5,305	200	0.00 %	0,824	200
Pilastro 5	0.00 %	4,129	200	0.00 %	0,780	200
Pilastro 6	0.00 %	4,591	200	0.00 %	0,670	200
Pilastro 37	0.00 %	2,685	200	0.00 %	0,583	200
Pilastro 40	0.00 %	0,210	76	0.00 %	0,124	45
Pilastro 30	0.00 %	3,194	200	0.00 %	0,702	200
Pilastro 21	0.00 %	4,378	200	0.00 %	0,541	196
Pilastro 50	0.00 %	2,366	200	0.00 %	0,758	200
Pilastro 51	0.00 %	1,095	200	0.00 %	0,314	114
Pilastro 49	0.00 %	1,521	200	0.00 %	0,620	200
Trave 13-22	25.00 %	0,375	136	50.00 %	0,426	154
Trave 21-22	25.00 %	0,408	148	62.50 %	0,541	196
Trave 24-25	25.00 %	0,403	146	50.00 %	0,428	155
Trave 27-28	75.00 %	0,536	194	62.50 %	0,922	200
Trave 10-14	0.00 %	0,668	200	100.00 %	0,273	99
Trave 14-15	25.00 %	0,348	126	50.00 %	0,421	152
Trave 13-14	75.00 %	0,660	200	50.00 %	0,845	200
Trave 15-25	25.00 %	0,405	147	50.00 %	0,587	200
Trave 16-17	75.00 %	0,301	109	37.50 %	0,379	137

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _{C/PGA_D} [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _{C/PGA_D} [%]
Trave 15-16	37.50 %	0,325	118	62.50 %	0,274	99
Trave 5-16	87.50 %	0,664	200	50.00 %	0,853	200
Trave 6-17	75.00 %	0,530	192	50.00 %	1,200	200
Trave 18-19	25.00 %	0,319	116	50.00 %	0,405	147
Trave 17-18	75.00 %	0,360	130	50.00 %	0,487	176
Trave 7-18	75.00 %	0,204	74	37.50 %	0,315	114
Trave 18-28	75.00 %	0,222	80	100.00 %	0,232	84
Trave 23-33	25.00 %	0,478	173	50.00 %	0,719	200
Trave 33-43	75.00 %	0,243	88	50.00 %	0,545	198
Trave 33-34	12.50 %	0,290	105	37.50 %	0,328	119
Trave 32-33	87.50 %	0,324	118	62.50 %	0,351	127
Trave 35-46	12.50 %	0,370	134	37.50 %	0,499	181
Trave 28-29	75.00 %	0,556	200	50.00 %	0,838	200
Trave 28-37	25.00 %	0,188	68	0.00 %	0,321	116
Trave 22-23	25.00 %	0,849	200	50.00 %	0,430	156
Trave 40-41	75.00 %	0,429	156	50.00 %	0,713	200
Trave 42-43	75.00 %	0,276	100	37.50 %	0,363	132
Trave 41-42	0.00 %	0,383	139	0.00 %	0,216	78
Trave 43-44	25.00 %	0,150	54	62.50 %	0,239	87
Trave 42-49	75.00 %	0,442	160	62.50 %	0,382	139
Trave 44-51	75.00 %	0,452	164	62.50 %	0,446	162
Trave 32-41	75.00 %	0,210	76	37.50 %	0,273	99
Trave 31-32	100.00 %	0,737	200	100.00 %	0,195	71
Trave 30-31	12.50 %	0,487	177	62.50 %	1,124	200
Trave 21-31	12.50 %	0,541	196	37.50 %	0,409	148
Trave 25-34	75.00 %	0,606	200	62.50 %	0,667	200
Trave 17-27	25.00 %	0,279	101	50.00 %	0,560	200
Trave 11-15	100.00 %	0,367	133	0.00 %	0,242	88
Trave 25-26	25.00 %	0,401	145	50.00 %	0,413	150
Trave 26-27	25.00 %	1,149	200	50.00 %	1,064	200
Trave 26-35	12.50 %	0,273	99	37.50 %	0,422	153
Trave 16-26	12.50 %	0,316	115	37.50 %	0,426	154
Trave 43-50	75.00 %	0,761	200	37.50 %	0,724	200
Trave 27-36	25.00 %	0,205	74	50.00 %	0,451	163
Trave 34-35	25.00 %	0,558	200	0.00 %	0,315	114
Trave 34-45	75.00 %	0,284	103	50.00 %	0,362	131
Trave 35-36	100.00 %	0,652	200	50.00 %	0,503	182
Trave 3-10	37.50 %	1,190	200	50.00 %	0,617	200
Trave 12-13	25.00 %	0,904	200	37.50 %	0,873	200
Trave 10-11	25.00 %	0,498	180	50.00 %	0,612	200
Trave 9-10	75.00 %	0,500	181	50.00 %	0,595	200
Trave 2-9	0.00 %	1,264	200	50.00 %	0,539	195
Trave 4-11	0.00 %	1,077	200	62.50 %	0,434	157
Trave 9-13	75.00 %	0,586	200	100.00 %	0,221	80
Trave 45-46	100.00 %	0,292	106	50.00 %	0,120	44
Trave 44-45	87.50 %	0,196	71	37.50 %	0,181	66
Trave 23-24	50.00 %	1,050	200	62.50 %	0,575	200
Trave 14-24	25.00 %	0,426	154	50.00 %	1,032	200
Parete 37-38	[00431-01236-00167]	3,773	200	[00431-01236-00167]	0,639	200
Parete 36-37	[01252-00662-01379]	2,664	200	[01252-00662-01379]	0,500	181
Parete 46-52	[00711-01264-01386]	5,808	200	[00711-01264-01386]	0,684	200
Parete 51-52	[00711-01194-01386]	7,903	200	[00711-01194-01386]	0,939	200
Parete 50-51	[01213-00743-00023]	1,953	200	[01213-00743-00023]	0,728	200
Parete 48-49	[00757-01220-00019]	6,862	200	[00757-01220-00019]	0,623	200
Parete 49-50	[00743-01322-00023]	2,161	200	[00743-01322-00023]	0,665	200
Parete 40-48	[00774-01332-01389]	9,085	200	[00774-01332-01389]	0,438	159
Parete 39-40	[00956-01348-01388]	1,056	200	[00956-01348-01388]	0,705	200
Parete 30-39	[00858-01280-01383]	8,131	200	[00858-01280-01383]	0,548	199
Parete 20-30	[01299-00890-01387]	2,548	200	[01299-00890-01387]	0,605	200
Parete 21-20	[00890-01306-01387]	6,830	200	[00890-01306-01387]	0,645	200
Parete 7-8	[01184-00513-01380]	5,663	200	[01184-00513-01380]	0,599	200
Parete 7-6	[00498-01069-01381]	7,767	200	[00498-01069-01381]	0,571	200
Parete 4-5	[00522-01084-00030]	5,964	200	[00522-01084-00030]	0,549	199
Parete 5-6	[01099-00522-00030]	7,066	200	[01099-00522-00030]	0,545	197
Parete 29-38	[00431-01029-00167]	5,791	200	[00431-01029-00167]	0,724	200
Parete 19-29	[00445-01042-00008]	9,383	200	[00445-01042-00008]	0,658	200
Parete 8-19	[01060-00487-00004]	5,457	200	[01060-00487-00004]	0,707	200
Parete 46-47	[00626-01144-00017]	4,609	200	[00626-01144-00017]	0,280	101
Parete 36-47	[01160-00662-01379]	4,385	200	[01160-00662-01379]	0,428	155

