

Corso di aggiornamento  
Progettazione strutturale e  
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

### Verifica sismica di edifici esistenti in c.a.

8 - Comportamento dell'edificio: rottura "duttile"  
controllo in termini di sollecitazioni

Spoletto  
24-26 maggio 2012  
Aurelio Ghersi

## Verifica della struttura

### Rottura fragile:

- Rottura a taglio del pilastro
- Rottura a taglio della trave (?)
- Rottura del nodo
- Scorrimento tra testa pilastro e trave

Tutte queste rotture portano al collasso, cioè al superamento di SLV o SLC (a seconda di come è valutata la resistenza alla rottura fragile)

### Collasso "duttile":

- Con plasticizzazione a flessione degli elementi strutturali

## Primo controllo

- In ogni caso, verificare sempre - prima di andare avanti - le modalità di collasso fragili
  - Rottura a taglio dei pilastri
  - Rottura dei nodi
  - Scorrimento testa pilastri - nodi

Il collasso avviene quasi sempre per rottura fragile, con accelerazioni al suolo  $a_g$  molto basse

## Possibili tipi di verifica

### Verifica delle sollecitazioni

(consentita solo per verifica per SLV)

- Analisi elastica lineare con  $q$ 
  - Analisi tradizionale, ma con  $q$  basso (1.5-3.0)
- Analisi elastica lineare con determinazione della resistenza secondo le linee guida della Basilicata
  - Duttilità valutata per singolo elemento (con un  $a_{dut}$ ) e tenendo conto del comportamento globale

## Possibili tipi di verifica

### Verifica delle deformazioni

(consentita per verifica sia per SLV che per SLC)

- Analisi elastica lineare con forze non ridotte
  - Calcolo dei  $p$  per verificarne l'applicabilità
  - Verifica in termini di deformazioni
- Analisi statica non lineare (pushover)
- ~~Analisi dinamica non lineare~~

## Verifica in termini di sollecitazioni

### Analisi lineare (modale o statica) con fattore di struttura q

- Il calcolo è effettuato usando uno spettro di progetto per  $a_{g,10\%}$  ridotto col fattore di struttura q
- Verifica = confronto sollecitazione-resistenza
- Per calcolare le sollecitazioni su elementi duttili si può usare q tra 1.5 e 3.0 (in base a regolarità, ecc.)
- Per calcolare le sollecitazioni su elementi fragili si usa q = 1.5 (come già visto)
- Per calcolare la resistenza degli elementi duttili si usa  $f_m$  diviso FC (non diviso per  $\gamma_m$ )

### Analisi lineare (modale o statica) con fattore di struttura q

- È possibile limitarsi alla verifica, ma anche valutare  $\alpha_{SLV}$  come moltiplicatore dello spettro che porta al limite la sezione più sollecitata

#### Considerazioni:

- Le forze sono molto elevate; è difficile che la verifica sia soddisfatta
- Il modello strutturale potrebbe includere anche tramezzi e tamponatore (ma come?)

### Analisi con fattore di struttura q

### Determinazione della resistenza dei pilastri

- Il momento resistente dei pilastri dipende
  - Da sezione e armatura (definite)
  - Dalle caratteristiche dei materiali (valutate con riferimento ai valori medi, ridotti mediante il fattore di confidenza e senza riduzione per il coefficiente parziale  $\gamma_M$ )

$$f_{cd} = \frac{\alpha f_{cm}}{FC} = \frac{0.85 \times 19}{1.2} = 13.46 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{ym}}{FC} = \frac{420}{1.2} = 350.0 \text{ MPa}$$

- Dallo sforzo normale agente (dovuto ai carichi verticali in presenza di sisma, più l'effetto del sisma)

