


ANALISI NON-LINEARE DI STRUTTURE IN MURATURA

- ▶ *BASI TEORICHE*
- ▶ *METODI DI MODELLAZIONE*
- ▶ *FORMULAZIONI IN MIDAS/Gen E MIDAS/FEA*



Indice argomenti di sviluppo

- 1) Definizione della muratura: caratteristiche del materiale dal punto di vista non lineare
- 2) Caratterizzazione dei parametri: cosa dice la norma e metodologie di individuazione dei parametri ai fini del calcolo
- 2) I tipi di parametri che servono per il modello a telaio equivalente e quello solido
- 3) Scelta di edifici prova, avvio di analisi e confronto dei risultati con diversi tipi di modelli
- 4) Interpretazione della curva push over a seconda del modello e verifica
- 5) Interventi di rinforzo: cenni teorici ed implementazione nel modello di calcolo

	<i>Tipi di edifici</i>		<i>Tipo di modellazione</i>		<i>Tipi di analisi</i>	
		<i>Descrizione</i>	<i>Telaio Equivalente (cerniere alla Magenes)</i>	<i>Modello solido Strumas, Coulomb o TSC</i>	<i>Non lineare sismica push over di forze orizzontali</i>	<i>Fessurativa di cedimenti</i>
Aumento della difficoltà di modellazione e risultato 	<i>Abitativo scatolare a setti</i>	Edificio composto da più pareti portanti interne ed esterne con possibilità di individuare setti e piani rigidi	Possibilità di farlo	Possibilità di farlo ma non consigliato	Possibilità di farlo	Possibilità di farla solo se modello di tipo solido
	<i>Abitativo scatolare a pareti irregolari</i>	Edificio composto da più pareti portanti interne ed esterne senza la possibilità di individuare setti ma con la presenza piani rigidi	Non possibile	Possibilità di farlo	Possibilità di farlo	Possibilità di farla solo se modello di tipo solido
	<i>Monumentali tipo chiesa / Ponte</i>	Edificio o struttura priva di piani rigidi e con forme irregolari e voltate	Non possibile	Possibilità di farlo	Possibilità di farlo	Possibilità di farla



<i>Tipi di edifici</i>	
	<i>Descrizione</i>
<i>Abitativo scatolare a setti</i>	Edificio composto da più pareti portanti interne ed esterne con possibilità di individuare setti e piani rigidi
<i>Abitativo scatolare a pareti irregolari</i>	Edificio composto da più pareti portanti interne ed esterne senza la possibilità di individuare setti ma con la presenza di piani rigidi
<i>Monumentali tipo chiesa / Ponte</i>	Edificio o struttura priva di piani rigidi e con forme irregolari e voltate
<i>Strutture miste</i>	Strutture scatolari composte da telai in c.a. misti e muratura di tamponamento di rilevante importanza statica

