3muri

Modulo Sensibilità

S.T.A. DATA

TEORIA IN PRATICA

Indice

Modulo Sensibilità 3

1 Introduzione 3
2 Metodologia e vantaggi applicativi 4
3 Ambiti di utilizzo 5
4 Calcolo analisi di sensibilità 6
5 Risultati analisi di sensibilità 8
6 Esempio applicativo 9
7 Bibliografia 13

Modulo Sensibilità

1 Introduzione

Introduzione a 3Muri

3Muri è il programma leader per il calcolo sismico e statico delle strutture in muratura secondo il DM 14-1-2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", EC8, SIA.

Punti di forza di 3Muri sono l'estrema semplicità per la gestione del modello e un metodo di calcolo rigoroso e innovativo, riconosciuto dalla comunità scientifica nazionale e internazionale.

Il metodo FME - Frame by Macro Element - schematizza la struttura attraverso un telaio equivalente costituito dalle pareti e da eventuali elementi in c.a., acciaio, legno, tenendo anche conto della effettiva rigidezza dei solai.

3Muri è un software totalmente autonomo con un motore di calcolo studiato appositamente per le murature che tiene conto di tutte le specificità di questo materiale e non un semplice applicativo associato ad un generico solutore agli elementi finiti.

Il solutore è stato sviluppato dal gruppo di ricerca guidato dal prof. Sergio Lagomarsino (Ordinario di Tecnica delle Costruzioni presso l'Università di Genova) in collaborazione con l'ing. Andrea Penna, l'ing. Alessandro Galasco e l'ing. Serena Cattari ed è oggetto di costante evoluzione e miglioramento.

I dati del modello di 3Muri e la loro importanza.

Per definizione un modello di calcolo deve rappresentare la struttura in modo significativo, e la bontà del modello passa anche attraverso i diversi parametri degli elementi che costituiscono l'input della struttura.

Le caratteristiche dei materiali, gli spessori della muratura, la rigidezza dei solai, gli ammorsamenti sono tutti dati affetti a volte da grande approssimazione che possono falsare i risultati.

La loro conoscenza richiede analisi approfondite, prove a volte molto costose, prelievi di materiale. Inoltre le attività di ripristino nelle zone ispezionate possono superare il costo delle indagini.

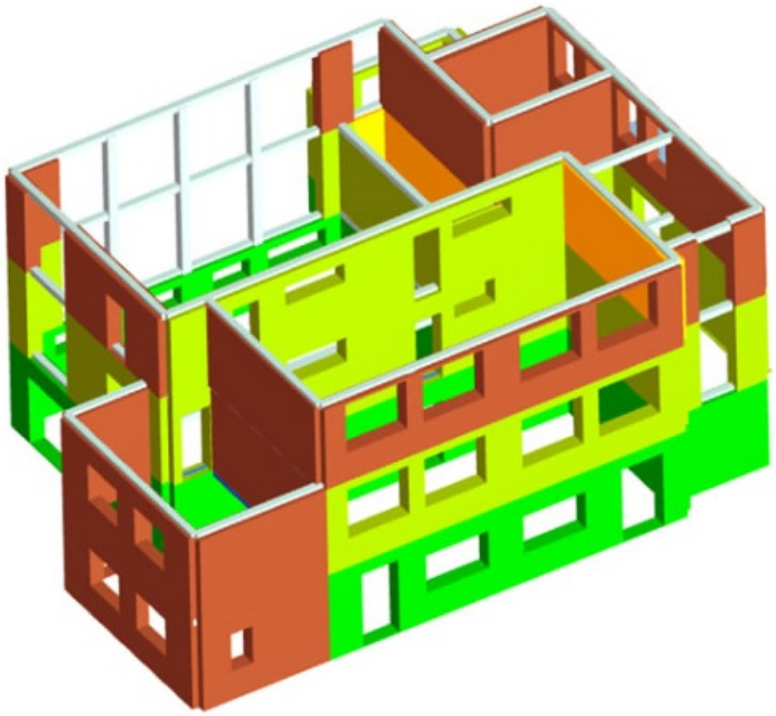
Infine alcuni elementi sono di difficile e complessa indagine. Basta pensare alle pareti o alle volte affrescate, giustamente tutelate e non soggette a manipolazione.