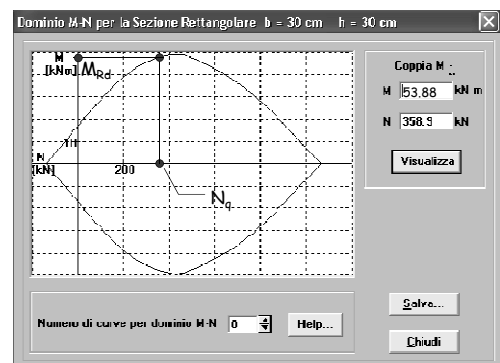
### Determinazione della resistenza dei pilastri

- Sezioni, armature, sforzi normali  $N_q$

pilastro piano		$N_q$	b	h	a	n	f	$A_s$
		[kN]						
1	6	95.1	30	30	4	2	12	2.26
1	5	163.7	30	30	4	2	12	2.26
1	4	361.3	30	30	4	2	12	2.26
1	3	368.9	30	30	4	2	12	2.26
1	2	595.5	30	30	4	2	12	2.26
1	1	559.4	40	30	6	3	14	4.62
2	6	108.0	30	30	4	2	12	2.26
2	5	244.0	30	30	4	2	12	2.26
2	4	380.0	30	30	4	2	12	2.26
2	3	618.2	30	40	6	2	14	3.08
2	2	658.7	30	50	6	2	14	3.08
2	1	801.4	30	30	6	2	14	3.08
3	6	108.0	30	30	4	2	12	2.26
3	5	244.0	30	30	4	2	12	2.26
3	4	380.0	30	30	4	2	12	2.26
3	3	618.2	30	40	6	2	14	3.08
3	2	658.7	30	50	6	2	14	3.08
3	1	801.4	30	30	6	2	14	3.08
4	6	108.0	30	30	4	2	12	2.26
4	5	244.0	30	30	4	2	12	2.26
4	4	380.0	30	30	4	2	12	2.26
4	3	618.2	30	40	6	2	14	3.08
4	2	658.7	30	50	6	2	14	3.08
4	1	801.4	30	30	6	2	14	3.08

File Edificio.xls - foglio PilX (q)

### Determinazione della resistenza dei pilastri



## Determinazione della resistenza dei pilastri

- Momento resistente per  $N = N_q$

pilastro piano	h(q)	b	h	n	ε	A <sub>s</sub>	N <sub>q</sub> -6 MRd
1 6	66.1	30	30	4	2	12	29.03
1 5	163.7	30	30	4	2	12	39.03
1 4	261.1	30	30	4	2	12	47.35
1 3	358.5	30	30	4	2	12	53.88
1 2	455.9	30	30	4	2	14	54.54
1 1	555.4	40	30	6	3	14	87.72
2 6	108.0	30	30	4	2	12	33.53
2 5	244.0	30	30	4	2	12	46.08
2 4	380.0	30	30	4	2	12	55.65
2 3	519.2	30	40	6	2	14	101.89
2 2	658.7	30	50	6	2	14	151.81
2 1	801.4	30	60	6	2	14	210.92
3 6	108.0	30	30	4	2	12	33.53
3 5	244.0	30	30	4	2	12	46.08
3 4	380.0	30	30	4	2	12	55.65
3 3	519.2	30	40	6	2	14	101.89
3 2	658.7	30	50	6	2	14	151.81
3 1	801.4	30	60	6	2	14	210.92
4 6	108.0	30	30	4	2	12	33.53
4 5	244.0	30	30	4	2	12	46.08
4 4	380.0	30	30	4	2	12	55.65
4 3	519.2	30	40	6	2	14	101.89
4 2	658.7	30	50	6	2	14	151.81
4 1	801.4	30	60	6	2	14	210.92

File Edificio.xls - foglio PilX (q)

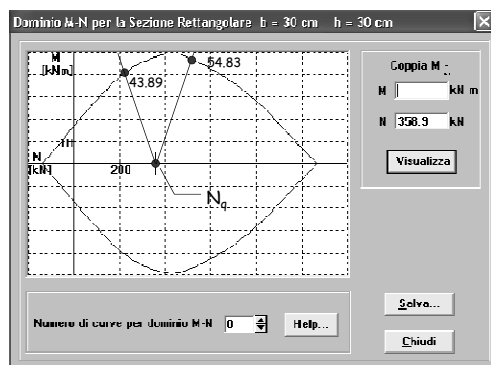
## Determinazione della resistenza dei pilastri

