



## COMUNE DI TREVIGLIO (BG)

REALIZZAZIONE DI VANO ASCENSORE IN EDIFICIO  
DI PROPRIETA' A.L.E.R. SITO IN COMUNE DI  
TREVIGLIO ( BG ), VIA ABATE CRIPPA 36



via cremona 8 25124 brescia  
tel. +39 030 2451210  
lavori@gapprogetti.eu  
www.gapprogetti.eu

legale rappresentante  
Ing. Alessandro Gasparini

direttore tecnico  
Ing. Alessandro Gasparini

progettista  
Ing. Alessandro Gasparini

**U.O.G. Bergamo**  
Via Giuseppe Mazzini, 32  
Tel. 035 259595 Fax 035 251185  
areatecnica@alerbg.it



SOCIETÀ CERTIFICATA  
UNI EN ISO 9001:2015  
UNI EN ISO 14001:2015

CUP: B87H21011730005 CODICE CUI: L00225430164202100016

PROGETTO ESECUTIVO

DESCRIZIONE TAVOLA :

RELAZIONE TECNICA E CALCOLI ESECUTIVI  
DELLE STRUTTURE

PROGETTISTA: Ing. Alessandro Gasparini

COMMITTENTE: ALER Bergamo Lecco Sondrio

TAV. N°

**RST01b**

SCALA:

DATA: 11/09/2023

REV: 00

AGG.

FILE  
22.063 Cartigli RELAZIONI Treviglio.dwg

# RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

## RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI

### FASCICOLO DEI CALCOLI

ai sensi del D.M. 17-01-2018

#### INDICE

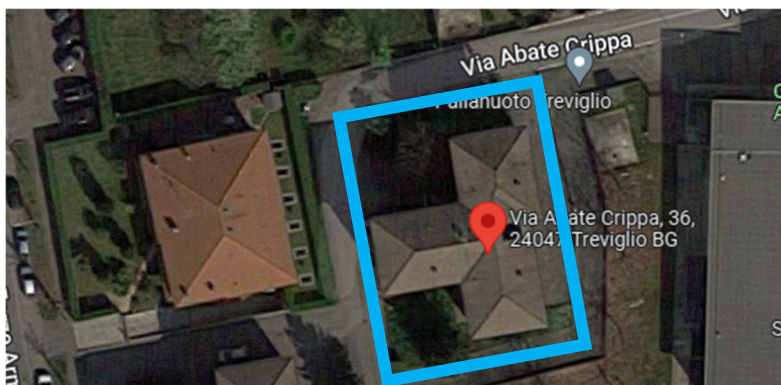
<b>1. NORMATIVA APPLICATA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>4. TIPOLOGIA D'INTERVENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>5. RELAZIONE SUI MATERIALI .....</b>	<b>3</b>
<b>6. CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>7. CARICHI CONSIDERATI.....</b>	<b>8</b>
7.1. <i>Carichi statici .....</i>	<i>8</i>
7.2. <i>Azioni sismiche.....</i>	<i>8</i>
<b>8. COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>9</b>
<b>9. FASCICOLO DEI CALCOLI .....</b>	<b>11</b>
9.1. <i>Verifica fossa ascensore .....</i>	<i>11</i>
9.2. <i>Verifica trave sez. 25x22 al piano sottotetto .....</i>	<i>14</i>
9.3. <i>Verifica trave 38x22 al piano sottotetto .....</i>	<i>16</i>

## **1. NORMATIVA APPLICATA**

- D.M. 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 – Istruzioni per l'applicazione delle “*Norme tecniche per le costruzioni*” di cui al DM. 17 gennaio 2018, (per le sole parti non esplicitamente trattate nelle NTC 2018).
- Eurocodice 2 - *Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici - UNI EN 1992-1-1:2005.*
- Eurocodice 3 - *Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici - UNI EN 1993-1-1:2014.*

## **2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**

L'edificio oggetto d'intervento è un condominio sito in Via Abate Crippa 36, visibile dall'ortofoto che segue.



Il condominio ha 4 piani fuori terra. La struttura è realizzata tramite ossatura in cemento armato (travi e pilastri). I solai e la copertura sono realizzati in laterocemento. La pareti del vano scala sono in c.a.

## **3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

Sui 3 condomini in esame sono previsti i seguenti interventi:

1. demolizione del pavimento e del sottofondo al piano terra del vano scala e realizzazione della fossa e della platea in c.a. di appoggio del castelletto;
2. realizzazione di un'apertura nel solaio del piano sottotetto, che viene rinforzato mediante nuove travi in c.a. gettate in opera.

#### 4. TIPOLOGIA D'INTERVENTO

L'intervento in esame rientra nella categoria degli interventi locali ai sensi del capitolo 8 delle NTC 2018. Gli interventi elencati al precedente paragrafo non hanno infatti influenza sull'intera unità strutturale, ma si concentrano unicamente su una porzione della stessa. Nello specifico l'intervento non determina un incremento dei carichi verticali sulle fondazioni esistenti in quanto viene realizzata una nuova platea connessa alle fondazioni esistenti in grado di sopportare i carichi dovuti alle nuove strutture realizzate.

