

# Anas SpA

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

## S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici – 1° stralcio  
dal km 158+000 al km 162+700

PROGETTO ESECUTIVO

CA283

PROGETTAZIONE: ANAS–Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI    Dott. Ing. Alessandro MICHELI  
Ordine Ing. di Roma n. 19116            Ordine Ing. di Roma n. 19645

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Serena MAJETTA  
Ordine Geol. Lazio n. 928

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

OPERE D'ARTE MINORI  
VASCHE DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA V1 E V2  
Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO

PROGETTO    LIV. PROG.    N. PROG.

L O P L S P   E   1 7 0 1

NOME FILE

TOO0MO0STRRE01A

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T O O O M O O S T R R E 0 1

A

SCALA

D

C

B

A

EMISSIONE

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



---

## INDICE

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TERRENO .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>7</b>
5.1	Peso proprio della struttura.....	7
5.2	Spinte statiche del terreno .....	7
5.3	Carichi verticali mobili.....	7
5.4	Carichi variabili sulla soletta di copertura.....	7
5.5	Combinazioni di carico.....	8
5.5.1	<i>Ipotesi per Verifica di fessurazione.....</i>	<i>10</i>
5.5.2	<i>Ipotesi per Verifiche agli stati limite ultimi.....</i>	<i>10</i>
<b>6</b>	<b>VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA .....</b>	<b>11</b>
	<i>Combinazione 1 (A1+M1+R1) .....</i>	<i>11</i>
	<i>Combinazione 2 (A2+M2+R2) .....</i>	<i>15</i>
<b>7</b>	<b>VERIFICA DI FESSURAZIONE .....</b>	<b>19</b>

---

## 1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nel presente documento vengono riportati i calcoli e le verifiche strutturali relative alle vasche di trattamento delle acque di prima pioggia prevista nello Svincolo di Bonorva Nord e nello Svincolo di Bonorva Sud nell'ambito dell'intervento denominato S.S. 131 di "Carlo Felice" Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131 Risoluzione dei nodi critici - 1° stralcio dal km 158+000 al km 162+700.

Le vasche hanno dimensioni in planimetria pari a 11,60 m x 4,90 m, con pareti di spessore pari a 30 cm, soletta di fondazione di spessore pari a 40 cm e soletta di copertura pari a 30 cm.

L'elaborazione dei calcoli e delle verifiche, condotte secondo il metodo degli stati limite, è stata svolta con l'ausilio del foglio di calcolo "SCATOLARI", edito dalla DEI - tipografia del Genio Civile - Roma nel testo degli Autori Mancina-Nori-Iasiello, a cui si rimanda per tutti i dettagli del caso.

Si adotta uno schema di calcolo piano. Il sistema si riduce quindi ad un insieme di aste che interagiscono con il terreno, modellato attraverso un letto di molle elastiche verticali (modello alla Winkler).

La modellazione dello scatolare è fatta con elementi tipo trave e quindi nell'analisi si fa riferimento alla linea media dei vari elementi.

---

## **2 NORMATIVA**

Nella progettazione è stata presa in considerazione la normative di seguito esposta:

La progettazione è conforme alle normative seguenti:

[1] *D.M. 14/01/2008,*  
Norme tecniche per le costruzioni

[2] *Circolare 617 del 02/02/2009,*  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M.  
14 Gennaio 2008.

---

### **3 MATERIALI**

Per la realizzazione della vasca è previsto l'utilizzo dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

#### **Calcestruzzo - Fondazioni ed elevazioni**

- Classe di resistenza (C28/35)
- Peso per unità di volume del conglomerato cementizio ordinario armato:  
 $\gamma_{ca} = 25 \text{ kN/m}^3$
- Classe di esposizione XC3

#### **Acciaio in tondi ad aderenza migliorata per armatura lenta**

- Acciaio B450C (controllato in stabilimento).

---

## 4 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Il terreno di fondazione, di rinfiacco e il materiale di ricoprimento che interessano l'opera sono caratterizzati dai seguenti parametri:

### Terreno di fondazione

- $k_s$  per le molle di fondazione = 20000 kN/m<sup>3</sup>

### Terreno di rinfiacco

- peso di volume naturale  $\gamma = 18$  kN/m<sup>3</sup>
- angolo di attrito  $\varphi' = 35^\circ$
- coesione drenata  $c' = 0$  kPa

I parametri di resistenza del terreno per la Combinazione 1 (A1+M1+R1) sono:

- angolo di attrito  $\varphi' = 35^\circ$ ;
- coefficiente di spinta  $K_{st} = 0,426$ .

I parametri di resistenza del terreno per la Combinazione 2 (A2+M2+R2) sono:

- angolo di attrito  $\varphi' = 29^\circ$ ;
- coefficiente di spinta  $K_{st} = 0,51$ .

---

## 5 ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 *Peso proprio della struttura*

Il peso proprio delle parti strutturali è valutato automaticamente dal programma di calcolo sulla base della geometria della struttura.

### 5.2 *Spinte statiche del terreno*

Si utilizza il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$  poiché le spinte del terreno sono calcolate considerando le pareti impedito di muoversi:

$$K_{st} = k_0 = 1 - \text{sen}(\varphi')$$

Le spinte del terreno in direzione verticale ed in direzione orizzontale vengono determinate automaticamente dal programma sulla base delle grandezze trovate e dei relativi spessori del terreno.

### 5.3 *Carichi verticali mobili*

Per il sovraccarico uniforme equivalente al carico variabile stradale sul terreno limitrofo si assume un valore di:

$$\Delta q = 20 \text{ kN/m}^2$$

### 5.4 *Carichi variabili sulla soletta di copertura*

Come carico variabile gravante direttamente sulla soletta di copertura della vasca si assume un valore pari a:

$$Q = 5 \text{ kN/m}^2$$

Trattando il problema con modelli piani è necessario ridurre questi carichi alla lunghezza unitaria. Il carico da inserire nel programma è direttamente quello indicato sopra.



---

Tale carico viene definito nel foglio di calcolo “SCATOLARI” nella sezione “SOVRACCARICHI - CONDIZIONE DI CARICO B”. L'impronta del carico “d”, nel nostro caso assunta uguale a 20 m, deve essere pari o maggiore della larghezza dello scatolare ( $d \geq L$ ), in questo modo il carico è assunto come uniformemente distribuito sulla soletta e non viene ridistribuito con la diffusione.

### **5.5 Combinazioni di carico**

Secondo le prescrizioni del D.M. 14/01/2008 le azioni di calcolo debbono essere cumulate secondo condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della ridotta probabilità di intervento simultaneo di tutte le azioni accidentali con i rispettivi valori più sfavorevoli.

Le combinazioni di carico generiche sono le seguenti:

#### Stati limite ultimi:

$$F_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

#### Stati limite di esercizio

$$F_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{combinazione di carico frequente}$$

$$F_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{combinazione di carico quasi permanente}$$

Per quel che riguarda i valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$ ,  $\gamma_{Qi}$  e  $\gamma_{\epsilon i}$  si considerano i valori riportati in Tabella 5.1.V:

**Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Per quel che riguarda i valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_M$  si considerano i valori riportati in Tabella 6.2.II:

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		$\gamma_M$		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Per quel che riguarda i valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_R$  si considerano i valori riportati in Tabella 6.5.I:

**Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

---

### 5.5.1 Ipotesi per Verifica di fessurazione

Si prende in considerazione il seguente stato limite di fessurazione: stato limite di apertura delle fessure.

(ambiente condizioni aggressive)

(armatura poco sensibile)

Quasi Permanente  $\rightarrow W_k \leq 0.2\text{mm}$

Frequente  $\rightarrow W_k \leq 0.3\text{mm}$

Vedi tabella 4.1.IV par. 4.1.2.2.4.5 .

### 5.5.2 Ipotesi per Verifiche agli stati limite ultimi

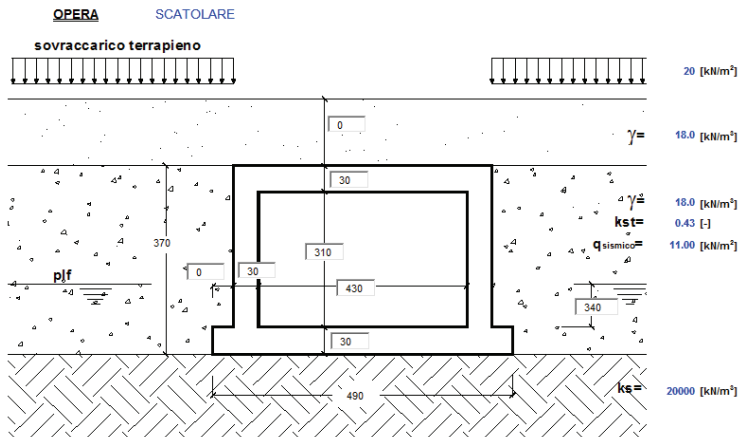
Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si adotta l'Approccio 1 dove si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali:

- Combinazione 1 (A1+M1+R1);
- Combinazione 2 (A2+M2+R2).