- Per tener conto anche di N da sisma

pilastro piano	momento sup. (dNm)	momento inf. (dNm)	taglio (dN)	sfuerzo normale (kN)	N <sub>q</sub>	b	h	n	ε	A <sub>s</sub>
1 6	66.1	-76.42	51.95	34.45	65.1	30	30	4	2	12
1 5	163.7	-184.94	111.33	430.87	163.7	30	30	4	2	12
1 4	261.1	-293.44	165.30	601.24	261.1	30	30	4	2	12
1 3	358.5	-394.94	218.74	801.24	358.5	30	30	4	2	12
1 2	455.9	-495.44	272.18	1001.24	455.9	30	30	4	2	12
1 1	555.4	-595.94	325.62	1201.24	555.4	40	30	6	3	14
2 6	108.0	-122.78	79.17	13.39	108.0	30	30	4	2	12
2 5	244.0	-241.56	151.49	18.65	244.0	30	30	4	2	12
2 4	380.0	-360.34	203.21	23.93	380.0	30	30	4	2	12
2 3	519.2	-479.12	254.93	29.21	519.2	30	40	6	2	14
2 2	658.7	-597.90	306.65	34.49	658.7	30	50	6	2	14
2 1	801.4	-716.68	358.37	39.77	801.4	30	60	6	2	14
3 6	108.0	-122.78	79.17	13.39	108.0	30	30	4	2	12
3 5	244.0	-241.56	151.49	18.65	244.0	30	30	4	2	12
3 4	380.0	-360.34	203.21	23.93	380.0	30	30	4	2	12
3 3	519.2	-479.12	254.93	29.21	519.2	30	40	6	2	14
3 2	658.7	-597.90	306.65	34.49	658.7	30	50	6	2	14
3 1	801.4	-716.68	358.37	39.77	801.4	30	60	6	2	14
4 6	108.0	-122.78	79.17	13.39	108.0	30	30	4	2	12
4 5	244.0	-241.56	151.49	18.65	244.0	30	30	4	2	12
4 4	380.0	-360.34	203.21	23.93	380.0	30	30	4	2	12
4 3	519.2	-479.12	254.93	29.21	519.2	30	40	6	2	14
4 2	658.7	-597.90	306.65	34.49	658.7	30	50	6	2	14
4 1	801.4	-716.68	358.37	39.77	801.4	30	60	6	2	14

File Edificio.xls - foglio PilX (q)

## Determinazione della resistenza dei pilastri



## Determinazione della resistenza dei pilastri

- Momento resistente, anche con sisma

pilastro piano	N <sub>q</sub>	b	h	n	ε	A <sub>s</sub>	N <sub>q</sub> -6 MRd	sfuerzo + MRd	ε <sub>q</sub>
1 5	65.1	30	30	4	2	12	30.15	28.82	0.080
1 5	163.7	30	30	4	2	12	41.27	37.79	0.061
1 4	261.1	30	30	4	2	12	52.39	46.76	0.056
1 3	358.5	30	30	4	2	12	63.51	55.75	0.057
1 2	455.9	30	30	4	2	14	74.63	64.74	0.061
1 1	555.4	40	30	6	3	14	85.75	73.79	0.111
2 5	108.0	30	30	4	2	12	35.08	34.67	0.065
2 4	244.0	30	30	4	2	12	46.08	45.67	0.057
2 3	380.0	30	30	4	2	12	57.08	56.67	0.059
2 2	519.2	30	40	6	2	14	68.08	67.67	0.067
2 1	658.7	30	50	6	2	14	79.08	78.67	0.081
2 1	801.4	30	60	6	2	14	90.08	89.67	0.083
3 5	108.0	30	30	4	2	12	35.08	34.67	0.065
3 4	244.0	30	30	4	2	12	46.08	45.67	0.057
3 3	380.0	30	30	4	2	12	57.08	56.67	0.059
3 2	519.2	30	40	6	2	14	68.08	67.67	0.067
3 1	658.7	30	50	6	2	14	79.08	78.67	0.081
3 1	801.4	30	60	6	2	14	90.08	89.67	0.083
4 5	108.0	30	30	4	2	12	35.08	34.67	0.100
4 4	244.0	30	30	4	2	12	46.08	45.67	0.085
4 3	380.0	30	30	4	2	12	57.08	56.67	0.088
4 2	519.2	30	40	6	2	14	68.08	67.67	0.113
4 1	658.7	30	50	6	2	14	79.08	78.67	0.153
4 1	801.4	30	60	6	2	14	90.08	89.67	0.113

