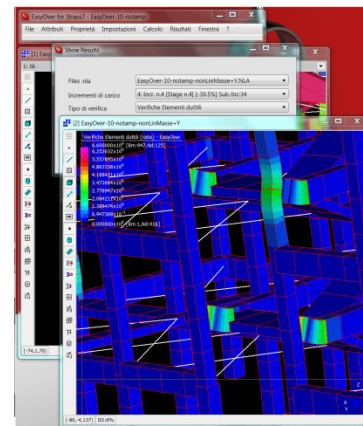
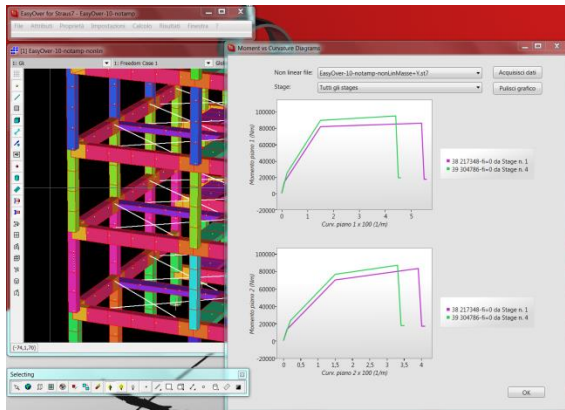


# EasyOVER®

EasyOver, applicativo di Straus7 per le analisi statiche non lineari (analisi Pushover) di edifici nuovi ed esistenti.



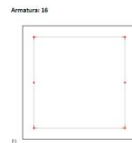
La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  diminuisce con la parte plastica della richiesta di duttilità, espressa in termini della rotazione rispetto alla corda all'estremità della membratura:

$$V_{Rd}^p = V_{Rd} - 1$$

Per questo scopo tale coefficiente può essere calcolato come il rapporto della parte plastica della rotazione rispetto alla rotazione rispetto alla corda a snervamento,  $\theta_{y,p}$ .

$$V_{Rd}^p = \frac{1}{V_{Rd}} \left[ \frac{b - s}{2d_c} \min(N_{0.55} A_{f,c}) + (1 - 0.05 \min(\xi, \mu)) \right]$$

$\xi = 0.16 \max(0.5100, \mu) \left[ 1 - 0.16 \min\left(\frac{f_{t,c}}{f_{c,k}}, \sqrt{f_{t,c}} + V_{Rd}^p\right) \right]$   
 $\mu = 1.15$  per gli elementi primari ed 1.0 per gli elementi secondari,  
 $h$  è l'altezza della sezione (uguale al diametro  $D$  per le sezioni circolari),  
 $s$  è l'altezza della zona compressa,  
 $N$  è la forza assiale di compressione (positiva, presa uguale a zero per la trazione),  
 $A_d$  è l'area della sezione trasversale, presa uguale a  $b_w$  per una sezione trasversale con un'anima rettangolare di larghezza (spessore)  $b_w$  e altezza strutturale  $h$ , o uguale a  $\pi D^2 / 4$  (dove  $D$  =  $D_2 - 2c$ ,  $D_{2,0}$  è il diametro del nucleo di calcestruzzo all'interno delle staffe e  $c$  è il diametro dell'armatura trasversale),  
 $D_{2,0}$  è il rapporto totale dell'armatura longitudinale,  
 $V_{Rd}$  è il contributo dell'armatura trasversale alla resistenza al taglio, preso uguale a:  
 $V_{Rd} = \rho_w \cdot h_w \cdot z \cdot f_{t,c}$



Nome: Pilastro 3x35  
 Calcestruzzo: Esistente  
 Acciaio: Esistente  
 $\mu = A_{s,tot}/(A_c \cdot \xi) = 0.11$   
 $\mu_c = A_{s,tot}/(A_c \cdot \xi) = 0.13$   
 $\mu_s = A_{s,tot}/(A_c \cdot \xi) = 0.09$   
 $\mu_t = A_{s,tot}/(A_c \cdot \xi) = 0.09$   
 $\alpha = 0.33$   
 $\alpha_c = 0.35$

