



# Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

## AUTOSTRADA A3 SALERNO - REGGIO CALABRIA AMMODERNAMENTO DEL TRONCO 1°- TRATTO 6° - LOTTO 3°

NUOVO SVINCOLO DI PADULA-BUONABITACOLO AL KM 103+200  
( COLLEGAMENTO DELLA S.S. 517 "BUSSENTINA" CON LA A3)

### PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

#### I PROGETTISTI:

Dott. Ing. PIA IASIELLO  
Ordine Ing. di Foggia n. 1895  
Dott. Arch. GIANLUCA BONOLI  
Ordine Arch. di Roma n. 16639

Dott. Ing. GIANFRANCO FUSANI  
Ordine Ing. di Roma n. 18008

#### IL GEOLOGO:

Dott. Geol. STEFANO SERANGELI  
Ordine Geol. del Lazio n. 659

#### IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Dott. Arch. FRANCESCA IETTO  
Ordine Arch. di Roma n. 15857  
Dott. Ing. GINEVRA BERETTA  
Ordine Ing. di Roma n. 20458

#### IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. FABIO QUONDAM

#### VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Dott. Ing. ANTONIO VALENTE

PROTOCOLLO

DATA

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS

Ing. Luca Zampaglione	- Responsabile di Progetto
Ing. Francesca Bario	- Strutture
Ing. Francesco Bezzi	- Impianti
Ing. Pierluigi Fabbro	- Interferenze
Ing. Fiorenzo Forcone	- Monitoraggio Ambientale
Ing. Gabriele Giovannini	- Cartografia
Ing. Attilio Petrillo	- Idraulica
Arch. Roberto Roggi	- Sicurezza
Geom. Valerio Altomare	- Espropri
Geom. Alessandro Cortese	- Geotecnica
Geom. Michele Pacelli	- Strade
Geom. Marco Spinucci	- Computi, Stime e Capitolati

#### RESPONSABILI UNITA' DI INGEGNERIA :

Ing. Fulvio Maria Soccodato	- Ingegneria Territorio
Ing. Alessandro Micheli	- Ingegneria Geotecnica e Impianti
Ing. Achille Devitofranceschi	- Ingegneria Opere Civili
Geom. Fabio Quondam	- Ingegneria Computi, Stime e Capitolati

### OPERE D'ARTE MINORI SCATOLARI

### PROLUNGAMENTO TOMBINO 2.5X2.5 RELAZIONE DI CALCOLO

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00_OM04_STR_RE01_A			
LO411J	D	1101	T00OM04STRRE01		A	VAR
D	-		-	-	-	-
C	-		-	-	-	-
B	-		-	-	-	-
A	EMISSIONE		GIU 2012	Arch. G. Bonoli	Ing. F. Bario	Ing.Devitofranceschi
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

<b>1. GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
1.1 PREMESSA .....	3
1.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	4
1.3 PRESCRIZIONI SUI MATERIALI STRUTTURALI .....	4
1.4 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
<b>2. ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>5</b>
2.1 CARICHI PERMANENTI .....	5
2.2 AZIONI DA TRAFFICO .....	5
2.3 AZIONE SISMICA .....	7
2.4 COMBINAZIONE DI CARICO.....	9
<b>3. TOMBINO SCATOLARE</b> .....	<b>10</b>
3.1 MODELLO DI CALCOLO .....	10
3.2 VERIFICHE DI RESISTENZA.....	12
3.3 VERIFICA DI FESSURAZIONE.....	15
3.4 MURI D'ALA .....	17
3.5 PRESSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE .....	20

## 1. GENERALITA'

### 1.1 PREMESSA

La seguente relazione descrive le caratteristiche dell'intervento riporta i calcoli di stabilità e le verifiche di resistenza del prolungamento del tombino 2,50 x 2,50 m, nell'ambito dei lavori per la realizzazione del nuovo svincolo di Padula - Buonabitacolo al Km 103+200 sull'Autostrada A3 Salerno Reggio Calabria.

L'intervento è stato progettato in ottemperanza a quanto previsto dalle "Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni" di cui al D.Min.Infrastrutture del 14 gennaio 2008.

La presente opera strutturale è stata progettata per una vita nominale  $V_N \geq 50$  anni e considerata con una Classe d'uso IV con riferimento alle conseguenze di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche.

Ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto prevista dalla Normativa (D.M.14/01/2008) il profilo stratigrafico del suolo di fondazione (alla cui relazione geologica si rimanda per i dettagli) a meno del primo strato superficiale di profondità pari a circa 5m, può rientrare, nella categoria C "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti".

Il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato con gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni basati sulla elasticità lineare dei materiali. L'azione sismica è stata calcolata mediante un'analisi statica.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite con il metodo semiprobabilistico agli stati limite (ultimi e di esercizio); infine per i particolari costruttivi si rimanda agli allegati elaborati grafici di progetto.

## 1.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Per risolvere l'interferenza stradale nell'ambito del progetto del nuovo svincolo autostradale, è emersa la necessità di realizzare un nuovo tombino scatolare che permetta il passaggio del fosso esistente.

Dal punto di vista strutturale, il presente progetto consiste nella realizzazione sotto il corpo autostradale del prolungamento su entrambi i lati di un tombino scatolare esistente in c.a. di dimensioni interne nette pari a 2,50m x 2,50m con spessori degli elementi pari a 40cm.

Alle estremità del sottovia saranno realizzati, previa demolizione degli esistenti, nuovi muri d'imbocco di lunghezza adeguata, con profilo superiore inclinato  $l/h=3/2$ .

La pavimentazione sovrastante di spessore pari a 11cm sarà realizzata su uno strato di ricoprimento con spessore pari a 130cm.

## 1.3 PRESCRIZIONI SUI MATERIALI STRUTTURALI

### Opere in c.a.

Calcestruzzo gettato in opera

Magrone di sottofondazione e rinfiacco: **C 12/15** (ex Rck 150)

Strutture in c.a.: **C 25/30** (ex Rck 300)

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 25 / 1,5 = 14,17 \text{ N/mm}^2$$

Acciaio in barre ad aderenza migliorata

tipo **B450C** (FeB 44k)

$$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_d = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

## 1.4 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le opere sono progettate e verificate in ottemperanza a quanto previsto dalle "Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni" di cui al D.Min.Infrastrutture del 14 gennaio 2008 e dalla Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

## 2. ANALISI DEI CARICHI

### 2.1 CARICHI PERMANENTI

Nel calcolo delle sollecitazioni agenti sul sottovia sono stati considerati i seguenti carichi caratteristici:

- peso unitario calcestruzzo armato	25,0 kN/m <sup>3</sup>
- sovrastruttura stradale (0,11m x 20,0kN/m <sup>3</sup> )	2,2 kN/m <sup>2</sup>
- ricoprimento s = 130cm	24,7 kN/m <sup>2</sup>

Lo strato di riempimento e la pavimentazione stradale sono stati considerati ai fine del calcolo equivalenti ad uno strato di spessore medio pari a 140cm con peso specifico 19kN/m<sup>2</sup>.

