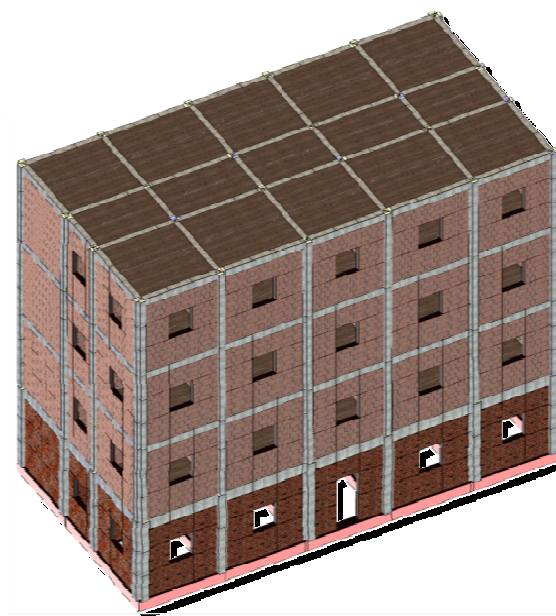


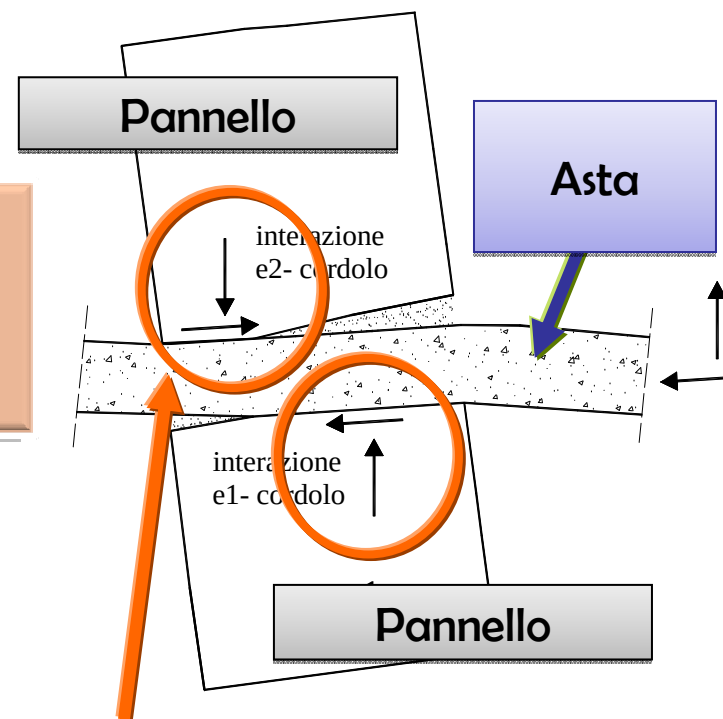
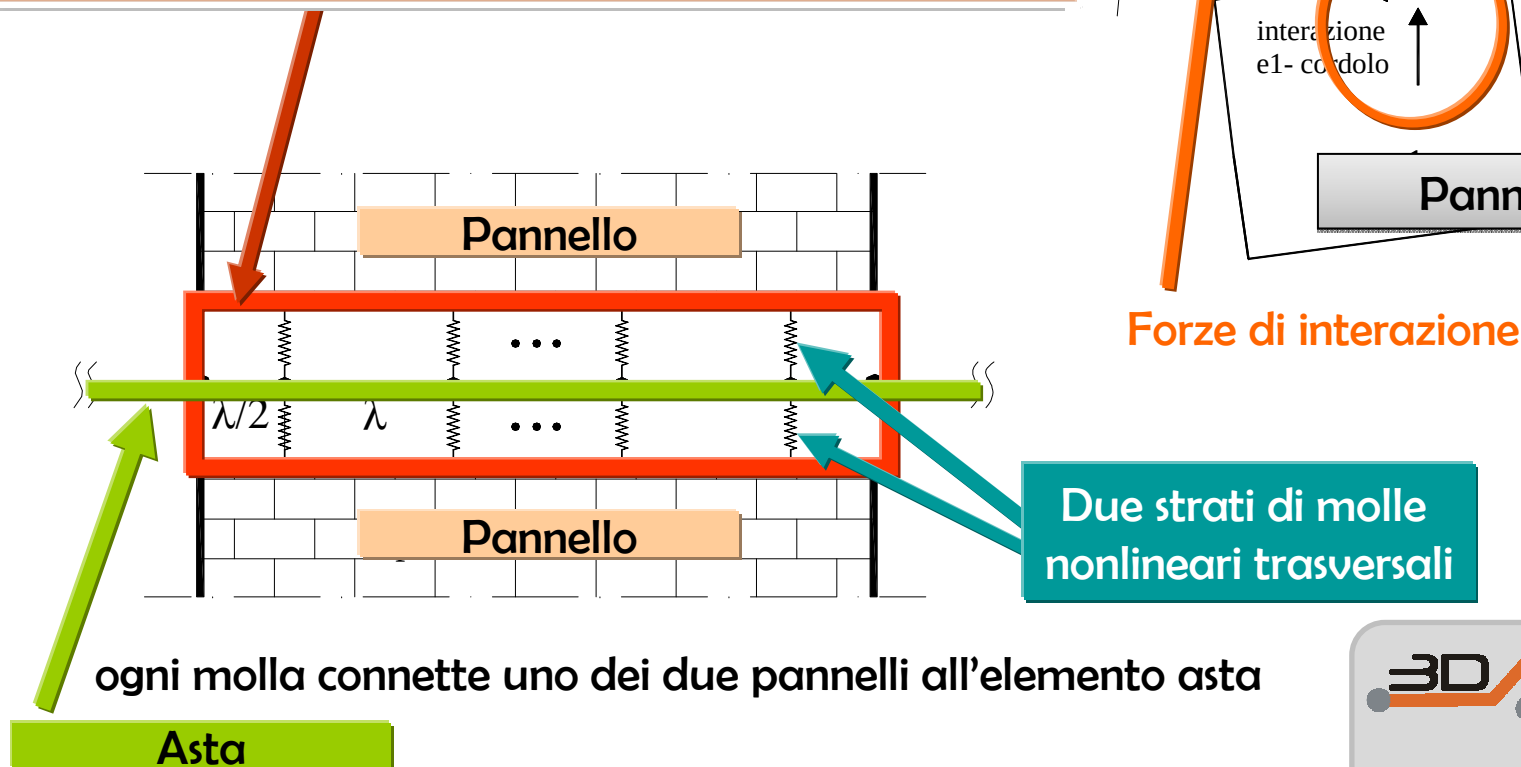
Strutture miste Muratura - Calcestruzzo Armato



Il macro-elemento per lo studio del comportamento nel piano

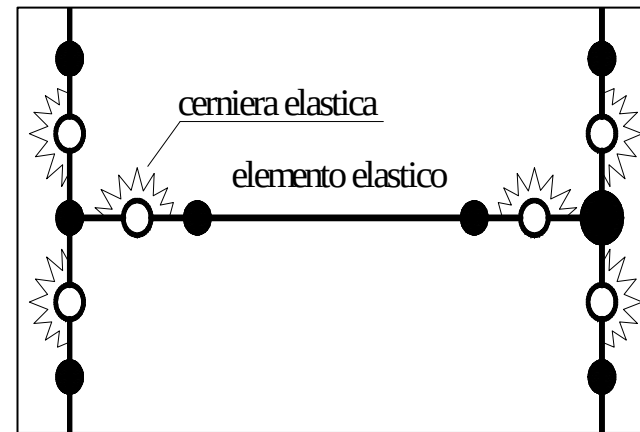
**Edifici a struttura mista
muratura – calcestruzzo armato**

Interfaccia nonlineare “interagente”
è una evoluzione dell'interfaccia che consente di
tenere conto dell'interazione tra i macro-elementi e
l'elemento asta

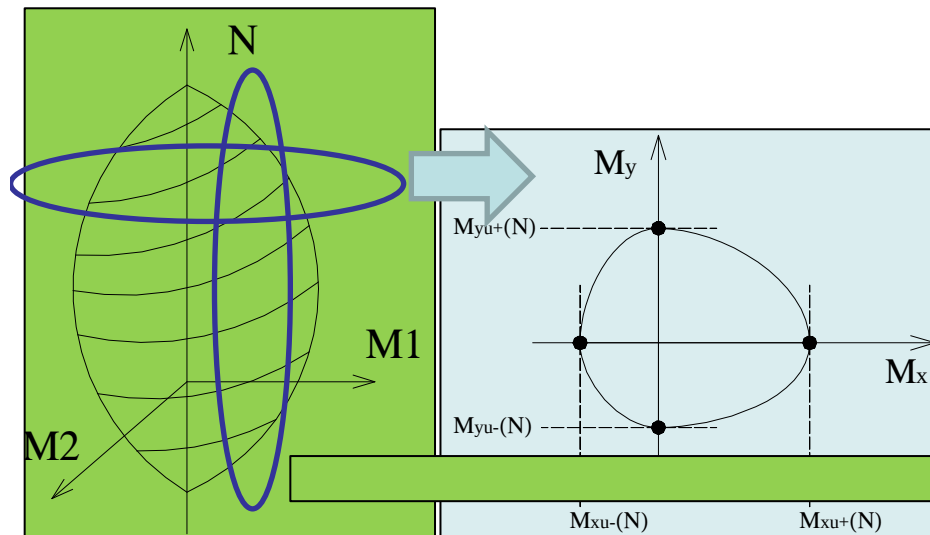
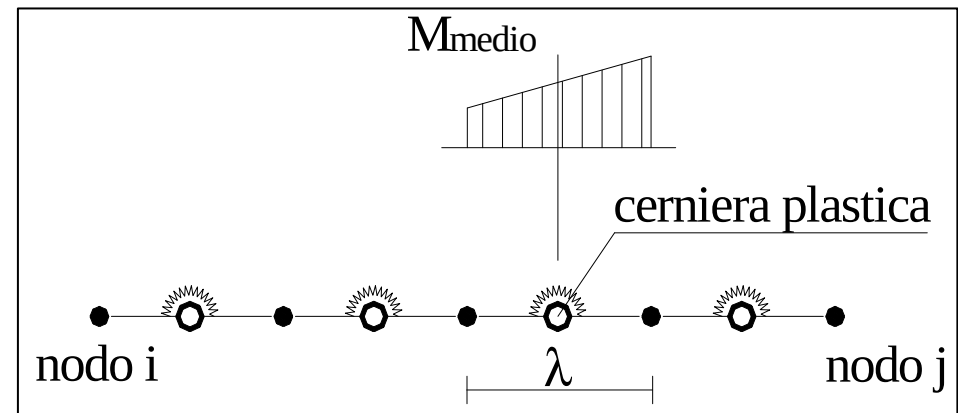


Flessione plastica in 3DMacro

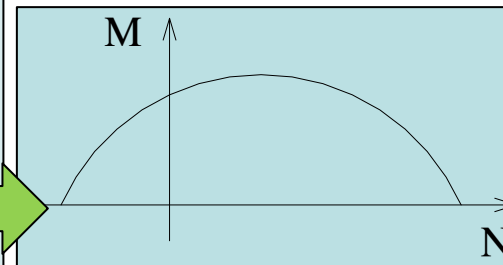
**Modello a plasticità concentrata:
cerniere plastiche**



**Modellazione frame in 3DMacro
Le sezioni critiche sono distribuite
lungo tutto il frame**

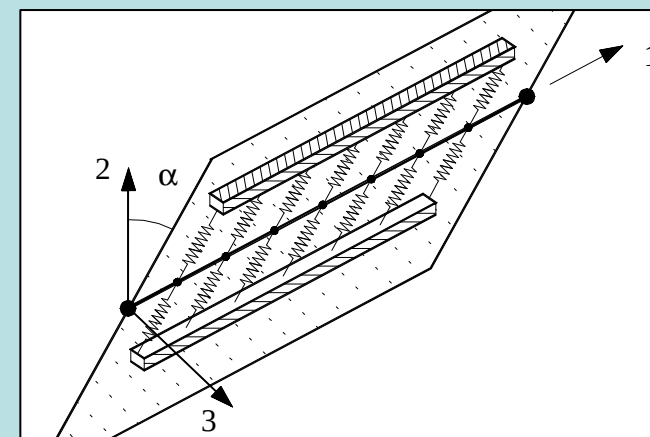
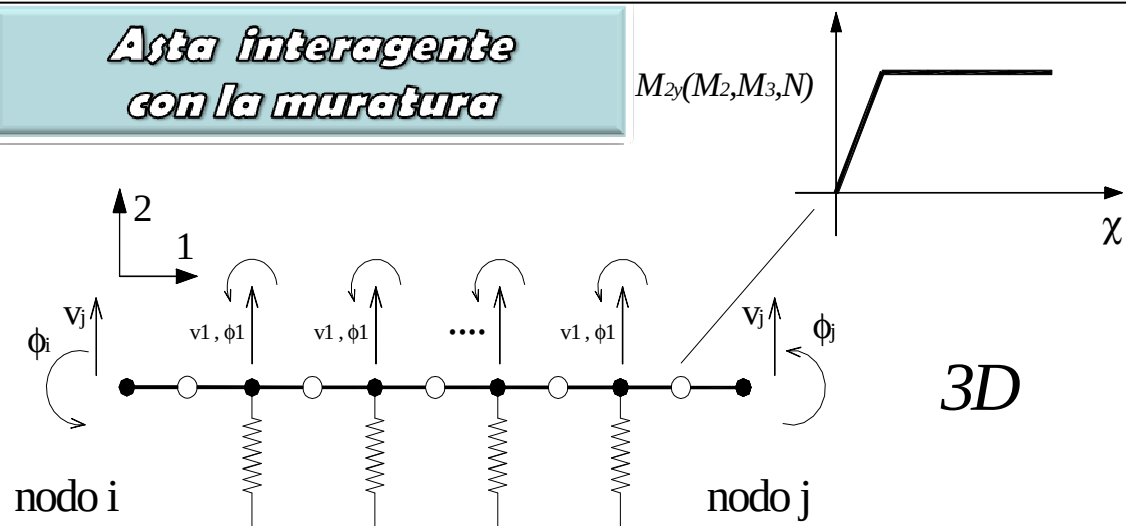


