

# Città di Nardò

Provincia di Lecce

**Progetto di un plesso scolastico da realizzare in via Marzano destinato a scuola dell'infanzia e scuola primaria, in sostituzione dell'edificio esistente**

IMPORTO PROGETTO 2.500.000,00 €

## **PROGETTO ESECUTIVO** (Primo Lotto funzionale)

Aggiornato alle risultanze delle conferenze di servizi

### **REL. 3c AGG FIN**

### **RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICA DELLA SCALA INTERNA IN C.A.**

Novembre 2016

#### **Progettisti (Area Funzionale 1a)**

Ing. Cosimo Pellegrino  
Geom. Enzo De Tuglie  
Geom. Massimo Livieri

#### **Geologo**

Dott. Andrea Vitale

#### **Collaboratori**

Ing. Raffaele Dell'Anna  
Ing. Michele Durante

#### **Dirigente Area Funz.le 1a - R.U.P.**

Ing. Nicola D'Alessandro

#### **Sindaco**

Avv. Giuseppe Mellone

#### **Assessore ai LL.PP.**

Oronzo Capoti

#### **Assessore alla Pubblica Istruz.**

Daniela Dell'Anna

## Verifiche scala in c.a. da quota 0,0 a quota 290,0

### Dati generali:

Normativa di riferimento: NTC 2008

Calcestruzzo classe: C25/30 ( $E = 314470 \text{ daN/cm}^2$ ; peso spec.= 2500 daN/mc)

Acciaio in barre: B450C

Ambiente ordinario

Categoria carichi variabili: C - Ambienti suscettibili di affollamento

### Carichi:

Carichi permanenti compiutamente definiti  $g_1$ :

- pavimento+rivertimento = 45,0 daN/mq

- peso proprio struttura in c.a. (calcolato in automatico in base al peso spec. e l'area della sezione)

Carichi variabili  $Q_k$ :

- sovraccarico scala = 400,0 daN/mq

### Combinazioni di carico:

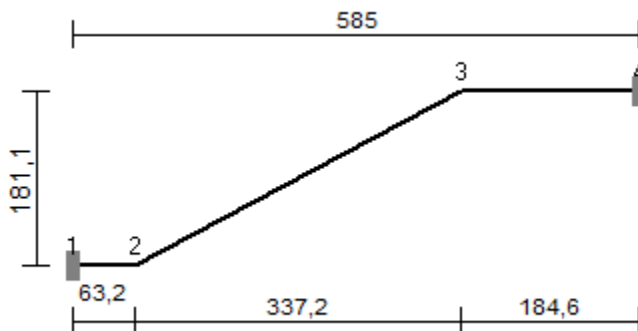
Cmb.1 - SLU:  $Q = G_1 \gamma_{g1} + Q_k \gamma_{qi}$  ( $\gamma_{g1} = 1.30$ ;  $\gamma_{qi} = 1.50$ )

Cmb.2 - SLE c.c. rare:  $Q = G_1 + Q_k$

Cmb.3 - SLE c.c. frequenti:  $Q = G_1 + Q_k \psi_{11}$  ( $\psi_{11} = 0.70$ )

Cmb.4 - SLE c.c. quasi permanenti:  $Q = G_1 + Q_k \psi_{21}$  ( $\psi_{21} = 0.60$ )

### Rampa 1



Tratto	L (cm)	Spes.(cm)	A (cm <sup>2</sup> )	J (cm <sup>4</sup> )	$g_1$ (daN/m)	$q_k$ (daN/m)
1-2	63,2	60,0	10800,0	3240000,0	2781,0	720,0
2-3	382,8	18,0	3240,0	87480,0	1200,7	634,3
3-4	184,6	20,0	3600,0	120000,0	981,0	720,0

Larghezza soletta c.a. = 180,0 cm

Armatura:

Tratto 1-2 - 10 $\phi$ 14 sup. (15,39 cm<sup>2</sup>) + 10 $\phi$ 14 inf. (15,39 cm<sup>2</sup>); Staffe  $\phi$ 18/ 25