### 5.3 Verifiche degli elementi fragili/taglio nodi

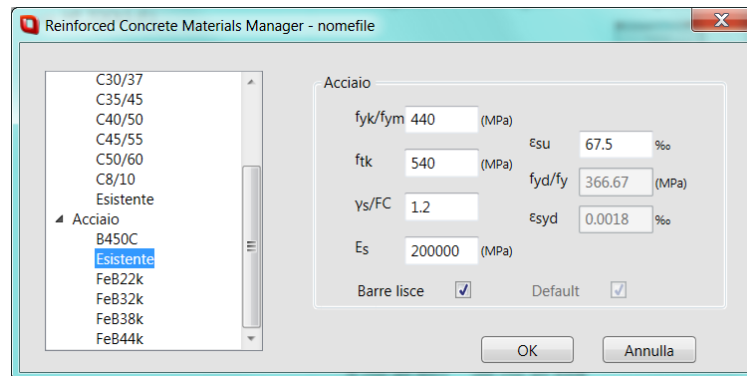
EasyOver 3D-temp-nonLinMass=7

La domanda in termini di forze è calcolata per ciascun elemento considerando i reattori valori delle azioni taglianti per spostamenti nella curva di capacità da 0 a  $\theta = 58$  mm, minore della domanda sismica, pari a  $\theta_{max} = 0.11$  mm.

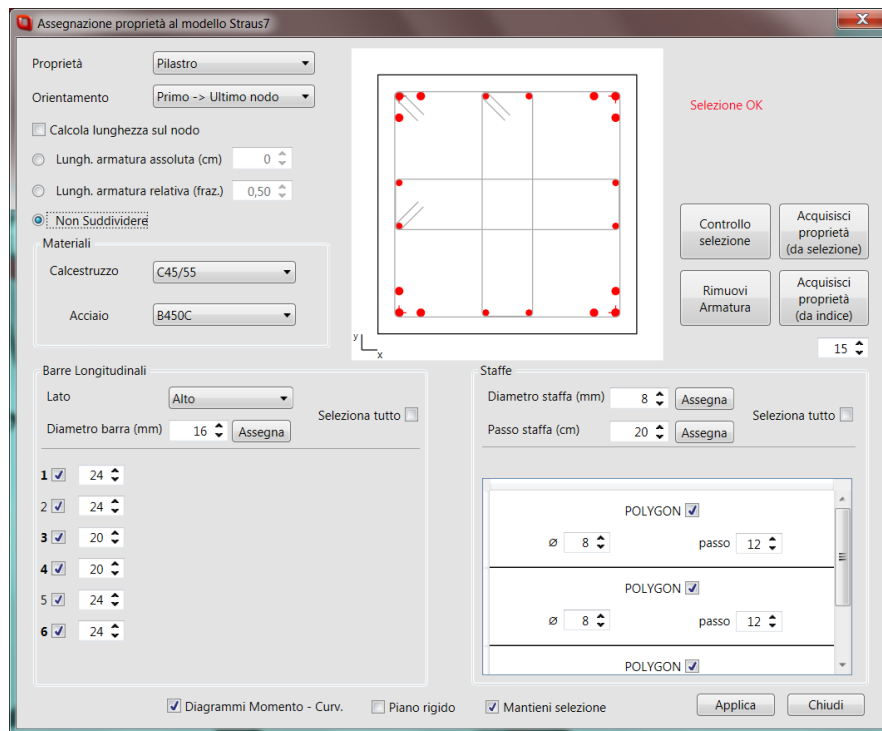
Nodo	Colonna	Arm.	Agg(2)	Dir.	N(N)	V(N)	int(M)kg	int(V)kgPa	F5
2	427	35	1225	V	0	0	10751	0.26	0.26
2	427	35	1225	V	0	1	0.00	0.00	3.22
4	428	35	1225	V	270617	3643	0.00	0.00	0.00
4	428	35	1225	V	270617	231912	1.08	2.29	0.85
6	4	35	1225	V	300616	1020	0.00	2.48	0.84
6	4	35	1225	V	300616	8889	0.00	2.48	0.84
8	429	35	1225	V	277315	9489	0.00	0.00	0.00
8	429	35	1225	V	277315	8378	0.00	2.27	2.05
10	388	35	1225	V	0	4292	0.00	0.00	0.00
10	388	35	1225	V	0	2	0.00	0.00	0.00
12	389	35	1225	V	262795	21749	0.00	0.00	17.80
12	389	35	1225	V	262795	253285	1.25	3.43	0.73
14	390	35	1225	V	288202	30281	0.00	0.00	0.00
14	390	35	1225	V	288202	7158	0.00	2.35	1.97
16	447	35	1225	V	286722	49326	0.00	2.89	2.69
16	447	35	1225	V	286722	14356	0.00	2.89	0.88