File Edificio.xls - foglio PilX (q)

In qualche caso le differenze sono rilevanti, ma nel complesso non incidono molto

## Moltiplicatore del sisma che porta i pilastri al limite (direzione x)

Il valore minimo è 0.045 g (pilastro 19, quarto piano)

p=5.5 1/p=18.0%

Poiché l'analisi era stata fatta senza q, occorre moltiplicare per q

pilastro piano	N <sub>q</sub> -0 MRd	0.045 g g <sub>q</sub>	sfuerzo + MRd	ε <sub>q</sub>	sfuerzo - MRd	ε <sub>q</sub>
1 6	29.03	0.081	27.94	0.077	30.31	0.084
1 5	39.03	0.063	36.19	0.059	42.26	0.068
1 4	47.35	0.058	42.76	0.053	50.15	0.064
1 3	53.88	0.073	46.63	0.063	59.78	0.081
1 2	54.54	0.092	54.12	0.077	65.46	0.093
1 1	87.72	0.144	65.44	0.107	87.79	0.144
2 6	33.53	0.064	33.17	0.064	33.89	0.065
2 5	46.08	0.053	45.69	0.053	46.32	0.054
2 4	55.65	0.052	54.67	0.051	54.71	0.052
2 3	101.89	0.060	100.44	0.063	101.34	0.059
2 2	151.81	0.073	149.73	0.073	152.89	0.074
2 1	210.92	0.073	207.70	0.072	214.60	0.074
3 6	33.53	0.064	33.86	0.064	33.19	0.063
3 5	46.08	0.053	46.32	0.053	45.69	0.053
3 4	55.65	0.052	54.67	0.051	54.71	0.052
3 3	101.89	0.060	100.44	0.063	101.34	0.059
3 2	151.81	0.073	149.73	0.073	152.89	0.074
3 1	210.92	0.073	207.70	0.072	214.60	0.074
19 6	36.21	0.057	36.62	0.058	35.80	0.057
19 5	46.09	0.044	41.00	0.041	48.30	0.047
19 4	45.21	0.045	43.89	0.045	49.52	0.045
19 3	55.63	0.046	55.11	0.049	54.13	0.049
19 2	65.93	0.085	65.19	0.082	66.49	0.085
19 1	107.15	0.096	105.42	0.096	108.52	0.098

File Edificio.xls - foglio PilX (q)

q = 1.5  
a<sub>g</sub> = 0.068 g

q = 3.0  
a<sub>g</sub> = 0.135 g  
plausibile (struttura regolare)