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _{C/PGA_D} [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _{C/PGA_D} [%]
Parete 3-4	[01172-00564-00042]	11,448	200	[01172-00564-00042]	0,569	200
Parete 2-3	[00564-01109-00042]	10,275	200	[00564-01109-00042]	0,694	200
Parete 1-2	[00576-01121-00040]	6,763	200	[00576-01121-00040]	0,758	200
Parete 12-21	[01134-00615-01403]	4,468	200	[01134-00615-01403]	0,433	157
Parete 1-12	[01358-00591-00047]	4,871	200	[01358-00591-00047]	0,614	200
Piano Terra						
Pilastro 44	0.00 %	0,285	103	0.00 %	0,106	39
Pilastro 10	0.00 %	0,540	196	0.00 %	0,262	95
Pilastro 47	0.00 %	0,795	200	0.00 %	0,262	95
Pilastro 36	0.00 %	0,393	142	0.00 %	0,040	14
Pilastro 19	0.00 %	0,206	75	0.00 %	0,059	21
Pilastro 42	0.00 %	0,316	115	0.00 %	0,145	52
Pilastro 7	0.00 %	0,215	78	0.00 %	0,067	24
Pilastro 3	0.00 %	0,423	153	0.00 %	0,201	73
Pilastro 28	0.00 %	0,241	87	0.00 %	0,099	36
Pilastro 21	0.00 %	0,342	124	0.00 %	0,115	42
Pilastro 34	0.00 %	0,657	200	0.00 %	0,235	85
Pilastro 41	0.00 %	0,198	72	0.00 %	0,082	30
Pilastro 8	0.00 %	0,436	158	0.00 %	0,213	77
Pilastro 16	0.00 %	0,600	200	0.00 %	0,160	58
Pilastro 22	0.00 %	0,523	189	0.00 %	0,202	73
Pilastro 23	0.00 %	0,685	200	0.00 %	0,271	98
Pilastro 12	0.00 %	0,369	134	0.00 %	0,117	42
Pilastro 14	0.00 %	0,541	196	0.00 %	0,237	86
Pilastro 31	0.00 %	0,578	200	0.00 %	0,318	115
Pilastro 11	0.00 %	0,492	178	0.00 %	0,229	83
Pilastro 25	0.00 %	0,713	200	0.00 %	0,235	85
Pilastro 26	0.00 %	0,621	200	0.00 %	0,167	60
Pilastro 27	0.00 %	0,928	200	0.00 %	0,322	117
Pilastro 6	0.00 %	0,506	183	0.00 %	0,213	77
Pilastro 37	0.00 %	0,453	164	0.00 %	0,162	59
Pilastro 2	0.00 %	0,395	143	0.00 %	0,198	72
Pilastro 9	0.00 %	0,447	162	0.00 %	0,222	80
Pilastro 15	0.00 %	0,322	117	0.00 %	0,054	20
Pilastro 35	0.00 %	0,637	200	0.00 %	0,186	67
Pilastro 18	0.00 %	0,442	160	0.00 %	0,167	60
Pilastro 13	0.00 %	0,472	171	0.00 %	0,186	67
Pilastro 4	0.00 %	0,440	159	0.00 %	0,203	73
Pilastro 29	0.00 %	0,198	72	0.00 %	0,027	10
Pilastro 1	0.00 %	0,292	106	0.00 %	0,129	47
Pilastro 17	0.00 %	0,325	118	0.00 %	0,027	10
Pilastro 5	0.00 %	0,546	198	0.00 %	0,221	80
Pilastro 38	0.00 %	0,362	131	0.00 %	0,142	51
Pilastro 24	0.00 %	0,336	122	0.00 %	0,232	84
Pilastro 33	0.00 %	1,736	200	0.00 %	1,492	200
Pilastro 43	0.00 %	0,332	120	0.00 %	0,070	25
Pilastro 32	0.00 %	0,752	200	0.00 %	0,327	118
Pilastro 46	0.00 %	0,263	95	0.00 %	0,049	18
Pilastro 52	0.00 %	0,275	100	0.00 %	0,079	29
Pilastro 48	0.00 %	0,241	87	0.00 %	0,098	36
Pilastro 39	0.00 %	0,150	54	0.00 %	0,069	25
Pilastro 20	0.00 %	0,197	71	0.00 %	0,058	21
Pilastro 40	0.00 %	0,188	68	0.00 %	0,093	34
Pilastro 30	0.00 %	0,392	142	0.00 %	0,185	67
Pilastro 49	0.00 %	0,263	95	0.00 %	0,107	39
Pilastro 50	0.00 %	0,245	89	0.00 %	0,123	45
Pilastro 51	0.00 %	0,151	55	0.00 %	0,124	45
Pilastro 45	0.00 %	0,240	87	0.00 %	0,042	15
Trave 43-50	0.00 %	0,365	132	25.00 %	0,270	98
Trave 12-13	0.00 %	0,437	158	50.00 %	0,436	158
Trave 36-37	0.00 %	0,380	138	62.50 %	0,643	200
Trave 35-46	75.00 %	0,431	156	75.00 %	0,391	142
Trave 2-3	75.00 %	0,557	200	50.00 %	0,592	200
Trave 7-18	25.00 %	0,155	56	62.50 %	0,147	53
Trave 25-34	25.00 %	0,507	184	12.50 %	0,386	140
Trave 19-29	12.50 %	0,134	49	37.50 %	0,192	70
Trave 4-11	0.00 %	0,416	151	75.00 %	0,418	151
Trave 16-17	100.00 %	0,106	38	62.50 %	0,127	46
Trave 20-21	12.50 %	0,152	55	25.00 %	0,259	94

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D
			[%]			[%]
Trave 6-17	75.00 %	0,324	118	50.00 %	0,394	143
Trave 21-31	25.00 %	0,396	144	50.00 %	0,406	147
Trave 26-27	0.00 %	0,632	200	25.00 %	0,357	129
Trave 51-52	87.50 %	0,179	65	37.50 %	0,371	135
Trave 3-4	87.50 %	0,509	184	50.00 %	0,754	200
Trave 9-13	75.00 %	0,246	89	37.50 %	0,278	101
Trave 17-27	0.00 %	0,016	6	NC	0,000	0
Trave 29-38	25.00 %	0,082	30	50.00 %	0,159	57
Trave 26-35	87.50 %	0,359	130	37.50 %	0,329	119
Trave 1-2	75.00 %	0,426	154	37.50 %	0,466	169
Trave 18-19	100.00 %	0,147	53	62.50 %	0,187	68
Trave 24-25	75.00 %	0,388	141	62.50 %	0,332	120
Trave 42-43	75.00 %	0,226	82	37.50 %	0,268	97
Trave 7-8	12.50 %	0,189	68	37.50 %	0,347	126
Trave 8-19	87.50 %	0,271	98	50.00 %	0,459	166
Trave 15-16	0.00 %	0,033	12	NC	0,000	0
Trave 39-40	0.00 %	0,072	26	100.00 %	0,043	16
Trave 48-49	12.50 %	0,379	137	62.50 %	0,788	200
Trave 44-51	62.50 %	0,425	154	25.00 %	0,176	64
Trave 5-6	12.50 %	0,386	140	37.50 %	0,533	193
Trave 14-15	100.00 %	0,167	60	37.50 %	0,244	89
Trave 27-28	100.00 %	0,370	134	87.50 %	0,212	77
Trave 30-31	12.50 %	0,401	145	25.00 %	0,466	169
Trave 21-22	25.00 %	0,233	85	62.50 %	0,308	112
Trave 17-18	12.50 %	0,187	68	25.00 %	0,216	78
Trave 4-5	87.50 %	0,408	148	50.00 %	0,589	200
Trave 37-38	100.00 %	0,438	159	50.00 %	0,569	200
Trave 5-16	25.00 %	0,546	198	62.50 %	0,724	200
Trave 49-50	25.00 %	0,798	200	62.50 %	1,193	200
Trave 50-51	75.00 %	0,414	150	37.50 %	0,640	200
Trave 20-30	75.00 %	0,184	67	50.00 %	0,238	86
Trave 27-36	100.00 %	0,039	14	0.00 %	0,000	0
Trave 3-10	0.00 %	0,627	200	100.00 %	0,284	103
Trave 12-21	12.50 %	0,443	161	62.50 %	0,633	200
Trave 10-11	12.50 %	0,374	135	37.50 %	0,569	200
Trave 13-22	75.00 %	0,280	101	12.50 %	0,403	146
Trave 13-14	75.00 %	0,723	200	62.50 %	0,747	200
Trave 40-48	0.00 %	0,087	31	25.00 %	0,066	24
Trave 6-7	87.50 %	0,186	67	62.50 %	0,427	155
Trave 16-26	75.00 %	0,384	139	50.00 %	0,472	171
Trave 46-52	100.00 %	0,163	59	62.50 %	0,517	187
Trave 1-12	75.00 %	0,348	126	50.00 %	0,503	182
Trave 28-37	0.00 %	0,220	80	37.50 %	0,153	55
Trave 32-41	75.00 %	0,089	32	100.00 %	0,104	38
Trave 42-49	0.00 %	0,249	90	25.00 %	0,000	0
Trave 43-44	25.00 %	0,088	32	62.50 %	0,111	40
Trave 9-10	12.50 %	0,549	199	50.00 %	0,663	200
Trave 11-15	87.50 %	0,187	68	50.00 %	0,183	66
Trave 25-26	75.00 %	0,311	113	NC	0,000	0
Trave 28-29	12.50 %	0,245	89	25.00 %	0,240	87
Trave 30-39	75.00 %	0,133	48	0.00 %	0,301	109
Trave 36-47	0.00 %	0,123	45	37.50 %	0,121	44
Trave 34-35	100.00 %	0,250	91	87.50 %	0,000	0
Trave 2-9	0.00 %	0,520	189	100.00 %	0,226	82
Trave 10-14	75.00 %	0,711	200	50.00 %	0,254	92
Trave 15-25	0.00 %	0,202	73	25.00 %	0,107	39
Trave 34-45	75.00 %	0,239	86	62.50 %	0,343	124
Trave 40-41	75.00 %	0,213	77	50.00 %	0,350	127
Trave 41-42	100.00 %	0,211	76	0.00 %	0,136	49
Trave 35-36	12.50 %	0,197	71	37.50 %	0,309	112
Trave 31-32	25.00 %	0,346	125	62.50 %	0,209	76
Trave 22-23	75.00 %	0,412	149	100.00 %	0,454	164
Trave 18-28	100.00 %	0,121	44	100.00 %	0,125	45
Trave 23-24	37.50 %	0,896	200	0.00 %	0,264	96
Trave 14-24	12.50 %	0,602	200	37.50 %	0,365	132
Trave 46-47	0.00 %	0,175	63	50.00 %	0,218	79
Trave 44-45	25.00 %	0,125	45	62.50 %	0,079	29
Trave Parete 45-46	87.50 %	0,148	54	25.00 %	0,189	69