L'interazione della struttura con il terreno è stata valutata considerando i seguenti parametri geotecnici:

- peso specifico	19,0 kN/m <sup>3</sup>
- angolo di attrito	35°

Il coefficiente di spinta viene calcolato utilizzando la formula  $k_0 = 1 - \sin \varphi$ , per cui si ottiene un valore di  $k_0 = 0,426$ .

### 2.2 AZIONI DA TRAFFICO

Nel calcolo delle sollecitazioni è stato considerato un sovraccarico uniformemente distribuito di 20 kN/m<sup>2</sup> agente nella zona esterna al sottovia e la corrispondente spinta agente sui ritti del sottovia mediante la formula  $q = Q \times k_0$ .

La valutazione dell'azione dovuta al frenamento è stata condotta, come previsto dalla Normativa, considerando il carico verticale totale agente sulla corsia di carico convenzionale n.1.

$$q_3 = 0,6 \times (2 \times Q_{1k}) + 0,10 q_{1k} \times w_1 \times L =$$
$$= 0,6 \times 600\text{kN} + 0,1 \times 9,0 \text{ kN/m}^2 \times 3,0\text{m} \times 3,3\text{m} = 367 \text{ kN}$$

Tale forza è stata considerate uniformemente ripartita sulla lunghezza del tombino ottenendo un valore pari a  $367 \text{ kN} / 41,85\text{m} = 8,8 \text{ kN/m}$ .

Coerentemente con le indicazioni fornite dal D.M. 2008, per le azioni variabili da traffico stradale, il carico accidentale agente sulla soletta superiore è dato dal tandem di carico così composto:

Corsia n.1 (larghezza  $w = 3,0\text{m}$ ):

N.2 Carichi concentrati mobili in tandem a 1,20m:  $2 \times Q_{1k} = 2 \times 300 \text{ kN}$

Carico distribuito sulla luce dello scatolare:  $q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$

Tali carichi sono ripartiti su una larghezza collaborante pari 5,00m che risulta essere coerente con valutazioni di larghezze collaboranti calcolate secondo procedure analitiche riportate in letteratura (vedi O. Belluzzi – *Scienza delle costruzioni*).

Si è considerato il carico accidentale distribuito pari a  $9,0 \text{ kN/m}^2$ , che moltiplicato per la larghezza in senso longitudinale delle corsie caricate fornisce un carico distribuito pari a  $22,5 \text{ kN/m}$ ;

Il carico concentrato viene applicato su un'impronta di larghezza pari a 40cm che si ripartisce con un angolo di  $45^\circ$  sulla soletta e sulla pavimentazione stradale ottenendosi all'asse mediano strutturale, una larghezza di ripartizione trasversale pari a 3,2m.

E' stata considerata la seguente posizione per il carico relativo alla corsia n.1

- sovraccarico A con il tandem di carichi a cavallo della mezzeria dello scatolare

### 2.3 AZIONE SISMICA

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- $T^*_C$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

Lo stato limite di esercizio considerato è così definito:

- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Lo stato limite ultimo considerato è così definito:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Si riportano di seguito i parametri sismici relativi alla struttura ed al sito in esame ed i diagrammi dei relativi spettri di progetto.

Coordinate geografiche	<b>Long. 15°6445</b>	<b>Lat. 40°3060</b>
Vita nominale	<b>≥ 50 anni</b>	
Classe d'uso	<b>IV</b> Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione particolarmente dopo un evento sismico	
Coefficiente d'uso	<b><math>C_u = 2,0</math></b>	

ANAS S.p.a. – Autostrada A3 Salerno Reggio Calabria  
Nuovo svincolo di Padula-Buonabitacolo al Km 103+200  
PROLUNGAMENTO TOMBINO 2,5 x 2,5m - RELAZIONE DI CALCOLO

Categoria di sottosuolo      **C** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti

Categoria topografica      **T1** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$

DATI GENERALI	
Comune	<b>PADULA</b>
Latitudine	<b>40,306°</b>
Longitudine	<b>15,6445°</b>
Classi d'uso	<b>Classe IV</b>
$C_u$	2,00
Vita Nominale ( $V_N$ )	<b>50</b>
Periodo di riferimento ( $V_R$ )	100
Categoria sottosuolo	<b>C</b>
Categoria topografica	<b>T1</b>

Determinazione coefficiente S	SLO	SLD	SLV	SLC
$S_S$	1,50	1,50	1,29	1,15
$h/H \leq 1,00$ ( $h=Q_{\text{sito}}$ ; $H=Q_{\text{rilievo}}$ )	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
$S_T$	1,00	1,00	1,00	1,00
$S = S_S \times S_T$	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>	<b>1,29</b>	<b>1,15</b>

Parametri che definiscono l'azione sismica				
Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
$P_{VR}$	81%	63%	10%	5%
$T_R$	<b>60</b>	<b>101</b>	<b>949</b>	<b>1950</b>
$a_g$	<b>0,075</b>	<b>0,098</b>	<b>0,292</b>	<b>0,383</b>
$F_0$	<b>2,375</b>	<b>2,373</b>	<b>2,341</b>	<b>2,41</b>
$T_C^*$	<b>0,307</b>	<b>0,328</b>	<b>0,398</b>	<b>0,422</b>
$T_B$	0,159	0,166	0,189	0,196
$T_C$	0,476	0,498	0,566	0,589
$T_D$	1,900	1,992	2,768	3,132

L'accelerazione di progetto  $a_{\max} = a_g \times S_S \times S_T$

Le azioni sismiche inerziali vengono computate tramite il coefficiente moltiplicativo dei pesi propri dello scatolare  $k_h$  che risulta pari a:

$$k_h = \beta_m \times a_g/g \times S_S \times S_T = 1,0 \times 0,292 \times 1,29 \times 1,00 = 0,377$$

L'incremento delle spinte dovuto al sisma può essere calcolato con le espressioni di Wood. Questa nel caso in cui il terreno a monte sia in condizioni prossime a quelle di riposo fornisce direttamente:

$$\Delta s = a_g/g \times S \times \gamma \times H^2 = 0,292 \times 1,29 \times 19 \times 3,30^2 = 77,9 \text{ kN/m}$$

considerata applicata solo come incremento su una parete e decremento sull'altra.

$$q_{\text{sismico}} = \Delta s / H = 77,9 / 3,30 = 23,6 \text{ kN/m}^2$$



## 2.4 COMBINAZIONE DI CARICO

I carichi applicati sono stati combinati secondo i criteri indicati dalla Normativa vigente relativa ai ponti autostradali per gli Stati Limite Ultimi e di Esercizio e per la combinazione in fase sismica.