## Moltiplicatore del sisma che porta i pilastri al limite (direzione y)

Il valore minimo è 0.036 g (pilastro 9, quarto piano)

p=7.0 1/p=14.1%

Notare che i pilastri senza travi sono molto lontani dal limite

pilastro piano	N <sub>q</sub> -0 MRd	0.035 g g <sub>q</sub>	sfuerzo + MRd	ε <sub>q</sub>	sfuerzo - MRd	ε <sub>q</sub>
1/ 3	27.28	0.343	25.34	0.042	28.27	0.045
17 3	36.01	0.343	33.51	0.040	38.79	0.046
17 4	43.58	0.343	39.99	0.039	47.92	0.047
17 3	49.62	0.345	44.62	0.041	54.27	0.051
17 2	54.97	0.353	49.44	0.044	59.38	0.054
17 1	64.73	0.393	52.04	0.075	63.77	0.092
9 3	32.12	0.337	32.05	0.036	32.19	0.037
9 5	44.68	0.335	44.48	0.036	44.89	0.036
9 4	53.99	0.335	53.71	0.035	54.27	0.036
9 3	65.84	0.344	65.56	0.044	66.10	0.044
9 2	108.32	0.344	107.71	0.043	108.88	0.044
9 1	159.78	0.352	157.90	0.056	161.27	0.057
1 3	29.03	0.345	30.14	0.048	27.98	0.044
1 5	39.03	0.345	42.00	0.049	36.24	0.045
1 4	47.35	0.345	51.84	0.050	43.34	0.041
1 3	53.88	0.347	53.56	0.052	48.47	0.043
1 2	54.54	0.362	65.83	0.064	46.34	0.055
1 1	104.41	0.369	111.82	0.073	88.44	0.058
10 3	30.21	0.319	29.07	0.307	31.41	0.332
10 5	40.69	0.294	39.17	0.136	42.80	0.212
10 4	49.21	0.233	46.76	0.221	51.57	0.244
18 3	46.63	0.204	62.10	0.206	68.63	0.221
18 2	65.90	0.290	67.96	0.277	67.31	0.297
18 1	99.73	0.163	97.44	0.159	91.54	0.167

File Edificio.xls - foglio PilY (q)

moltiplicando per q

q = 1.5  
a<sub>g</sub> = 0.054 g

q = 3.0  
a<sub>g</sub> = 0.108 g

## Conclusioni

per analisi lineare con fattore di struttura

- Si può ritenere che il moltiplicatore di collasso sia compreso tra

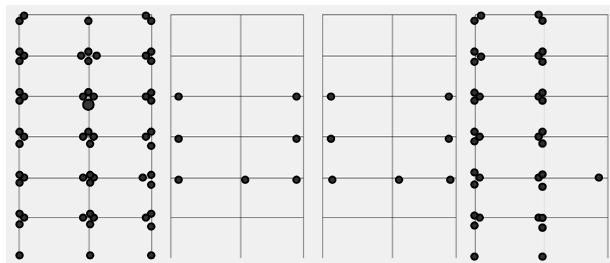
$$0.054 g \leq a_g \leq 0.108 g$$

raggiunto per sisma in direzione y

Poiché la struttura è regolare può essere considerato valido il limite superiore

## Telai in direzione y

- La prima plasticizzazione avviene per  $p=7.0$  (14.1% di 0.25 g)



- Le analisi lineari mostrano che prima di 0.108 g si potrebbero essere formate numerose cerniere

## Analisi lineare

Linee guida Basilicata, appendice D

## Valutazione della resistenza

- Si ipotizza un meccanismo di collasso di piano, con tutti i pilastri plasticizzati
- Si determina per ogni pilastro il corrispondente valore del taglio di collasso

$$V_{i,Rd} = \frac{M_{i,Rd}}{\alpha h_p}$$

$\alpha h_p =$  posizione del punto di nullo di M  
(in genere  $\alpha=0.5$ )