#### 5. RELAZIONE SUI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati per le parti di nuova costruzione.

##### Calcestruzzo opere di fondazione:

classe di resistenza	C25/30
classe esposizione	XC2
contenuto minimo di cemento	300 kg/m <sup>3</sup>
peso di volume	25 kN/m <sup>3</sup>
massimo rapporto acqua – cemento	0,60
copriferro minimo netto	35 mm
resistenza caratteristica	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
coefficiente di sicurezza	$\gamma_c = 1,5$
resistenza di progetto	$f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$
modulo elastico medio	$E_{cm} = 31.475,81 \text{ N/mm}^2$

##### Calcestruzzo opere in elevazione:

classe di resistenza	C25/30
classe esposizione	XC1
contenuto minimo di cemento	300 kg/m <sup>3</sup>
peso di volume	25 kN/m <sup>3</sup>
massimo rapporto acqua – cemento	0,60
copriferro minimo netto	30 mm
resistenza caratteristica	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
coefficiente di sicurezza	$\gamma_c = 1,5$
resistenza di progetto	$f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$
modulo elastico medio	$E_{cm} = 31.475,81 \text{ N/mm}^2$

**Acciaio per cemento armato:**

resistenza caratteristica a rottura  
resistenza caratteristica a snervamento  
coefficiente di sicurezza  
resistenza di progetto

B450C

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$   
 $\gamma_s = 1,15$   
 $f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2$

**Acciaio da carpenteria:**

resistenza caratteristica a rottura  
resistenza caratteristica a snervamento  
coefficiente di sicurezza  
resistenza di progetto  
modulo elastico medio

S275

$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$   
 $\gamma_s = 1,05$   
 $f_{yd} = 261,9 \text{ N/mm}^2$   
 $E_{sm} = 210.000 \text{ N/mm}^2$

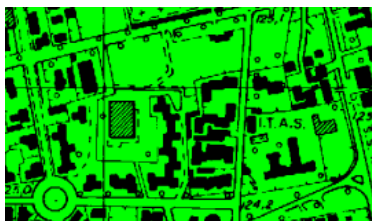
## 6. CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Per la definizione dei parametri geotecnici del terreno e per la definizione delle azioni sismiche si è fatto riferimento agli elaborati del piano geologico, idrogeologico e sismico del PGT.



Unità di Treviglio (COMPLESSO DEL BREMBO): depositi testimoni delle ultime grandi avanzate glaciali, costituiti da ghiaie a supporto clastico con ciottoli arrotondati e matrice sabbiosa; localmente si sviluppano limi e sabbie di esondazione, da massivi a laminati.

Figura 1: Tavola 01, relativa alla geologia



LITOSTRATIGRAFIA: ghiaia con matrice limoso argillosa nei primi 1-2 m di profondità, seguita da ghiaia con sabbia da fine a grossolana  
SUOLO: da sottile a moderatamente profondo di tipo II s e III s  
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.: GP-GW  
SOGGIACENZA MEDIA DELLA FALDA: compresa tra 5 e 10 m  
VALUTAZIONE GENERALE: terreni di buone caratteristiche geotecniche  
PRESCRIZIONI: falda relativamente poco profonda (5-10 m); nel caso di strutture interrato, andranno definite attraverso specifici studi le possibili interazioni tra falda e opere in progetto.