L'applicativo presenta le seguenti funzionalità:

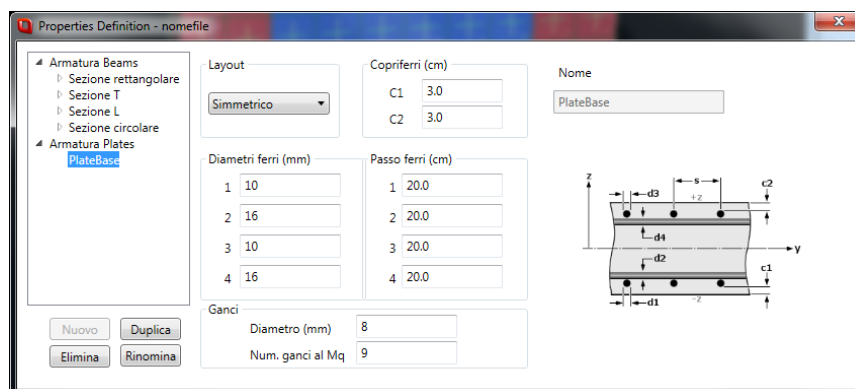
- Interfacce utente per la definizione dei materiali (calcestruzzo e ferro d'armatura).



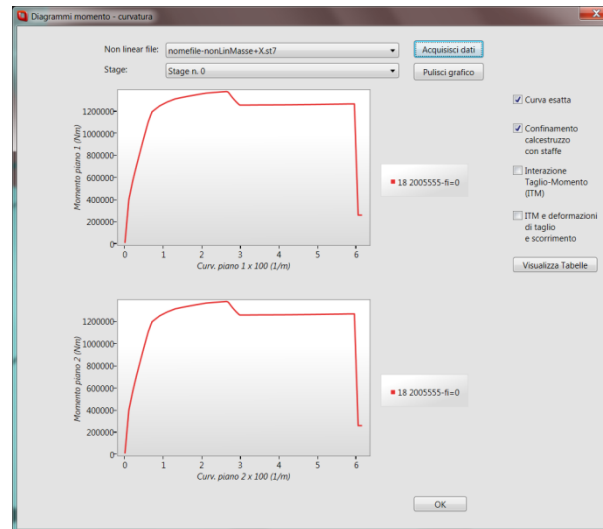
- Interfaccia utente per la definizione delle armature di elementi Beam e di nodi trave/colonna (barre longitudinali e staffe).



- Interfaccia utente per la definizione delle armature di elementi Plate (modulo aggiuntivo Plates).



- Elaborazione automatica dei diagrammi Momento-Curvatura N/M1/M2 degli elementi Beam in base alle armature inserite dall'utente e alle sollecitazioni agenti sugli elementi stessi (lette da combinazione di carico gravitazionale o da combinazione di carico sismica).



