

Comune di SANGINETO

Provincia di Cosenza - Regione Calabria



**LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO E DI
RIQUALIFICAZIONE DELL'EDIFICIO SCOLASTICO
COMUNALE SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE DI
VIALE MARIO ARAGONA IN SANGINETO LIDO**

Protocollo

PROGETTO ESECUTIVO

Scala:

Data: **novembre 2019**

ELABORATO

RELAZIONE SINTETICA DI CALCOLO

LA PROGETTISTA

Ing. Albina R. Farace

IL R.U.P.

Geom. Marco Antonucci



IL SINDACO

Am. Michele Guardia

TAVOLA N.

R.17

RELAZIONE DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

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”.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Denominazione

Nome del Software	<i>EdiLus</i>
Versione	BIM(d)
Caratteristiche del Software	Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows
Numero di serie	18110628
Intestatario Licenza	CRISTOFARO ing. LUIGI
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

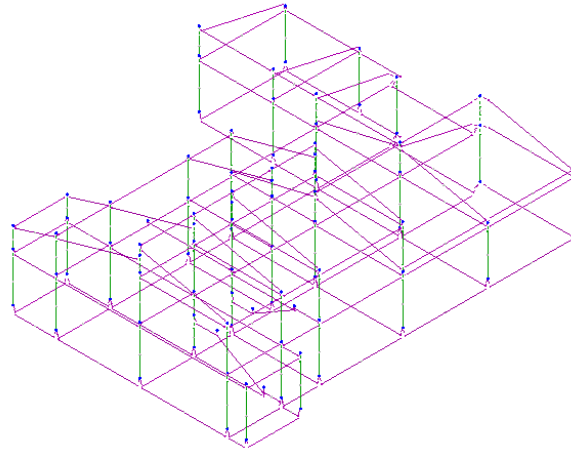
Modello di Calcolo

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

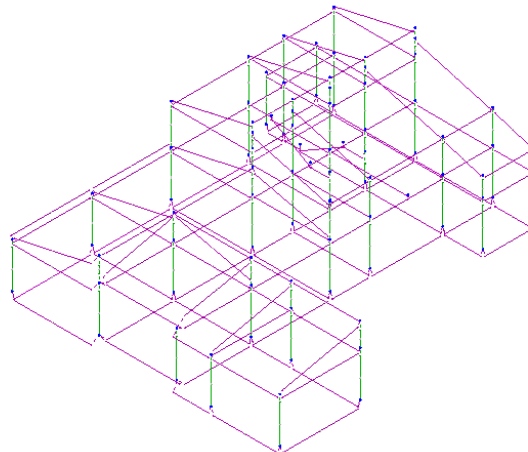
Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento nei "Tabulati di calcolo".

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

Vista Anteriore



Vista Posteriore



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.

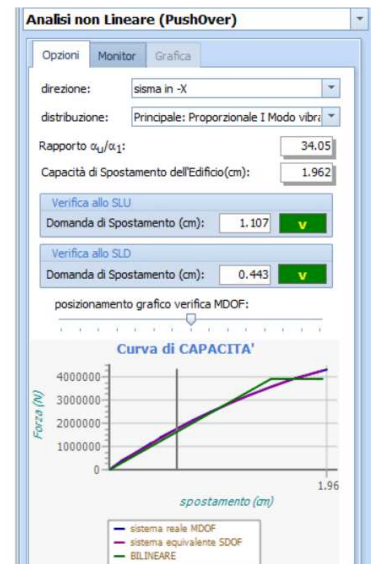
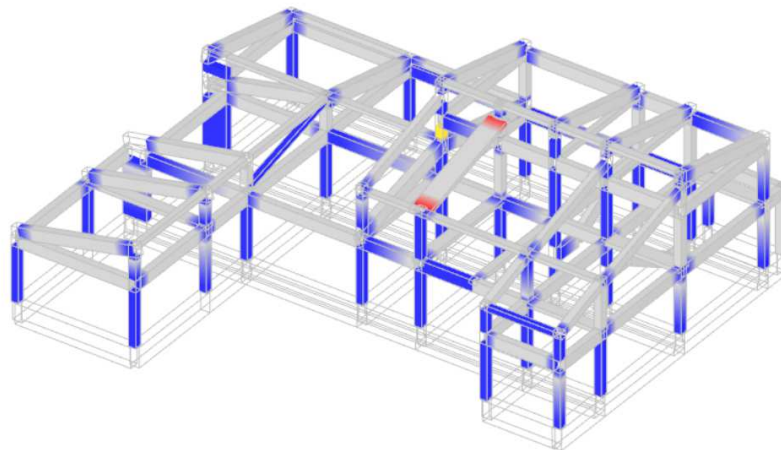
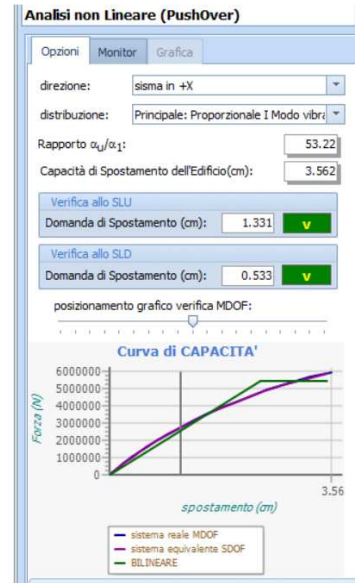
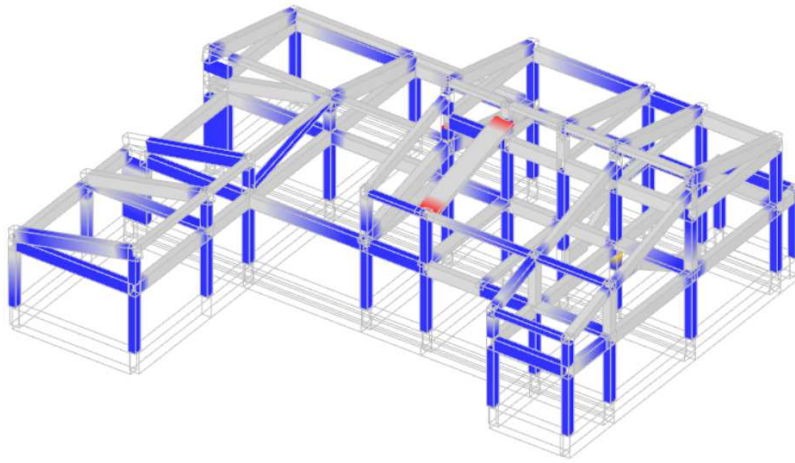
Nella presente relazione si riportano alcuni controlli effettuati per verificare l'attendibilità dei risultati forniti dal software impiegato. Infatti, al capitolo 10 del D.M. 2018, è specificato che spetta al progettista il compito di sottoporre i risultati a controlli che ne comprovino l'attendibilità.

