

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



**U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA CENTRO**

CUP J84C19000370009

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA**

**NODO DI BRESCIA**

**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA**

**Relazione di calcolo Gruppo Elettrogeno GE**

--	--

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I N 1 M	1 1	D	2 6	C L	F A 0 2 0 0	0 0 2	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva		Gennaio 2022	N.Carella <i>N.Carella</i>	Gennaio 2022	L.Barchi <i>L.B</i>	Gennaio 2022	A.Perego Gennaio 2022



File IN1M11D26CLFA0200002A	n. Elab.:
----------------------------	-----------

	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	2 di 41

## Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	NORME DI RIFERIMENTO .....	4
3	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	6
4.1	Opere in calcestruzzo armato .....	6
4.1.1	Magrone .....	6
4.1.2	Struttura in fondazione:.....	6
4.1.3	Acciaio per calcestruzzo armato .....	7
4.2	Copriferro.....	7
5	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO .....	8
6	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO .....	9
6.1	Carichi permanenti.....	9
6.2	Carichi variabili .....	10
6.3	Azioni della neve.....	11
6.4	Azioni del vento .....	12
6.5	Azione sismica.....	15
6.5.1	Individuazione della Vita nominale e Classe d'uso.....	15
6.5.2	Classe di duttilità.....	15
7	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA .....	19
8	COMBINAZIONI DI CARICO .....	21
9	SOLLECITAZIONI MASSIME .....	24
10	VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI.....	29
10.1	Verifiche a flessione, taglio e fessurazione del basamento .....	29
10.2	Sollecitazioni e Verifica a carico limite fondazione .....	38
11	CONCLUSIONI .....	41

	<b>LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	3 di 41

## 1 **PREMESSA**

Il presente documento ha lo scopo di illustrare il Progetto di Definitivo del Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia, che riguarda la realizzazione del nuovo PRG di scalo per adeguarlo alle nuove esigenze di traffico merci e dotarlo di un'asta di manovra da 750 m lato Milano, che permetterà l'instradamento dei treni verso Verona.

Il presente progetto concerne la realizzazione di basamenti in C.A per la collocazione di gruppi elettrogeni adiacenti ai Fabbricati T3\_B.

Lo scopo della relazione è quello di verificare il dimensionamento del basamento a sostegno del Generatore Energetico, non è quindi oggetto del presente documento il dimensionamento della tettoia in acciaio a protezione del generatore.

I GE a servizio dei fabbricati tecnologici avranno due basamenti di dimensioni rispettivamente 4,50 x2,3m.

	LINEA A.V./A.C.MILANO–VERONA					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	4 di 41

## 2 NORME DI RIFERIMENTO

- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018;
- C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 E del 2020: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 E del 2020: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- Norma UNI EN 206:2021: "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- Norma UNI 11104-2016: Calcestruzzo," Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali";
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- Norma UNI EN 1997-1:2013: "Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali";
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- STI 2014 –Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

### 3 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La fondazione è costituita da una platea in c.a., realizzata su un unico livello di spessore 30cm e dimensioni in pianta pari a 4.50 x 2.30m.