Tratto 2-3 - 10 $\phi$ 14 sup. (15,39 cm<sup>2</sup>) + 10 $\phi$ 14 inf. (15,39 cm<sup>2</sup>); Staffe  $\phi$ 8/ 20

Tratto 3-4 - 10 $\phi$ 14 sup. (15,39 cm<sup>2</sup>) + 10 $\phi$ 14 inf. (15,39 cm<sup>2</sup>); Staffe  $\phi$ 8/ 20

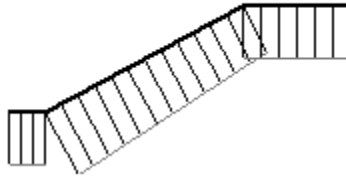
Sollecitazioni rampa

1

Momento flettente



Sforzo normale



Taglio

**Cmb.1 - SLU**

Verifica a presso-flessione:

Risultato più gravoso nel tratto 2-3,  $x = 0,0$  cm,  $M = -315800,6$  daNcm,  $N = 17559,0$  daN $M_u$  (per  $N$  costante) =  $-714262,1$  daNcm,  $M / M_u = 0,442$  ( $M / M_u < 1$  Ok)

Verifica taglio:

Risultato più gravoso nel tratto 2-3,  $x = 0,0$  cm,  $M = -315800,6$  daNcm,  $N = 17559,0$  daN,  $V = 4598,2$  daN $V_{ed} = 4598,2$  daN,  $V_{rd} = 6859,6$  daN  $V_{ed} / V_{rd} = 0,670$  ( $V_{ed} / V_{rd} < 1$  Ok)**Cmb.2 - SLE c.c. rare**

Verifica cls:

Risultato più gravoso nel tratto 2-3,  $x = 0,0$  cm,  $M = -230671,3$  daNcm,  $N = 12796,4$  daN $\sigma_c = 70,2$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{cL} = 149,4$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_c / \sigma_{cL} = 0,47$  ( $\sigma_c / \sigma_{cL} < 1$  Ok)

Verifica acciaio:

Risultato più gravoso nel tratto 2-3,  $x = 0,0$  cm,  $M = -230671,3$  daNcm,  $N = 12796,4$  daN $\sigma_a = 3034,0$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{aL} = 3600,0$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_a / \sigma_{aL} = 0,84$  ( $\sigma_a / \sigma_{aL} < 1$  Ok)**Cmb.3 - SLE c.c. frequenti**

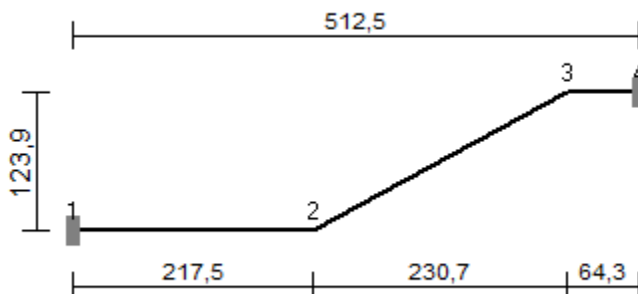
Verifica fessurazione:

Risultato più gravoso nel tratto 2-3,  $x = 0,0$  cm,  $M = -206779,5$  daNcm,  $N = 11410,8$  daN $W_k = 0,06$  mm;  $W_{kL} = 0,30$  mm;  $W_k / W_{kL} = 0,21$  ( $W_k / W_{kL} < 1$  Ok)**Cmb.4 - SLE c.c. quasi permanenti**

Verifica cls:

Risultato più gravoso nel tratto 2-3,  $x = 0,0$  cm,  $M = -198815,6$  daNcm,  $N = 10948,9$  daN $\sigma_c = 60,6$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{cL} = 112,1$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_c / \sigma_{cL} = 0,54$  ( $\sigma_c / \sigma_{cL} < 1$  Ok)

Verifica fessurazione:

Risultato più gravoso nel tratto 2-3,  $x = 0,0$  cm,  $M = -198815,6$  daNcm,  $N = 10948,9$  daN $W_k = 0,05$  mm;  $W_{kL} = 0,30$  mm;  $W_k / W_{kL} = 0,17$  ( $W_k / W_{kL} < 1$  Ok)**Rampa 2**