Dominio di snervamento

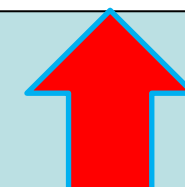
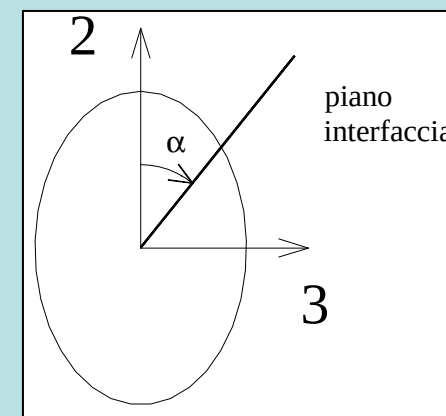
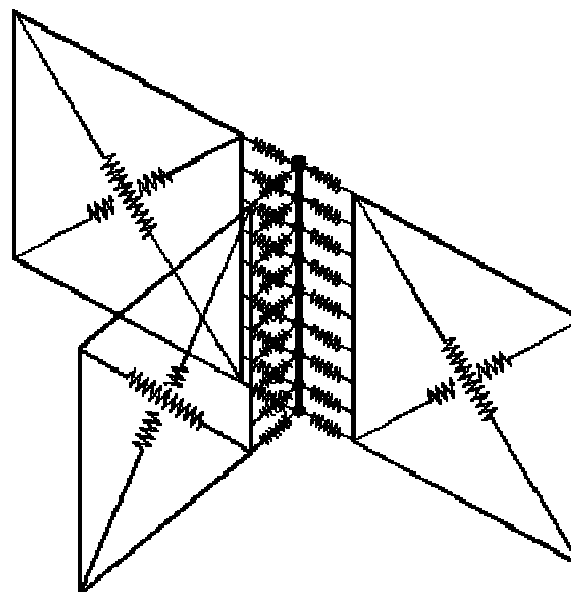
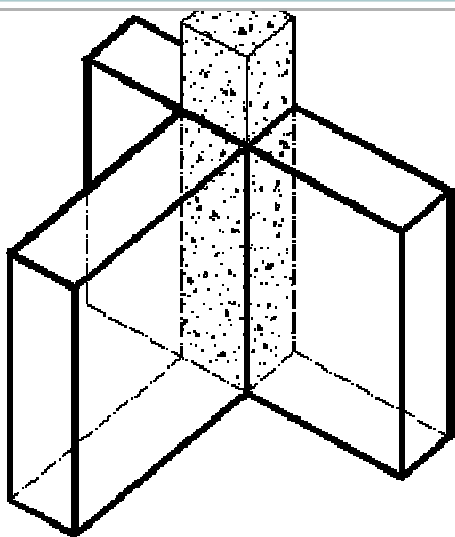


Flessione plastica in 3DMacro

Asta interagente con la muratura

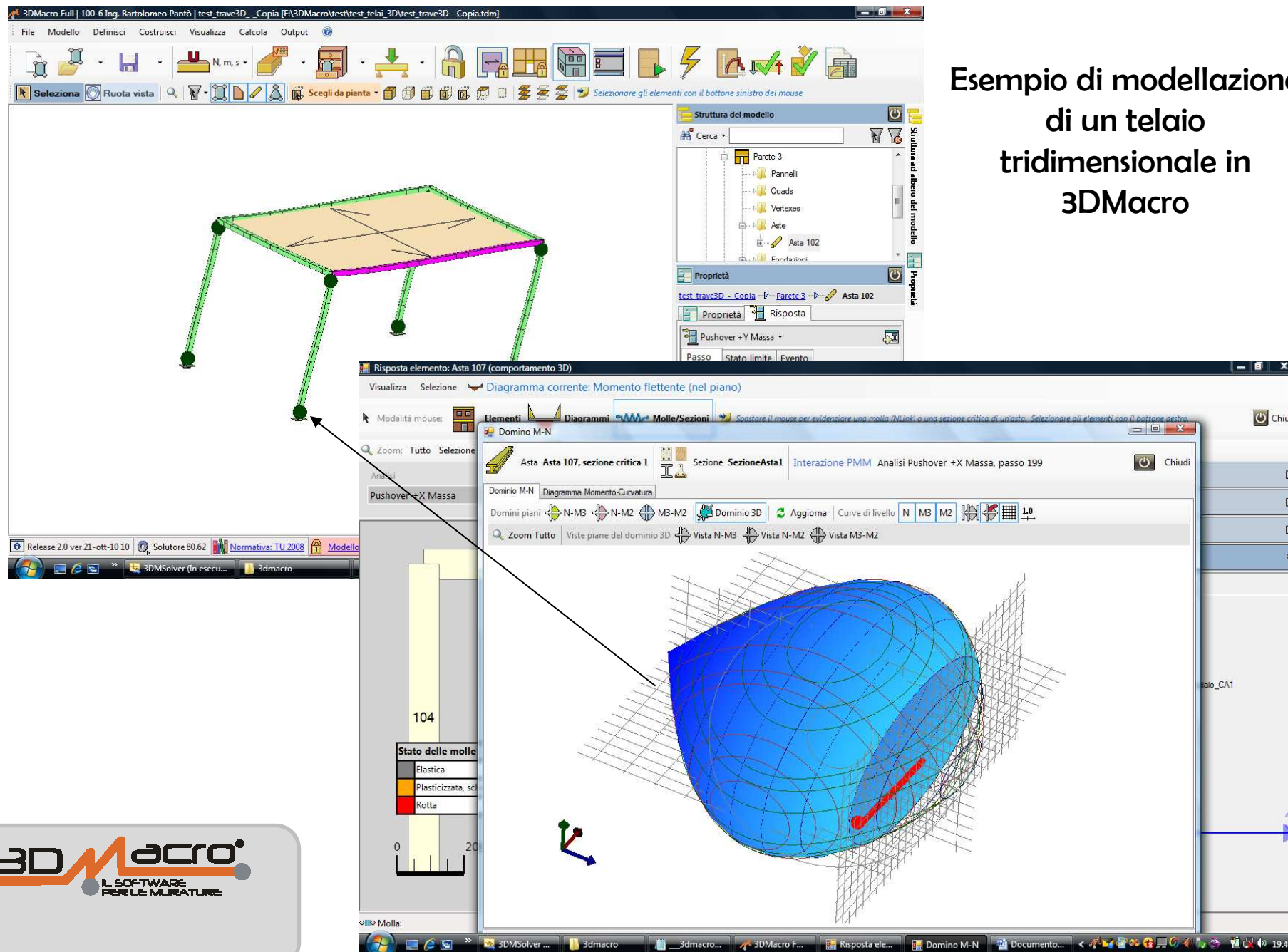


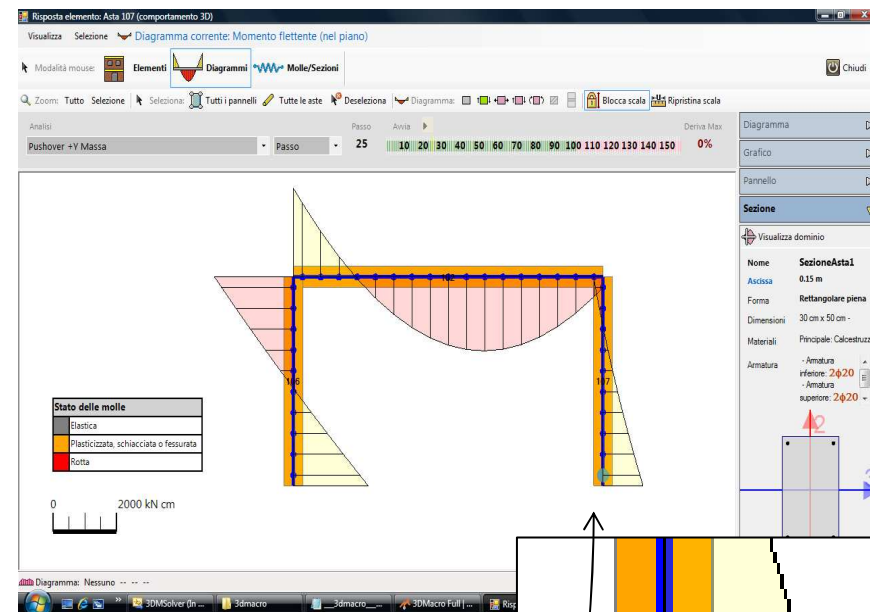
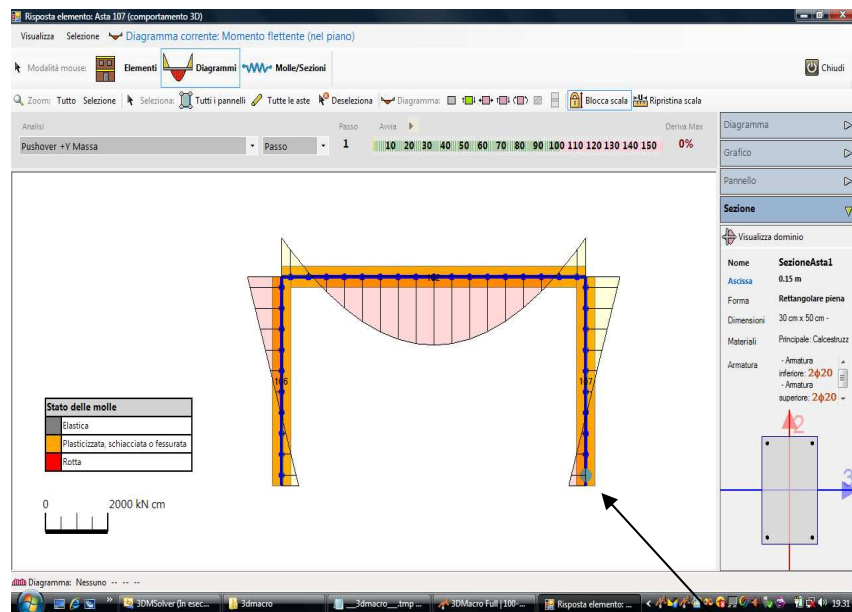
Asta d'angolo



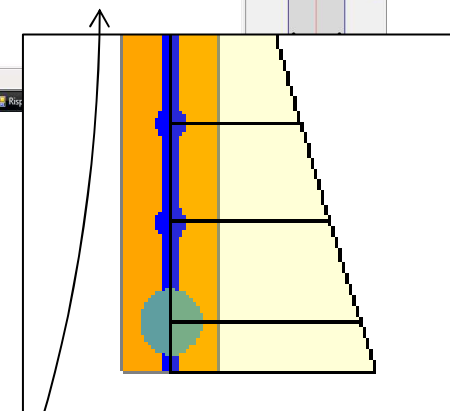
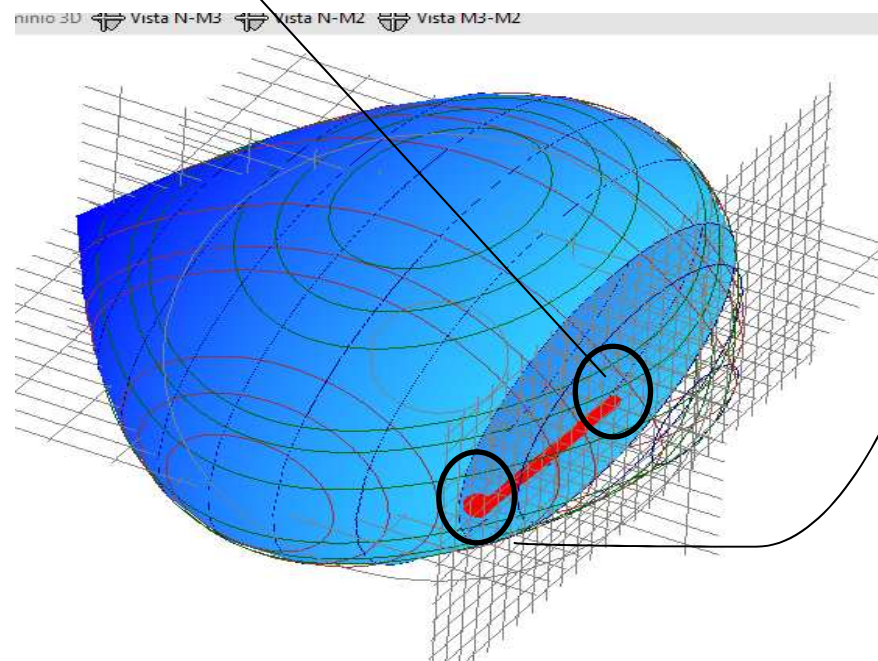
3DMacro
IL SOFTWARE PER LE MURATURE

