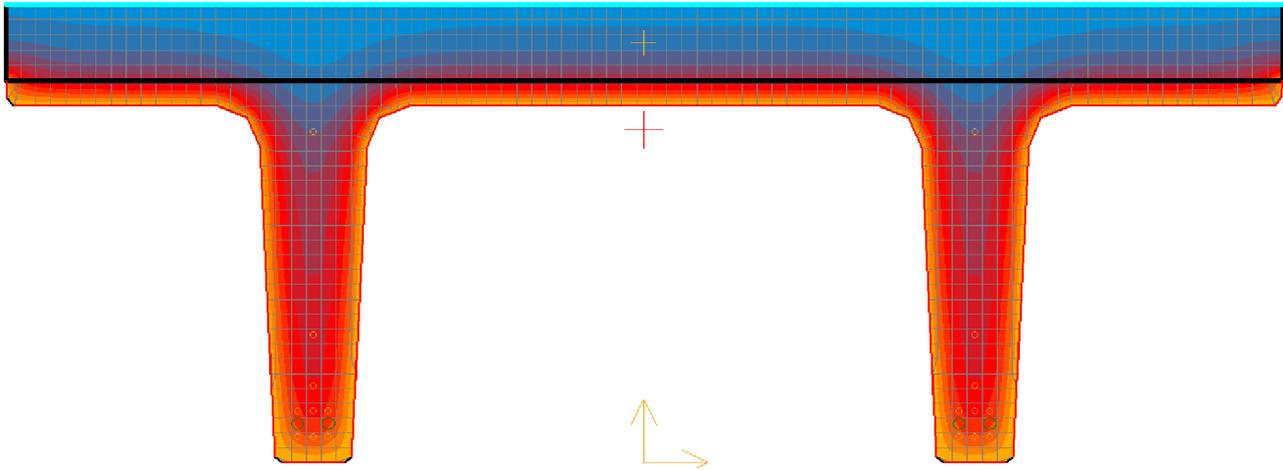


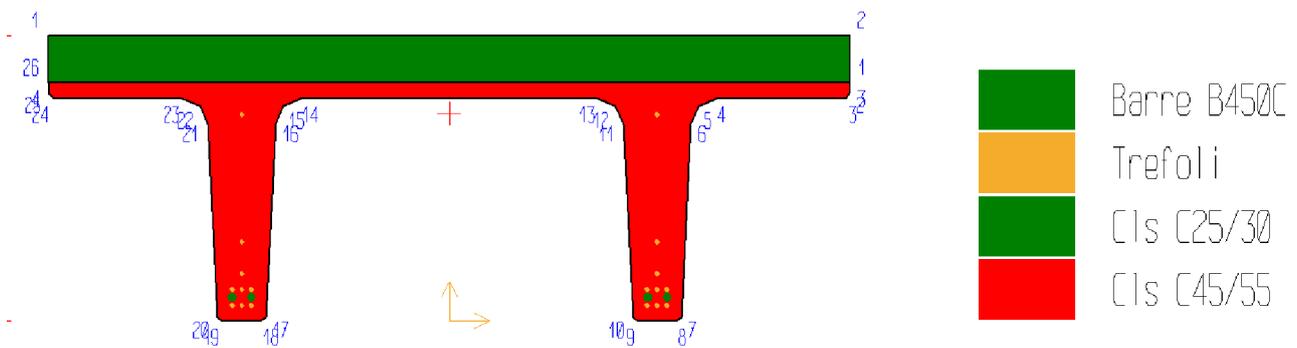
# 1 Relazione di Calcolo



Tipo verifica : s.l.u. secondo Eurocodici + NTC18  
 Unità di misura (se non specificate): N, mm, N/mm<sup>2</sup>, deformazioni: %

## 1.1 Materiali

### 1.1.1 Materiali Meccanici



#### 1.1.1.1 Cls C45/55

Materiale: Cls C45/55. Normativa: Eurocodici + NTC18 - EN 1992-1-2 mar 2004.  
 La seguente tabella riassume le caratteristiche meccaniche.

$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	45
$\epsilon_{c2}$ [%]	0.2
$\epsilon_{cu2}$ [%]	0.35
n	2

La seguente tabella riassume le proprietà meccaniche per la verifica "a freddo".