Tratto	L (cm)	Spes.(cm)	A (cm <sup>2</sup> )	J (cm <sup>4</sup> )	g1 (daN/m)	qk (daN/m)
1-2	217,5	20,0	3600,0	120000,0	981,0	720,0
2-3	261,9	20,0	3600,0	120000,0	1290,7	634,3
3-4	64,3	30,0	5400,0	405000,0	1431,0	720,0

Larghezza soletta c.a. = 180,0 cm

Armatura:

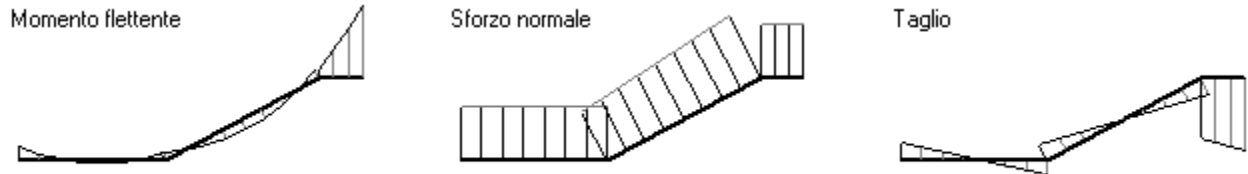
Tratto 1-2 -  $10\phi 14$  sup. ( $15,39 \text{ cm}^2$ ) +  $10\phi 14$  inf. ( $15,39 \text{ cm}^2$ ); Staffe  $\phi 8/20$

Tratto 2-3 -  $10\phi 14$  sup. ( $15,39 \text{ cm}^2$ ) +  $10\phi 14$  inf. ( $15,39 \text{ cm}^2$ ); Staffe  $\phi 8/20$

Tratto 3-4 -  $10\phi 14$  sup. ( $15,39 \text{ cm}^2$ ) +  $10\phi 14$  inf. ( $15,39 \text{ cm}^2$ ); Staffe  $\phi 8/20$

Sollecitazioni rampa

2



Cmb.1 - SLU

Verifica a presso-flessione:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 64,3 \text{ cm}$ ,  $M = -737078,8 \text{ daNcm}$ ,  $N = -10726,2 \text{ daN}$

$M_u$  (per  $N$  costante) =  $-1672154,0 \text{ daNcm}$ ,  $M / M_u = 0,441$  ( $M / M_u < 1$  Ok)

Verifica taglio:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 64,3 \text{ cm}$ ,  $M = -737078,8 \text{ daNcm}$ ,  $N = -10726,2 \text{ daN}$ ,  $V = -11087,1 \text{ daN}$

$V_{ed} = -11087,1 \text{ daN}$ ,  $V_{rd} = 12170,3 \text{ daN}$   $V_{ed} / V_{rd} = 0,911$  ( $V_{ed} / V_{rd} < 1$  Ok)

Cmb.2 - SLE c.c. rare

Verifica cls:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 64,3 \text{ cm}$ ,  $M = -538462,3 \text{ daNcm}$ ,  $N = -7811,4 \text{ daN}$

$\sigma_c = 50,6 \text{ daN/cm}^2$ ;  $\sigma_{cL} = 149,4 \text{ daN/cm}^2$ ;  $\sigma_c / \sigma_{cL} = 0,34$  ( $\sigma_c / \sigma_{cL} < 1$  Ok)

Verifica acciaio:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 64,3 \text{ cm}$ ,  $M = -538462,3 \text{ daNcm}$ ,  $N = -7811,4 \text{ daN}$

$\sigma_a = 1489,6 \text{ daN/cm}^2$ ;  $\sigma_{aL} = 3600,0 \text{ daN/cm}^2$ ;  $\sigma_a / \sigma_{aL} = 0,41$  ( $\sigma_a / \sigma_{aL} < 1$  Ok)

Cmb.3 - SLE c.c. frequenti

Verifica fessurazione:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0 \text{ cm}$ ,  $M = -88993,8 \text{ daNcm}$ ,  $N = -6954,1 \text{ daN}$