Esempio di modellazione di un telaio tridimensionale in 3DMacro

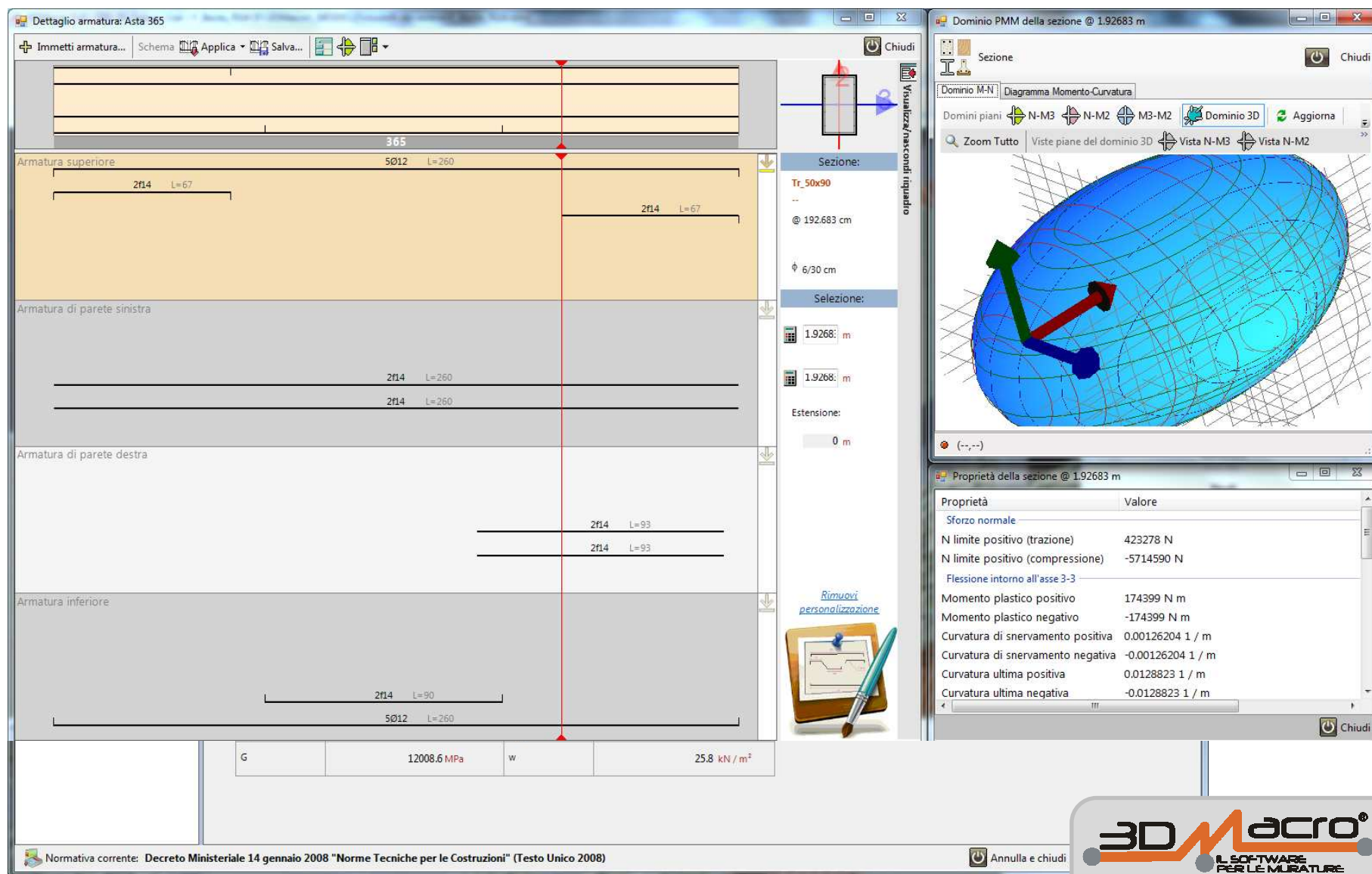




Quando lo stato
tensionale di un
elemento raggiunge
la frontiera del
dominio cominciano a
svilupparsi
deformazioni
plastiche ossia
“danneggiamento”



L'armatura longitudinale e a taglio può essere personalizzata lungo tutto lo sviluppo dell'elemento



Dettaglio armatura: Asta 365

Immetti armatura... Schema Applica Salva...

Armatura superiore: 5Ø12 L=260

Armatura di parete sinistra: 2f14 L=260

Armatura di parete destra: 2f14 L=93

Armatura inferiore: 5Ø12 L=260

Sezione: Tr_50x90 @ 192.683 cm

Selezione: 1.9268 m

Estensione: 0 m

Proprietà della sezione @ 1.92683 m

Proprietà	Valore
Sforzo normale	
N limite positivo (trazione)	423278 N
N limite positivo (compressione)	-5714590 N
Flessione intorno all'asse 3-3	
Momento plastico positivo	174399 N m
Momento plastico negativo	-174399 N m
Curvatura di snervamento positiva	0.00126204 1 / m
Curvatura di snervamento negativa	-0.00126204 1 / m
Curvatura ultima positiva	0.0128823 1 / m
Curvatura ultima negativa	-0.0128823 1 / m

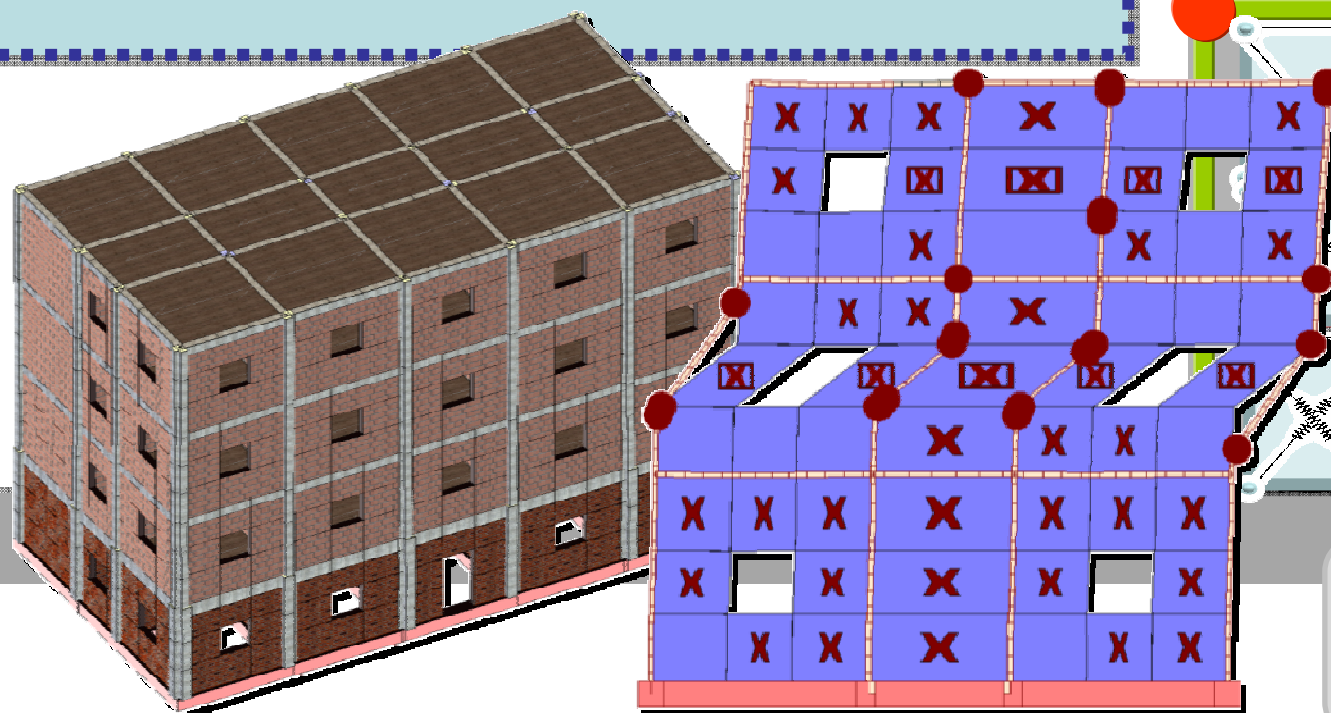
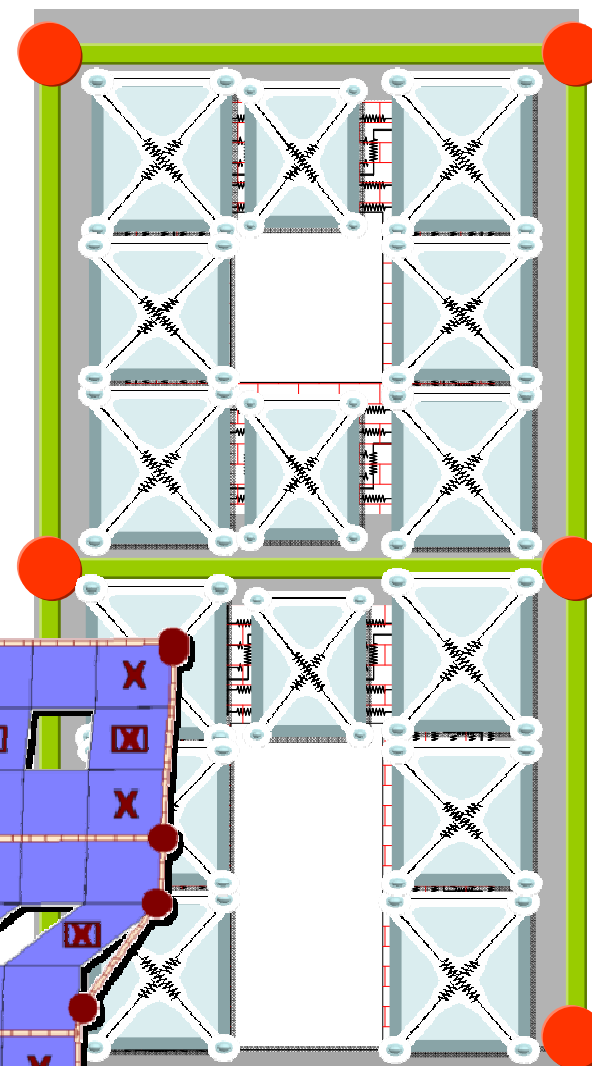
Normativa corrente: Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (Testo Unico 2008)

3D Macro® IL SOFTWARE PER LE MURATURE

Modellazione di edifici a struttura mista muratura – c.a.

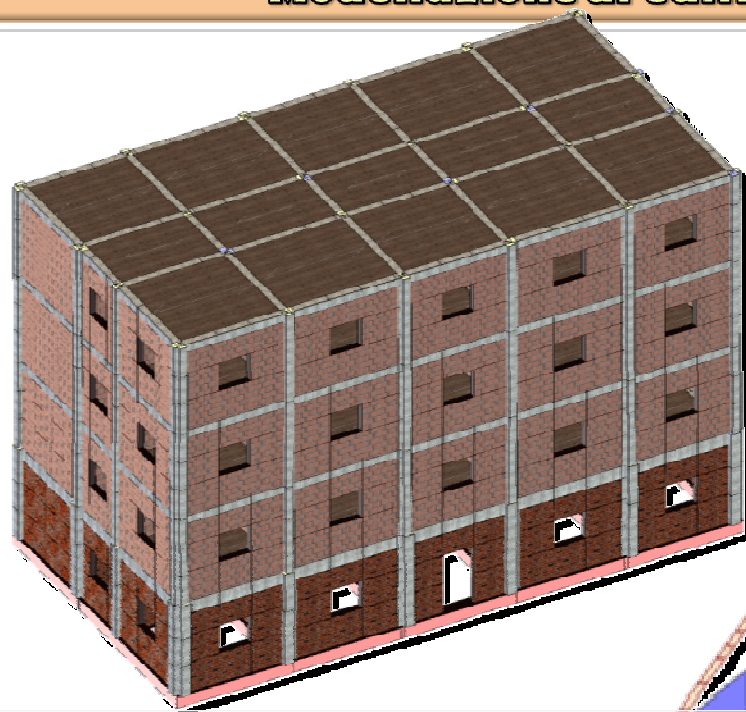
Gli elementi in calcestruzzo armato
vengono modellati con
elementi asta a plasticità concentrata

Tali elementi **interagiscono** con i macro-elementi
mediante **interfacce nonlineari**