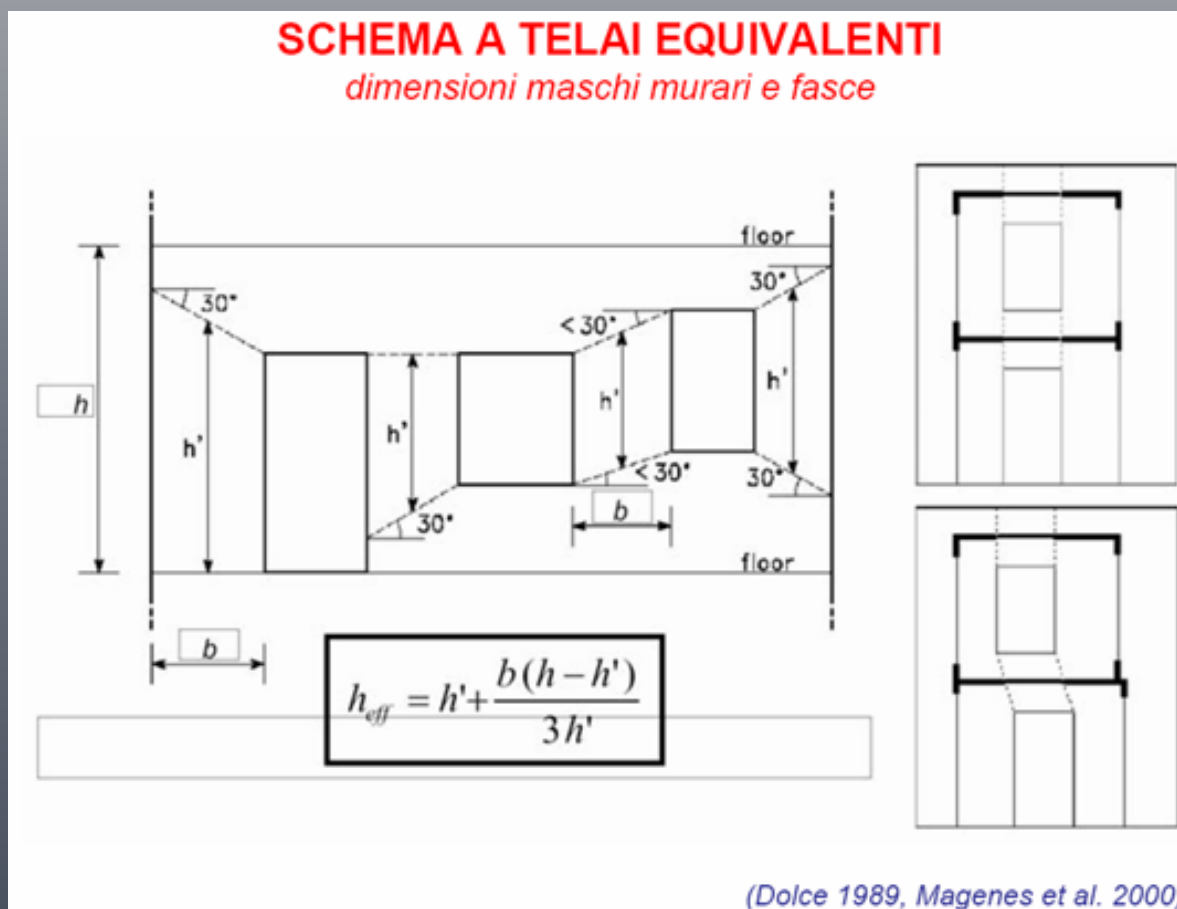


MODELLI COSTITUTIVI PER MURATURA

Modello a plasticità concentrata

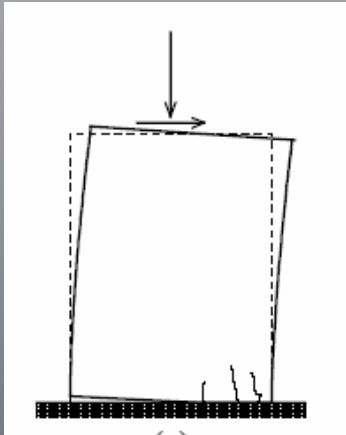
Cerniere plastiche di formulazione alla Magenes per edifici in muratura modellati con il metodo a telaio equivalente (only frame elements).

Maschi murari e fasce di piano vengono modellati con elementi beam ed è necessario assumere come ipotesi la presenza di piani rigidi.