$\gamma_c$	1.5
$\alpha_{cc}$	0.85
$f_{cd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	25.5
$\epsilon_{c2}$ [%]	0.2
$\epsilon_{cu2}$ [%]	0.35
n	2

La seguente tabella riassume le proprietà meccaniche per la verifica "a caldo".

$\alpha_{cc}$	1
$\gamma_c$	1
aggregato	calcareo
$k_c$	EN 1992-1-2 mar 2004 4.2.4.2
$f_{cd,0=20^\circ}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	45

### 1.1.1.2 Cls C25/30

Materiale: Cls C25/30. Normativa: Eurocodici + NTC18 - EN 1992-1-2 mar 2004.

La seguente tabella riassume le caratteristiche meccaniche.

$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	25
$\epsilon_{c2}$ [%]	0.2
$\epsilon_{cu2}$ [%]	0.35
n	2

La seguente tabella riassume le proprietà meccaniche per la verifica "a freddo".

$\gamma_c$	1.5
$\alpha_{cc}$	0.85
$f_{cd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	14.17
$\epsilon_{c2}$ [%]	0.2
$\epsilon_{cu2}$ [%]	0.35
n	2

La seguente tabella riassume le proprietà meccaniche per la verifica "a caldo".

$\alpha_{cc}$	1
$\gamma_c$	1
aggregato	calcareo
$k_c$	EN 1992-1-2 mar 2004 4.2.4.2
$f_{cd,0=20^\circ}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	25

### 1.1.1.3 Trefoli

Materiale: Trefoli. Normativa: Eurocodici + NTC18 - EN 1992-1-2 mar 2004.

La seguente tabella riassume le caratteristiche meccaniche.

$f_{p0.01k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1720
$f_{pk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1860
E [N/mm <sup>2</sup> ]	195000
ramo	inclinato limitato
$\epsilon_{ud}$ [%]	3.15

La seguente tabella riassume le proprietà meccaniche per la verifica "a freddo".

$\gamma_s$	1.15
$f_{p0.01d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1495.65
$f_{pd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1617.39
$\epsilon_y$ [%]	0.00767

La seguente tabella riassume le proprietà meccaniche per la verifica "a caldo".

$\gamma_s$	1
$k_p$	EN 1992-1-2 mar 2004 4.3.4.3

$f_{pd, \theta=20^\circ}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1860
--	------

### 1.1.1.4 Barre B450C

Materiale: Barre B450C. Normativa: Eurocodici + NTC18 - EN 1992-1-2 mar 2004.  
La seguente tabella riassume le caratteristiche meccaniche.

$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	450
E [N/mm <sup>2</sup> ]	206000
ramo	inclinato limitato
k	1.2
$\epsilon_{ud}$ [%]	6.75

La seguente tabella riassume le proprietà meccaniche per la verifica "a freddo".

$\gamma_s$	1.15
$f_{yd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	391.3
$\epsilon_y$ [%]	0.0019

La seguente tabella riassume le proprietà meccaniche per la verifica "a caldo".

$\gamma_s$	1
$k_s$	EN 1992-1-2 mar 2004 4.2.4.3 - classe X, defo.>2%
$f_{yd, \theta=20^\circ}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	450

## 1.1.2 Materiali Termici

### 1.1.2.1 P\_CLSEC2\_2004

Materiale: P\_CLSEC2\_2004. Calcestruzzo secondo EC2 Parte 1-2 (Marzo 2004).

Le curve di calore specifico, conduttività termica e densità volumica sono tratte dalla norma UNI ENV 1992-1-2 01/1998 A.3.1. Si è considerata un'umidità in massa del 1.5%. Si è considerata una densità volumica a 20°C di 2400 kg/mc. Si è interpolato fra curva inferiore e superiore della conduttività con un coefficiente di 0.25.

## 1.2 Sezione

Descrizione: Predefinita

Tipo sezione: Intermedia fra sez. 1 e sez. 1 a coord. x = 735.00

### 1.2.1 Aree distribuite

La sezione contiene in tutto 844 elementi. L'area totale di questi elementi vale 760896. mm<sup>2</sup>. Il baricentro si trova nel punto (0. ;655.).

Gli elementi con caratteristiche strutturali sono 844. L'area totale di questi elementi vale 760896. mm<sup>2</sup>. Il loro baricentro si trova nel punto (0. ;655.).