3D Macro[®]
IL SOFTWARE
PER LE MURATURE

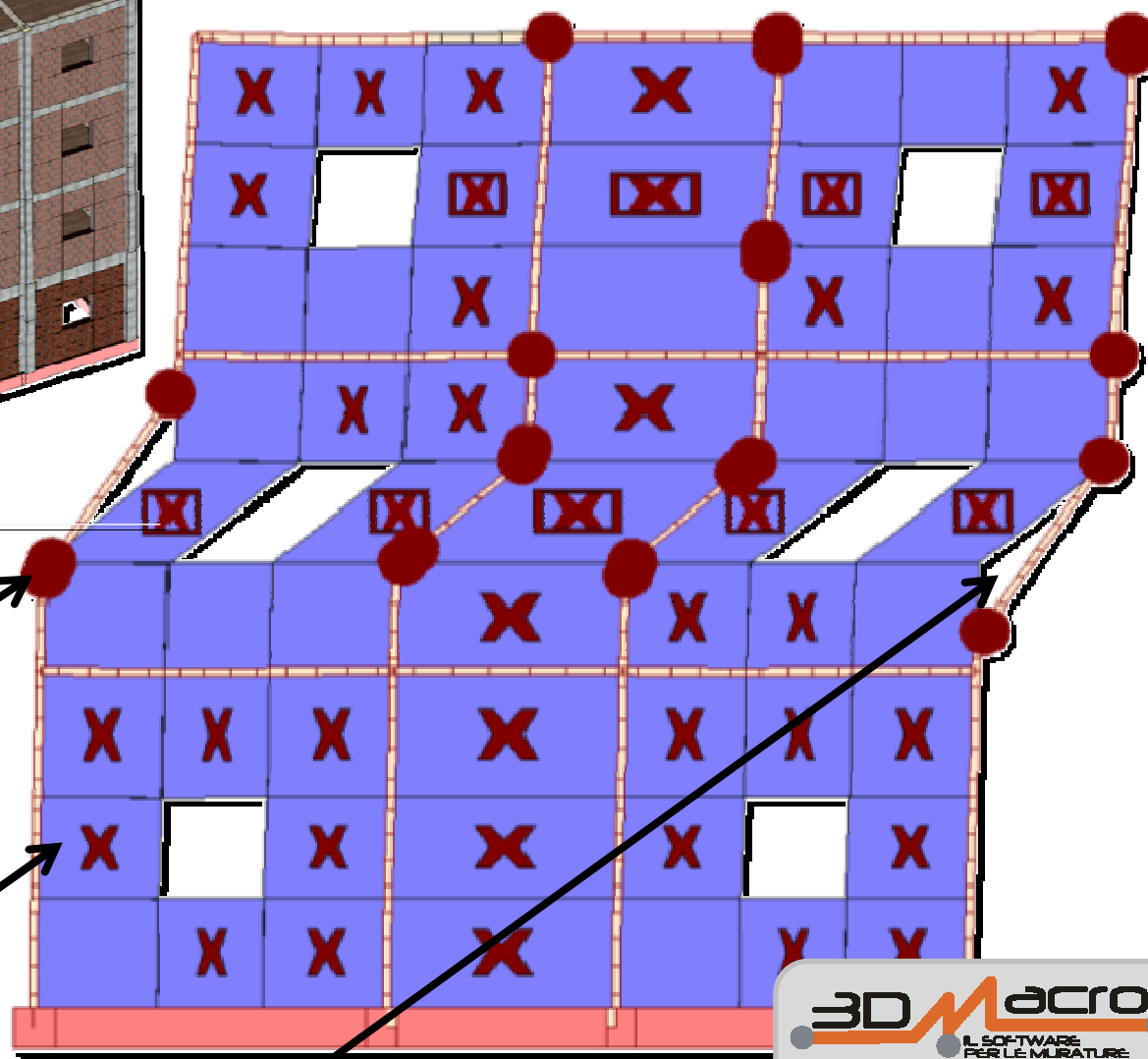
Modellazione di edifici a struttura mista muratura – c.a.



Apertura di
cerniere plastiche
nelle aste

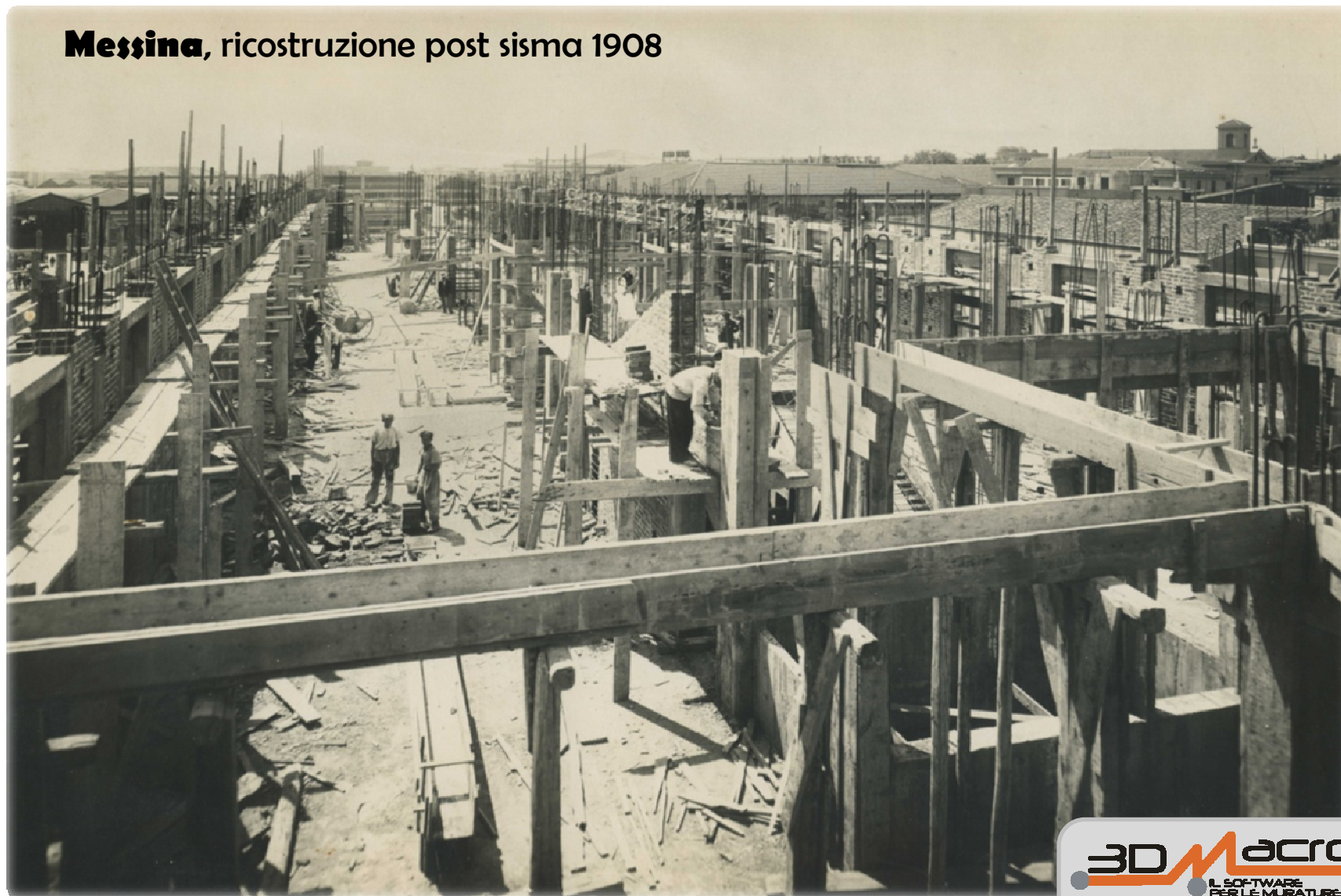
Fessurazione a
taglio della
muratura

Distacco tra elementi in c.a. e murature



Modellazione di edifici a struttura mista muratura – c.a.

Messina, ricostruzione post sisma 1908



Modellazione di edifici a struttura mista muratura – c.a.

Messina

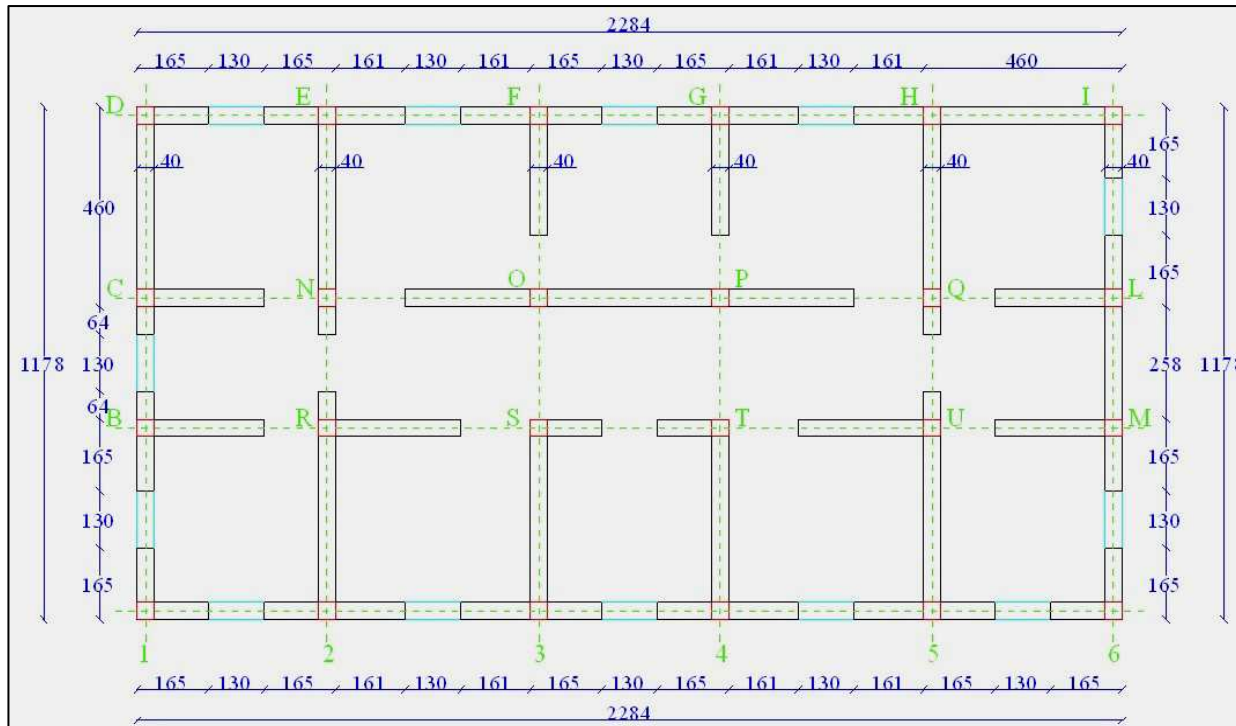


Il caso di studio

La procedura proposta è stata utilizzata per la stima della resistenza sismica di un **sistema strutturale misto muratura-cemento armato**, individuato come caso di studio, rappresentativo di un'ampia classe di edifici bassi per civile abitazione costruiti nelle città di **Messina** e **Reggio Calabria** subito dopo il **terremoto del 1908**



Il caso di studio



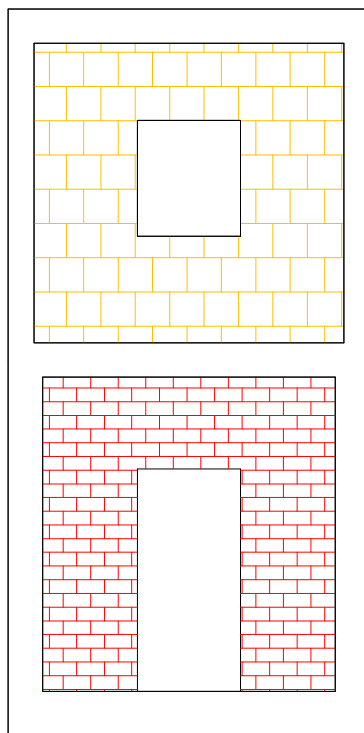
Due elevazioni (quote solai: 4.12 m e 8.02 m)
Pianta rettangolare (dimensioni: 22.84 m x 11.78 m)

*La tipologia strutturale è quella tipica degli edifici in struttura mista **muratura-calcestruzzo armato** (muratura intelaiata) prevista dalle norme sismiche emanate dopo il terremoto di Messina e Reggio Calabria del 1908*

I modelli considerati nelle analisi

Sono stati considerati due modelli:

- un modello in cui è stata considerata una muratura di **mattoni pieni** al piano terra e di **mattoni forati** al piano primo (**modello PF**)
- un modello in cui è stata considerata in entrambe le elevazioni una muratura di **mattoni pieni** (**modello PP**)



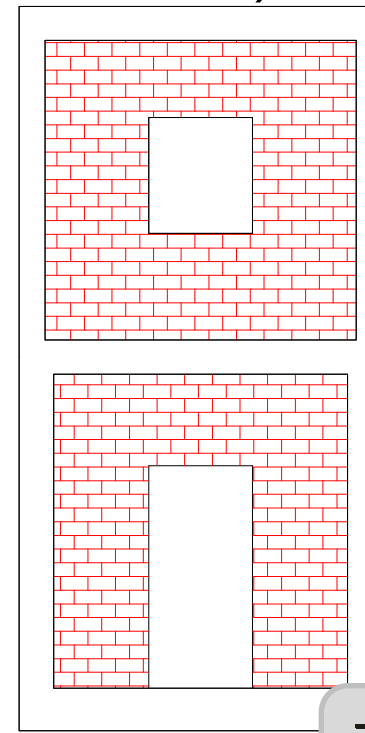
Modello PF

**Mattoni
forati**

**Mattoni
pieni**

**Mattoni
pieni**

**Mattoni
pieni**



Modello PP

Proprietà meccaniche dei materiali

La **muratura** è stata modellata mediante un legame **elasto-perfettamente plastico a flessione ed elasto-plastico con snervamento alla Coulomb a taglio**.

In entrambi i casi vengono previsti dei limiti nelle deformazioni.

Viene inoltre considerato un legame **elastico - perfettamente plastico** per le **barre di armatura** e un legame **elasto-plastico** con limitata resistenza a trazione e limite nelle deformazioni a compressione per il **calcestruzzo**.

