

# REALIZZAZIONE CAMPO N. 56 PARTE EST PRESSO IL CIMITERO URBANO DI VIA FOSCOLO

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE SPECIALISTICA  
ESEMPIO DI CALCOLO SU ELEMENTI TIPO PREFABBRICATI**



  
Progettista  
Arch. Carlo Ciespi

Collaboratori alla progettazione  
Geom. Rosario Salerno  
Arch. Ilaria Bertilotti

  
Disegnatore  
Arch. Ilaria Bertilotti

  
Responsabile del Procedimento  
Arch. Bruno G. Lattuada



## RELAZIONE SPECIALISTICA E RELAZIONE DI CALCOLO ELEMENTI PREFABBRICATI

### 3 - Esempio di calcolo su elementi tipo prodotti dal prefabbricatore

#### NORMATIVE

Si riportano nel seguito le normative specifiche che sono utilizzate per il dimensionamento e la verifica delle strutture in esame:

- 1) Legge 5 Novembre 1971 n. 1086:  
"Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica"
- 2) Decreti Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1992 e 9 Gennaio 1996:  
"Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- 3) Circolare Ministero LL.PP. 15 ottobre 1996:  
Istruzioni relative all'applicazione delle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996.
- 4) Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n 3274 del 20 marzo 2003:  
"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successivi chiarimenti e modifiche.
- 5) Decreto 14 gennaio 2008: "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
- 6) Circolare 2 febbraio 2009: "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

#### MATERIALI

Le caratteristiche principali dei materiali utilizzati nel presente progetto sono di seguito riportate:

a) Calcestruzzo classe **C 28/35**

- |  |            |                        |
|--|------------|------------------------|
| - Resistenza caratteristica cubica     | $R_{ck} =$ | 35.0 N/mm <sup>2</sup> |
| - Resistenza caratteristica cilindrica | $f_{ck} =$ | 28.0 N/mm <sup>2</sup> |

b) Acciaio per c.a. tipo **B450C**

- |  |            |                         |
|--|------------|-------------------------|
| - Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} =$ | 450.0 N/mm <sup>2</sup> |
| - Tensione caratteristica di rottura     | $f_{tk} =$ | 540.0 N/mm <sup>2</sup> |

Il peso per unità di volume delle strutture in calcestruzzo armato è assunto pari a 25000 N/m<sup>3</sup> (2500 Kg/m<sup>3</sup>).

## CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Si tratta di manufatti in calcestruzzo armato impilabili e interrabili per la realizzazione di tombe di famiglia, singole o doppie. Hanno dimensioni in pianta di 2,50 m per 1,88 m, nel caso di tombe singole, e di 2,50 m per 1,35 + 1,35 m, nel caso di tombe doppie. Lo spessore lo spessore di pareti e pianali è pari a 10 cm.

## CARICHI

-	Peso proprio caratteristico solette	2,50 kN/m <sup>2</sup>
-	Sovraccarico permanente caratteristico	
	Solette intermedie	2,50 kN/m <sup>2</sup>
	Solette di copertura	2,50 kN/m <sup>2</sup>
-	Sovraccarico variabile caratteristico	
	Solette intermedie	2,00 kN/m <sup>2</sup>
	Solette di copertura	2,00 kN/m <sup>2</sup>
-	Spinta del terreno sulle pareti verticali	
	Si considerano i seguenti parametri:	$\lambda = 0,3$
		$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
-	Sovraccarico variabile caratteristico distribuito sul terreno	3,00 kN/m <sup>2</sup>

## VERIFICA DELL'ARMATURA

Si considera come più gravoso lo stato limite ultimo a flessione, **SLU STR.**

Per quanto riguarda il calcolo delle sollecitazioni sulle solette orizzontali si rimanda al calcolo agli elementi finiti riportato di seguito.

## **DESCRIZIONE DEI DATI DEL MODELLO**

Di seguito sono descritti i dati geometrici e non del modello fisico-matematico utilizzato per il calcolo strutturale.