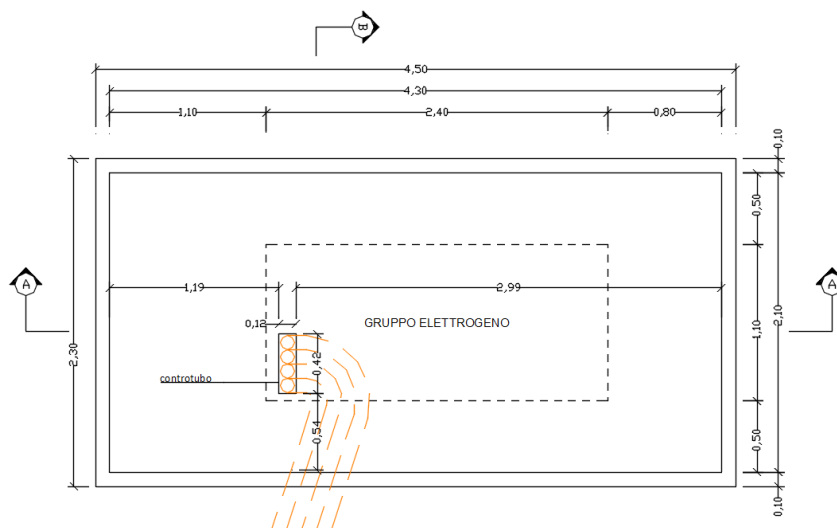


Figura 3-1 - Shelter pianta

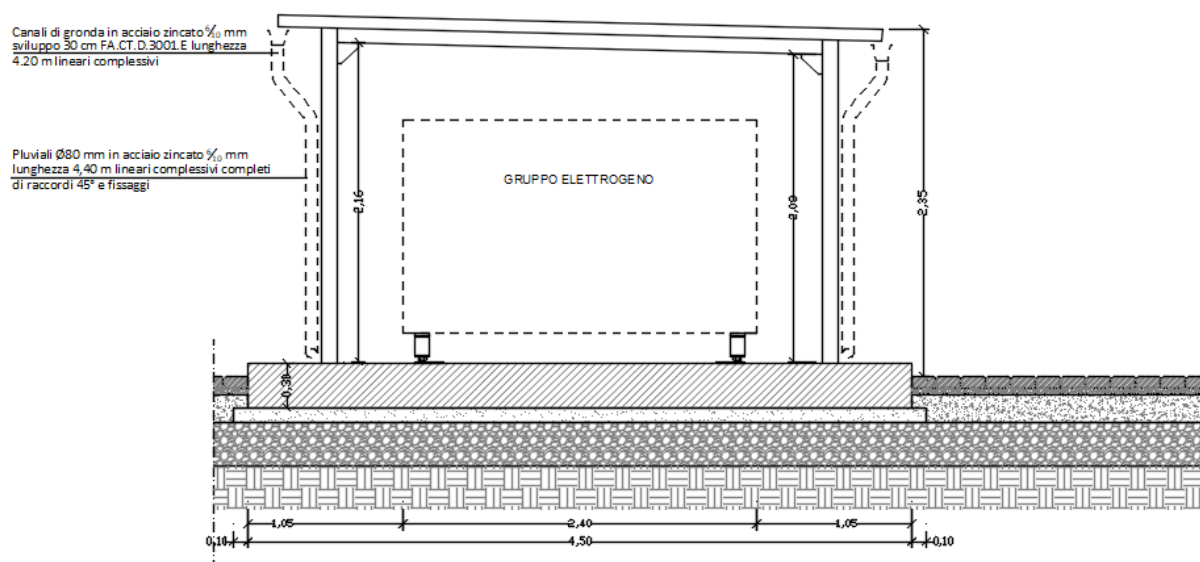


Figura 3-2 - GE prospetto

	LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO INM1	LOTTO 11D26	TIPO DOC. CL	OPERA/DISCIPLINA FA0200002	REV. A	FOGLIO 6 di 41

#### 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

È previsto l'utilizzo dei seguenti materiali dei quali di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche:

##### 4.1 Opere in calcestruzzo armato

Per i calcestruzzi si fa riferimento alle normative Norma UNI EN 206:2021 (Specificazione, prestazione, produzione e conformità)

##### 4.1.1 Magrone

Conglomerato classe di resistenza C12/15 – Rck 15MPa

- Resistenza Caratteristica a Compressione (Cil.) →  $f_{ck} = 12 \text{ N/mm}^2$
- Classe di Esposizione → X0
- Classe di Consistenza → S3
- Resistenza Media a Compressione →  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ N/mm}^2$

##### 4.1.2 Struttura in fondazione:

Per la realizzazione della struttura di fondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C30/37 (Rck  $\geq 37 \text{ N/mm}^2$ ), che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza Caratteristica a Compressione (Cil.) →  $f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} 30 \text{ N/mm}^2$
- Classe di Esposizione → XC3 (condiz. ambientali ord.)
- Classe di Consistenza → S4
- Resistenza Media a Compressione →  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico →  $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3} = 33.019 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Sicurezza →  $Y_c = 1,5$
- Resistenza di Calcolo a Compressione →  $f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / Y_c = 17,40 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione Media →  $f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3} = 2,94 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione →  $f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm} = 2,06 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione di Calcolo →  $f_{ctd} = f_{ctk} / Y_c = 1,37 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Rara) →  $\sigma_c = 0,6 \times f_{ck} = 18,43 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Q.P.) →  $\sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 13,82 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza →  $f_{bk} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk} = 3,24 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo →  $f_{bd} = f_{bk} / Y_c = 2,16 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione Ultima a Rottura →  $\epsilon_{cu} = 0,0035$

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	7 di 41

- Rapporto max a/c → 0,55
- Tipo di cemento → CEM IV
- Contenuto minimo cemento (UNI 11103) → 320 kn/m<sup>3</sup>
- copriferro minimo (FS N°I/SC/PS-OM/2298) → 40 mm

#### 4.1.3 Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 18 avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione di snervamento caratteristica →  $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura →  $f_u = 540 \text{ N/mm}^2$
- Fattore di sicurezza acciaio →  $Y_s = 1,15$
- Resistenza a trazione di calcolo →  $f_{yd} = f_{yk} / Y_s = 391 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione (Comb. Rara) →  $\sigma_s = 0,80 \times f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico →  $E_a = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione di Snervamento di Progetto →  $\epsilon_{yd} = 0,0019$
- Densità →  $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

