



VARIANTE ALLA S.S. N. 14 "DELLA VENEZIA GIULIA"
A SUD DELLA CITTÀ DI SAN DONÀ DI PIAVE
DALLA ROTATORIA DI CAPOSILE ALLA ROTATORIA DI PASSARELLA
E SCAVALCO DELLA ROTATORIA DI CALVECCHIA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD EST -
PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTI <i>Ing. Francesco Caobianco</i> <i>Ordine Ing. Padova n. 3983</i>  <i>Ing. Filippo VIARO</i> <i>Ordine Ing. Parma n. 827</i> <i>Arch. Sergio BECCARELLI</i> <i>Ordine Arch. Parma n. 377</i> 	ACUSTICA <i>Ing. Giovanni BRIANTI</i> <i>Tecnico competente in Acustica Ambientale</i> <i>ARPA Emilia-Romagna D.D. 3340/17</i> 
	ARCHEOLOGIA <i>Dott.ssa Barbara SASSI</i> 
	IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Serena MAIETTA</i> <i>Ordine Geol. Lazio n. 928</i>
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO <i>Dott. Ing. Anna Maria NOSARI</i>	IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Ing. Stefano Muffato</i> <i>Ordine Ing. Venezia n. 2975</i> 

PROGETTO STRADALE

Relazione di pre-dimensionamento dei sottopassi S1-S2-S3
Relazione di pre-dimensionamento degli scatolari gettati in opera

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.			
D	P	V	E	04	
D	0	9	0	1	
CODICE ELAB.		T	O	O	
CODICE ELAB.		M	O	O	
CODICE ELAB.		S	T	R	
CODICE ELAB.		R	E	O	
CODICE ELAB.		1			
C	Riscontro ANAS	NOV.2018	ing. E. Fassina	arch. A. Sutto	ing. F. Caobianco
B	Osservazioni ANAS	MAR.2018	ing. A. Candiotto	arch. A. Sutto	ing. F. Caobianco
A	EMISSIONE	AGO.2017	ing. A. Candiotto	arch. A. Sutto	ing. F. Caobianco
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA E SCOPO	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	MATERIALI	4
3.1	Calcestruzzo scatolari gettati in opera	4
3.1.1	<i>Caratteristiche meccaniche calcestruzzo opere idrauliche</i>	<i>4</i>
3.1.2	<i>Caratteristiche meccaniche calcestruzzo sottopasso</i>	<i>5</i>
3.1.3	<i>Prescrizioni di durabilità</i>	<i>6</i>
3.2	Acciaio per armatura lenta	6
3.2.1	<i>Caratteristiche meccaniche</i>	<i>6</i>
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA	6
5	STRUMENTI SOFTWARE E CARATTERISTICHE DELLE MODELLAZIONE	7
6	AZIONI SULLE STRUTTURE	7
6.1	Azioni permanenti	7
6.1.1	<i>g_1 = peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali</i>	<i>7</i>
6.1.2	<i>g_2 = carichi permanenti portati</i>	<i>7</i>
6.1.3	<i>g_3 = spinta statica del terreno e spinta idrostatica</i>	<i>7</i>
6.2	Azioni variabili da traffico	8
6.2.1	<i>Schema di carico 1</i>	<i>8</i>
6.3	Ritiro e viscosità'	9
6.4	Azioni sismiche	10
7	COMBINAZIONI DI CARICO	12
7.1	Combinazioni S.L.U.	12
7.2	Combinazioni S.L.E.	13
7.2.1	<i>Coefficienti parziali</i>	<i>13</i>
7.3	Combinazioni implementate	14
8	APPROCCIO DI VERIFICA	14
8.1	Opere di fondazione	14
8.2	Strutture in calcestruzzo	17
9	ANALISI STRUTTURALE	18
9.1	Analisi per azioni statiche e dinamiche	18
9.2	Modellazione dei materiali	18
9.3	Schematizzazione della Struttura e dei Vincoli	18
10	DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE SCATOLARE OPERA IDRAULICA	19
10.1	Descrizione della struttura	19
10.2	Modello di calcolo	19
10.3	Verifiche geotecniche	20
10.3.1	<i>Verifica a capacità' portante</i>	<i>20</i>
10.3.2	<i>Verifica a sollevamento</i>	<i>26</i>
10.3.3	<i>Verifica dei cedimenti</i>	<i>27</i>
10.4	Verifiche strutturali	27
10.4.1	<i>Sollecitazioni</i>	<i>27</i>
10.4.2	<i>Verifiche su platea di fondazione</i>	<i>33</i>
10.4.3	<i>Verifiche su muri perimetrali</i>	<i>39</i>
10.4.4	<i>Verifiche su soletta copertura</i>	<i>46</i>
11	DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE VASCHE IMPIANTO DI TRATTAMENTO	54

11.1	Descrizioni dei manufatti.....	54
11.2	Modelli di calcolo.....	55
11.3	VERIFICHE GEOTECNICHE VASCA 1.....	56
11.4	Verifiche strutturali vasca 1.....	59
11.5	VERIFICHE geotecniche vasca 2.....	64
11.6	VERIFICHE STRUTTURALI VASCA 2.....	67
12	DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE SOTTOPASSO STRADALE	72
12.1	Descrizione della struttura	72
12.2	Modello di calcolo	72
12.3	Verifiche geotecniche	73
12.3.1	<i>Verifica a capacita' portante</i>	<i>73</i>
12.3.2	<i>Verifica a sollevamento</i>	<i>79</i>
12.3.3	<i>Verifica dei cedimenti</i>	<i>80</i>
12.4	Verifiche strutturali	81
12.4.1	<i>Sollecitazioni</i>	<i>81</i>
12.4.2	<i>Verifiche su platea di fondazione.....</i>	<i>87</i>
12.4.3	<i>Verifiche su muri perimetrali</i>	<i>94</i>
12.4.4	<i>Verifiche su soletta copertura.....</i>	<i>101</i>
12.5	VERIFICA DEI MURI DI IMBOCCO.....	108
12.6	verifiche geotecniche	109
12.7	Verifiche strutturali	109
12.7.1	<i>Sezione BB.....</i>	<i>109</i>
12.7.2	<i>Sezione CC.....</i>	<i>114</i>

1 PREMESSA E SCOPO

La presente relazione si inserisce nell'ambito del Progetto Definitivo per la realizzazione di due opere relative alla SS14 Variante di S. Donà di Piave. In particolare, nel seguito, si descriverà il dimensionamento geotecnico e strutturale delle opere scolarari idrauliche e opere d'arte minori, che costituiscono attraversamento interrato dei rilevati stradali. In particolare, vengono analizzati i casi maggiormente gravosi, ovvero quello di scatolare gettato in opera, avente altezza interna pari a 3,50 m e larghezza complessiva pari a 5,80m e il sottopasso denominato "S3" avente altezza interna pari a 5,50 m e larghezza complessiva pari a 11,60m.

Di seguito si riporta una planimetria della zona oggetto di studio:

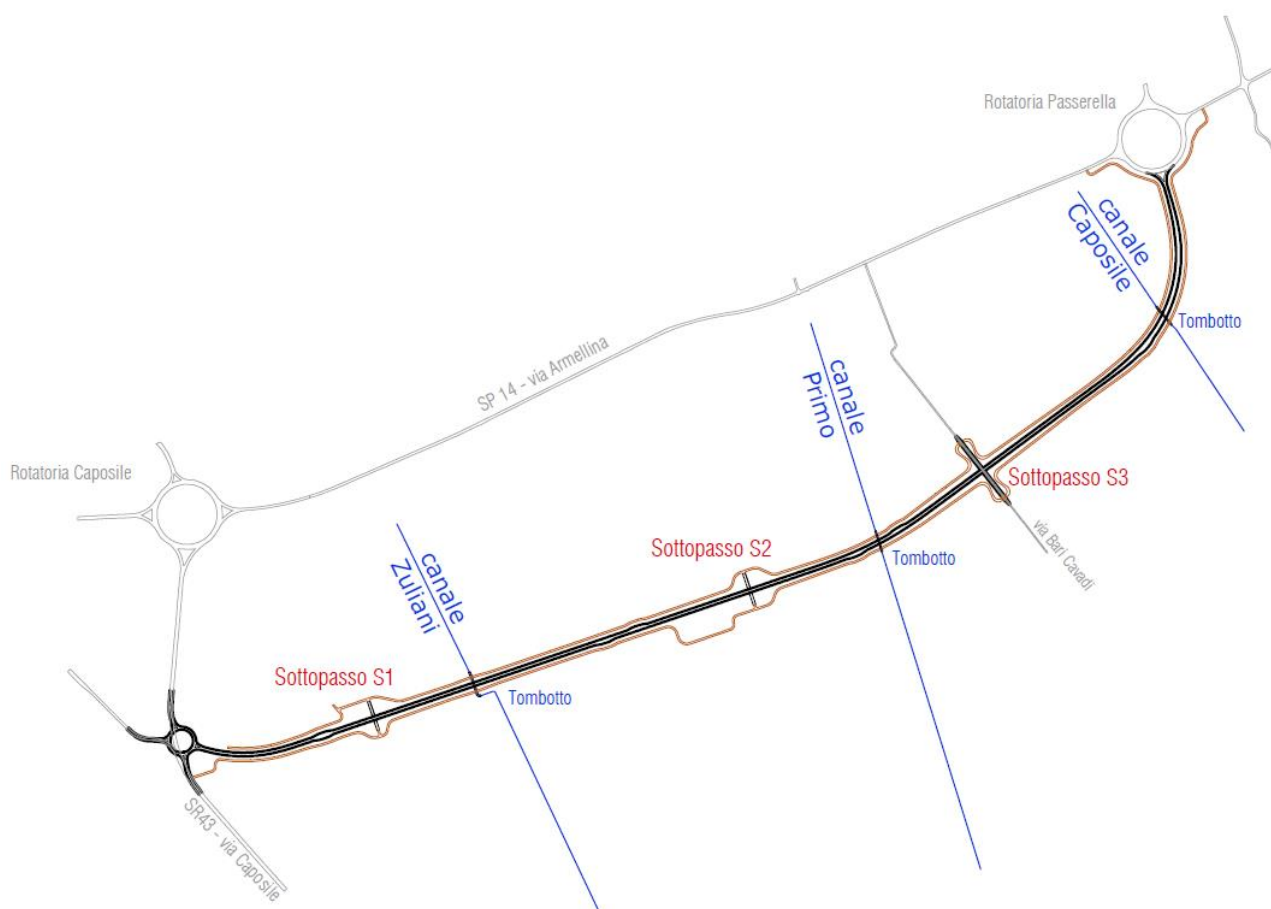


Figura 1 – Planimetria zona oggetto di studio

Per una migliore comprensione di quanto descritto nel seguito si rimanda ai seguenti elaborati grafici di progetto:

Opere d'arte minori:

SOTTOPASSO S1 al km 0+536,519

T00OM01STRCP01_C Pianta e carpenterie sottopasso S1

SOTTOPASSO S2 al km 1+671,667

T00OM01STRCP02_C Pianta e carpenterie sottopasso S2

SOTTOPASSO S3 al km 2+486,768

T00OM01STRCP03_C Pianta e carpenterie sottopasso S3

CARPENTERIE MANUFATTI IDRAULICI

T00OI01STRCP04_B Carpenterie manufatti idraulici

Opere idrauliche:

T00ID01IDRSZ02_A Pianta profilo e sezioni nuovo scatolare - Canale Zuliani

T00ID01IDRSZ03_A Pianta profilo e sezioni nuovo scatolare - Canale Primo

T00ID01IDRSZ04_A Pianta profilo e sezioni nuovo scatolare - Canale Caposile

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le normative di riferimento della presente relazione sono quelle riportate nel seguito:

- Legge 5 Novembre 1971, N. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- D.M. 14/01/2008 – Norme tecniche per le Costruzioni
- C.M. 02/02/2009 n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008
- Autorità portuale di Venezia - DOCUMENTO PRELIMINARE PER LA PROGETTAZIONE.

In ottemperanza a D.M. 14/01/2008 §12, per riferimenti di calcolo o in mancanza di specifiche indicazioni si farà inoltre riferimento alle seguenti norme di comprovata validità:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

3 MATERIALI

Riferimento per le caratteristiche di durabilità/classi di esposizione del calcestruzzo:
UNI 11104:2004

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3			
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ^{a)}					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}				

*) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

3.1 CALCESTRUZZO SCATOLARI GETTATI IN OPERA

3.1.1 Caratteristiche meccaniche calcestruzzo opere idrauliche

Classe normata:		25/30	MPa
Classe di resistenza cubica:	$R_{ck} =$	30	MPa
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} =$	24.9	MPa
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	32.9	MPa
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} =$	2.56	MPa
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} =$	1.79	MPa
Resist. a trazione ap. fessure:	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 =$	1.49	MPa
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm} / 10]^{0.3} =$	31400	MPa
Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_M =$	1.50	
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_c =$	0.85	
Resistenza a compr. di progetto:	$f_{cd} = \alpha_c \times f_{ck} / \gamma_M =$	14.11	MPa
Resistenza a traz. di progetto:	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_M =$	1.19	MPa
Tensione di aderenza caratteristica:	$f_{bk} = 2,25 \times n \times f_{ctk} =$	4.03	MPa
Tens. ader. di progetto (cls tes):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M / 1,50 =$	1.79	MPa
Tens. ader. di progetto (cls compr.):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M =$	2.69	MPa
Tens. massima compressione comb. rara:	$\sigma_c = 0.60 \times f_{ck} =$	14.94	MPa
Tens. massima compressione comb. quasi perm.:	$\sigma_c = 0.45 \times f_{ck} =$	11.21	MPa

3.1.2 Caratteristiche meccaniche calcestruzzo sottopasso

- soletta superiore

Classe normata:		32/40	MPa
Classe di resistenza cubica:	$R_{ck} =$	40	MPa
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} =$	33.2	MPa
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.2	MPa
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} =$	3.10	MPa
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} =$	2.17	MPa
Resist. a trazione ap. fessure:	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 =$	1.81	MPa
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm} / 10]^{0.3} =$	33600	MPa
Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_M =$	1.50	
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_c =$	0.85	
Resistenza a compr. di progetto:	$f_{cd} = \alpha_c \times f_{ck} / \gamma_M =$	18.81	MPa
Resistenza a traz. di progetto:	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_M =$	1.45	MPa
Tensione di aderenza caratteristica:	$f_{bk} = 2,25 \times n \times f_{ctk} =$	4.88	MPa
Tens. ader. di progetto (cls tesoro):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M / 1,50 =$	2.17	MPa
Tens. ader. di progetto (cls compr.):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M =$	3.25	MPa
Tens. massima compressione comb. rara:	$\sigma_c = 0.60 \times f_{ck} =$	19.92	MPa
Tens. massima compressione comb. quasi perm.:	$\sigma_c = 0.45 \times f_{ck} =$	14.94	MPa

- Soletta inferiore e pareti

Classe normata:		28/35	MPa
Classe di resistenza cubica:	$R_{ck} =$	35	MPa
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} =$	29.05	MPa
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	37.05	MPa
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} =$	2.83	MPa
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} =$	1.98	MPa
Resist. a trazione ap. fessure:	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 =$	1.65	MPa
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm} / 10]^{0.3} =$	32500	MPa
Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_M =$	1.50	
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_c =$	0.85	
Resistenza a compr. di progetto:	$f_{cd} = \alpha_c \times f_{ck} / \gamma_M =$	16.46	MPa
Resistenza a traz. di progetto:	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_M =$	1.32	MPa
Tensione di aderenza caratteristica:	$f_{bk} = 2,25 \times n \times f_{ctk} =$	4.47	MPa
Tens. ader. di progetto (cls tesoro):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M / 1,50 =$	1.98	MPa
Tens. ader. di progetto (cls compr.):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M =$	2.98	MPa
Tens. massima compressione comb. rara:	$\sigma_c = 0.60 \times f_{ck} =$	17.43	MPa
Tens. massima compressione comb. quasi perm.:	$\sigma_c = 0.45 \times f_{ck} =$	13.07	MPa

3.1.3 Prescrizioni di durabilità

(UNI EN 206-1; UNI 11104:2004)

Corrosione indotta da carbonatazione: XC3 (soletta inferiore e pareti) – XC4 (soletta superiore)

Corrosione indotta da cicli gelo/disgelo: XF3 (soletta inferiore e pareti) – XF4 (soletta superiore)

Classe di lavorabilità: S4

Massimo rapporto a/c: 0.5

Minimo contenuto c: 340 kg/m³

Copriferro minimo: 40 mm.

3.2 ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

3.2.1 Caratteristiche meccaniche

Tipo: B450C

Modulo elastico: $E_s = 210000$ MPa

Tensione di snervamento $f_{yk} = f_{y nom} = 450$ MPa

Tensione di rottura $f_{tk} = f_{t nom} = 540$ MPa

Coeff. sicurezza materiali: $\gamma_{s,M} = 1.15$

Snervam. progetto materiali: $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{s,M} = 391.3$ MPa

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni in esame si fa riferimento alla campagna di indagine eseguita a cura di Tecnlab s.r.l., nel mese di giugno 2017, a firma del dott. geol. Giovanni Bruzzo. Per ogni approfondimento si rimanda allo specifico elaborato, allegato al presente Progetto Definitivo.

La stratigrafia di riferimento risulta la seguente:

Categoria di sottosuolo

D

Litologia			Profondità			Resistenza meccanica				Deformabilità		
n.	Unità Geotecnica	Descrizione	da [m]	a [m]	sp [m]	γ [kN/mc]	ϕ [°]	c' [kPa]	Cu [kPa]	E [kPa]	ν	G [kPa]
1	UG1	Limo argilloso deb. Sabbioso	0.00	5.00	5	18	36	-	116.3	49257	0.33	66500
2	UG2	Sabbia limosa	5.00	8.00	3	18	39	-	140	55800	0.33	66175
3	UG3	Argilla limosa	8.00	13.00	5	18	39	-	93	62800	0.33	60800
4	UG4	Argilla limoso/sabbiosa	13.00	17.00	4	18	39	-	153	89229	0.33	117433
5	UG5	Sabbia limosa	17.00	20.00	3	18	39	-	142	89560	0.33	82850
6	UG6	Argilla limosa	20.00	23.00	3	18	39	-	171	108275	0.33	107850
7	UG7	Sabbia debolmente limosa	23.00	24.00	1	18	39	-	-	122325	0.33	150250
8	UG8	argilla limosa e limo sabbioso	24.00	30.00	6	18	-	-	169	101975	0.33	91086

Tabella 1 - Stratigrafia di riferimento

5 STRUMENTI SOFTWARE E CARATTERISTICHE DELLE MODELLAZIONE

Per la modellazione è impiegato il software FEM MidasGen di cui si detiene regolare licenza.
Per il preprocessing e postprocessing dei risultati sono impiegati fogli di calcolo Microsoft Excel[®].
Per le verifiche delle sezioni in c.a. sono impiegati fogli di calcolo Microsoft Excel[®] autoprodotti.
Le sezioni sono verificate per resistenza e fessurazione mediante il software:
RC-SEC - Calcolo sezioni in C.A. - GeoStru Software.

<http://www.geostru.com/>



Copyright © 2016

Versione: 2016.10.0.510

Nome utente: Sinergo Spa

Email: amministrazione@sinergospa.com

Stato licenza: Vero

Codice attivazione: 60A06-7R73X-WYVPZ-NI5Y2

6 AZIONI SULLE STRUTTURE

6.1 AZIONI PERMANENTI

6.1.1 g_1 = peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali

Peso proprio delle strutture in calcestruzzo

È stato considerato il peso proprio del calcestruzzo secondo gli spessori.

$\gamma_{cls} = 25.00 \text{ kN/m}^3$

6.1.2 g_2 = carichi permanenti portati

(considerati sulle rispettive aree o linee di competenza)

Pavimentazione stradale $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$

Peso terreno ricoprimento $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$

6.1.3 g_3 = spinta statica del terreno e spinta idrostatica

La spinta del terreno è calcolata secondo la seguente espressione:

$$St = \gamma * K_0 * z$$

dove con k_0 si intende il coefficiente di spinta a riposo dei terreni, assunto, a favore di sicurezza pari a 0.5, mentre con "z" si intende la profondità rispetto a piano campagna. Con γ si intende il peso specifico del terreno (non saturo).

La spinta idrostatica è calcolata mediante la seguente espressione:

$$Sw = \gamma * z$$

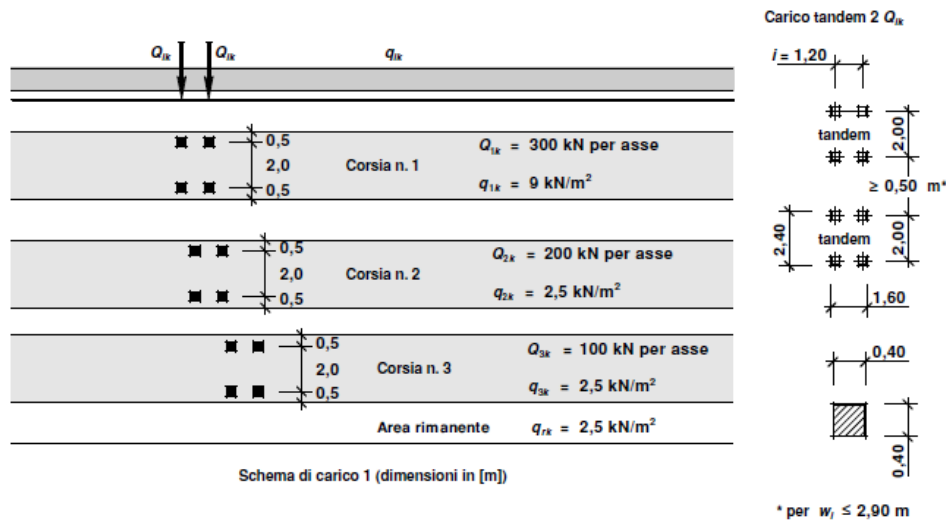
dove con γ si intende il peso specifico dell'acqua, assunto pari a 10 kN/m^3 , e con "z" la profondità.