- Calcolo non lineare di pareti in cemento armato modellate con elementi di tipo Plate/Shell (modulo aggiuntivo *Plates*) in accordo con i modelli *Modified Compression Field Theory (MCFT)* per elementi solaio e *Disturbed Stress Field Model (DSFM)* per elementi parete (modelli sviluppati dal Prof. Frank Vecchio dell'Università di Toronto).
- Analisi per stages: possibilità di aggiornare i diagrammi Momento-Curvatura N/M1/M2 degli elementi Beam in base alle sollecitazioni ricavate dall'analisi non lineare al passo precedente.
- Interazione Sforzo Normale - Taglio - Momento: possibilità di aggiornare i diagrammi Momento - Curvatura N/M1/M2 degli elementi Beam in base alla resistenza a taglio e alla luce di taglio, introducendo l'eventuale degrado causato dalla crisi per taglio.
- Possibilità di effettuare analisi non lineari di strutture miste, nelle quali è possibile abbinare, mediante la tecnica del sub-modeling, le non linearità presenti in Straus7 (con approccio a rigidità tangente) con la formulazione a rigidità secante dei modelli smeared crack implementati per le pareti e i solai in c.a. (modulo aggiuntivo *Plates*).

- Calcolo automatico, per ciascuna delle due direzioni principali dell'edificio, delle seguenti distribuzioni di carico:

- o distribuzione corrispondente alla forma del modo fondamentale di vibrare nella direzione considerata (appartenente al Gruppo 1):

$$F_i = \frac{m_i \cdot \phi_{fond,i}}{\sum_{j=1}^N m_j \cdot \phi_{fond,j}} V_b$$

- o distribuzione corrispondente all'andamento delle forze calcolate in un'analisi dinamica lineare (appartenente al Gruppo 1), includendo nella direzione considerata il numero di modi stabilito dall'utente:

$$F_i = \sqrt{\sum_n \sum_m \rho_{n,m} \cdot F_{i,n} \cdot F_{i,m}}$$

dove

$$F_{ij} = \Gamma_j \cdot \phi_{i,j} \cdot M_i \cdot S_a(T_j, \xi)$$

$$\rho_{n,m} = \frac{8\xi^2 \beta_{i,j}^{3/2}}{(1 + \beta_{i,j}) \cdot [(1 - \beta_{i,j})^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{i,j}]}$$

essendo

i = indice nodo; j, n, m = indice modo di vibrare

$\xi$  = smorzamento viscoso dei modi di vibrare

$\beta_{ij} = T_j/T_i$  = rapporto tra l'inverso dei periodi di ciascuna coppia i-j di modi

- o distribuzione di forze nella quale sono considerati più modi di vibrare e calcolo del profilo di carico corrispondente alla forma modale equivalente (Valles, 1996) (appartenente al Gruppo 2):

$$F_i = \frac{m_i \cdot \phi_{eq,i}}{\sum_{j=1}^N m_j \cdot \phi_{eq,j}} V_b \quad \text{dove} \quad \phi_{eq,i} = \sqrt{\sum_{m=1}^N (\phi_i^m \cdot \Gamma_m)^2}$$

- o distribuzione uniforme, nella quale le forze sono proporzionali alle masse (appartenente al Gruppo 2):

$$F_i = \frac{m_i}{\sum_{j=1}^N m_j} V_b$$

- o distribuzione di forze adattiva (appartenente al Gruppo 2), continuamente aggiornata durante l'analisi, in maniera da riflettere il progressivo degrado di rigidità della struttura. Questa distribuzione considera il contributo di più modi di vibrare, aggiornati ad ogni step di carico (modulo aggiuntivo *Analisi Adattiva*):

$$F_i = \sqrt{\sum_n \sum_m \rho_{n,m} \cdot F_{i,n} \cdot F_{i,m}}$$

dove

$$F_{ij} = \Gamma_j \cdot \phi_{i,j} \cdot M_i \cdot S_a(T_j, \xi)$$

$$\rho_{n,m} = \frac{8\xi^2 \beta_{i,j}^{3/2}}{(1 + \beta_{i,j}) \cdot [(1 - \beta_{i,j})^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{i,j}]}$$