In realtà non tutti i parametri hanno la stessa importanza, la variazione di alcuni incide maggioramente sul risultato finale, mentre per altri anche forti variazioni non producono sostanziali differenze. La conoscenza dell'incidenza dei diversi dati è di grande importanza, in quanto può indirizzare le indagini verso gli elementi maggiormente significativi, trascurando il resto.

A priori risulta difficile valutare quale sia effettivamente la loro importanza nel comportamento globale della struttura.

Il modulo sensibilità si affiancanca alla versione standard di 3Muri ed è stato sviluppato

per offrire una risposta a queste problematiche.



In definitiva l'analisi di sensibilità ha come obiettivo una migliore conoscenza del comportamento strutturale attraverso l'individuazione dei parametri che maggiormente incidono nel calcolo, focalizzando quindi l'attenzione su questi dati.

2 Metodologia e vantaggi applicativi

I principali vantaggi per il progettista sono:

- individuazione delle cause più probabili che determinano i meccanismi di collasso della struttura
- risultati più affidabili
- indagini e interventi mirati sulle parti realmente significative
- riduzione dei costi di indagine e degli interventi per adeguamento o miglioramento.

Il primo passo dell'analisi di sensibilità è l'identificazione di gruppi di parametri che si desiderano analizzare.

Ogni gruppo di parametri è relativo a una caratteristica strutturale (ad esempio volte, solai, calcestruzzo, acciaio) ed è formato da un insieme di dati che possono variare all'interno di un dato intervallo.

Successivamente, vengono eseguite in modo automatico numerose analisi non lineari che evidenziano l'importanza delle singole caratteristiche strutturali nel comportamento globale dell'edificio.

3 Ambiti di utilizzo

L'analisi di sensibilità, da un punto di vista applicativo, si può distinguere in sensibilità conoscitiva e sensibilità al miglioramento.

La sensibilità di tipo conoscitivo è relativa alla conoscenza attuale della struttura. Risponde quindi alla domanda del progettista "Dove conviene condurre le indagini?".

La sensibilità al miglioramento è relativa alla possibilità di migliorare la struttura. Risponde quindi alla domanda del progettista "Quale tipo di intervento di miglioramente è più efficace?".

I principali ambiti di utilizzo dell'analisi di sensibilità sono quindi due: la pianificazione delle analisi in sito e gli interventi di miglioramento.

Pianificazione delle analisi in sito (Sensibilità conoscitiva)

Grazie all'indice di sensibilità conoscitiva, il progettista può pianificare meglio le analisi in sito. Sarà possibile approfondire la conoscenza delle zone maggiormente significative ed evitare di eseguire test in quelle invece poco utili.