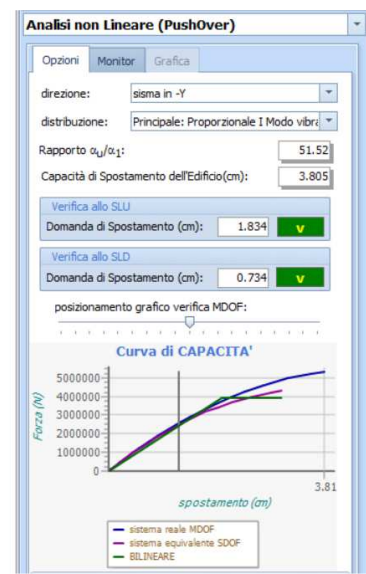
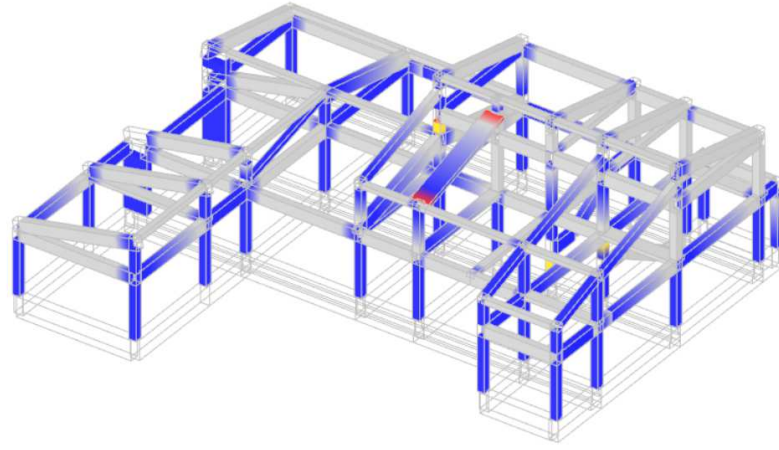
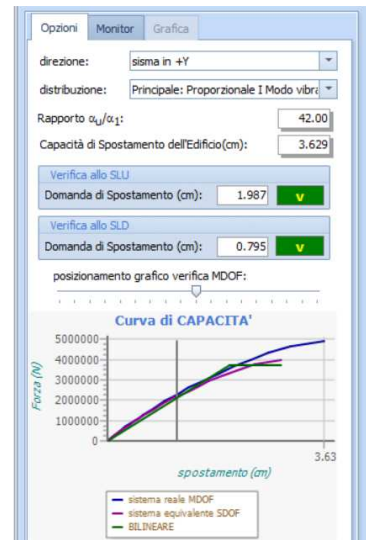
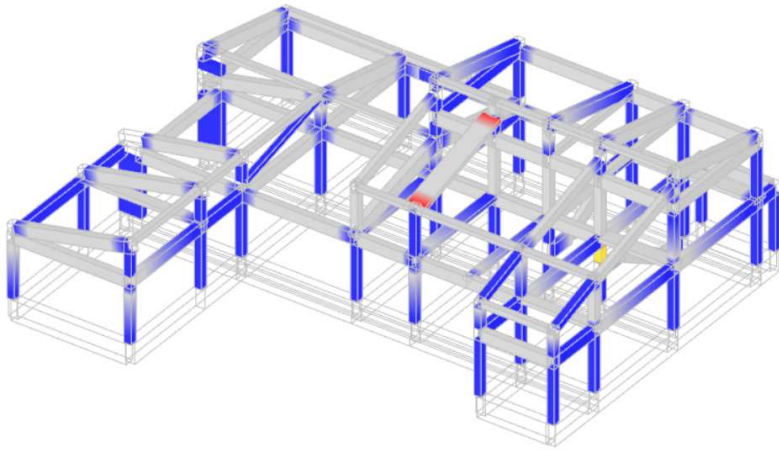
Di seguito, vengono elencati e sinteticamente illustrati i controlli svolti, specificando di volta in volta i metodi e gli schemi semplificati utilizzati.