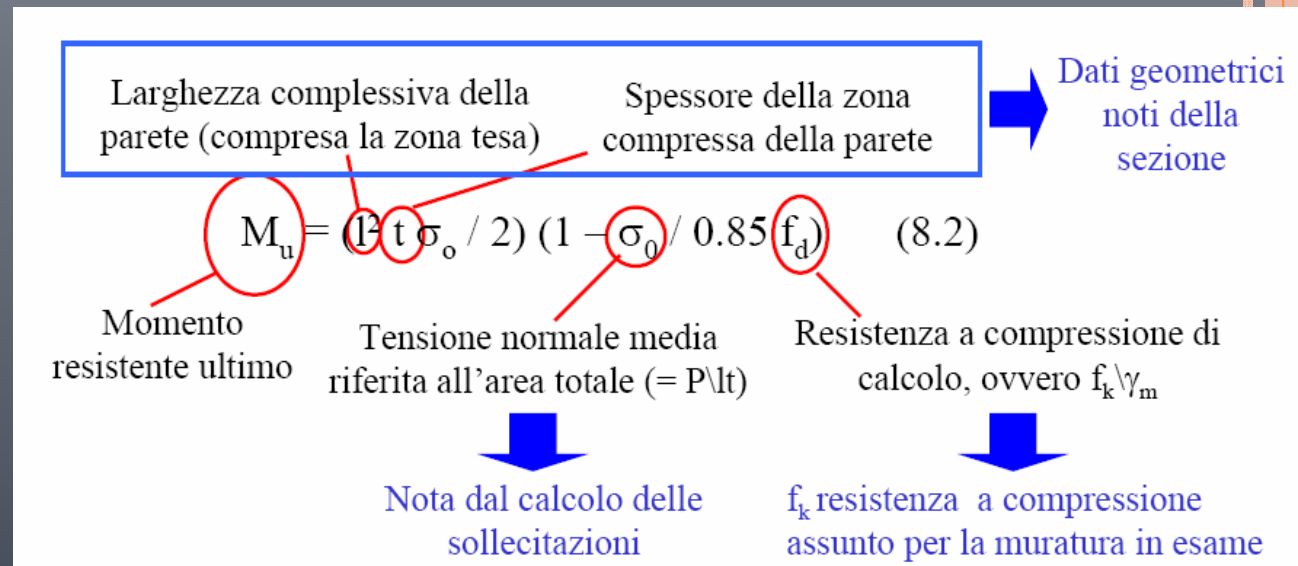
EDIFICI IN MURATURA

Pressoflessione: per edifici esistenti e per edifici nuovi *cap. 7.8.2.2.1 NTC 08*

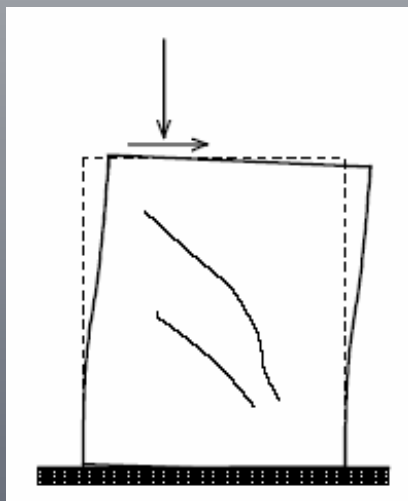


$$M_u = \left(\frac{l^2 t \sigma_0}{2} \right) \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_d} \right) \quad (1.1)$$

Spostamento ultimo del pannello 0.8% dell'altezza del pannello *cap. 7.8.2.2.1 NTC 08* (1.2)



Taglio: la resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano di un pannello in muratura viene calcolata con la relazione seguente (opcm)



$$V_t = L t \frac{1.5 \tau_{0d}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1.5 \tau_{0d}}} \quad (1.3)$$

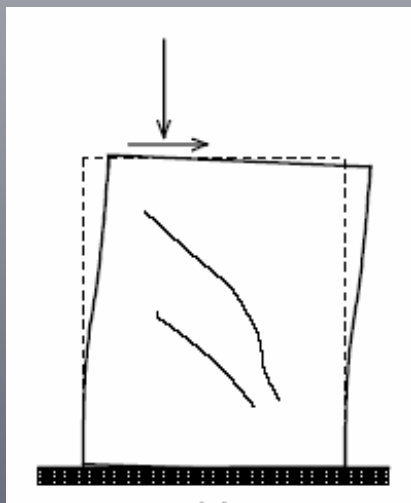


Nel caso di analisi non lineare, lo spostamento ultimo per azioni nel piano di ciascun pannello sarà assunto pari a 0.4 % dell'altezza del pannello, nel caso di rottura per taglio. cap. 7.8.2.2.2 NTC 08

(1.4)