## Valutazione della resistenza

- Il taglio di collasso di ciascun pilastro viene ottenuto incrementando con un coefficiente di duttilità  $\alpha_{DUT}$ , che dipende dallo sforzo normale

$$\alpha_{DUT} = 3 \left[ 0.2 + 0.9 \left( 1 - \frac{\sigma_c}{f_c} \right)^{1.2} \right] \leq 3$$

$$\sigma_c = \frac{N_q}{A_c} \quad f_c = f_{cm} \quad \text{Meglio diviso FC}$$

$$V_{i,COL} = \alpha_{DUT} V_{i,Rd}$$

## Valutazione della resistenza

- Il taglio totale di collasso di piano è somma dei contributi dei singoli pilastri, ridotto con coefficienti che tengono conto di
  - Presenza di piano soffice
  - Irregolarità di resistenza
  - Irregolarità di rigidezza
  - Irregolarità di forma

## Valutazione della resistenza

- Moltiplicatore di collasso - in realtà di DS, o SLV: determinato come rapporto tra taglio di collasso e taglio da sisma (calcolato per  $a_g = 1g$ )

### Considerazioni:

- l'analisi lineare con fattore di struttura  $q$  (1.5-3) si arresta quando un solo elemento raggiunge  $M_{Rd}$
- L'analisi secondo le linee guida della Basilicata somma il contributo di tutti i pilastri, ciascuno scalato con un suo "fattore di struttura"

## Valutazione della resistenza dei pilastri in direzione x

pilastro piano	Nq	oDUT	b	h
1 6	66.1	3.000	30	30
1 5	163.7	3.000	30	30
1 4	261.3	2.970	30	30
1 3	358.9	2.848	30	30
1 2	456.5	2.726	30	30
1 1	556.4	2.775	40	30
2 6	108.0	3.000	30	30
2 5	244.0	2.992	30	30
2 4	380.0	2.821	30	30
2 3	518.2	2.811	30	40
2 2	658.7	2.802	30	50
2 1	801.4	2.796	30	60
3 6	108.0	3.000	30	30
3 5	244.0	2.992	30	30
3 4	380.0	2.821	30	30
3 3	518.2	2.811	30	40
3 2	658.7	2.802	30	50
3 1	801.4	2.796	30	60
4 6	108.0	3.000	30	30
4 5	244.0	2.992	30	30
4 4	380.0	2.821	30	30
4 3	518.2	2.811	30	40
4 2	658.7	2.802	30	50
4 1	801.4	2.796	30	60

File Edificio.xls - foglio PilX (LG Bas)

$$\sigma_c = \frac{456.5 \times 10^3}{900 \times 10^2} = 5.07 \text{ MPa}$$

$$f_c = 28 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{DUT} = 3 \left[ 0.2 + 0.9 \left( 1 - \frac{5.07}{28} \right)^{1.2} \right] = 2.726$$

## Valutazione della resistenza dei pilastri in direzione x

pilastro piano	Nq	oDUT	b	h	Ns=0 VRd	V(MRd)	Vcell
1 6	66.1	3.000	30	30	30.15	18.85	56.54
1 5	163.7	3.000	30	30	41.27	25.73	77.38
1 4	261.3	2.970	30	30	51.13	31.86	94.91
1 3	358.9	2.848	30	30	59.72	37.32	106.29
1 2	456.5	2.726	30	30	73.02	45.64	124.43
1 1	556.4	2.775	40	30	97.52	60.95	169.13
2 6	108.0	3.000	30	30	35.08	21.92	65.77
2 5	244.0	2.992	30	30	49.48	30.92	92.51
2 4	380.0	2.821	30	30	61.40	38.38	108.28
2 3	518.2	2.811	30	40	113.17	70.73	198.30
2 2	658.7	2.802	30	50	130.60	106.00	207.96
2 1	801.4	2.796	30	60	236.96	148.10	414.03
3 6	108.0	3.000	30	30	35.08	21.92	65.77
3 5	244.0	2.992	30	30	49.48	30.92	92.51
3 4	380.0	2.821	30	30	61.40	38.38	108.28
3 3	518.2	2.811	30	40	113.17	70.73	198.30
3 2	658.7	2.802	30	50	130.60	106.00	207.96
3 1	801.4	2.796	30	60	236.96	148.10	414.03
4 6	108.0	3.000	30	30	35.08	21.92	65.77
4 5	244.0	2.992	30	30	49.48	30.92	92.51
4 4	380.0	2.821	30	30	61.40	38.38	108.28
4 3	518.2	2.811	30	40	113.17	70.73	198.30
4 2	658.7	2.802	30	50	130.60	106.00	207.96
4 1	801.4	2.796	30	60	236.96	148.10	414.03