- Contorno 1

Tipo contorno: RETTANGOLARE

Materiale meccanico: CIs C45/55

Materiale termico: P\_CLSEC2\_2004

Questo contorno contiene 419 elementi. L'area totale di questi elementi vale 387396. mm<sup>2</sup>. Il baricentro si trova nel punto (0. ;491.).

Vertice n.	Z [mm]	Y [mm]
1	1245.	750.
2	1242.	715.
3	1230.	700.
4	830.	700.

5	773.	677.
6	750.	620.
7	720.	11.
8	705.	0.
9	585.	0.
10	570.	11.
11	540.	620.
12	517.	677.
13	460.	700.
14	-460.	700.
15	-517.	677.
16	-540.	620.
17	-570.	11.
18	-585.	0.
19	-705.	0.
20	-720.	11.
21	-750.	620.
22	-773.	677.
23	-830.	700.
24	-1230.	700.
25	-1242.	715.
26	-1245.	750.
27	1245.	750.
Area [mm <sup>2</sup> ]	387396.	

- Contorno 2

Tipo contorno:

Materiale meccanico: Cls C25/30

Materiale termico: P\_CLSEC2\_2004

Questo contorno contiene 425 elementi. L'area totale di questi elementi vale 373500. mm<sup>2</sup>. Il baricentro si trova nel punto (0. ;825.).

Vertice n.	Z [mm]	Y [mm]
1	-1245.	900.
2	1245.	900.
3	1245.	750.
4	-1245.	750.
5	-1245.	900.
Area [mm <sup>2</sup> ]	373500.	

## 1.2.2 Aree concentrate

Vertice n.	Z [mm]	Y [mm]	d [mm]	Area [mm <sup>2</sup> ]	Materiale
1	-675.	50.	13.	139.	Trefoli
2	-645.	50.	13.	139.	Trefoli
3	-615.	50.	13.	139.	Trefoli
4	-615.	100.	13.	139.	Trefoli
5	-645.	100.	13.	139.	Trefoli
6	-675.	100.	13.	139.	Trefoli
7	-645.	150.	13.	139.	Trefoli
8	-645.	250.	13.	139.	Trefoli
9	-645.	650.	13.	139.	Trefoli
10	615.	50.	13.	139.	Trefoli

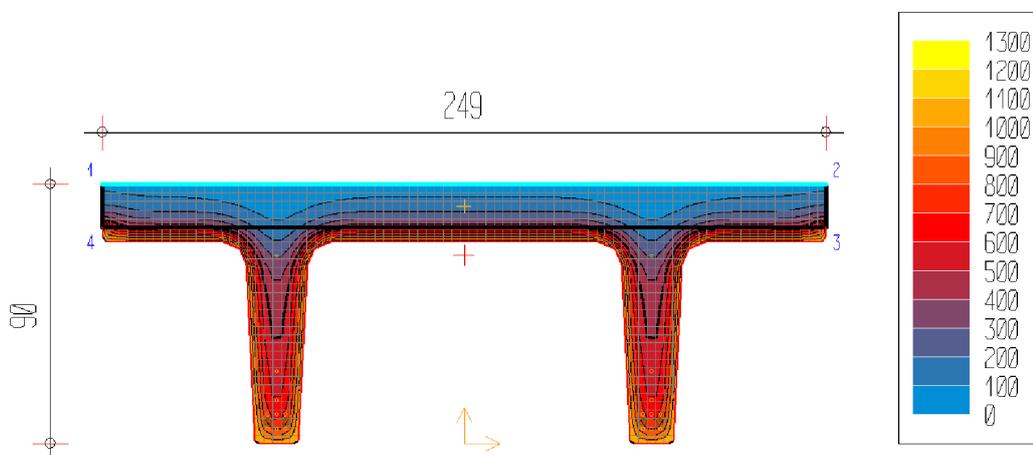
11	645.	50.	13.	139.	Trefoli
12	675.	50.	13.	139.	Trefoli
13	675.	100.	13.	139.	Trefoli
14	645.	100.	13.	139.	Trefoli
15	615.	100.	13.	139.	Trefoli
16	645.	150.	13.	139.	Trefoli
17	645.	250.	13.	139.	Trefoli
18	645.	650.	13.	139.	Trefoli
19	-675.	75.	26.	531.	Barre B450C
20	-615.	75.	26.	531.	Barre B450C
21	615.	75.	26.	531.	Barre B450C
22	675.	75.	26.	531.	Barre B450C

### 1.3 Analisi termica

Tempo di esposizione: 180 min.