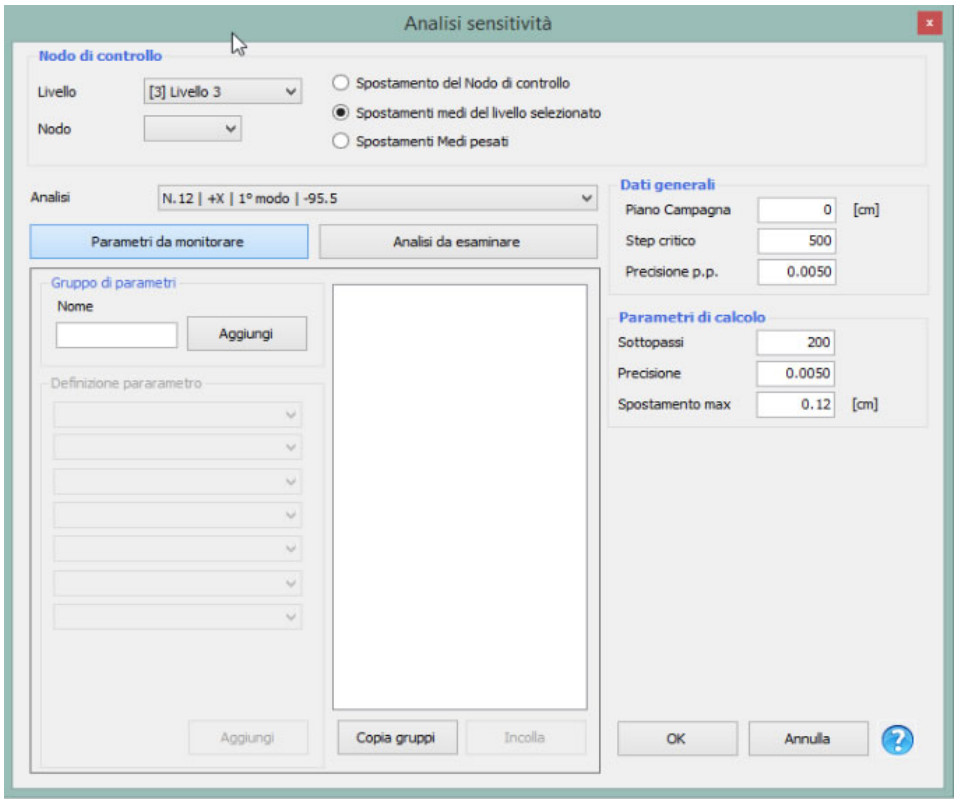
Interventi di miglioramento (Sensibilità al miglioramento)

L'indice di sensibilità al miglioramente permette di individuare le zone che contribuiscono maggiormente al miglioramento strutturale. Il progettista potrà quindi ottimizzare il costo complessivo degli interventi e con un risultato migliore. L'obiettivo è intervenire solamente nelle zone più rilevanti e non in quelle poco influenti.

4 Calcolo analisi di sensibilità

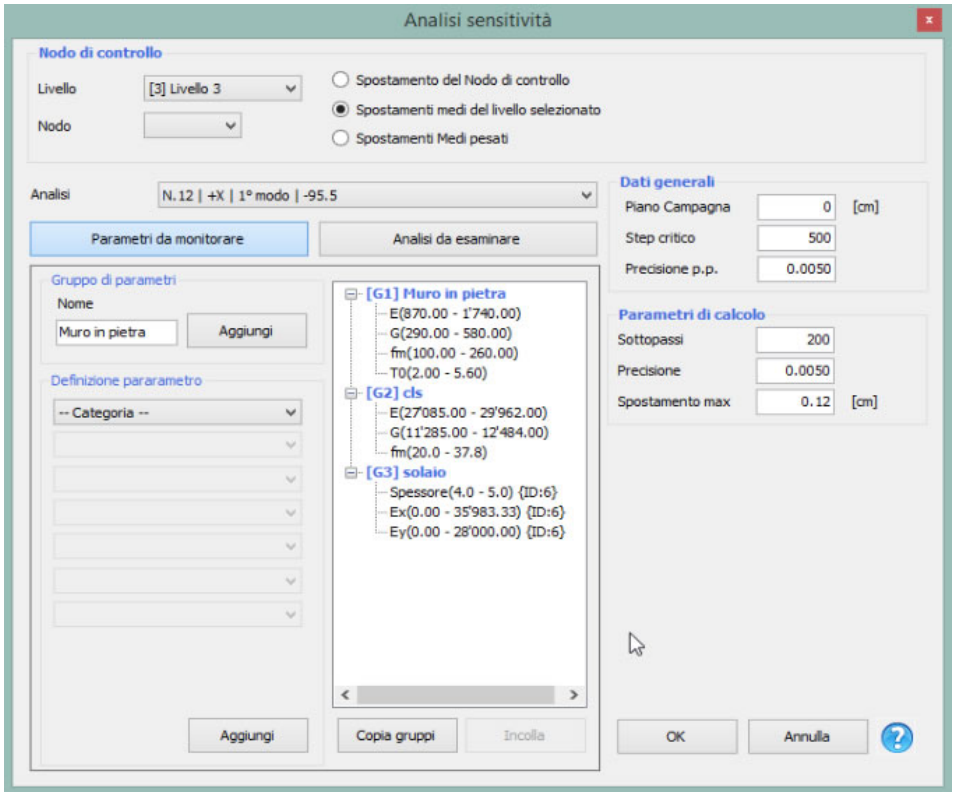
Cliccando su Calcolo sensibilità si apre la finestra che consente l'introduzione dei dati.