## 6 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO DI RESISTENZA

### Combinazione 1 (A1+M1+R1)

Si specificano tutti i dati di input inseriti nel foglio di calcolo "SCATOLARI":



condizioni di carico	1	2
peso proprio + perm.	1.35	1.35
falda + spinta terreno	1.35	1.35
sovraccarico	1.5	
sovraccarico terreno		1.35

Solo per la soletta, per tener conto della formetria, si utilizza un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2; pertanto le sollecitazioni sono state raddoppiate.

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**Calcestruzzo**

Rck = 35 (MPa)  
 $\gamma_{m,c}$  = 1.9  
 $f_{cd} = Rck / \gamma_{m,c} = 18.67$  (MPa)

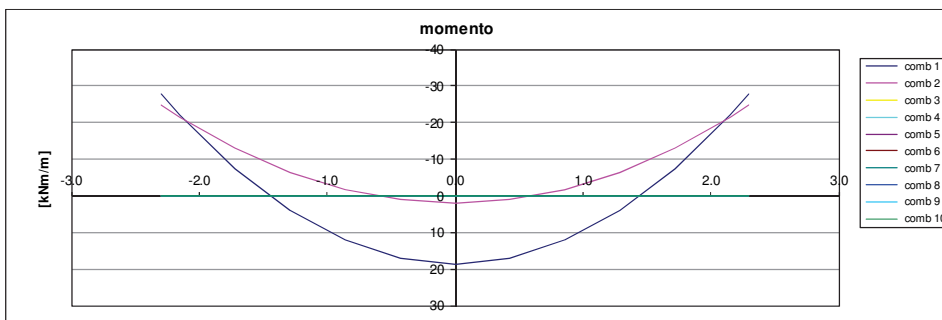
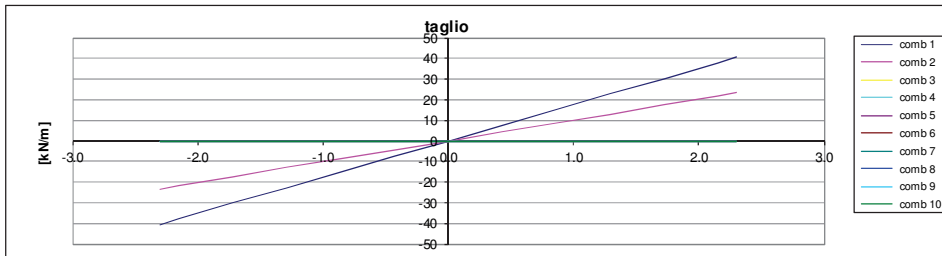
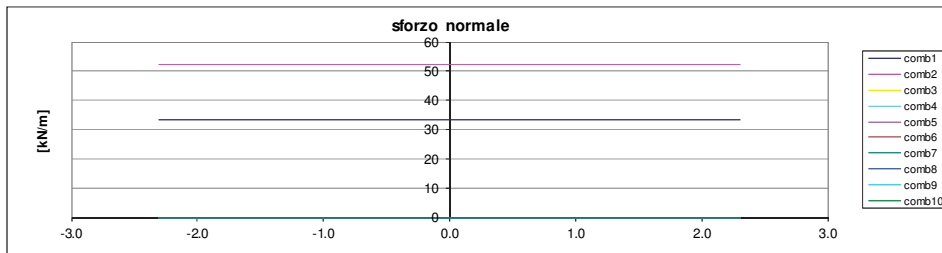
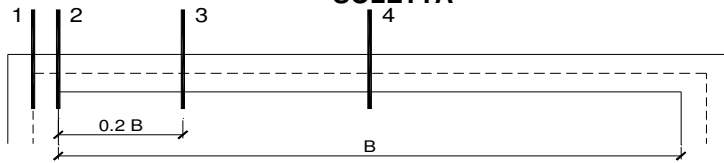
**Copriferro (asse armatura)**

c = 6.20 (cm)

**Acciaio**

tipo di acciaio B450C  
 $f_{yk} = 450$  (MPa)  
 $\gamma_E = 1.00$   
 $\gamma_S = 1.15$   
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S / \gamma_E = 391.30$  (MPa)  
 $E_s = 206000$  (MPa)  
 $\epsilon_{ys} = 0.190\%$   
 $\epsilon_{uk} = 7.500\%$   
 $\epsilon_{ud} = 6.750\%$   
 $\alpha_s = 0.9$

**SOLETTA**



Verifica soletta

**VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE**

sez.	M [kNm/m]	N [kN/m]	Af [cmq/m]	A'f [cmq/m]	Mu [kNm/m]
1	-55.8	33.5	10.05	10.05	98.3
2	-44.0	33.5	10.05	10.05	98.3
3 min	-12.6	52.3	10.05	10.05	100.1
3 max	8.1	33.5	10.05	10.05	98.3
4	37.5	33.5	10.05	10.05	98.3

**VERIFICA A TAGLIO**

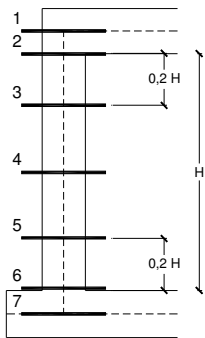
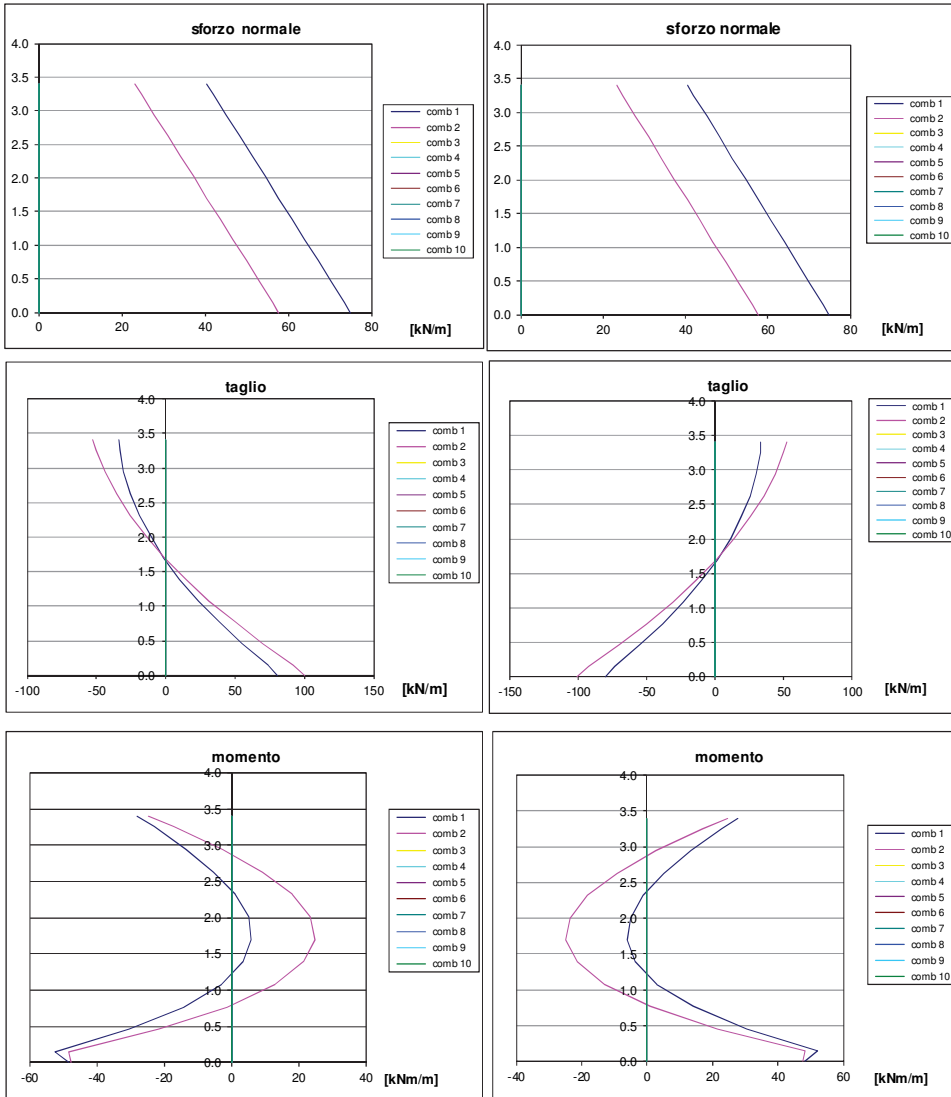
**Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio**

sez.	T [kN/m]	h [m]	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$ [MPa]	Tu [kN/m]
2	75.8	0.3	0.004	0.11	130.2
3	60.6	0.3	0.004	0.17	132.5