Figura 2: Tavola 04, relativa alla prima caratterizzazione geologico-tecnica

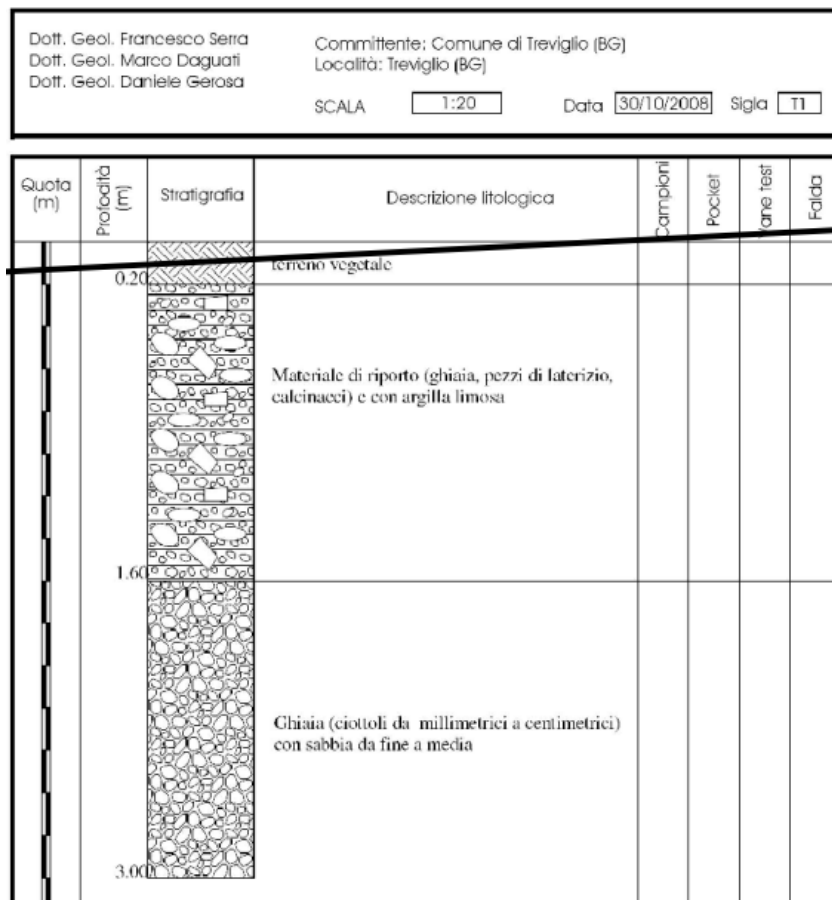


Figura 3: Trincea esplorativa eseguita nelle vicinanze del sito



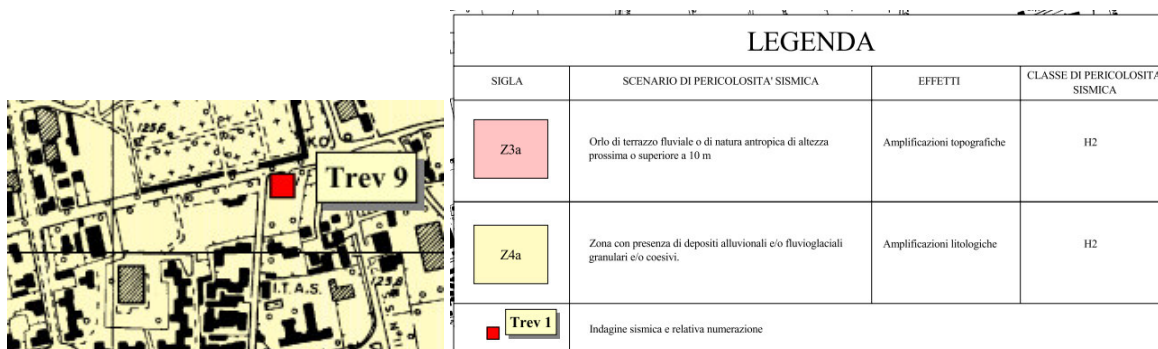


Figura 4: Tavola 05, relativa alla pericolosità sismica locale



**Classe 2 (giallo) - Fattibilità con modeste limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati, nelle norme geologiche di piano, gli approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.

**Classe 2a - La sottoclasse definisce un'area con vulnerabilità della falda da moderata ad alta**

**Classe 2b - La sottoclasse individua zone con limitazioni di natura geotecnica**

**EFFETTI SISMICI**

**Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e fluvioglaciali granulari e coesivi. - Amplificazione litologica**

Figura 5: Tavola 13, relativa alla fattibilità geologica

Per le verifiche relative al terreno di fondazione si è fatto riferimento all'approccio 2 (NTC paragrafi 2.6.1 - 6.2.4.1 - 6.4.2) utilizzando i coefficienti A1 per le azioni (i medesimi utilizzati per le strutture in elevazione), i coefficienti M1 per i parametri del terreno (pari a 1) e i coefficienti R3 per le resistenze. Per la verifica a ribaltamento si sono utilizzati i coefficienti EQU come indicato in normativa.

Sono stati impiegati i seguenti parametri per il terreno:

- a) Peso unitario del terreno ( $\gamma$ ): 18 kN/m<sup>3</sup>;
- b) Angolo d'attrito ( $\Phi$ ): 26°.

Coefficienti di sicurezza considerati:

coefficiente di sicurezza capacità portante (R3) CS = 2,3

coefficiente di sicurezza per ribaltamento (R2) CS = 1,0

coefficiente di sicurezza per scorrimento (R3) CS = 1,1

Il calcolo della capacità portante è stato eseguito secondo la formula generale

$$q_{lim} = 0.5 \gamma_c B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Per i fattori di capacità portante  $N_i$  e i fattori di forma  $s_i$  si sono utilizzate le seguenti formule, con  $B'$  e  $L'$  dimensioni della fondazione equivalente per carico eccentrico:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi} \cdot \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \phi$$

$s_c$	$s_q$	$s_\gamma$
$1 + \frac{B'}{L'} \cdot \frac{N_q}{N_c}$	$1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$	$1 - 0,4 \cdot \frac{B'}{L'}$

I coefficienti relativi all'inclinazione del carico sono stati calcolati secondo la seguente formulazione:

Terreno	$i_c$	$i_q$	$i_\gamma$
$c = 0$	-	$\left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$\left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$
$m = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$	$m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$	$m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$	$\theta$ è l'angolo fra la direzione del carico proiettata sul piano di fondazione e la direzione di $L$

Si sono posti uguale a 1 i fattori relativi all'inclinazione del piano di posa  $b_i$  e del piano campagna  $g_i$  e quelli relativi alla profondità della fondazione  $d_i$  (a favore di sicurezza). La resistenza del terreno, ridotta dal coefficiente di sicurezza, deve risultare maggiore delle sollecitazioni:  $q_{Rd} = q_{lim}/CS > q_{Sd}$ .



## 7. CARICHI CONSIDERATI

### 7.1. Carichi statici

Carichi solaio sottotetto:

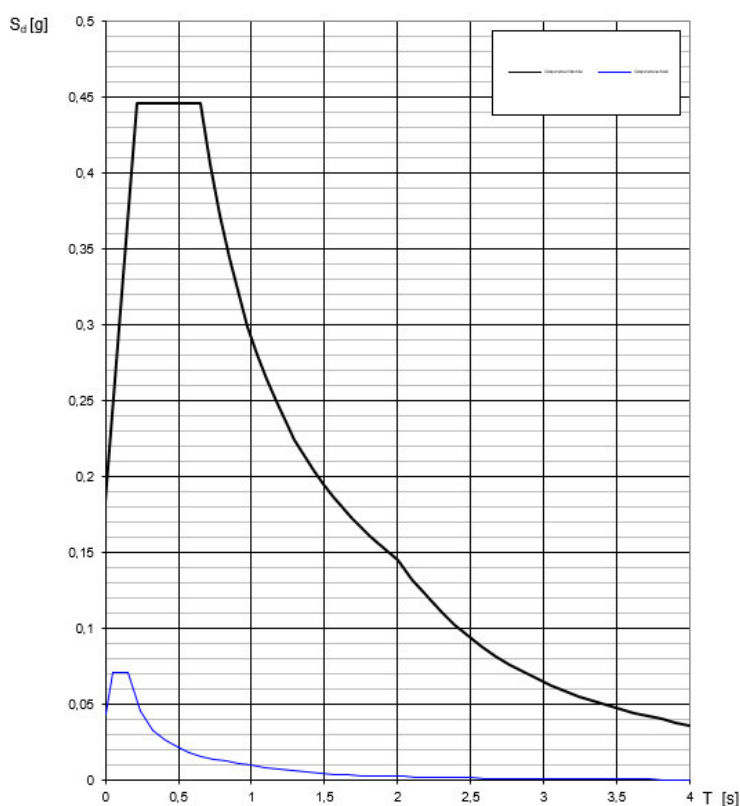
- Peso proprio: 2,75 kN/m<sup>2</sup>
- Permanenti portati: 3,60 kN/m<sup>2</sup>
- Variabile: 2,00 kN/m<sup>2</sup>