Piano primo

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D [%]
Pilastro 41	0.00 %	0,364	132	0.00 %	0,057	21
Pilastro 25	0.00 %	0,632	200	0.00 %	0,035	13
Pilastro 34	0.00 %	0,612	200	0.00 %	0,026	10
Pilastro 23	0.00 %	0,541	196	0.00 %	0,151	55
Pilastro 16	0.00 %	0,823	200	0.00 %	0,264	96
Pilastro 17	0.00 %	0,392	142	0.00 %	0,017	6
Pilastro 27	0.00 %	0,697	200	0.00 %	0,220	80
Pilastro 36	0.00 %	0,573	200	0.00 %	0,088	32
Pilastro 25	0.00 %	0,857	200	0.00 %	0,212	77
Pilastro 15	0.00 %	0,792	200	0.00 %	0,070	25
Pilastro 47	0.00 %	0,770	200	0.00 %	0,300	109
Pilastro 35	0.00 %	1,163	200	0.00 %	0,334	121
Pilastro 32	0.00 %	0,266	96	0.00 %	0,056	20
Pilastro 21	0.00 %	0,390	141	0.00 %	0,086	31
Pilastro 26	0.00 %	1,079	200	0.00 %	0,340	123
Pilastro 34	0.00 %	0,663	200	0.00 %	0,128	46
Pilastro 46	0.00 %	0,573	200	0.00 %	0,077	28
Pilastro 43	0.00 %	0,340	123	0.00 %	0,066	24
Pilastro 44	0.00 %	0,438	159	0.00 %	0,092	33
Pilastro 42	0.00 %	0,375	136	0.00 %	0,093	34
Pilastro 22	0.00 %	0,638	200	0.00 %	0,175	63
Pilastro 31	0.00 %	0,274	99	0.00 %	0,062	22
Pilastro 24	0.00 %	0,229	83	0.00 %	0,089	32
Pilastro 45	0.00 %	0,288	104	0.00 %	0,015	6
Pilastro 46	0.00 %	1,101	200	0.00 %	0,071	26
Pilastro 45	0.00 %	0,387	140	0.00 %	0,044	16
Trave 32-41	75.00 %	0,181	66	50.00 %	0,199	72
Trave 25-26	0.00 %	0,218	79	25.00 %	0,457	166
Trave 34-45	75.00 %	0,255	92	62.50 %	0,333	121
Trave 36-47	25.00 %	0,164	60	50.00 %	0,289	105
Trave 24-25	12.50 %	0,225	82	37.50 %	0,312	113
Trave 25-34	87.50 %	0,365	132	37.50 %	0,452	164
Trave 15-16	0.00 %	0,092	33	25.00 %	0,180	65
Trave 31-32	100.00 %	0,261	95	37.50 %	0,133	48
Trave 35-36	75.00 %	0,409	148	50.00 %	0,619	200
Trave 17-27	25.00 %	0,294	107	62.50 %	0,375	136
Trave 22-23	87.50 %	0,438	159	37.50 %	0,289	105
Trave 16-17	100.00 %	0,085	31	75.00 %	0,196	71
Trave 44-45	75.00 %	0,297	108	37.50 %	0,225	82
Trave 45-46	0.00 %	0,223	81	37.50 %	0,162	59
Trave 25-34	0.00 %	0,492	178	37.50 %	0,638	200
Trave 16-26	87.50 %	0,334	121	62.50 %	0,329	119
Trave 27-36	100.00 %	0,092	33	37.50 %	0,230	83
Trave 34-35	25.00 %	0,299	108	50.00 %	0,540	196
Trave 35-46	12.50 %	0,308	112	12.50 %	0,302	109
Trave 46-47	100.00 %	0,319	116	75.00 %	0,479	173
Trave 26-27	87.50 %	0,405	147	75.00 %	0,801	200
Trave 15-25	12.50 %	0,281	102	37.50 %	0,385	139
Trave 26-35	87.50 %	0,248	90	37.50 %	0,427	155
Trave 34-45	87.50 %	0,450	163	62.50 %	0,386	140
Trave 42-43	87.50 %	0,206	75	62.50 %	0,233	84
Trave 41-42	12.50 %	0,271	98	50.00 %	0,185	67
Trave 21-31	12.50 %	0,269	98	62.50 %	0,269	97
Trave 23-24	75.00 %	0,427	155	37.50 %	0,333	121
Trave 43-44	12.50 %	0,162	59	37.50 %	0,159	58
Trave 21-22	12.50 %	0,339	123	50.00 %	0,322	117
Trave 33-34	0.00 %	0,028	10	0.00 %	0,219	79
Trave 32-33	100.00 %	0,065	23	100.00 %	0,311	113
Trave 33-43	75.00 %	0,229	83	50.00 %	0,465	169
Trave 23-33	0.00 %	0,529	192	37.50 %	0,899	200

LEGENDA:

IdElm Identificativo dell'elemento strutturale.

%LLI/Shell Nel caso di elementi Beam: %LLI = Posizione della sezione per la quale si registra la minima PGA, valutata come % della lunghezza libera d'inflessione dell'elemento (LLI), a partire dal suo estremo iniziale (0% = estremo iniziale, 100% = estremo finale).

Nel caso di elementi Shell: Shell = identificativo dei nodi della shell per la quale si registra la minima PGA.

PGA_{PF/RC} Accelerazione sismica di collasso per PRESSOFLESSIONE o FLESSIONE/ROTAZIONE ALLA CORDA. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i(\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$.

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

IdElm	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D [%]	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D [%]

N.B.: per gli elementi beam (travi e pilastri), nel caso di calcolo Non Lineare, la PGA è quella relativa al meccanismo di collasso per verifica di rotazione alla corda.

PGA_T Accelerazione sismica di collasso per TAGLIO. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$.

PGA_C/PGA_D Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_S \cdot S_T \cdot a_g/g$). [200] = PGA_C > 2 · PGA_D.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO SUI NODI

Accelerazioni Sismiche di Collasso sui Nodi

IdNd	PGA _{Conf}	PGA _C /PGA _D [%]
Nodo 50	0,000	0
Nodo 51	0,045	16
Nodo 52	0,074	27
Nodo 59	0,231	84
Nodo 60	0,087	32
Nodo 61	0,094	34
Nodo 62	0,206	75
Nodo 64	0,194	70
Nodo 65	0,137	50
Nodo 73	0,075	27
Nodo 77	0,134	48
Nodo 84	0,100	36
Nodo 86	0,121	44
Nodo 87	0,162	59
Nodo 90	0,307	111
Nodo 94	0,112	41
Nodo 95	0,153	55
Nodo 97	0,009	3
Nodo 102	0,152	55
Nodo 103	0,535	194
Nodo 106	0,036	13
Nodo 107	0,075	27
Nodo 108	0,055	20
Nodo 109	0,088	32
Nodo 110	0,057	21
Nodo 111	0,060	22
Nodo 112	0,114	41
Nodo 113	0,086	31
Nodo 114	0,073	27
Nodo 115	0,000	0
Nodo 116	0,124	45
Nodo 117	0,068	25
Nodo 118	0,058	21
Nodo 119	0,085	31
Nodo 120	0,024	9
Nodo 122	0,164	59
Nodo 123	0,069	25
Nodo 124	0,000	0
Nodo 125	0,000	0
Nodo 126	0,024	9
Nodo 127	0,000	0
Nodo 128	0,112	41
Nodo 129	0,078	28
Nodo 130	0,007	3
Nodo 131	0,000	0
Nodo 132	0,050	18
Nodo 135	0,102	37
Nodo 136	0,065	23
Nodo 137	0,062	22
Nodo 138	0,071	26
Nodo 139	0,129	47
Nodo 140	0,000	0
Nodo 142	0,000	0
Nodo 143	0,062	22
Nodo 145	0,027	10
Nodo 146	0,000	0
Nodo 147	0,012	4
Nodo 148	0,000	0

Accelerazioni Sismiche di Collasso sui Nodi

IdNd	PGA_{conf}	PGA_c/PGA_D [%]
Nodo 149	0,000	0
Nodo 150	0,010	4
Nodo 151	0,116	42
Nodo 152	0,123	44
Nodo 153	0,053	19
Nodo 154	0,000	0
Nodo 155	0,100	36
Nodo 156	0,000	0
Nodo 157	0,045	16
Nodo 158	0,022	8
Nodo 159	0,020	7
Nodo 161	0,049	18
Nodo 162	0,101	37
Nodo 163	0,089	32
Nodo 164	0,114	41
Nodo 169	0,149	54
Nodo 170	0,044	16
Nodo 171	0,075	27
Nodo 172	0,000	0
Nodo 173	0,057	21
Nodo 174	0,043	16
Nodo 175	0,060	22
Nodo 176	0,120	43
Nodo 177	0,036	13

LEGENDA:

- IdNd** Identificativo del nodo strutturale su cui viene eseguita la verifica a confinamento.
- PGA_{conf}** Accelerazione sismica di collasso per ROTTURA a confinamento del Nodo. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i(\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$
- PGA_c/PGA_D** Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_c) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = S_S·S_T·a_g/g). [200] = PGA_c > 2·PGA_D.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO PER CARICO LIMITE
Accelerazioni Sismiche di Collasso per Carico Limite

IdElm	PGA_{ql}	PGA_c/PGA_D [%]
Fondazione		
Trave 12-21	0,531	192
Trave 28-37	0,531	192
Trave 36-37	0,531	192
Trave 27-28	0,531	193
Trave 17-27	0,531	192
Trave 34-45	0,530	192
Trave 10-11	0,532	193
Trave 4-11	0,531	193
Trave 13-22	0,531	193
Trave 14-24	0,532	193
Trave 24-25	0,531	192
Trave 15-25	0,531	192
Trave 46-47	0,530	192
Trave 44-45	0,530	192
Trave 32-41	0,531	192
Trave 40-41	0,531	192
Trave 42-49	0,532	193
Trave 44-51	0,531	192
Trave 43-44	0,531	192
Trave 43-50	0,532	193
Trave 33-43	0,531	192
Trave 22-23	0,530	192
Trave 33-34	0,531	193
Trave 25-34	0,531	192
Trave 31-32	0,530	192
Trave 23-33	0,531	193
Trave 32-33	0,532	193
Trave 45-46	0,526	191
Trave 16-17	0,531	192
Trave 6-17	0,530	192
Trave 11-15	0,529	192
Trave 35-46	0,530	192
Trave 15-16	0,531	192

Accelerazioni Sismiche di Collasso per Carico Limite

IdElm	PGA _{QI}	PGA _C /PGA _D
		[%]
Trave 5-16	0,531	193
Trave 26-27	0,531	192
Trave 25-26	0,531	192
Trave 18-28	0,531	192
Trave 34-35	0,531	192
Trave 26-35	0,531	192
Trave 30-39	0,531	192
Trave 20-21	0,531	193
Trave 30-31	0,532	193
Trave 21-31	0,531	192
Trave 20-30	0,531	192
Trave 39-40	0,509	185
Trave 48-49	0,531	192
Trave 51-52	0,531	192
Trave 50-51	0,530	192
Trave 49-50	0,531	192
Trave 8-19	0,531	193
Trave 7-18	0,531	192
Trave 17-18	0,531	192
Trave 3-4	0,531	193
Trave 5-6	0,531	193
Trave 6-7	0,531	192
Trave 4-5	0,531	192
Trave 2-9	0,532	193
Trave 21-22	0,532	193
Trave 1-2	0,531	192
Trave 3-10	0,530	192
Trave 9-10	0,532	193
Trave 23-24	0,530	192
Trave 2-3	0,532	193
Trave 14-15	0,531	193
Trave 9-13	0,531	192
Trave 10-14	0,531	193
Trave 13-14	0,531	192
Trave 41-42	0,529	192
Trave 1-12	0,531	193
Trave 42-43	0,531	193
Trave 36-47	0,529	192
Trave 46-52	0,531	192
Trave 40-48	0,531	192
Trave 16-26	0,531	192
Trave 13-12	0,531	192
Trave 27-36	0,520	188
Trave 28-29	0,523	190
Trave 18-19	0,528	191
Trave 37-38	0,527	191
Trave 35-36	0,517	187
Trave 29-38	0,525	190
Trave 7-8	0,526	191
Trave 19-29	0,525	190

LEGENDA:

IdElm Identificativo dell'elemento strutturale.