$W_k = 0,00 \text{ mm}$ ;  $W_{kL} = 0,30 \text{ mm}$ ;  $W_k / W_{kL} = 0,00$  ( $W_k / W_{kL} < 1$  Ok)

Cmb.4 - SLE c.c. quasi permanenti

Verifica cls:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 64,3 \text{ cm}$ ,  $M = -464306,9 \text{ daNcm}$ ,  $N = -6668,4 \text{ daN}$

$\sigma_c = 43,7 \text{ daN/cm}^2$ ;  $\sigma_{cL} = 112,1 \text{ daN/cm}^2$ ;  $\sigma_c / \sigma_{cL} = 0,39$  ( $\sigma_c / \sigma_{cL} < 1$  Ok)

Verifica fessurazione:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0 \text{ cm}$ ,  $M = -84701,6 \text{ daNcm}$ ,  $N = -6668,4 \text{ daN}$

$W_k = 0,00 \text{ mm}$ ;  $W_{kL} = 0,30 \text{ mm}$ ;  $W_k / W_{kL} = 0,00$  ( $W_k / W_{kL} < 1$  Ok)

## Verifiche scala in c.a. da quota 321,4 a quota 635,0

### Dati generali:

Normativa di riferimento: NTC 2008

Calcestruzzo classe: C25/30 ( $E = 314470 \text{ daN/cm}^2$ ; peso spec.= 2500 daN/mc)

Acciaio in barre: B450C

Ambiente ordinario

Categoria carichi variabili: C - Ambienti suscettibili di affollamento

### Carichi:

Carichi permanenti compiutamente definiti  $g_1$ :

- pavimento+rivestimento = 45,0 daN/mq

- peso proprio struttura in c.a. (calcolato in automatico in base al peso spec. e l'area della sezione)

Carichi variabili  $Q_k$ :

- sovraccarico scala = 400,0 daN/mq

### Combinazioni di carico:

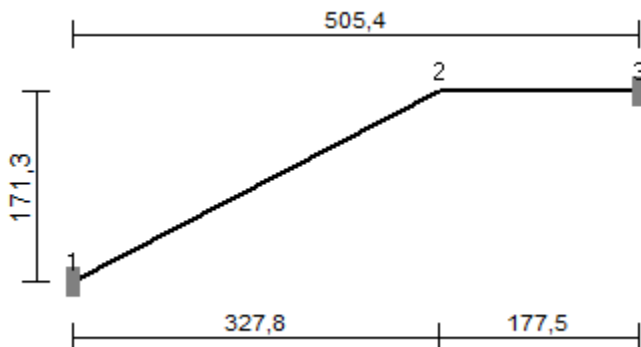
Cmb.1 - SLU:  $Q = G_1 \gamma_{g1} + Q_k \gamma_{qi}$  ( $\gamma_{g1} = 1.30$ ;  $\gamma_{qi} = 1.50$ )

Cmb.2 - SLE c.c. rare:  $Q = G_1 + Q_k$

Cmb.3 - SLE c.c. frequenti:  $Q = G_1 + Q_k \psi_{11}$  ( $\psi_{11} = 0.70$ )

Cmb.4 - SLE c.c. quasi permanenti:  $Q = G_1 + Q_k \psi_{21}$  ( $\psi_{21} = 0.60$ )

### Rampa 1



Tratto	L (cm)	Spes.(cm)	A (cm <sup>2</sup> )	J (cm <sup>4</sup> )	$g_1$ (daN/m)	$q_k$ (daN/m)
1-2	369,9	20,0	3600,0	120000,0	1284,5	638,1
2-3	177,5	20,0	3600,0	120000,0	981,0	720,0