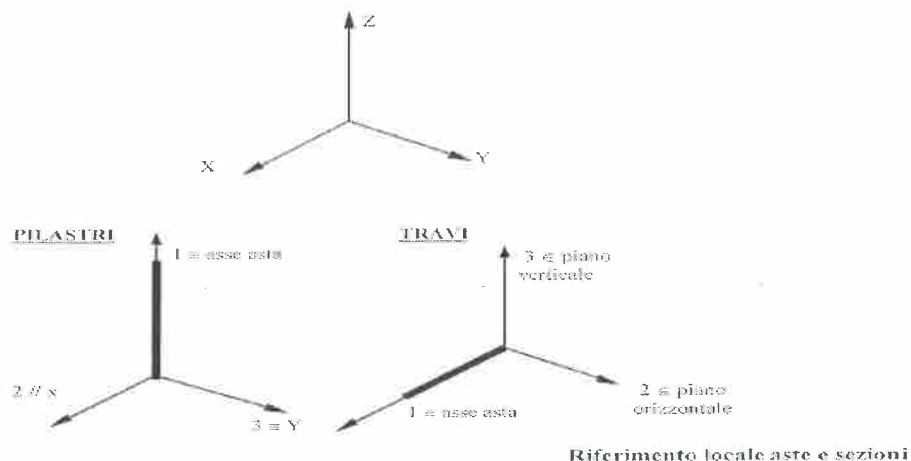
## **INTRODUZIONE**

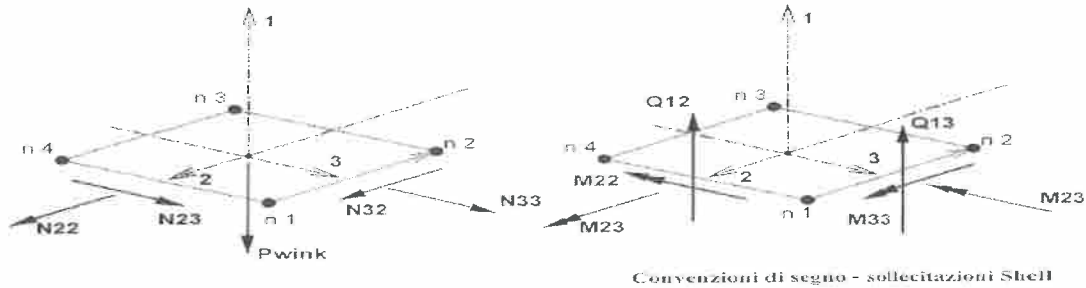
### **Sistemi di riferimento**

Il Sistema di Riferimento Globale XYZ è una Terna destrorsa cartesiana con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 degli Elementi tipo Beam è una Terna destrorsa Cartesiana con asse 1 avente la direzione dell'elemento, asse 2 definibile dall'utente e asse 3 avente la direzione che completa la terna.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 predefinito degli Elementi tipo Shell è una Terna destrorsa cartesiana con origine nel baricentro dell'Elemento, asse 1 avente la direzione della normale, asse 2 avente la direzione della congiungente i punti medi dei due lati N2-N3 e N1-N4 (N1,N2,N3,N4 sono i nodi che definiscono l'elemento) e asse 3 avente la direzione che completa la terna.





**Modellazione**

La Modellazione Numerica della struttura, la rielaborazione dei risultati dell'analisi agli Elementi Finiti, la progettazione-verifica degli elementi strutturali sono state condotte utilizzando il programma CMP realizzato dalla Cooperativa Architetti e Ingegneri Progettazione di Reggio Emilia. Il solutore ad elementi finiti utilizzato è *XFINEST della Ce.A.S. di Milano*.