Taglio: per edifici nuovi **cap 7.8.2.2.2. NTC 08**

Taglio: *la resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano di un pannello in muratura viene calcolata con la relazione seguente*



$$V_t = l' t f_{vd} \quad (1.5)$$

La resistenza a taglio può essere calcolata ponendo:

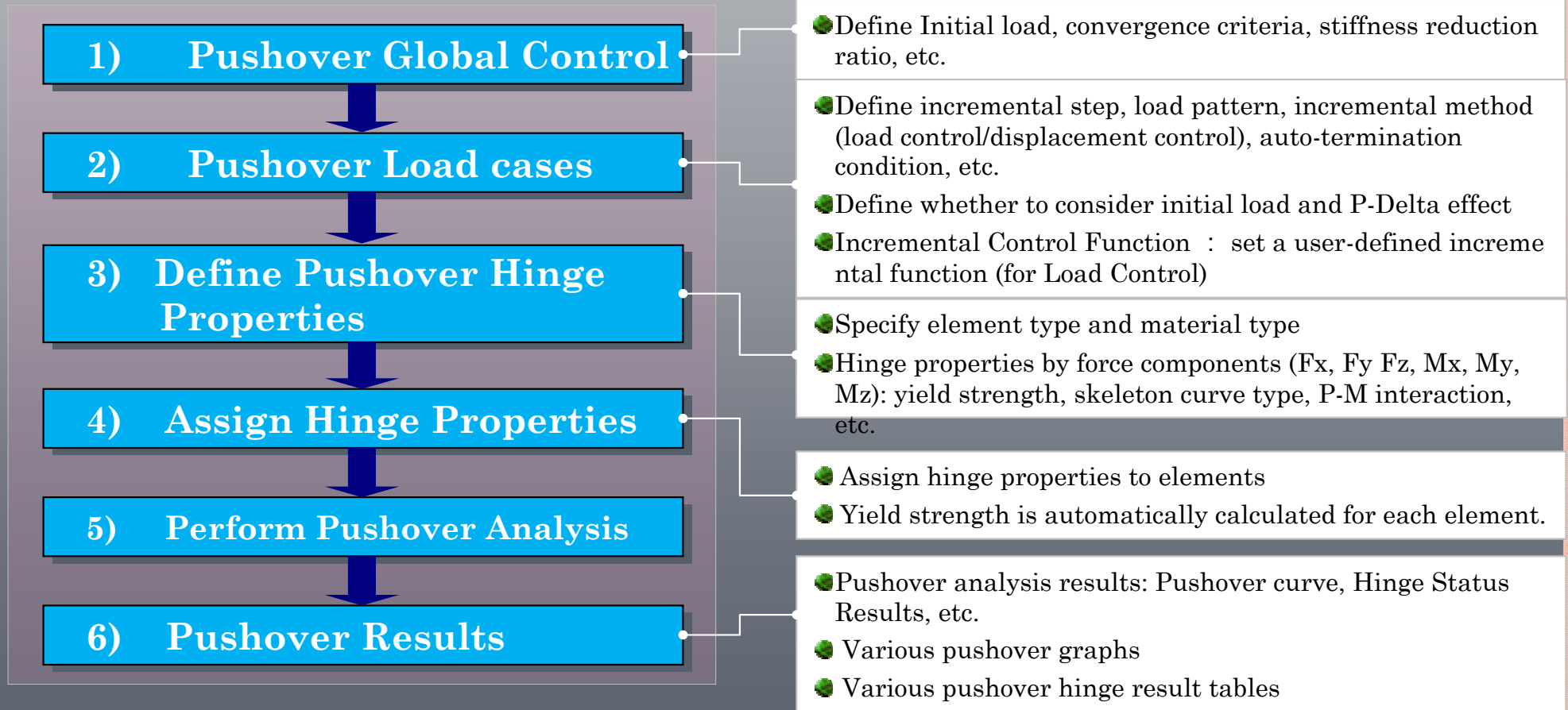
$$f_{vd} = f_{vm0} + 0,4\sigma_n \quad (1.6)$$