Di seguito si riportano le combinazioni di carico adottate per le verifiche allo stato limite ultimo:

<b>Combinazioni Stato Limite Ultimo</b>					
<b>condizioni di carico</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
peso proprio + perm.	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00
falda + spinta terreno	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00
sovraccarico A		1,35	1,35	1,00	
sovraccarico B					
sovraccarico terreno sn		1,35	1,35	1,00	
sovraccarico terreno dx		1,35			
frenatura				1,35	
sisma					1,00

Le verifiche allo stato limite di esercizio sono state condotte utilizzando le seguenti combinazioni di carico.

<b>Combinazioni Stato Limite di Esercizio</b>					
<b>condizioni di carico</b>	<b>Quasi Permanente</b>			<b>Frequente</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
peso proprio + perm.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
falda + spinta terreno	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
sovraccarico A				0,75	0,75
sovraccarico B					
sovraccarico terreno sn		1,00	1,00	0,75	0,75
sovraccarico terreno dx		1,00		0,75	
frenatura					0,75
sisma					

### 3. TOMBINO SCATOLARE

#### 3.1 MODELLO DI CALCOLO

La struttura del tombino ha dimensioni interne pari a 2,50 x 2,50 m con spessore degli elementi pari a 40cm.

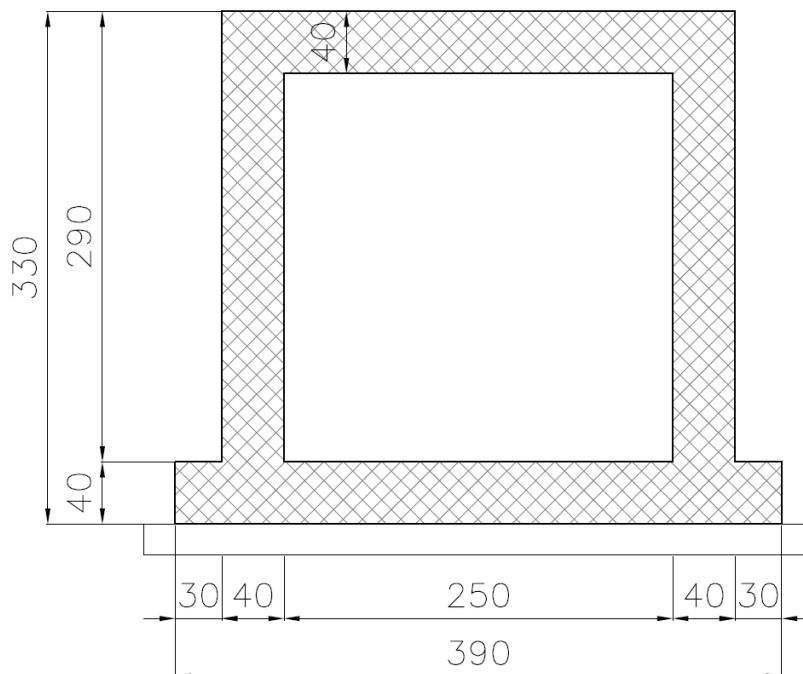
Per il calcolo della struttura si fa riferimento ad una striscia di calcolo disposta ortogonalmente all'asse longitudinale dello scatolare.

Per il calcolo delle sollecitazioni e delle verifiche (N, M, T) si assume la geometria comprensiva degli spessori delle "predalle" (ove il sistema costruttivo le preveda).

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso composto da quattro aste (soletta, piedritti e fondazione) su letto di molle alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Il modello considerato per l'analisi è quello di uno scatolare di profondità unitaria soggetto alle azioni da traffico stradale, a quelle permanenti ed al sisma.

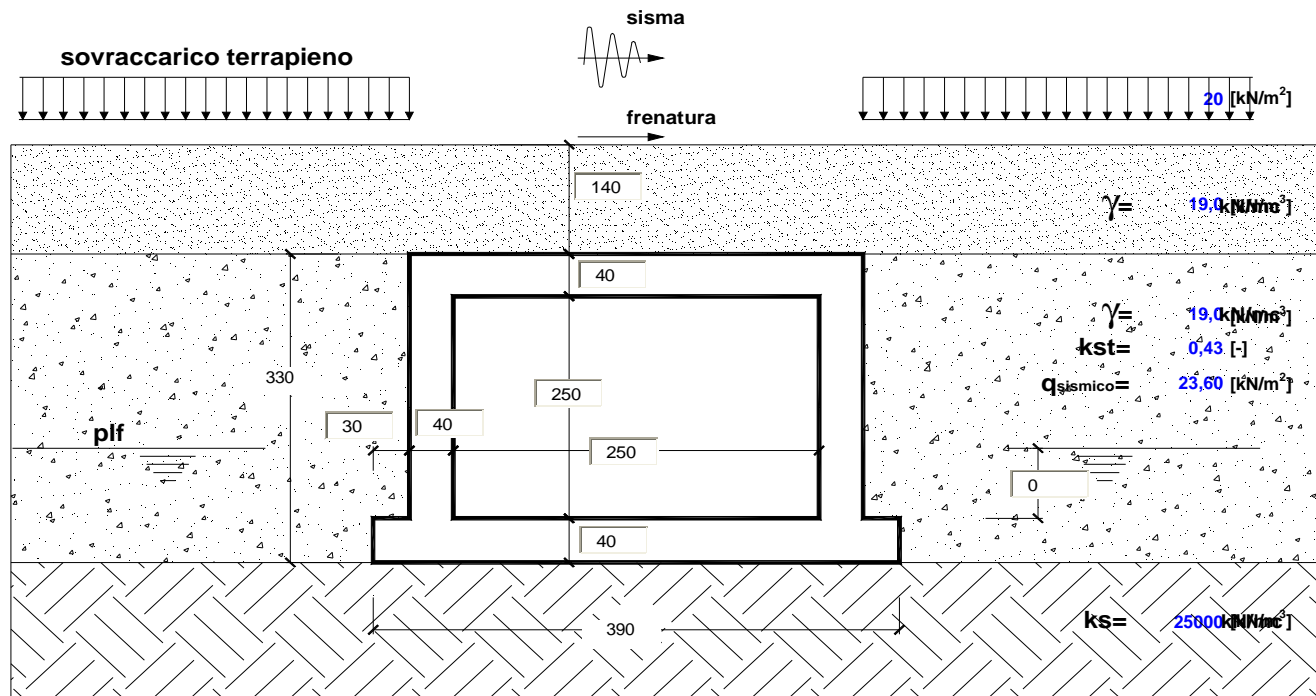
Nelle analisi è stata considerata una larghezza collaborante in senso longitudinale pari a 2,50m.