**Elementi con armature trasversali resistenti a taglio**

sez.	Asw	s	$\alpha$	$\theta$	Tu
------	-----	---	----------	----------	----

## PARETI



Verifica pareti

### VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE

sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-27.9	40.5	10.05	10.05	98.9
2	-22.9	42.1	10.05	10.05	99.1
3 min	-5.2	48.3	10.05	10.05	99.7
3 max	9.2	31.1	10.05	10.05	98.0
4 min	0.0	0.0	10.05	10.05	95.0
4 max	24.8	40.5	10.05	10.05	98.9
5 min	-14.2	67.2	10.05	10.05	101.5
5 max	0.0	0.0	10.05	10.05	95.0
6	-52.3	73.4	10.05	10.05	102.1
7	-48.4	75.0	10.05	10.05	102.3

### VERIFICA A TAGLIO

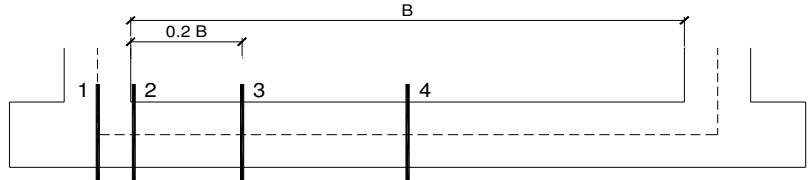
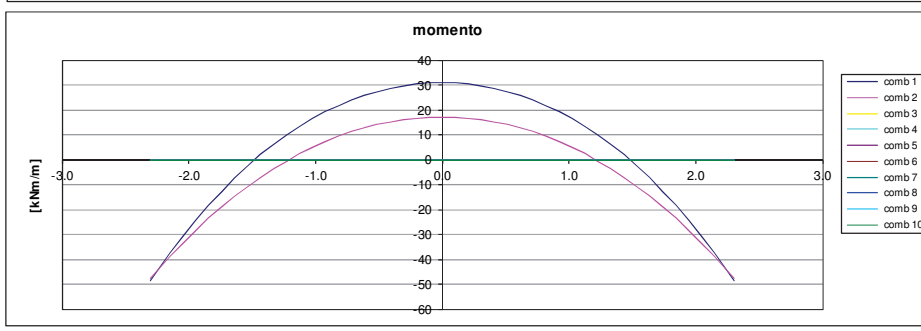
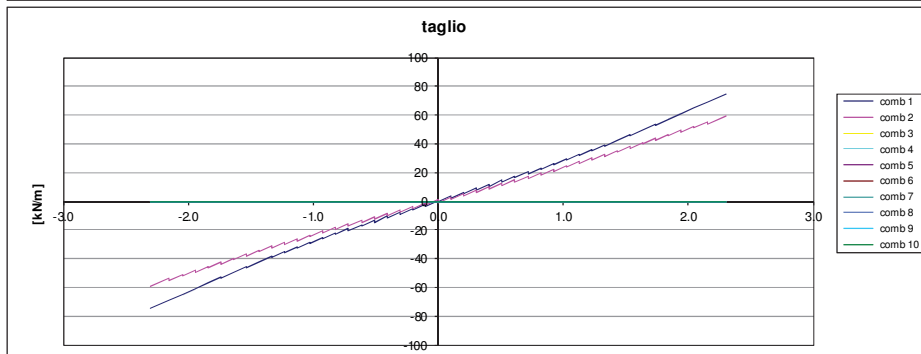
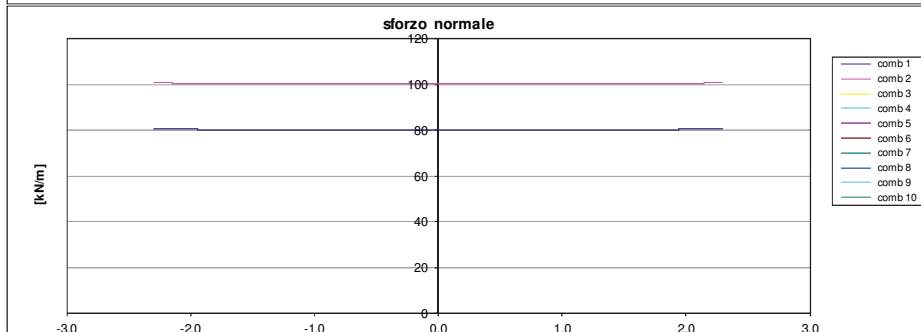
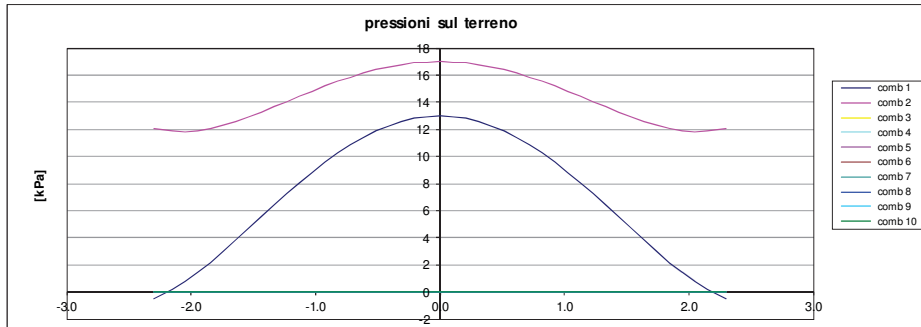
#### Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

sez.	T	h	$\rho_l$	$\alpha_{cp}$	Tu
	[kN/m]	[m]		[MPa]	[kN/m]
2	50.2	0.3	0.004	0.14	131.3
3	43.8	0.3	0.004	0.10	129.9
5	70.2	0.3	0.004	0.22	134.2
6	92.3	0.3	0.004	0.24	135.0

#### Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

sez.	Asw	s	$\alpha$	$\theta$	Tu
	[cmq/m]	[cm]	[deg]	[deg]	[kN/m]
2			45	45	omitted
6		20.0	45	45	omitted

## FONDAZIONE



**VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE**

sez.	M	N	A <sub>f</sub>	A <sub>f</sub> '	M <sub>u</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-48.4	80.4	5.65	5.65	69.4
2	-39.0	100.6	5.65	5.65	71.5
3 min	-3.7	100.4	5.65	5.65	71.5
3 max	6.1	80.2	5.65	5.65	69.4
4	31.0	80.2	5.65	5.65	69.4

**VERIFICA A TAGLIO**

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

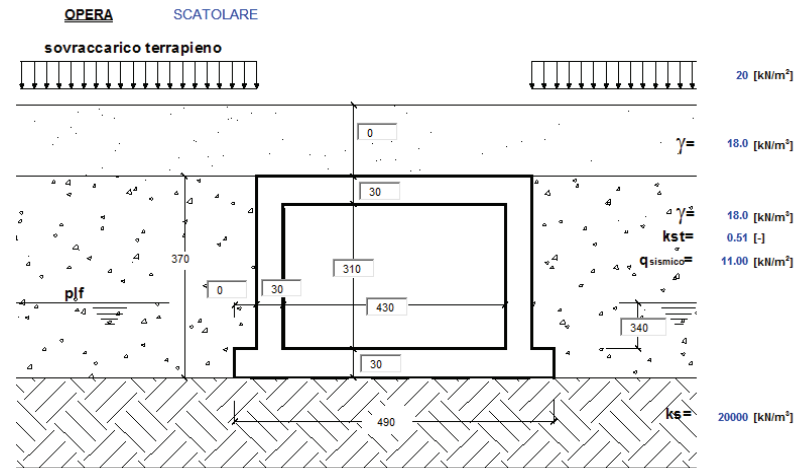
sez.	T	h	ρ <sub>l</sub>	α <sub>cp</sub>	T <sub>u</sub>
	[kN/m]	[m]		[MPa]	[kN/m]
2	74.9	0.3	0.002	0.34	116.2
3	39.2	0.3	0.002	0.33	116.1

Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

sez.	A <sub>sw</sub>	s	α	θ	T <sub>u</sub>
------	-----------------	---	---	---	----------------

## Combinazione 2 (A2+M2+R2)

Si specificano tutti i dati di input inseriti nel foglio di calcolo "SCATOLARI":