Prima di tutto, è necessario scegliere l'analisi pushover su cui effettuare l'analisi di sensibilità. La scelta più conveniente è l'analisi più gravosa, a cui corrisponde l'indice di vulnerabilità più basso.



Viene quindi richiesto l'inserimento dei gruppi di parametri da esaminare.

Cliccando su "Aggiungi" è possibile creare un nuovo gruppo di parametri. Per ogni gruppo è richiesto l'inserimento dei valori minimi e massimi entro cui far variare ogni parametro.

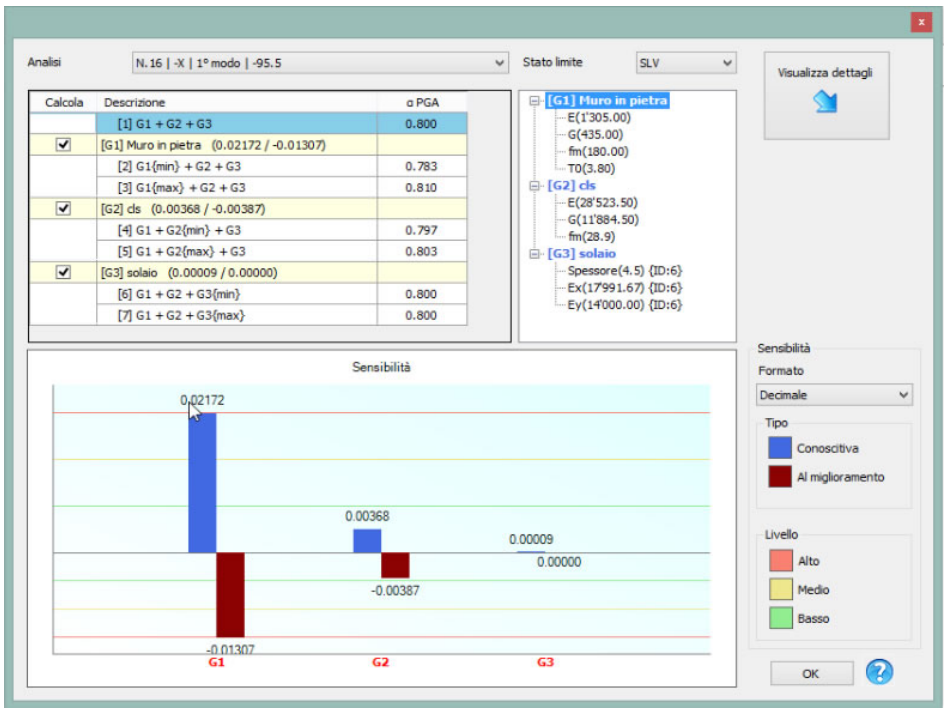


Nell'esempio mostrato di seguito sono stati inseriti tre gruppi di parametri, relativi rispettivamente alle caratteristiche dei muri in pietra, del calcestruzzo, dei solai.

Cliccando su ok viene eseguita l'analisi di Sensibilità.