Larghezza soletta c.a. = 180,0 cm

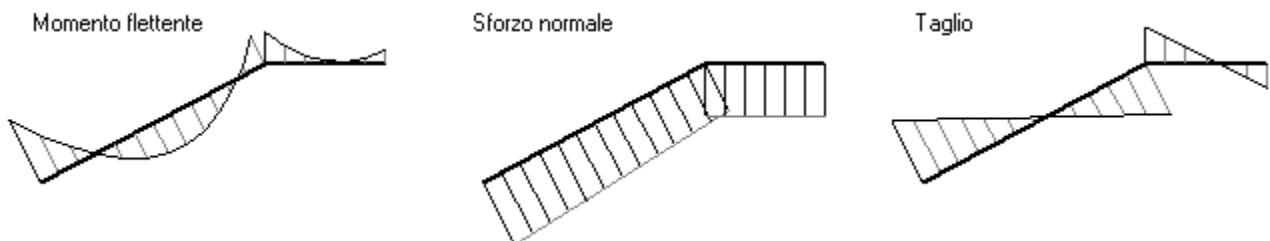
Armatura:

Tratto 1-2 - 10 $\phi$ 14 sup. (15,39 cm<sup>2</sup>) + 10 $\phi$ 14 inf. (15,39 cm<sup>2</sup>); Staffe  $\phi$ 8/ 20

Tratto 2-3 - 10 $\phi$ 14 sup. (15,39 cm<sup>2</sup>) + 10 $\phi$ 14 inf. (15,39 cm<sup>2</sup>); Staffe  $\phi$ 8/ 20

Sollecitazioni rampa

1



### Cmb.1 - SLU

Verifica a presso-flessione:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -334551,2$  daNcm,  $N = 17275,0$  daN

$M_u$  (per  $N$  costante) =  $-819062,6$  daNcm,  $M / M_u = 0,408$  ( $M / M_u < 1$  Ok)

Verifica taglio:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -334551,2$  daNcm,  $N = 17275,0$  daN,  $V = 4804,4$  daN  
 $V_{ed} = 4804,4$  daN,  $V_{rd} = 7744,7$  daN  $V_{ed} / V_{rd} = 0,620$  ( $V_{ed} / V_{rd} < 1$  Ok)

### Cmb.2 - SLE c.c. rare

Verifica cls:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -244861,2$  daNcm,  $N = 12609,6$  daN

$\sigma_c = 59,0$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{cL} = 149,4$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_c / \sigma_{cL} = 0.40$  ( $\sigma_c / \sigma_{cL} < 1$  Ok)

Verifica acciaio:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -244861,2$  daNcm,  $N = 12609,6$  daN

$\sigma_a = 2874,7$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{aL} = 3600,0$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_a / \sigma_{aL} = 0.80$  ( $\sigma_a / \sigma_{aL} < 1$  Ok)

### Cmb.3 - SLE c.c. frequenti

Verifica fessurazione:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -220513,7$  daNcm,  $N = 11285,7$  daN

$W_k = 0,00$  mm;  $W_{kL} = 0,30$  mm;  $W_k / W_{kL} = 0.00$  ( $W_k / W_{kL} < 1$  Ok)

### Cmb.4 - SLE c.c. quasi permanenti

Verifica cls:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -212397,9$  daNcm,  $N = 10844,4$  daN

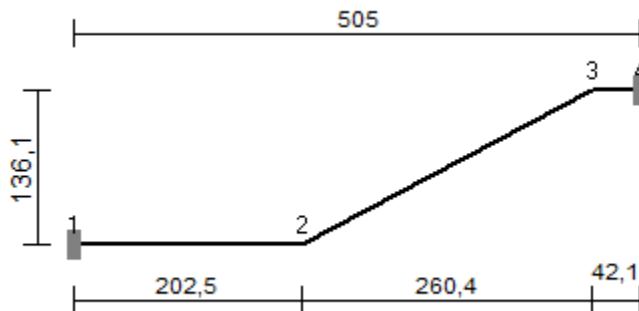
$\sigma_c = 51,3$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{cL} = 112,1$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_c / \sigma_{cL} = 0.46$  ( $\sigma_c / \sigma_{cL} < 1$  Ok)

Verifica fessurazione:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -212397,9$  daNcm,  $N = 10844,4$  daN

$W_k = 0,00$  mm;  $W_{kL} = 0,30$  mm;  $W_k / W_{kL} = 0.00$  ( $W_k / W_{kL} < 1$  Ok)