f_{vm0} Resistenza media a taglio della muratura

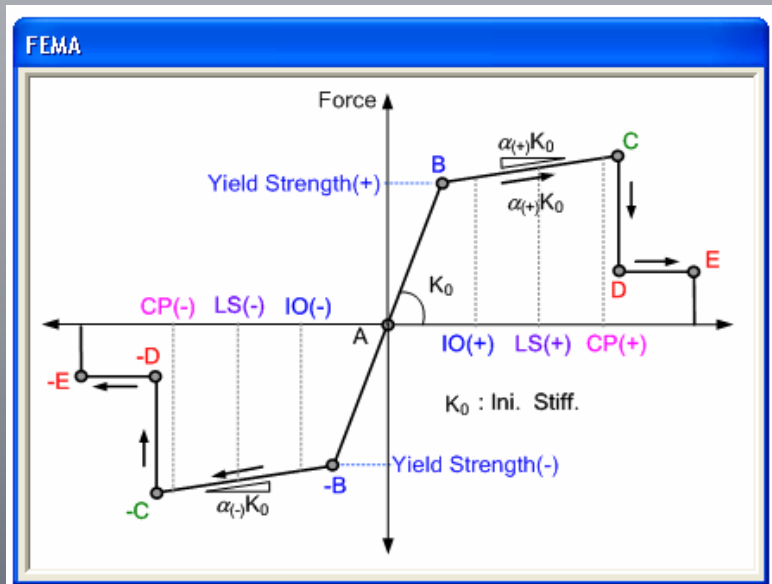
Nel caso di analisi non lineare, lo spostamento ultimo per azioni nel piano di ciascun pannello sarà assunto pari a 0.4 % dell'altezza del pannello, nel caso di rottura per taglio. cap. 7.8.2.2.2 NTC 08

(1.7)

Procedura per l'analisi Pushover in Midas/Gen Civil



MODELLO COSTITUTIVO DELLE CERNIERE PLASTICHE IN MIDAS GEN secondo la formulazione teorica di Magenes



Cerniera FEMA Momento-Rotazione

Simmetria o asimmetria della cerniera

M_y calcolato secondo formula (1.1), D_y spostamento dipende da E

M_u calcolato secondo formula (1.1), D_u spostamento 0.8% secondo formula (1.2)

Directional Properties of Pushover Hinge : FEMA

Input Method: Auto-Calculation User Input

Value Type of I-End & J-End: Symmetric Asymmetric

Properties

Type: Symmetric Asymmetric

User Defined

	F/FY	D/H
-E	-0.3	-0.006
-D	-0.3	-0.004
-C	-1.001	-0.004
-B	-1	None
A	0	0
B	1	None
C	1.001	0.004
D	0.3	0.004
E	0.3	0.006

Yield Strength (FY): (+) (-) 1 1 kaf

Yield Strain (DY): User Defined (+) (-) 0 0

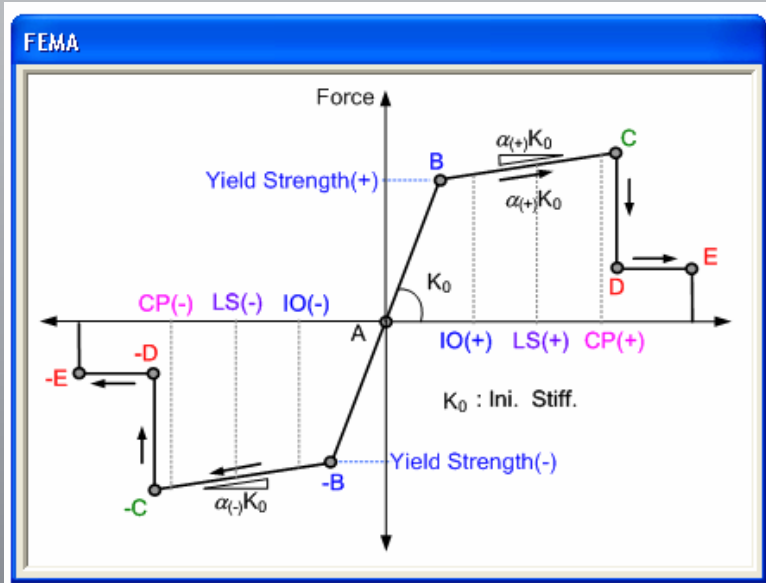
Initial Stiffness: 6EI/L 3EI/L 2EI/L User 0 kaf Elastic Stiffness : GAs

Compliance Criteria: (Current Deform./ Yield Deform.)