File Edificio.xls - foglio PilX (LG Bas)

## Valutazione della resistenza dei pilastri in direzione x

pilastro piano	Ns=0 VRd	V(MRd)	Vcell
1 6	30.15	18.85	56.54
1 5	41.27	25.73	77.38
1 4	51.13	31.86	94.91
1 3	59.72	37.32	106.29
1 2	73.02	45.64	124.43
1 1	97.52	60.95	169.13
2 6	35.08	21.92	65.77
2 5	49.48	30.92	92.51
2 4	61.40	38.38	108.28
2 3	113.17	70.73	198.30
2 2	130.60	106.00	207.96
2 1	236.96	148.10	414.03
3 6	35.08	21.92	65.77
3 5	49.48	30.92	92.51
3 4	61.40	38.38	108.28
3 3	113.17	70.73	198.30
3 2	130.60	106.00	207.96
3 1	236.96	148.10	414.03
4 6	35.08	21.92	65.77
4 5	49.48	30.92	92.51
4 4	61.40	38.38	108.28
4 3	113.17	70.73	198.30
4 2	130.60	106.00	207.96
4 1	236.96	148.10	414.03

File Edificio.xls - foglio PilX (LG Bas)

$$56.54 + 65.77 + \dots = 766.58$$

Vres	Vcell	pfb	sg.coll
6	256.63	766.68	1.000
5	353.68	1083.64	0.001
4	447.61	1276.81	0.000
3	698.34	1837.31	1.000
2	902.69	2488.32	1.000
1	1288.51	3478.54	1.000

$$\frac{766.58}{2978.24} = 0.257$$

Vsisma	2978.24	5141.48	7643.56	8988.60	9167.32
6					
5					
4					
3					
2					
1					

$$a_{g,COL} = 0.195 g$$

## Valutazione della resistenza dei pilastri in direzione y

pilastro piano	Nc	oDUT	b	h	Ns=0 VRd	V(MRd)	Vcell
17 6	50.5	3.000	30	30	38.26	17.67	63.00
17 5	132.5	3.000	30	30	51.25	23.88	73.97
17 4	214.5	3.000	30	30	65.96	29.10	87.30
17 3	296.5	2.926	30	30	54.38	33.99	99.43
17 2	378.5	2.823	30	30	61.29	38.30	106.14
17 1	459.5	2.771	30	30	73.29	45.81	124.86
9 6	54.5	3.000	30	30	32.53	28.95	62.00
9 5	227.7	3.000	30	30	47.88	29.92	89.77
9 4	360.8	2.845	30	30	59.87	37.42	106.47
9 3	493.9	2.680	30	30	75.44	47.15	126.37
9 2	629.3	2.707	30	40	123.94	77.46	203.71
9 1	796.9	2.722	30	50	192.96	114.35	311.25
1 6	66.1	3.000	30	30	30.15	18.85	56.54
1 5	163.7	3.000	30	30	41.27	25.73	77.38
1 4	261.3	2.970	30	30	51.13	31.86	94.91
1 3	358.9	2.848	30	30	59.72	37.32	106.29
1 2	456.5	2.726	30	30	73.02	45.64	124.43
1 1	556.4	2.775	40	30	117.07	73.17	203.05
18 6	76.8	3.000	30	30	31.43	19.65	59.94
18 5	191.6	3.000	30	30	43.17	26.98	80.94
18 4	286.4	2.998	30	30	53.46	33.41	93.19
18 3	391.2	2.887	30	30	62.27	38.92	109.27
18 2	486.0	2.678	30	30	75.57	47.23	126.47
18 1	683.0	2.732	40	30	130.77	62.98	172.94

File Edificio.xls - foglio PilY (LG Bas)

## Valutazione della resistenza dei pilastri in direzione y

- Attenzione: ha senso considerare il contributo (plastico) dei pilastri senza travi?