6.2 AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO

Sono definite dai seguenti schemi di carico comprensivi degli effetti dinamici.

6.2.1 Schema di carico 1

- carichi Q_{ik} concentrati su due assi in tandem su impronta quadrata di pneumatico con lato $l = 0,40$ m e carichi ripartiti uniformi, per ponti di 1a categoria. questo schema è utilizzato per verifiche globali e locali.



Si assumono, per il dimensionamento dello scatolare in esame, i seguenti carichi stradali:

Carico unif. Distribuito $q = 9,00$ kN/m²
Carico tandem $Q_{ik} = 300$ kN

Sulla base dei valori sopra riportati si calcola la spinta orizzontale statica sullo scatolare, dovuta alla presenza del sovraccarico stradale, mediante la seguente espressione:

$$S_q = q \cdot k_0$$

dove con k_0 si indica il coefficiente di spinta a riposo del terreno, assunto pari a 0.5. Tale spinta non è triangolare, ma risulta costante con la profondità.

Inoltre viene considerata l'azione longitudinale di frenamento applicata a livello della pavimentazione con intensità pari a:

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6 \times (2 Q_{1k}) + 0,10 \times q_{1k} \times w_1 \times L \leq 900 \text{ kN}$$

dove w_1 è la larghezza della corsia e L la lunghezza della zona caricata. Tale forza è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata.

6.3 RITIRO E VISCOSITA'

Il calcolo degli effetti del ritiro e della viscosità del calcestruzzo è eseguito secondo le indicazioni fornite dal DM 14/01/2008 §11.2.10.6-7.

- Scatolare opera idraulica

$$ecs = ecd + eca$$

Ac =	400000	mm ²
u =	2000	mm
$h_0 = 2 \times Ac / u =$	400	mm
kh =	0.725	
UR =	75%	
ec0 =	-0.00033	
$ecd,inf = kh \times ec_0$	-0.00024	
$eca,inf = -2,5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} =$	-0.00004	
$ecs,inf = ecd,inf + eca,inf =$	-0.00028	
t0 =	30	gg
h0 =	400.00	mm
Phi (inf,t0) =	1.87	

Gli effetti combinati di ritiro e viscosità possono essere tenuti in conto attraverso un valore di variazione termica uniforme equivalente pari a:

$$D_{Teq,inf} = ecs,inf / [\alpha \times (1 + \Phi(inf,t_0))]$$

$$\alpha = 1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$D_{Teq,inf} = -9,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Sottopasso

$$ecs = ecd + eca$$

Ac =	800000	mm ²
u =	2000	mm
$h_0 = 2 \times Ac / u =$	800	mm
kh =	0.700	
UR =	75%	
ec0 =	-	
	0.00030	

$e_{cd,inf} = k_h \times e_{c0}$	-
	0.00021
$e_{ca,inf} = -2,5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6}$	-
	0.00006
$e_{cs,inf} = e_{cd,inf} + e_{ca,inf}$	-
	0.00027
$t_0 =$	30 gg
$h_0 =$	800.00 mm
$\Phi(\inf, t_0) =$	1.80

Gli effetti combinati di ritiro e viscosità possono essere tenuti in conto attraverso un valore di variazione termica uniforme equivalente pari a:

$$D_{Teq,inf} = e_{cs,inf} / [\alpha \times (1 + \Phi(\inf, t_0))]$$

$$\alpha = 1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$D_{Teq,inf} = -9,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.4 AZIONI SISMICHE

L'azione sismica viene valutata in base al §3.2 delle NTC08. Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione e costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Gli spettri utilizzati per le verifiche sono ricavati attraverso il software messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Spettri-NTCver.1.0.3.xls" attraverso l'inserimento del comune in cui si trova ubicata l'opera.



Figura 2 - Individuazione della pericolosità sismica del sito

Per il calcolo della pericolosità sismica si definisce una vita nominale dell'opera pari a $V_N=50$ anni in quanto struttura ordinaria, ed ad una classe d'uso III, cui corrisponde un coefficiente d'uso $C_U=1,5$. Il periodo di riferimento calcolato è quindi pari a $V_R=75$ anni.

Per le verifiche strutturali si fa riferimento allo Stato Limite di salvaguardia della Vita, che considera una probabilità di superamento dell'azione sismica nel periodo di riferimento V_R pari a $P_{VR}=10\%$.

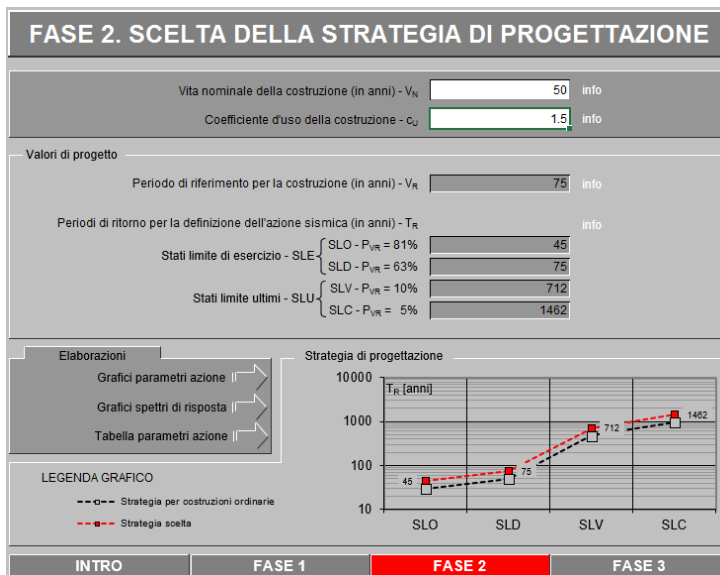


Figura 3 - Individuazione della classe d'uso

Si assume un sottosuolo di categoria D, cui corrisponde un valore di $S_5=1.8$. Il sito pianeggiante rientra in categoria topografica T_1 , si assume di conseguenza un valore di $S_T=1.0$.

Per ciò che concerne il fattore di struttura, secondo quanto descritto al §7.4.3.2 delle NTC08, si utilizza il valore seguente:

- struttura in campo elastico: $q_0 = 1,00$

Si ottengono gli spettri di seguito rappresentati:

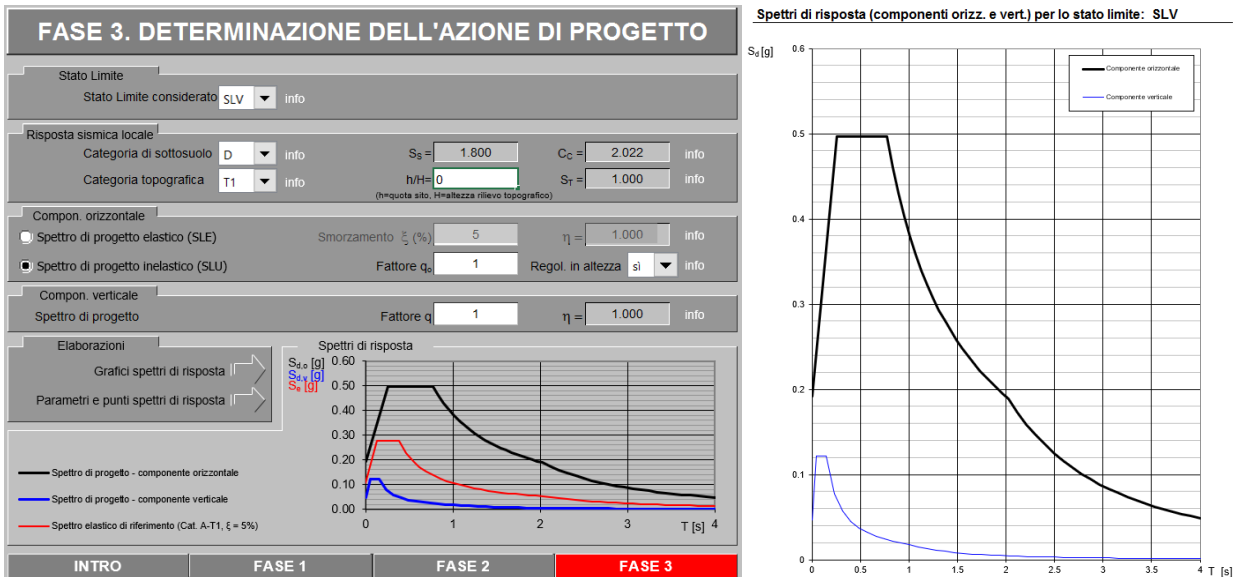


Figura 4 - Spettri di risposta per l'opera in oggetto

Sulla base dell'azione sismica così definita, è possibile calcolare i contributi della spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood.

L'espressione per il calcolo della spinta sismica orizzontale è la seguente:

$$S_{t,e,h} = a_g \cdot S \cdot \gamma \cdot z$$

dove con "z" si indica la profondità, con a_g l'accelerazione orizzontale massima al suolo, S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione:

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica.

7 COMBINAZIONI DI CARICO

7.1 COMBINAZIONI S.L.U.

Si adottano le combinazioni di carico tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove:

- G_1 valore caratt. delle azioni da peso proprio;
- G_2 valore caratt. delle azioni da carichi permanenti portati;
- Q_{k1} valore caratt. dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- Q_{ki} valore caratt. delle azioni variabili tra loro indipendenti;
- P valore caratt. delle deformazioni impresse;
- $\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P$ coefficienti parziali per le azioni;
- ψ_{0i} coefficienti di comb. per le verifiche allo stato limite ultimo.

7.2 COMBINAZIONI S.L.E.

Combinazione caratteristica (rara)

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

7.2.1 Coefficienti parziali

- Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

DM 14/01/2008 § 5.1.3.12 - Tabella 5.1.V:

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ 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.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

- Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

DM 14/01/2008 § 5.1.3.12 - Tabella 5.1.VI:

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

7.3 COMBINAZIONI IMPLEMENTATE

Sono state implementate all'interno del software FEM le seguenti combinazioni di carico:

CASES	1	2	3	4	5
	SLU1	SLErara	SLEfr	SLEqp	SLV1
1: PP [Freedom Case 1]	1,35	1,0	1,0	1,0	1,0
2: Pav Stradale [Freedom Case 1]	1,35	1,0	1,0	1,0	1,0
3: Terreno ricoprimento [Freedom Case 1]	1,35	1,0	1,0	1,0	1,0
4: Statica terreno [Freedom Case 1]	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0
5: Spinta acqua [Freedom Case 1]	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0
6: Azioni traffico [Freedom Case 1]	1,35	1,0	0,75	0,0	0,0
7: Statica sovraccarico traffico [Freedom Case 1]	1,35	1,0	0,75	0,0	0,0
8: Frenamento [Freedom Case 1]	1,35	1,0	0,75	0,0	0,0
9: Ritiro [Freedom Case 1]	1,2	1,0	1,0	1,0	0,0
10: Spinta sismica [Freedom Case 1]	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Figura 5 - Combinazioni di carico

8 APPROCCIO DI VERIFICA

8.1 OPERE DI FONDAZIONE

Le combinazioni di carico e le modalità di verifica geotecnica per le opere di fondazione sono riportate al capitolo 6 delle NTC08:

6.2.3.1.1 Azioni

I coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. Ad essi deve essere fatto riferimento con le precisazioni riportate nel § 2.6.1. Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità.

Nella valutazione della combinazione delle azioni i coefficienti di combinazione ψ_{ij} devono essere assunti come specificato nel Cap. 2.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

6.2.3.1.2 Resistenze

Il valore di progetto della resistenza R_d può essere determinato:

- in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella successiva Tab. 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

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

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

Per le rocce, al valore caratteristico della resistenza a compressione uniassiale q_u deve essere applicato un coefficiente parziale $\gamma_{qu}=1,6$.

Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità strutturali.

In particolare, per le opere di fondazione superficiali, si fa riferimento al § 6.4.2 delle Norme Tecniche:

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
 - collasso per scorrimento sul piano di posa
 - stabilità globale
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

accertando che la condizione (6.2.1) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.

La rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

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

Approccio 2:

$$(A1+M1+R3).$$

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

6.4.2.2 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (§§ 2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto della condizione (6.2.7).

Analogamente, forma, dimensioni e rigidezza della struttura di fondazione devono essere stabilite nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.

Le verifiche nei confronti degli stati limite idraulici sono quelle definite dal §6.23.2 delle Norme tecniche:

6.2.3.2 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi idraulici

Le opere geotecniche devono essere verificate nei confronti dei possibili stati limite di sollevamento o di sifonamento.

Per la stabilità al sollevamento deve risultare che il valore di progetto dell'azione instabilizzante $V_{inst,d}$, combinazione di azioni permanenti ($G_{inst,d}$) e variabili ($Q_{inst,d}$), sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti ($G_{stb,d}$) e delle resistenze (R_d):

$$V_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d \quad (6.2.4)$$

$$\text{dove } V_{inst,d} = G_{inst,d} + Q_{inst,d} \quad (6.2.5)$$

Per le verifiche di stabilità al sollevamento, i relativi coefficienti parziali sulle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.III. Tali coefficienti devono essere combinati in modo opportuno con quelli relativi ai parametri geotecnici (M2).

Tabella 6.2.III - Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	SOLLEVAMENTO (UPL)
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0
	Sfavorevole		1,5
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0
	Sfavorevole		1,5

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Il controllo della stabilità al sifonamento si esegue verificando che il valore di progetto della pressione interstiziale instabilizzante ($u_{inst,d}$) risulti non superiore al valore di progetto della tensione totale stabilizzante ($\sigma_{stb,d}$), tenendo conto dei coefficienti parziali della Tab. 6.2.IV:

$$u_{inst,d} \leq \sigma_{stb,d} \quad (6.2.6)$$

In entrambe le verifiche, nella valutazione delle pressioni interstiziali, si devono assumere le condizioni più sfavorevoli, considerando i possibili effetti delle successioni stratigrafiche sul regime di pressione dell'acqua.

Nelle verifiche al sifonamento, in presenza di adeguate conoscenze sul regime delle pressioni interstiziali, i coefficienti di sicurezza minimi sono indicati nella Tab. 6.2.IV. Valori superiori possono essere assunti e giustificati tenendo presente la pericolosità del fenomeno in relazione alla natura del terreno nonché dei possibili effetti della condizione di collasso.

Per ciò che concerne la combinazione sismica, si fa riferimento alle indicazioni riportate al punto 7.11 delle NTC08:

7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

8.2 STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

Per la verifica strutturale delle membrature in calcestruzzo si fa riferimento alle prescrizioni normative riportate al §4.1 delle NTC08.

9 ANALISI STRUTTURALE

9.1 ANALISI PER AZIONI STATICHE E DINAMICHE

Per tutti i modelli realizzati si è eseguita un'analisi dinamica lineare in ottemperanza ai seguenti punti delle NTC08:

§7.2.6 - Modello della struttura tridimensionale a rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza. Gli elementi considerati "secondari", e gli elementi non strutturali autoportanti (tamponature e tramezzi), sono stati rappresentati in termini di massa.

Gli orizzontamenti sono stati considerati infinitamente rigidi nel loro piano. La rigidezza degli elementi strutturali è stata rappresentata con modelli lineari. Le azioni conseguenti al moto sismico sono modellate direttamente mediante spettri di risposta.

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa si è attribuita una eccentricità accidentale (0,05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica) rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo.

§7.3.1 – Si è eseguita un'analisi lineare, dopo aver verificato che le non linearità geometriche possono essere trascurate, con riferimento agli spettri di progetto ottenuti assumendo un fattore di struttura q pari all'unità (§3.2.3.5).

§7.3.2, §7.3.3 – Analisi lineare dinamica: determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale), calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati (spectral response), combinazione di questi effetti utilizzando la combinazione quadratica completa CQC.

9.2 MODELLAZIONE DEI MATERIALI

Per l'analisi elastica globale i materiali costituenti la struttura sono considerati elastici, omogenei ed isotropi e con comportamento lineare. Le considerazioni sulle deformazioni tengono conto della fessurazione in modo convenzionale al di fuori dell'analisi delle sollecitazioni.

9.3 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI

La struttura è stata schematizzata escludendo il contributo degli elementi aventi rigidezza e resistenza trascurabili a fronte dei principali.

Nello sviluppo del progetto, i calcoli svolti tengono conto delle eventuali differenti configurazioni di lavoro che possono verificarsi per un determinato componente strutturale. Ciò significa che, qualora esso modifichi lo schema statico, le proprie caratteristiche geometriche e statiche (rigidezza, materiale, ecc.), l'angolo di lavoro, il carico utile di lavoro ed in generale le azioni cui è assoggettato e quant'altro, le verifiche vengono svolte per ogni scenario significativo a caratterizzare correttamente la risposta, sovrapponendo, combinando od involupando gli effetti di ogni fase di calcolo come richiesto dall'analisi in corso; se possibile e quando evidente, potrà essere analizzato anche solamente lo scenario identificato come dimensionante per il componente strutturale in oggetto.

10 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE SCATOLARE OPERA IDRAULICA

10.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Lo scatolare analizzato è quello in corrispondenza del canale Zuliani, in località Armellina. Esso presenta, per tutte le membrature (soletta di copertura, pareti laterali e platea di fondazione) spessore uniforme pari a 40 cm. L'altezza complessiva dello scatolare è pari a 4,30 m. Il piano di posa del magrone di fondazione, di spessore pari a 10 cm, è collocato a 4.9 m dal piano viabile. Lo scatolare presenta larghezza complessiva pari a 5,80 m e larghezza interna pari a 5 m.

Di seguito si riporta l'immagine della sezione trasversale dello scatolare:

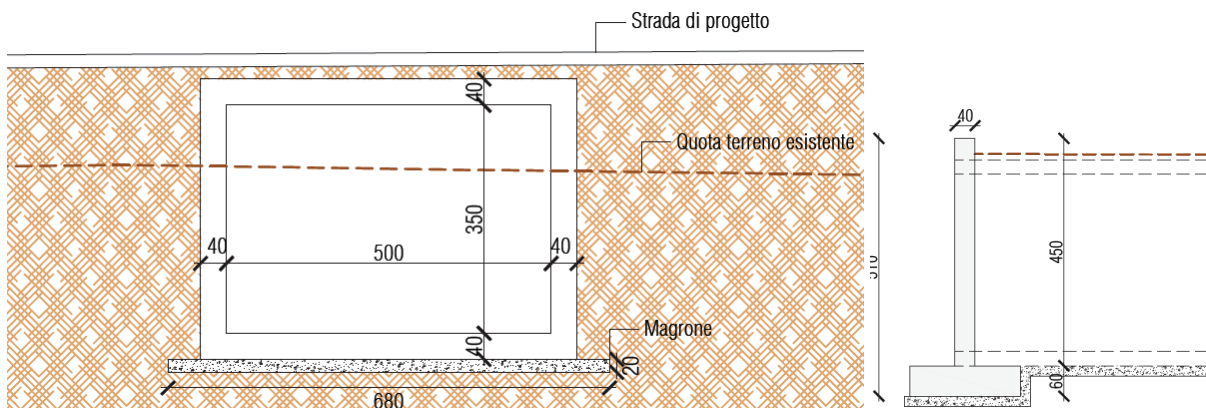


Figura 6 - Sezione trasversale e testata scatolare

10.2 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo è stato sviluppato "a metro lineare" di scatolare, modellando solette e pareti mediante elementi "beam", aventi sezione rettangolare con larghezza pari ad 1 m ed altezza pari allo spessore della membratura, ovvero 40 cm. All'elemento è stato assegnato, inoltre, il materiale corrispondente.

Il terreno è stato modellato mediante un "letto" di molle elastiche alla Winkler, assegnato attraverso l'input "surface spring supports" al beam. E' stata considerata una rigidità pari a 1 kg/cm^3 .

Sono stati poi assegnati vincoli alla traslazione e alla rotazione fuori dal piano della sezione.