**Normativa**

Per la progettazione e verifica degli elementi strutturali è stata utilizzata la seguente normativa:  
 Normativa italiana D.M. 14/01/2008 Stati Limite  
 Classe d'Uso: 2  
 Vita Nominale: 50 anni

**DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE**

Il peso proprio degli Elementi tipo Beam e tipo Shell viene calcolato automaticamente in base alle caratteristiche dei materiali, alla geometria degli elementi e ai seguenti parametri:

- CdC = Numero Condizione di Carico Elementare
- mltX = Moltiplicatore del peso proprio in direzione X Globale
- mltY = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Y Globale
- mltZ = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Z Globale
- Tipo = Tipo di Condizione di Carico (St = Statico, StEq = Sismico Statico Equivalente)
- $\Psi_0, \Psi_1, \Psi_2$  = coefficienti di combinazione
- $\Psi_{2s}$  = coefficiente di combinazione sismica
- $\phi$  = coefficiente per calcolo masse

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{2s}$	$\phi$
CdC n. 1	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
CdC n. 2	2	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
CdC n. 3	3	0	0	0	Abitazioni Uffici (St)	0.7	0.5	0.3	0.3	1

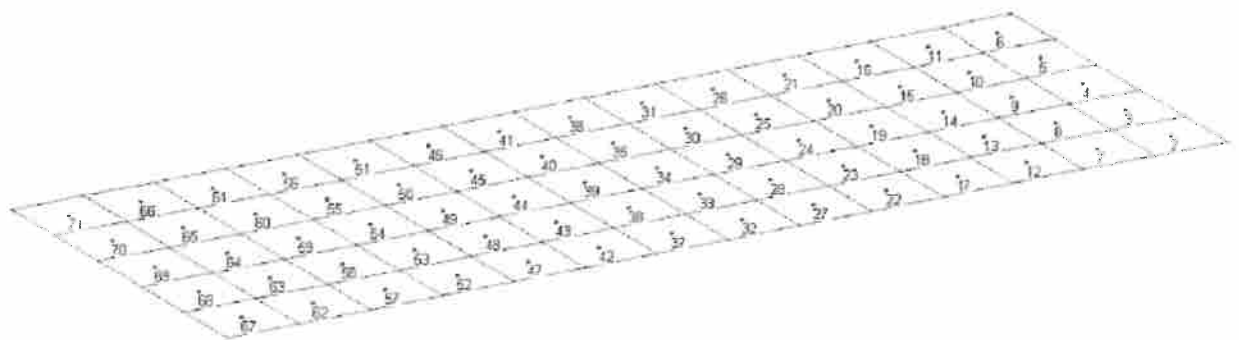
## DESCRIZIONE ELEMENTI TIPO SHELL

### Configurazione elementi tipo shell

La geometria e le altre caratteristiche degli elementi shell costituenti il modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli:

- Shell = Numero dell'Elemento Shell
- Tipo = Tipo di elemento:  
M.Std: Membranale standard  
S.Std: Shell standard  
S.+Rot: Shell formulato con la rotazione ai nodi  
S.+Rot+Bub: Shell formulato con la rotazione ai nodi e bubble function
- N1 = Numero Nodo 1 dell'Elemento
- N2 = Numero Nodo 2 dell'Elemento
- N3 = Numero Nodo 3 dell'Elemento
- N4 = Numero Nodo 4 dell'Elemento
- mat = Nome del materiale di cui è costituito l'elemento
- Sm = Spessore per comportamento membranale
- Sf = Spessore per comportamento flessionale (= Sm se non definito)