PGA_{QI} Accelerazione sismica di collasso per CAPACITA' LIMITE del TERRENO di FONDAZIONE. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i (\psi_{2,i} Q_{k,i})]$.

PGA_C/PGA_D Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$). [200] = $PGA_C > 2 \cdot PGA_D$.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO PER SPOSTAMENTI INTERPIANO

Accelerazioni Sismiche di Collasso per Spostamenti Interpiano

IdPiano	SLD		SLO	
	PGA _{Int}	PGA _C /PGA _D [%]	PGA _{Int}	PGA _C /PGA _D [%]
Fondazione				
Piano interrato				
Piano interrato	1,162	200	0,643	200
Piano Terra				
Piano Terra	0,461	200	0,303	200
Piano primo				

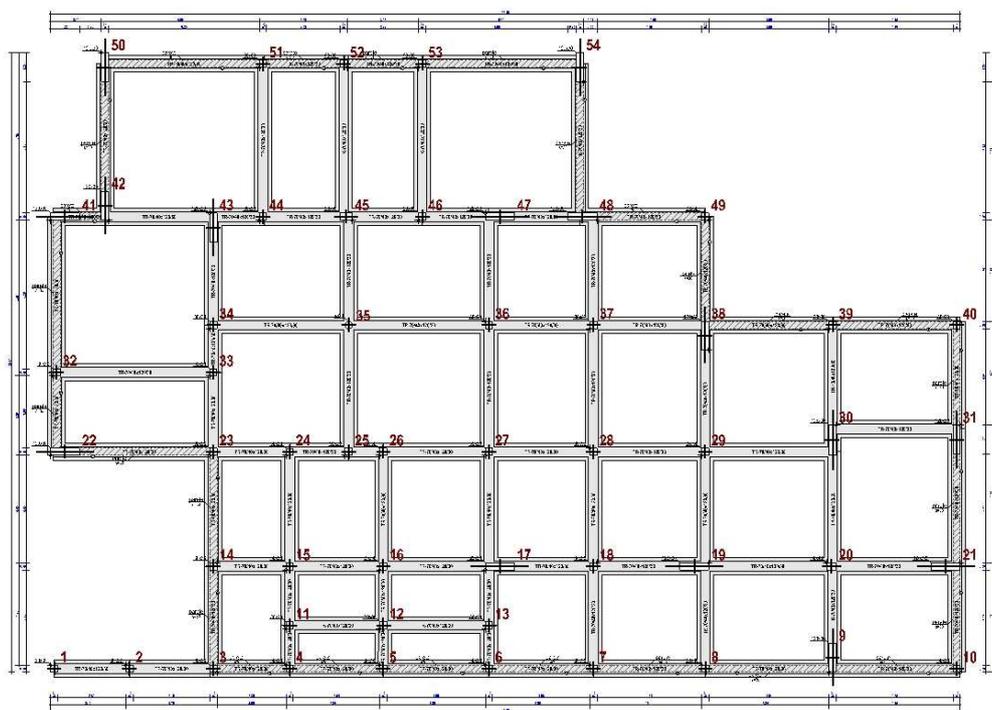
Accelerazioni Sismiche di Collasso per Spostamenti Interpiano

Id Piano	SLD		SLO	
	PGA _{Int}	PGA _C /PGA _D [%]	PGA _{Int}	PGA _C /PGA _D [%]
Piano primo	0,748	200	0,483	200

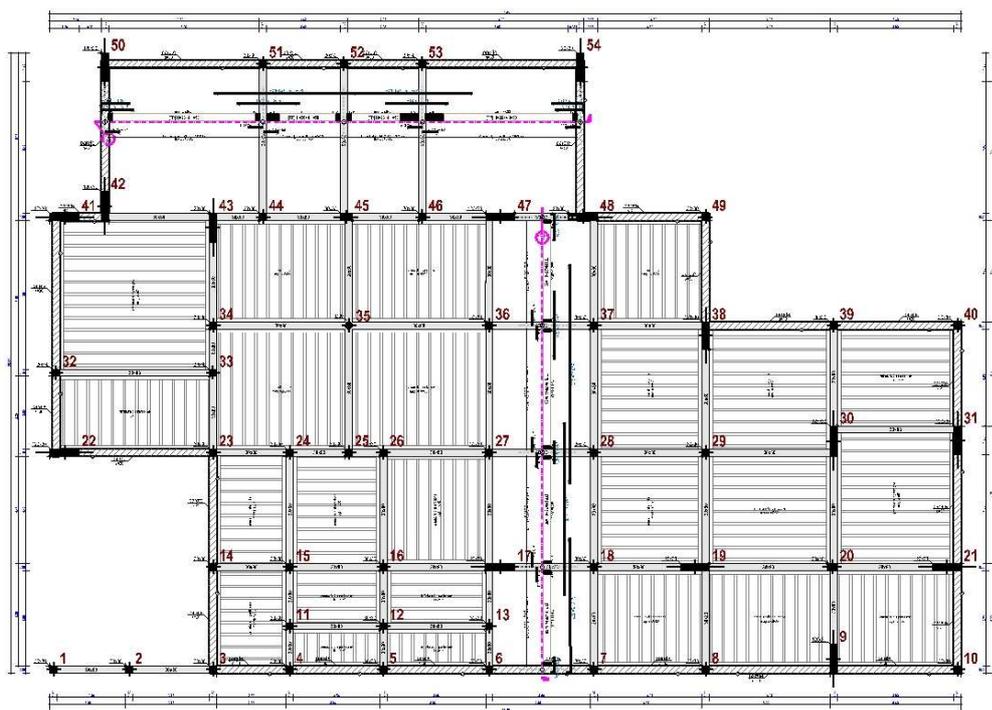
LEGENDA:

- Id Piano** Identificativo del livello o piano.
- PGA_{Int}** Accelerazione sismica di collasso minima per SPOSTAMENTO D'INTERPIANO. [NS] = Non significativo per valori di PGA_{Int} >= 1000.
- PGA_C/PGA_D** Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = S_s·S_r·a_g/g). [200] = PGA_C > 2·PGA_D.

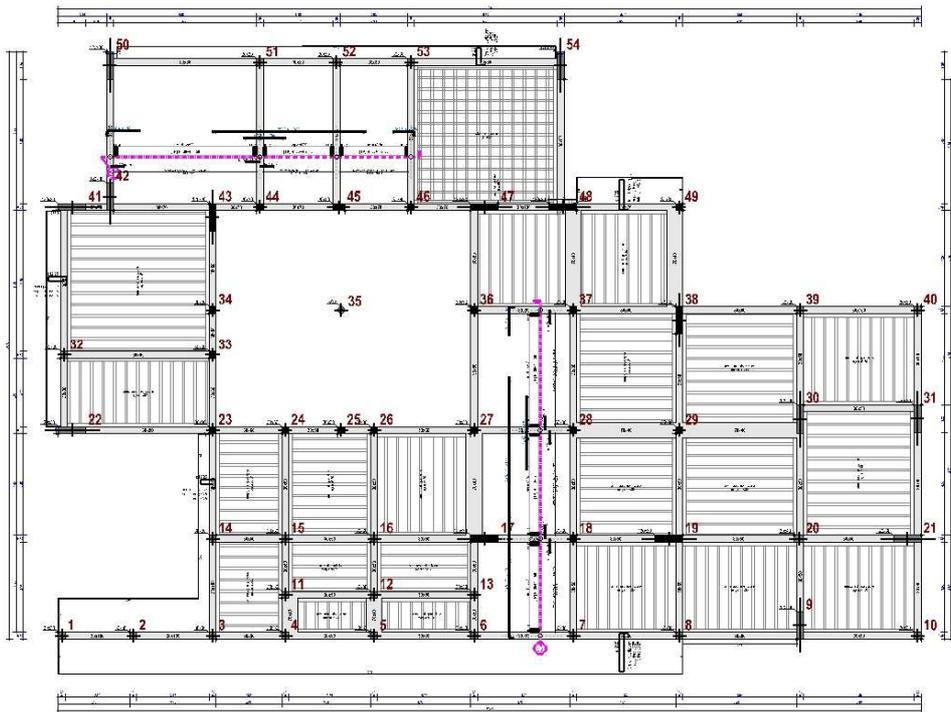
FONDAZIONE



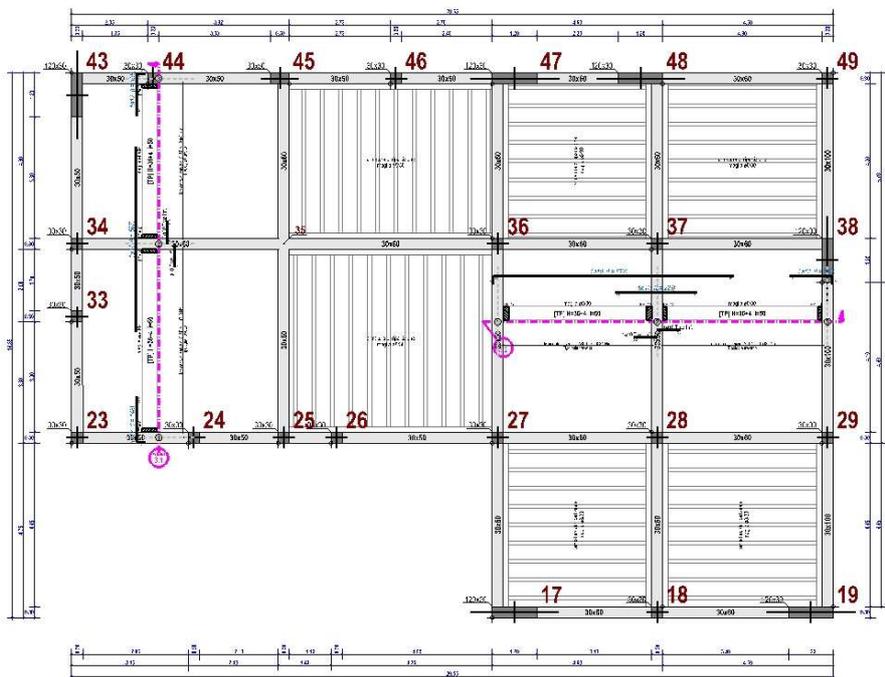
PIANO INTERRATO



PIANO TERRA



PIANO PRIMO



Di seguito si riportano le accelerazioni sismiche di collasso del **CORPO C Stato di Fatto**, per i meccanismi di pressoflessione o rotazione della corda (duatile), rottura a taglio (fragile) e rottura del nodo (fragile) e spostamento di interpiano.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO SU BEAM E SHELL