Il modello di calcolo si presenta come segue:

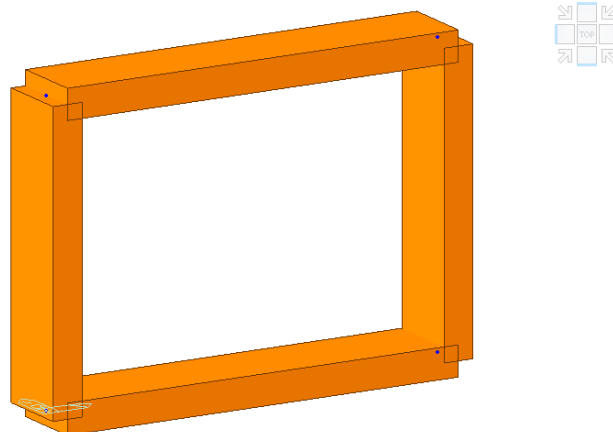


Figura 7 - Modello di calcolo dello scatolare

10.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

Il presente capitolo è dedicato all'esposizione delle verifiche di natura geotecnica, che risultano essere le seguenti:

- Verifica a capacità portante (SLU);
- Verifica a sollevamento (SLU);
- Verifica dei cedimenti elastici (SLE).

10.3.1 Verifica a capacità portante

La verifica a capacità portante viene svolta nella combinazione maggiormente gravosa A1+M1+R3, sia a breve che a lungo termine. Le sollecitazioni allo SLU risultano le seguenti:

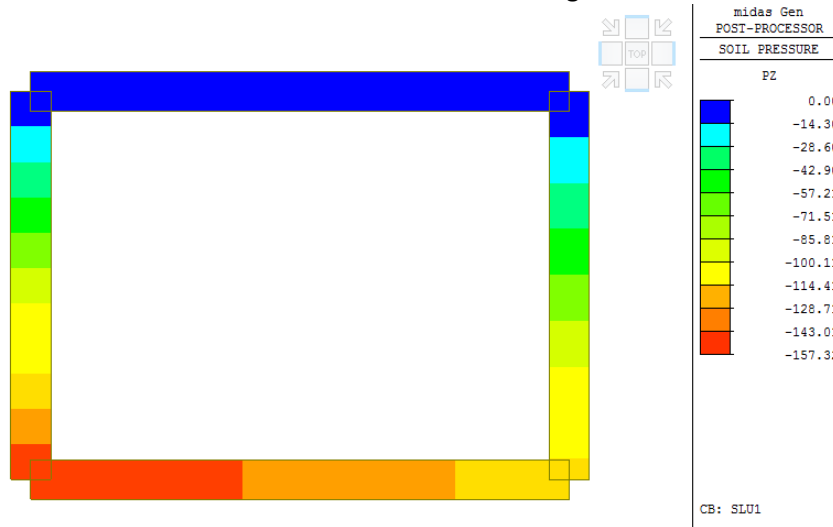


Figura 8 – Pressione sul terreno

La pressione massima agente sul terreno risulta pari a 157 kPa:

In termini di tensioni efficaci si ottiene:

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c^*N_c^* sc^*dc^*ic^*bc^*gc + q^*N_q^*sq^*dq^*iq^*bq^*gq + 0,5^*\gamma^*B^*N_\gamma^*s_\gamma^*d_\gamma^*i_\gamma^*b_\gamma^*g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2^*e_B$)

$L^* =$ Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 5.80 (m)
L = 100.00 (m)
D = 4.50 (m)

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 9.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 36.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 36.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 0.00$ (m)

$e_B = 0.00$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 5.80$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

q = 40.50 (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = -1.00$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \gamma \cdot \varphi')}$

$N_q = 37.75$

$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$

$N_c = 50.59$

$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$

$N_\gamma = 56.31$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L^* \cdot N_c)$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 1.00$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m \quad (m=2 \text{ nel caso di fondazione nastriforme e } m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta) \text{ in tutti gli altri casi)}$$

$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$

d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.19$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.20$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_r + \beta_p = 0.00 \quad \beta_r + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1658.58 \quad (\text{kN/m}^2)$$

La verifica risulta soddisfatta essendo $FS = 1658 / 157 = 10.6 > 2.3$.

In termini di tensioni totali (breve termine) si ottiene:

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u * N_c * s_c * d_c * i_c * b_c * g_c + q * N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastroforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

$B^* =$ Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

$L^* =$ Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)
(Per fondazioni nastriformi $L=100$ m)

B = 5.80 (m)
L = 100.00 (m)
D = 4.50 (m)

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 9.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 9.00$ (kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$c_u = 116.00$ (kN/mq)

$e_B = 0.00$ (m)

$e_L = 0.00$ (m)

Valore di progetto

$c_u = 116.00$ (kN/mq)

$B^* = 5.80$ (m)

$L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

q = 40.50 (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 9.00$ (kN/mc)

Nc : coefficiente di capacità portante

$N_c = 2 + \pi$

$N_c = 5.14$

s_c : fattori di forma

$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$

$s_c = 1.00$

i_c : fattore di inclinazione del carico

$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00$

$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00$

$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00$ (°)

$$m = 2.00$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2\theta + m_i \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u^* N_c))$$

$$i_c = 1.00$$

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.31$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 821.78 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Anche in questo caso la verifica a capacità portante risulta soddisfatta essendo $FS = 821 / 157 = 5.23 > 2.3$.

10.3.2 Verifica a sollevamento

La verifica a sollevamento viene eseguita assumendo la falda alla profondità di 20 cm rispetto alla quota del terreno esistente:

Verifica a sollevamento (UPL) - 6.2.3.2 NTC08

<i>Peso proprio calcestruzzo</i>	25.00	kN/mc	<i>non devo considerare i permanenti non strutturali</i>
<i>Peso liquido riempimento</i>	10.00	kN/mc	
<i>Peso proprio acqua di falda</i>	10.00	kN/mc	
<i>Peso proprio terreno</i>	19.00	kN/mc	
<i>Profondità falda</i>	1.96	m	
Calcolo Peso Scatolare			
<i>Quota imposta platea</i>	4.50	m	
<i>Spessore platea</i>	0.40	m	
<i>Lunghezza platea</i>	1.00	m	
<i>Larghezza platea</i>	5.80	m	
<i>Volume platea</i>	2.32	mc	
<i>Peso platea</i>	58.00	kN	
<i>Altezza pareti verticali</i>	3.50	m	
<i>Lunghezza totale pareti verticali</i>	2.00	m	
<i>Spessore pareti verticali</i>	0.40	m	
<i>Volume pareti verticali</i>	2.80	mc	
<i>Peso pareti verticali</i>	70.00	kN	
<i>Peso totale vasca</i>	128.00	kN	
Contributo soletta copertura			
<i>Spessore soletta copertura</i>	0.40	m	
<i>Lunghezza soletta copertura</i>	1.00	m	
<i>Larghezza soletta copertura</i>	5.80	m	
<i>Volume soletta copertura</i>	2.32	mc	
<i>Peso soletta copertura</i>	58.00	kN	
Contributo attrito terreno-muro			
<i>Lunghezza perimetro</i>	2.00	m	
<i>Angolo attrito terreno fondazione</i>	36.00	°	
<i>Angolo attrito terra muro</i>	24.00	°	
<i>Angolo attrito terra muro</i>	0.42	rad	
<i>spessore pareti laterali</i>	0.20	m	
<i>μR_d</i>	1.74	kN/mq	
<i>Attrito terra-muro(τ)</i>	7.84	kN	
<i>Coefficiente perm fav</i>	0.90	γ G1	vedi tabella 6.2.III NTC08
<i>Coefficiente perm sfav</i>	1.10	γ G1	
<i>Coefficiente perm non stru fav</i>	0.00	γ G2	
<i>Coefficiente perm non stru sfav</i>	1.50	γ G2	
<i>Coefficiente Variabili fav</i>	0.00	γ Q	
<i>Coefficiente Variabili sfav</i>	1.50	γ Q	
<i>Area sviluppo sottospinta</i>	5.80	mq	
<i>Sottospinta acqua di progetto</i>	162.05	kN	
<i>Peso opera di progetto</i>	167.40	kN	
<i>Attrito terra-muro</i>	7.05	kN	

VERIFICA SOLLEVAM (UPL)	1.077	VERIFICATO
-------------------------	-------	------------

10.3.3 Verifica dei cedimenti

Si riportano gli abbassamenti che si ottengono, da modello di calcolo, in combinazione SLErara. Si ottiene un abbassamento massimo pari a 1,47 cm, considerato accettabile:

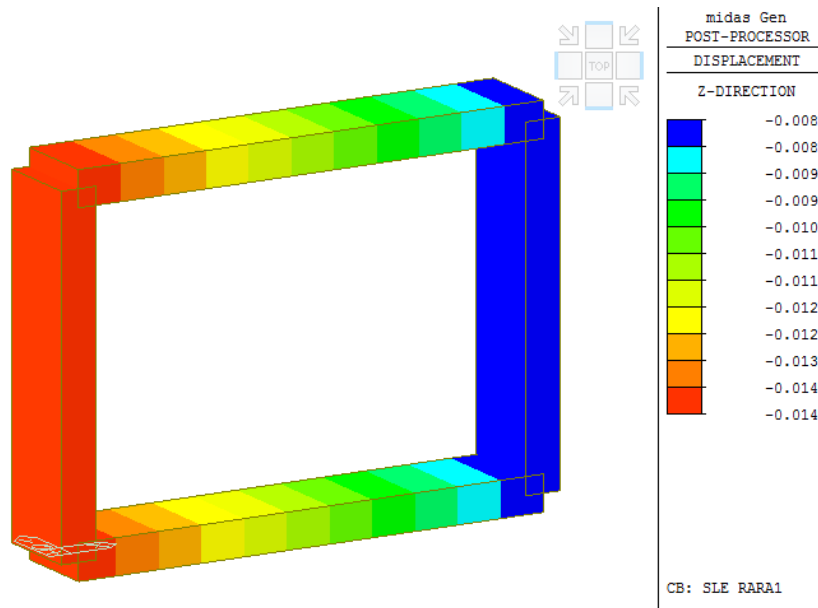


Figura 9 - Calcolo del cedimenti elastico

10.4 VERIFICHE STRUTTURALI

Il presente capitolo è dedicato all'esposizione delle verifiche strutturali sulle diverse membrature. Si riportano:

- Verifica a flessione (SLU);
- Verifica a taglio (SLU);
- Verifica a fessurazione (SLE).

10.4.1 Sollecitazioni

Nel seguito vengono esposti i parametri di sollecitazione sulla struttura:

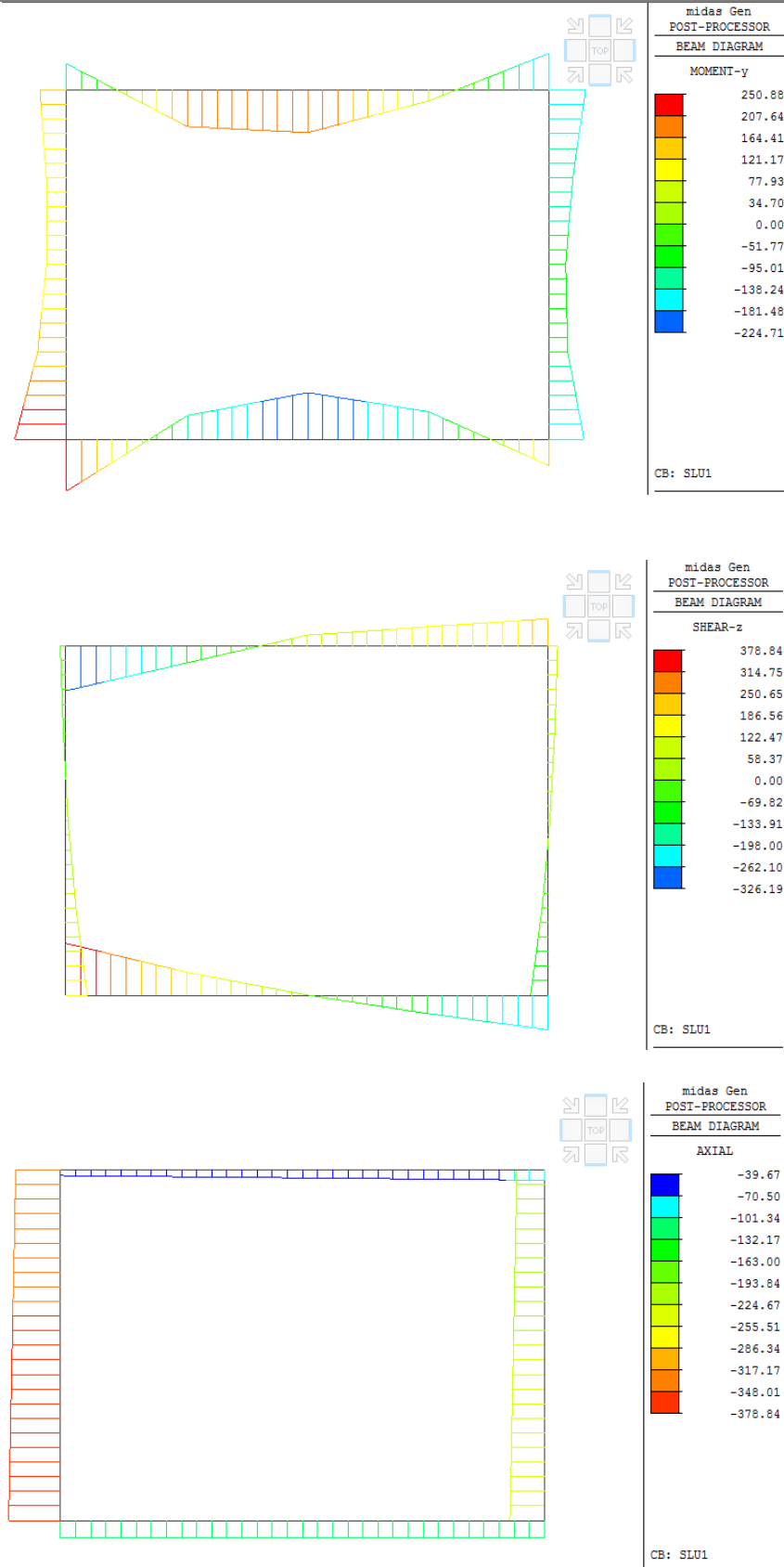


Figura 10 - Sollecitazioni SLU

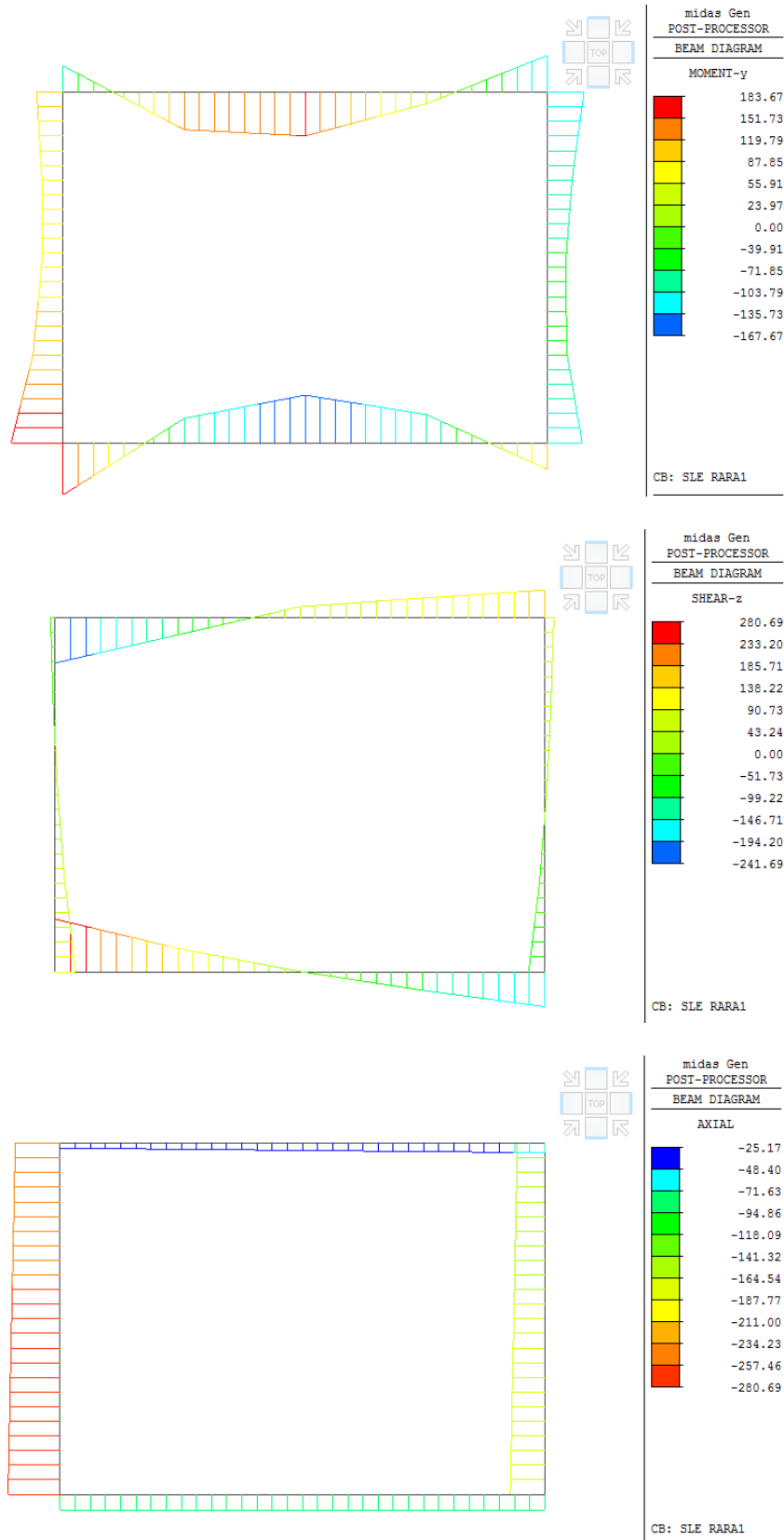


Figura 11 - Sollecitazioni SLErara

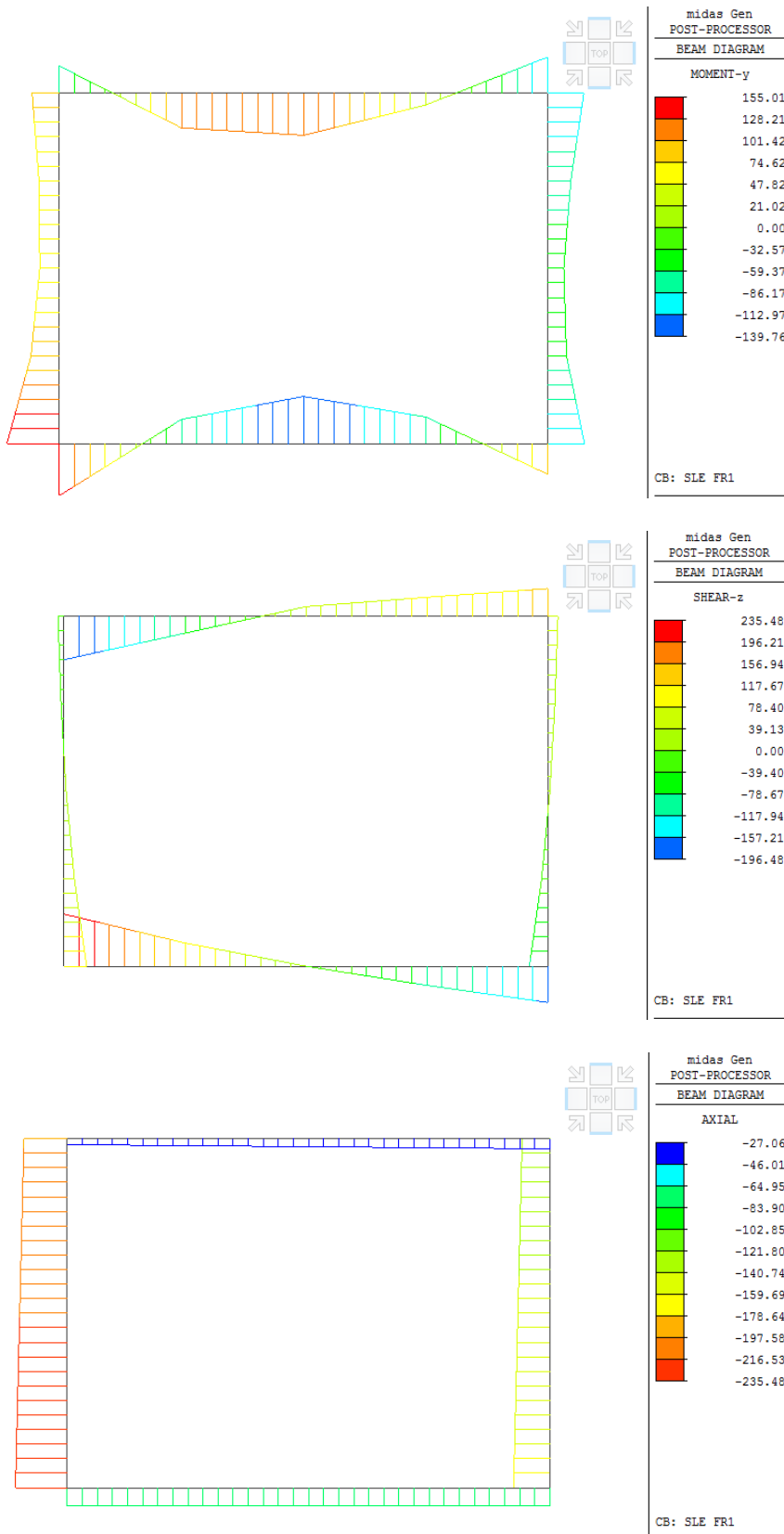


Figura 12 - Sollecitazioni SLEfrequente

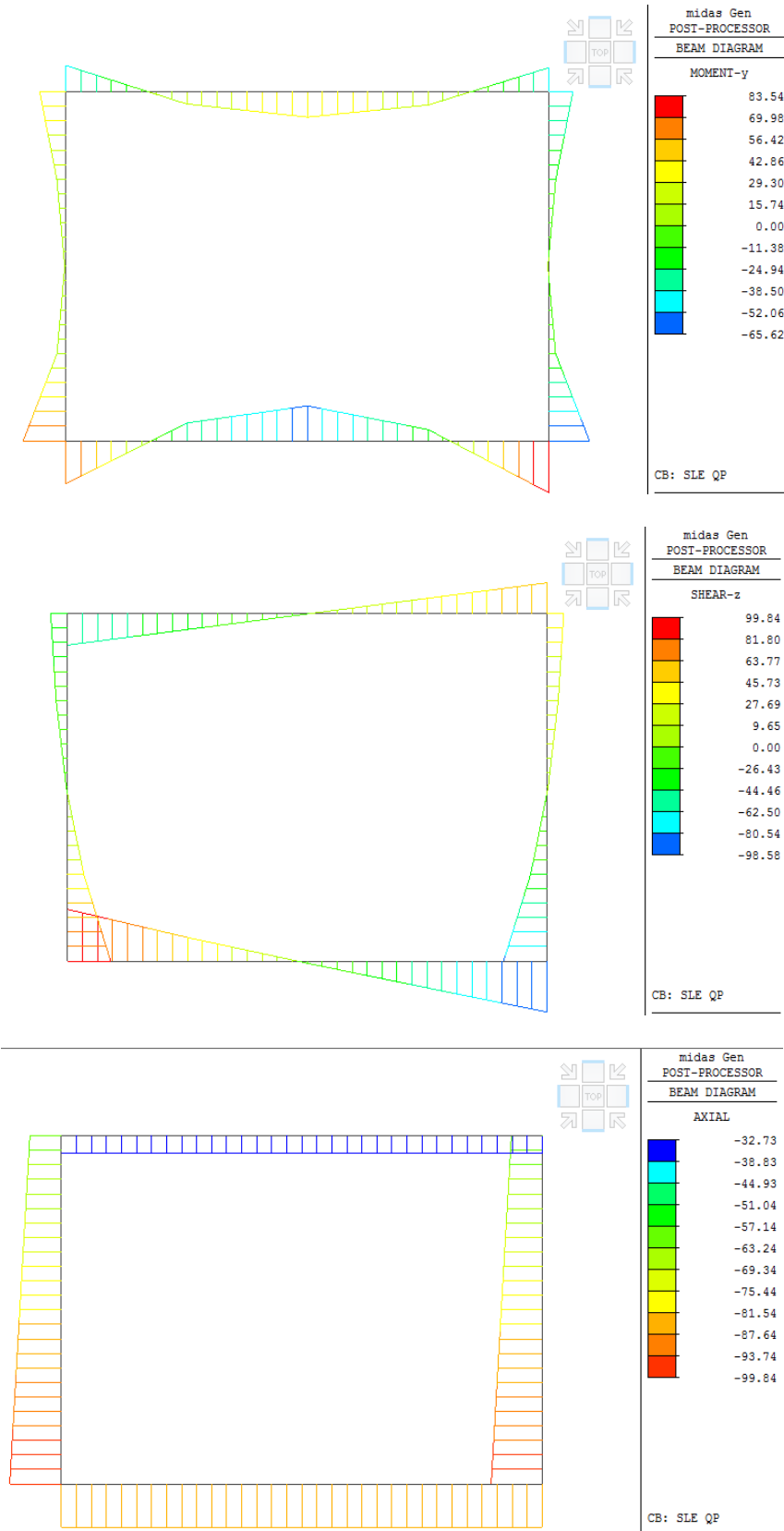


Figura 13 - Sollecitazioni SLEqp

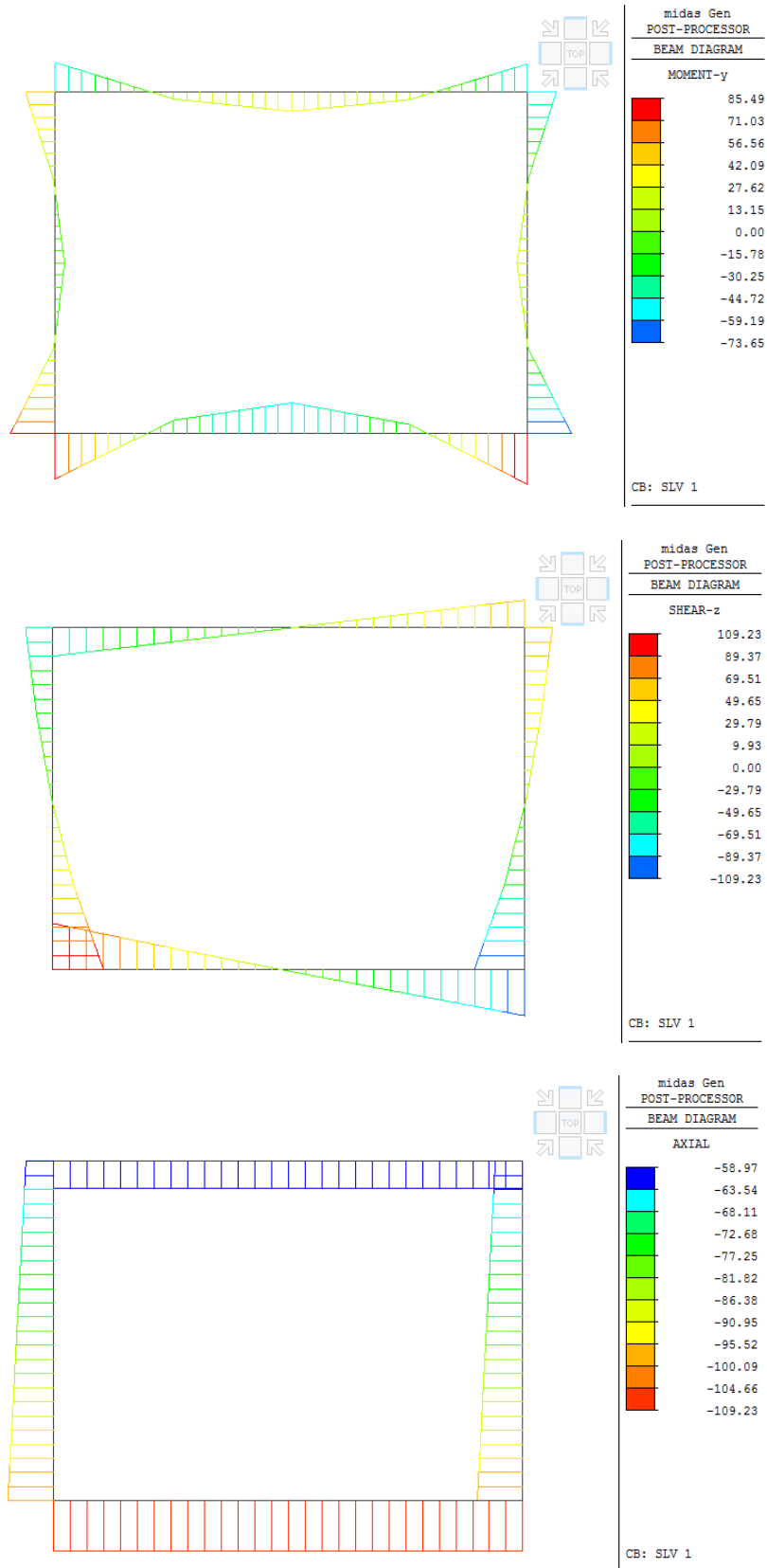


Figura 14 - Sollecitazioni SLV1

10.4.2 Verifiche su platea di fondazione

Si riportano le verifiche sulla platea di fondazione, in corrispondenza della sezione di mezzeria ed in corrispondenza dell'incastro con la parete verticale.

10.4.2.1 Sezione di mezzeria

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	40.0cm
Barre inferiori:	5Ø16 (10.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø16 (20.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	125.00	-225.00	2.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	84.00	-168.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	84.00	-140.00 (-88.93)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	84.00	-56.00 (-95.13)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	125.00	-225.00	125.07	-282.15	1.253	5.9	-268.62	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00660	0.0	0.00114	4.0	-0.01771	36.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	10.0	cm	[Passo massimo di normativa = 19.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	31.4	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	2.00	198.44	808.47	995.74	100.0	21.80	1.022	0.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.06	0.0	0.00	12.1	-240.4	4.0	14.0	1397	20.1	10.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScImin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	5.53	-4.87	---	0.125	1.00	0.724	0.000870 (0.000481)	140	0.207	-88.29

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.75	0.0	0.00	12.2	-197.2	4.0	13.9	1389	20.1	10.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.64	-4.03	---	0.125	1.00	0.596	0.000588 (0.000394)	140	0.140 (0.20)	-88.93

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.79	0.0	0.00	13.8	-67.8	4.0	13.1	1314	20.1	10.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.98	-1.51	---	0.125	0.50	0.400	0.000136 (0.000136)	137	0.032 (0.20)	-95.13

10.4.2.2 Sezione incastro

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	40.0cm
Barre inferiori:	10Ø16 (20.1 cm²)
Barre superiori:	5Ø16 (10.1 cm²)

Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	125.00	251.00	378.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	84.00	184.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	84.00	155.00 (88.56)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	84.00	69.00 (93.09)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	125.00	251.00	125.07	282.15	1.124	34.1	268.62	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00660	40.0	0.00114	36.0	-0.01771	4.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	10.0	cm	[Passo massimo di normativa = 19.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	31.4	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	378.00	198.44	808.47	995.74	100.0	21.80	1.022	11.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre > 14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.82	40.0	0.00	28.0	-265.0	36.0	14.0	1401	20.1	10.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	6.04	-5.35	---	0.125	1.00	0.771	0.001022 (0.000530)	140	0.244	88.02

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.45	40.0	0.00	27.9	-220.3	36.0	13.9	1394	20.1	10.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	5.12	-4.48	---	0.125	1.00	0.674	0.000742 (0.000441)	140	0.176 (0.20)	88.56

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.40	40.0	0.00	26.8	-87.8	36.0	13.4	1339	20.1	10.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.39	-1.90	---	0.125	0.50	0.400	0.000176 (0.000176)	138	0.041 (0.20)	93.09

10.4.3 Verifiche su muri perimetrali

Si riportano le verifiche sui muri perimetrali, prima nella sezione di mezzeria (con riferimento all'altezza) e poi sulla sezione in corrispondenza dell'incastro (con soletta sommitale o di base).

10.4.3.1 Sezione di mezzeria

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa

Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	40.0cm
Barre inferiori:	5Ø16 (10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16 (10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	353.00	98.00	17.40	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	262.00	77.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	216.00	58.00 (106.22)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
---	---

Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N° Comb.	N	Mx
1	81.00	2.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.2	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	353.00	98.00	353.16	193.34	1.973	34.9	182.40	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00816	40.0	0.00078	36.0	-0.02099	4.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 19.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	20.9	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro

Teta	Acw	Ast							
			Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato						
			Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione						
			Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]						
N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	17.40	191.76	840.32	663.82	100.0	21.80	1.062	0.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre > 14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.75	40.0	0.00	26.2	-115.0	36.0	13.1	1312	10.1	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScImin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.13	-1.91	---	0.125	1.00	0.400	0.000230 (0.000230)	168	0.066	103.03

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.56	40.0	0.00	25.5	-79.4	36.0	12.8	1277	10.1	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.40	-1.40	---	0.125	1.00	0.400	0.000159 (0.000159)	166	0.045 (0.20)	106.22

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.25	40.0	0.12	0.0	2.0	36.0	0.0	1339	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.25	0.12	---	---	---	0.400	---	0	---	---

10.4.3.2 Sezione incastro

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	40.0cm
Barre inferiori:	10Ø16 (20.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø16 (20.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	379.00	251.00	158.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	280.00	184.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	235.00	155.00 (99.28)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	100.00	69.00 (98.72)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	379.00	251.00	378.80	322.65	1.285	34.0	306.98	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)

Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)						
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00645	40.0	0.00118	36.0	-0.01740	4.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	10.0	cm	[Passo massimo di normativa = 19.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	31.4	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	158.00	232.73	843.95	995.74	100.0	21.80	1.067	5.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [[Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [[Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre > 14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.35	40.0	0.00	26.9	-219.4	36.0	13.5	1346	20.1	10.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure. Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	5.96	-4.74	---	0.125	1.00	0.709	0.000777 (0.000439)	138	0.182	99.32

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.03	40.0	0.00	26.9	-185.0	36.0	13.5	1346	20.1	10.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	5.02	-4.00	---	0.125	1.00	0.590	0.000546 (0.000370)	138	0.128 (0.20)	99.28

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.13	40.0	0.00	27.0	-83.4	36.0	13.5	1352	20.1	10.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.22	-1.79	---	0.125	0.50	0.400	0.000167 (0.000167)	138	0.039 (0.20)	98.72

10.4.4 Verifiche su soletta copertura

Si riportano le verifiche sulla soletta di copertura, sia in mezzeria che all'incastro con la parete verticale.

10.4.4.1 Sezione di mezzeria
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa	

Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	40.0cm
Barre inferiori:	10Ø16 (20.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16 (10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	57.00	205.00	80.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	38.00	154.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	36.00	125.00 (86.97)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	33.00	41.00 (90.27)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	57.00	205.00	56.76	271.55	1.324	34.4	259.22	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00721	40.0	0.00100	36.0	-0.01900	4.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	10.0	cm	[Passo massimo di normativa = 19.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	31.4	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	80.00	189.26	798.98	995.74	100.0	21.80	1.010	2.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X, Y, O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X, Y, O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]

Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.31	40.0	0.00	28.3	-229.1	36.0	14.2	1417	20.1	10.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Scmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Scmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Scmin + Scmax)/(2 Scmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Scmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.97	-4.55	---	0.125	1.00	0.683	0.000782 (0.000458)	141	0.187	86.72

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.95	40.0	0.00	28.3	-184.8	36.0	14.1	1414	20.1	10.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.05	-3.68	---	0.125	1.00	0.516	0.000477 (0.000370)	141	0.114 (0.20)	86.97

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.99	40.0	0.00	27.5	-55.9	36.0	13.7	1373	20.1	10.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.38	-1.16	---	0.125	0.50	0.400	0.000112 (0.000112)	139	0.026 (0.20)	90.27

10.4.4.2 Sezione incastro

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. a snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:		360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	40.0cm
Barre inferiori:	5Ø16 (10.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø16 (20.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	40.00	-128.00	-326.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	25.00	-93.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	27.00	-80.00 (-87.28)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	33.00	-42.00 (-90.15)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	40.00	-128.00	40.09	-268.93	2.098	5.5	-256.80	---	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00737	0.0	0.00096	4.0	-0.01934	36.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm

Passo staffe:	10.0	cm	[Passo massimo di normativa = 19.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	31.4	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.9 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	-326.00	186.96	796.60	995.74	100.0	21.80	1.007	10.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.42	0.0	0.00	11.7	-137.9	4.0	14.2	1415	20.1	10.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.01	-2.74	---	0.125	1.00	0.400	0.000276 (0.000276)	141	0.066	-86.85

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.81	0.0	0.00	11.8	-117.4	4.0	14.1	1410	20.1	10.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

1	S	2.60	-2.35	---	0.125	1.00	0.400	0.000235 (0.000235)	141	0.056 (0.20)	-87.28
---	---	------	-------	-----	-------	------	-------	---------------------	-----	--------------	--------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.05	0.0	0.00	12.6	-57.4	4.0	13.7	1374	20.1	10.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.41	-1.19	---	0.125	0.50	0.400	0.000115 (0.000115)	139	0.027 (0.20)	-90.15

11 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE VASCHE IMPIANTO DI TRATTAMENTO

11.1 DESCRIZIONI DEI MANUFATTI

A contenimento dell'impianto di TPP vengono realizzate due vasche scatolari aventi soletta di chiusura, platea di fondazione e pareti in c.a dello spessore di 30 cm. La prima vasca presenta alloggio separato da setto intermedio per disabbiatore e disoleatore, e risulta avere dimensioni in pianta pari 6.9 X 3.4 m, con piano di posta a profondità di circa 3.6 m dal piano campagna ed altezza delle pareti laterali di 2.8 m.

Si rimanda per maggiori dettagli ai relativi elaborati grafici di cui si riporta per stralcio raffigurante sezione longitudinale del manufatto in oggetto.

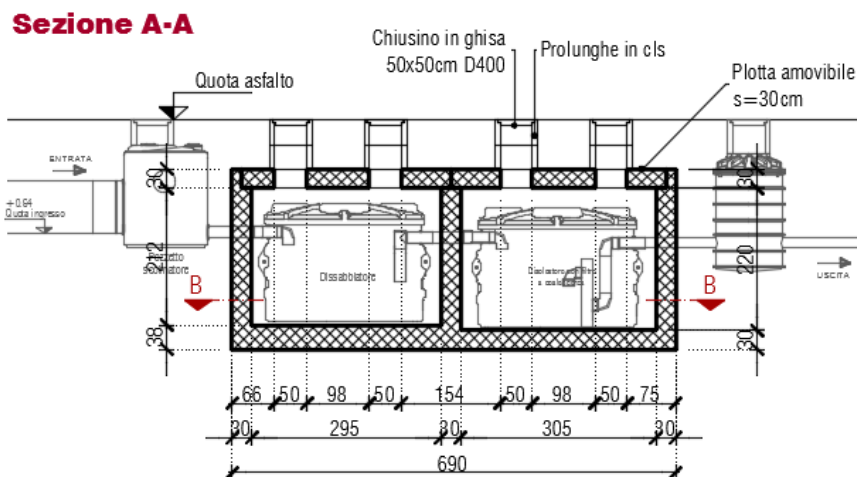


Figura 16 – sezione longitudinale vasca di contenimento impianto TPP

La seconda vasca non presenta setto divisorio in quanto contenente sistema in monoblocco disabbiatore-disoleatore, ha dimensioni in pianta pari a 9x3.2 m e altezza dei setti perimetrali verticali pari a 3.2; il pianodi imposta risulta sito a circa 4 m di profondità dal piano campagna. Si riporta anche in questo caso sezione longitudinale del manufatto in oggetto e si rimanda alla consultazione dell'elaborato grafico relativo per maggiori dettagli.

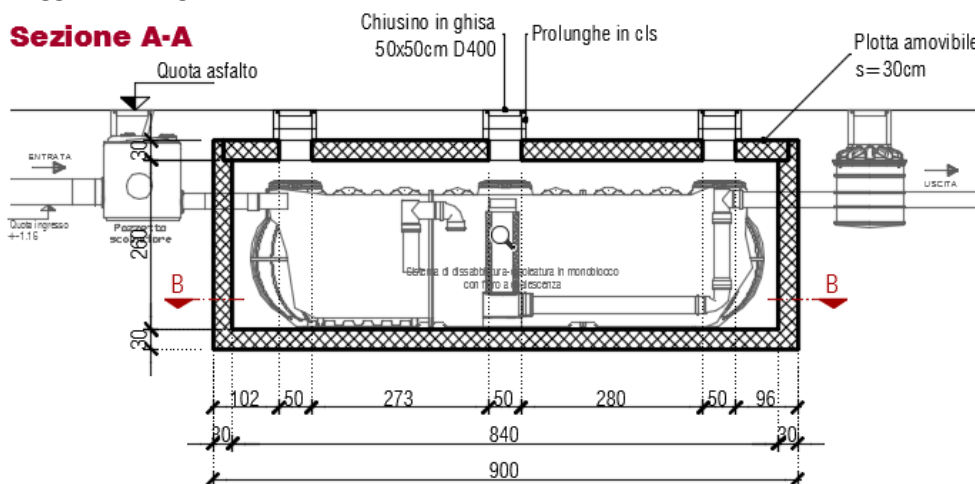


Figura 17 - sezione longitudinale vasca di contenimento impianto TPP monoblocco

11.2 MODELLI DI CALCOLO

Ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle struttura sono stati realizzati due semplici modelli agli elementi finiti costituiti da elementi plate caratterizzati da opportuno spessore e materiale; i carichi sono (spinta delle terre, spinta idrostatica, spinta sismica delle terre secondo wood e carichi verticali uniformemente distribuiti) sono stati assegnati attraverso la funzione floor load. Sono stati altresì considerati carichi concentrati agenti sui chiusini ed applicati attraverso la funzione nodal loads. Si riportano immagini dei modelli tridimensionali realizzati.