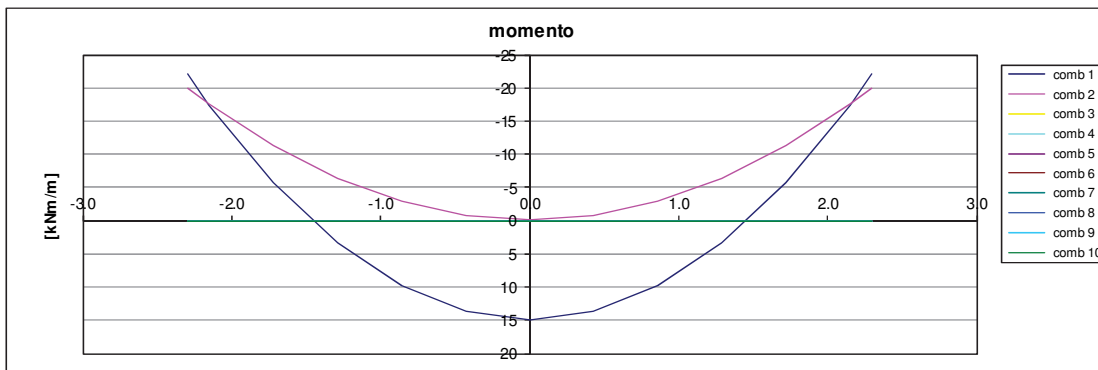
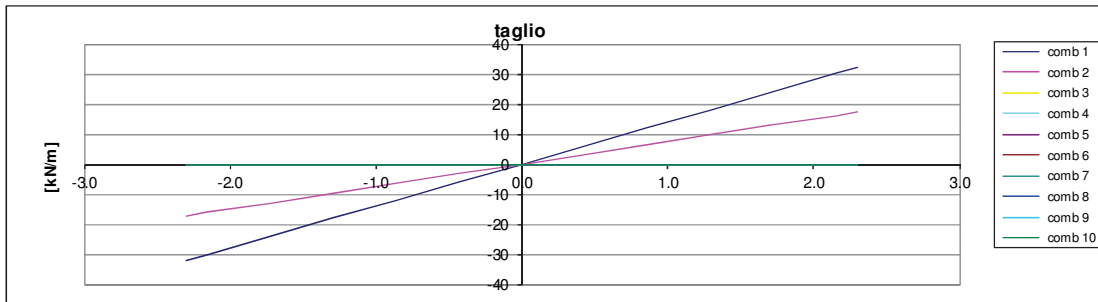
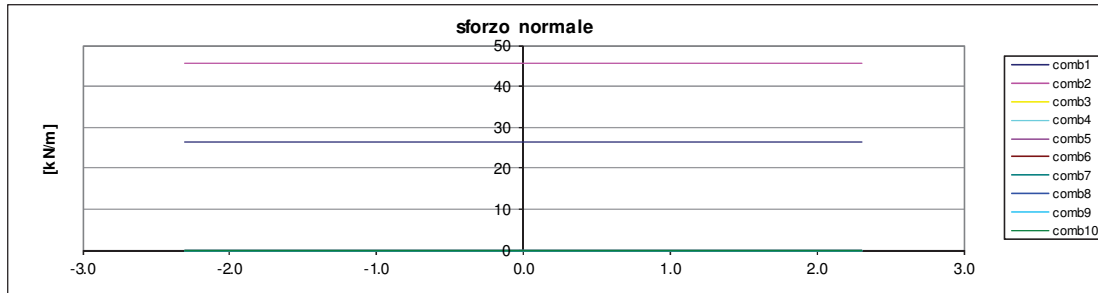
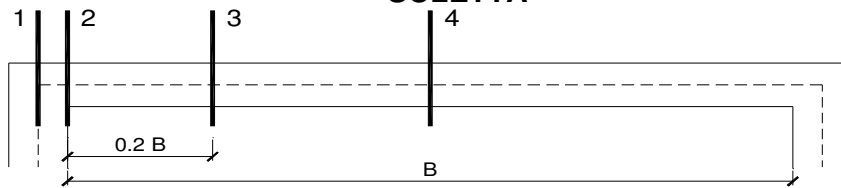
(dimensioni in cm)

modulo elastico cis    E    3.23E+07 [kN/m<sup>2</sup>]      γcis    25 [kN/m<sup>3</sup>]  
 acc. sismica or.      kh    0.33 [-]      γw    10 [kN/m<sup>3</sup>]

condizioni di carico	1	2
peso proprio + perm.	1	1
falda + spinta terreno	1	1
sovraccarico	1.3	
sovraccarico terreno		1.15



## SOLETTA



Verifica soletta

### VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE

sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-22.1	26.3	10.05	10.05	97.6
2	-17.5	45.6	10.05	10.05	99.4
3 min	-6.4	45.6	10.05	10.05	99.4
3 max	3.3	26.3	10.05	10.05	97.6
4	14.9	26.3	10.05	10.05	97.6

### VERIFICA A TAGLIO

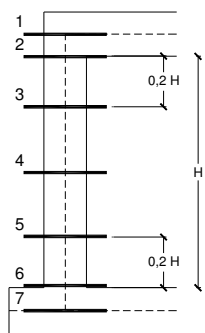
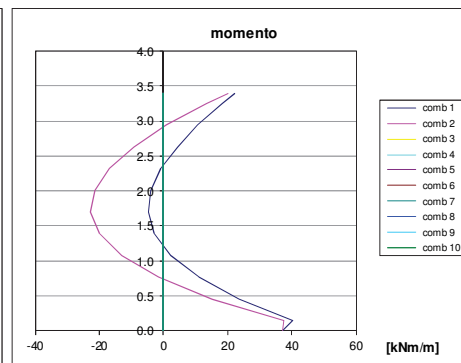
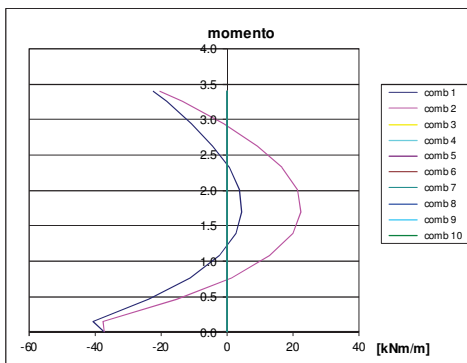
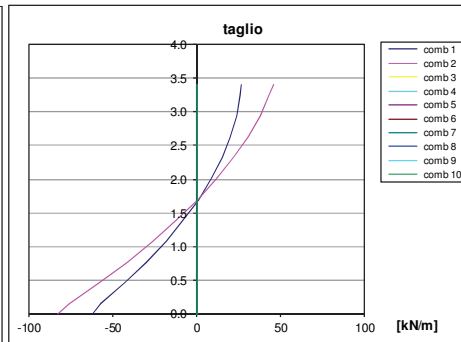
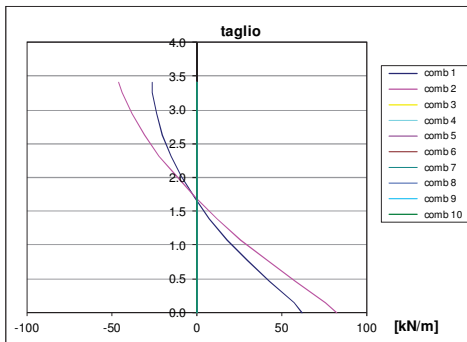
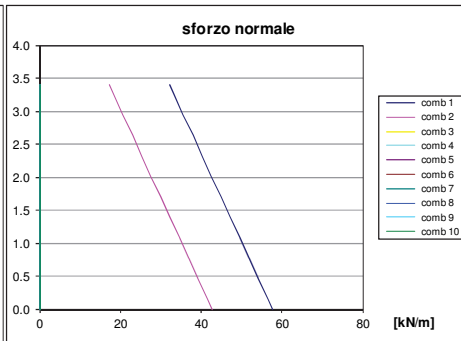
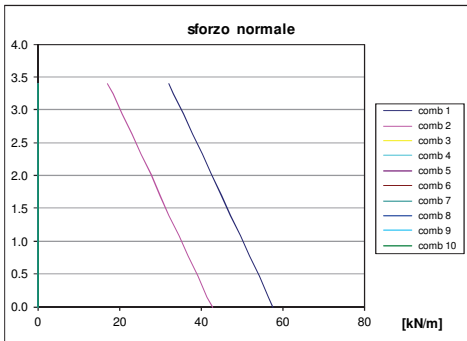
Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

sez.	T	h	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	Tu
	[kN/m]	[m]		[MPa]	[kN/m]
2	30.1	0.3	0.004	0.15	131.7
3	24.1	0.3	0.004	0.15	131.7

Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

sez.	Asw	s	$\alpha$	$\theta$	Tu
------	-----	---	----------	----------	----

## PARETI



Verifica pareti

### VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE

sez.	M	N	Af	Af	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-22.1	32.2	10.05	10.05	98.1
2	-18.2	33.3	10.05	10.05	98.2
3 min	-4.3	38.0	10.05	10.05	98.7
3 max	9.2	23.0	10.05	10.05	97.3
4 min	0.0	0.0	10.05	10.05	95.0
4 max	22.7	30.0	10.05	10.05	97.9
5 min	-10.9	51.9	10.05	10.05	100.0
5 max	1.5	37.0	10.05	10.05	98.6
6	-40.4	56.6	10.05	10.05	100.5
7	-37.3	57.7	10.05	10.05	100.6