Shell	Tipo	N1	N2	N3	N4	Materiale	Sm (cm)	Sf (cm)	Fase
2	S.Std+Drill	12	6	5	11	C18 C28/35	10	0	
3	S.Std+Drill	13	7	6	12	C18 C28/35	10	0	
4	S.Std+Drill	14	8	7	13	C18 C28/35	10	0	
5	S.Std+Drill	15	9	8	14	C18 C28/35	10	0	
6	S.Std+Drill	16	10	9	15	C18 C28/35	10	0	
7	S.Std+Drill	18	12	11	17	C18 C28/35	10	0	
8	S.Std+Drill	19	13	12	18	C18 C28/35	10	0	
9	S.Std+Drill	20	14	13	19	C18 C28/35	10	0	
10	S.Std+Drill	21	15	14	20	C18 C28/35	10	0	
11	S.Std+Drill	22	16	15	21	C18 C28/35	10	0	
12	S.Std+Drill	24	18	17	23	C18 C28/35	10	0	
13	S.Std+Drill	25	19	18	24	C18 C28/35	10	0	
14	S.Std+Drill	26	20	19	25	C18 C28/35	10	0	
15	S.Std+Drill	27	21	20	26	C18 C28/35	10	0	
16	S.Std+Drill	28	22	21	27	C18 C28/35	10	0	
17	S.Std+Drill	30	24	23	29	C18 C28/35	10	0	
18	S.Std+Drill	31	25	24	30	C18 C28/35	10	0	
19	S.Std+Drill	32	26	25	31	C18 C28/35	10	0	
20	S.Std+Drill	33	27	26	32	C18 C28/35	10	0	
21	S.Std+Drill	34	28	27	33	C18 C28/35	10	0	
22	S.Std+Drill	36	30	29	35	C18 C28/35	10	0	
23	S.Std+Drill	37	31	30	36	C18 C28/35	10	0	
24	S.Std+Drill	38	32	31	37	C18 C28/35	10	0	
25	S.Std+Drill	39	33	32	38	C18 C28/35	10	0	
26	S.Std+Drill	40	34	33	39	C18 C28/35	10	0	
27	S.Std+Drill	42	36	35	41	C18 C28/35	10	0	
28	S.Std+Drill	43	37	36	42	C18 C28/35	10	0	
29	S.Std+Drill	44	38	37	43	C18 C28/35	10	0	
30	S.Std+Drill	45	39	38	44	C18 C28/35	10	0	
31	S.Std+Drill	46	40	39	45	C18 C28/35	10	0	
32	S.Std+Drill	48	42	41	47	C18 C28/35	10	0	
33	S.Std+Drill	49	43	42	48	C18 C28/35	10	0	
34	S.Std+Drill	50	44	43	49	C18 C28/35	10	0	
35	S.Std+Drill	51	45	44	50	C18 C28/35	10	0	
36	S.Std+Drill	52	46	45	51	C18 C28/35	10	0	
37	S.Std+Drill	54	48	47	53	C18 C28/35	10	0	
38	S.Std+Drill	55	49	48	54	C18 C28/35	10	0	
39	S.Std+Drill	56	50	49	55	C18 C28/35	10	0	
40	S.Std+Drill	57	51	50	56	C18 C28/35	10	0	
41	S.Std+Drill	58	52	51	57	C18 C28/35	10	0	
42	S.Std+Drill	60	54	53	59	C18 C28/35	10	0	
43	S.Std+Drill	61	55	54	60	C18 C28/35	10	0	
44	S.Std+Drill	62	56	55	61	C18 C28/35	10	0	
45	S.Std+Drill	63	57	56	62	C18 C28/35	10	0	
46	S.Std+Drill	64	58	57	63	C18 C28/35	10	0	
47	S.Std+Drill	66	60	59	65	C18 C28/35	10	0	
48	S.Std+Drill	67	61	60	66	C18 C28/35	10	0	
49	S.Std+Drill	68	62	61	67	C18 C28/35	10	0	
50	S.Std+Drill	69	63	62	68	C18 C28/35	10	0	
51	S.Std+Drill	70	64	63	69	C18 C28/35	10	0	
52	S.Std+Drill	72	66	65	71	C18 C28/35	10	0	
53	S.Std+Drill	73	67	66	72	C18 C28/35	10	0	
54	S.Std+Drill	74	68	67	73	C18 C28/35	10	0	
55	S.Std+Drill	75	69	68	74	C18 C28/35	10	0	
56	S.Std+Drill	76	70	69	75	C18 C28/35	10	0	
57	S.Std+Drill	78	72	71	77	C18 C28/35	10	0	
58	S.Std+Drill	79	73	72	78	C18 C28/35	10	0	
59	S.Std+Drill	80	74	73	79	C18 C28/35	10	0	
60	S.Std+Drill	81	75	74	80	C18 C28/35	10	0	
61	S.Std+Drill	82	76	75	81	C18 C28/35	10	0	
62	S.Std+Drill	84	78	77	83	C18 C28/35	10	0	
63	S.Std+Drill	85	79	78	84	C18 C28/35	10	0	
64	S.Std+Drill	86	80	79	85	C18 C28/35	10	0	
65	S.Std+Drill	87	81	80	86	C18 C28/35	10	0	
66	S.Std+Drill	88	82	81	87	C18 C28/35	10	0	
67	S.Std+Drill	90	84	83	89	C18 C28/35	10	0	
68	S.Std+Drill	91	85	84	90	C18 C28/35	10	0	
69	S.Std+Drill	92	86	85	91	C18 C28/35	10	0	
70	S.Std+Drill	93	87	86	92	C18 C28/35	10	0	
71	S.Std+Drill	94	88	87	93	C18 C28/35	10	0	