Temperature di esposizione (180'):

— 20 °C  
— 1109 °C



Tipi di esposizione								
Nome	Curva tempo-temperatura	Isolante	$\epsilon_{res.}$	$\alpha_c [W/m^2 \cdot K]$	$\phi$	$\gamma_{nc}$	$\gamma_{n,r}$	
Fuoco	Fuoco	nessuno	0.	.56	25.	1.	1.	1.
Fuoco esterno	Fuoco esterno	nessuno	0.	.56	25.	1.	1.	1.
Fuoco idrocarburi	Fuoco idrocarburi	nessuno	0.	.56	50.	1.	1.	1.
Aria 20°	Aria 20°	nessuno	0.	.56	9.	1.	1.	1.
Vuoti interni	Vuoti interni	nessuno	0.	.56	9.	1.	1.	1.

Zone di esposizione				
Tipo	Cont. n.	Vert. n.	d1 [mm]	d2 [mm]
Fuoco	1	1	0.	0.
Fuoco	1	2	0.	0.
Fuoco	1	3	0.	0.
Fuoco	1	4	0.	0.
Fuoco	1	5	0.	0.
Fuoco	1	6	0.	0.

Fuoco	1	8	0.	0.
Fuoco	1	10	0.	0.
Fuoco	1	11	0.	0.
Fuoco	1	12	0.	0.
Fuoco	1	13	0.	0.
Fuoco	1	14	0.	0.
Fuoco	1	15	0.	0.
Fuoco	1	16	0.	0.
Fuoco	1	18	0.	0.
Fuoco	1	20	0.	0.
Fuoco	1	21	0.	0.
Fuoco	1	22	0.	0.
Fuoco	1	23	0.	0.
Fuoco	1	25	0.	0.
Aria 20°	2	1	0.	0.

### 1.4 Analisi meccanica a freddo

Sforzi normali applicati nel punto (0.; 655.) (baricentro elementi strutturali)

Convenzioni: N + trazione; M<sub>z</sub>+ fib.inferiori tese; M<sub>y</sub>+ fib.sinistra tese; T<sub>y</sub>+ verso il basso; deformazione:  $\varepsilon = \lambda + \mu_z y + \mu_y z$  [%].

### 1.5 Sollecitazione 1

La terna di sollecitazioni agenti di calcolo, per la verifica di pressoflessione, è la seguente:

$N_d = 0$ . kN;  $M_{z_d} = 630.4$  kN\*m;  $M_{y_d} = 0$ . kN\*m.

Si è ricercato il valore di rottura della sollecitazione  $M_{z_d}(+)$ , in corrispondenza dei valori agenti delle altre sollecitazioni. Il rapporto tra il valore di rottura della sollecitazione (pedice "ult") e quello agente di calcolo (pedice "d") è pari a:

$M_{z_{ult}}/M_{z_d} = 3166.12/630.4 = 5.02$ .

Il calcolo della deformazione della sezione, conseguente alle sollecitazioni applicate, ha raggiunto la convergenza. La deformazione della sezione è espressa da un piano definito dai seguenti valori (in %):  $\lambda = 1.7$ ;  $\mu_z = -.02278$ ;  $\mu_y = 0.$ .

Le seguenti tabelle riassumono le tensioni massime in ciascun contorno della sezione e nelle aree concentrate (ferri, cavi). Per ciascun punto di calcolo sono indicate anche le deformazioni.