### 7.2. Azioni sismiche

Con riferimento alla vigente normativa e agli elaborati del PGT, sono stati considerati i seguenti parametri per la determinazione dell'azione sismica:

- categoria di sottosuolo: D
- categoria topografica: T1
- $c_u=1,0$
- $v_N = 50$  anni

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite SLV**



#### Parametri indipendenti

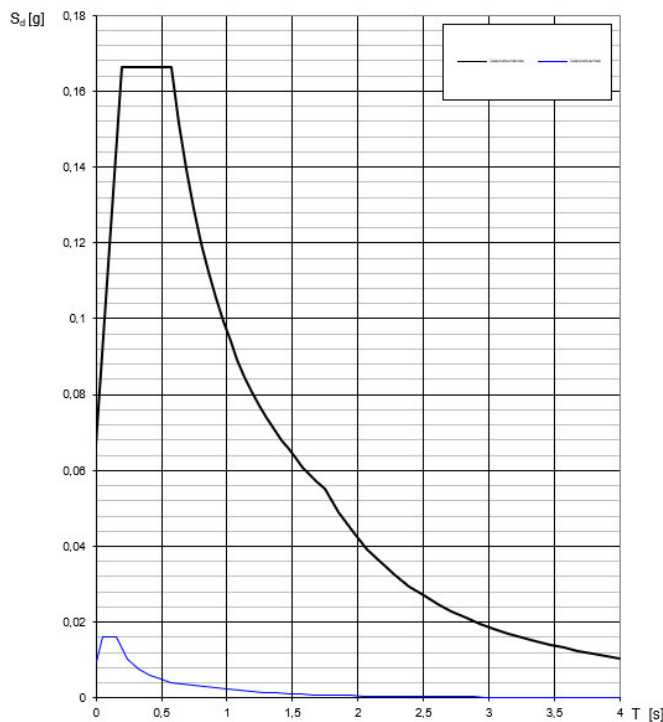
STATO LIMITE	SLV
$a_d$	0,102 g
$F_o$	2,437
$T_c$	0,274 s
$S_s$	1,800
$C_c$	2,390
$S_T$	1,000
$q$	1,000

#### Parametri dipendenti

$S$	
$\eta$	1,000
$T_B$	0,218 s
$T_C$	0,654 s
$T_D$	2,006 s

Figura 6. Spettro di risposta elastico SLV

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite SLD**



**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,037 g
$F_o$	2,494
$T_C$	0,215 s
$S_S$	1,800
$C_C$	2,698
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

S	
$\eta$	1,000
$T_B$	0,193 s
$T_C$	0,579 s
$T_D$	1,748 s

Figura 7: Spettro di risposta elastico SLD

## 8. COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni sono combinate come previsto dalle NTC 18:

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire *combinato con*.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

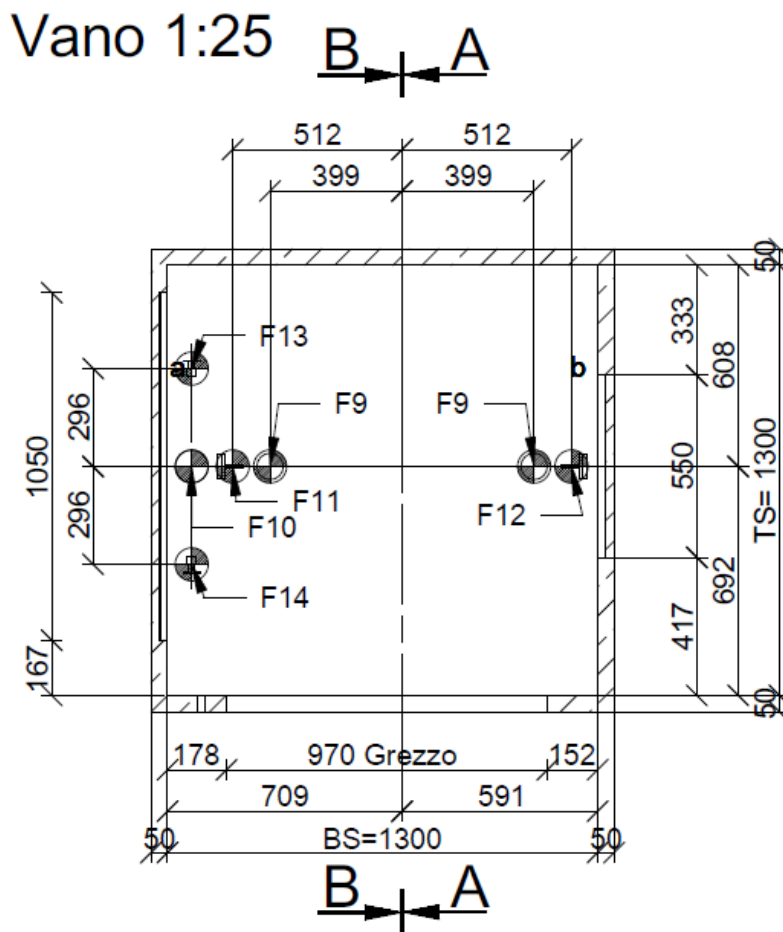
**Tabella 2.5 I** – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