## CARICHI SU ELEMENTI TIPO SHELL

### Pressione normale su elementi tipo shell

Shell = Numero dell'Elemento Shell

CdC = Condizione di Carico Elementare nella quale sono applicate le pressioni

P = Pressione in direzione opposta alla normale

Carico TIPO 1 :  $q_{perm} = 0.45 \times (1.25+2.50)/0.18 = 9.4 \text{ kN/m}^2$  (striscia shell più caricata)

Carico TIPO 2 :  $q_{perm} = 2.5 \text{ kN/m}^2$

Carico TIPO 3 :  $q_{var} = 0.45 \times 2.00/0.18 = 5.0 \text{ kN/m}^2$  (striscia shell più caricata)

Carico TIPO 4 :  $q_{var} = 2.0 \text{ kN/m}^2$

Shell	CdC	P(KN/m <sup>2</sup> )	41	2	-2.5	32	3	-5
2	2	-9.4	42	2	-9.4	13	3	-2
3	2	-2.5	43	2	-2.5	14	3	-2
4	2	-2.5	44	2	-2.5	15	3	-2
5	2	-2.5	45	2	-2.5	16	3	-2
6	2	-2.5	46	2	-2.5	17	3	-2
7	2	-9.4	47	2	-9.4	18	3	-2
8	2	-2.5	48	2	-2.5	19	3	-2
9	2	-2.5	49	2	-2.5	20	3	-2
10	2	-2.5	50	2	-2.5	21	3	-2
11	2	-2.5	51	2	-2.5	22	3	-2
12	2	-9.4	52	2	-9.4	23	3	-2
13	2	-2.5	53	2	-2.5	24	3	-2
14	2	-2.5	54	2	-2.5	25	3	-2
15	2	-2.5	55	2	-2.5	26	3	-2
16	3	-2.5	56	2	-2.5	27	3	-2
17	2	-9.4	57	2	-2.5	28	3	-2
18	2	-2.5	58	2	-9.4	29	3	-2
19	2	-2.5	59	2	-2.5	30	3	-2
20	2	-2.5	60	2	-2.5	31	3	-2
21	2	-2.5	61	2	-2.5	32	3	-2
22	3	-9.4	62	2	-9.4	33	3	-2
23	2	-2.5	63	2	-2.5	34	3	-2
24	2	-2.5	64	2	-2.5	35	3	-2
25	2	-2.5	65	2	-2.5	36	3	-2
26	2	-2.5	66	2	-2.5	37	3	-2
27	2	-9.4	67	2	-9.4	38	3	-2
28	2	-2.5	68	2	-2.5	39	3	-2
29	2	-2.5	69	2	-2.5	40	3	-2
30	2	-2.5	70	2	-2.5	41	3	-2
31	2	-2.5	71	2	-2.5	42	3	-2
32	2	-9.4	3	3	-5	43	3	-2
33	2	-2.5	4	3	-2.5	44	3	-2
34	2	-2.5	5	3	-2.5	45	3	-2
35	2	-2.5	6	3	-2.5	46	3	-2
36	2	-2.5	7	3	-2.5	47	3	-2
37	2	-9.4	8	3	-9.4	48	3	-2
38	2	-2.5	9	3	-2.5	49	3	-2
39	2	-2.5	10	3	-2.5	50	3	-2
40	2	-2.5	11	3	-2.5	51	3	-2
53	3	-2	60	3	-2	67	3	-2
54	3	-2	61	3	-2	68	3	-2
55	3	-2	62	3	-2	69	3	-2
56	3	-2	63	3	-2	70	3	-2
57	3	-2	64	3	-2	71	3	-2
58	3	-2	65	3	-2			
59	3	-2	66	3	-2			



