



Provincia di Chieti

Settore 5

Edilizia Scolastica e Provinciale, Difesa del Suolo, Protezione Civile, Sicurezza sui Luoghi di Lavoro, Servizio Sismico Territoriale

SERVIZIO EDILIZIA SCOLASTICA E PROVINCIALE

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO: AMPLIAMENTO E RISTRUTTURAZIONE DELLA BIBLIOTECA PROVINCIALE
"A.C. De Meis " di Chieti 1° LOTTO
Lavori di adeguamento sismico edificio esistente e messa in sicurezza area

ELABORATO:

**MESSA IN SICUREZZA AREA
-RELAZIONE DI CALCOLO C.A.**

**IL DIRIGENTE E
RESPONSABILE UNICO DEL
PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Carlo CRISTINI _____

PROGETTISTA E D.L.:

Dott. Ing. Roberto MAMMARELLA _____

ELABORATO:

A.6.0

VISTI

CHIETI LI _____

Relazione di calcolo edificio in c.a.

Premessa

La seguente relazione riporta i risultati dei calcoli statici relativi alle opere strutturali dell'edificio Biblioteca Provinciale "A. C. De Meis" sito in comune di Chieti così come ottenuti dal Calcolatorea con l'uso del programma EDISIS 2000 della Newsoft s.a.s. di Cosenza, programma specifico per l'analisi e la verifica di edifici multipiano in cemento armato. Il programma EDISIS è diffuso su tutto il territorio nazionale ed è assistito dalla ditta produttrice. Il responsabile dei calcoli ne è licenziatario registrato.

Riferimenti legislativi

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono state condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

Legge 05/11/1971, n.1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica."

Legge 02/02/74, n.64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche."

D.M. del 14/01/2008, "Norme tecniche per le costruzioni."

Sono state inoltre tenute presenti le seguenti referenze tecniche:

Circolare Ministeriale n.617 del 02/02/09, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni."

Ordinanza PCM n.3274 del 20.03.2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica." e successive modifiche ed integrazioni.

Modellazione della struttura

La struttura è vista come un organismo tridimensionale composto da elementi resistenti diversi: travi, pilastri, pareti, solai e platee, ciascuno dei quali descritto come solido tridimensionale di dimensione finita.

Nella valutazione delle caratteristiche di rigidezza degli elementi si tiene conto della dimensione finita delle sezioni e dell'ingombro finito dei nodi di interconnessione.

Coerentemente con le caratteristiche degli edifici in cemento armato, il modello tiene conto del contributo irrigidente di ciascun solaio, modellando questi con elementi finiti bidimensionali connessi alle travi di contorno.

Le travi di fondazione sono trattate dal programma come graticcio di travi elastiche su suolo elastico alla Winkler.

Nell'analisi viene assunto un coefficiente di rigidezza di Winkler variabile da elemento ad elemento in funzione delle dimensioni di base.

La platea di fondazione viene modellata come piastra nervata alla Kirchhoff su suolo elastico alla Winkler.

La mesh di ciascun campo platea viene ottenuta mediante discretizzazione in elementi finiti triangolari.

Criteri adottati per le analisi statiche

L'analisi dei carichi è svolta considerando i volumi reali al netto delle sovrapposizioni, per quanto riguarda i pesi propri, e le aree effettive di incidenza, per quanto riguarda i sovraccarichi.

Nella valutazione degli sforzi normali, ai fini della verifica dei pilastri e solo per questa, si è tenuto conto dell'azione non contemporanea dei carichi accidentali riducendo il carico accidentale gravante ai piani sovrastanti; si è assunto un fattore riduttivo del 0% per il piano immediatamente sovrastante a quello considerato e del 0% per i piani superiori.

Si è tenuto conto del fatto che i carichi permanenti sono parzialmente applicati già in fase di costruzione e quindi la deformazione assiale prodotta da questi è parzialmente compensata in fase di getto, riducendo di un fattore 100% la deformabilità assiale dei pilastri ai fini della analisi per la condizione di carico permanente, e solo di questa.

Il calcolo per le singole azioni statiche è condotto assumendo un comportamento elastico lineare.

Criteri adottati per l'analisi sismica

La verifica alle azioni sismiche è stata condotta con il metodo dinamico per sovrapposizione modale.

Per tener conto di effetti dinamici locali, è stata utilizzata una distribuzione uniforme della massa sismica su tutti elementi. Per gli elementi monodimensionali è stato utilizzato un elemento finito con dodici variabili di spostamento nodale, con l'aggiunta di due ulteriori parametri che governano delle funzioni di forma interne (bubble functions).

Inoltre è stata messa in conto un'eccentricità sismica accidentale pari a 152 cm.

Gli effetti delle azioni sismiche orizzontali e verticali sono valutati mediante analisi dinamica linearizzata e sovrapposizione dei contributi modali, utilizzando la tecnica degli spettri di risposta, con le modalità prescritte dalla normativa.