## 9. FASCICOLO DEI CALCOLI

### 9.1. Verifica fossa ascensore

Sulla fossa del vano ascensore, al di là dello specifico modello che sarà selezionato, agiscono in via indicativa le forze riportate in figura. Si noti che una volta disponibile la scheda tecnica del modello che verrà effettivamente installato sarà necessario controllare tali verifiche.



Accessi: 0, 1, 2

Forze nel vano

F9 = 16079 N	F50x_T = 357 N (Corsa)
F10 = 24348 N	F50y_T = 411 N (Corsa)
F11 = 21104 N	F50x_PH = 796 N (HSG/HSK)
F12 = 10151 N	F50y_PH = 715 N (HSG/HSK)
F13 = 5512 N	M50z_T = 94 Nm (Corsa)
F14 = 2600 N	M50z_PH = 163 Nm (Corsa)

Forze F11 + F12 solo durante il funzionamento del paracadute.

F9 - F10 arresto sugli ammortizzatori cabina/contrappeso

Si riporta la verifica a capacità portante della platea della fossa, avendo applicato i carichi verticali ed un momento ricavato dai carichi moltiplicati per il braccio rispetto al baricentro della platea. Tutti i carichi sono stati moltiplicati per un fattore di sicurezza pari ad 1,5.

#### Capacità portante terreno

angolo di attrito	$\phi$ [°]	26	lato direzione x magrone	Bx [m]	2,09
coesione interna	c [kN/m²]	0	lato direzione y magrone	By [m]	2,11
peso di volume	$\gamma_t$ [kN/m³]	18	azione assiale plinto	NEd [kN]	22,56188
sovraccarico permanente q [kN/m²]		29,6	azione assiale totale	NEd [kN]	166,28
coefficiente di sicurezza	CS	2,3	momento ecc. carico asse y	MEdy [kNm]	0,00
azione assiale	NEd [kN]	143,72	momento totale asse y	MEdy [kNm]	42,43
lato direzione x	Bx [m]	1,89	eccentricità totale dir x	ex [m]	0,26
lato direzione y	By [m]	1,91	momento ecc. carico asse x	MEdx [kNm]	0,00
spessore	s [m]	0,25	momento totale asse x	MEdx [kNm]	0,00
eccentricità carico dir x	e [m]	0	eccentricità totale dir y	ey [m]	0,00
eccentricità carico dir y	e [m]	0	lato direzione x ridotto	B'x [m]	1,58
spessore magrone	sm [m]	0,1	lato direzione y ridotto	B'y [m]	2,11
momento sul plinto asse MEdy [kNm]		42,43		Nq	11,85
momento sul plinto asse MEdx [kNm]		0,00		Ng	10,59
				Nc	22,25
			capacità portante	qt,Rd [kPA]	218,00
			sollecitazione	qt,Sd [kPA]	43,12

qt,Rd > qt,Ed --> verificato

**Titolo :** Verifica a flessione platea fossa ascensore

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	189	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,68	4,1
2	10,68	20,9

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐  
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C25/30  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

**M**  kNm  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  cm x/d   
 $\delta$

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

☐ Precompresso

Risulta che MEd=42,23 kNm < MRd=89,01 kNm

Si riporta la verifica a flessione delle pareti della fossa nei confronti della spinta del terreno, considerando anche il contributo dei carichi variabili.