**PESO PROPRIO SHELL**

Descrive i valori del peso proprio degli elementi Shell

Descrizione dei parametri:

- Shell = Numero dello Shell
- Px = Valore del peso proprio in direzione X per unità di superficie
- Py = Valore del peso proprio in direzione Y per unità di superficie
- Pz = Valore del peso proprio in direzione Z per unità di superficie

**PESO PROPRIO SU SHELL CdC n. 1**

Shell	Px (N/cm <sup>2</sup> )	Py (N/cm <sup>2</sup> )	Pz (N/cm <sup>2</sup> )				
2	0	0	-0.25	62	0	0	-0.25
3	0	0	-0.25	63	0	0	-0.25
4	0	0	-0.25	64	0	0	-0.25
5	0	0	-0.25	65	0	0	-0.25
6	0	0	-0.25	66	0	0	-0.25
7	0	0	-0.25	67	0	0	-0.25
8	0	0	-0.25	68	0	0	-0.25
9	0	0	-0.25	69	0	0	-0.25
10	0	0	-0.25	70	0	0	-0.25
11	0	0	-0.25	71	0	0	-0.25
12	0	0	-0.25				
13	0	0	-0.25				
14	0	0	-0.25				
15	0	0	-0.25				
16	0	0	-0.25				
17	0	0	-0.25				
18	0	0	-0.25				
19	0	0	-0.25				
20	0	0	-0.25				
21	0	0	-0.25				
22	0	0	-0.25				
23	0	0	-0.25				
24	0	0	-0.25				
25	0	0	-0.25				
26	0	0	-0.25				
27	0	0	-0.25				
28	0	0	-0.25				
29	0	0	-0.25				
30	0	0	-0.25				
31	0	0	-0.25				
32	0	0	-0.25				
33	0	0	-0.25				
34	0	0	-0.25				
35	0	0	-0.25				
36	0	0	-0.25				
37	0	0	-0.25				
38	0	0	-0.25				
39	0	0	-0.25				
40	0	0	-0.25				
41	0	0	-0.25				
42	0	0	-0.25				
43	0	0	-0.25				
44	0	0	-0.25				
45	0	0	-0.25				
46	0	0	-0.25				
47	0	0	-0.25				
48	0	0	-0.25				
49	0	0	-0.25				
50	0	0	-0.25				
51	0	0	-0.25				
52	0	0	-0.25				
53	0	0	-0.25				
54	0	0	-0.25				
55	0	0	-0.25				
56	0	0	-0.25				
57	0	0	-0.25				
58	0	0	-0.25				
59	0	0	-0.25				
60	0	0	-0.25				
61	0	0	-0.25				



## INVILUPPO RISULTATI DELLE CONDIZIONI ELEMENTARI

I risultati contengono sia inviluppi sia combinazioni dei risultati delle condizioni di carico elementari.

Una condizione di inviluppo può essere di tipo "automatico" e in questo caso è un vero e proprio inviluppo dei valori minimi o massimi che ogni singola grandezza può assumere per effetto della combinazione lineare dei valori di ogni condizione di carico elementare, moltiplicati per il coefficiente che tra i due possibili risulta più tassativo.

Tutte le condizioni di carico in caso di inviluppo sono trattate tramite due moltiplicatori uno minimo e uno massimo per dare la possibilità di considerare azioni (tipo azione del vento o sisma) che possono agire in due direzioni opposte.

I risultati contengono sia inviluppi sia combinazioni assegnate dei risultati delle condizioni di carico elementari.

La combinazione lineare automatica può essere svolta anche su risultati di inviluppi, detti in questo caso inviluppi base, anziché di condizioni di carico elementare. Il risultato è un inviluppo di inviluppi.