	(+)	(-)
Immediate Occupancy (IO)	2	2
Life Safety (LS)	4	4
Collapse Prevention (CP)	6	6

Primary Curve:

Rigidezza iniziale da analisi elastica o definita da utente



Cerniera FEMA Taglio-Spostamento

$$V_t = l't f_{vd} \quad (1.5) \quad V_t = Lt \frac{1.5 \tau_{0d}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1.5 \tau_{0d}}} \quad (1.3)$$

V_{ty} calcolato secondo formula (1.3) o (1.5), D_y spostamento dipende da E

V_{tu} calcolato secondo formula (1.3) o (1.5), D_u spostamento 0.4% secondo formula (1.4) o (1.7)

Directional Properties of Pushover Hinge - FEMA

Input Method: Auto-Calculation User Input

Value Type of 1-End & J-End: Symmetric Asymmetric

Properties

Type: Symmetric Asymmetric

User Defined

	F/FY	D/H
-E	-0.3	-0.006
-D	-0.3	-0.004
-C	-1.001	-0.004
-B	-1	None
A	0	0
B	1	None
C	1.001	0.004
D	0.3	0.004
E	0.3	0.006

Primary Curve

Compliance Criteria (Current Deform. / Yield Deform.):

	(+)	(-)
Immediate Occupancy (IO)	2	2
Life Safety (LS)	4	4
Collapse Prevention (CP)	6	6

Yield Strength (FY):

(+)	(-)
1	1

Yield Strain (DY):

(+)	(-)
0	0

Initial Stiffness:

6EI/L 3EI/L 2EI/L

User kqf

Elastic Stiffness : GAs

OK Cancel

Masonry Properties

Building Type: New Buildings Existing Buildings

Compressive Strength (fm): kgf/cm²

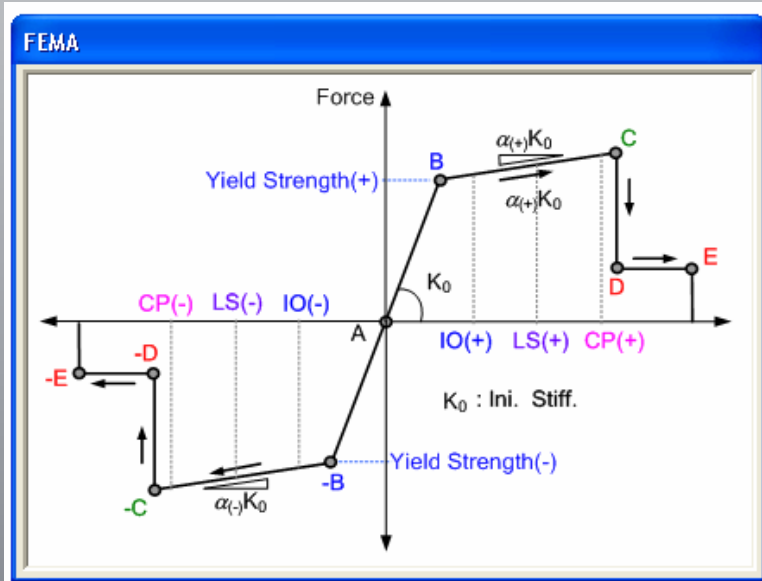
Shear Strength (t0): kgf/cm²

Vertical Stress Distribution Coefficient (k):