#### 4.2 Copriferro

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare le indicazioni della tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019, riportata di seguito, in cui sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

C <sub>min</sub>	C <sub>o</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> < C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> < C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> < C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> < C < C <sub>o</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tabella 1 - Copriferro e condizioni ambientali

Nel caso in esame il copriferro minimo previsto (come da tabella materiali) è di 20 mm per piastre di fondazioni. Va aggiunta la tolleranza di posa, pari a 10 mm. Si riporta una tabella riepilogativa:

	Ambiente	Copriferro nominale
Fondazioni	Ordinario	40

Tabella 2 - Copriferro adottato

La rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti sarà valutata mediante le prescritte prove di accettazione.

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	8 di 41

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

Il complesso è poggiato su suolo elastico la cui costante di Winkler è calcolata come segue:

$$K_v = [(1/B)*E]/[(B*ct*(1-v^2))]$$

- B = Lato minore fondazione
- L = Lato maggiore fondazione
- V = coefficiente di poisson
- ct = fattore di forma

Molle Winkler		
B	2.30	m
L	4.50	m
ct	1.21	
E	50000.00	KPa
v	0.30	
Kv	19720.22	kN/m3



	<b>LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO <b>INM1</b>	LOTTO <b>11D26</b>	TIPO DOC. <b>CL</b>	OPERA/DISCIPLINA <b>FA0200002</b>	REV. <b>A</b>

## 6 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

I pesi dei materiali utilizzati per le strutture portanti sono conformi alle NTC 18.

Del peso proprio degli elementi strutturali, tiene conto il programma di calcolo che considera il seguente peso specifico del calcestruzzo armato:

- calcestruzzo armato → 25 kN/m<sup>3</sup>

Si riportano di seguito le analisi dei carichi unitari agenti sulla struttura.

I valori delle azioni di seguito indicati sono stati considerati come valori caratteristici nelle verifiche agli stati limite.

### 6.1 Carichi permanenti

- G1 - Peso proprio soletta**

Il peso degli elementi strutturali modellati (in questo caso la sola platea) viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo.

- G2 – Peso proprio generatore**

Il peso del Gruppo Elettrogeno posto sull'estradosso della fondazione viene calcolato facendo riferimento alle seguenti caratteristiche geometriche:

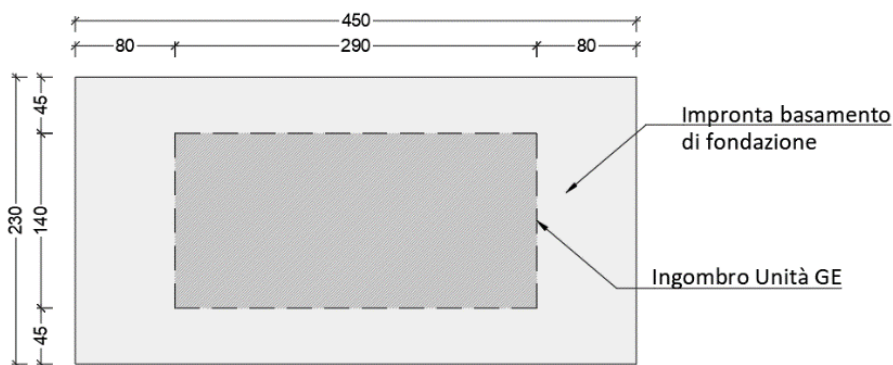


Figura 6-1 – Schema dimensioni GE e platea di fondazione

Lato corto unità GE

$$B_{GE} = 1.40\text{m}$$

Lato lungo unità GE

$$L_{GE} = 2.90\text{m}$$

Peso totale unità GE

$$G_{GE,k} = 29.00\text{kN}$$

	<b>LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO <b>INM1</b>	LOTTO <b>11D26</b>	TIPO DOC. <b>CL</b>	OPERA/DISCIPLINA <b>FA0200002</b>	REV. <b>A</b>

Il peso totale è così composto:

Macchina a secco: 26.50kN

Serbatoio a secco: 2.50kN

- **G3 – Peso proprio Tettoia**

Il peso totale è così composto:

Lamiera grecata coibentata: 0.12 kN/m<sup>2</sup>

Travi convergenti sulle colonne: 2.40 kN per colonna

## 6.2 Carichi variabili

Si ipotizza, a favore di sicurezza, che il serbatoio carburante, posizionato alla base della macchina, abbia una capacità di 700l di gasolio e sia completamente pieno. Tenendo conto, a favore di sicurezza, di un peso specifico pari a 1000kg/m<sup>3</sup> (nel caso di un'ipotetica manutenzione e pulizia del serbatoio), si ha:

$$Q_{k\_gas} = 7.00kN$$

Tenendo conto che il 'GE' poggia su 4 piedini posti ai vertici della pianta e ripartendo il carico complessivo fra essi, si ottiene (arrotondando a favore di sicurezza):