Aree concentrate (ferri, cavi)			
Area. n.	$\varepsilon$ [%]	$\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Materiale
1	1.586	1537.5	Trefoli
2	1.586	1537.5	Trefoli
3	1.586	1537.5	Trefoli
4	1.472	1531.7	Trefoli
5	1.472	1531.7	Trefoli
6	1.472	1531.7	Trefoli
7	1.358	1525.9	Trefoli
8	1.131	1514.2	Trefoli
9	.219	427.9	Trefoli
10	1.586	1537.5	Trefoli
11	1.586	1537.5	Trefoli
12	1.586	1537.5	Trefoli
13	1.472	1531.7	Trefoli
14	1.472	1531.7	Trefoli

15	1.472	1531.7	Trefoli
16	1.358	1525.9	Trefoli
17	1.131	1514.2	Trefoli
18	.219	427.9	Trefoli
19	1.529	407.3	Barre B450C
20	1.529	407.3	Barre B450C
21	1.529	407.3	Barre B450C
22	1.529	407.3	Barre B450C

Contorni (materiali strutturali della sezione)							
Cont.	ε elastiche			σ			
n.	λ[%]	μ <sub>z</sub> [%/cm]	μ <sub>y</sub> [%/cm]	min [N/mm <sup>2</sup> ]	coord	max [N/mm <sup>2</sup> ]	coord
1	1.6999	-.02278	0.	-2.08	-1245.; 750.	0.	-720.; 715.
2	1.6999	-.02278	0.	-14.17	-1245.; 900.	-1.16	-1245.; 750.

## 1.6 Analisi meccanica a caldo

Tempo di esposizione: 180 min.

Sforzi normali applicati nel punto (0.; 655.) (baricentro elementi strutturali)

Convenzioni: N + trazione; M<sub>z</sub>+ fib.inferiori tese; M<sub>y</sub>+ fib.sinistra tese; T<sub>y</sub>+ verso il basso; deformazione: ε = λ + μ<sub>z</sub>y + μ<sub>y</sub>z [%].

## 1.7 Sollecitazione 1

La terna di sollecitazioni agenti di calcolo, per la verifica di pressoflessione, è la seguente:

N<sub>d</sub> = 0. kN; M<sub>z<sub>d</sub></sub> = 630.4 kN\*m; M<sub>y<sub>d</sub></sub> = 0. kN\*m.

Si è ricercato il valore di rottura della sollecitazione M<sub>z<sub>d</sub></sub>(+), in corrispondenza dei valori agenti delle altre sollecitazioni. Il rapporto tra il valore di rottura della sollecitazione (pedice "ult") e quello agente di calcolo (pedice "d") è pari a:

M<sub>z<sub>ult</sub></sub>/M<sub>z<sub>d</sub></sub> = 424.76/630.4 = .67.

Il calcolo della deformazione della sezione, conseguente alle sollecitazioni applicate, ha raggiunto la convergenza. La deformazione della sezione è espressa da un piano definito dai seguenti valori (in %): λ= 3.342; μ<sub>z</sub>= -.03833; μ<sub>y</sub>= 0..

Le seguenti tabelle riassumono le tensioni massime in ciascun contorno della sezione e nelle aree concentrate (ferri, cavi). Per ciascun punto di calcolo sono indicate anche le deformazioni.

Aree concentrate (ferri, cavi)			
Area. n.	ε [%]	σ [N/mm <sup>2</sup> ]	Materiale
1	3.15	53.4	Trefoli
2	3.15	69.8	Trefoli
3	3.15	53.4	Trefoli
4	2.958	98.5	Trefoli
5	2.958	148.6	Trefoli
6	2.958	98.6	Trefoli
7	2.767	242.2	Trefoli
8	2.383	395.5	Trefoli
9	.85	1166.3	Trefoli
10	3.15	53.4	Trefoli
11	3.15	69.8	Trefoli
12	3.15	53.4	Trefoli
13	2.958	98.6	Trefoli
14	2.958	148.6	Trefoli

15	2.958	98.5	Trefoli
16	2.767	242.2	Trefoli
17	2.383	395.5	Trefoli
18	.85	1166.3	Trefoli
19	3.054	63.3	Barre B450C
20	3.054	63.2	Barre B450C
21	3.054	63.2	Barre B450C
22	3.054	63.3	Barre B450C

Contorni (materiali strutturali della sezione)							
Cont.	$\epsilon$ elastiche			$\sigma$			
n.	$\lambda$ [%]	$\mu_z$ [%/cm]	$\mu_y$ [%/cm]	min [N/mm <sup>2</sup> ]	coord	max [N/mm <sup>2</sup> ]	coord
1	3.3416	-0.03833	0.	0.	-1245.; 750.	0.	-720.; 715.
2	3.3416	-0.03833	0.	-19.76	-1245.; 900.	0.	-1245.; 870.