ANAS S.p.a. – Autostrada A3 Salerno Reggio Calabria  
 Nuovo svincolo di Padula-Buonabitacolo al Km 103+200  
 PROLUNGAMENTO TOMBINO 2,5 x 2,5m - RELAZIONE DI CALCOLO

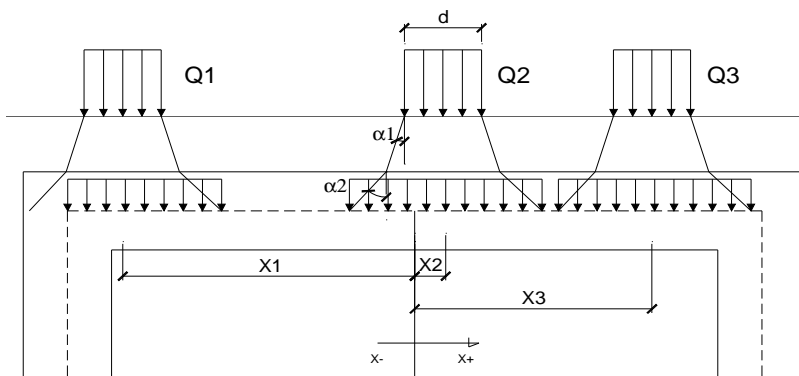
**OPERA**

Autostrada A3 Salerno Reggio Calabria - Prolungamento Tombino 2,5 x 2,5m



(dimensioni in cm)

modulo elastico cls E **3,00E+07** [kN/m<sup>2</sup>]      γcls **25** [kN/m<sup>3</sup>]  
 acc. sismica or. kh **0,38** [-]      γw **10** [kN/m<sup>3</sup>]



**SOVRACCARICHI**

angolo di diffusione nel ricoprimento	α1 [°]	45	
angolo di diffusione nella soletta	α2 [°]	45	
CONDIZIONI DI CARICO		A	B
impronta del carico	d [m]	0,40	0,40
area influenza long.	l [m]	2,50	2,50
Carico 1	Q1 [kN]	300	
	X1 [m]	-0,6	
Carico 2	Q2 [kN]	300	
	X2 [m]	0,6	
Carico 3	Q3 [kN]	0	
	X3 [m]	0	
Carico distribuito	[kN/m]	22,5	

Iniezione terreno ricoprimento  SI      F frenatura **8,8** [kN/m]       NO

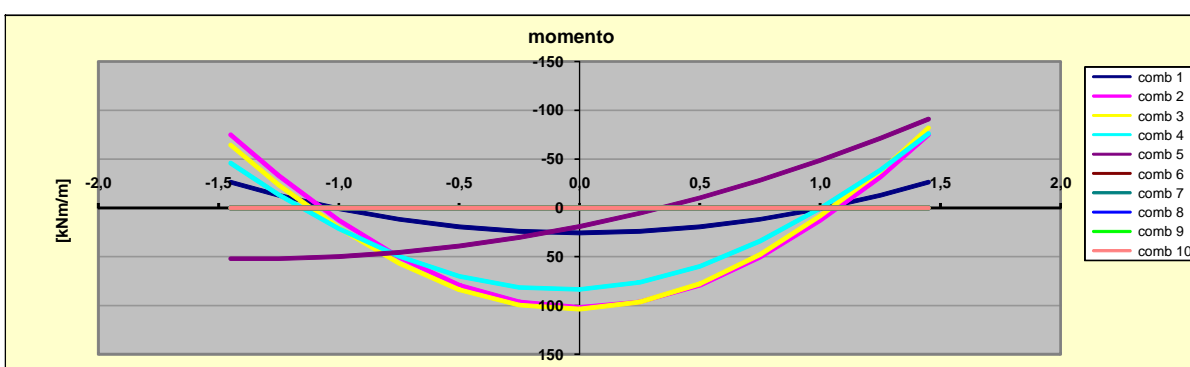
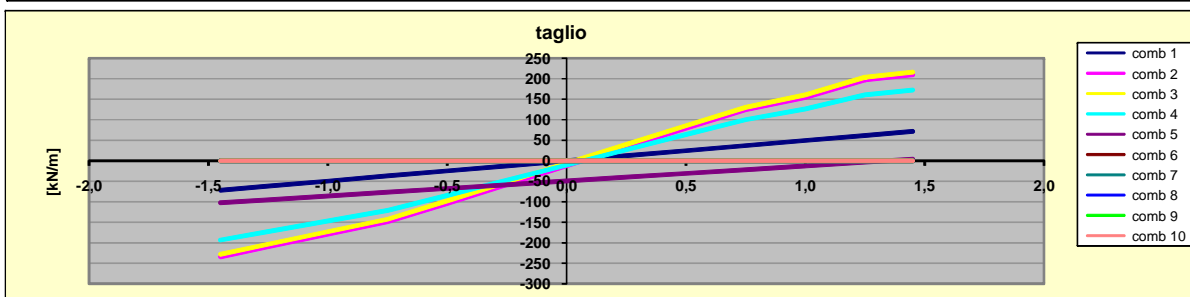
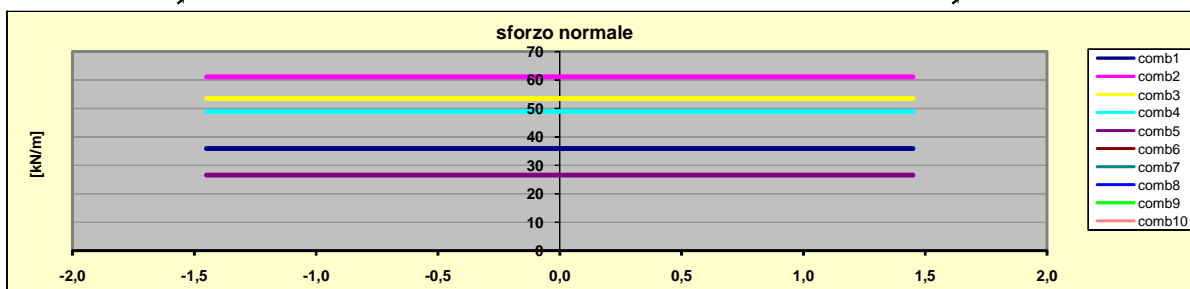
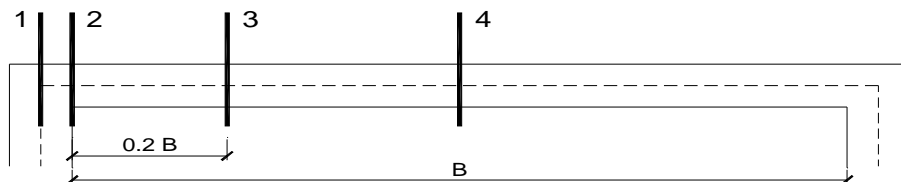
**combinazioni di carico**

condizioni di carico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peso proprio + perm.	1,35	1,35	1,35	1,35	1					
falda + spinta terreno	1,35	1,35	1,35	1,35	1					
sovraccarico A		1,35	1,35	1						
sovraccarico B										
sovraccarico terreno sn		1,35	1,35	1						
sovraccarico terreno dx		1,35								
frenatura				1,35						
sisma					1					