### Carichi esterni

sovraccarico perm pavimento	G2k [kPa]	2,00
sovraccarico variabile	Qk [kPa]	4,00

### Parametri terreno

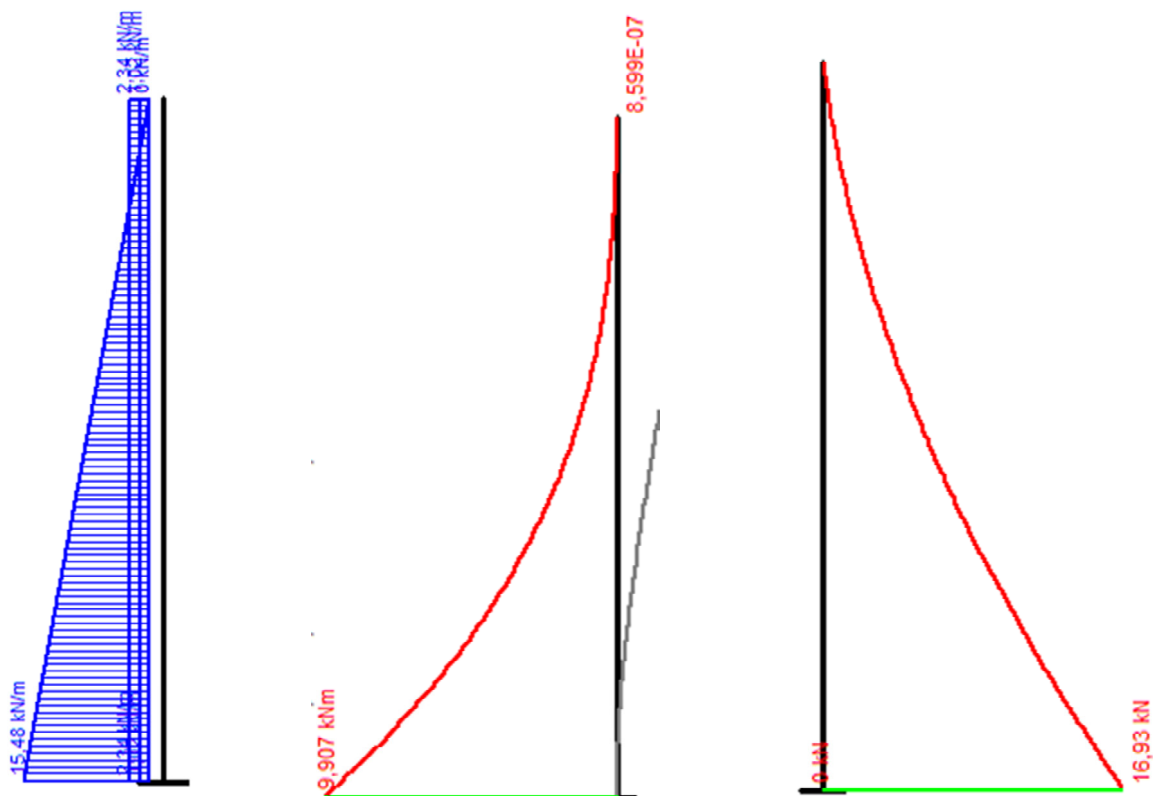
angolo di attrito	$\phi$ [°]	26,0
peso di volume terreno	$\gamma_t$ [kN/m³]	20
coeff. spinta attiva	Ka	0,39

### Coefficienti parziali

permanenti strutturali	$\gamma_{G1}$ [-]	1,30
permanenti non strutturali	$\gamma_{G2}$ [-]	1,30
variabili da traffico	$\gamma_Q$ [-]	1,50

### Azioni

profondità base parete	z [m]	1,53
spinta terreno base parete	$K_a * \gamma_t * z * \gamma_{G1}$ [kN/m/m]	15,48
sovraccarico perm pavimento	$G2k * \gamma_{G2}$ [kN/m/m]	1,02
sovraccarico variabile	$Qk * \gamma_Q$ [kN/m/m]	2,34





**Titolo :** Verifica a flessione parete fossa ascensore

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	20

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	4,1
2	5,65	15,9

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C25/30  
 E<sub>su</sub>  ‰ E<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² E<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 E<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
 τ<sub>c1</sub>  ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 E<sub>c</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  w/d   
 δ

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

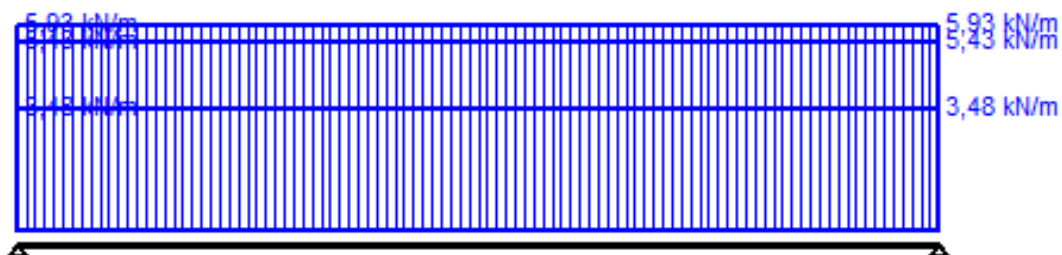
N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