Accelerazioni Sismiche di Collasso su Beam e Shell

Id _{Elm}	FLESSIONE			TAGLIO		
	%LLI/Shell	PGA _{PF/RC}	PGA _C /PGA _D	%LLI/Shell	PGA _T	PGA _C /PGA _D
			[%]			[%]
Piano Terra						
Pilastro 21	0.00 %	1,384	200	0.00 %	0,716	200
Pilastro 19	0.00 %	1,488	200	0.00 %	0,682	200
Pilastro 18	0.00 %	1,366	200	0.00 %	0,776	200
Pilastro 17	0.00 %	1,364	200	0.00 %	0,668	200
Pilastro 16	0.00 %	1,515	200	0.00 %	0,750	200
Pilastro 14	0.00 %	0,855	200	0.00 %	0,562	200
Pilastro 15	0.00 %	0,888	200	0.00 %	0,555	200
Pilastro 12	0.00 %	0,276	100	0.00 %	0,356	129
Pilastro 10	0.00 %	0,282	102	0.00 %	0,432	156
Pilastro 4	0.00 %	0,241	87	0.00 %	0,337	122
Pilastro 2	0.00 %	0,204	74	0.00 %	0,456	165
Pilastro 1	0.00 %	0,232	84	0.00 %	0,235	85
Pilastro 3	0.00 %	0,246	89	0.00 %	0,244	89
Pilastro 5	0.00 %	0,260	94	0.00 %	0,278	101
Pilastro 7	0.00 %	0,273	99	0.00 %	0,332	120
Pilastro 9	0.00 %	0,275	100	0.00 %	0,373	135
Pilastro 11	0.00 %	0,401	145	0.00 %	0,166	60
Pilastro 13	0.00 %	0,398	144	0.00 %	0,165	60
Pilastro 8	0.00 %	0,459	166	0.00 %	0,186	67
Pilastro 6	0.00 %	0,418	152	0.00 %	0,170	62
Pilastro 20	0.00 %	1,060	200	0.00 %	0,428	155
Trave 20-21	0.00 %	0,368	133	100.00 %	0,652	200
Trave 18-20	25.00 %	0,605	200	62.50 %	0,784	200
Trave 19-21	25.00 %	0,874	200	62.50 %	0,976	200
Trave 16-18	25.00 %	0,974	200	62.50 %	1,264	200
Trave 17-19	25.00 %	1,015	200	62.50 %	1,242	200
Trave 15-17	25.00 %	0,641	200	62.50 %	0,940	200
Trave 14-16	25.00 %	0,663	200	62.50 %	1,160	200
Trave 11-14	12.50 %	0,236	85	0.00 %	0,711	200
Trave 13-15	25.00 %	0,251	91	100.00 %	0,496	180
Trave 10-12	25.00 %	0,398	144	100.00 %	0,505	183
Trave 6-8	75.00 %	0,332	120	100.00 %	0,236	86
Trave 8-10	25.00 %	0,377	137	100.00 %	0,307	111
Trave 4-6	75.00 %	0,328	119	0.00 %	0,268	97
Trave 2-4	75.00 %	0,343	124	0.00 %	0,358	130
Trave 1-2	75.00 %	0,304	110	0.00 %	0,260	94
Trave 1-3	75.00 %	0,308	112	0.00 %	0,253	92
Trave 3-5	75.00 %	0,298	108	0.00 %	0,302	109
Trave 5-7	75.00 %	0,322	117	0.00 %	0,314	114
Trave 7-9	25.00 %	0,342	124	100.00 %	0,403	146
Trave 11-13	25.00 %	0,276	100	0.00 %	0,208	76
Trave 9-11	75.00 %	0,331	120	100.00 %	0,248	90
Trave 12-13	75.00 %	0,316	115	100.00 %	0,215	78
Trave 14-15	87.50 %	0,374	136	100.00 %	0,361	131

LEGENDA:

- Id_{Elm}** Identificativo dell'elemento strutturale.
- %LLI/Shell** Nel caso di elementi Beam: %LLI = Posizione della sezione per la quale si registra la minima PGA, valutata come % della lunghezza libera d'inflessione dell'elemento (LLI), a partire dal suo estremo iniziale (0% = estremo iniziale, 100% = estremo finale).
Nel caso di elementi Shell: Shell = identificativo dei nodi della shell per la quale si registra la minima PGA.
- PGA_{PF/RC}** Accelerazione sismica di collasso per PRESSOFLESSIONE o FLESSIONE/ROTAZIONE ALLA CORDA. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i(\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$.
N.B.: per gli elementi beam (travi e pilastri), nel caso di calcolo Non Lineare, la PGA è quella relativa al meccanismo di collasso per verifica di rotazione alla corda.
- PGA_T** Accelerazione sismica di collasso per TAGLIO. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i(\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$.
- PGA_C/PGA_D** Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$). [200] = $PGA_C > 2 \cdot PGA_D$.

ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO SUI NODI

Id _{Nd}	Accelerazioni Sismiche di Collasso sui Nodi	
	PGA _{Conf}	PGA _C /PGA _D
		[%]
Nodo 2	0,211	76
Nodo 4	0,221	80
Nodo 6	0,220	80
Nodo 8	0,197	72
Nodo 10	0,241	87

Accelerazioni Sismiche di Collasso sui Nodi		
Id _{Nd}	PGA _{conf}	PGA _C /PGA _D [%]
Nodo 12	0,139	50
Nodo 14	0,122	44
Nodo 32	0,081	29
Nodo 33	0,091	33
Nodo 34	0,113	41
Nodo 36	0,123	44
Nodo 38	0,351	127

LEGENDA:

- Id_{Nd}** Identificativo del nodo strutturale su cui viene eseguita la verifica a confinamento.
- PGA_{conf}** Accelerazione sismica di collasso per ROTTURA a confinamento del Nodo. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i(\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$
- PGA_C/PGA_D** Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$). [200] = PGA_C > 2·PGA_D.

Accelerazioni Sismiche di Collasso per Carico Limite		
Id _{Elm}	PGA _{QI}	PGA _C /PGA _D [%]
Fondazione		
Trave 19-21	0,532	193
Trave 20-21	0,531	193
Trave 11-14	0,532	193
Trave 18-20	0,532	193
Trave 16-18	0,532	193
Trave 17-19	0,532	193
Trave 13-15	0,532	193
Trave 14-16	0,531	192
Trave 15-17	0,532	193
Trave 8-10	0,531	192
Trave 10-12	0,531	192
Trave 2-4	0,531	192
Trave 1-2	0,531	192
Trave 1-3	0,530	192
Trave 3-5	0,531	192
Trave 5-7	0,531	192
Trave 7-9	0,531	192
Trave 4-6	0,530	192
Trave 6-8	0,531	192
Trave 14-15	0,531	192
Trave 11-13	0,530	192
Trave 9-11	0,530	192
Trave 12-13	0,531	193

LEGENDA:

- Id_{Elm}** Identificativo dell'elemento strutturale.
- PGA_{QI}** Accelerazione sismica di collasso per CAPACITA' LIMITE del TERRENO di FONDAZIONE. [0] = l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazione sismica $[G_k + \sum_i(\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$.
- PGA_C/PGA_D** Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$). [200] = PGA_C > 2·PGA_D.

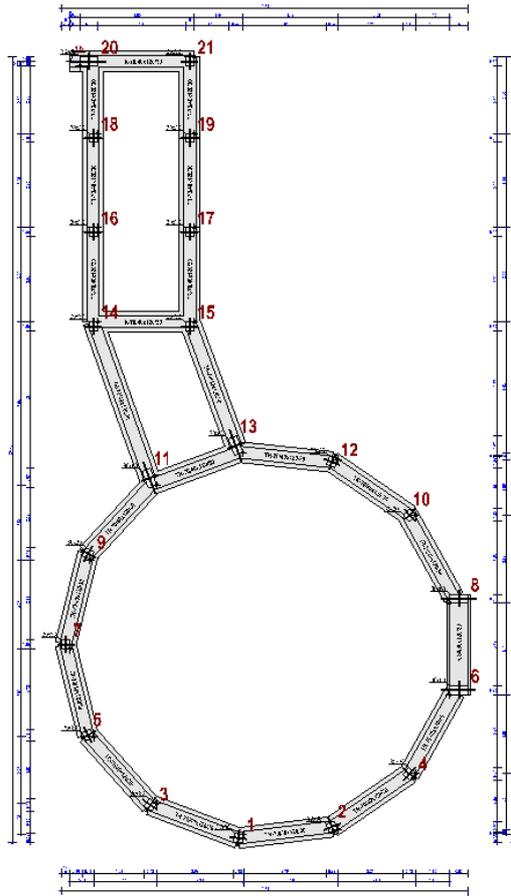
ACCELERAZIONI SISMICHE DI COLLASSO PER SPOSTAMENTI INTERPIANO

Id _{Piano}	Accelerazioni Sismiche di Collasso per Spostamenti Interpiano			
	SLD		SLO	
	PGA _{Int}	PGA _C /PGA _D [%]	PGA _{Int}	PGA _C /PGA _D [%]
Fondazione				
Piano Terra				
Piano Terra	0,250	200	-	-