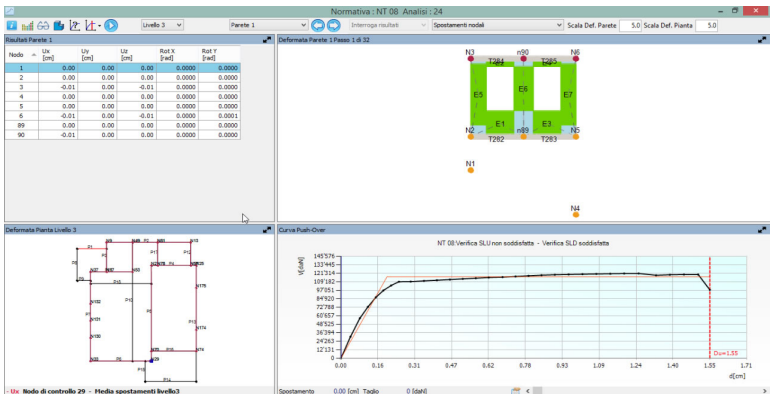
5 Risultati analisi di sensibilità

Cliccando su "Risultati sensibilità" si apre la finestra relativa ai risultati dell'analisi.

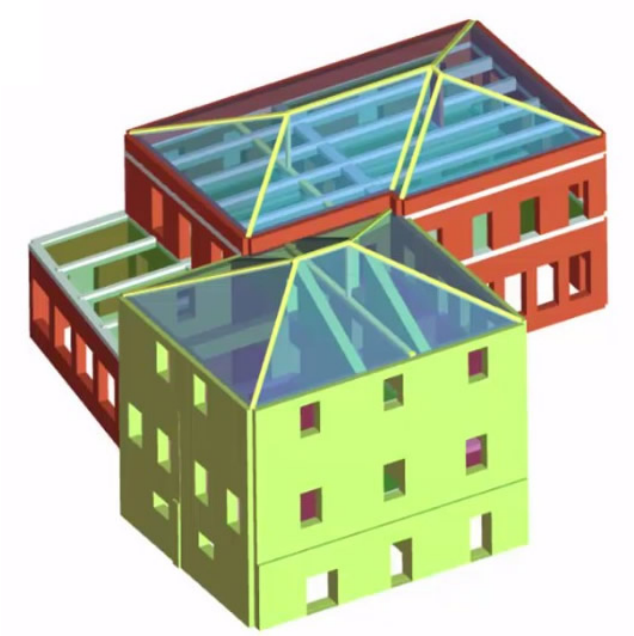


La finestra dei risultati mostra un diagramma che riporta l'indice di sensibilità relativo a ogni gruppo di parametri esaminato. Viene mostrata sia la sensibilità conoscitiva (in colore blu), sia la sensibilità al miglioramento (in colore rosso). Delle linee di riferimento colorate mostrano il corrispondente livello di sensibilità (alto, medio, basso). La differenza di altezza delle barre evidenzia l'importanza di ogni parametro.