## Rampa 2



Tratto	L (cm)	Spes.(cm)	A (cm <sup>2</sup> )	J (cm <sup>4</sup> )	g1 (daN/m)	qk (daN/m)
1-2	202,5	20,0	3600,0	120000,0	981,0	720,0
2-3	293,9	20,0	3600,0	120000,0	1284,5	638,1
3-4	42,1	30,0	5400,0	405000,0	1431,0	720,0

Larghezza soletta c.a. = 180,0 cm

Armatura:

Tratto 1-2 - 10 $\phi$ 14 sup. (15,39 cm<sup>2</sup>) + 10 $\phi$ 14 inf. (15,39 cm<sup>2</sup>); Staffe  $\phi$ 8/ 20

Tratto 2-3 - 10 $\phi$ 14 sup. (15,39 cm<sup>2</sup>) + 10 $\phi$ 14 inf. (15,39 cm<sup>2</sup>); Staffe  $\phi$ 8/ 20

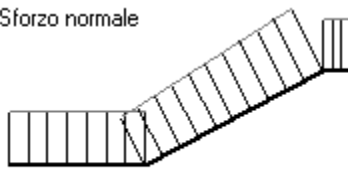
Tratto 3-4 - 10 $\phi$ 14 sup. (15,39 cm<sup>2</sup>) + 10 $\phi$ 14 inf. (15,39 cm<sup>2</sup>); Staffe  $\phi$ 8/ 20

Sollecitazioni rampa

Momento flettente



Sforzo normale



Taglio



## Cmb.1 - SLU

Verifica a presso-flessione:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 42,1$  cm,  $M = -616006,9$  daNcm,  $N = -11349,2$  daN $M_u$  (per N costante) =  $-1679770,0$  daNcm,  $M / M_u = 0,367$  ( $M / M_u < 1$  Ok)

Verifica taglio:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 42,1$  cm,  $M = -616006,9$  daNcm,  $N = -11349,2$  daN,  $V = -11285,5$  daN $V_{ed} = -11285,5$  daN,  $V_{rd} = 12170,3$  daN  $V_{ed} / V_{rd} = 0,927$  ( $V_{ed} / V_{rd} < 1$  Ok)

## Cmb.2 - SLE c.c. rare

Verifica cls:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 42,1$  cm,  $M = -450144,5$  daNcm,  $N = -8269,4$  daN $\sigma_c = 40,8$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{cL} = 149,4$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_c / \sigma_{cL} = 0,27$  ( $\sigma_c / \sigma_{cL} < 1$  Ok)

Verifica acciaio:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 42,1$  cm,  $M = -450144,5$  daNcm,  $N = -8269,4$  daN $\sigma_a = 1157,3$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{aL} = 3600,0$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_a / \sigma_{aL} = 0,32$  ( $\sigma_a / \sigma_{aL} < 1$  Ok)

## Cmb.3 - SLE c.c. frequenti

Verifica fessurazione:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -70087,7$  daNcm,  $N = -7371,0$  daN $W_k = 0,00$  mm;  $W_{kL} = 0,30$  mm;  $W_k / W_{kL} = 0,00$  ( $W_k / W_{kL} < 1$  Ok)

## Cmb.4 - SLE c.c. quasi permanenti

Verifica cls:

Risultato più gravoso nel tratto 3-4,  $x = 42,1$  cm,  $M = -388506,2$  daNcm,  $N = -7071,6$  daN $\sigma_c = 35,3$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_{cL} = 112,1$  daN/cm<sup>2</sup>;  $\sigma_c / \sigma_{cL} = 0,31$  ( $\sigma_c / \sigma_{cL} < 1$  Ok)

Verifica fessurazione:

Risultato più gravoso nel tratto 1-2,  $x = 0,0$  cm,  $M = -66606,0$  daNcm,  $N = -7071,6$  daN $W_k = 0,00$  mm;  $W_{kL} = 0,30$  mm;  $W_k / W_{kL} = 0,00$  ( $W_k / W_{kL} < 1$  Ok)