Carico su singolo piedino:  $Q_{k\_gas\_p} = 2.00kN$

Locale accessibile per sola manutenzione (cat.H1) = 0,50 kN/m<sup>2</sup>

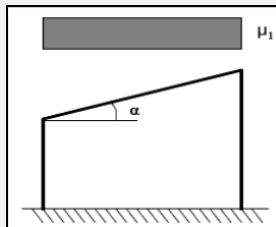
$$Q_H = 0.50kN$$

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	11 di 41

### 6.3 Azioni della neve

Come altitudine si fa riferimento alla stazione di Delia situata a 363 m s.l.m la quale lungo la tratta ferroviaria, è quella altimetricamente più elevata e soggetta al maggior carico neve.

CALCOLO AZIONE DELLA NEVE - NTC 2018 §3.4						
Caratteristiche del Sito	Zona	NTC 2018 §3.4.2			I - Alpina	
	Altitudine s.l.m.			$a_s =$	134 m	
	Valore di riferimento del carico neve al suolo					
	$q_{sk} = 1.50 \text{ kN/m}^2$ , $a_s \leq 200 \text{ m s.l.m.}$			$q_{sk} =$	<b>1.50</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
	$q_{sk} = 1.39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2$ , $a_s > 200 \text{ m s.l.m.}$					
Coefficiente di esposizione		NTC 2018 §3.4.4 Tab. 3.4.I		$C_E =$	1	
Coefficiente Termico		NTC 2018 §3.4.5		$C_t =$	1	
Coefficiente di Forma	Angolo di Inclinazione della Falda	NTC 2018 §3.4.3		$\alpha_1 = \alpha_2$	0 °	
				$\mu_1 (\alpha)$	0.8	



$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/m}^2\text{])} = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

$\mu_i$  (coefficiente di forma)

$q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>])

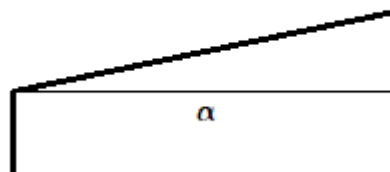
$C_E$  (coefficiente di esposizione)

$C_t$  (coefficiente termico)

Inclinazione falda	0 [deg]
--------------------	---------

$\mu_1$	0.80
---------	------

1.20 kN/mq μ1



	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	12 di 41

## 6.4 Azioni del vento

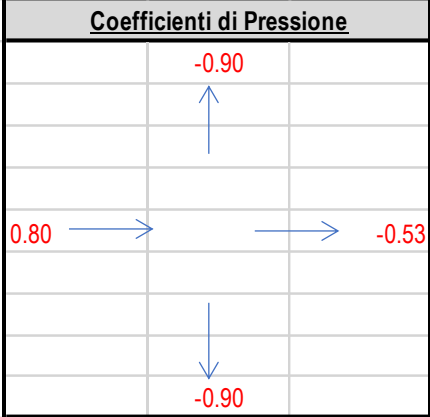
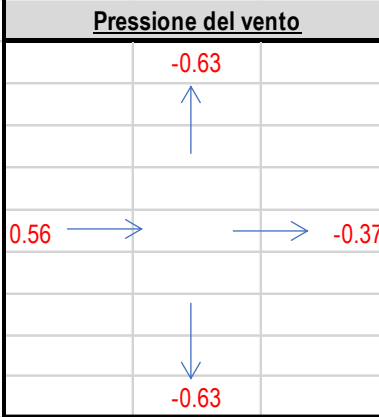

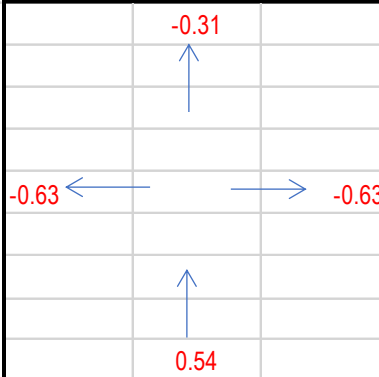
Per il calcolo del carico da vento di considera (par. 3.3 NTC2018), vengono qui di seguito riportati i parametri utilizzati per la valutazione della pressione del vento in conformità a quanto descritto nel paragrafo 3.3 delle NTC.