### VERIFICA A TAGLIO

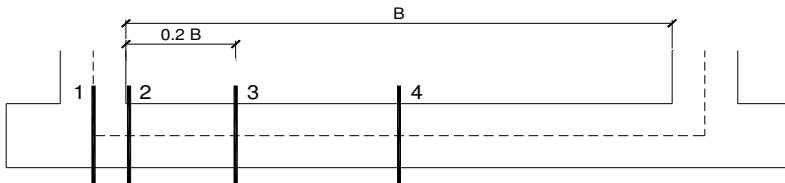
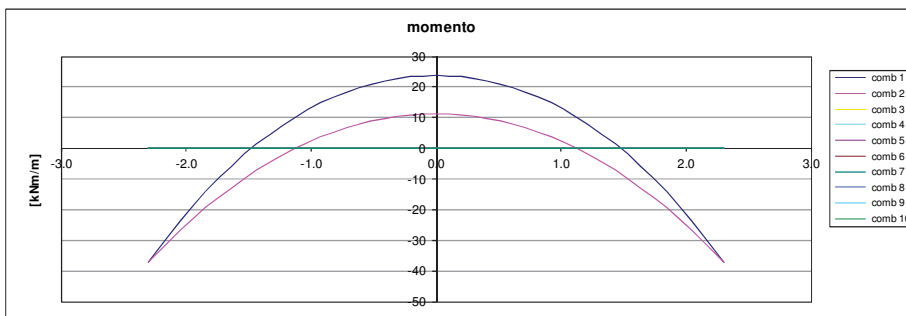
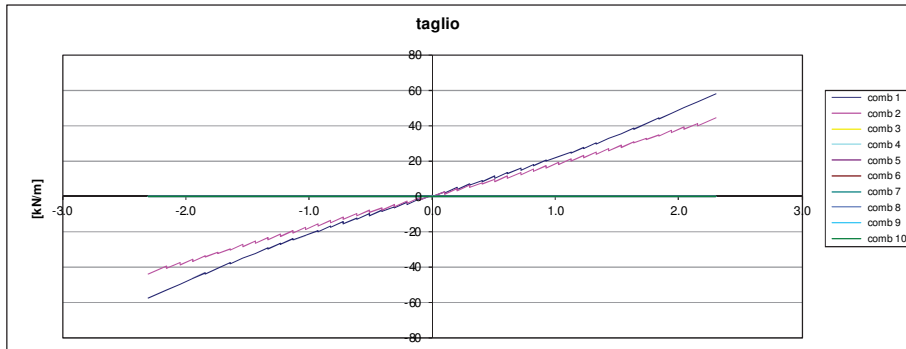
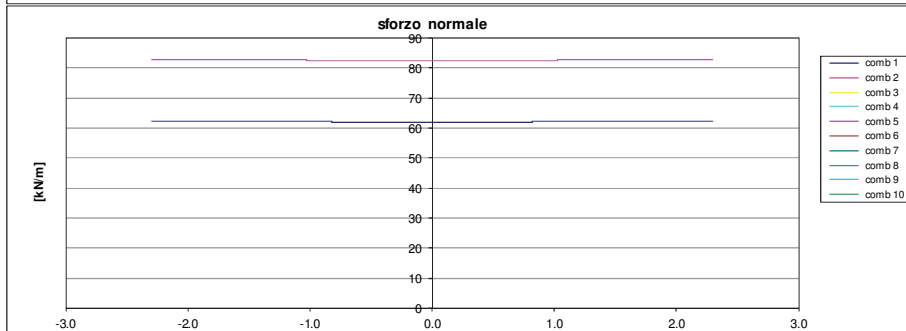
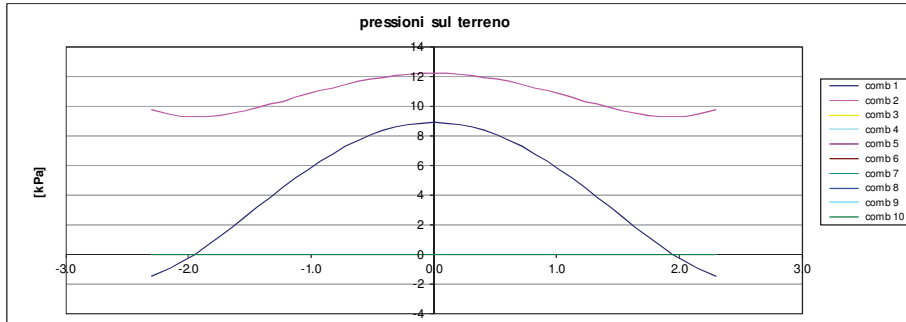
#### Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

sez.	T	h	$\rho_l$	$\alpha_{cp}$	Tu
	[kN/m]	[m]		[MPa]	[kN/m]
2	43.5	0.3	0.004	0.11	130.2
3	37.6	0.3	0.004	0.08	129.0
5	58.2	0.3	0.004	0.17	132.4
6	76.2	0.3	0.004	0.19	133.0

#### Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

sez.	Asw	s	$\alpha$	$\theta$	Tu
	[cmq/m]	[cm]	[deg]	[deg]	[kN/m]
2			45	45	omitted
6		20.0	45	45	omitted

## FONDAZIONE



### VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE

sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-37.3	62.3	5.65	5.07	67.3
2	-30.9	82.8	5.65	5.07	69.4
3 min	-4.5	82.7	5.65	5.07	69.4
3 max	4.7	62.2	5.65	5.07	67.3
4	23.8	62.1	5.65	5.07	67.3

### VERIFICA A TAGLIO

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

sez.	T	h	$\rho_l$	$\alpha_{cp}$	Tu
	[kN/m]	[m]		[MPa]	[kN/m]
2	57.5	0.3	0.002	0.28	114.1
3	30.1	0.3	0.002	0.28	114.0

Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

sez.	Asw	s	$\alpha$	$\theta$	Tu
------	-----	---	----------	----------	----

---

## 7 VERIFICA DI FESSURAZIONE

Si specificano tutti i dati di input inseriti nel foglio di calcolo "SCATOLARI":  
*combinazione di carico "QP"*

combinazioni di carico - SLE										
condizioni di carico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peso proprio + perm.	1									
falda + spinta terreno	1									

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**Calcestruzzo**

Rck = 35 (MPa)

fctm = 0.30\*fck<sup>2/3</sup> = 2.83 (MPa)

coeff.omogeneizzazione acciaio n = 15

**Copriferro** (distanza asse armatura-bordo)  
c = 5.50 (cm)

**Copriferro minimo di normativa** (ricoprimento armatura)  
c<sub>min</sub> = 2.00 (cm)

**Valore limite di apertura delle fessure**

w<sub>l</sub> = 0.2 mm

**Acciaio**

tipo di acciaio B450C

f<sub>yk</sub> = 450 (MPa)

E<sub>s</sub> = 206000 (MPa)

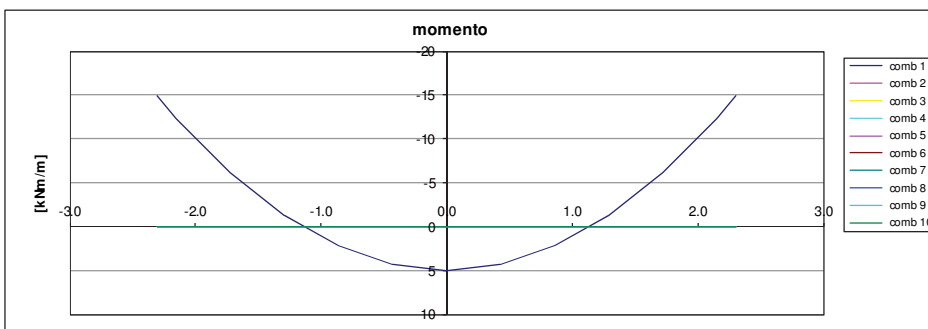
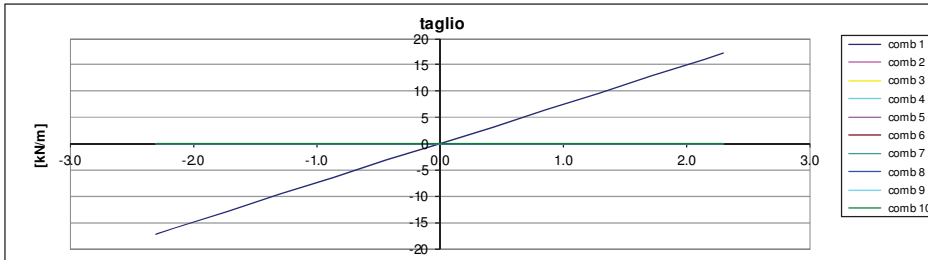
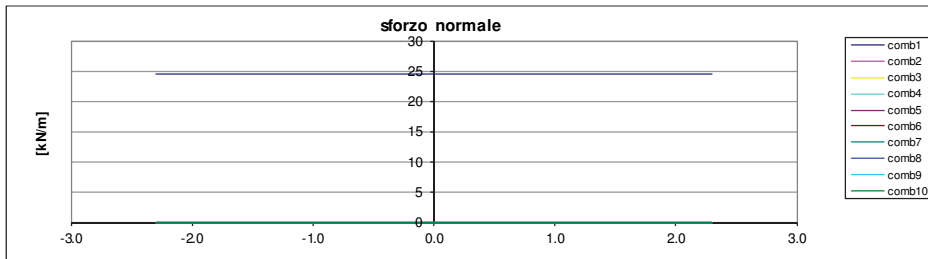
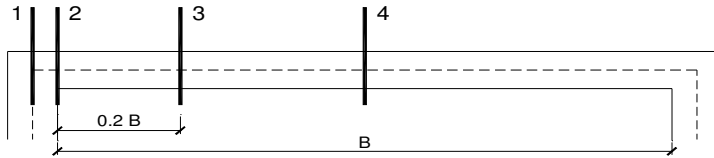
k<sub>2</sub> = 0.4