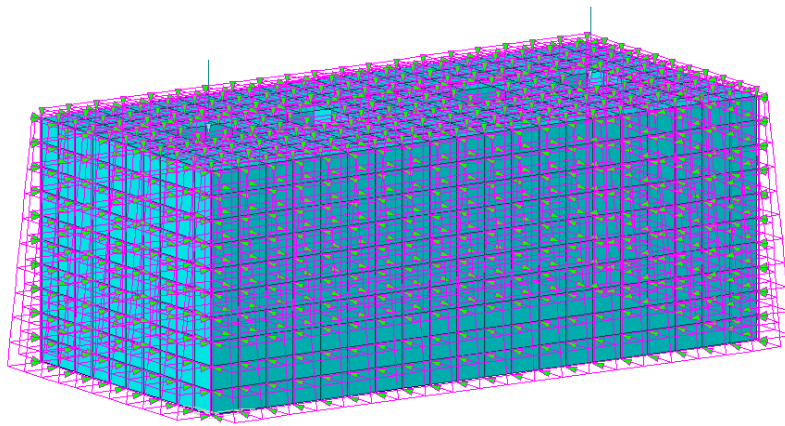


Figura 18 – Modello tridimensionale FEM vasca 1

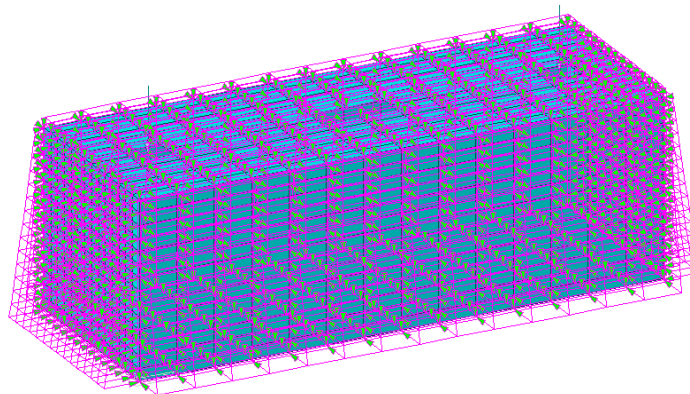


Figura 19 – Modello tridimensionale FEM vasca 2

11.3 VERIFICHE GEOTECNICHE VASCA 1

Si riportano le massime pressioni agenti al suolo valutate secondo l'approcci A1-M1-R3

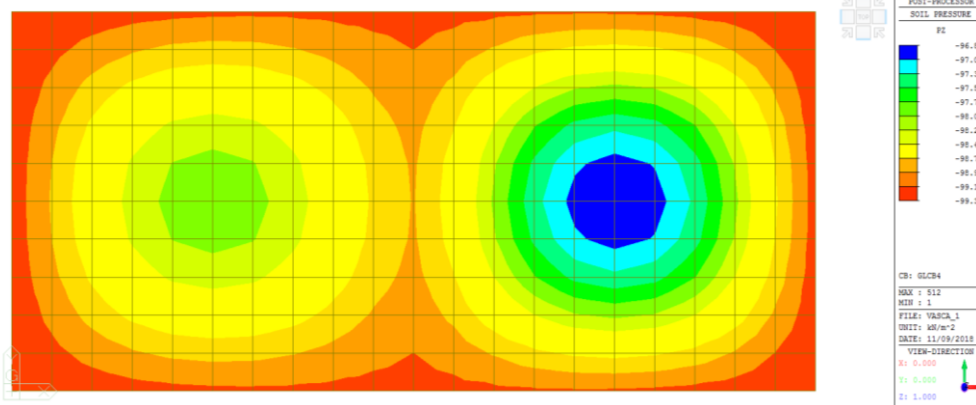


Figura 20 – pressioni sul terreno A1-M1-R3

La verifica a capacità portante in condizioni non drenate con livello di falda a piano campagna fornisce:

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

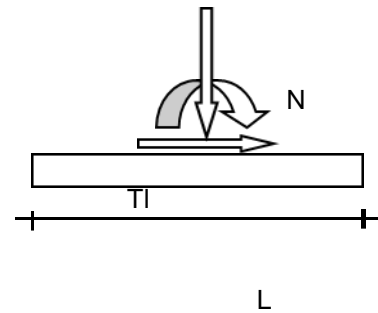
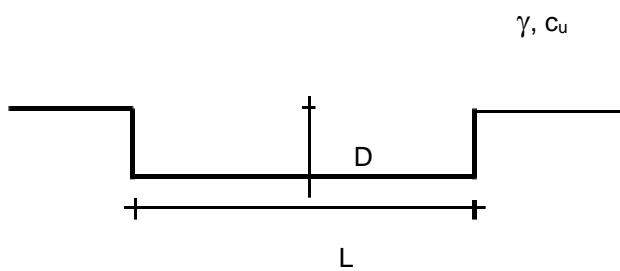
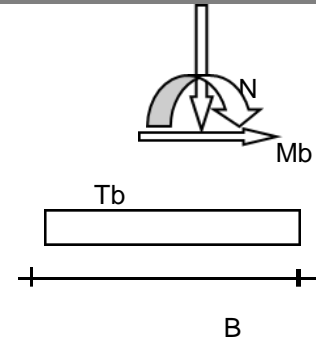
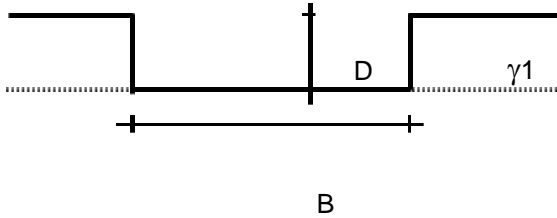
e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

Metodo di calcolo	coefficienti parziali		
	azioni		proprietà del terreno
	permanenti	temporanee variabili	C_u
Stato limite ultimo	1.00	1.30	1.40
Tensioni ammissibili	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	1.00	1.00	1.00



(Per fondazioni nastriformi $L=100\text{ m}$)

B = 3.40 (m)
L = 6.90 (m)
D = 3.60 (m)



$\beta_f = 0.00$ (°)

Peso unità di volume del terreno

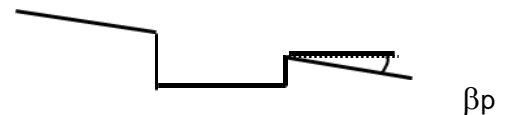
$\gamma_1 = 18.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 18.00$ (kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$c_u = 116.00$ (kN/mq)

$e_B = 0.00$ (m)

$e_L = 0.00$ (m)



$\beta_p = 0.00$ (°)

Valore di progetto

$c_u = 116.00$ (kN/mq)

$B^* = 3.40$ (m)

$L^* = 6.90$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

q = 64.80 (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

s_c : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.10$$

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.67$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.33$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1.67$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e
m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^*L^* c_u^*N_c))$$

$$i_c = 1.00$$

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per D/B* ≤ 1; d_c = 1 + 0,4 D / B*

per D/B* > 1; d_c = 1 + 0,4 arctan (D / B*)

$$d_c = 1.33$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

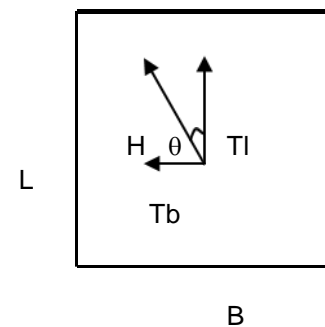
$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna



$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 933.06 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Essendo $q_{lim}/q_{max}=933.06/100=9.33 > 2.3$ la verifica si ritiene soddisfatta.

11.4 VERIFICHE STRUTTURALI VASCA 1

Si riportano gli output delle massime sollecitazioni (involuppo SLU) per soletta platea e setti verticali della prima vasca.

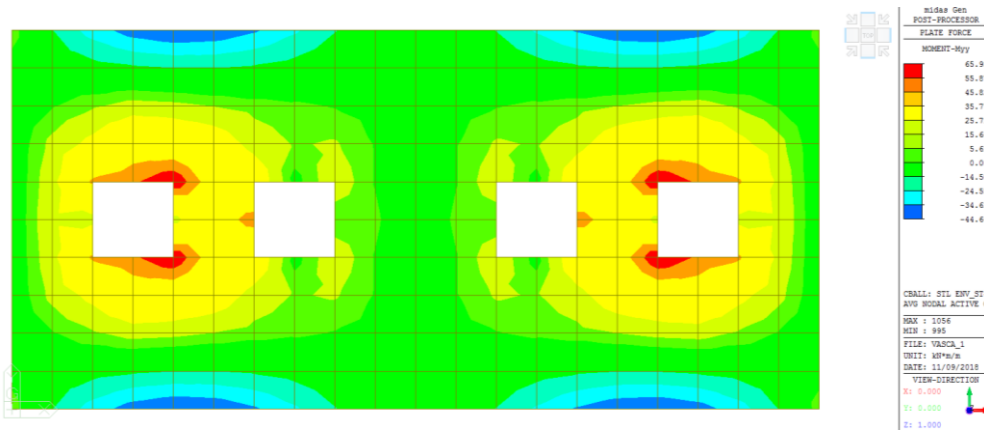


Figura 21 – Myy soletta superiore

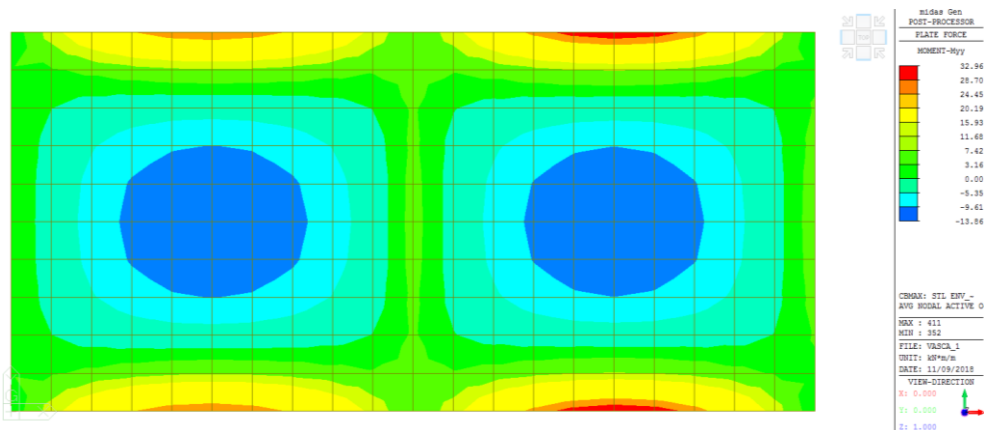


Figura 22 – Myy soletta fondazione

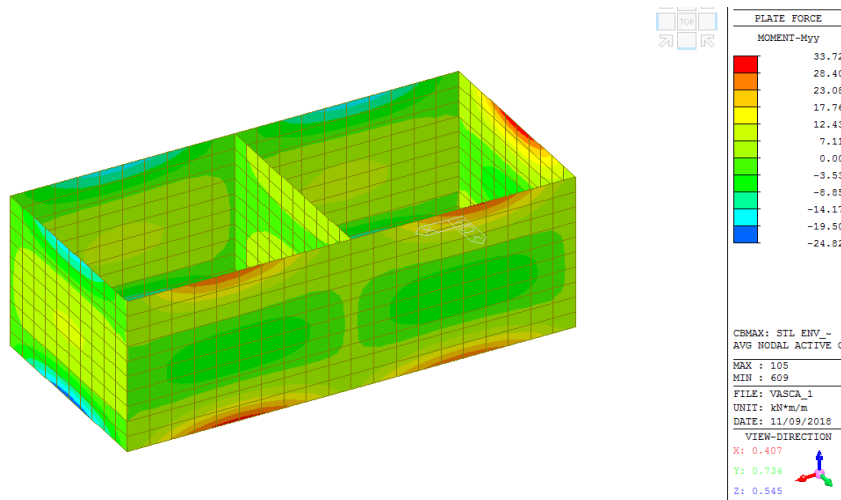


Figura 23 – Myy setti verticali

Per le verifiche si suppone per gli elementi piani armatura diffusa costituita da barre $\phi 14/20$ sia superiori che inferiori per ambo i lati, si dispongono inoltre ferri integrativi ai bordi dei fori costituiti da 1 $\phi 18$ per la lato. Di seguito la verifica per la sezione maggiormente sollecitata individuata sulla soletta superiore

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE

NOME SEZIONE: Soletta superiore Vasca 1

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettagonolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	158.60	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²

Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	30.0cm
Barre inferiori:	5Ø14 (7.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø14 (7.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	6600	14307	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	4150

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	2710 (4654)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	2520 (4654)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	-0.00077	26.0	-0.02422	4.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.8 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	20.9	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	14307	14933	63988	47943	100.0 26.0	2.500	1.000	6.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

1	S	48.9	30.0	0.0	23.7	-2278	26.0	7.9	789	7.7	0.0
---	---	------	------	-----	------	-------	------	-----	-----	-----	-----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00137	0.00037	0.50	0.60	0.000683 (0.000683)	308	0.210 (990.00)	4654

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	31.9	30.0	0.0	23.7	-1488	26.0	7.9	789	7.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00090	0.00024	0.50	0.60	0.000446 (0.000446)	308	0.137 (0.40)	4654

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	29.7	30.0	0.0	23.7	-1383	26.0	7.9	789	7.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00083	0.00022	0.50	0.40	0.000415 (0.000415)	308	0.128 (0.30)	4654

I setti perimetrali risultano debolmente sollecitati e pertanto risulta abbondantemente sufficiente l'armatura minima costituita da barre $\phi 12/20$.

11.5 VERIFICHE GEOTECNICHE VASCA 2

Si riportano le massime pressioni agenti al suolo valutate secondo l'approcci A1-M1-R3

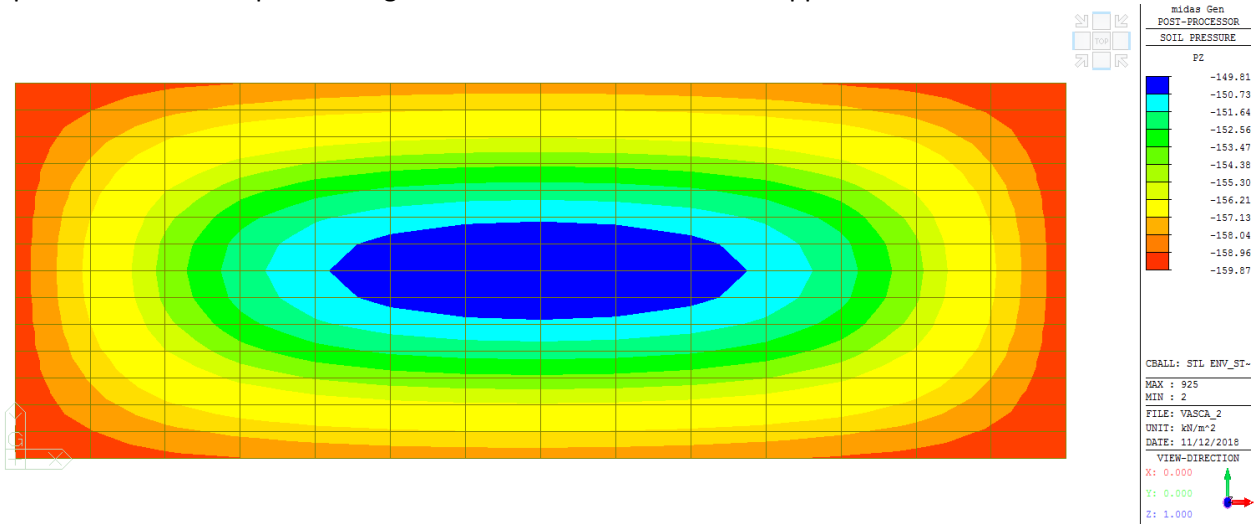


Figura 24 - pressioni sul terreno A1-M1-R3

La verifica a capacità portante in condizioni non drenate con livello di falda a piano campagna fornisce:

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

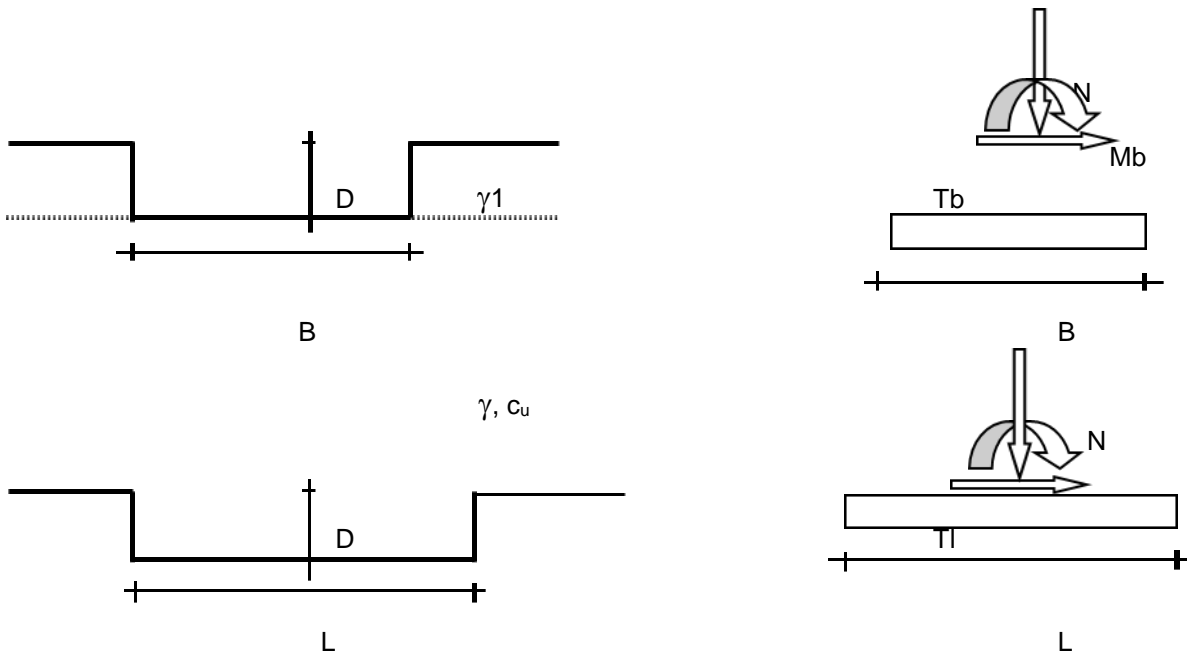
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno
	permanenti	temporanee variabili	C_u
Stato limite ultimo	1.00	1.30	1.40
Tensioni ammissibili	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	1.00	1.00	1.00



(Per fondazioni nastriformi $L=100\text{ m}$)

B = 3.20 (m)
L = 9.00 (m)
D = 4.00 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	0.00	0.00	0.00
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 18.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 18.00$ (kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

Valore di progetto

$$c_u = 116.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$c_u = 116.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$e_B = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 3.20 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 9.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 72.00 \quad (\text{kN/mq})$$

 γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

s_c : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.07$$

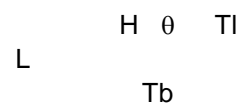
i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.74$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.26$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1.74$$



B

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 1.00$$

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.36$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 939.54 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Essendo $q_{lim}/q_{max} = 939.54/159.87 = 5.88 > 2.3$ la verifica si ritiene soddisfatta.

11.6 VERIFICHE STRUTTURALI VASCA 2

Si riportano gli output delle massime sollecitazioni (involuppo SLU) per soletta platea e setti verticali della prima vasca.