### 3.2 VERIFICHE DI RESISTENZA

Si riportano le verifiche sezionali per gli elementi costituenti gli elementi dello scatolare:

#### SOLETTA

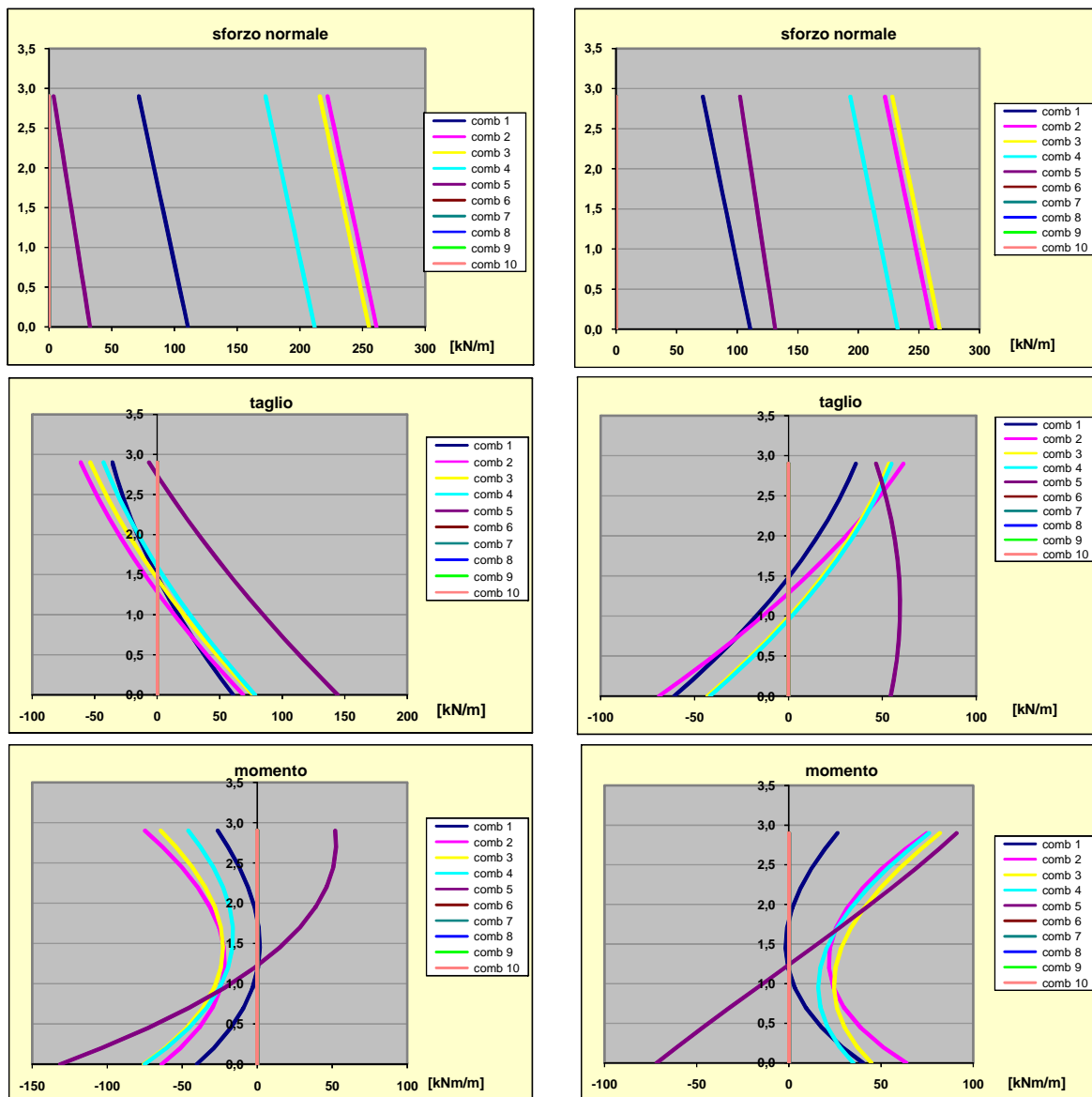


sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-91,0	26,6	10,1	10,1	136,0
2	-71,3	26,6	10,1	10,1	136,0
3 min	-28,3	26,6	10,1	10,1	136,0
3 max	56,8	53,5	10,1	10,1	140,1
4	103,8	53,5	10,1	10,1	140,1

Sez.	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	234,2	150,54	12	40,0	20,0	21,80	500,99	Sezione verificata
2	209,7	150,54	12	40,0	40,0	21,80	250,49	Sezione verificata
3	148,5	150,54	12	40,0	40,0	21,80	250,49	Armatura a taglio non necessaria
4	49,3	146,01	12	40,0	40,0	21,80	250,49	Armatura a taglio non necessaria

ANAS S.p.a. – Autostrada A3 Salerno Reggio Calabria  
 Nuovo svincolo di Padula-Buonabitacolo al Km 103+200  
 PROLUNGAMENTO TOMBINO 2,5 x 2,5m - RELAZIONE DI CALCOLO

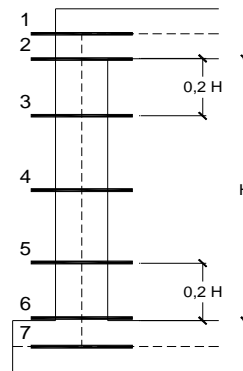
**PARETI**



sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-91,0	102,4	10,1	10,1	147,6
2	-81,5	104,4	10,1	10,1	147,9
3 min	-55,4	109,4	10,1	10,1	148,7
3 max	46,2	10,7	10,1	10,1	133,5
4 min	-33,5	244,3	10,1	10,1	169,2
4 max	28,5	15,7	10,1	10,1	134,3
5 min	-45,5	25,7	10,1	10,1	135,8
5 max	32,0	124,4	10,1	10,1	151,0
6	-103,8	30,7	10,1	10,1	136,6
7	-131,4	32,7	10,1	10,1	136,9