k<sub>3</sub> = 0.125

β<sub>1</sub> = 1.0

β<sub>2</sub> = 1.0

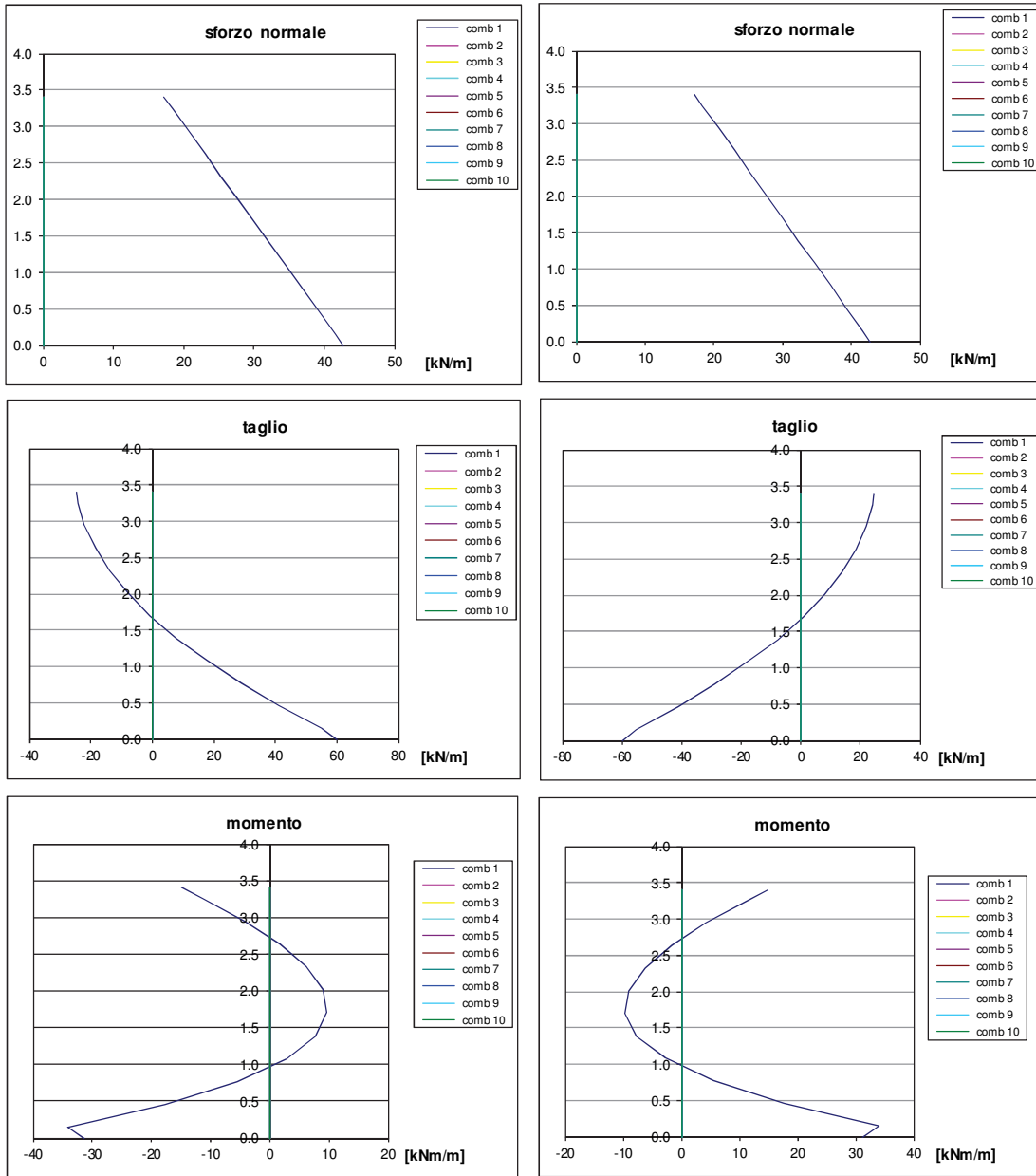
**SOLETTA**



sez.	M	N	i	φ	A <sub>f</sub>	A' <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	w <sub>k</sub>	w <sub>amm</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	[mm]
1	-29.7	24.4	20	16	10.05	10.05	3.58	122.51	0.116	0.200
2	-24.7	24.4	20	16	10.05	10.05	2.97	99.75	0.094	0.200
3 min	-2.5	24.4	20	16	10.05	10.05	0.26	1.54	0.001	0.200
3 max	0.0	0.0	20	16	10.05	10.05	0.00			0.200
4	5.0	24.4	20	16	10.05	10.05	0.57	10.84	0.010	0.200

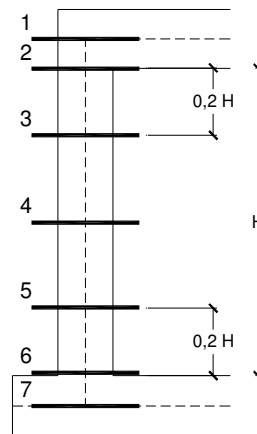
Verifica soletta

## PARETI

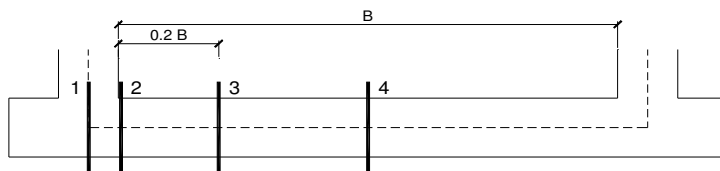
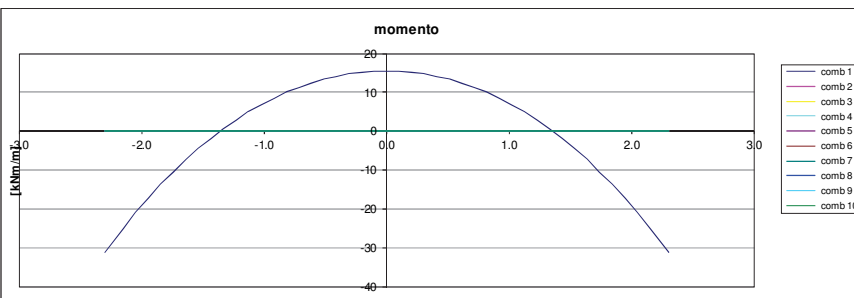
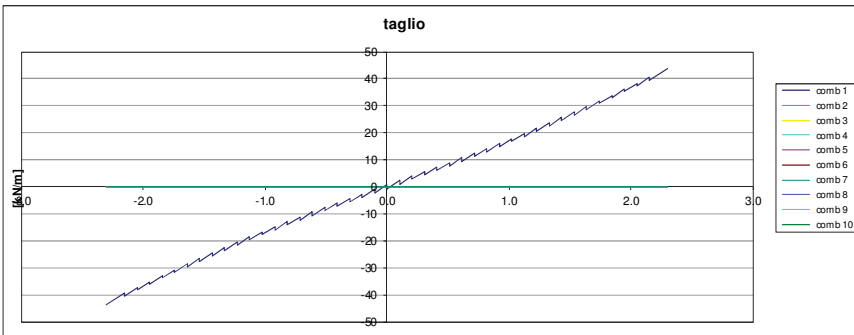
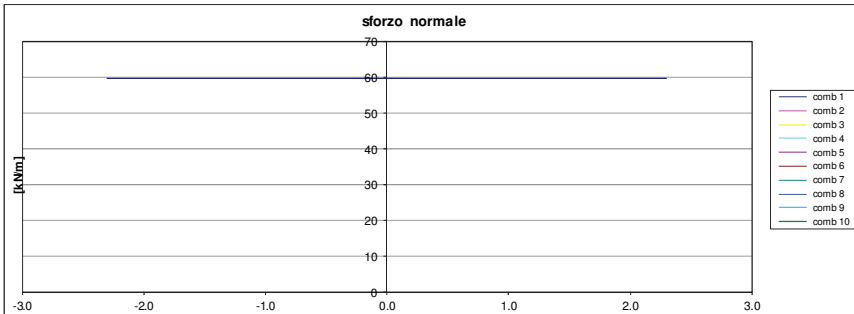
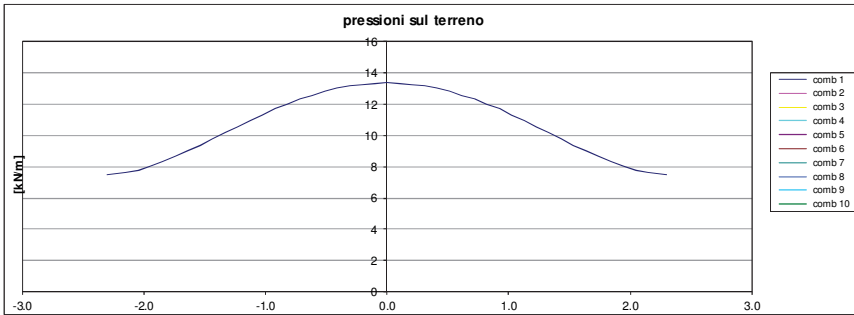