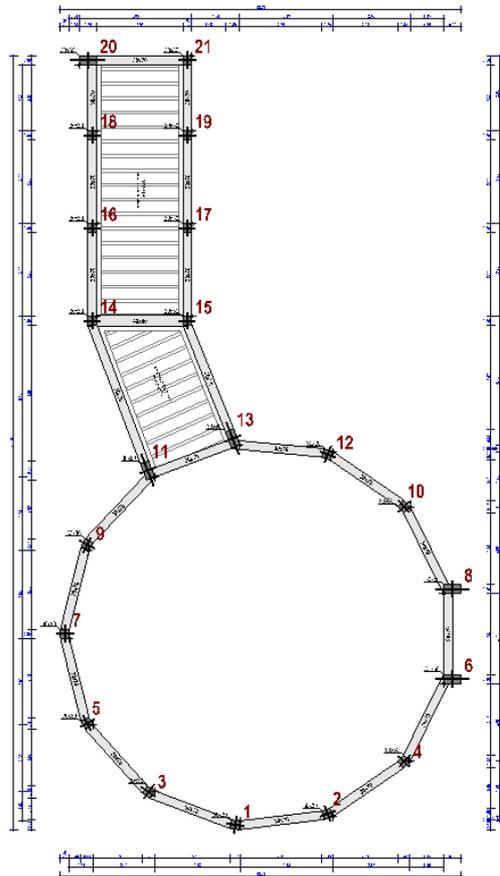
LEGENDA:

- Id_{Piano}** Identificativo del livello o piano.
- PGA_{Int}** Accelerazione sismica di collasso minima per SPOSTAMENTO D'INTERPIANO. [NS] = Non significativo per valori di PGA_{Int} >= 1000.
- PGA_C/PGA_D** Rapporto tra la PGA di "capacità" (PGA_C) dell'elemento e quella di "domanda" (PGA_D = $S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$). [200] = PGA_C > 2·PGA_D.

FONDAZIONE



PIANO TERRA



ALLEGATO B – SCHEDE DI VULNERABILITÀ STATO DI FATTO

1 – EDIFICIO CORPO A

Classe d'uso	V _N [anni]	V _R [anni]	Materiale Principale	Coordinate geografiche ED 50		Categoria Sottosuolo	Condizioni Topografiche	
				Latitudine	Longitudine		Categoria	S _T
Classe 3	50	75	ca	37.701846	12.989864	C	T1	1.00

LEGENDA: Edificio

V_N Vita nominale dell'edificio

V_R Periodo di riferimento per l'azione sismica.

Materiale Principale [CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura.

Latitudine Latitudine geografica del sito.

Longitudine Longitudine geografica del sito.

Categoria Sottosuolo Tipo terreno prevalente, categoria di suolo di fondazione: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m.

Categoria Topografica [T1] = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$ - [T2] = Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ - [T3] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$ - [T4] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.

S_T Coefficiente di amplificazione topografica.

2 - PERICOLOSITA' SISMICA

Stato Limite	Parametri di pericolosità sismica								
	a _g /g	F ₀	T* _c [s]	C _c	T _B [s]	T _c [s]	T _D [s]	S _s	
SLO	0.0455	2.294	0.232	1.70	0.131	0.394	1.782	1.50	
SLD	0.0633	2.314	0.251	1.66	0.138	0.415	1.853	1.50	
SLV	0.1953	2.448	0.291	1.58	0.153	0.459	2.381	1.41	
SLC	0.2604	2.489	0.313	1.54	0.161	0.482	2.642	1.31	

LEGENDA: Pericolosità sismica

Stato Limite [SLC] = stato limite di collasso - [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.

a_g Accelerazione di picco al suolo.

F₀ Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T*_c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

C_c Coefficienti di amplificazione di T*_c.

T_B Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.

T_c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.

T_D Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

S_s Coefficiente di amplificazione stratigrafica.

3 - SISTEMA RESISTENTE

Tipologia Struttura	Sistema resistente		
	Telai Multicampata	Pareti Accoppiate	Distribuzione Tamponature in Pianta
Cemento Armato Esistente	SI	---	---

LEGENDA: Sistema resistente

Tipologia Struttura Cemento armato: Telaio - Pareti - Mista telaio-pareti - Due pareti per direzione non accoppiate - Deformabili torsionalmente - Pendolo inverso;

Muratura: Un solo piano - Più di un piano;

Acciaio: Telaio - Controventi concentrici diagonale tesa - Controventi concentrici a V - Mensola o pendolo invertito - Telaio con tamponature

4 - REGOLARITA' DELLA STRUTTURA

Regolarità della struttura
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN PIANTA

La distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento	NO
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4	NO
Ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione	SI
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio	SI
Massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base	NO
Il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti	NO
Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	NO

5 - LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Livello di conoscenza e fattore di confidenza	
Livello di conoscenza	Fattore di confidenza
LC2	1.20

LEGENDA: Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Livello di conoscenza [LC1] = Conoscenza Limitata - [LC2] = Conoscenza Adeguata - [LC3] = Conoscenza Accurata.
Fattore di confidenza Fattore di confidenza applicato alle proprietà dei materiali.

6 - MATERIALI

MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche calcestruzzo armato

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	%R _{ck}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{ctm}	N	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Cl_s C17,70/21,30_Fe32k - (C17,7/21,3)															
001	25 000	0,000010	30 200	12 583	60	F	21,30	-	0,85	1,50	8,35	0,79	2,04	15	002

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ_k Peso specifico.
α_{T, i} Coefficiente di dilatazione termica.
E Modulo elastico normale.
G Modulo elastico tangenziale.
C_{Erid} Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E_{sisma} = E·C_{Erid}].
Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
R_{ck} Resistenza caratteristica cubica.
R_{cm} Resistenza media cubica.
%R_{ck} Percentuale di riduzione della R_{ck}
γ_c Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
f_{cd} Resistenza di calcolo a compressione.
f_{ctd} Resistenza di calcolo a trazione.

Caratteristiche calcestruzzo armato

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	%R _{ck}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	N	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		

f_{cfm} Resistenza media a trazione per flessione.

n Ac Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	f _{yk,1} /f _{yk,2}		f _{yk,1} /f _{tk,2}		f _{yd,1} /f _{yd,2}		f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SLE}	γ _{M7}		
																		NCn t	Cnt	
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]									
Acciaio Fe32k - (Fe32k)																				
002	78 500	0,000010	210 000	80 769	F	315,00	-	228,26	-	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LEGENDA:

- N_{id}** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
- γ_k** Peso specifico.
- α_{T, i}** Coefficiente di dilatazione termica.
- E** Modulo elastico normale.
- G** Modulo elastico tangenziale.
- Stz** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
- f_{tk,1}** Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con t ≤ 40 mm).
- f_{tk,2}** Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
- f_{td}** Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
- γ_s** Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.
- γ_{M1}** Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.
- γ_{M2}** Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.
- γ_{M3,SLV}** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).
- γ_{M3,SLE}** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).
- γ_{M7}** Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.
- f_{yk,1}** Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t ≤ 40 mm).
- f_{yk,2}** Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
- f_{yd,1}** Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).
- f_{yd,2}** Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il materiale.

TENSIONI AMMISSIBILI ALLO SLE DEI VARI MATERIALI

Tensioni ammissibili allo SLE dei vari materiali			
Materiale	SL	Tensione di verifica	σ _{d,amm} [N/mm ²]
Cls C17,70/21,30__Fe32k	Caratteristica(RARA)	Compressione Calcestruzzo	8,84
	Quasi permanente	Compressione Calcestruzzo	6,63
Acciaio Fe32k	Caratteristica(RARA)	Trazione Acciaio	210,00

LEGENDA:

- SL** Stato limite di esercizio per cui si esegue la verifica.
- σ_{d,amm}** Tensione ammissibile per la verifica.

7 - METODO DI ANALISI

Analisi	Metodo di analisi	
	Fattore di comportamento q nella direzione del sisma	
	Sisma orizzontale in direzione X	Sisma orizzontale in direzione Y
Dinamica modale con fattore di struttura q	3.000	3.000

LEGENDA: Metodo di analisi

Analisi Tipo di analisi usata per la verifica sismica e il calcolo degli indicatori di rischio sismico.
 Fattore di comportamento q [-] = Non significativo per il tipo di analisi usata.

8 - PERIODI FONDAMENTALI E MASSE PARTECIPANTI

Periodi fondamentali e masse partecipanti				
Direzion e	Periodo	Modo di vibrare	Masse partecipanti	Coefficiente di partecipazione
	[s]		[%]	
X	0.175	2	51.53	683.76
Y	0.237	1	71.17	803.57

LEGENDA: Periodi fondamentali e masse partecipanti

Periodo Periodo di vibrazione nella direzione considerata.
Modo di vibrare Modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.
Masse partecipanti Percentuale di masse partecipanti relative al modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.
Coefficiente di partecipazione Coefficiente di partecipazione massimo, in valore assoluto, nella direzione considerata.

9 - CAPACITA' - ENTITA' DELL'AZIONE SISMICA SOSTENIBILE

Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile				
SL	Tipo di rottura	Materiale/Terreno	PGA _c	T _{RC}
			[a _g /g]	[anni]
SLD	Spostamento Interpiano (SLD)	-	1.2355	>2475
SLO	Spostamento Interpiano (SLO)	-	0.6047	>2475
SLV	Carico Limite Terreno	TER	0.4730	>2475
SLV	Flessione o Pressoflessione	CA	0.0000	0
SLV	Taglio	CA	0.0000	0
SLV	Rottura del Nodo	CA	0.0000	0

LEGENDA: Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile

Stato Limite Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
Materiale Tipologia di materiale per il tipo di rottura considerato: [CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura - [TER] = Terreno - [-] = Parametro non significativo per il tipo di rottura.
Tipo di rottura Tipo di rottura per differenti elementi o meccanismi.
PGA_c Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di accelerazione al suolo. Se PGA_c=0 -> l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazioni sismica $[G_k + \sum_i (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$. Se PGA_c=NS -> Non significativo per valori di PGA_c >= 1000.
T_{RC} Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di periodo di ritorno $[= T_{RD} \cdot (PGA_c / PGA_D)^\eta]$ con $\eta = 1/0,41$.