Le condizioni di carico possono essere distinte nelle seguenti tipologie:

- **Permanente:** la CdC elementare è sempre presente nell'inviluppo e viene scelto il coefficiente più tassativo.
- **Variabile:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate solo se la componente considerata (Forza, momento flettente, spostamento in una direzione, ecc.) è a sfavore, diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo, scegliendo sempre il coefficiente più tassativo.
- **Variabile non Contemporanea:** analoga alla Variabile ma vengono sommate le sollecitazioni della sola e unica CdC più gravosa, per la componente in esame, fra tutte quelle che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp), escludendo le altre CdC dello stesso gruppo.
- **Permanente non Contemporanea:** analoga alle var. non contemporanea con la differenza che le sollecitazioni di almeno una CdC dello stesso gruppo (la più gravosa o la meno favorevole) vengono sommate anche se con effetto favorevole; in questo caso viene scelta la meno favorevole per la componente in esame.
- **Variabile Contemporanea:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate insieme a tutte quelle Variabili Contemporanee che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp) solo se applicandole tutte assieme vanno a sfavore diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo.
- **Non Considerata:** le sollecitazioni della CdC elementare non contribuiscono all'inviluppo.

## SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI TIPO SHELL

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le sollecitazioni inviluppate di ciascun elemento tipo Shell

Shell	= Numero dell'Elemento Shell
CdC	= Condizione di Carico di Inviluppo
N22	= Forza Normale Membranale in direzione asse locale 2
N33	= Forza Normale Membranale in direzione asse locale 3
N23	= Forza Tagliante Membranale agenti sulle facce perpendicolari agli assi locali 2 e 3
M22	= Momento Flettente agente nel piano locale 12
M33	= Momento Flettente agente nel piano locale 13
M23	= Momento Torsente agente sulle facce perpendicolari agli assi locali 2 e 3
Q2	= Forza di taglio fuori piano agente nel piano locale 12
Q3	= Forza di taglio fuori piano agente nel piano locale 13
W	= Reazione di Winkler
Dr	= Momento di Drilling

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

(W è il modulo di resistenza) sul bordo inferiore (S1) e superiore (S2) della sezione rettangolare dello shell (di base l m e altezza pari allo spessore dello shell) ortogonale all'asse locale 2 (il bordo inferiore è posto dalla parte dei valori negativi dell'asse locale 1); S3 ed S4 sono relativi alla sezione ortogonale all'asse locale 3.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti inviluppi:

- ~SL08 SLE caratt.
- ~SL08 STR SLV

### Descrizione Inviluppo “~SL08 SLE caratt.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL08 SLE caratt. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL08 SLE caratt.”

Descrizione inviluppo “~SL08 SLE caratt. 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1

### Descrizione Inviluppo “~SL08 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL08 STR SLV 1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL08 STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL08 STR SLV 1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	CdC n. 2	Permanente		0	1.5
CdC elem. 3St	CdC n. 3	Variabile		0	1.5

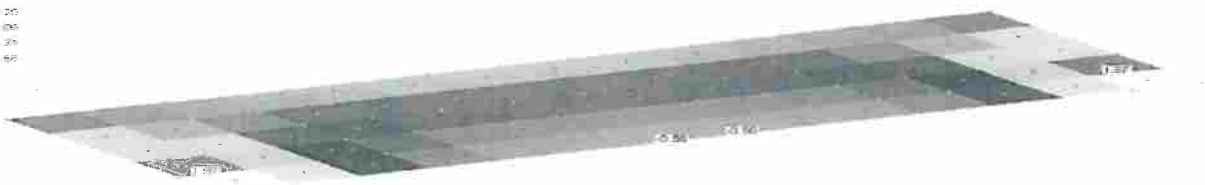
### Descrizione Sollecitazioni di Inviluppo

Sollecitazioni derivate dall’inviluppo “~SL08 SLE caratt.”