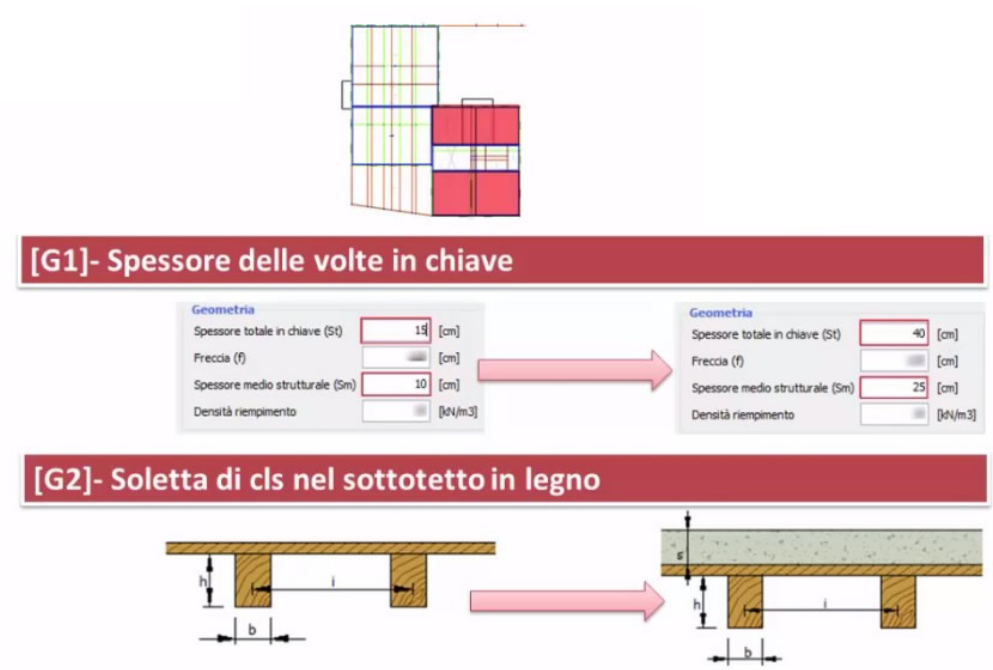
Selezionando la linea corrispondente a un'analisi e cliccando su "Visualizza dettagli" viene caricata una finestra di dettaglio equivalente a quella di un'analisi pushover con tutti i dettagli dell'analisi.



6 Esempio applicativo



In questo paragrafo viene presentato un esempio pratico di applicazione dell'analisi di sensibilità su un edificio esistente composto da tre differenti parti. Di questa struttura non conosciamo alcune caratteristiche.



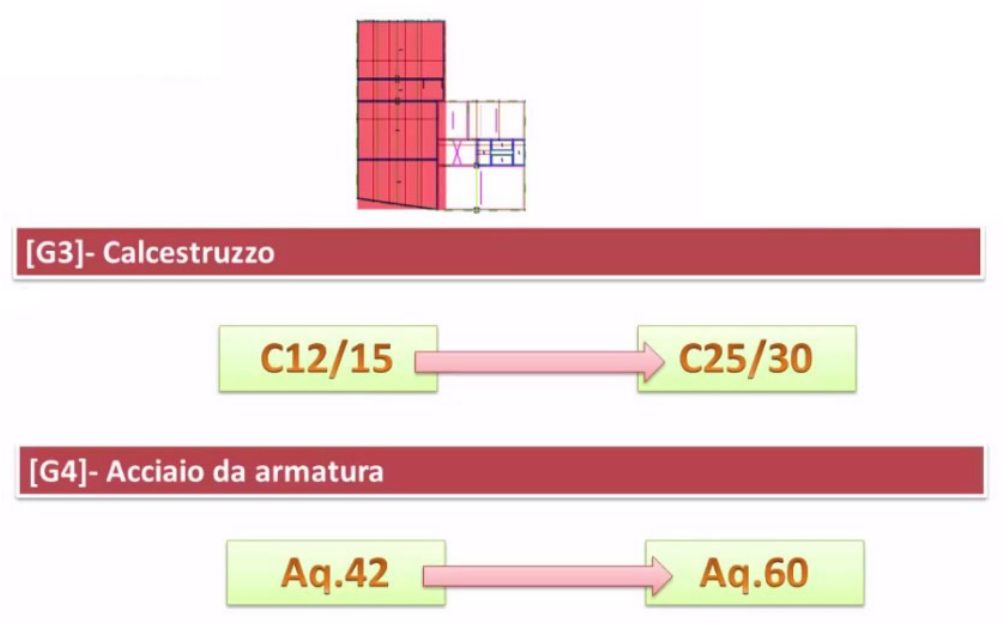
Nella zona evidenziata nella prima pianta si trovano delle volte a botte e alcune zone del sottotetto sono in legno.

La rigidezza di questi elementi assume grande importanza nelle analisi della struttura, in quanto la loro funzione è di collegare le pareti in muratura. La loro efficacia determina quindi il comportamento globale in presenza di forze sismiche.