In aggiunta alle azioni sismiche legate ai modi naturali calcolati, sono stati inserite delle azioni sismiche di completamento modale. Il completamento modale introduce ulteriori modi di vibrazione che completano lo spettro già calcolato della sua parte complementare rispetto ai moti rigidi della struttura, e che raccolgono gli effetti dei modi a basso periodo trascurati dall'analisi modale. Il completamento modale svolge un ruolo particolarmente significativo nella valutazione degli effetti della componente verticale dell'accelerazione sismica che, tipicamente, tende ad eccitare prevalentemente i modi a basso periodo di vibrazione.

La formula di combinazione modale utilizzata è la nota SRSS, in accordo con le normative vigenti.

Sono stati considerati i seguenti stati limite di verifica, per i quali la normativa fissa l'azione sismica con una data probabilità di superamento, in un periodo di riferimento dipendente dal tipo e dalla classe d'uso della costruzione:

- SLO: S.I. di Operatività sismica (probabilità di superamento 81%)
- SLD: S.I. di Danno sismico (probabilità di superamento 63%)
- SLV: S.I. di Salvaguardia della vita ovvero Ultimo sismico (probabilità di superamento 10%)
- SLC: S.I. di Collasso sismico (probabilità di superamento 5%)

Per ciascuno degli stati limite indicati sono stati valutati i periodi di ritorno dell'azione sismica, tenendo conto della probabilità di superamento prescritta dalla norma e ricavando il periodo di riferimento per l'azione sismica in base al tipo di costruzione e alla classe d'uso. In funzione dei periodi di ritorno e delle coordinate geografiche del sito, si valutano infine i parametri di pericolosità sismica per gli stati limite di interesse, estrapolando i valori dalle tabelle allegate alla normativa.

In particolare, le coordinate geografiche del sito sono: latitudine 42.353° , longitudine 14.168° .

Il tipo di costruzione è ordinario, la classe d'uso è la III (importante) e la classe di duttilità bassa. Le caratteristiche del suolo di fondazione corrispondono alla categoria stratigrafica B e alla categoria topografica T1.

Si valuta per l'edificio una vita nominale di 50 anni e un periodo di riferimento per l'azione sismica di 75 anni.

Per lo stato limite di Operatività sismica (SLO) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

- Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 45
- Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,059
- Fattore di amplificazione per spettro orizzontale: 2,47
- Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,30

Per lo stato limite di Danno sismico (SLD) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

- Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 75
- Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,073
- Fattore di amplificazione per spettro orizzontale: 2,47
- Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,32

Per lo stato limite di Salvaguardia della vita (SLV) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

- Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 712
- Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,183
- Fattore di amplificazione max per spettro orizzontale: 2,48
- Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,36

Per lo stato limite di Collasso sismico (SLC) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

- Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 1462
- Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,236
- Fattore di amplificazione per spettro orizzontale: 2,51
- Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,37

In base ai parametri di pericolosità sismica sono stati definiti gli spettri sismici di progetto per la componente orizzontale e verticale in corrispondenza degli stati limite di interesse. La definizione completa degli spettri di risposta è riportata nell'omonima tabella nella sezione dei risultati globali di analisi, nel seguito del presente tabulato.

Modalità di progetto e verifica

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti col metodo degli stati limite in accordo con le norme tecniche e le modalità operative specificate nel citato D.M. del 14/01/2008, applicati in maniera unitaria ed integrale all'intero organismo strutturale. Sono state considerate le combinazioni di azioni corrispondenti ai seguenti stati limite: quasi permanente, frequente, raro, ultimo non sismico, ultimo sismico, danno sismico e operatività sismico.

Le verifiche delle sezioni sono condotte in campo elastico per gli stati limite di esercizio (verifiche tensionali e di fessurazione), ed in campo nonlineare per gli stati limite ultimi (verifiche di resistenza ultima).

Per ogni stato limite considerato, si è eseguito l'involuppo delle azioni combinando le azioni base mediante fattori di combinazione assunti in valore minimo e in valore massimo, in accordo con le regole di combinazione prescritte dalla normativa. I fattori finali di combinazione per una particolare azione si ottengono come prodotto fra un fattore parziale Psi dipendente dal tipo di azione e un fattore parziale Gamma dipendente sia dall'azione che dalla combinazione di carico.

In particolare, il fattore Psi tiene conto della ridotta probabilità di occorrenza simultanea di due o più azioni indipendenti e può assumere i valori Psi0, Psi1 e Psi2, che definiscono rispettivamente il valore raro, frequente e quasi-permanente dell'azione, riportati nella tabella 'Caratteristiche dei tipi di carico'.

Il fattore Gamma tiene conto della possibilità che l'azione possa avere effetti favorevoli o sfavorevoli sulla sicurezza. Per tale ragione è considerato sempre ed in maniera indipendente sia in valore minimo (per minimizzare gli effetti favorevoli) sia in valore massimo (per massimizzare gli effetti sfavorevoli). I valori sono diversificati per le azioni di tipo permanente, variabile e sismico e sono riportati nella tabella 'Fattori di combinazione per l'involuppo delle sollecitazioni'.