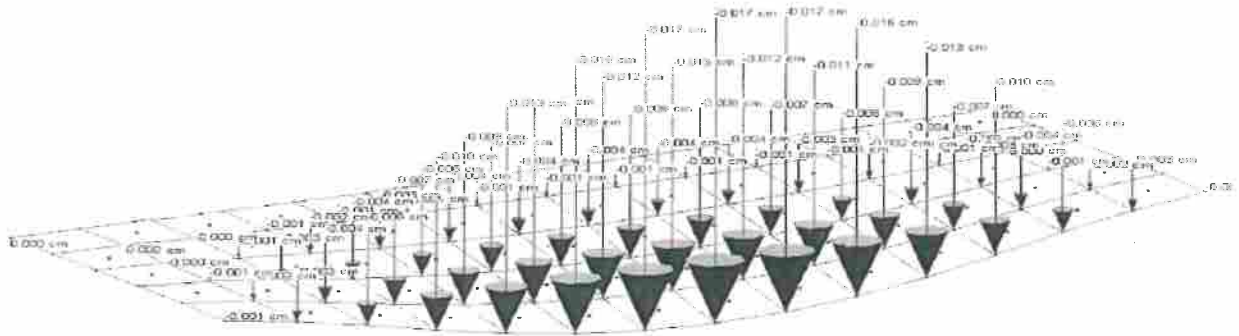
Inviluppo ~SL08 SLE caratt.  
CdC di Inviluppo (MDD min)  
MDD (kN/m²)



Inviluppo ~SL08 SLE caratt.  
CdC di Inviluppo (MDD max)  
MDD (kN/m²)



### Deformata e spostamenti



Considerando tali sollecitazioni e l'armatura resistente indicata nelle tavole strutturali allegate, si procede alle seguenti verifiche.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 2

Titolo : Tombe singole e doppie ZAMBETTI - Solette orizzontali - Incastro

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	93	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,01	2,5
2	1,51	7,5

Tipologia:  Rettang.  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.  
 Metodo n

Tipologia flessione:  Retta  Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

Solecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -2,86 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N:  Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> -6,635 kNm

Materiali: B450C C25/30

f<sub>yk</sub> 67,5 %  
f<sub>yk</sub> 391,3 N/mm²  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm²  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15  
σ<sub>s,adm</sub> 1,957 %  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²

f<sub>ck</sub> 2 %  
f<sub>ck</sub> 3,5 %  
f<sub>cd</sub> 14,17  
f<sub>cd</sub> / f<sub>cd</sub> 0,8  
σ<sub>c,adm</sub> 9,75  
τ<sub>co</sub> 0,6  
τ<sub>cl</sub> 1,829

σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3,5 %  
ε<sub>s</sub> 16,85 %  
d 7,5 cm  
x 1,29 x/d 0,172  
δ 0,7

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 2

Titolo : Tombe singole e doppie ZAMBETTI - Solette orizzontali - Incastro

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	1,83	2,5
2	0,5	7,5

Tipologia:  Rettang.  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.  
 Metodo n

Tipologia flessione:  Retta  Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

Solecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -2,94 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N:  Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> -5,557 kNm

Materiali: B450C C25/30

f<sub>yk</sub> 67,5 %  
f<sub>yk</sub> 391,3 N/mm²  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm²  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15  
σ<sub>s,adm</sub> 1,957 %  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²

f<sub>ck</sub> 2 %  
f<sub>ck</sub> 3,5 %  
f<sub>cd</sub> 14,17  
f<sub>cd</sub> / f<sub>cd</sub> 0,8  
σ<sub>c,adm</sub> 9,75  
τ<sub>co</sub> 0,6  
τ<sub>cl</sub> 1,829

σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3,5 %  
ε<sub>s</sub> 29,62 %  
d 7,5 cm  
x 0,792 x/d 0,1057  
δ 0,7

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 2

Titolo : **Tombe singole e doppie ZAMBETTI - Solette orizzontali - Trave**

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	50	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	0,6	2,5
2	1,57	7,5

Sollecitazioni

S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN

M<sub>xEd</sub>  kNm

M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N

Centro  Baricentro cls

Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>c</sub>  ‰

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

ξ  ξ/d  δ

Tipo Sezione

Rettan.re  Trapezi

a T  Circolare

Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+  S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Domino M-N

L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso

Materiali

**B450C** **C25/30**

σ<sub>su</sub>  ‰ σ<sub>c2</sub>  ‰

f<sub>yd</sub>  N/mm² σ<sub>cu</sub>  ‰

E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰

E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?

σ<sub>spd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰

σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>cc</sub>  ‰

τ<sub>c1</sub>  ‰