CALCOLO AZIONE DEL VENTO – NTC2018 §3.3						
<i>Dati sito</i>	<i>Distanza dalla costa</i>			d =	<b>170</b>	km
	<i>Altezza massima struttura</i>			z =	<b>2.35</b>	m
<i>Velocità base di riferimento</i>	Zona	NTC 2018	tab. 3.3.I		<b>1</b>	
	Altitudine s.l.m.			a <sub>s</sub> =	<b>134</b>	m
		NTC 2018	tab. 3.3.I	a <sub>0</sub> =	1000	m
		NTC 2018	tab. 3.3.I	v <sub>b,0</sub> =	25	m/s
		NTC 2018	tab. 3.3.I	k <sub>s</sub> =	0.4	
	Coefficiente di Altitudine	NTC 2018	§3.3.1	c <sub>a</sub>	1.00	
	c <sub>a</sub> = 1	a <sub>s</sub> ≤ a <sub>0</sub>				
	c <sub>a</sub> = 1 + k <sub>s</sub> · (a <sub>s</sub> /a <sub>0</sub> - 1)	a <sub>0</sub> < a <sub>s</sub> < 1500 m				
	Velocità Base di Riferimento					
	2.35 m dal suolo, cat.II, 50 anni			v <sub>b</sub> = v <sub>b,0</sub> · c <sub>a</sub> =	25.0	m/s
<i>Velocità di riferimento</i>	Periodo di riferimento	NTC 2018	§3.3.2	Tr =	<b>50</b>	anni
	Coefficiente di ritorno	NTC 2018	§3.3.2	cr =	1.00	
	Velocità di riferimento	NTC 2018	§3.3.2	v <sub>r</sub> = v <sub>b</sub> · c <sub>r</sub> =	25.0	m/s
<i>Pressione del vento</i>	Pressione cinetica di riferimento	NTC 2018	§3.3.6	q <sub>r</sub> (v <sub>r</sub> ) =	<b>391.2</b>	N/m <sup>2</sup>
	p = q <sub>r</sub> · c <sub>e</sub> · c <sub>d</sub>			p =	<b>704.4</b>	N/m <sup>2</sup>
<i>Coefficiente di esposizione</i>	Classe di rugosità del terreno	NTC 2018	tab. 3.3.III		<b>D</b>	
	Categoria di esposizione del sito:	NTC 2018	fig. 3.3.2		II	
		NTC 2018	tab. 3.3.II	k <sub>r</sub> =	0.19	
		NTC 2018	tab. 3.3.II	z <sub>0</sub> =	0.05	m
		NTC 2018	tab. 3.3.II	z <sub>min</sub> =	4	m
	Coefficiente topografico	NTC 2018	§3.3.7	c <sub>t</sub> =	<b>1</b>	
	Coefficiente di esposizione a z <sub>min</sub>	NTC 2018	§3.3.7			
c <sub>e</sub> (z) = k <sub>r</sub> <sup>2</sup> · c <sub>t</sub> · ln(z/z <sub>0</sub> ) · [7 + c <sub>t</sub> · ln(z/z <sub>0</sub> )]	z ≥ z <sub>min</sub>					
c <sub>e</sub> (z) = c <sub>e</sub> (z <sub>min</sub> )	z < z <sub>min</sub>			c <sub>e</sub> (z <sub>min</sub> ) =	<b>1.8</b>	

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	13 di 41

<i>Coefficiente</i>	Coefficiente dinamico	NTC 2018	§3.3.9	$c_d =$	<b>1</b>
---------------------	-----------------------	----------	--------	---------	----------

Configurazione rettangolare 1						
<i>Coefficiente di pressione</i>	<b>Vento in direzione x</b>					
	Dimensione della faccia perpendicolare al vento			$b_1 =$	<b>2.40</b>	m
	Dimensione della faccia parallela al vento			$d_1 =$	<b>1.10</b>	m
	Altezza del volume 1			$h_1 =$	<b>1.65</b>	m
	Rapporto $h_1/d_1$			$h_1/d_1 =$	1.50	-
	<b>Coefficiente di pressione per la faccia sopravvento</b>	NTC 2018	tab. 3.3.I	$c_{pe,x,1} =$	<b>0.80</b>	-
	<b>Coefficiente di pressione per le facce laterali</b>	NTC 2018	tab. 3.3.I	$c_{pe,y,1} =$	<b>-0.90</b>	-
<b>Coefficiente di pressione per la faccia sottovento</b>	NTC 2018	tab. 3.3.I	$c'_{pe,x,1} =$	<b>-0.53</b>	-	
<i>Coefficiente di pressione</i>	<b>Vento in direzione y</b>					
	Dimensione della faccia perpendicolare al vento			$b_1 =$	1.10	m
	Dimensione della faccia parallela al vento			$d_1 =$	2.40	m
	Altezza del volume 1			$h_1 =$	1.65	m
	Rapporto $h_1/d_1$			$h_1/d_1 =$	0.69	-
	<b>Coefficiente di pressione per la faccia sopravvento</b>	NTC 2018	tab. 3.3.I	$c_{pe,y,1} =$	<b>0.77</b>	-
	<b>Coefficiente di pressione per le facce laterali</b>	NTC 2018	tab. 3.3.I	$c_{pe,x,1} =$	<b>-0.90</b>	-
<b>Coefficiente di pressione per la faccia sottovento</b>	NTC 2018	tab. 3.3.I	$c'_{pe,y,1} =$	<b>-0.44</b>	-	