MURATURA

TIPOLOGIA MURATURA in laterizio	MODULO DI ELASTICITA' NORMALE E MPa	MODULO DI ELASTICITA' TANGENZIALE G MPa	RESISTENZA A COMP. σ_c MPa	RESISTENZA A TR. σ_t MPa	RESISTENZA A TAGLIO σ_o MPa	SCORRIMENTO ULTIMO g_u	DENSITA' DI MASSA kg/m ³
M. Pieni	2 000	350	3	0.2	0.15	0.006	1 800
M. Forati	900	150	1.5	0.05	0.05	0.003	810

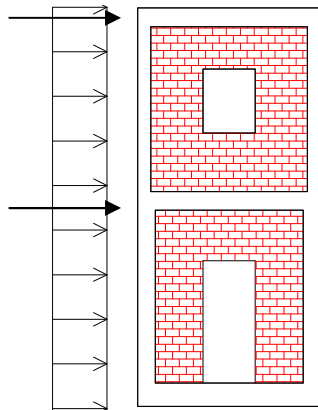
CALCESTRUZZO ARMATO

MODULO DI ELASTICITA' NORMALE E MPa	RESISTENZA CARATTERISTICA R_{ck} MPa	DEFORMAZIONE ULTIMA CALCESTRUZZO ϵ_{cu}	RESISTENZA ACCIAIO f_y MPa	DEFORMAZIONE ULTIMA ACCIAIO ϵ_{yu}
20 000	12	0.003	240	0.01

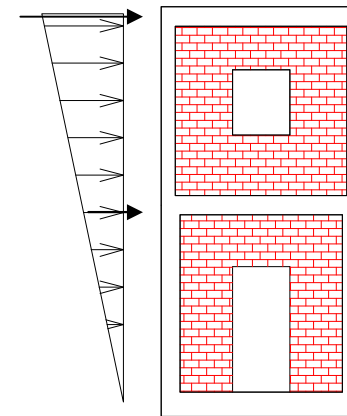
Analisi

Per ciascun modello, sono state considerate due diverse distribuzioni di forze:

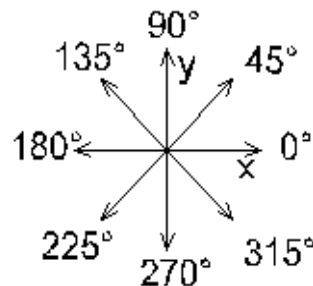
proporzionale alla massa



pseudo-triangolare inversa

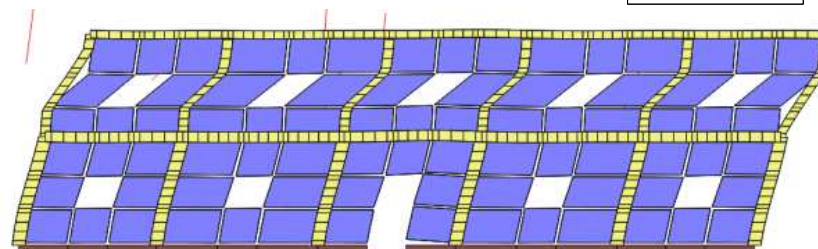
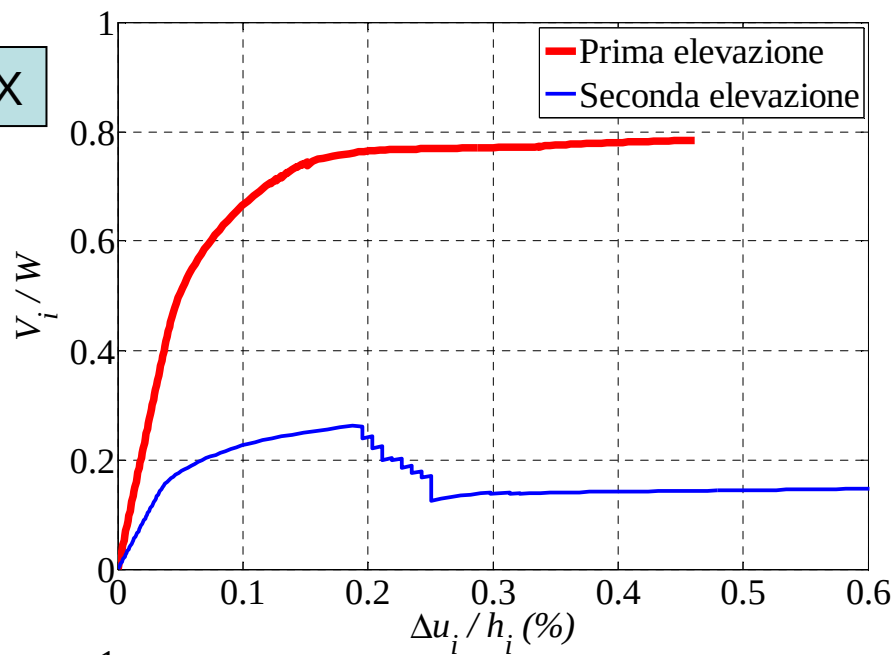


-Sono state condotte analisi sia lungo le direzioni principali dell'edificio (X e Y), sia lungo le direzioni inclinate a 45° , in entrambi i versi.

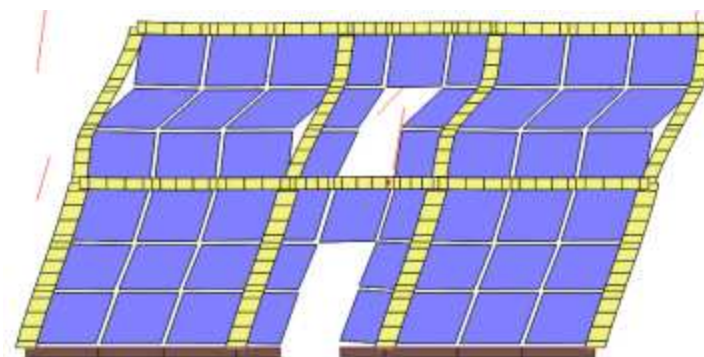
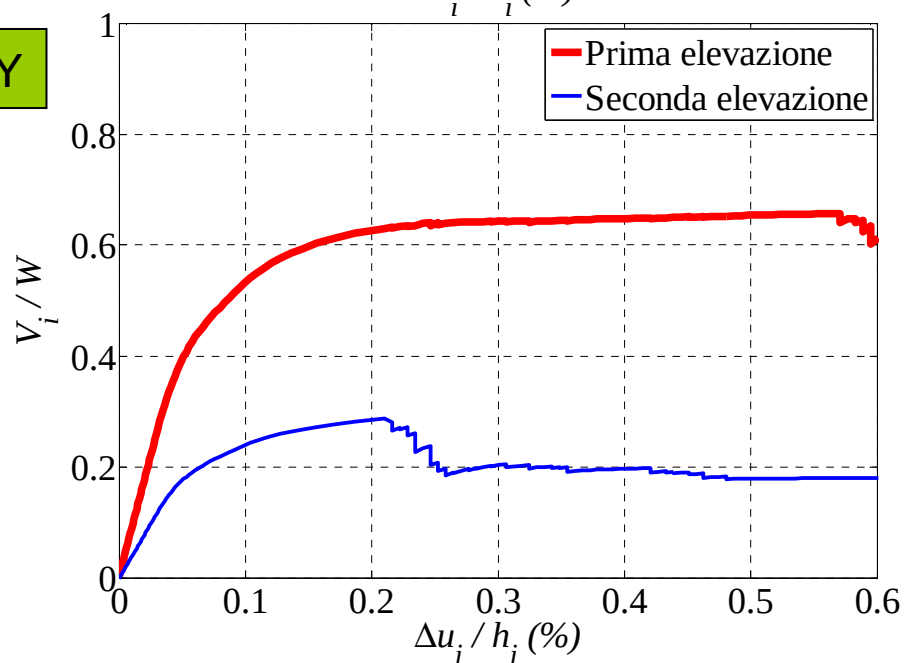


Modello PieniForati Distribuzione proporzionale alla massa

Dir. X

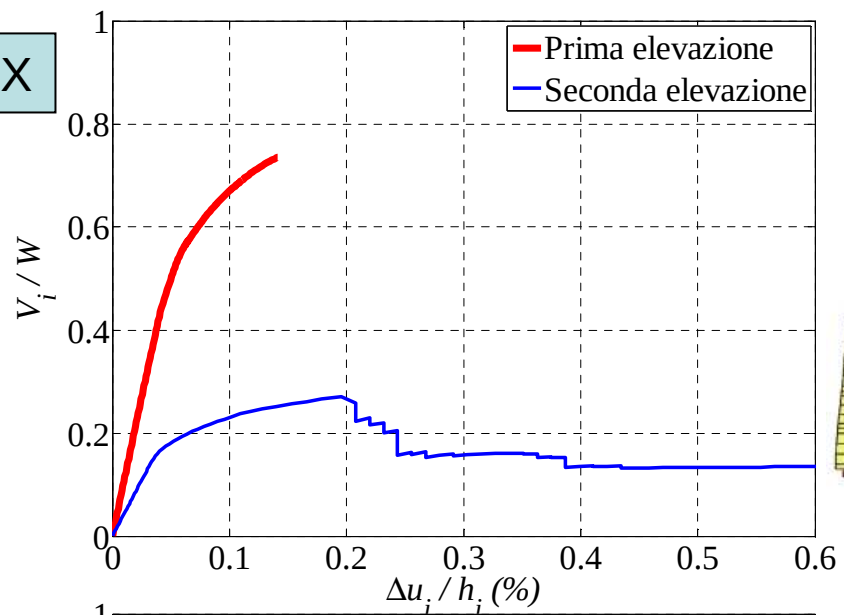


Dir. Y

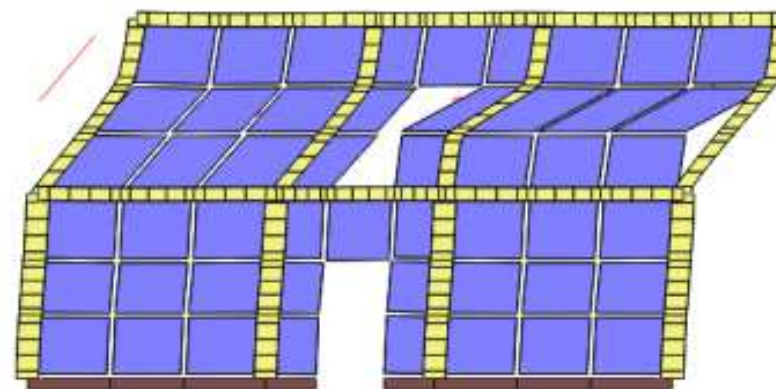
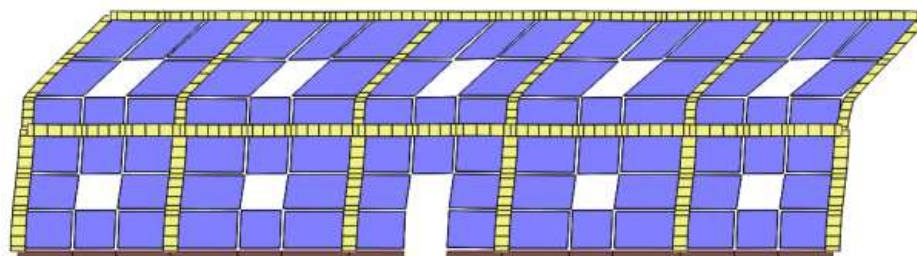
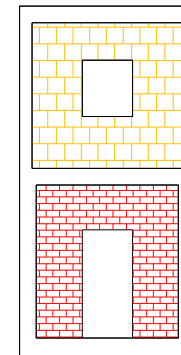
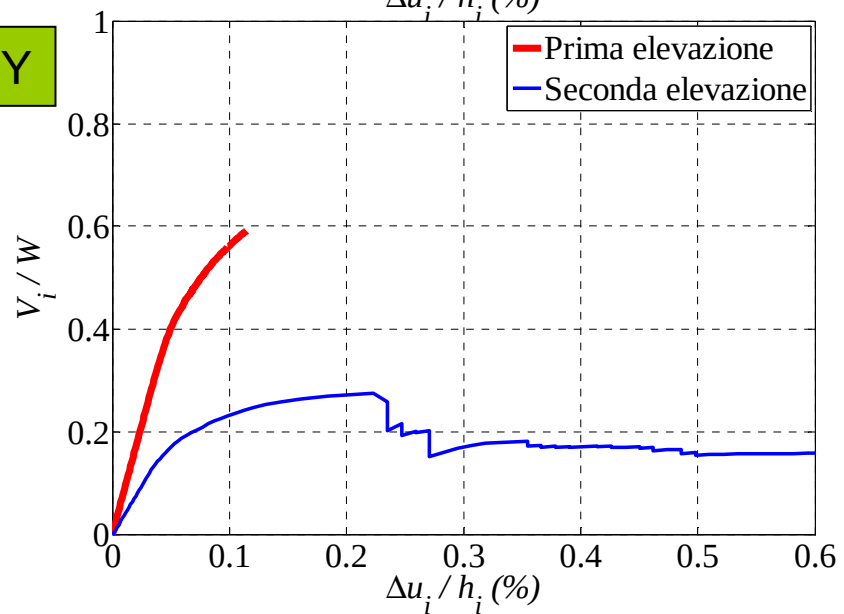


Modello PieniForati Distribuzione "triangolare inversa"