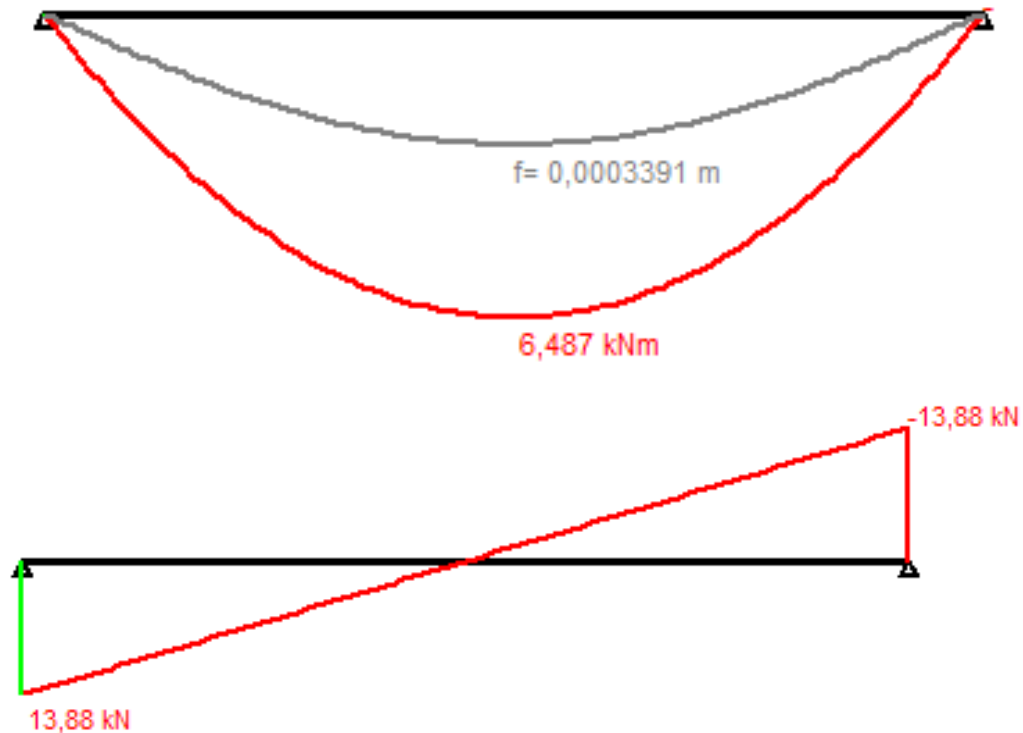
☐ Precompresso

Risulta che M<sub>Ed</sub>=9,9 kNm < M<sub>Rd</sub>=36,04 kNm

## 9.2. Verifica trave sez. 25x22 al piano sottotetto

Si riportano lo schema statico e le sollecitazioni sulla trave





**Titolo:** Verifica a flessione trave 25x22

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	25	19

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2.26	14.6

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**

☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  x/d   
 $\delta$

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm Col. modello

☐ Precompresso

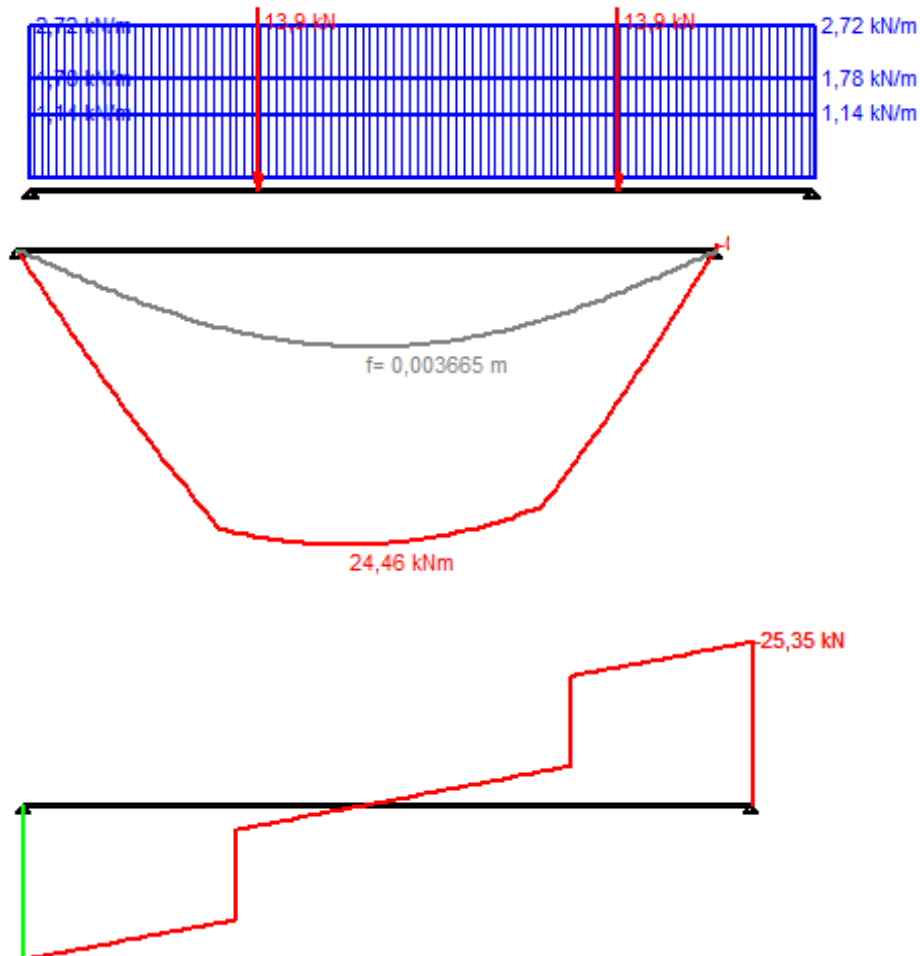
Risulta che  $M_{Ed} = 6.5 \text{ kNm} < M_{Rd} = 11.78 \text{ kNm}$

### Verifica a taglio trave 25x22

Dati				Materiali			
V	=	13,9	kN	fck	=	25	
H	=	190	mm	gammac	=	1,5	
h' (copriferro)	=	44	mm	acc	=	0,85	
d	=	146	mm	fcd	=	14,17	N/mm <sup>2</sup>
b	=	250	mm	fyk	=	450	
				gammass	=	1,15	
				fyd	=	391,3	N/mm <sup>2</sup>
				incl.Armatore	=	90 °	
				incl.Puntone	=	27 °	
Verifica				Armatura Taglio			
V <sub>Rsd</sub>	=	80,7	kN	area staffe	=	50,00	mm <sup>2</sup>
V <sub>Rcd</sub>	=	94,1	kN	nb	=	2	
				ΔZ	=	125	mm

### 9.3. Verifica trave 38x22 al piano sottotetto

Si riportano lo schema statico e le sollecitazioni sulla trave allo SLU



**Titolo :** Verifica a flessione trave 38x22

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	38	19

N°	As [cm²]	d [cm]
1	9,42	14,2
2	3,39	4,6

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  N/mm²  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
 τ<sub>c1</sub>  N/mm²

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  cm x/d   
 ξ

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>o</sub>  cm Col. modello  
☐ Precompresso