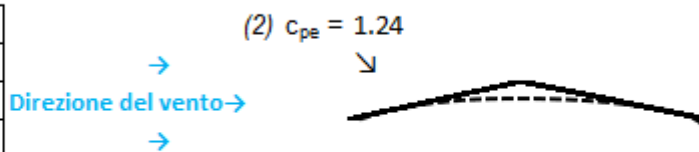
	Coefficienti di Pressione		Pressione del vento
b1 =	 <p>Diagram showing pressure coefficients for configuration b1 =: Top: -0.90 (up arrow); Left: 0.80 (right arrow); Right: -0.53 (right arrow); Bottom: -0.90 (down arrow).</p>		 <p>Diagram showing wind pressure for configuration b1 =: Top: -0.63 (up arrow); Left: 0.56 (right arrow); Right: -0.37 (right arrow); Bottom: -0.63 (down arrow).</p>
d1 =	 <p>Diagram showing pressure coefficients for configuration d1 =: Top: -0.44 (up arrow); Left: -0.90 (left arrow); Right: -0.90 (right arrow); Bottom: 0.77 (up arrow).</p>		 <p>Diagram showing wind pressure for configuration d1 =: Top: -0.31 (up arrow); Left: -0.63 (left arrow); Right: -0.63 (right arrow); Bottom: 0.54 (up arrow).</p>

Vento agente sulla Tettoia:

Configurazione più svantaggiosa

Configurazione A

(1) parete sopravvento	$c_p$	0.00
(2) copertura sopravvento	$c_p$	1.24
(3) copertura sottovento	$c_p$	0.00
(4) parete sottovento	$c_p$	0.00



(2) copertura sopravvento  
 $\pm 0.98 \text{ kN/mq}$

Direzione del vento →



	<b>LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO <b>INM1</b>	LOTTO <b>11D26</b>	TIPO DOC. <b>CL</b>	OPERA/DISCIPLINA <b>FA0200002</b>	REV. <b>A</b>

## 6.5 Azione sismica

### 6.5.1 Individuazione della Vita nominale e Classe d'uso

La vita nominale delle strutture oggetto della presente relazione, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata, è assunta pari a:

- VN = 75 anni

La classe d'uso della costruzione è invece assunta pari a:

- Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.

$C_u = 1.5$  - Come riportato nella Tabella 2.4.II delle NTC2018.

Tab. 2.4.II - Valori del coefficiente d'uso  $C_u$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 3 - Coefficiente d'uso  $C_u$

### 6.5.2 Classe di duttilità

In merito alla duttilità strutturale si è scelto di progettare una struttura di tipo non dissipativo

Date le caratteristiche geometriche e strutturali delle opere, per il progetto dei basamenti, è stato pertanto adottato un fattore di comportamento  $q=1,0$ .

Individuazione della Zona Sismica

Si riportano di seguito gli spettri di risposta elastici per ciascuno Stato Limite considerato (SLO, SLD e SLV).

Function Name: SLO\_Brescia Function Damping Ratio: 0.05

**Parameters**

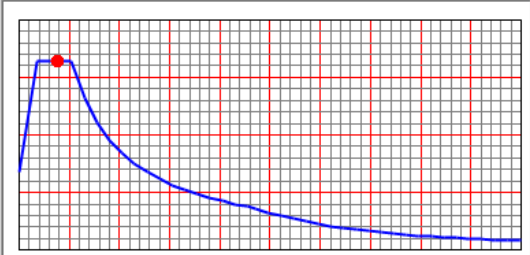
- ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude
- ag, F0 and Tc\* - by Island
- ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree): 10.18  
 Site Latitude (degree): 45.534  
 Island Name:   
 Limit State: SLO  
 Usage Class: IV  
 Nominal Life: 75.  
 Peak Ground Acc., ag/g: 0.0719  
 Magnification Factor, F0: 2.435  
 Reference period, Tc\*: 0.2542  
 Spectrum Type: Design Horizo  
 Soil Type: C  
 Topography: T1  
 h/H ratio: 1.  
 Spectrum Period, Tb: 0.1398  
 Spectrum Period, Tc: 0.4194  
 Spectrum Period, Td: 1.8876  
 Damping Percentage, Xi:   
 Behavior Factor, q: 1.