Dir. X

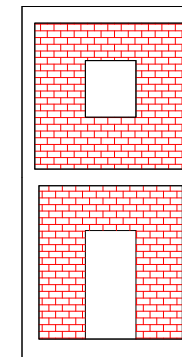
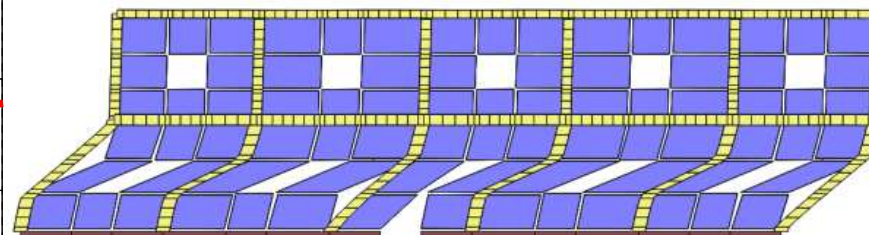
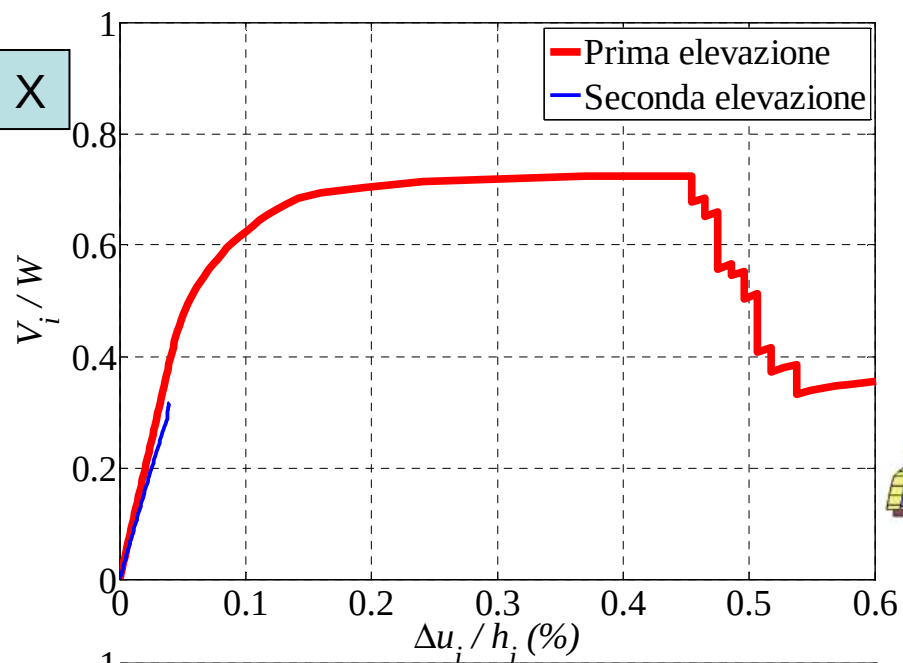


Dir. Y

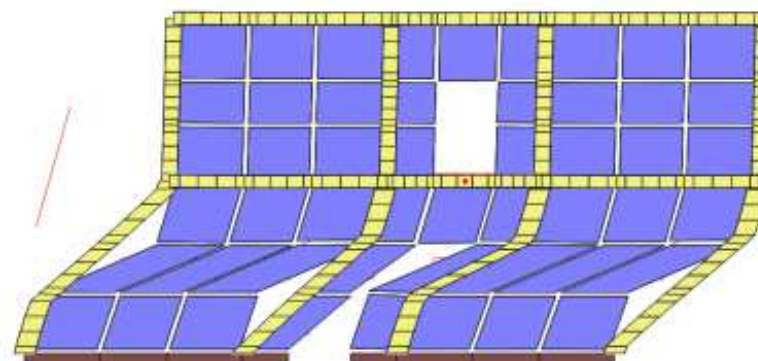
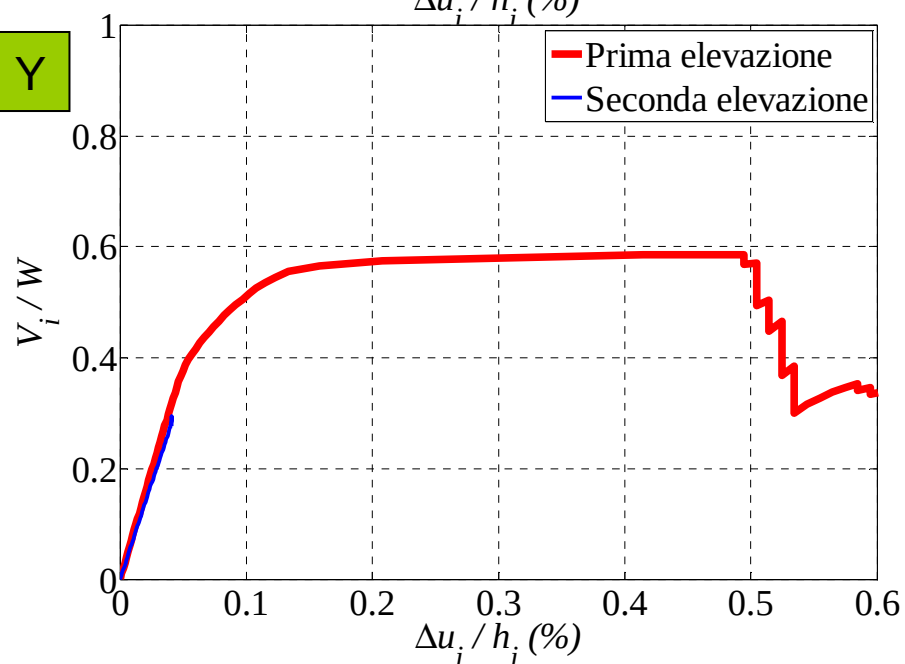


Modello PieniPieni *Distribuzione proporzionale alla massa*

Dir. X

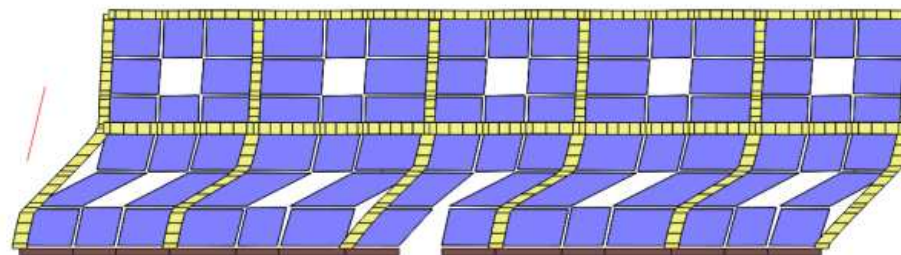
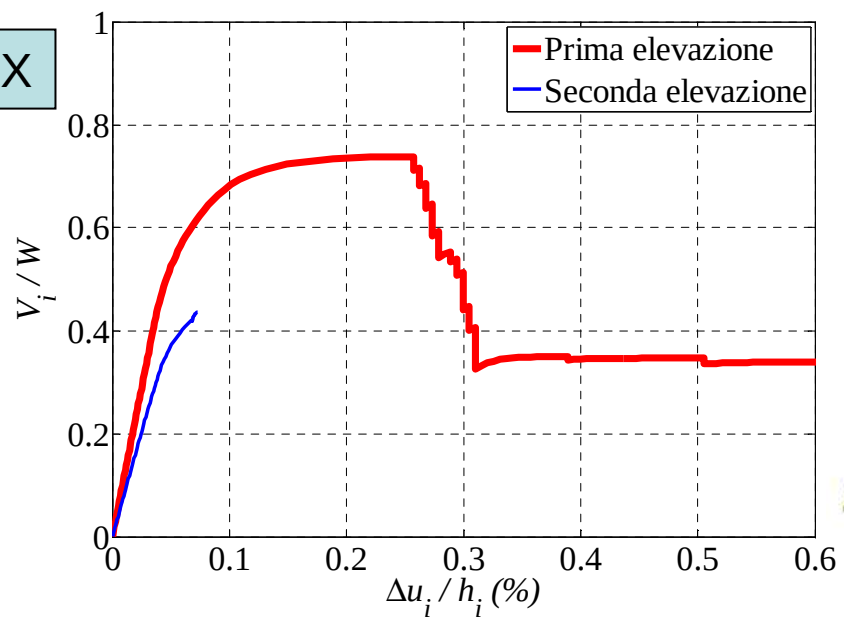


Dir. Y

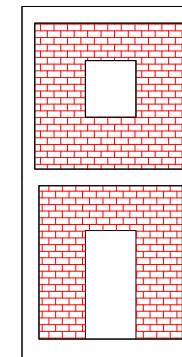
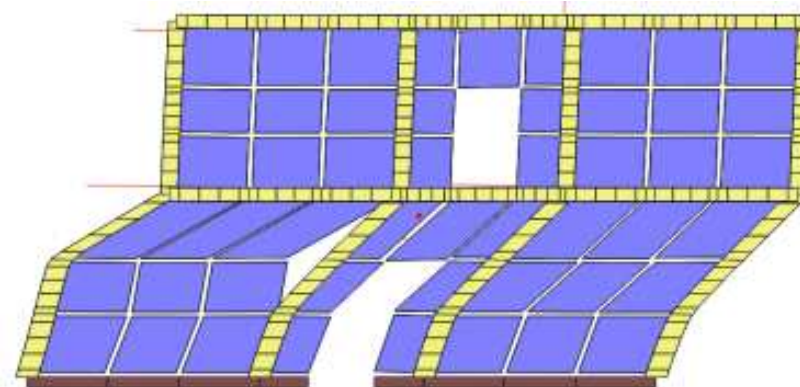
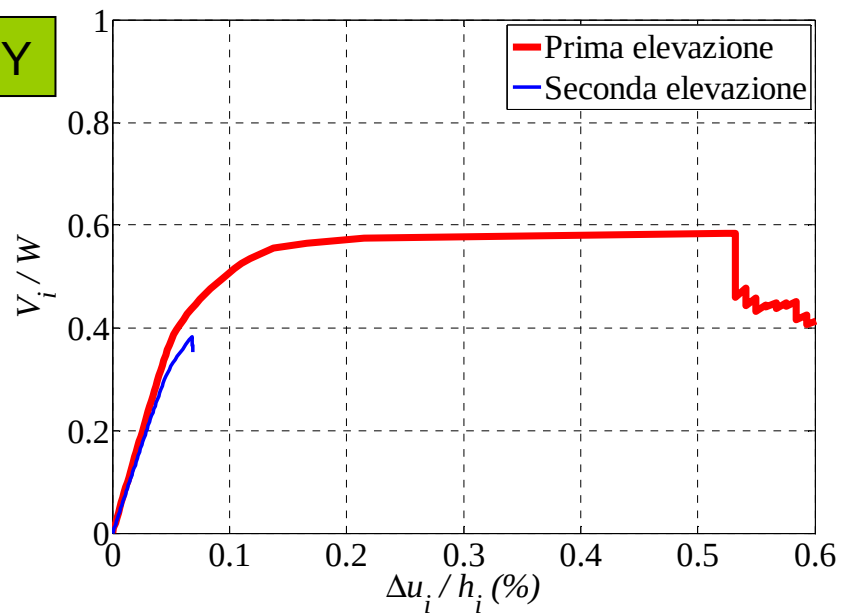


Modello PieniPieni Distribuzione "triangolare inversa"

Dir. X

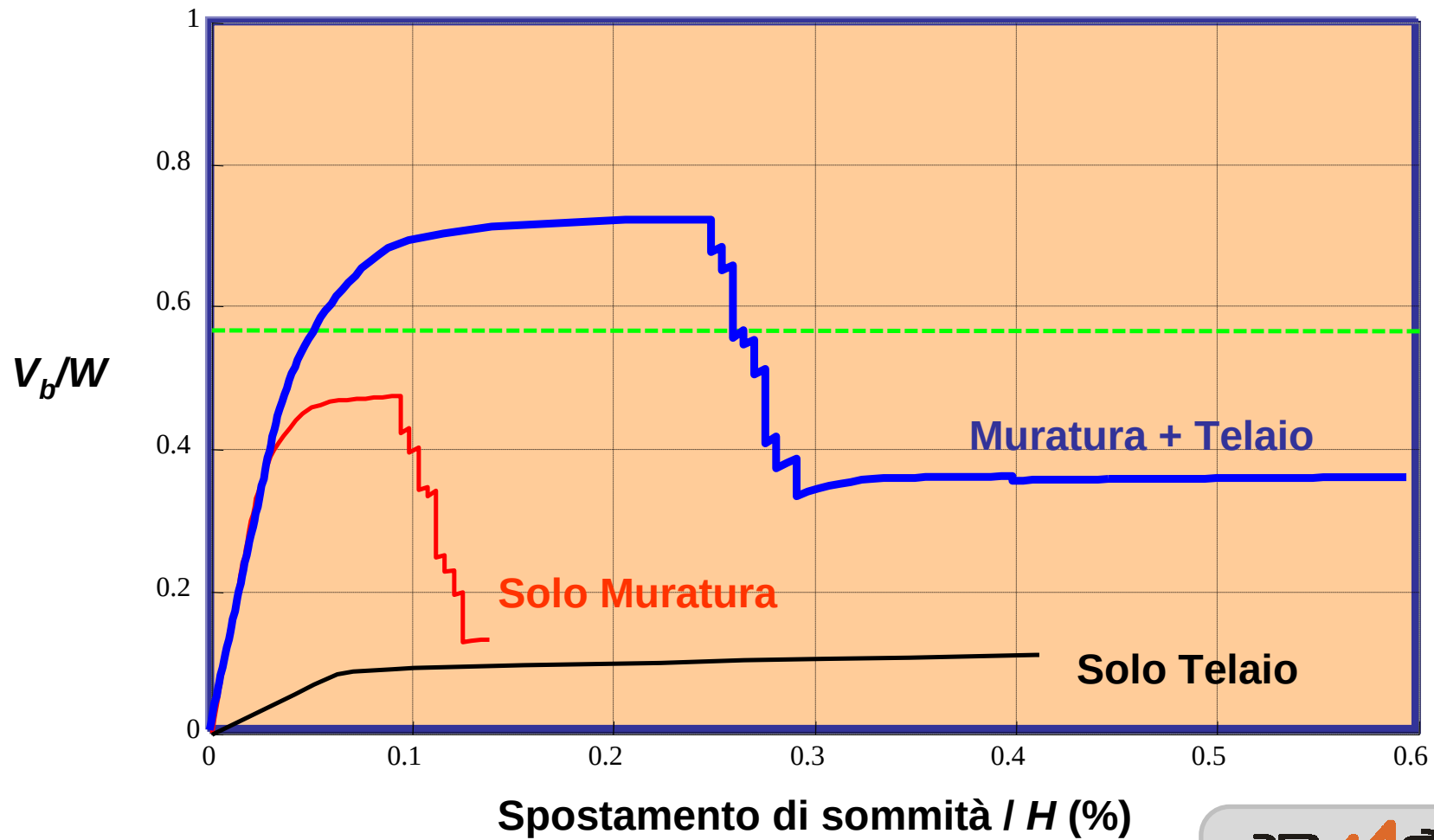


Dir. Y



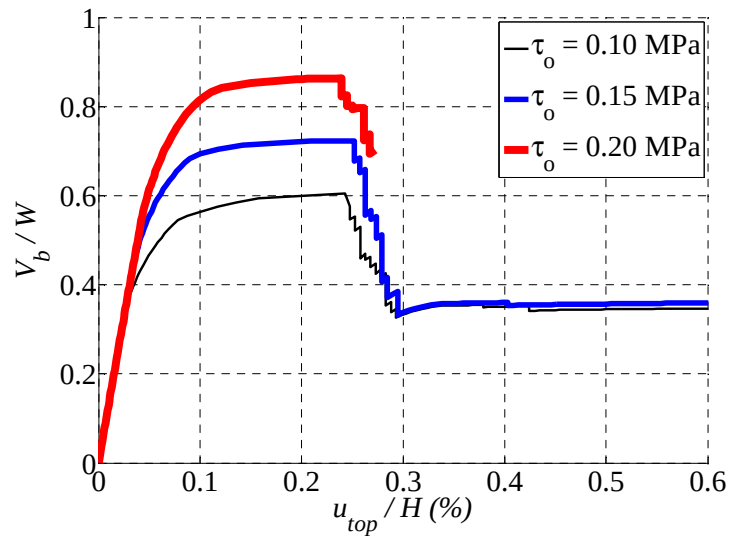
Influenza del confinamento sul comportamento dell'edificio