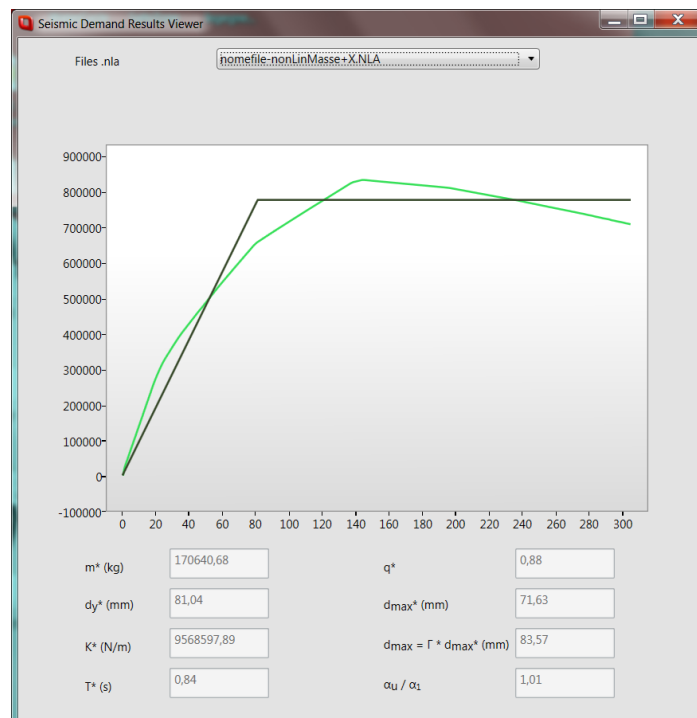
essendo

i = indice nodo; j, n, m = indice modo di vibrare

$\xi$  = smorzamento viscoso dei modi di vibrare

$\beta_{i,j} = T_j/T_i$  = rapporto tra l'inverso dei periodi di ciascuna coppia i-j di modi

- o distribuzione di forze adattiva (appartenente al Gruppo 2), continuamente aggiornata durante l'analisi, in equilibrio con la distribuzione dei tagli di piano calcolata combinando le risposte modali di un'analisi sismica con spettro di risposta dell'edificio (modulo aggiuntivo *Analisi Adattiva*)
- Elaborazione della curva di capacità dell'edificio per ciascun profilo di carico sopra considerato e calcolo della domanda sismica (tramite metodo N2 per analisi non adattiva e metodo di Casarotti e Pinho [2007] per analisi adattiva), riconducendo l'edificio ad un oscillatore elementare elastoplastico equivalente. Metodo di bilinearizzazione della curva di capacità scelto dall'utente tra una delle seguenti opzioni:
  - o bilineare equivalente passante per il punto massimo della curva di capacità
  - o bilineare equivalente secante, con ordinata pari al 70% di quella del punto massimo della curva di capacità
  - o bilineare equivalente calcolata secondo quanto stabilito dalla Circ. esplicativa NTC 2008 n° 617 del 02/02/2009



- Verifiche degli elementi Beam (travi e pareti) agli stati limite di danno limitato (DL), danno severo (DS) e collasso (CO), in termini di rotazione rispetto alla corda, tramite una delle seguenti relazioni a scelta dell'utente:

- o formula analitica:

$$\theta_u = \frac{1}{\gamma_{el}} \left( \theta_y + (\phi_u - \phi_y) L_{pl} \left( 1 - \frac{0,5L_{pl}}{L_v} \right) \right)$$

- o formula sperimentale:

$$\theta_u = \frac{1}{\gamma_{el}} 0,016 \cdot (0,3)^{\nu} \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,225} \left( \frac{L_v}{h} \right)^{0,35} 25^{\left( \alpha_{\rho_{xx}} \frac{f_{yw}}{f_c} \right)} (1,25^{100\rho_d})$$

- Verifiche di resistenza a taglio degli elementi Beam (travi e pareti). I modelli per le verifiche a taglio disponibili sono:

- o per edifici nuovi il modello a traliccio con inclinazione variabile
- o per edifici esistenti il modello di Biskinis dell'Eurocodice 8, parte 3 e una formulazione additiva con puntoni del traliccio inclinati a 45°, e con un contributo del conglomerato al massimo pari a quello relativo agli elementi senza armature trasversali resistenti a taglio (come da circolare n. 617 del 02/02/2009)

- Verifiche di resistenza a taglio dei nodi trave/pilastro:

- o Verifica dei nodi non staffati di edifici esistenti in accordo alle seguenti relazioni: per la resistenza a trazione diagonale:

$$\sigma_{nt} = \left| \frac{N}{2A_g} - \sqrt{\left( \frac{N}{2A_g} \right)^2 + \left( \frac{V_n}{A_g} \right)^2} \right| \leq 0,3\sqrt{f_c}$$

per la resistenza a compressione diagonale:

$$\sigma_{nc} = \frac{N}{2A_g} + \sqrt{\left( \frac{N}{2A_g} \right)^2 + \left( \frac{V_n}{A_g} \right)^2} \leq 0,5f_c$$

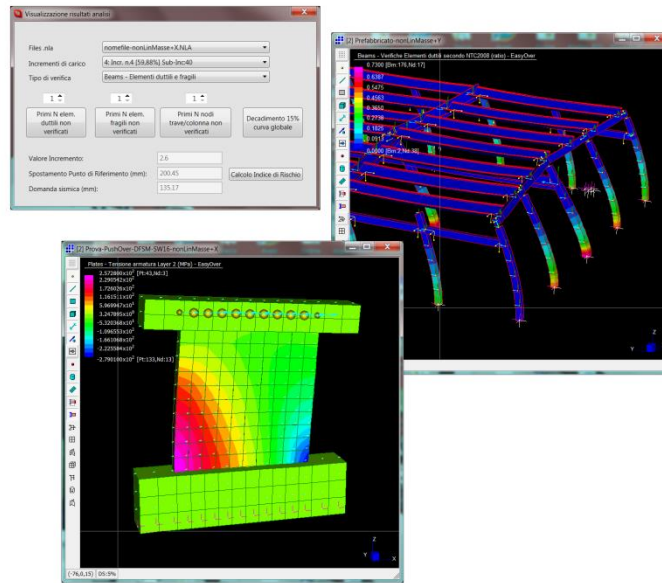
- o Verifica dei nodi staffati in accordo alle seguenti relazioni: per la resistenza a trazione diagonale:

$$V_{jbRtd} = \frac{A_{sh} \cdot f_y}{b_j \cdot h_{jw}} + f_{ctd} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + \nu_d \cdot f_{cd}} = V_{jbStd}$$

per la resistenza a compressione diagonale:

$$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{\nu_d}{\eta}} = V_{jbRcd}$$

- Normative di riferimento per le verifiche: NTC2008, NTC2018 ed EC8.
- Interfaccia grafica per la consultazione dei diagrammi Momento-Curvatura elaborati.
- Visualizzazione tramite mappe a contour delle verifiche eseguite sugli elementi Beam e dello stato tensionale e fessurativo degli elementi Plates (modulo aggiuntivo Plates).



- Valutazione dell'indice di rischio sismico e del tempo di ritorno dell'azione sismica che porta la struttura allo stato limite di riferimento (DL, DS o CO).
- Elaborazione della relazione di calcolo in formato Word (.docx).
- Possibilità di aggiornare il modello dopo modifiche effettuate su Straus7.
- Guida utente.



**EasyOver** è al sito [www.hsh.info/easyover.htm](http://www.hsh.info/easyover.htm)

*Prerequisiti hardware e software*

- Licenza base **Straus7** e modulo **API**
- Sistema operativo: Windows Vista, Windows 7 o Windows 10
- Risoluzione minima: 1280x960
- Hardware minimo: Pentium 4, con almeno 4 GB di RAM

*Concezione, sviluppo, formazione e supporto tecnico*

**Di Sciascio srl**

Via G. Carducci, 105

63074 San Benedetto del Tronto (AP)

Tel./Fax +390735594521

E-mail: [studiodisciascio@gmail.com](mailto:studiodisciascio@gmail.com)

Website: [www.disciasciosrl.com](http://www.disciasciosrl.com)

*Per informazioni commerciali*

**HSH srl**

Via N. Tommaseo, 13

35131 Padova

Tel. +39049663888

Fax: +390498758747

E-mail: [hsh@iperv.it](mailto:hsh@iperv.it)

Website: [www.hsh.info](http://www.hsh.info)

Tutti i diritti sono riservati.