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.1079
0.1398	0.2626
0.4194	0.2626
0.5194	0.2121
0.6194	0.1778
0.7194	0.1531
0.8194	0.1344
0.9194	0.1198

**Function Graph**



Display Graph ( 0.3051 , 0.2626 )

OK Cancel

Convert to User Defined

Figura 6-2 – Spettro di risposta definito all'interno di SAP2000 allo SLO



**Function Name**

**Function Damping Ratio**

**Parameters**

ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude

ag, F0 and Tc\* - by Island

ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree)

Site Latitude (degree)

Island Name

Limit State

Usage Class

Nominal Life

Peak Ground Acc., ag/g

Magnification Factor, F0

Reference period, Tc\*

Spectrum Type

Soil Type

Topography

h/H ratio

Spectrum Period, Tb

Spectrum Period, Tc

Spectrum Period, Td

Damping Percentage, Xi

Behavior Factor, q

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.1385
0.1426	0.3336
0.4278	0.3336
0.5278	0.2704
0.6278	0.2273
0.7278	0.1961
0.8278	0.1724
0.9278	0.1538

**Function Graph**

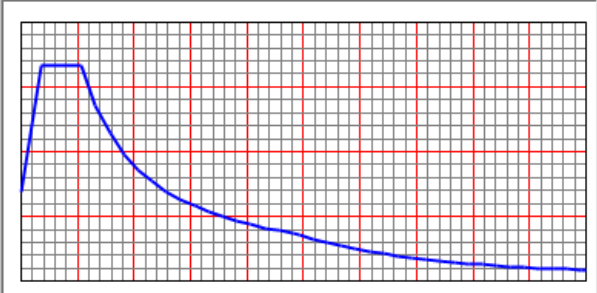


Figura 6-3 – Spettro di risposta definito all'interno di SAP2000 allo SLD

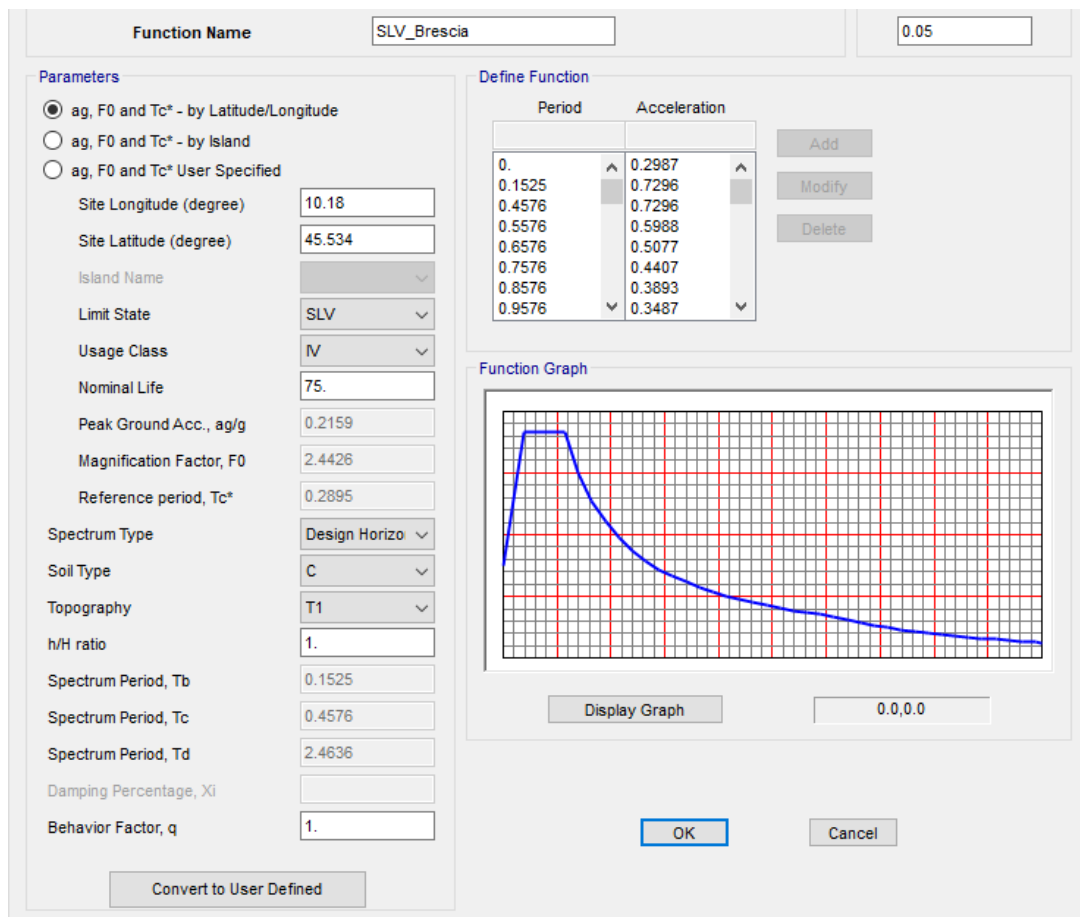


Figura 6-4 – Spettro di risposta definito all'interno di SAP2000 allo SLV

	LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA					
	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	19 di 41