ALLEGATI

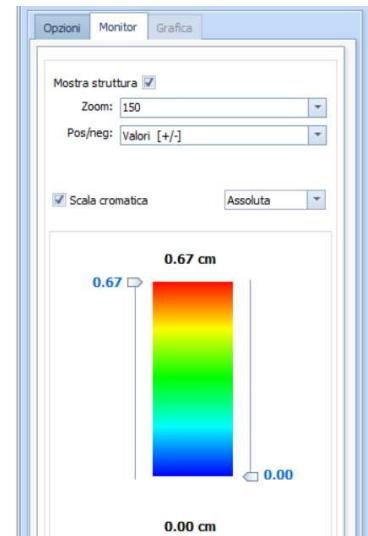
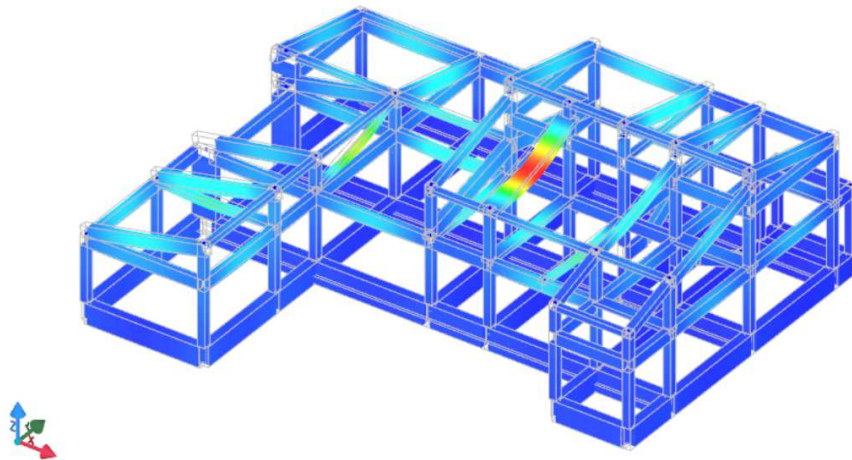
Di seguito, sono riportati, in maniera sintetica, i dati relativi agli elementi presi in esame nella presente relazione in modo che gli stessi possano essere confrontati con le elaborazioni semplificate svolte.

ANALISI PUSHOVER

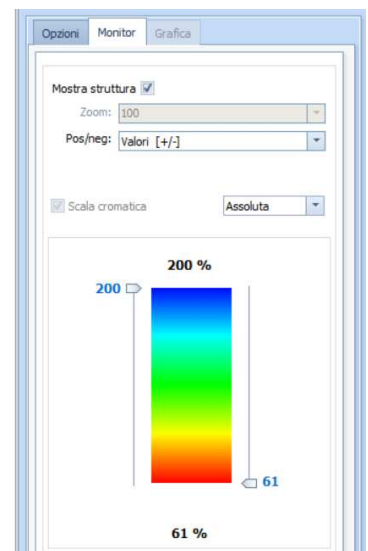
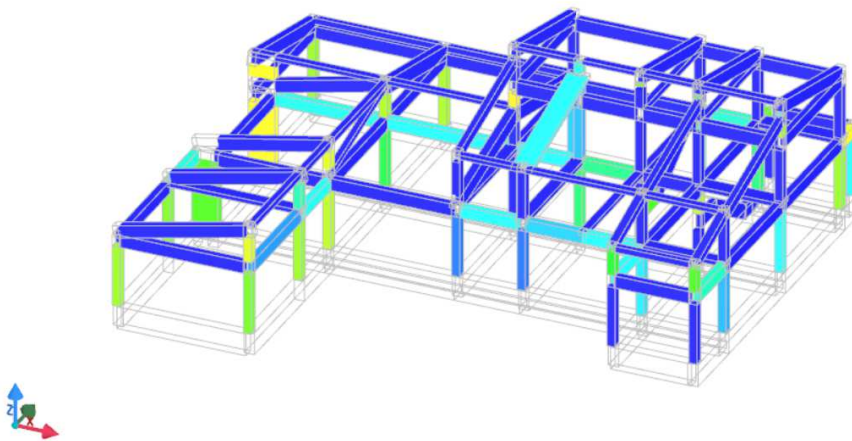




SPOSTAMENTI PER EFFETTO DEL SISMA



ACCELERAZIONI DI COLLASSO PER TAGLIO



TENZIONE SU TERRENO DI FONDAZIONE