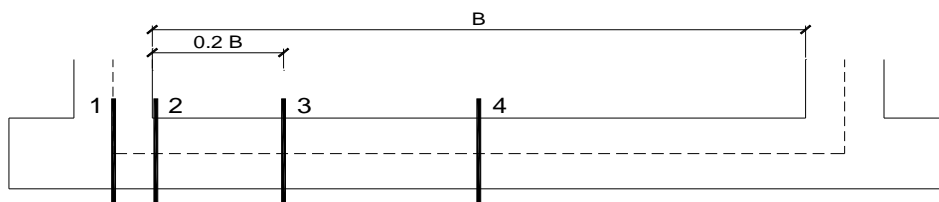
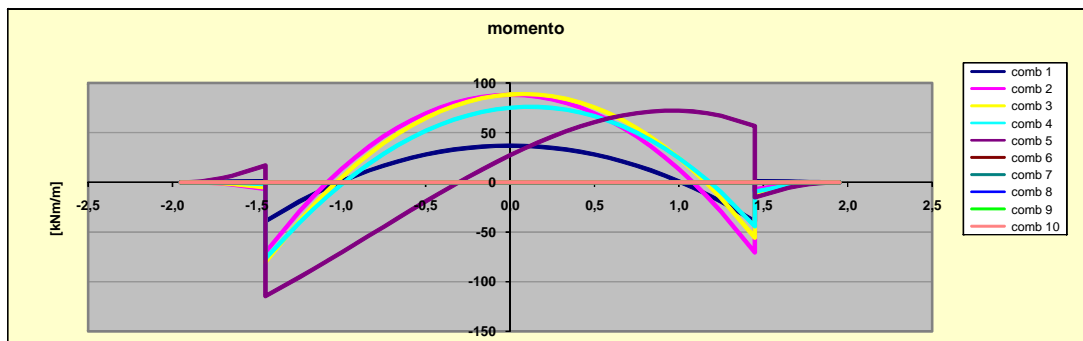
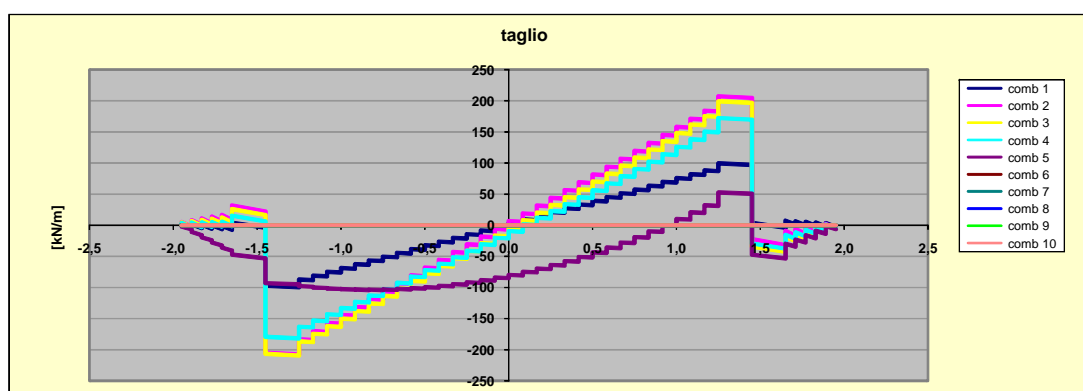
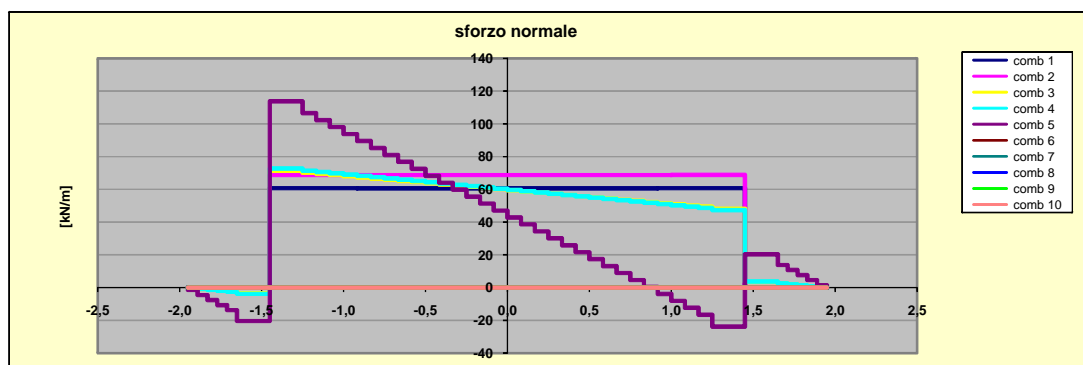
Sez.	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	∅ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)
1	61,2	171,65	12	40,0	40,0	21,80	250,49
2	55,1	172,01	12	40,0	40,0	21,80	250,49
3	54,7	156,87	12	40,0	40,0	21,80	250,49
4	60,4	144,91	12	40,0	40,0	21,80	250,49
5	101,7	145,90	12	40,0	40,0	21,80	250,49
6	131,8	146,55	12	40,0	20,0	21,80	500,99
7	144,4	146,81	12	40,0	20,0	21,80	500,99

Armatura a taglio non necessaria  
 Armatura a taglio non necessaria  
 Armatura a taglio non necessaria  
 Armatura a taglio non necessaria  
 Armatura a taglio non necessaria  
 Armatura a taglio non necessaria  
 Armatura a taglio non necessaria



ANAS S.p.a. – Autostrada A3 Salerno Reggio Calabria  
 Nuovo svincolo di Padula-Buonabitacolo al Km 103+200  
 PROLUNGAMENTO TOMBINO 2,5 x 2,5m - RELAZIONE DI CALCOLO

FONDAZIONE



sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-114,5	113,8	10,05	10,05	149,3
2	-95,7	113,8	10,05	10,05	149,3
3 min	-44,8	85,3	10,05	10,05	145,0
3 max	69,6	4,6	10,05	10,05	132,6
4	88,9	58,7	10,05	10,05	140,9

Sez.	V <sub>Ed</sub>	V <sub>rd</sub>	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V <sub>Rsd</sub>	
	(-)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	206,6	151,88	12	40,0	40,0	21,80	250,49	Sezione verificata
2	209,3	151,88	12	40,0	40,0	21,80	250,49	Sezione verificata
3	126,7	151,25	12	40,0	40,0	21,80	250,49	Armatura a taglio non necessaria
4	94,7	150,36	12	40,0	40,0	21,80	250,49	Armatura a taglio non necessaria

### 3.3 VERIFICA DI FESSURAZIONE

Le verifiche di fessurazione sono state condotte considerando gli stati limite di esercizio nelle combinazioni quasi permanenti e frequenti. La Normativa fornisce per le diverse condizioni ambientali, il valore limite di apertura delle fessure.