Supponiamo che non sia possibile individuare lo spessore delle volte a botte; creiamo quindi il gruppo G1, relativo allo spessore della volta.

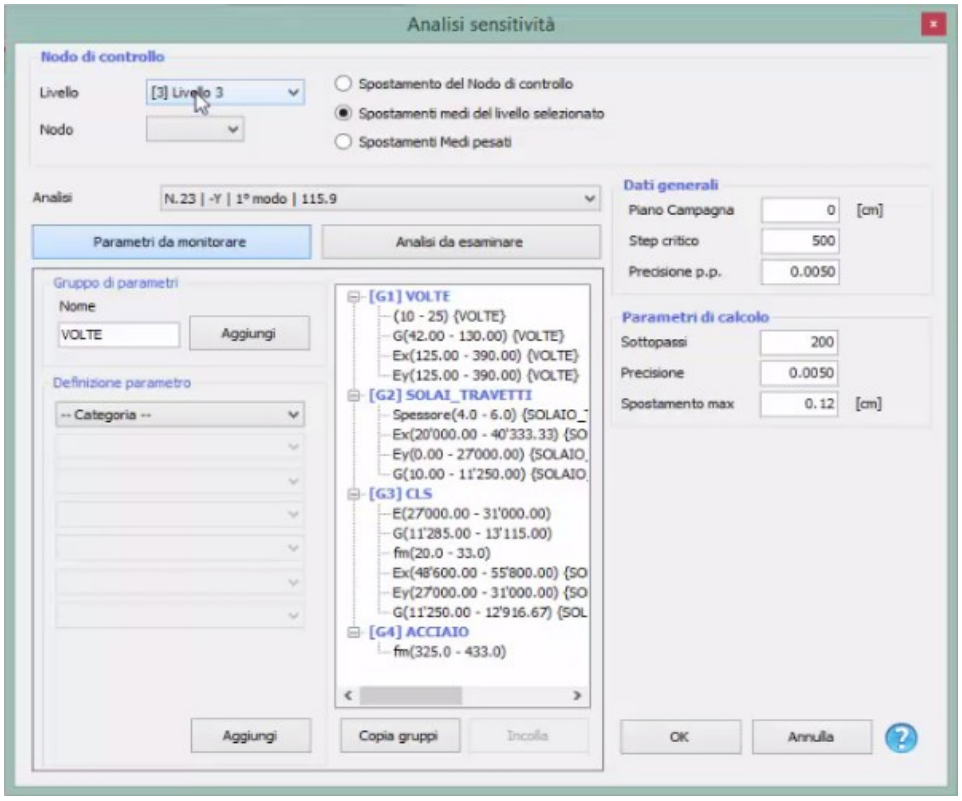
Il sottotetto è composto da un assito in legno con getto di calcestruzzo, di cui non conosciamo le caratteristiche.

Creiamo quindi il gruppo G2, relativo alle solette in calcestruzzo.