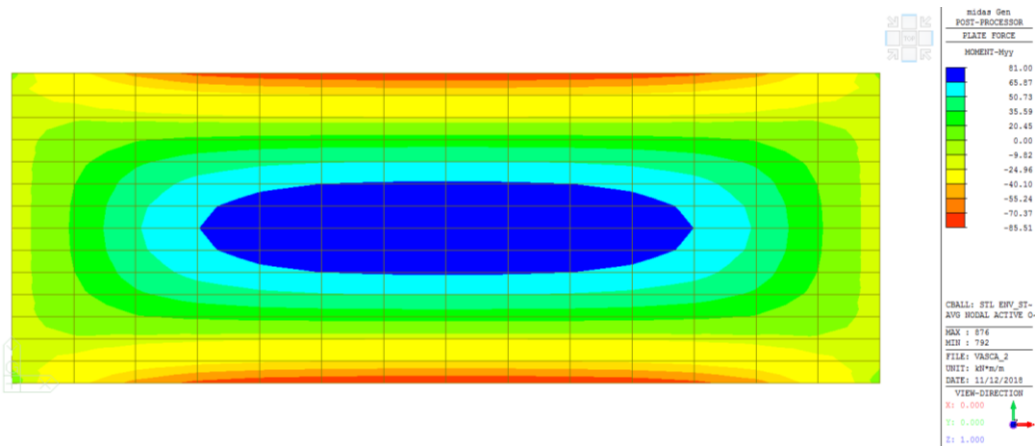


Figura 25 – Myy soletta superiore

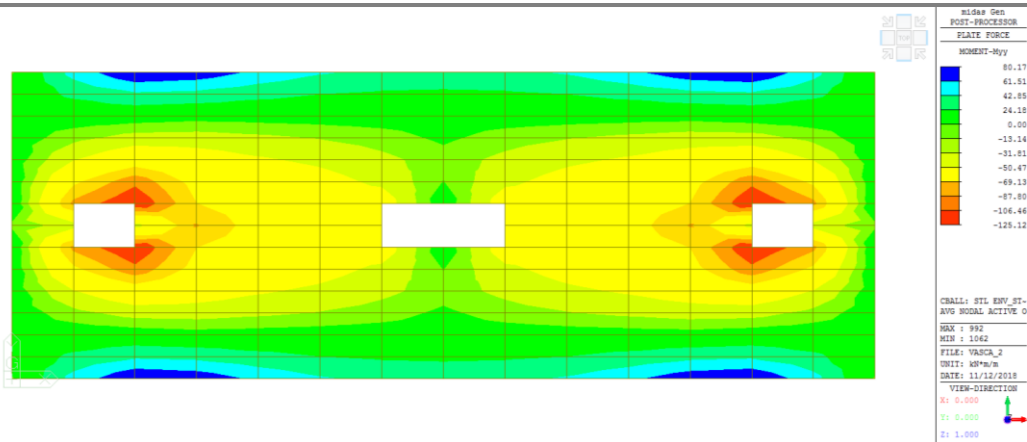


Figura 26 – Myy soletta di fondazione

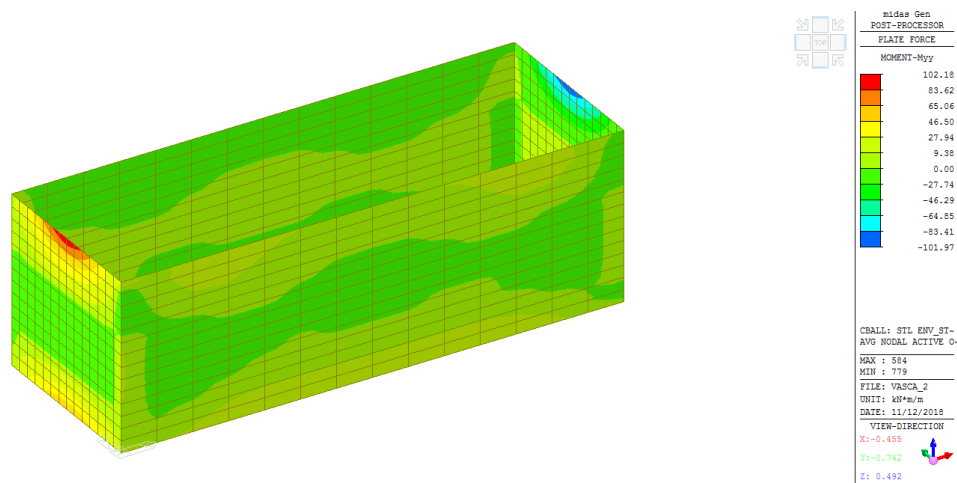


Figura 27 – Myy setti verticali

Per le verifiche si suppone per gli elementi piani armatura diffusa costituita da barre $\phi 14/20$ sia superiori che inferiori per ambo i lati, si dispongono inoltre ferri integrativi ai bordi dei fori costituiti da 3 $\phi 18$ per la lato. Di seguito la verifica per la sezione maggiormente sollecitata individuata sulla soletta superiore in prossimità dell'incastro con i setti

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Vasca1

(Percorso File: L:\da 16001\16116 Variante SS14\16116 Mat di Lav\16116 Bozze_EF\ Vasca 2\ Vasca1.sez)

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di Trave
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resistenza compress. di progetto fcd:	158.60 daN/cm ²

Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30	daN/cm ²
Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	27.60	daN/cm ²
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.00	daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	126.00	daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
ACCIAIO -		
Tipo:	B450C	
Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	30.0cm
Barre inferiori:	5Ø14 + 3Ø18 (15.3 cm ²)
Barre superiori:	5Ø14 + 3Ø18 (15.3 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	12512	16320	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	8420

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

1 0 4504 (5164)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb. N Mx
1 0 3179 (5164)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	12512	12	14415	1.152	25.8	0.16	0.70	15.3 (4.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	0.00019	26.0	-0.01800	4.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.8 cm]
N.Bracci staffe: 6
Area staffe/m : 31.4 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23) NTC]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	16320	14912	63988	71914	100.0 26.0	2.500	1.000	7.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	70.9	30.0	0.0	22.0	-2385	26.0	7.3	733	15.3	13.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00146	0.00053	0.50	0.60	0.000745 (0.000715)	237	0.177 (990.00)	5164

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	37.9	30.0	0.0	22.0	-1276	26.0	7.3	733	15.3	13.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00078	0.00028	0.50	0.60	0.000383 (0.000383)	237	0.091 (0.40)	5164

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	26.8	30.0	0.0	22.0	-900	26.0	7.3	733	15.3	13.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00055	0.00020	0.50	0.40	0.000270 (0.000270)	237	0.064 (0.30)	5164

I setti perimetrali risultano debolmente sollecitati e pertanto risulta abbondantemente sufficiente l'armatura minima costituita da barre $\phi 12/20$.

12 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE SOTTOPASSO STRADALE

12.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il sottopasso analizzato è quello denominato "S3" in Via Cavadi. Esso presenta, per tutte le membrature (soletta di copertura, pareti laterali e platea di fondazione) spessore uniforme pari a 80 cm. L'altezza interna dello scatolare è pari a 5,50 m. Il piano di posa del magrone di fondazione, di spessore pari a 10 cm, è collocato a 7.5 m dal piano viabile. Lo scatolare presenta larghezza complessiva pari a 11,60 m e larghezza interna pari a 10 m.

Di seguito si riporta l'immagine della sezione trasversale dello scatolare:

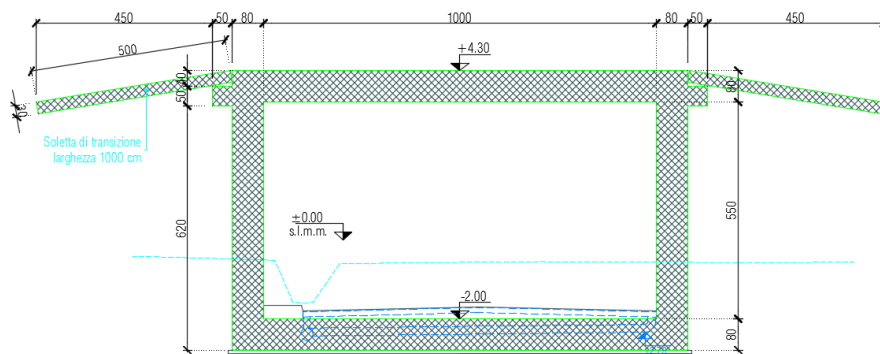


Figura 28 - Sezione trasversale e testata scatolare

12.2 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo è stato sviluppato "a metro lineare" di scatolare, modellando solette e pareti mediante elementi "beam", aventi sezione rettangolare con larghezza pari ad 1 m ed altezza pari allo spessore della membratura, ovvero 80 cm. A ciascun elemento è stato assegnato il corrispondente materiale.

Il terreno è stato modellato mediante un "letto" di molle elastiche alla Winkler, assegnato attraverso l'input "surface spring supports" al beam. E' stata considerata una rigidezza pari a 1 kg/cm^3 .

Sono stati poi assegnati vincoli alla traslazione e alla rotazione fuori dal piano della sezione.

Il modello di calcolo si presenta come segue:

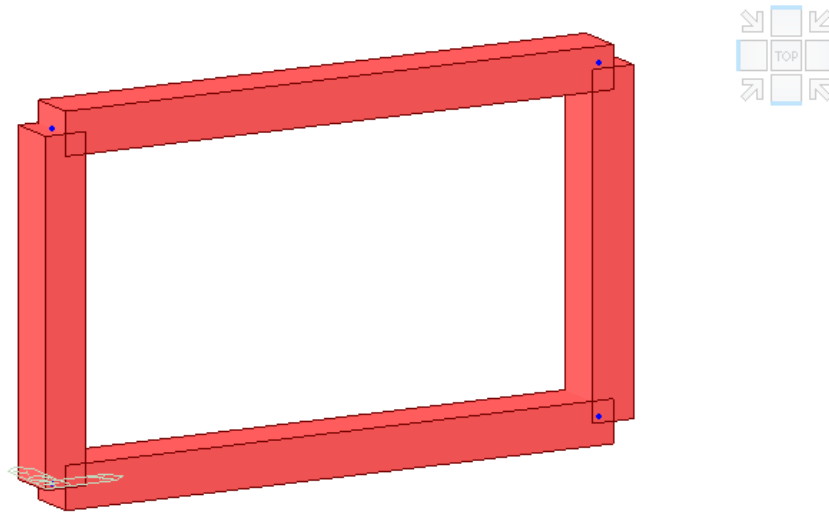


Figura 29 – Modello di calcolo sottopasso

12.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

Il presente capitolo è dedicato all'esposizione delle verifiche di natura geotecnica, che risultano essere le seguenti:

- Verifica a capacità portante (SLU);
- Verifica a sollevamento (SLU);
- Verifica dei cedimenti elastici (SLE).

12.3.1 Verifica a capacità portante

La verifica a capacità portante viene svolta nella combinazione maggiormente gravosa A1+M1+R3, sia a breve che a lungo termine. La pressione agente sul terreno risulta la seguente:

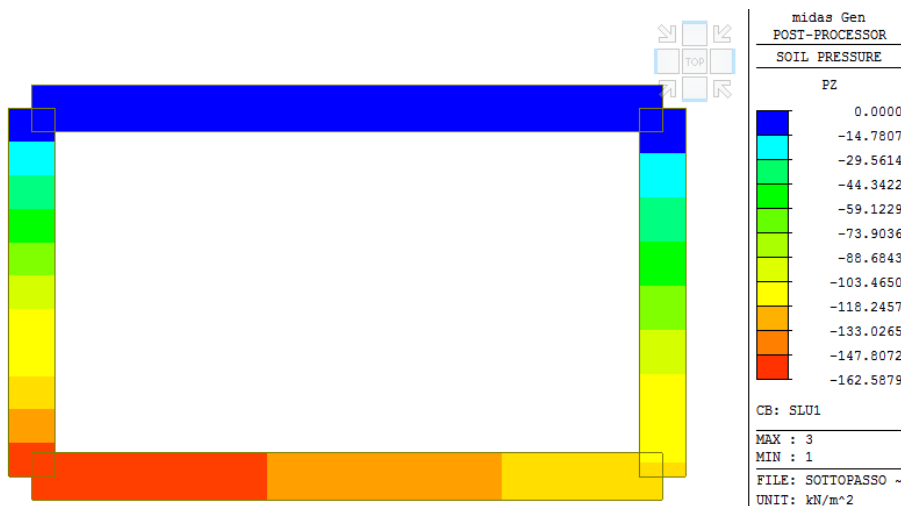


Figura 30 – Pressione sul terreno

In termini di tensioni efficaci si ottiene:

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B	=	11.60	(m)
L	=	100.00	(m)
D	=	7.10	(m)

Peso unità di volume del terreno

γ_1	=	19.00	(kN/mc)
γ	=	9.00	(kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

c'	=	0.00	(kN/mq)
φ'	=	36.00	(°)

Valori di progetto

c'	=	0.00	(kN/mq)
φ'	=	36.00	(°)

Profondità della falda

Z_w	=	0.00	(m)
-------	---	------	-----

e_B	=	0.00	(m)
e_L	=	0.00	(m)

B^*	=	11.60	(m)
L^*	=	1.00	(m)

q : sovraccarico alla profondità D

q	=	63.90	(kN/mq)
---	---	-------	---------

γ : peso di volume del terreno di fondazione

γ	=	-1.00	(kN/mc)
----------	---	-------	---------

N_c, N_q, N_{γ} : coefficienti di capacità portante

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$Nq = 37.75$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 50.59$$

$$N\gamma = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N\gamma = 56.31$$

sc, sq, sy : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 1.00$$

ic, iq, iy : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

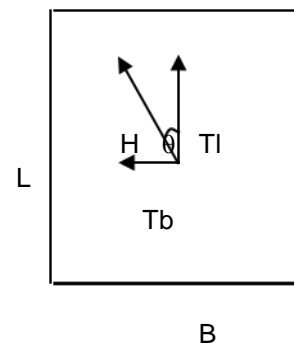
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.15$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.16$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{\text{lim}} = 2450.36 \quad (\text{kN/m}^2)$$

La verifica risulta soddisfatta essendo $FS=2450.36/162.6=15 > 2.3$

In termini di tensioni totali (breve termine) si ottiene:

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(Per fondazioni nastriformi $L=100$ m)

B	=	11.60	(m)
L	=	100.00	(m)
D	=	7.10	(m)

Peso unità di volume del terreno

γ_1	=	9.00	(kN/mc)
γ	=	9.00	(kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

c_u	=	116.00	(kN/mq)
-------	---	--------	---------

Valore di progetto

c_u	=	116.00	(kN/mq)
-------	---	--------	---------

e_B	=	0.00	(m)
-------	---	------	-----

B^*	=	11.60	(m)
-------	---	-------	-----

e_L	=	0.00	(m)
-------	---	------	-----

L^*	=	1.00	(m)
-------	---	------	-----

q : sovraccarico alla profondità D

q	=	63.90	(kN/mq)
---	---	-------	---------

γ : peso di volume del terreno di fondazione

γ	=	9.00	(kN/mc)
----------	---	------	---------

N_c : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

s_c : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.00$$

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 2.00$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 1.00$$

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per D/B* ≤ 1; d_c = 1 + 0,4 D / B*

per D/B* > 1; d_c = 1 + 0,4 arctan (D / B*)

$$d_c = 1.24$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

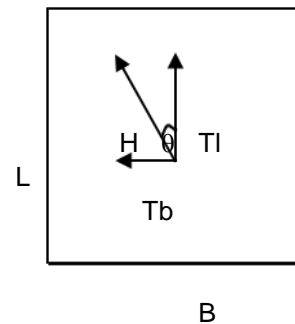
$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$



$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 806.12 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Anche in questo caso la verifica a capacità portante risulta soddisfatta essendo $FS = 806.12/162.6 = 4.96 > 2.3$.

12.3.2 Verifica a sollevamento

La verifica a sollevamento viene eseguita assumendo la falda, a favore di sicurezza, alla quota del piano campagna:

Verifica a sollevamento (UPL) - 6.2.3.2 NTC08

<i>Peso proprio calcestruzzo</i>	25.00	kN/mc
<i>Peso liquido riempimento</i>	10.00	kN/mc
<i>Peso proprio acqua di falda</i>	10.00	kN/mc
<i>Peso proprio terreno</i>	19.00	kN/mc
<i>Profondità falda</i>	4.90	m
Calcolo Peso Vasca		
<i>Quota imposta platea</i>	7.40	m
<i>Spessore platea</i>	0.80	m
<i>Lunghezza platea</i>	1.00	m
<i>Larghezza platea</i>	11.60	m
<i>Volume platea</i>	9.28	mc
<i>Peso platea</i>	232.00	kN
<i>Altezza pareti verticali</i>	5.50	m
<i>Lunghezza totale pareti verticali</i>	2.00	m
<i>Spessore pareti verticali</i>	0.80	m
<i>Volume pareti verticali</i>	8.80	mc
<i>Peso pareti verticali</i>	220.00	kN
<i>Peso totale vasca</i>	452.00	kN
Contributo soletta copertura		
<i>Spessore soletta copertura</i>	0.80	m
<i>Lunghezza soletta copertura</i>	1.00	m
<i>Larghezza soletta copertura</i>	11.60	m
<i>Volume soletta copertura</i>	9.28	mc
<i>Peso soletta copertura</i>	232.00	kN
Contributo attrito terreno-muro		
<i>Lunghezza perimetro</i>	2.00	m
<i>Angolo attrito terreno fondazione</i>	36.00	°
<i>Angolo attrito terra muro</i>	24.00	°
<i>Angolo attrito terra muro</i>	0.42	rad
<i>spessore pareti laterali</i>	0.40	m

τ_{Rd}	3.48	kN/mq
Attrito terra-muro(τ)	25.77	kN
Coefficiente perm fav	0.90	γ G1
Coefficiente perm sfav	1.10	γ G1
Coefficiente perm non stru fav	0.00	γ G2
Coefficiente perm non stru sfav	1.50	γ G2
Coefficiente Variabili fav	0.00	γ Q
Coefficiente Variabili sfav	1.50	γ Q
Area sviluppo sottospinta	11.60	mq
Sottospinta acqua di progetto	319.00	kN
Peso opera di progetto	615.60	kN
Attrito terra-muro	23.19	kN
VERIFICA SOLLEVAM (UPL)	2.002	VERIFICATO

12.3.3 Verifica dei cedimenti

Si riportano gli abbassamenti che si ottengono, da modello di calcolo, in combinazione SLE rara. Si ottiene un abbassamento massimo pari a 1,57 cm, considerato accettabile:

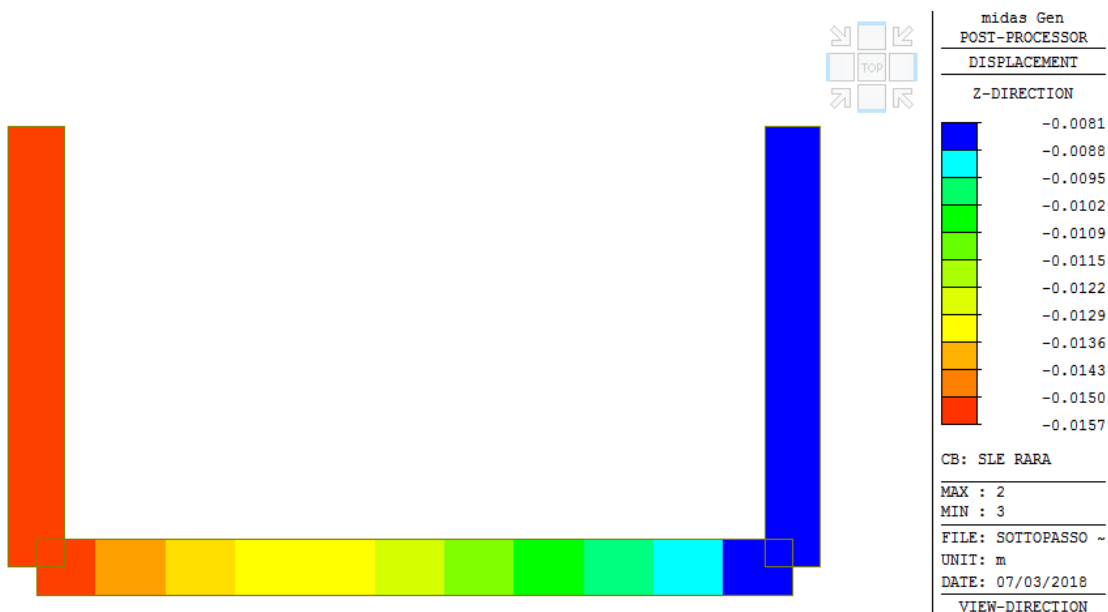


Figura 31 – Calcolo del cedimento elastico

12.4 VERIFICHE STRUTTURALI

Il presente capitolo è dedicato all'esposizione delle verifiche strutturali sulle diverse membrature. Si riportano:

- Verifica a flessione (SLU);
- Verifica a taglio (SLU);
- Verifica a fessurazione (SLE).