Modello PienoPieno in dir X (prop. massa)

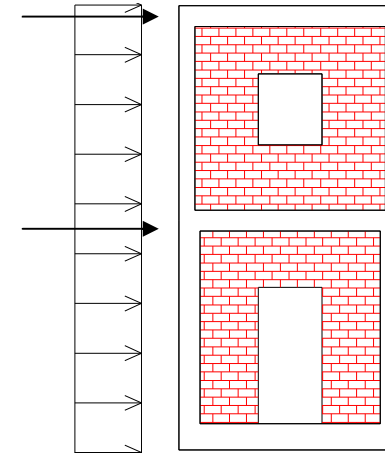
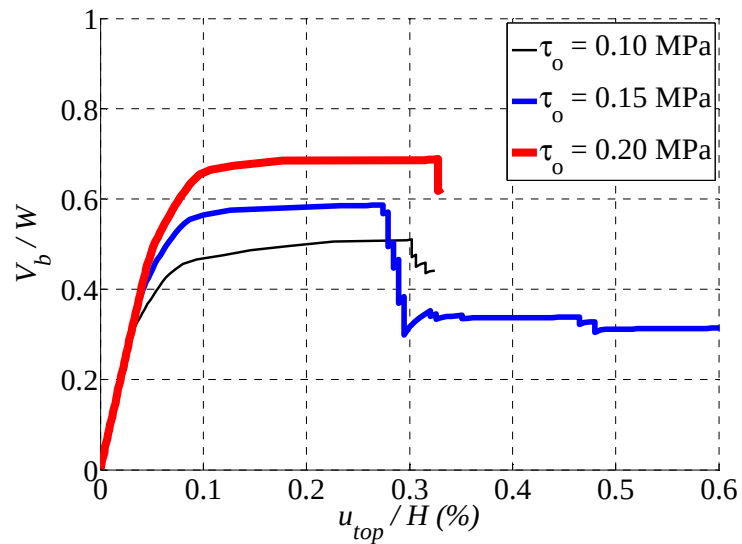


Influenza della resistenza a taglio delle murature sul comportamento dell'edificio

Dir. X



Dir. Y



Modello PP

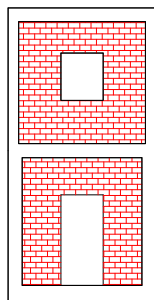
*Distribuzione di forze
proporzionale alla massa*

Resistenza a taglio della muratura:
 $t_o = 0.10, 0.15, 0.20$ MPa

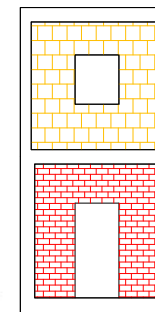
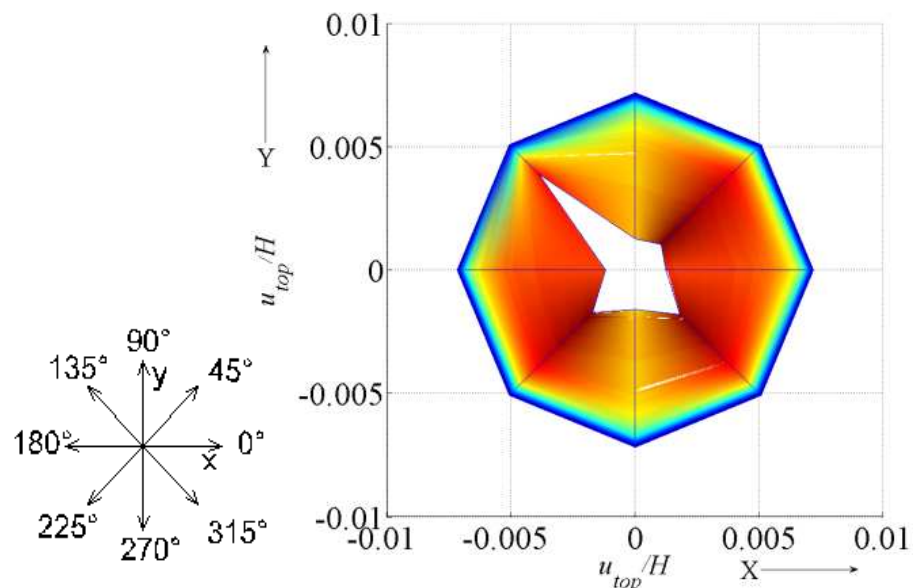
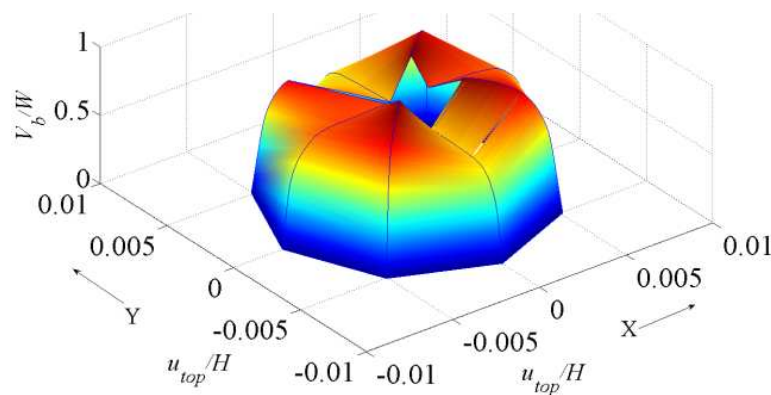


Il capacity dominium

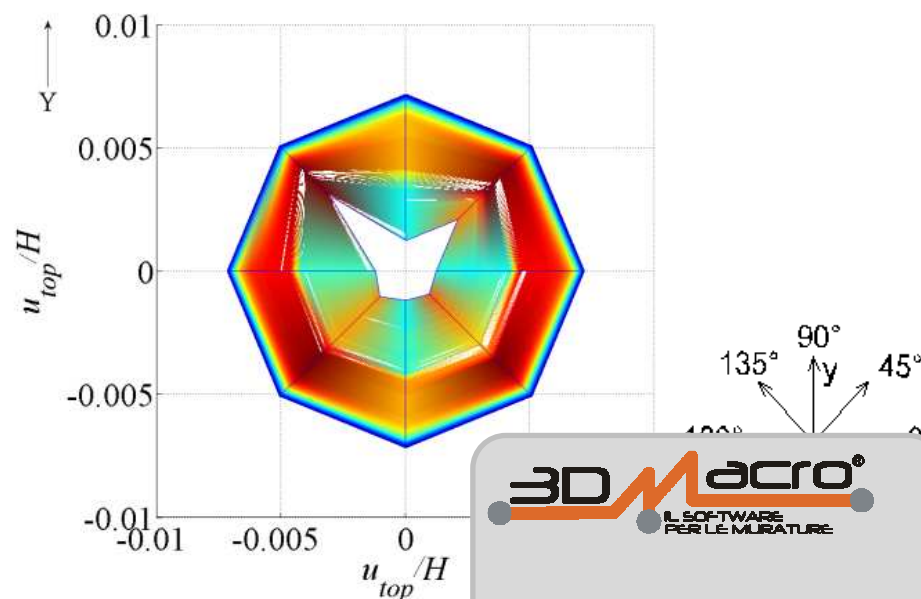
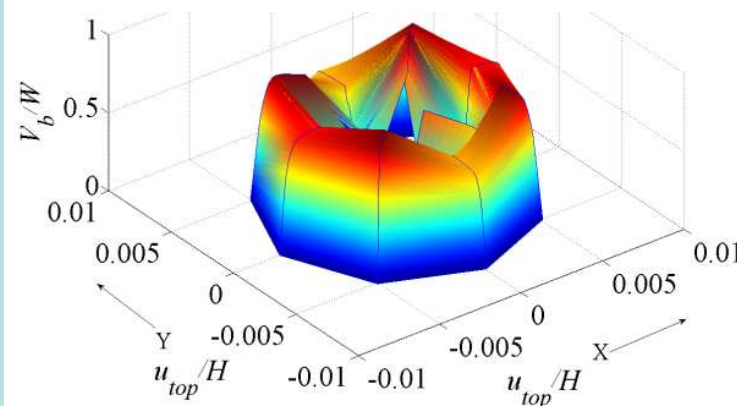
Distribuzione di forze proporzionale alla massa



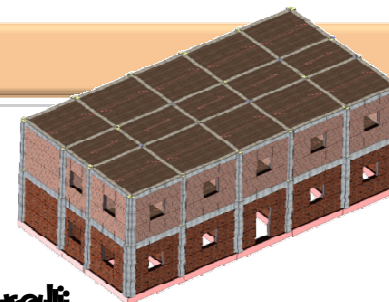
PP



PF

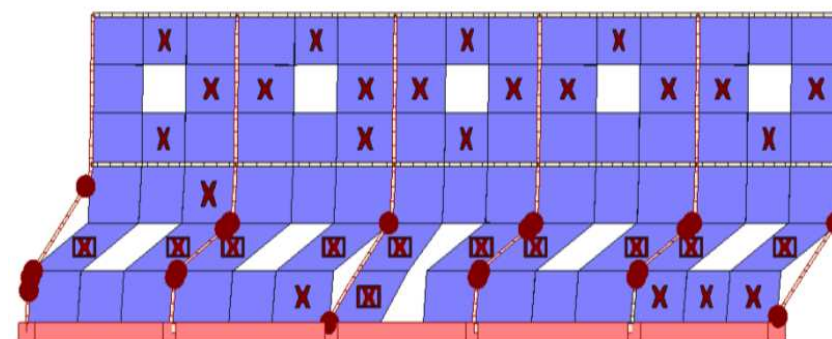
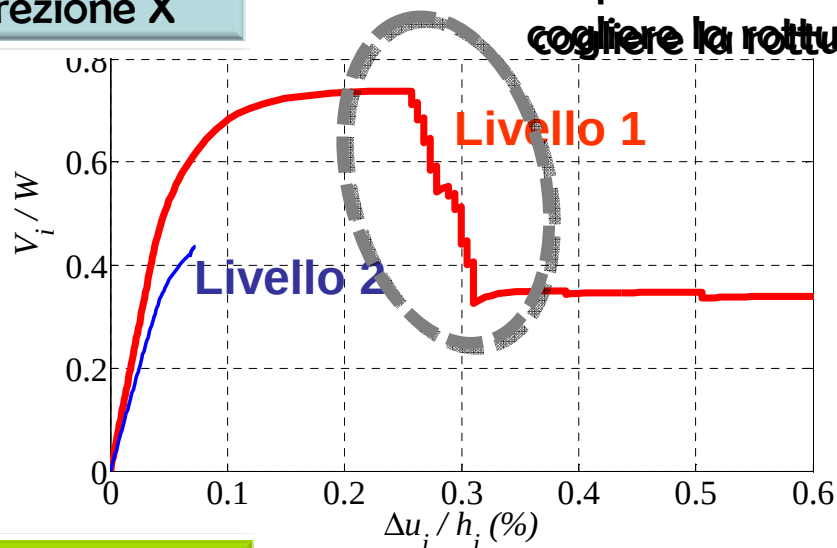