Verifica pareti

sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma^c$	$\sigma^t$	wk	w <sub>amm</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	[mm]
1	-14.9	17.3	20	16	10.05	10.05	1.79	58.68	0.055	0.200
2	-11.3	18.4	20	16	10.05	10.05	1.35	41.77	0.039	0.200
3 min	0.0	0.0	20	16	10.05	10.05	0.00			0.200
3 max	1.7	23.0	20	16	10.05	10.05	0.18	0.09	0.000	0.200
4 min	0.0	0.0	20	16	10.05	10.05	0.00			0.200
4 max	9.7	30.0	20	16	10.05	10.05	1.15	29.10	0.027	0.200
5 min	-5.6	37.0	20	16	10.05	10.05	0.62	8.45	0.007	0.200
5 max	0.0	0.0	20	16	10.05	10.05	0.00			0.200
6	-34.1	41.6	20	16	10.05	10.05	4.10	133.58	0.126	0.200
7	-31.2	42.8	20	16	10.05	10.05	3.75	120.15	0.113	0.200



## FONDAZIONE



Verifica fondazione

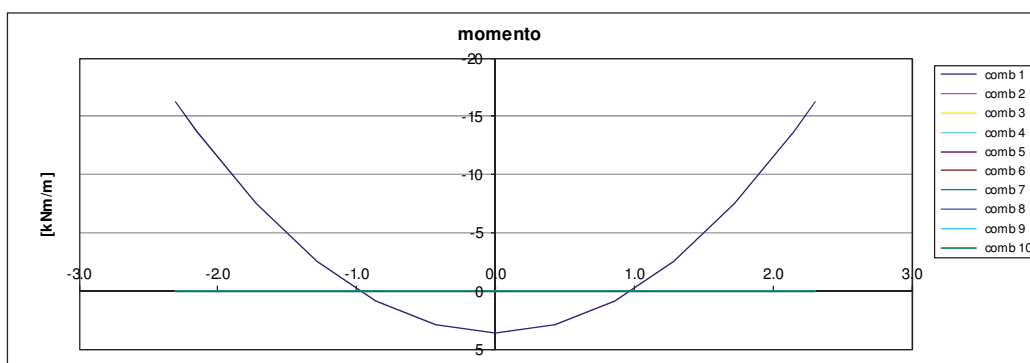
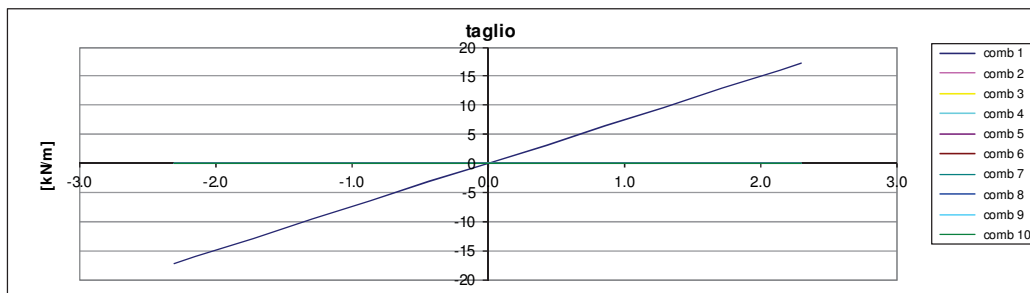
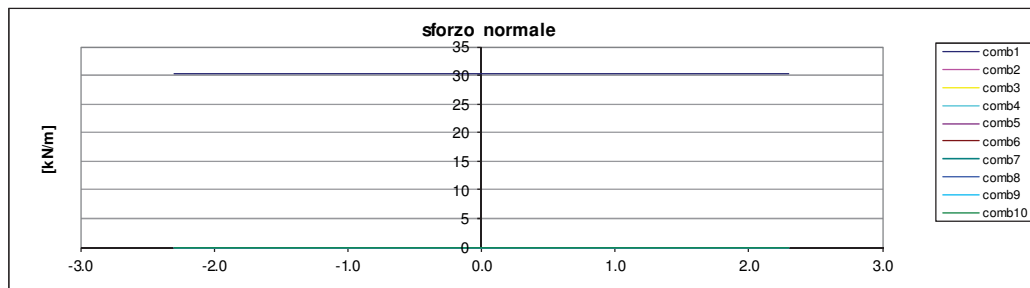
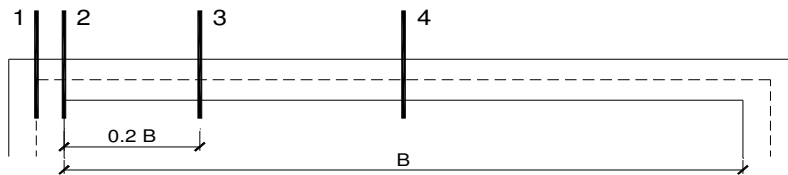
sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma^c$	$\sigma^t$	wk	w <sub>amm</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	[mm]
1	-31.2	59.9	20	12	5.65	5.65	4.76	189.53	0.197	0.200
2	-25.0	59.9	20	12	5.65	5.65	3.77	140.89	0.145	0.200
3 min	0.0	0.0	20	12	5.65	5.65	0.00			0.200
3 max	0.7	59.8	20	12	5.65	5.65	0.23			0.200
4	15.5	59.7	20	12	5.65	5.65	2.25	67.55	0.068	0.200

sezione compressa

## combinazioni di carico "F"

condizioni di carico	
peso proprio + perm.	1
falda + spinta terreno	1
sovraccarico terreno	0.4