12.4.1 Sollecitazioni

Nel seguito vengono esposti i parametri di sollecitazione sulla struttura:

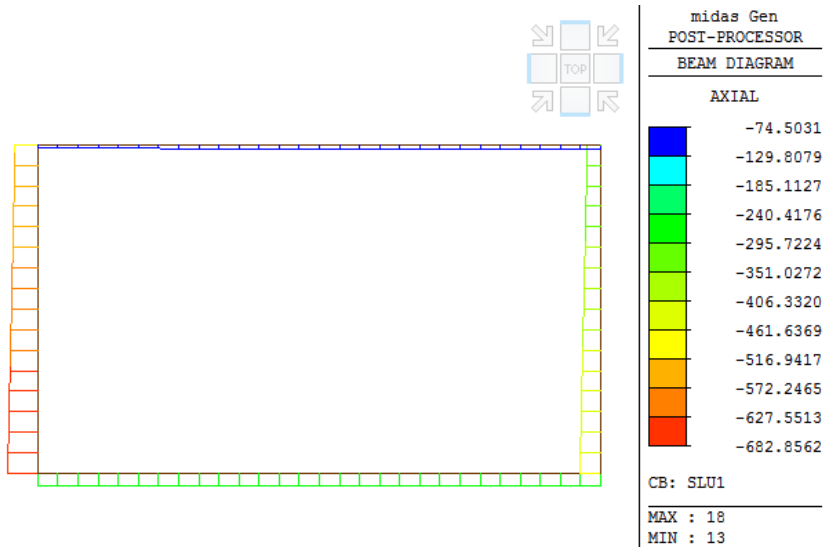
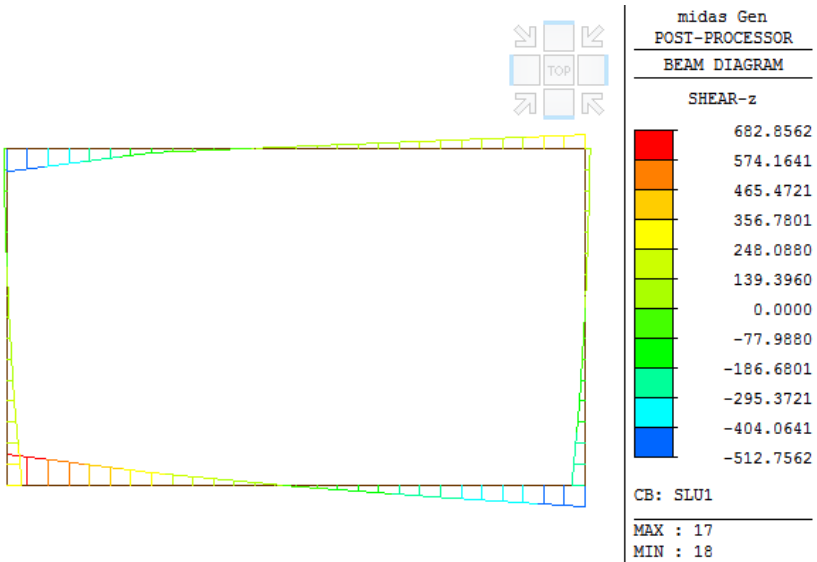
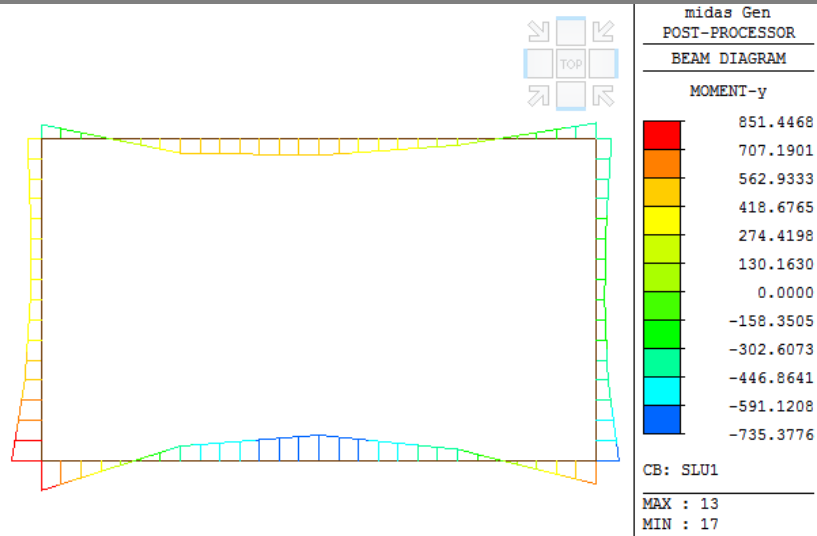


Figura 32 – Sollecitazioni SLU

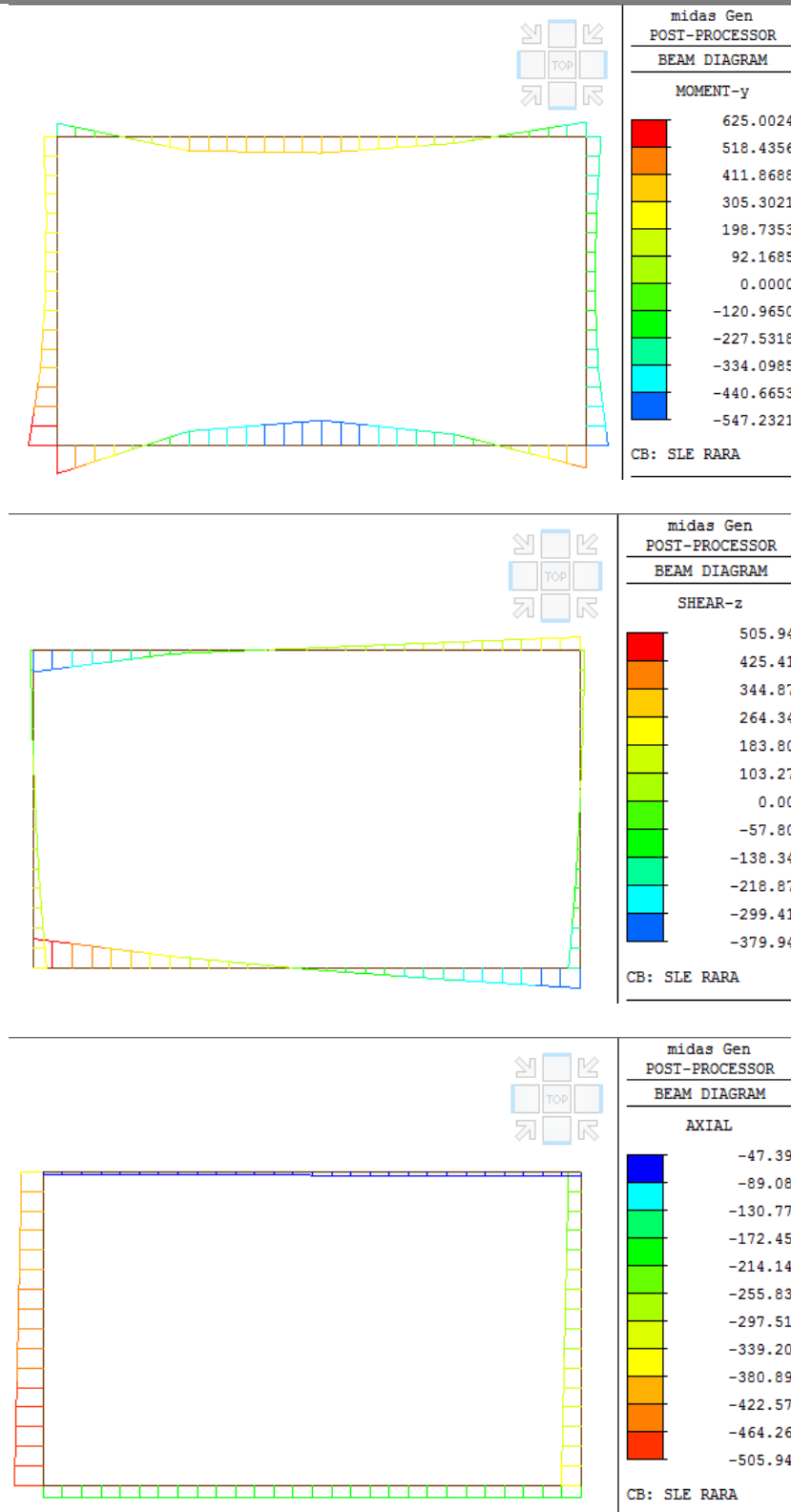


Figura 33 – Sollecitazioni SLE rara

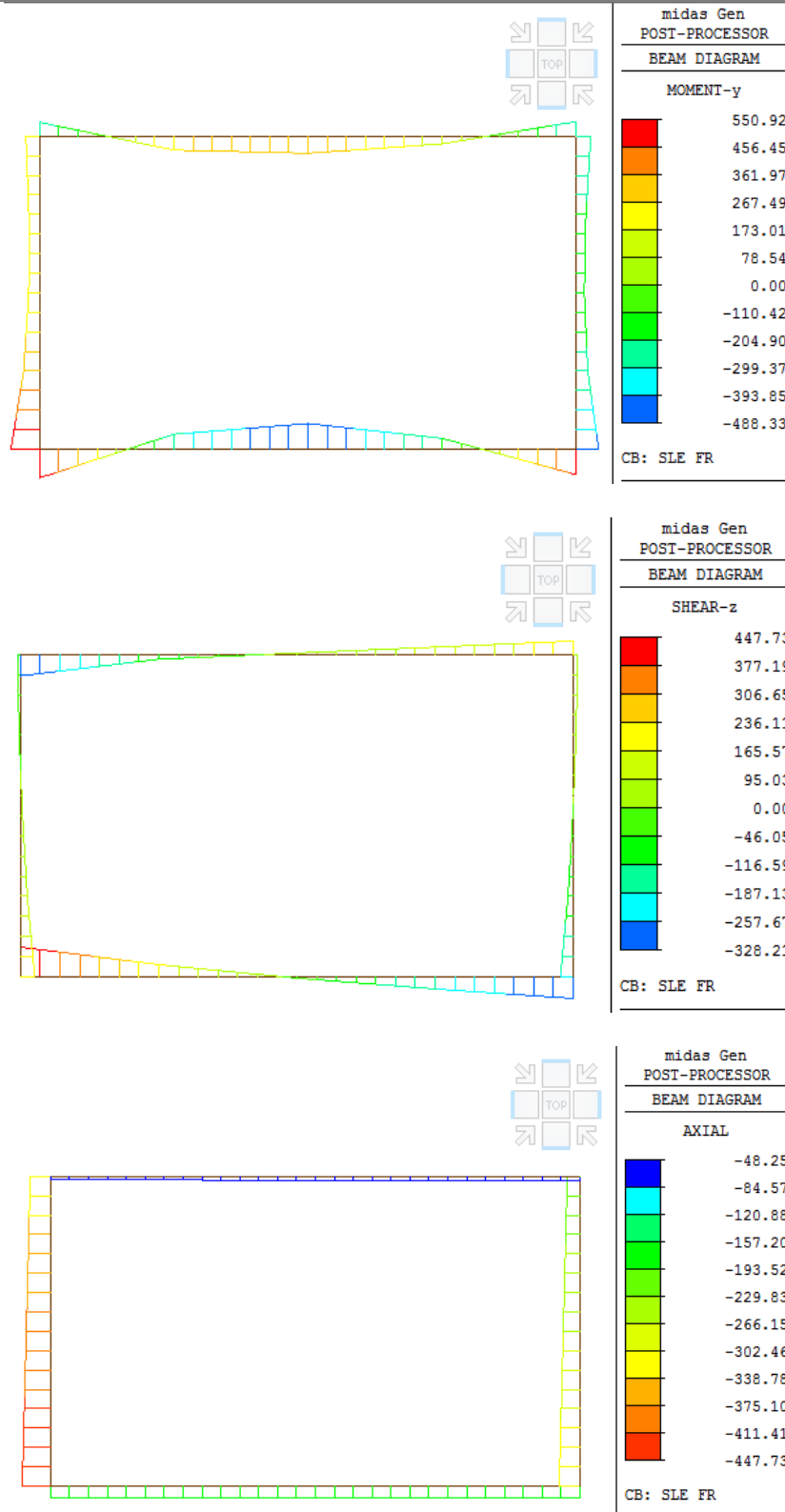


Figura 34– Sollecitazioni SLE frequente

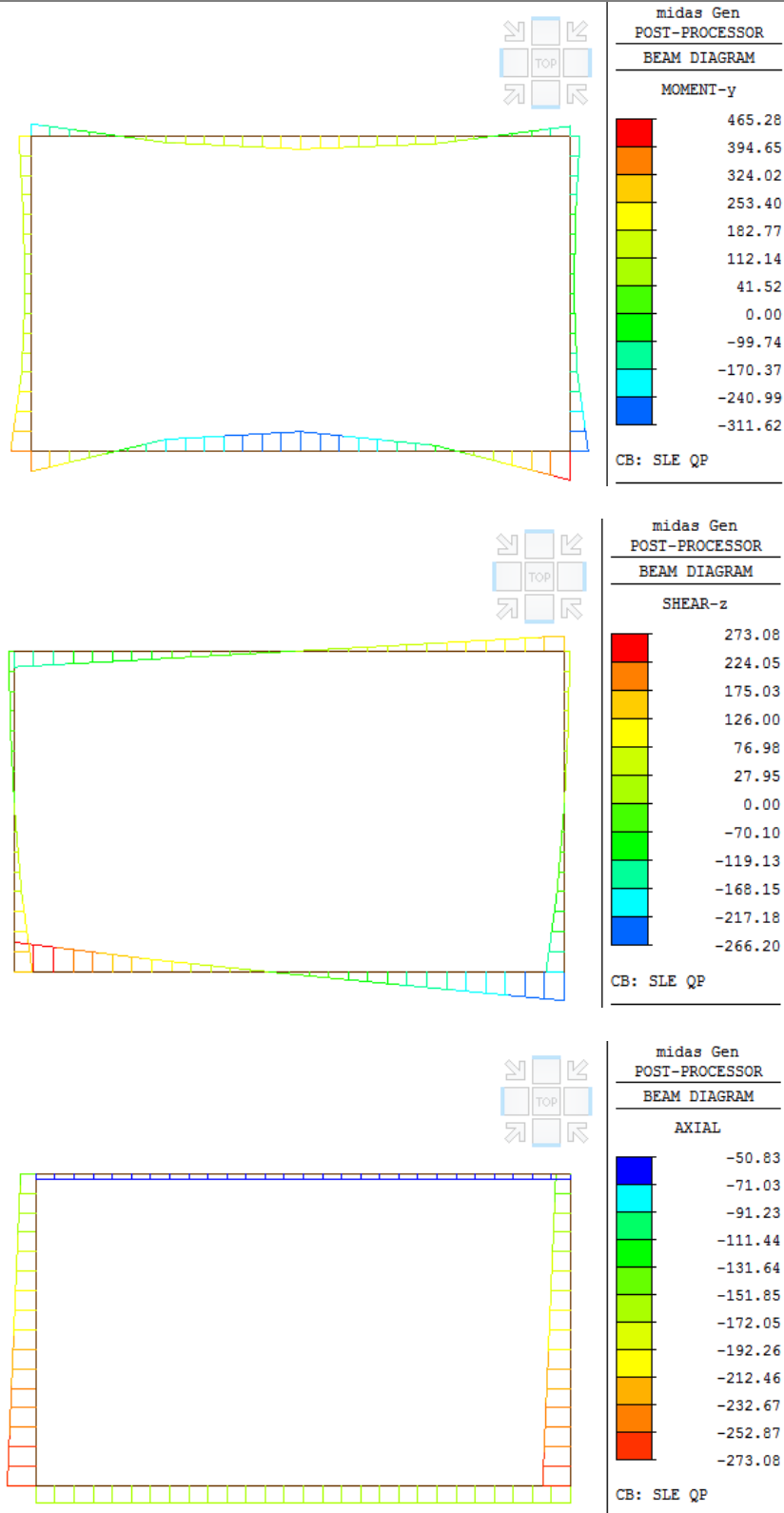


Figura 35 – Sollecitazioni SLEqp

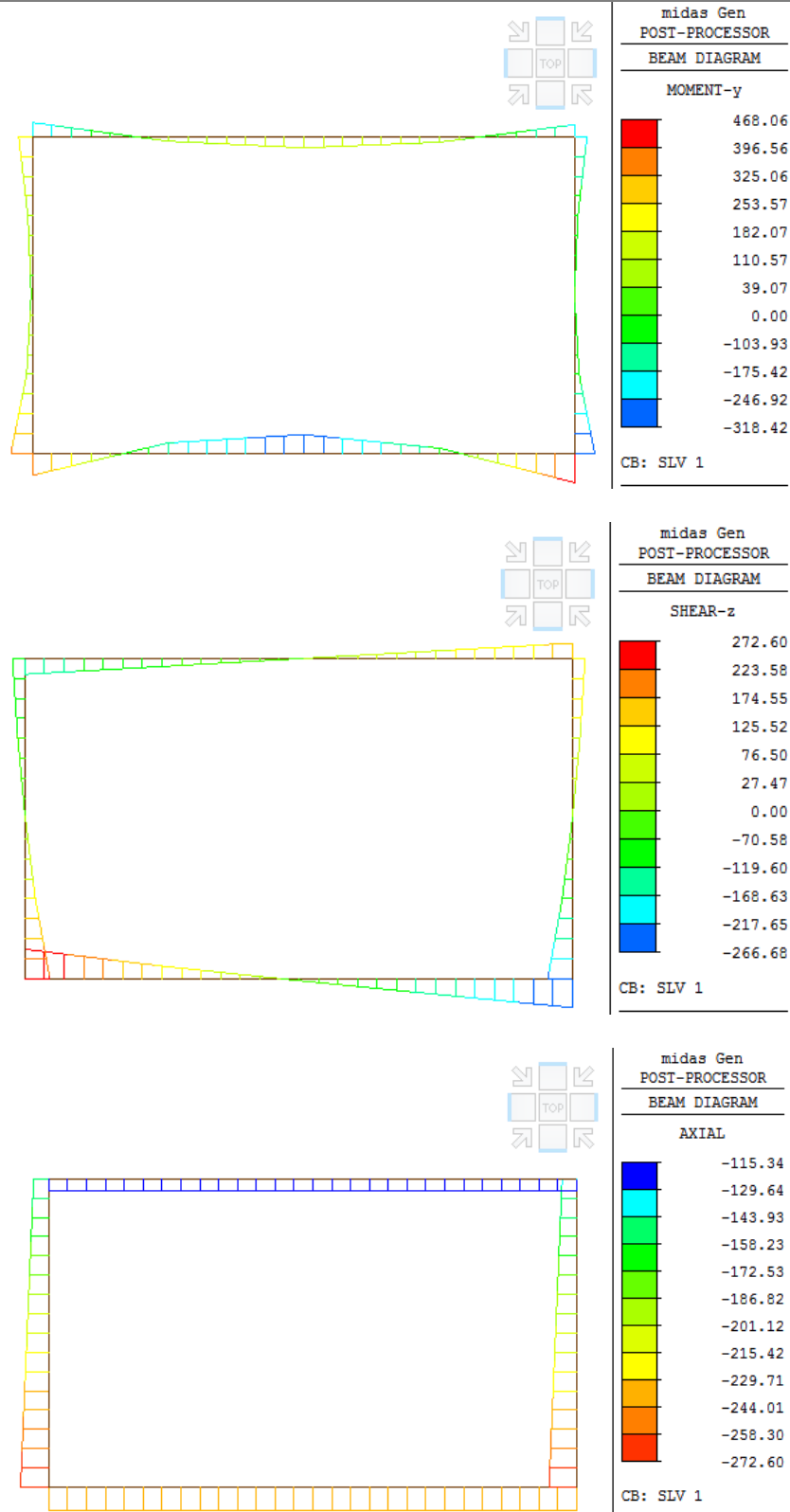


Figura 36 – Sollecitazioni SLV

12.4.2 Verifiche su platea di fondazione

Si riportano le verifiche sulla platea di fondazione, in corrispondenza della sezione di mezzeria ed in corrispondenza dell'incastro con la parete verticale.

12.4.2.1 Sezione di mezzeria

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	15.86	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.930	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.800	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.800	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.600	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	80.0cm
Barre inferiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-736.00	-28.00	0.00
2	0.00	-712.00	-35.00	0.00
3	0.00	-683.00	-50.10	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
---	---

Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N° Comb.	N	Mx
1	0.00	-547.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N° Comb.	N	Mx
1	0.00	-488.00 (-409.11)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N° Comb.	N	Mx
1	0.00	-311.60 (-409.11)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	-736.00	0.23	-1258.03	1.709	6.9	-1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)
2	S	0.00	-712.00	0.23	-1258.03	1.767	6.9	-1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)
3	S	0.00	-683.00	0.23	-1258.03	1.842	6.9	-1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)

Ys max		Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01383	0.0	0.00097	5.0	-0.03440	75.0
2	0.00350	-0.01383	0.0	0.00097	5.0	-0.03440	75.0
3	0.00350	-0.01383	0.0	0.00097	5.0	-0.03440	75.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 26.2 cm]
N.Bracci staffe:	5		
Area staffe/m :	19.6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	-28.00	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	0.4
2	S	-35.00	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	0.5
3	S	-50.10	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	0.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre > 14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.91	0.0	0.00	22.1	-176.8	5.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc lmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc lmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	= 0,125 per flessione; = 0,25 (Sc lmin + Sc lmax)/(2 Sc lmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sc lmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure. Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sc lmax	Sc lmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.69	-3.69	---	0.125	1.00	0.441	0.000389 (0.000354)	154	0.102	-409.11

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.38	0.0	0.00	22.1	-157.7	5.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc lmax	Sc lmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.29	-3.29	---	0.125	1.00	0.400	0.000315 (0.000315)	154	0.082 (0.40)	-409.11

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.80	0.0	0.00	22.1	-100.7	5.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc lmax	Sc lmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.10	-2.10	---	0.125	0.50	0.400	0.000201 (0.000201)	154	0.053 (0.30)	-409.11

12.4.2.2 Sezione incastro

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	15.86 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.930 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.800 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.800 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.600 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:	1.00

Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	80.0cm
Barre inferiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	851.50	683.00	0.00
2	0.00	777.00	643.00	0.00
3	0.00	642.00	577.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	752.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	680.00 (409.11)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	465.00 (409.11)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	851.50	0.23	1258.03	1.477	73.1	1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)
2	S	0.00	777.00	0.23	1258.03	1.619	73.1	1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)
3	S	0.00	642.00	0.23	1258.03	1.960	73.1	1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01383	80.0	0.00097	75.0	-0.03440	5.0
2	0.00350	-0.01383	80.0	0.00097	75.0	-0.03440	5.0
3	0.00350	-0.01383	80.0	0.00097	75.0	-0.03440	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 26.2 cm]
N.Bracci staffe:	5		
Area staffe/m :	19.6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	AST
1	S	683.00	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	10.3
2	S	643.00	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	9.7
3	S	577.00	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	8.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre > 14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.75	80.0	0.00	57.9	-243.0	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Scmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Scmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	5.07	-5.07	---	0.125	1.00	0.704	0.000855 (0.000486)	154	0.224	409.11

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.11	80.0	0.00	57.9	-219.7	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.59	-4.59	---	0.125	1.00	0.638	0.000701 (0.000439)	154	0.183 (0.40)	409.11

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.18	80.0	0.00	57.9	-150.3	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.14	-3.14	---	0.125	0.50	0.613	0.000461 (0.000301)	154	0.120 (0.30)	409.11

12.4.3 Verifiche su muri perimetrali

Si riportano le verifiche sui muri perimetrali, prima nella sezione di mezzeria (con riferimento all'altezza) e poi sulla sezione in corrispondenza dell'incastro (con soletta sommitale o di base).