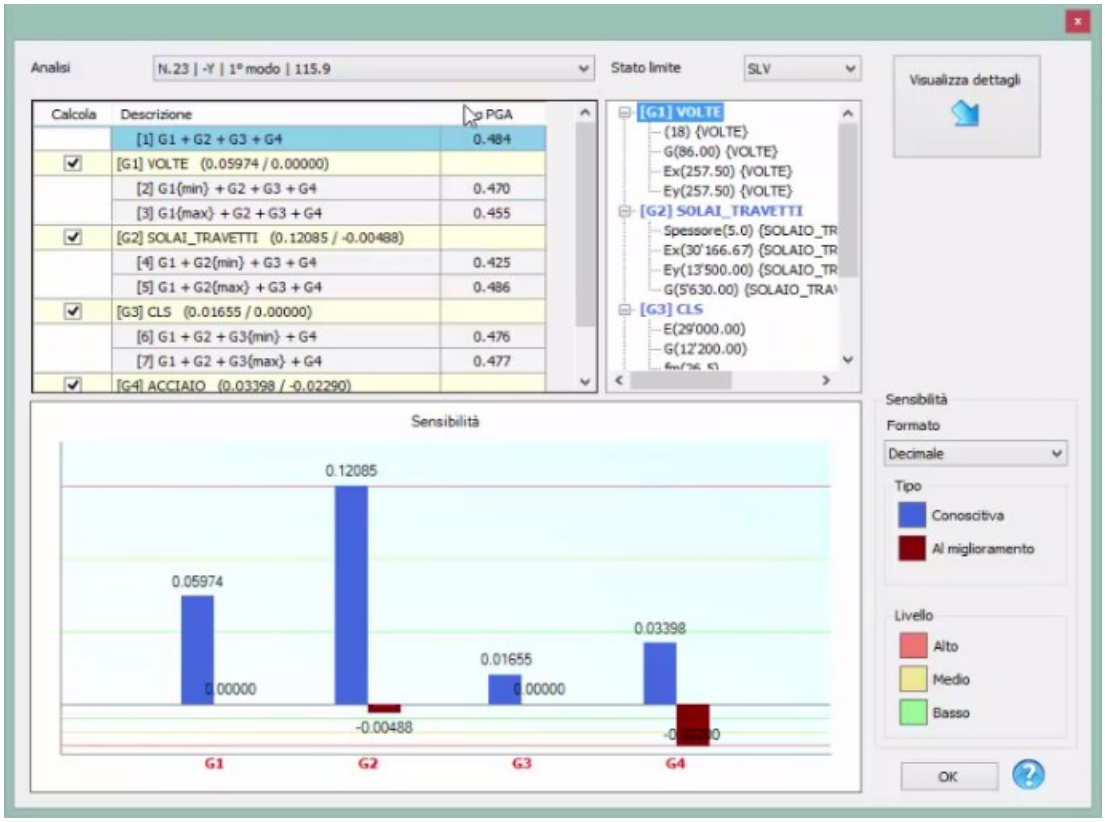
Nella zona evidenziata nella seconda pianta sono presenti diverse travi in cemento armato.

Potrebbe essere importante conoscere meglio le caratteristiche del calcestruzzo oppure quelle dell'acciaio dell'armatura. Creiamo quindi il gruppo G3 relativo alle caratteristiche del calcestruzzo e il gruppo G4, relativo alle caratteristiche dell'acciaio da armatura.



Nell'immagine precedente è riportato il diagramma dei gruppi creati. Per ogni gruppo abbiamo inserito tutti i relativi parametri (con valore minimo e massimo).

Eseguiamo quindi l'analisi di Sensibilità.



Nell'immagine precedente sono riportati i risultati dell'analisi di sensibilità relativi all'analisi 23.

Gli elementi strutturali con indice di sensibilità conoscitiva maggiore sono le volte (gruppo G1) e il sottotetto in legno (gruppo G2). Il calcestruzzo (gruppo G3) e l'acciaio (gruppo G4) hanno invece un indice di sensibilità decisamente inferiore.

Nell'esempio preso in esame, quindi, il progettista può indirizzare le analisi sulle caratteristiche delle volte e del sottetto in legno, tralasciando quelle sul calcestruzzo e sull'acciaio delle armature.

7 Bibliografia

CNR-DT212 / 2013: Istruzioni per la valutazione affidabilistica delle sicurezza sismica costruzioni esistenti, *Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Roma.

ANIDIS / 2015: L'incompleta conoscenza nella valutazione sismica di edifici esistenti: definizione del fattore di confidenza attraverso analisi di sensibilità.
Serena Cattari, Jamil Haddad, Sergio Lagomarsino

Bull Earthquake Eng: Sensitivity analysis for setting up the investigation protocol and defining proper confidence factors for masonry buildings.
S. Cattari · S. Lagomarsino · V. Bosiljkov · D. D'Ayala

S.T.A. DATA srl
Corso Raffaello, 12 Torino
Telefono: +39 011 6699345
Mail: info@stadata.com
www.stadata.com