Risulta che M<sub>Ed</sub>=24,5 kNm < M<sub>Rd</sub>=40,67 kNm

### Verifica a taglio trave 38x22

Dati	
V	= 25,4 kN
H	= 220 mm
h' (copriferro)	= 44 mm
d	= 176 mm
b	= 380 mm

---

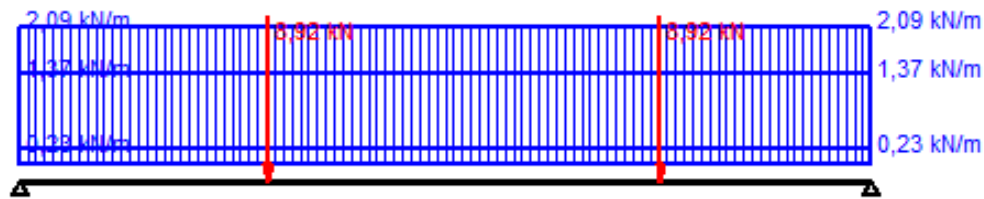
Verifica	
V <sub>Rsd</sub>	= 97,3 kN verificato
V <sub>Rcd</sub>	= 172,5 kN verificato

---

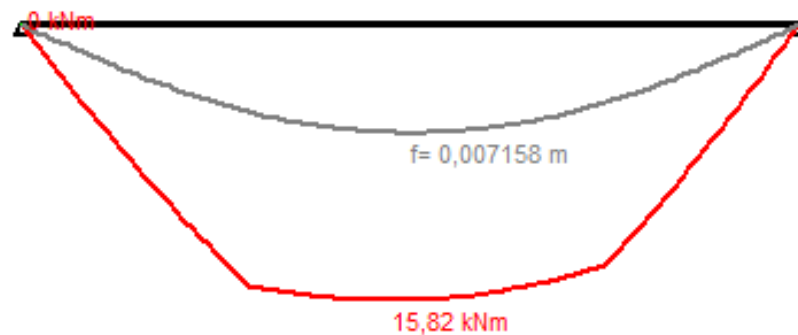
Materiali	
f <sub>ck</sub>	= 25
γ <sub>mac</sub>	= 1,5
α <sub>cc</sub>	= 0,85
f <sub>cd</sub>	= 14,17 N/mm²
f <sub>yk</sub>	= 450
γ <sub>mas</sub>	= 1,15
f <sub>yd</sub>	= 391,3 N/mm²
incl.Armatore	= 90 °
incl.Puntone	= 27 °

Armatura Taglio	
area staffe	= 50,00 mm²
nb	= 2
ΔZ	= 125 mm

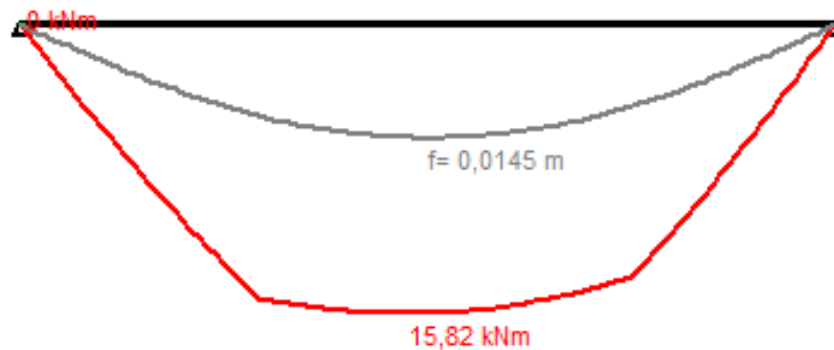
Si riporta lo schema statico della trave allo SLE combinazione quasi permanente.



Si riporta la deformata con sezione interamente reagente, considerando il modulo elastico ridotto per tenere in conto della viscosità (13394 MPa) e considerando il momento d'inerzia della sezione pari a 25069 cm<sup>4</sup>.



Si riporta la deformata con sezione parzializzata, considerando il modulo elastico ridotto per tenere in conto della viscosità (13394 MPa) e considerando il momento d'inerzia della sezione pari a 12375 cm<sup>4</sup>.



A pagina seguente si riporta uno specchietto che sintetizza la verifica a deformabilità.

**Verifica a deformabilità in combinazione SLE perm**

**Calcestruzzo**

$f_{ck}$	=	25,0 N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	=	1,5
$\alpha_{cc}$	=	0,85
$f_{cd}$	=	14,17 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	=	3,08 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	=	31 476 N/mm <sup>2</sup>
$t_0$	=	30 giorni
$\phi$	=	2,35
$E_{c,eff}$	=	13 394 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yk}$	=	450 N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s$	=	1,15
$f_{yd}$	=	391,30 N/mm <sup>2</sup>
$E_{sm}$	=	210 000 N/mm <sup>2</sup>
$n$	=	15,68

**Caratteristiche sezione composta fessurata - breve termine**

$J_{id}$	=	12 375 cm <sup>4</sup>
$p_f$	=	14,50 mm

**Verifica a deformabilità**

Barre ad aderenza migliorata

Carichi di lunga durata o ciclici

$M_{SLE,perm}$	=	15,82 kNm
Luce	=	3,80 m
$\beta_1$	=	1
$\beta_2$	=	0,5
$\xi$	=	0,94

$p^*$	=	14,09 mm
$p_{max,amm} (L/250)$	=	15,20 mm

**Caratteristiche sezione omogeneizzata interamente reagente**

$b$	=	38,0 cm
$h$	=	19 cm
$y_G$	=	0,22 cm
$J_{id}$	=	25 069 cm <sup>4</sup>
$W$	=	2 579 cm <sup>3</sup>
$M_{cr}$	=	5 kNm
$p$	=	7,20 mm

Brescia settembre 2023

Il tecnico progettista  
Ing. Alessandro Gasparini