Con tali regole di involucro si determinano i valori estremi di variabilità (minimo-massimo) delle caratteristiche di sollecitazione e per entrambi tali valori vengono eseguite le verifiche. Questa strategia di involucro è ripetuta per tutte le combinazioni di carico prescritte dalla normativa.

Gli elementi strutturali sono stati progettati in accordo con quanto prescritto nel citato D.M. del 14/01/2008.

Gerarchia delle resistenze

Al fine di salvaguardare e favorire un comportamento dissipativo della struttura soggetta a sisma, la normativa richiede adeguate risorse di duttilità, in maniera tale che non si attivino meccanismi di collasso fragile, tipicamente crisi da taglio in travi e pilastri o crisi da pressoflessione nei pilastri, che possano pregiudicare la risposta sismica della struttura stessa. Questa esigenza può essere conseguita a priori applicando le regole euristiche di progettazione note come regole di gerarchia delle resistenze, oppure a posteriori sottoponendo la struttura ad analisi sismica statica nonlineare (analisi pushover), e controllando il soddisfacimento delle verifiche di duttilità.

Per la struttura oggetto di analisi si è assunta la classe di duttilità B (bassa).

Al fine di conferire alla struttura adeguate risorse di duttilità, sono state applicate in fase di dimensionamento degli elementi resistenti le seguenti regole di gerarchia delle resistenze:

amplificazione del momento flettente dei pilastri in funzione dei momenti resistenti delle travi nel nodo, adottando un fattore di sicurezza pari a 1,10

amplificazione del taglio nei pilastri in funzione dei momenti resistenti di estremità, adottando un fattore di sicurezza pari a 1,10

riduzione della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo per i pilastri, in ragione di un fattore pari a 0,65

amplificazione del taglio nelle travi in funzione dei momenti resistenti di estremità, adottando un fattore di sicurezza pari a 1,10

amplificazione del taglio nelle pareti in funzione del momento agente e resistente, adottando un fattore di sicurezza pari a 1,00

amplificazione dello sforzo assiale nelle pareti per effetti dinamici in ragione di un fattore pari a 1,50

riduzione della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo per le pareti, in ragione di un fattore pari a 0,40

amplificazione degli scarichi sismici in fondazione, in ragione di un fattore pari a 1,10

Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato per l'analisi

Si forniscono di seguito le ulteriori indicazioni richieste dal punto 10.2 del testo unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008)

L'analisi è stata condotta utilizzando il codice di calcolo Edisis, versione 9.73, di cui lo scrivente è licenziatario registrato.

Il programma Edisis è un codice di calcolo specifico per l'analisi e la verifica di strutture multipiano in cemento armato, che consente una modellazione tridimensionale della struttura, basata sui criteri esposti sinteticamente nei paragrafi precedenti.

Il programma è prodotto dalla Newsoft sas, operante sul territorio nazionale e specificamente indirizzata alla produzione di software per l'ingegneria civile. La casa produttrice cura direttamente il servizio di assistenza tecnica e rende disponibili sul suo sito Internet manuali operativi e documentazioni tecniche complete relativi a casi di prova, liberamente scaricabili, che consentono un controllo ed un riscontro sull'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo.

Lo scrivente ha avuto modo di valutare, in base ad uno studio della documentazione fornita ed all'esame dei risultati ottenuti su strutture test significative, la robustezza ed affidabilità del codice utilizzato, di cui fa proprie le ipotesi di base e le modalità operative, che ritiene adeguate al contesto di utilizzo.

Lo scrivente fa inoltre propri i risultati forniti dal codice ed inseriti nella presente relazione di calcolo, che ha avuto modo di controllare sia attraverso le restituzioni sintetiche tabellari e grafiche ed i filtri di autodiagnostica offerti dal codice, sia mediante riscontri di massima eseguiti a campione sui risultati delle analisi.

Ulteriori informazioni sulla Società produttrice possono ricavarsi dal sito ufficiale <http://www.newsoft-eng.it>.

Informazioni dettagliate sul codice Edisis, comprendenti le ipotesi base utilizzate e le modalità operative, sono descritte nella pagina web <http://www.newsoft-eng.it/Edisis.htm>.

Il manuale operativo ed una serie di strutture test, utilizzabili per un controllo sulla accuratezza dei risultati, sono liberamente scaricabili dagli indirizzi web http://www.newsoft-eng.it/Down_Manuali.htm e <http://www.newsoft-eng.it/TestsEdisis.htm>.

Risultati dell'analisi

Il tabulato seguente riporta la descrizione geometrica di dettaglio delle strutture, i carichi assunti ed i risultati ottenuti dalla analisi e dalle verifiche.

Il significato delle diverse quantità stampate, insieme all'unità di misura adottata, sono riportate nelle legende esplicative che precedono il tabulato.

Sommario

Relazione di calcolo.....	1
Premessa	1
Riferimenti legislativi	1
Modellazione della struttura	1
Criteri adottati per le analisi statiche.....	1
Criteri adottati per l'analisi sismica	1
Modalità di progetto e verifica.....	2
Gerarchia delle resistenze	3
Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato per l'analisi.....	3
Risultati dell'analisi.....	3