OK Cancel



Resistenza nulla a trazione



Cerniera FEMA sforzo normale

Resistenza a compressione s

Directional Properties of Pushover Hinge : FEMA

Input Method: Auto-Calculation User Input

Value Type of I-End & J-End: Symmetric Asymmetric

Properties

Type: Symmetric Asymmetric

User Defined

	F/FY	D/DY
-E	-0.2	-1.75
-D	-0.2	-1.75
-C	-1	-1.75
-B	-1	-1
A	0	0
B	0	5
C	0	5
D	0	5
E	0	5

Yield Strength (FY): (+) 1 (-) 1 kaf

Yield Displacement (DY): (+) 0 (-) 0 cm

Initial Stiffness: 6EI/L 3EI/L 2EI/L User 0 kaf/cm Elastic Stiffness : EA/L

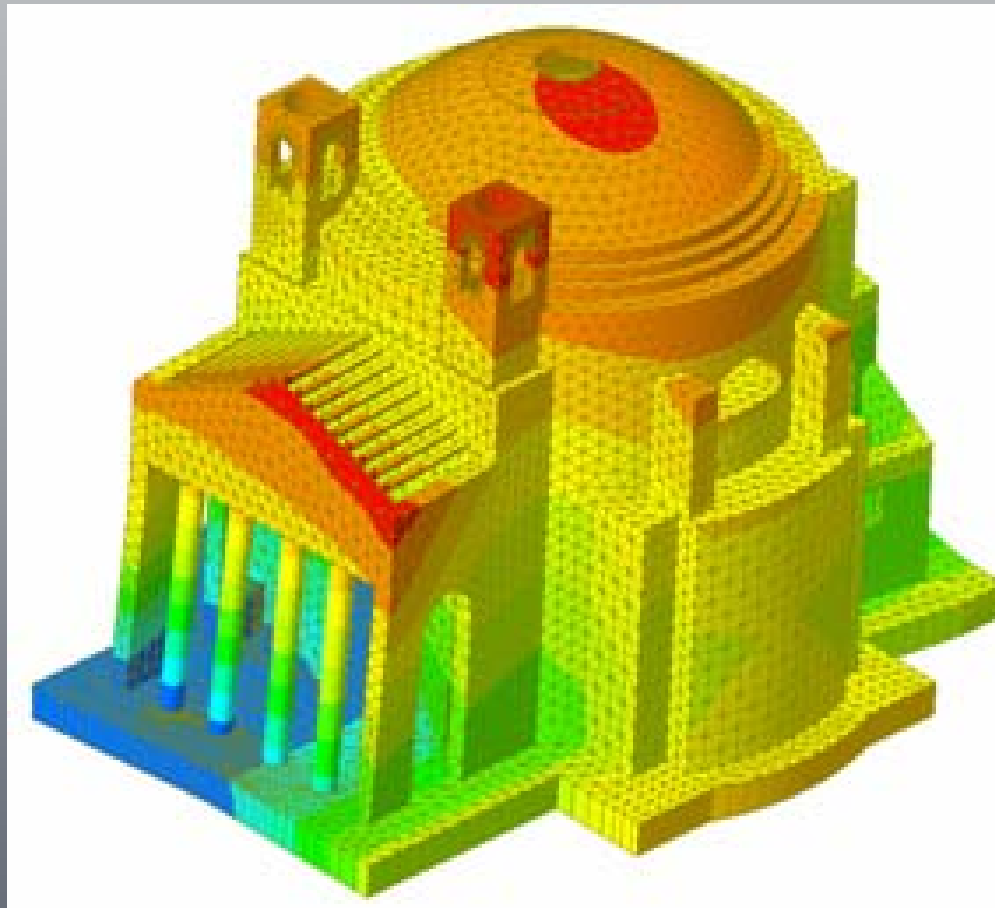
Compliance Criteria (Current Deform./ Yield Deform.):

	(+)	(-)
Immediate Occupancy (IO)	2	2
Life Safety (LS)	4	4
Collapse Prevention (CP)	6	6

Primary Curve:

OK Cancel





**Per ricevere il documento completo si prega di compilare il modulo,
specificando la richiesta, [cliccando qui](#)
o scrivendo una mail a segreteria@cspfea.net**