10 - DOMANDA - ENTITA' DELL'AZIONE SISMICA ATTESA

Domanda - Entità dell'azione sismica attesa		
Stato Limite	PGA _D	T _{RD}
	[a _g /g]	[anni]
SLO	0.0682	45
SLD	0.0950	75
SLV	0.2760	712
SLC	0.3414	1462

LEGENDA: Domanda - Entità dell'azione sismica attesa

Stato Limite Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività - [SLC] = stato limite prevenzione collasso.
PGA_D Domanda in termini di accelerazione al sito ($S_s \cdot S_r \cdot a_g/g$).
T_{RD} Domanda in termini di periodo di ritorno.

11 - INDICATORI DI RISCHIO SISMICO

Stato Limite		$\zeta_B (\alpha_{PGA})$	Indicatori di rischio sismico	
			α_{TR}	
SLO		8.863	5.692	
SLD		13.003	6.187	
SLV		0.000	0.000	

LEGENDA: Indicatori di rischio sismico

Stato Limite	Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
$\zeta_B (\alpha_{PGA})$	Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di accelerazione: PGA_C/PGA_D - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100. [0] -> la minima capacità, fra tutti i meccanismi di verifica considerati, è nulla. N.B. ζ_B : simbologia NTC18; α_{PGA} : simbologia NTC08.
α_{TR}	Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di periodo di ritorno: $(T_{RC}/T_{RD})^{0,41}$ - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100.

1 – EDIFICIO CORPO B

Classe d'uso	V_N	V_R	Materiale Principale	Coordinate geografiche ED 50		Categoria Sottosuolo	Condizioni Topografiche	
				Latitudine	Longitudine		Categoria	S_T
Classe 3	[anni] 50	[anni] 75	ca	37.702236	12.989575	C	T1	1.00

LEGENDA: Edificio

V_N	Vita nominale dell'edificio
V_R	Periodo di riferimento per l'azione sismica.
Materiale Principale	[CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura.
Latitudine	Latitudine geografica del sito.
Longitudine	Longitudine geografica del sito.
Categoria Sottosuolo	Tipo terreno prevalente, categoria di suolo di fondazione: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m.
Categoria Topografica	[T1] = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$ - [T2] = Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ - [T3] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$ - [T4] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.
S_T	Coefficiente di amplificazione topografica.

2 - PERICOLOSITA' SISMICA

Parametri di pericolosità sismica								
Stato Limite	a_g/g	F_0	T^*_c	C_c	T_B	T_c	T_D	S_s
			[s]		[s]	[s]	[s]	
SLO	0.0455	2.294	0.232	1.70	0.131	0.394	1.782	1.50
SLD	0.0633	2.314	0.251	1.66	0.138	0.415	1.853	1.50
SLV	0.1953	2.448	0.291	1.58	0.153	0.459	2.381	1.41
SLC	0.2604	2.489	0.313	1.54	0.161	0.482	2.642	1.31

LEGENDA: Pericolosità sismica

Stato Limite	[SLC] = stato limite di collasso - [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
a_g	Accelerazione di picco al suolo.
F_0	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
T^*_c	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
C_c	Coefficienti di amplificazione di T^*_c .
T_B	Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.
T_c	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.
T_D	Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
S_s	Coefficiente di amplificazione stratigrafica.

3 - SISTEMA RESISTENTE

Sistema resistente			
Tipologia Struttura	Telai Multicampata	Pareti Accoppiate	Distribuzione Tamponature in Pianta
Cemento Armato Esistente	SI	---	---

LEGENDA: Sistema resistente

Tipologia Cemento armato: Telaio - Pareti - Mista telaio-pareti - Due pareti per direzione non accoppiate - Deformabili torsionalmente - Pendolo inverso;
Struttura Muratura: Un solo piano - Più di un piano;
Acciaio: Telaio - Controventi concentrici diagonale tesa - Controventi concentrici a V - Mensola o pendolo invertito - Telaio con tamponature

4 - REGOLARITA' DELLA STRUTTURA

Regolarità della struttura	
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN PIANTA	
La distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento	NO
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4	SI
Ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione	SI
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio	NO
Massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base	NO
Il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti	NO
Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	NO

5 - LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Livello di conoscenza e fattore di confidenza	
Livello di conoscenza	Fattore di confidenza
LC2	1.20

LEGENDA: Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Livello di conoscenza [LC1] = Conoscenza Limitata - [LC2] = Conoscenza Adeguata - [LC3] = Conoscenza Accurata.
Fattore di confidenza Fattore di confidenza applicato alle proprietà dei materiali.

6 - MATERIALI

MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche calcestruzzo armato

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	%R _{ck}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	N	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Cls C17,70/21,30_Fe32k - (C13.5/16)															
001	25 000	0,000010	30 200	12 583	60	F	21,30	-	0,85	1,50	8,35	0,79	2,04	15	002

LEGENDA:

- N_{id}** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ_k Peso specifico.
α_{T, i} Coefficiente di dilatazione termica.
E Modulo elastico normale.
G Modulo elastico tangenziale.
C_{Erid} Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E_{sisma} = E·C_{Erid}].
Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
R_{ck} Resistenza caratteristica cubica.
R_{cm} Resistenza media cubica.
%R_{ck} Percentuale di riduzione della R_{ck}.
γ_c Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
f_{cd} Resistenza di calcolo a compressione.
f_{ctd} Resistenza di calcolo a trazione.
f_{cfm} Resistenza media a trazione per flessione.
n Ac Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	f _{yk,1} /	f _{tk,1} /	f _{yd,1} /	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SLE}	γ _{M7}		
						f _{yk,2}	f _{tk,2}	f _{yd,2}							NCn	Cnt	
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]								
Acciaio Fe32k - (Fe32k)																	
002	78 500	0,000010	210 000	80 769	F	315,00	-	228,26	-	1,15	-	-	-	-	-	-	-

LEGENDA:

- N_{id}** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ_k Peso specifico.
α_{T, i} Coefficiente di dilatazione termica.
E Modulo elastico normale.
G Modulo elastico tangenziale.
Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
f_{tk,1} Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con t ≤ 40 mm).
f_{tk,2} Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
f_{td} Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
γ_s Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.
γ_{M1} Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.
γ_{M2} Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.
γ_{M3,SLV} Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).
γ_{M3,SLE} Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).
γ_{M7} Coefficiente parziale di sicurezza di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.
f_{yk,1} Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t ≤ 40 mm).
f_{yk,2} Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
f_{yd,1} Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).
f_{yd,2} Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
NOTE [-] = Parametro non significativo per il materiale.

TENSIONI AMMISSIBILI ALLO SLE DEI VARI MATERIALI

Materiale	SL	Tensioni ammissibili allo SLE dei vari materiali	
		Tensione di verifica	σ _{d,amm} [N/mm ²]
Cls C17,70/21,30_Fe32k	Caratteristica(RARA)	Compressione Calcestruzzo	8,84
	Quasi permanente	Compressione Calcestruzzo	6,63

Tensioni ammissibili allo SLE dei vari materiali			
Materiale	SL	Tensione di verifica	$\sigma_{d,amm}$ [N/mm ²]
Acciaio Fe32k	Caratteristica(RARA)	Trazione Acciaio	210,00

LEGENDA:

SL Stato limite di esercizio per cui si esegue la verifica.
 $\sigma_{d,amm}$ Tensione ammissibile per la verifica.

7 - METODO DI ANALISI

Analisi	Metodo di analisi	
	Fattore di comportamento q nella direzione del sisma	
	Sisma orizzontale in direzione X	Sisma orizzontale in direzione Y
Dinamica modale con fattore di struttura q	3.000	3.000

LEGENDA: Metodo di analisi

Analisi Tipo di analisi usata per la verifica sismica e il calcolo degli indicatori di rischio sismico.
Fattore di comportamento q [-] = Non significativo per il tipo di analisi usata.

8 - PERIODI FONDAMENTALI E MASSE PARTECIPANTI

Periodi fondamentali e masse partecipanti				
Direzion e	Periodo	Modo di vibrare	Masse partecipanti	Coefficiente di partecipazione
	[s]		[%]	
X	0.231	2	53.23	998.56
Y	0.259	1	55.24	1'017.22

LEGENDA: Periodi fondamentali e masse partecipanti

Periodo Periodo di vibrazione nella direzione considerata.
Modo di vibrare Modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.
Masse partecipanti Percentuale di masse partecipanti relative al modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.
Coefficiente di partecipazione Coefficiente di partecipazione massimo, in valore assoluto, nella direzione considerata.

9 - CAPACITA' - ENTITA' DELL'AZIONE SISMICA SOSTENIBILE

Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile				
SL	Tipo di rottura	Materiale/Terreno	PGA _c	T _{RC}
			[a _g /g]	[anni]
SLD	Spostamento Interpiano (SLD)	-	0.4611	2250
SLO	Spostamento Interpiano (SLO)	-	0.3028	771
SLV	Carico Limite Terreno	TER	0.5094	>2475
SLV	Flessione o Pressoflessione	CA	0.0162	10
SLV	Taglio	CA	0.0000	0
SLV	Rottura del Nodo	CA	0.0000	0

LEGENDA: Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile

Stato Limite Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
Materiale Tipologia di materiale per il tipo di rottura considerato: [CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura - [TER] = Terreno - [-] = Parametro non significativo per il tipo di rottura.
Tipo di rottura Tipo di rottura per differenti elementi o meccanismi.
PGA_c Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di accelerazione al suolo. Se PGA_c=0 -> l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazioni sismica $[G_k + \sum_i (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})]$. Se PGA_c=NS -> Non significativo per valori di PGA_c >= 1000.
T_{RC} Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di periodo di ritorno $[= T_{RD} \cdot (PGA_c/PGA_D)^{\eta}]$ con $\eta = 1/0,41$.

10 - DOMANDA - ENTITA' DELL'AZIONE SISMICA ATTESA

Domanda - Entità dell'azione sismica attesa		
Stato Limite	PGA _D [a _g /g]	T _{RD} [anni]
SLO	0.0682	45
SLD	0.0950	75
SLV	0.2760	712
SLC	0.3414	1462

LEGENDA: Domanda - Entità dell'azione sismica attesa

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

PGA_D Domanda in termini di accelerazione al sito ($S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$).

T_{RD} Domanda in termini di periodo di ritorno.