12.4.3.1 Sezione di mezzeria

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	15.86	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd'	7.930	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.800	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.800	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.600	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	80.0cm
Barre inferiori:	5Ø24 (22.6 cm ²)
Barre superiori:	5Ø24 (22.6 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	319.30	46.40	0.00
2	0.00	337.00	17.00	0.00
3	0.00	321.00	-21.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	263.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	222.00 (351.76)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	98.20 (351.76)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata	
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)	
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico	
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)	
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico	
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000	
Yneuro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.	
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]	
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)	
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]	

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	319.30	0.20	638.82	2.001	74.4	613.78	0.07	0.70	22.6 (12.0)
2	S	0.00	337.00	0.20	638.82	1.896	74.4	613.78	0.07	0.70	22.6 (12.0)
3	S	0.00	321.00	0.20	638.82	1.990	74.4	613.78	0.07	0.70	22.6 (12.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)

es max		Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max		Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01797	80.0	0.00037	75.0	-0.04346	5.0
2	0.00350	-0.01797	80.0	0.00037	75.0	-0.04346	5.0
3	0.00350	-0.01797	80.0	0.00037	75.0	-0.04346	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 26.2 cm]
N.Bracci staffe:	5		
Area staffe/m :	19.6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	46.40	277.92	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	0.7
2	S	17.00	277.92	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	0.3
3	S	-21.00	277.92	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	0.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.40	80.0	0.00	62.5	-167.7	75.0	21.8	2180	22.6	22.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srn	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srn. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.06	-2.06	---	0.125	1.00	0.400	0.000335 (0.000335)	237	0.135	351.76

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.87	80.0	0.00	62.5	-141.5	75.0	21.8	2180	22.6	22.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.74	-1.74	---	0.125	1.00	0.400	0.000283 (0.000283)	237	0.114 (0.40)	351.76

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.27	80.0	0.00	62.5	-62.6	75.0	21.8	2180	22.6	22.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.77	-0.77	---	0.125	0.50	0.400	0.000125 (0.000125)	237	0.050 (0.30)	351.76

12.4.3.1 Sezione incastro
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	15.86 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.930 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.800 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.800 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.600 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068

Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	80.0cm
Barre inferiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	851.50	683.00	0.00
2	0.00	777.00	643.00	0.00
3	0.00	642.00	577.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	752.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	680.00 (409.11)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	465.00 (409.11)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
--	--------

Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	851.50	0.23	1258.03	1.477	73.1	1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)
2	S	0.00	777.00	0.23	1258.03	1.619	73.1	1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)
3	S	0.00	642.00	0.23	1258.03	1.960	73.1	1208.06	0.09	0.70	45.2 (12.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01383	80.0	0.00097	75.0	-0.03440	5.0
2	0.00350	-0.01383	80.0	0.00097	75.0	-0.03440	5.0
3	0.00350	-0.01383	80.0	0.00097	75.0	-0.03440	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10 mm	
Passo staffe:	20.0 cm	[Passo massimo di normativa = 26.2 cm]
N.Bracci staffe:	5	
Area staffe/m :	19.6 cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	683.00	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	10.3
2	S	643.00	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	9.7

3	S	577.00	350.15	1845.79	1296.53	100.0	21.80	1.000	8.7
---	---	--------	--------	---------	---------	-------	-------	-------	-----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.75	80.0	0.00	57.9	-243.0	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sclmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
 Sclmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
 K3 =0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Psi = 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
 srm Distanza media in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	5.07	-5.07	---	0.125	1.00	0.704	0.000855 (0.000486)	154	0.224	409.11

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.11	80.0	0.00	57.9	-219.7	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.59	-4.59	---	0.125	1.00	0.638	0.000701 (0.000439)	154	0.183 (0.40)	409.11

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.18	80.0	0.00	57.9	-150.3	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.14	-3.14	---	0.125	0.50	0.613	0.000461 (0.000301)	154	0.120 (0.30)	409.11

12.4.4 Verifiche su soletta copertura

Si riportano le verifiche sulla soletta di copertura, sia in mezzeria che all'incastro con la parete verticale.

12.4.4.1 Sezione di mezzeria

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33600.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	80.0cm
Barre inferiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	483.00	42.00	0.00
2	0.00	570.00	71.00	0.00
3	0.00	786.00	-41.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	587.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	493.00 (459.51)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	212.00 (459.51)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	483.00	-0.21	1261.70	2.612	73.4	1212.43	0.09	0.70	45.2 (13.4)
2	S	0.00	570.00	-0.21	1261.70	2.214	73.4	1212.43	0.09	0.70	45.2 (13.4)
3	S	0.00	786.00	-0.21	1261.70	1.605	73.4	1212.43	0.09	0.70	45.2 (13.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01470	80.0	0.00085	75.0	-0.03631	5.0
2	0.00350	-0.01470	80.0	0.00085	75.0	-0.03631	5.0
3	0.00350	-0.01470	80.0	0.00085	75.0	-0.03631	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 26.2 cm]
N.Bracci staffe:	5		
Area staffe/m :	19.6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	AST
1	S	42.00	370.61	2189.10	1296.53	100.0	21.80	1.000	0.6
2	S	71.00	370.61	2189.10	1296.53	100.0	21.80	1.000	1.1
3	S	-41.00	370.61	2189.10	1296.53	100.0	21.80	1.000	0.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.27	80.0	0.00	57.9	-189.7	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScImin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

1	S	3.96	-3.96	---	0.125	1.00	0.400	0.000379 (0.000379)	154	0.099	459.51
---	---	------	-------	-----	-------	------	-------	---------------------	-----	-------	--------

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.43	80.0	0.00	57.9	-159.3	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.33	-3.33	---	0.125	1.00	0.400	0.000319 (0.000319)	154	0.083 (0.40)	459.51

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.91	80.0	0.00	57.8	-68.5	75.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.43	-1.43	---	0.125	0.50	0.400	0.000137 (0.000137)	154	0.036 (0.30)	459.51

12.4.4.1 Sezione incastro

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33600.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. a snerv. di calcolo fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef:		200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:		0.50

Comb.Rare - Sf Limite: 360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	80.0cm
Barre inferiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24 (45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-442.00	-513.00	0.00
2	0.00	-510.00	-473.00	0.00
3	0.00	-612.00	-407.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-449.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-385.00 (-459.51)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-195.00 (-459.51)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult, Mx Ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Ult	Mx Ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	-442.00	-0.21	-1261.70	2.855	6.6	-1212.43	0.09	0.70	45.2 (13.4)
2	S	0.00	-510.00	-0.21	-1261.70	2.474	6.6	-1212.43	0.09	0.70	45.2 (13.4)
3	S	0.00	-612.00	-0.21	-1261.70	2.062	6.6	-1212.43	0.09	0.70	45.2 (13.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01470	0.0	0.00085	5.0	-0.03631	75.0
2	0.00350	-0.01470	0.0	0.00085	5.0	-0.03631	75.0
3	0.00350	-0.01470	0.0	0.00085	5.0	-0.03631	75.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 26.2 cm]
N.Bracci staffe:	5		
Area staffe/m :	19.6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	-513.00	370.61	2189.10	1296.53	100.0	21.80	1.000	7.8
2	S	-473.00	370.61	2189.10	1296.53	100.0	21.80	1.000	7.2
3	S	-407.00	370.61	2189.10	1296.53	100.0	21.80	1.000	6.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.03	0.0	0.00	22.1	-145.1	5.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.03	-3.03	---	0.125	1.00	0.400	0.000290 (0.000290)	154	0.076	-459.51

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.46	0.0	0.00	22.1	-124.4	5.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.60	-2.60	---	0.125	1.00	0.400	0.000249 (0.000249)	154	0.065 (0.40)	-459.51

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.76	0.0	0.00	22.2	-63.0	5.0	21.8	2180	45.2	10.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.32	-1.32	---	0.125	0.50	0.400	0.000126 (0.000126)	154	0.033 (0.30)	-459.51

12.5 VERIFICA DEI MURI DI IMBOCCO

Si procede infine con le verifiche dei muri di imbocco del sottopasso. Per le verifiche si considerano le due sezioni tipologiche B-B e C-C riportate nel seguente stralcio della tavola grafica corrispondente a cui si rimanda per maggiori dettagli.

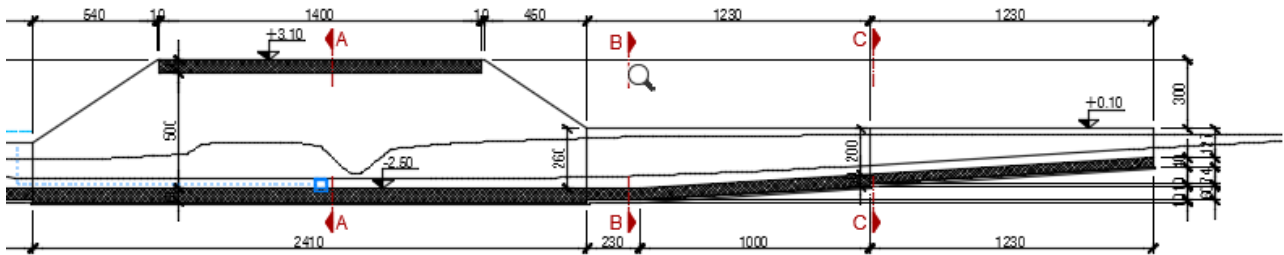


Figura 37 - sezione longitudinale sottopasso

Sezione B-B scala 1:100

Sezione C-C scala 1:100

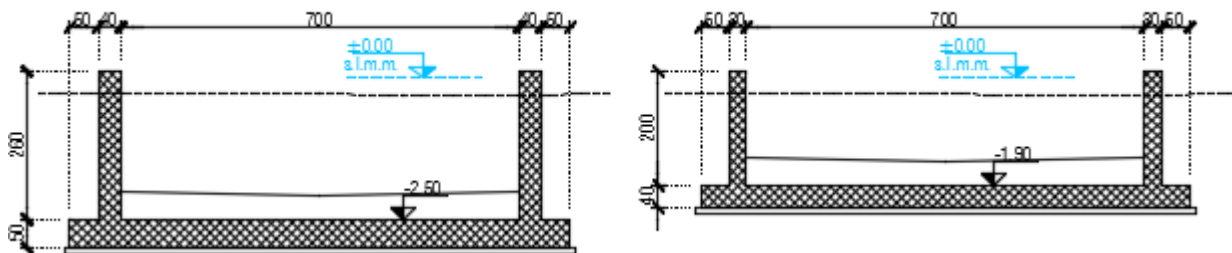


Figura 38 - sezioni trasversali B-B e C-C muri di imbocco

Si precisa come per la modellazione siano stato utilizzato lo stesso approccio impiegato per il sottopasso.

12.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportano le massime pressioni al suolo valutate secondo l'approccio A1-M1-R3.



Figura 39 – massime pressioni al suolo

Il carico limite precedentemente stimato risulta pari a 806.12 kN/m² e pertanto, risultando : $806.12/46.83=17.21 > 2.3$ la verifica a capacità portante in condizioni non drenate risulta abbondantemente soddisfatta.

12.7 VERIFICHE STRUTTURALI

12.7.1 Sezione BB

Si riportano di seguito gli output di sollecitazione per la sezione BB

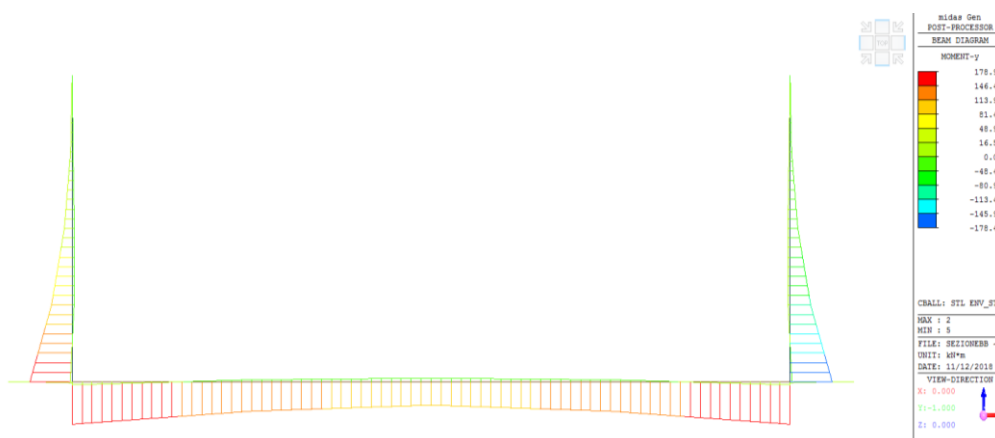


Figura 40 My involucro SLU-SLV

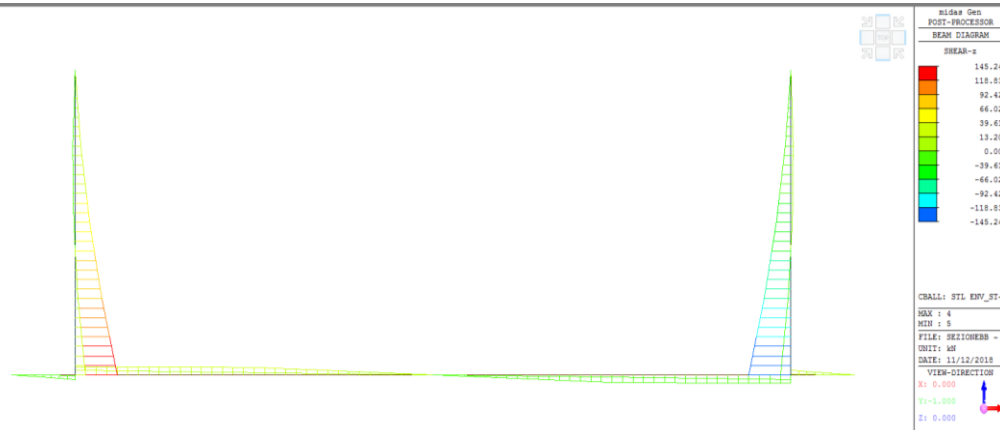


Figura 41 - Ty involuppo SLU-SLV

Si procede quindi con la verifica delle sezioni di base risultanti ovviamente le maggiormente sollecitate; si adotta armatura diffusa verticale costituita da barre $\phi 18/15$ e longitudinale costituita da barre $\phi 14/20$

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Sez BB

(Percorso File: L:\da 16001\16116 Variante SS14\16116 Mat di Lav\16116 Bozze_EF\muri imbocco\Sez BB.sez)

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di Trave
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33600.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta 1 * \beta 2$:	1.00

Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	40.0cm
Barre inferiori:	6Ø18 (15.3 cm ²)
Barre superiori:	6Ø18 (15.3 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	18000	14600	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	9700

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	9600

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	9300

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	16.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.1	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	18000	28	20417	1.134	35.9	0.11	0.70	15.3 (6.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	0.00010	36.0	-0.02710	4.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	13.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	24.2	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23) NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27) NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	14600	17602	94967	76595	100.0 36.0	2.500	1.000	4.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre

Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)											
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)											
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la $(C4.1.11)NTC/(7.14)EC2$)											

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	48.0	40.0	0.0	30.3	-1949	36.0	10.0	1000	15.3	18.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica											
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata											
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata											
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC											
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2											
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = $0.6 Ss/Es$											
srm	Distanza massima in mm tra le fessure											
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.											
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]											
N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.			
1	S	-0.00112	0.00036	0.50	0.60	0.000585 (0.000585)	306	0.179 (990.00)	9434			

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	47.5	40.0	0.0	30.3	-1929	36.0	10.0	1000	15.3	18.4

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00111	0.00036	0.50	0.60	0.000579 (0.000579)	306	0.177 (0.40)	9434

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	46.0	40.0	0.0	30.3	-1869	36.0	10.0	1000	15.3	18.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	----	----	----	----	------	-----	----	---------

12.7.2 Sezione CC

Si riportano di seguito gli output di sollecitazione per la sezione CC

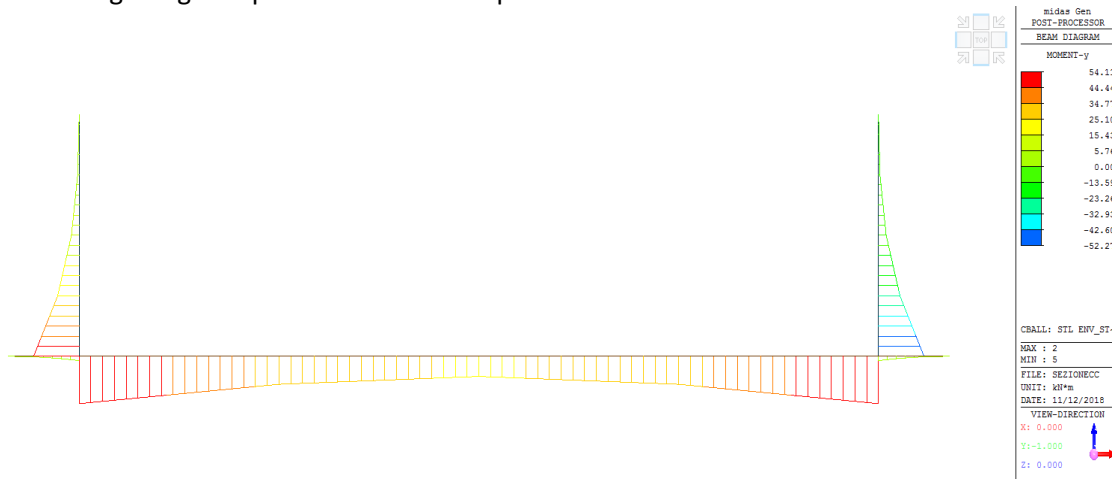


Figura 42 - My involucro SLU-SLV

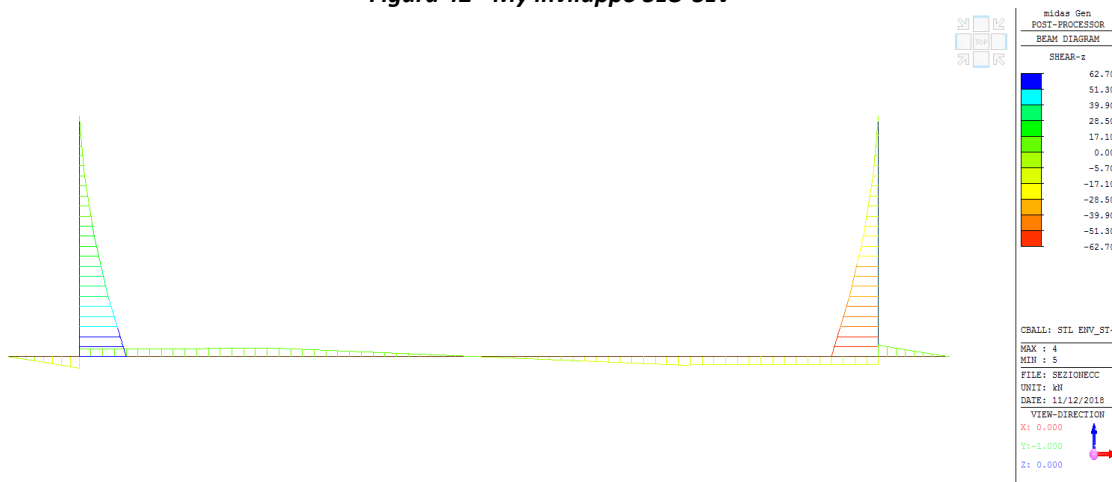


Figura 43 - Ty involucro SLU-SLV

Si procede quindi con la verifica delle sezioni di base risultanti ovviamente le maggiormente sollecitate; si adotta armatura diffusa verticale costituita da barre $\phi 16/20$ e longitudinale costituita da barre $\phi 14/20$

DATI GENERALI SEZIONE

NOME SEZIONE: Sez CC

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di Trave
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicit�:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

Classe:	C32/40		
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33600.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3600.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0cm
Altezza:	30.0cm
Barre inferiori:	5Ø16 (10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16 (10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	5500	6200	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	3700

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)	

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	3600 (3853)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	3500 (3853)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	5500	15	9518	1.730	25.9	0.16	0.70	10.1 (3.4)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	0.00008	26.0	-0.01870	4.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 12.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.8 cm]
N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 26.2 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	6200	11581	45712	59929	100.0 26.0	2.500	1.000	2.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	38.3	30.0	0.0	23.0	-1572	26.0	7.7	768	10.1	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00095	0.00029	0.50	0.60	0.000471 (0.000471)	299	0.141 (990.00)	3853

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	37.3	30.0	0.0	23.0	-1529	26.0	7.7	768	10.1	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00093	0.00028	0.50	0.60	0.000459 (0.000459)	299	0.137 (0.40)	3853

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

1	S	36.3	30.0	0.0	23.0	-1487	26.0	7.7	768	10.1	0.0
---	---	------	------	-----	------	-------	------	-----	-----	------	-----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	----	----	----	----	------	-----	----	---------