Edificio in struttura mista



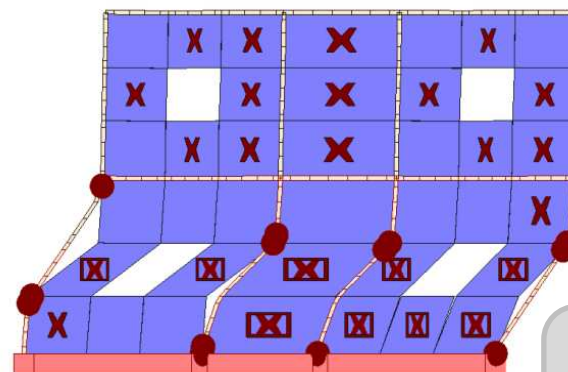
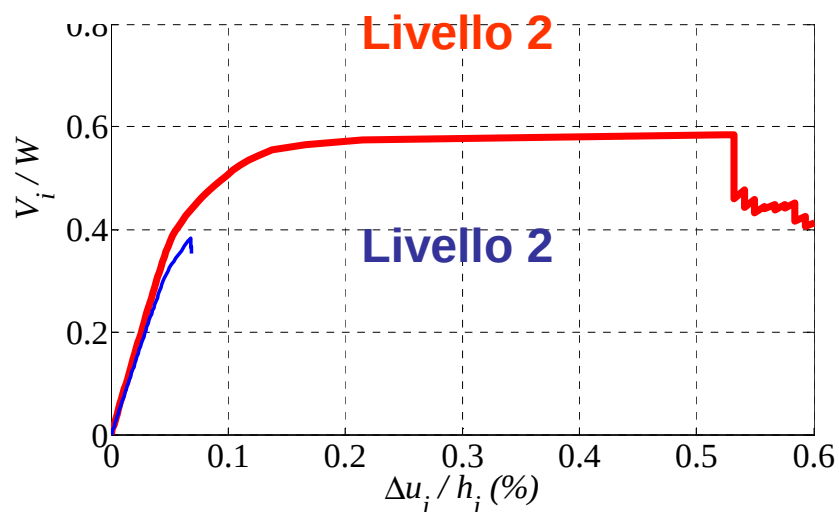
Curve di capacità (di piano) e configurazioni deformate

Direzione X

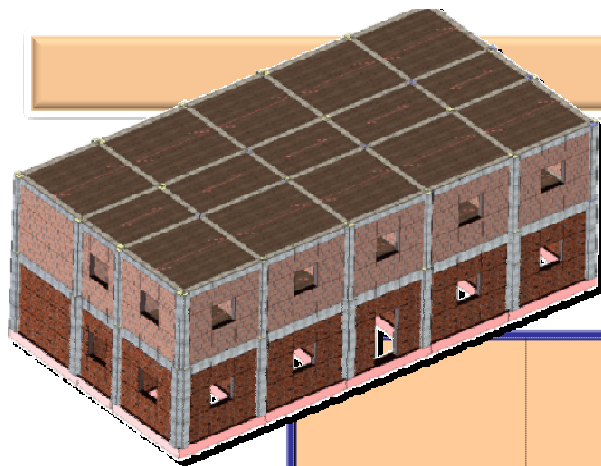


3DMacro consente di cogliere il meccanismo di danneggiamento che (a causa del confinamento dato dal telaio) è di tipo tagliante

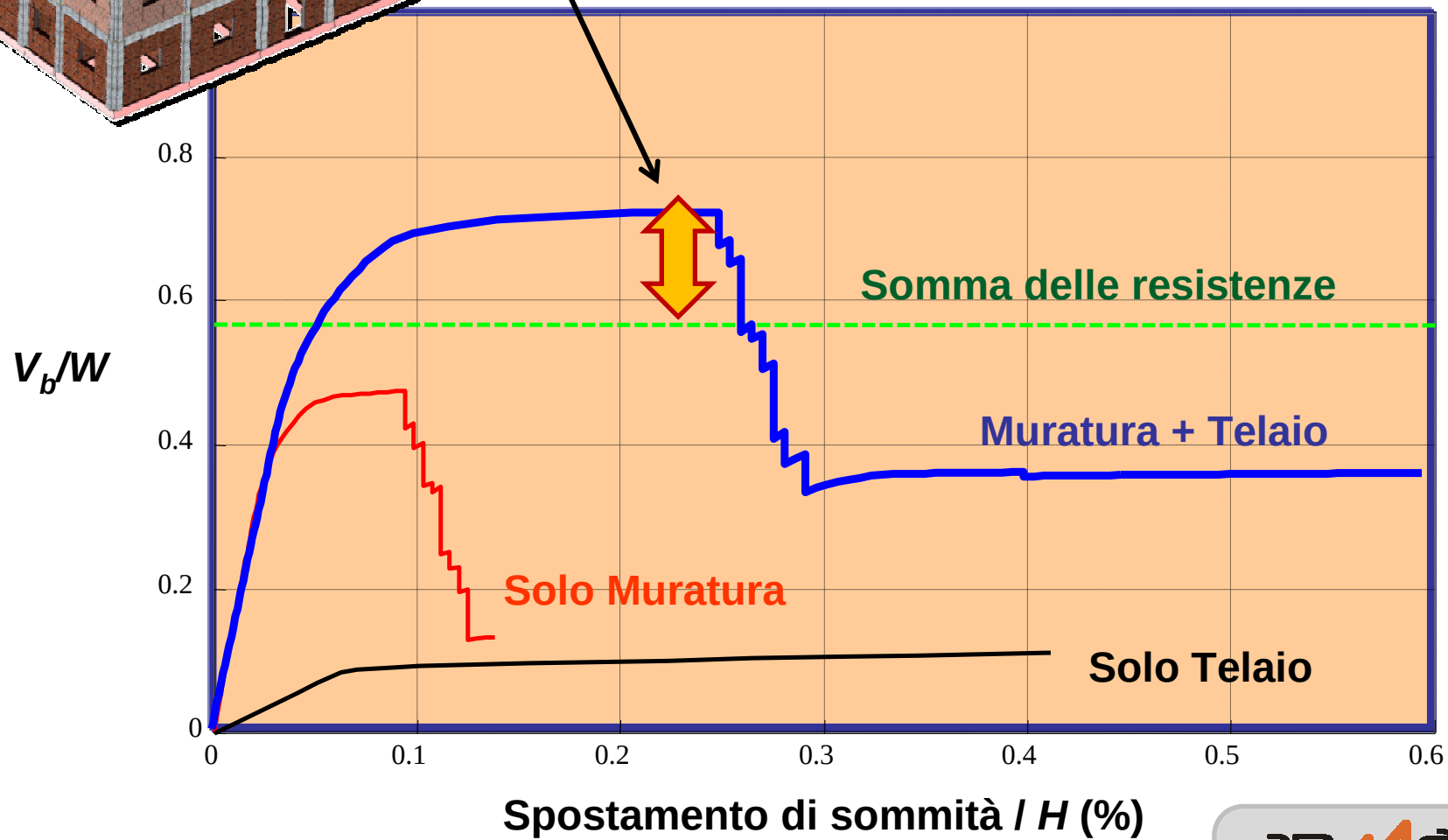
Direzione Y



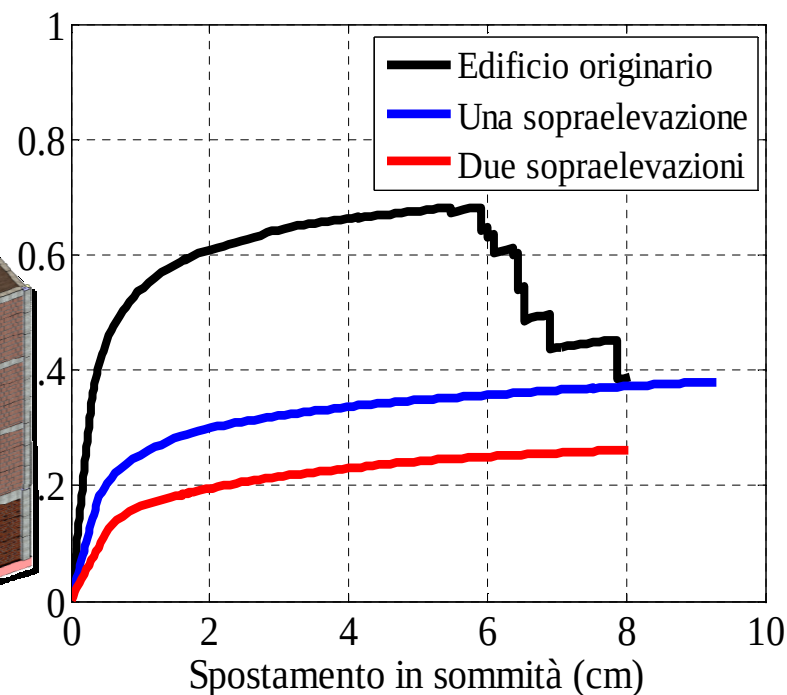
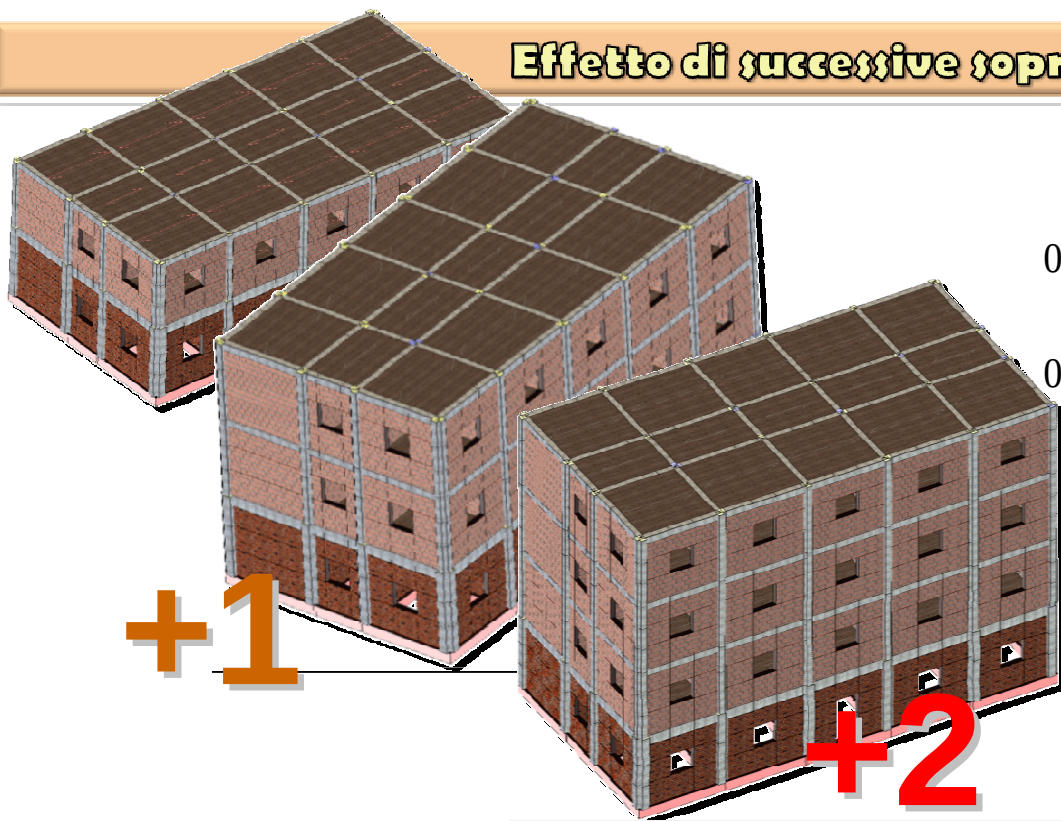
L'effetto di confinamento



Sovreresistenza dovuta al confinamento

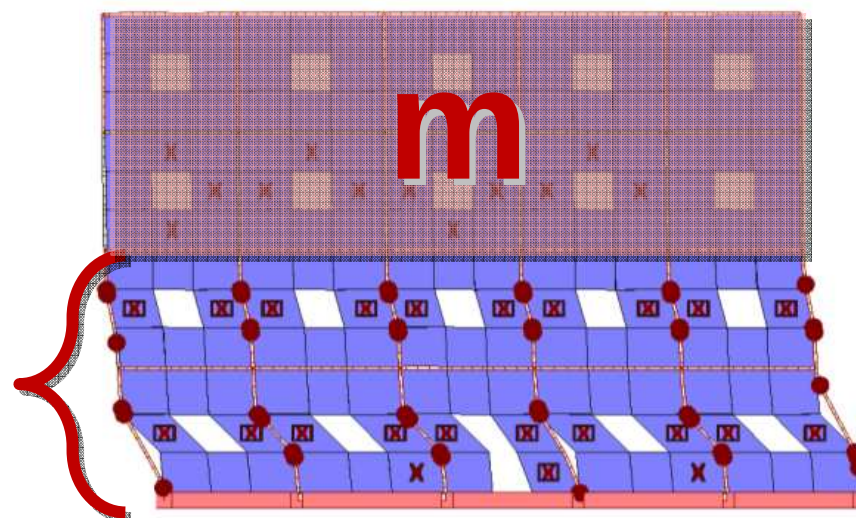


Effetto di successive sopraelevazioni



3DMacro consente di cogliere la localizzazione del danneggiamento.

Ciò consente di evidenziare il fatto che le sopraelevazioni – operate senza prevedere una gerarchia delle resistenze – aggiungono massa senza aggiungere resistenza.



Il macro-elemento

Bibliografia

I.Caliò, F. Cannizzaro, E. D'Amore, M. Marletta & B. Pantò, "Un nuovo approccio ai macro-elementi per la stima della resistenza sismica di edifici in struttura mista muratura – calcestruzzo armato: applicazioni ad un caso di studio". Convegno RELUIS - Valutazione e Riduzione della Vulnerabilità Sismica di Edifici Esistenti in C.A. *Roma, 29-30 Maggio 2008*.

I.Caliò, F. Cannizzaro, E. D'Amore, M. Marletta & B. Pantò, "A new discrete-element approach for the assessment of the seismic resistance of composite reinforced concrete – masonry buildings". 2008 Seismic Engineering International Conference Commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake (MERCEA '08). *Reggio Calabria, 8-11 Luglio 2008*.

3DMacro: A 3D computer program for the seismic assessment of masonry building. Web: www.3dmacro.it.