11 - INDICATORI DI RISCHIO SISMICO

Indicatori di rischio sismico		
Stato Limite	$\zeta_B (\alpha_{PGA})$	α_{TR}
SLO	4.437	3.205
SLD	4.853	4.033
SLV	0.000	0.000

LEGENDA: Indicatori di rischio sismico

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

$\zeta_B (\alpha_{PGA})$ Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di accelerazione: PGA_C/PGA_D - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100. [0] -> la minima capacità, fra tutti i meccanismi di verifica considerati, è nulla.

N.B.
 ζ_B : simbologia NTC18;
 α_{PGA} : simbologia NTC08.

α_{TR} Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di periodo di ritorno: $(T_{RC}/T_{RD})^{0.41}$ - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100.

1 – EDIFICIO CORPO C

Classe d'uso	V _N [anni]	V _R [anni]	Materiale Principale	Coordinate geografiche ED 50		Categoria Sottosuolo	Condizioni Topografiche	
				Latitudine	Longitudine		Categoria	S _T
Classe 2	50	75	ca	37.701976	12.989882	C	T1	1.00

LEGENDA: Edificio

V_N Vita nominale dell'edificio

V_R Periodo di riferimento per l'azione sismica.

Materiale Principale [CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura.

Latitudine Latitudine geografica del sito.

Longitudine Longitudine geografica del sito.

Categoria Sottosuolo Tipo terreno prevalente, categoria di suolo di fondazione: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m.

Categoria Topografica [T1] = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$ - [T2] = Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ - [T3] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$ - [T4] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.

S_T Coefficiente di amplificazione topografica.

2 - PERICOLOSITA' SISMICA

Parametri di pericolosità sismica								
Stato Limite	a _g /g	F ₀	T* _c	C _c	T _B	T _c	T _D	S _s

			[s]		[s]	[s]	[s]	
SLO	0.0455	2.294	0.232	1.70	0.131	0.394	1.782	1.50
SLD	0.0633	2.314	0.251	1.66	0.138	0.415	1.853	1.50
SLV	0.1953	2.448	0.291	1.58	0.153	0.459	2.381	1.41
SLC	0.2604	2.489	0.313	1.54	0.161	0.482	2.642	1.31

LEGENDA: Pericolosità sismica

Stato Limite	[SLC] = stato limite di collasso - [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
a_g	Accelerazione di picco al suolo.
F_o	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
T[*]_c	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
C_c	Coefficienti di amplificazione di T [*] _c .
T_B	Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.
T_C	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.
T_D	Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
S_s	Coefficiente di amplificazione stratigrafica.

3 - SISTEMA RESISTENTE

Sistema resistente			
Tipologia Struttura	Telai Multicampata	Pareti Accoppiate	Distribuzione Tamponature in Pianta
Cemento Armato Esistente	SI	---	---

LEGENDA: Sistema resistente

Tipologia	<u>Cemento armato</u> : Telaio - Pareti - Mista telaio-pareti - Due pareti per direzione non accoppiate - Deformabili torsionalmente - Pendolo inverso;
Struttura	<u>Muratura</u> : Un solo piano - Più di un piano; <u>Acciaio</u> : Telaio - Controventi concentrici diagonale tesa - Controventi concentrici a V - Mensola o pendolo invertito - Telaio con tamponature

4 - REGOLARITA' DELLA STRUTTURA

Regolarità della struttura	
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN PIANTA	
La distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento	NO
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4	NO
Ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione	SI
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio	SI
Massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base	SI
Il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti	SI
Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	SI

5 - LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Livello di conoscenza e fattore di confidenza	
Livello di conoscenza	Fattore di confidenza
LC2	1.20

LEGENDA: Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Livello di conoscenza [LC1] = Conoscenza Limitata - [LC2] = Conoscenza Adeguata - [LC3] = Conoscenza Accurata.

Fattore di confidenza Fattore di confidenza applicato alle proprietà dei materiali.

6 - MATERIALI

MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche calcestruzzo armato															
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	%R _{ck}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	N	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Cls C17,70/21,30_Fe32k - (C17,7/21,3)															
001	25 000	0,000010	30 200	12 583	60	F	21,30	-	0,85	1,50	8,35	0,79	2,04	15	002

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.

γ_k Peso specifico.

α_{T, i} Coefficiente di dilatazione termica.

E Modulo elastico normale.

G Modulo elastico tangenziale.

C_{Erid} Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E_{sisma} = E · C_{Erid}].

Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).

R_{ck} Resistenza caratteristica cubica.

R_{cm} Resistenza media cubica.

%R_{ck} Percentuale di riduzione della R_{ck}

γ_c Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.

f_{cd} Resistenza di calcolo a compressione.

f_{ctd} Resistenza di calcolo a trazione.

f_{cfm} Resistenza media a trazione per flessione.

n Ac Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio																
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	f _{yk,1} / f _{yk,2}	f _{tk,1} / f _{tk,2}	f _{yd,1} / f _{yd,2}	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SLE}	γ _{M7}	
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]						NCn t	Cnt
Acciaio Fe32k - (Fe32k)																
002	78 500	0,000010	210 000	80 769	F	315,00 -	-	228,26 -	-	1,15	-	-	-	-	-	-

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.

γ_k Peso specifico.

α_{T, i} Coefficiente di dilatazione termica.

E Modulo elastico normale.

G Modulo elastico tangenziale.

Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).

f_{tk,1} Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con t ≤ 40 mm).

f_{tk,2} Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).

f_{td} Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).

γ_s Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.

γ_{M1} Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.

γ_{M2} Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.

γ_{M3,SLV} Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).

γ_{M3,SLE} Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).

Caratteristiche acciaio

N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	f _{yk,1} /	f _{tk,1} /	f _{yd,1} /	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SLE}	γ _{M7}		
						f _{yk,2}	f _{tk,2}	f _{yd,2}							NCn	Cnt	
	[N/m ²]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]								

γ_{M7} Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.

f_{yk,1} Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t ≤ 40 mm).

f_{yk,2} Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).

f_{yd,1} Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).

f_{yd,2} Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).

NOTE [-] = Parametro non significativo per il materiale.

TENSIONI AMMISSIBILI ALLO SLE DEI VARI MATERIALI

Tensioni ammissibili allo SLE dei vari materiali

Materiale	SL	Tensione di verifica	σ _{d,amm} [N/mm ²]
Cls C17,70/21,30__Fe32k	Caratteristica(RARA)	Compressione Calcestruzzo	8,84
	Quasi permanente	Compressione Calcestruzzo	6,63
Acciaio Fe32k	Caratteristica(RARA)	Trazione Acciaio	210,00

LEGENDA:

SL Stato limite di esercizio per cui si esegue la verifica.

σ_{d,amm} Tensione ammissibile per la verific.

7 - METODO DI ANALISI

Metodo di analisi

Analisi	Fattore di comportamento q nella direzione del sisma	
	Sisma orizzontale in direzione X	Sisma orizzontale in direzione Y
Dinamica modale con fattore di struttura q	3.000	3.000

LEGENDA: Metodo di analisi

Analisi Tipo di analisi usata per la verifica sismica e il calcolo degli indicatori di rischio sismico.

Fattore di comportamento q [-] = Non significativo per il tipo di analisi usata.

8 - PERIODI FONDAMENTALI E MASSE PARTECIPANTI

Periodi fondamentali e masse partecipanti

Direzion e	Periodo [s]	Modo di vibrare	Masse partecipanti [%]	Coefficiente di partecipazione
X	0.302	1	50.24	282.65
Y	0.302	1	24.92	199.05

LEGENDA: Periodi fondamentali e masse partecipanti

Periodo Periodo di vibrazione nella direzione considerata.

Modo di vibrare Modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.

Masse partecipanti Percentuale di masse partecipanti relative al modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.

Coefficiente di partecipazione Coefficiente di partecipazione massimo, in valore assoluto, nella direzione considerata.

9 - CAPACITA' - ENTITA' DELL'AZIONE SISMICA SOSTENIBILE

Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile

SL	Tipo di rottura	Materiale/Terreno	PGA _c [a/g]	T _{RC} [anni]

SLD	Spostamento Interpiano (SLD)	-	0.2497	487
SLV	Carico Limite Terreno	TER	0.5301	>2475
SLV	Flessione o Pressoflessione	CA	0.2035	355
SLV	Taglio	CA	0.1646	225
SLV	Rottura del Nodo	CA	0.0811	64

LEGENDA: Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile

- Stato Limite** Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
- Materiale** Tipologia di materiale per il tipo di rottura considerato: [CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura - [TER] = Terreno - [-] = Parametro non significativo per il tipo di rottura.
- Tipo di rottura** Tipo di rottura per differenti elementi o meccanismi.
- PGA_c** Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di accelerazione al suolo. Se $PGA_c=0$ -> l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazioni sismica $[G_k+\sum_i(\psi_{2,i}Q_{k,i})]$. Se $PGA_c=NS$ -> Non significativo per valori di $PGA_c \geq 1000$.
- T_{RC}** Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di periodo di ritorno $[= T_{RD} \cdot (PGA_c/PGA_D)^\eta]$ con $\eta = 1/0,41$.

10 - DOMANDA - ENTITÀ DELL'AZIONE SISMICA ATTESA

Domanda - Entità dell'azione sismica attesa			
Stato Limite	PGA _D	T _{RD}	
	[a _g /g]	[anni]	
SLO	0.0682	45	
SLD	0.0950	75	
SLV	0.2760	712	
SLC	0.3414	1462	

LEGENDA: Domanda - Entità dell'azione sismica attesa

- Stato Limite** Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività - [SLC] = stato limite prevenzione collasso.
- PGA_D** Domanda in termini di accelerazione al sito ($S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$).
- T_{RD}** Domanda in termini di periodo di ritorno.

11 - INDICATORI DI RISCHIO SISMICO

Indicatori di rischio sismico			
Stato Limite	ζ _B (α _{PGA})	α _{TR}	
SLD	2.627	2.153	
SLV	0.294	0.372	

LEGENDA: Indicatori di rischio sismico

- Stato Limite** Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
- ζ_B (α_{PGA})** Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di accelerazione: PGA_c/PGA_D - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100. [0] -> la minima capacità, fra tutti i meccanismi di verifica considerati, è nulla.
- N.B.**
ζ_B: simbologia NTC18;
α_{PGA}: simbologia NTC08.
- α_{TR}** Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di periodo di ritorno: $(T_{RC}/T_{RD})^{0,41}$ - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100.