



IL CONTROLLO DELLA REGOLARITA' STRUTTURALE

Il presente modulo effettua i controlli prescritti dalle NTC 2018 riguardo alla regolarità strutturale, in particolare al punto 7.3.1 (scelta della tipologia strutturale ed effetti delle non linearità geometriche). Viene inoltre prodotto un file grafico ("ellisse_rigidezze.grf", visibile nell'Ambiente 3D), contenente per ogni livello strutturale l'ellisse delle rigidezze, la regione di nocciolo e l'area baricentrica. Il tasto "Colori" sul pannello di calcolo consente di definire le colorazioni dei tre oggetti contenuti nel file.

Prima dell'uso di questo modulo è necessario aver eseguito nell'Ambiente Grafico l'analisi statica semplificata secondo le nuove norme tecniche (anche con impostazioni preliminari, di tentativo), aver definito almeno un Livello oltre alla fondazione (con o senza attivazione di piano rigido), ed aver lanciato il calcolo delle sollecitazioni. Non è necessario definire casi di carico.

L'organizzazione della stampa presenta in colonna i parametri di verifica per ciascuno dei piani della struttura, questi ultimi disposti orizzontalmente. In pratica, per ogni piano si avranno, dall'alto verso il basso:

- **Quota del piano:** è quella di ciascun livello definito nell'Ambiente Grafico.
- **Rigidezze flessionali K_x e K_y ,** calcolate come rapporto tra forza applicata e spostamento del baricentro di piano. Il valore è ridotto di tre ordini di grandezza per una maggiore leggibilità.
- **Rigidezza torsionale K_{tors} ,** calcolata come rapporto tra momento torcente applicato e rotazione del piano. Il valore è ridotto di sei ordini di grandezza.
- **Coordinate X_k e Y_k del centro rigidezze:** è il punto attorno al quale avviene la rotazione del piano, e corrisponde al centro dell'ellisse delle rigidezze.
- **Coordinate X_g e Y_g del baricentro:** è il punto di applicazione della risultante delle azioni gravitazionali, e perciò anche delle forze sismiche; nella grafica viene disegnato un rettangolo centrato sul baricentro, con base e altezza pari al 5% delle dimensioni definite al punto seguente.
- **Dimensione X ed Y del piano:** L_x ed L_y corrispondono alla larghezza e all'altezza del rettangolo che circoscrive il piano.



- **Raggi di rigidezza r_x e r_y :** sono definiti come la radice quadrata del rapporto tra rigidezza torsionale e rigidezza flessionale e costituiscono i semiassi dell'ellisse delle rigidezze..
- **Raggio giratorio (I_s):** $I_s^2 = (L_x^2 + L_y^2)/12$. E' una lunghezza caratteristica del piano, di tipo puramente geometrico.
- **$\text{MIN}(r_x, r_y) / I_s$:** nelle strutture a telaio/pareti il rapporto tra il più piccolo raggio di rigidezza ed il raggio giratorio deve essere maggiore di 1; se così non è la struttura va classificata come “deformabile torsionalmente” ai fini del fattore di struttura q_0 (NTC 7.4.3.1). Per aumentare questo rapporto gli elementi di controvento come setti e pareti devono essere il più distanti possibile dal centro della struttura, per esempio sul perimetro esterno.
- **$(X_g - X_k)/r_x$ e $(Y_g - Y_k)/r_y$:** distanze tra baricentro e centro delle rigidezze (separatamente per direzione x e y) rapportate al rispettivo raggio di rigidezza. Misurano l'eccentricità della forza sismica, che idealmente dovrebbe essere nulla (baricentro delle masse coincidente col centro delle rigidezze): in effetti l'EC8 considera “regolare in pianta” una distribuzione di rigidezze in cui tali rapporti sono minori di 0,3. Nella grafica viene evidenziata la regione di nocciolo, che è appunto un ellisse con gli assi pari a 0,3 volte quelli dell'ellisse di rigidezza. In pratica la regolarità è sufficiente se il rettangolo baricentrico cade all'interno della regione di nocciolo.
- **2° ordine (θ_X / θ_Y) :** va verificato ad ogni piano che effetti delle non linearità geometriche siano trascurabili, cioè che la quantità “peso x spostamento orizzontale relativo al piano inferiore” sia minore del 10% di “forza sismica x altezza di piano”. Il parametro calcolato è appunto il valore di tale rapporto, nelle due direzioni.
- **Percentuale dinamica X / Y :** è una stima dell'importanza della massa di piano ai fini dell'azione sismica complessiva. In effetti il contributo di ogni piano non dipende solo dall'entità del suo carico, ma anche dalla distribuzione delle rigidezze lungo l'altezza della struttura. Il programma segnala con un simbolo apposito (^^^^) i piani dove la percentuale stimata è minore di $\frac{1}{4}$ del contributo medio. Una situazione tipica si ha in presenza di muri di fondazione che non proseguono oltre il piano terreno. Se viene lanciata l'Analisi Dinamica in casi come questo, può risultare difficile raggiungere l'85% di massa attivata



richiesta dalla Normativa: una possibile soluzione consiste nel predisporre in Ambiente Grafico una condizione con tipologia “Peso di fondazione” e di trasferirvi pesi propri e carichi di piano delle quote segnalate.

Il programma di controllo rigidezze si basa sull’ipotesi che ogni piano della struttura sia connesso da un controventamento orizzontale (soletta, croci di tiranti, ecc.) e non abbia soluzione di continuità (assenza di giunti di dilatazione / giunti sismici). Se così non è, il calcolo è ancora possibile, ma non è più vero che la rotazione di piano avviene per tutti i nodi attorno ad un unico centro: di conseguenza l’affidabilità nella posizione del centro di rigidezza e nella misura dei raggi dell’ellisse sarà molto minore.

Il file grafico 3D “ellisse_rigidezze.grf”, che riassume sinteticamente tutte le calcolazioni effettuate, consente inoltre di stimare la regolarità della struttura anche in senso verticale, controllando l’evoluzione piano per piano della posizione del baricentro, del centro delle rigidezze e delle dimensioni dell’ellisse di rigidezza.