La verifica è stata condotta considerando i seguenti valori limite:

Condizioni ambientali:	<b>aggressivo</b>
Armatura:	<b>poco sensibile</b>
Combinazione frequente:	<b><math>w_d \leq w_2 = 0,3\text{mm}</math></b>
Combinazione quasi permanente:	<b><math>w_d \leq w_1 = 0,2\text{mm}</math></b>

Si riportano le verifiche per la combinazione quasi permanente.

#### SOLETTA

sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-27,3	32,3	20	16	10	10	1,92	71,91	0,077
2	-16,5	32,3	20	16	10	10	1,16	37,41	0,039
3 min	0,0	0,0	20	16	10	10	0,00		
3 max	10,8	32,3	20	16	10	10	0,74	19,21	0,020
4	18,9	26,6	20	16	10	10	1,33	47,80	0,051

#### PARETI

sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-27,3	57,6	20	16	10,1	10,1	1,90	59,78	0,063
2	-21,1	59,6	20	16	10,1	10,1	1,45	39,36	0,041
3 min	-8,4	64,6	20	16	10,1	10,1	0,49	2,70	0,002
3 max	2,6	55,6	20	16	10,1	10,1	0,22		
4 min	-0,3	69,6	20	16	10,1	10,1	0,17		
4 max	6,7	60,6	20	16	10,1	10,1	0,39	1,02	0,001
5 min	-9,6	70,6	20	16	10,1	10,1	0,57	3,65	0,003
5 max	0,0	0,0	20	16	10,1	10,1	0,00		
6	-31,9	75,6	20	16	10,1	10,1	2,22	66,04	0,069
7	-43,9	77,6	20	16	10,1	10,1	3,07	102,98	0,109

sezione compressa  
sezione compressa

#### FONDAZIONE

sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-40,0	60,2	20	16	10,05	10,05	2,81	99,03	0,106
2	-24,3	60,2	20	16	10,05	10,05	1,68	49,01	0,051
3 min	0,0	0,0	20	16	10,05	10,05	0,00		
3 max	17,5	46,6	20	16	10,05	10,05	1,20	33,68	0,035
4	27,7	50,3	20	16	10,05	10,05	1,94	64,46	0,068

ANAS S.p.a. – Autostrada A3 Salerno Reggio Calabria  
 Nuovo svincolo di Padula-Buonabitacolo al Km 103+200  
 PROLUNGAMENTO TOMBINO 2,5 x 2,5m - RELAZIONE DI CALCOLO

Si riportano le verifiche per la combinazione frequente.

### SOLETTA

sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-55,2	36,4	20	16	10	10	3,88	159,36	0,174
2	-27,4	36,4	20	16	10	10	1,92	70,12	0,075
3 min	0,0	0,0	20	16	10	10	0,00		
3 max	36,2	36,4	20	16	10	10	2,54	98,31	0,106
4	62,4	36,4	20	16	10	10	4,39	182,56	0,199

### PARETI

sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-55,2	143,2	20	16	10,1	10,1	3,81	108,21	0,112
2	-47,5	145,2	20	16	10,1	10,1	3,25	83,40	0,085
3 min	-31,1	150,2	20	16	10,1	10,1	2,00	32,40	0,032
3 max	0,0	0,0	20	16	10,1	10,1	0,00		
4 min	-19,2	155,2	20	16	10,1	10,1	1,13	5,19	0,005
4 max	0,0	0,0	20	16	10,1	10,1	0,00		
5 min	-24,3	151,9	20	16	10,1	10,1	1,49	15,02	0,014
5 max	0,0	0,0	20	16	10,1	10,1	0,00		
6	-43,7	156,9	20	16	10,1	10,1	2,94	66,63	0,067
7	-54,2	158,9	20	16	10,1	10,1	3,72	98,27	0,101

### FONDAZIONE

sez.	M	N	i	$\phi$	Af	A'f	$\sigma_c$	$\sigma_f$	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-55,9	53,2	20	16	10,05	10,05	3,93	153,47	0,166
2	-29,1	53,2	20	16	10,05	10,05	2,03	67,38	0,071
3 min	0,0	0,0	20	16	10,05	10,05	0,00		
3 max	36,3	39,3	20	16	10,05	10,05	2,55	97,10	0,105
4	56,5	43,6	20	16	10,05	10,05	3,98	160,04	0,174



### 3.4 MURI D'ALA

Si riporta il calcolo delle sollecitazioni e la verifica a pressoflessione per la condizione più gravosa per i muri d'ala.

Il calcolo è stato eseguito considerando uno schema statico di mensola utilizzando i seguenti valori per i coefficienti di spinta del terreno.

<b>Coefficienti di spinta</b>		
<i>(teoria di Mononobe-Okabe)</i>		
<b>Dati sismici</b>		
Accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido	$a_g / g$	<b>0,292</b>
Coeff. di riduzione	$\beta_m$	<b>0,31</b>
Coeff. di amplificazione stratigrafica	$S_S$	<b>1,29</b>
Coeff. di amplificazione topografica	$S_T$	<b>1</b>
<b>Coefficienti sismici</b>		
$k_h = \beta_m S_S S_T a_g / g$		<b>0,117</b>
$k_v = \pm 0,5 k_h$		<b><math>\pm 0,058</math></b>
<b>Dati geotecnici</b>		
Angolo di resistenza al taglio in comb M1 ( $\varphi = \varphi_k$ )	$\varphi_1$	<b>35,0 °</b>
Angolo di resistenza al taglio muro-terreno in comb M1	$\delta_1$	<b>17,5 °</b>
Angolo della parete interna	$\psi$	<b>90,0 °</b>
Angolo d'inclinazione del terreno a monte	$\beta$	<b>0,0 °</b>
Angolo di comportamento sismico ( $\theta_A = \arctg(k_h / (1 + k_v))$ )	$\theta_A$	<b>6,3 °</b>
Angolo di comportamento sismico ( $\theta_B = \arctg(k_h / (1 - k_v))$ )	$\theta_B$	<b>7,1 °</b>
<b>Coefficienti di spinta</b>		<b>M1</b>
Spinta a riposo	$K_o$	<b>0,426</b>
Spinta attiva in condizione statica ( $\theta = 0$ )	$Ka_{ST}$	<b>0,246</b>
Spinta attiva in condizione sismica ( $\theta = \theta_A$ )	$Ka_A$	<b>0,312</b>
Spinta attiva in condizione sismica ( $\theta = \theta_B$ )	$Ka_B$	<b>0,322</b>
Spinta passiva in condizione statica ( $\theta = 0$ )	$Kp_{ST}$	<b>3,690</b>
Spinta passiva in condizione sismica ( $\theta = \theta_A$ )	$Kp_A$	<b>3,472</b>
Spinta passiva in condizione sismica ( $\theta = \theta_B$ )	$Kp_B$	<b>3,445</b>
<i>combinazione M1 (<math>\varphi = \varphi_1 = \varphi_k</math>)</i>		