## Valutazione della resistenza dei pilastri in direzione y

pilastri: piano		N=0 MRd	V=MRd Vd	V=coll Vd
17	6	26.26	17.57	63.00
17	5	37.85	23.26	70.97
17	4	46.56	29.10	87.30
17	3	54.29	33.99	96.43
17	2	61.29	38.30	108.14
17	1	72.29	45.31	124.00
9	6	32.53	20.95	62.09
9	5	47.98	29.52	85.77
9	4	66.97	37.42	106.47
9	3	75.44	47.15	126.37
9	2	179.64	77.46	208.71
9	1	182.66	114.35	311.25
1	6	36.15	10.35	56.54
1	5	41.27	25.79	77.38
1	4	51.13	31.86	94.91
1	3	56.72	37.32	106.29
1	2	72.05	45.34	124.43
1	1	117.07	73.17	203.05
18	6	31.43	19.96	55.91
18	5	45.17	26.36	86.04
18	4	55.46	33.41	96.19
18	3	62.27	38.32	108.27
18	2	74.59	47.23	126.47
18	1	100.77	62.36	172.04

File Edificio.xls - foglio PilY (LG Bas)

Vires	Vcoll	p/b	sg.coll
6	266.63	778.68	1.000
5	363.80	1853.64	0.940
4	447.61	1276.81	1.000
3	611.11	1705.27	1.000
2	786.35	2706.94	1.000
1	1016.57	2759.46	1.000

$$a_{g,COL} = 0.278 \text{ g}$$

ma per questo  $a_g$  i pilastri  
senza trave non sono  
plasticizzati

momenti		momenti		N=0
sup. (kNm)	inf. (kNm)	sup. (kNm)	inf. (kNm)	MRd
18	3	182.52	174.40	62.27

## Valutazione della resistenza dei pilastri in direzione y

- Attenzione:  
ha senso considerare il contributo (plastico) dei  
pilastri senza travi?

In questo caso non è corretto.  
Si può tener conto del contributo elastico (non  
plastico) dei pilastri senza travi

## Valutazione della resistenza dei pilastri in direzione y

pil con travi		pil senza travi	
Vsisma	V sisma	V sisma	V sisma
6	2010.95	156.12	156.12
5	2696.40	666.12	666.12
4	3510.72	813.20	813.20
3	4088.35	867.60	867.60
2	4749.35	965.40	965.40
1	4888.84	1405.20	1405.20

pilastri con travi		pilastri con travi		pil		sg.coll	
ag	Vdagi	Vires	Vcoll	Vcoll	p/b	sg.coll	sg.coll
0.151	29.60	101.56	304.69	304.29	1.000	0.454	0.454
0.135	92.34	139.06	417.44	509.79	0.940	0.135	0.135
0.145	118.68	176.46	509.76	527.65	1.000	0.145	0.145
0.150	137.19	231.85	646.80	783.78	1.000	0.150	0.150
0.184	181.59	330.01	875.23	1066.82	1.000	0.184	0.184
0.273	383.29	474.76	1351.07	1664.34	1.000	0.273	0.273

$$a_{g,COL} = 0.135 \text{ g}$$

Ho considerato come taglio di collasso il  $V_{coll}$  dei pilastri con travi  
più il taglio da sisma dei pilastri senza travi, per il valore di  $a_g$   
che porta al collasso (necessità di procedere iterativamente)

File Edificio.xls - foglio PilY (LG Bas)

## Conclusioni

per analisi lineare secondo le linee guida Basilicata

- Si può ritenere che il moltiplicatore di collasso sia  
 $a_g = 0.135 \text{ g}$   
raggiunto per sisma in direzione y