### SOLETTA

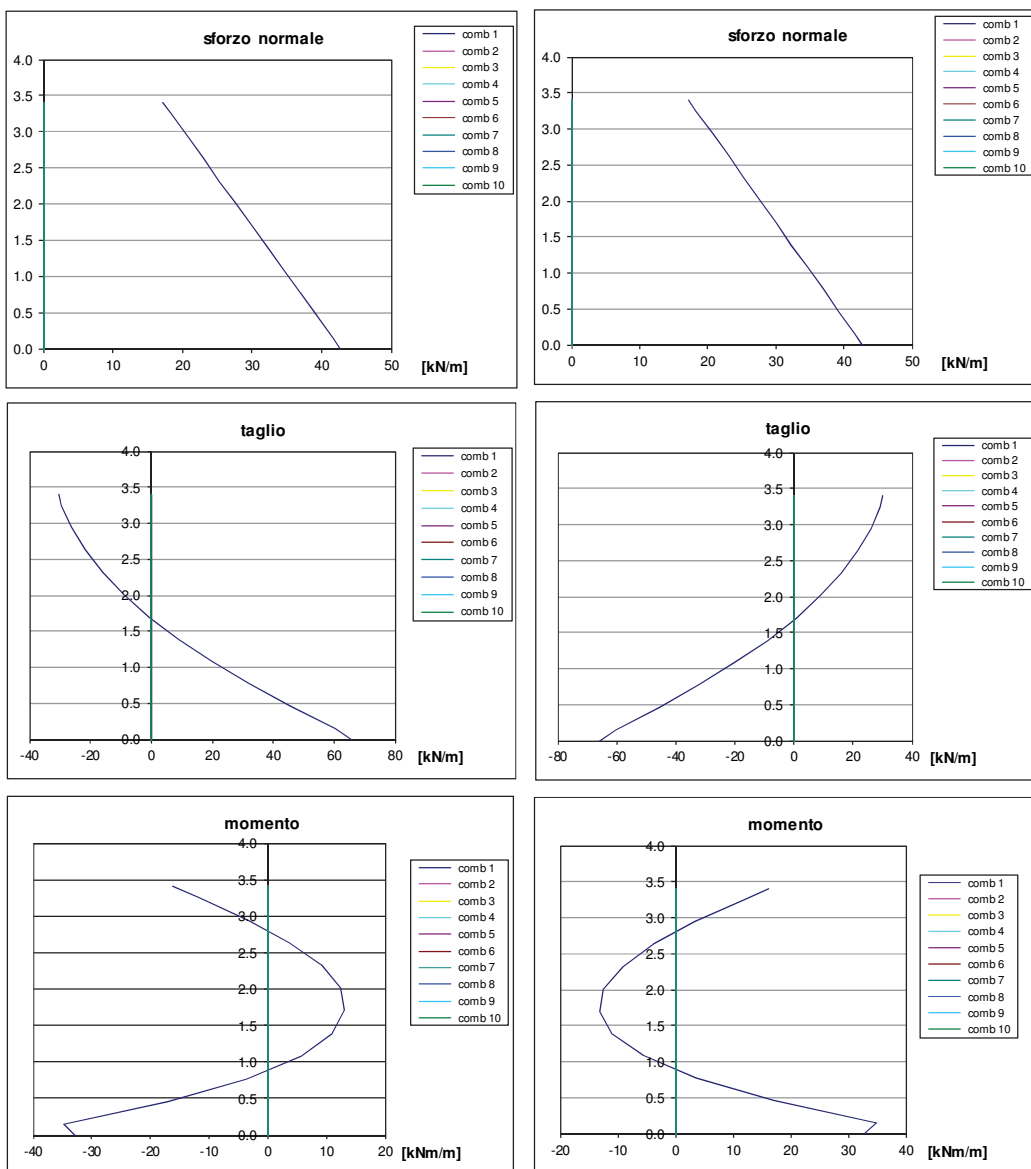


sez.	M	N	i	$\phi$	A <sub>f</sub>	A <sub>f</sub> '	$\sigma_c$	$\sigma_f$	w <sub>k</sub>	w <sub>amm</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	[mm]
1	-32.5	30.2	20	16	10.05	10.05	3.90	131.96	0.125	0.300
2	-27.5	30.2	20	16	10.05	10.05	3.30	109.26	0.103	0.300
3 min	-5.3	30.2	20	16	10.05	10.05	0.60	9.66	0.008	0.300
3 max	0.0	0.0	20	16	10.05	10.05	0.00			0.300
4	3.6	30.2	20	16	10.05	10.05	0.38	3.36	0.003	0.300

Verifica soletta

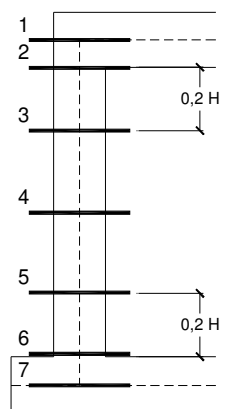


## PARETI

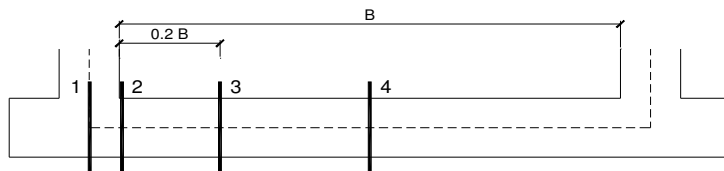
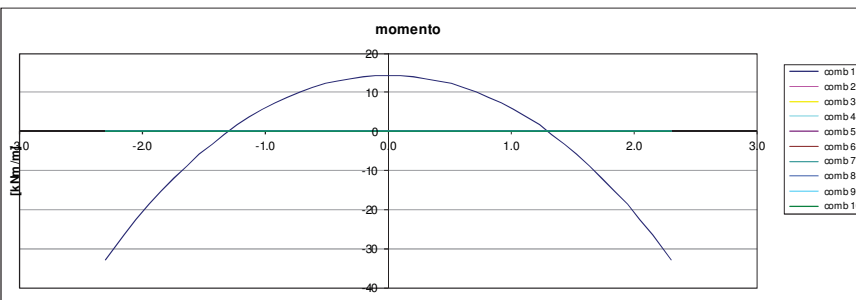
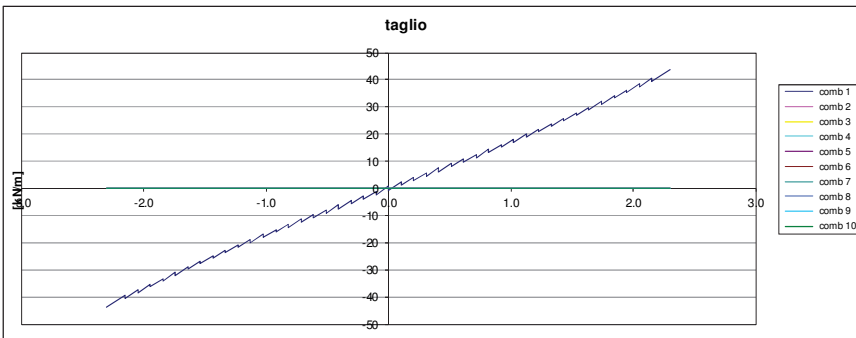
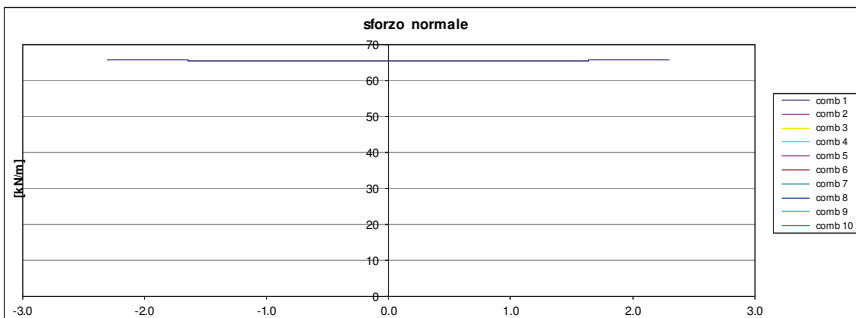
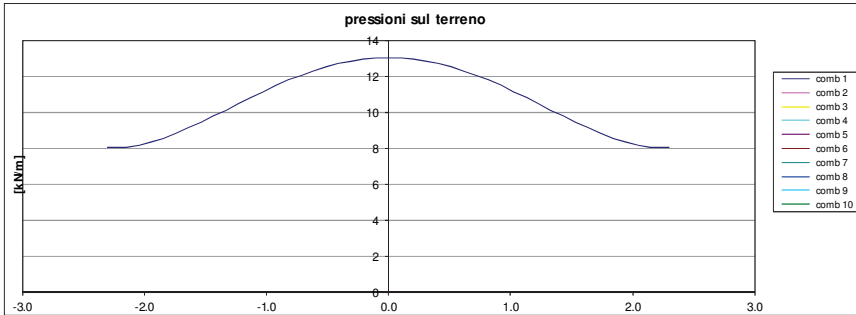


### Verifica pareti

sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk	w <sub>amm</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	[mm]
1	-16.2	17.3	20	16	10.05	10.05	1.95	64.88	0.061	0.300
2	-11.8	18.4	20	16	10.05	10.05	1.42	44.24	0.041	0.300
3 min	0.0	0.0	20	16	10.05	10.05	0.00			0.300
3 max	3.7	23.0	20	16	10.05	10.05	0.42	6.24	0.005	0.300
4 min	0.0	0.0	20	16	10.05	10.05	0.00			0.300
4 max	13.2	30.0	20	16	10.05	10.05	1.57	44.65	0.041	0.300
5 min	-3.7	37.0	20	16	10.05	10.05	0.38	1.95	0.002	0.300
5 max	0.0	0.0	20	16	10.05	10.05	0.00			0.300
6	-34.8	41.6	20	16	10.05	10.05	4.18	136.86	0.129	0.300
7	-32.8	42.8	20	16	10.05	10.05	3.94	127.23	0.120	0.300



## FONDAZIONE



Verifica fondazione

sez.	M	N	i	$\phi$	A <sub>f</sub>	A' <sub>f</sub>	$\sigma^c$	$\sigma^t$	w <sub>k</sub>	w <sub>amm</sub>
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	[mm]
1	-32.8	65.7	20	12	5.65	5.65	4.99	196.44	0.204	0.300
2	-26.6	65.7	20	12	5.65	5.65	4.00	147.72	0.152	0.300
3 min	-0.7	65.6	20	12	5.65	5.65	0.25			0.300
3 max	0.0	0.0	20	12	5.65	5.65	0.00			0.300
4	14.4	65.6	20	12	5.65	5.65	2.04	54.28	0.054	0.300

sezione compressa