**Muro d'ala - Calcolo delle sollecitazioni**

Caratteristiche Geometriche	
H <sub>max</sub> (m)	2,8
H <sub>calcolo</sub> (m)	2,5
s (m)	0,4

γ (kN/m <sup>3</sup> )	19,0
k <sub>aST</sub>	0,246
k <sub>aSismico</sub>	0,312

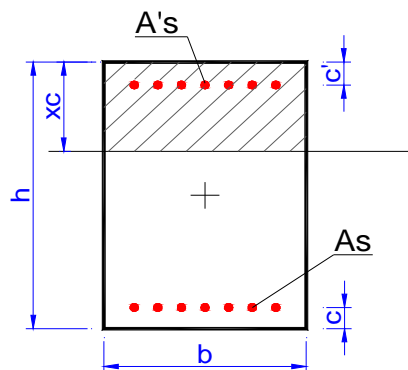
Coefficienti Sismici	
k <sub>h</sub>	0,117
k <sub>v</sub>	0,058

S <sub>ST</sub> (kN)	14,8	Spinta del terreno in fase statica
S <sub>Sisma</sub> (kN)	19,95	Spinta del terreno in fase sismica

**Azioni allo Spiccato del Muro**

Condizione di Esercizio	
N (kN)	32,76
V (kN)	19,30
M (kNm)	16,21

Condizione Sismica	
N (kN)	25,2
V (kN)	22,89
M (kNm)	20,47



Geometria della sezione		
[cm]		
Altezza	h	40
Base	b	100

Sollecitazioni		
M	20,47	[kNm]
N	25,2	[kN]

Armatura tesa As			
n°ferri	Diametro [mm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	copriferro [cm]
5	16	10,05	5
		0,00	
		0,00	
		0,00	
		0,00	
		<b>10,05</b>	

Armatura compressa A's			
n°ferri	Diametro [mm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	copriferro [cm]
5	16	10,05	5
		0,00	
		0,00	
		0,00	
		0,00	
		<b>10,05</b>	

Materiali								
C25/30	γ <sub>c</sub>	α <sub>cc</sub>	R <sub>ck</sub> [Mpa]	f <sub>ck</sub> [Mpa]	f <sub>cd</sub> [Mpa]	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	ε <sub>c2</sub>	ε <sub>cu2</sub>
	1,5	0,85	30	25	14,2	0,8	0,200%	0,350%
B450C	γ <sub>s</sub>	E <sub>s</sub> [Mpa]	f <sub>yk</sub> [Mpa]	f <sub>yd</sub> [Mpa]	ε <sub>ys</sub>	ε <sub>uk</sub>	α <sub>s</sub>	ε <sub>ud</sub> =ε <sub>uk</sub> α <sub>s</sub>
	1,15	210000	450	391,3	0,186%	7,500%	1	7,500%

- N costante
- e costante

**N ultimo**  
25,2 [kN]

**xc**  
4,45 [cm]

**M ultimo**  
137,8 [kNm]

**FS**  
6,73

<b>Sezione in C.A.</b>
Verifiche allo stato limite ultimo di taglio
<b>VERIFICA SENZA ARMATURA</b>

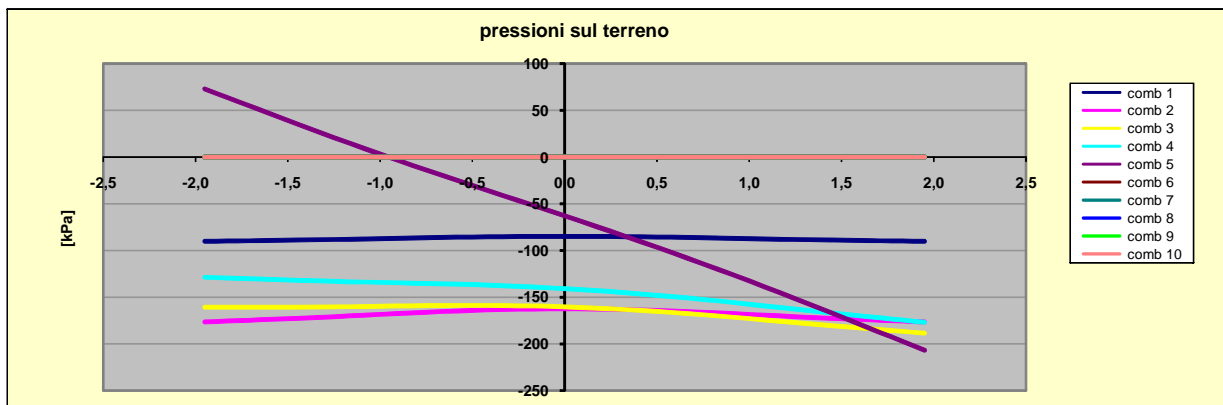
Materiali (Unità N,mm)			
Calcestruzzo ord.		Acciaio	
$f_{ck} =$	25	$f_{ywk} =$	450
$\gamma_c =$	1,50	$f_{ywd} =$	391
$f_{cd} =$	14,17		

Dati sezione	
Altezza utile sezione (cm)	35
$B_{min}$ della sezione in zona tesa (cm)	100
Armatura tesa (cm <sup>2</sup> )	10,05
Sforzo Normale di compress. (kN)	25,2
$\sigma_{cp}$ tensione media di compressione (N/mm <sup>2</sup> )	0,07

Verifiche allo SLU per taglio $V_{Rd,c} > V_{sd}$	
Taglio di calcolo $V_{sd}$ (kN)	22,89
Taglio resistente $V_{Rd,c}$ (kN)	146,30

### 3.5 PRESSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE

Dal calcolo dello scatolare si ricavano i valori delle pressioni sul terreno di fondazione nelle differenti combinazioni di carico considerate per gli stati limite ultimi. Si riportano schematicamente i valori medi e massimi delle pressioni sul terreno.



Combinazione	$\sigma_{t,media}$ (kPa)	$\sigma_{t,max}$ (kPa)
1	87,3	90,2
2	168,6	176,6
3	166,6	188,5
4	146,0	176,9
5	64,7	206,7