## 7 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

Per il calcolo delle sollecitazioni gravanti sugli elementi strutturali si è utilizzato SAP2000 versione 23.1.0, seguendo quanto specificato dalle NTC2018 §7.2.6.

L'analisi della struttura in esame è stata effettuata attraverso una modellazione agli elementi finiti.

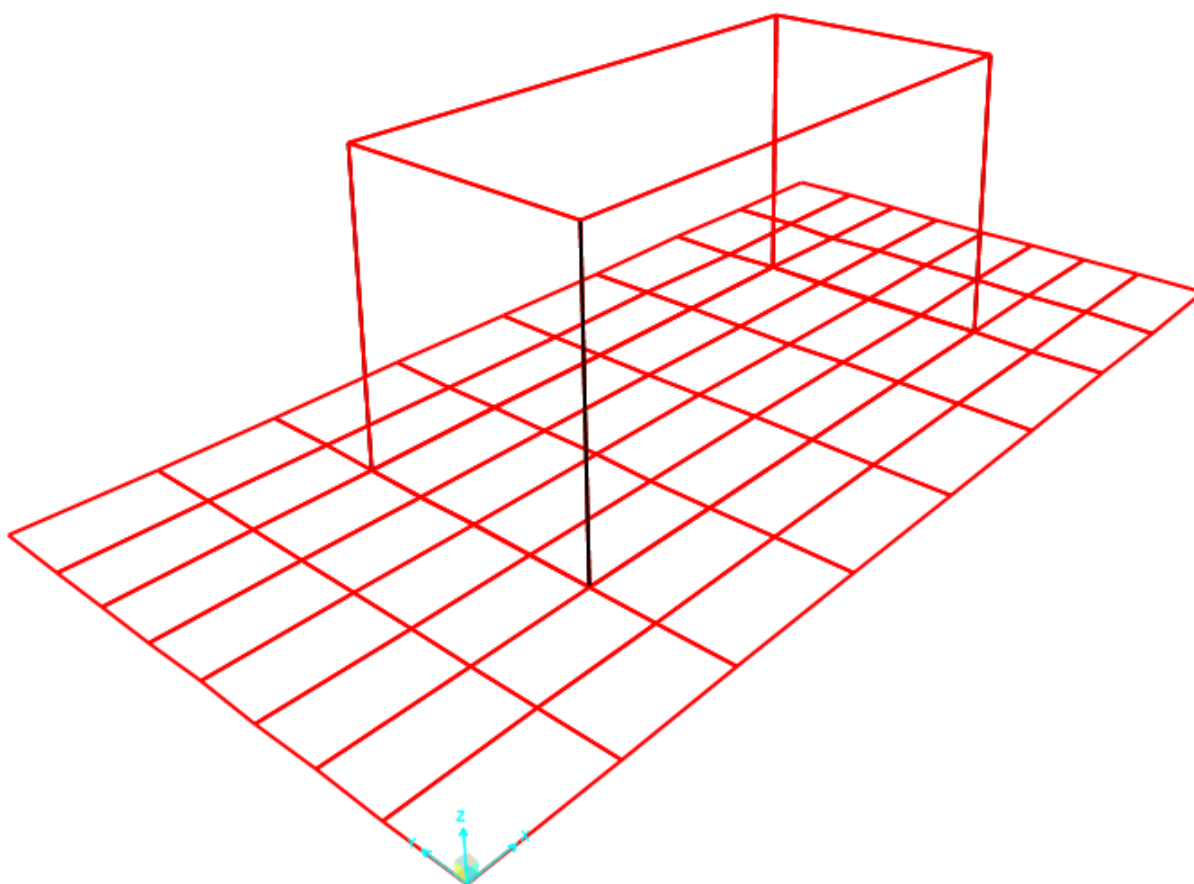


Figura 7-1 - Modello FEM

La fondazione è stata modellata considerando una piastra di elementi shell-thin che interagisce col terreno tramite l'utilizzo di molle alla Winkler verticali e orizzontali.

I carichi del GE agiscono puntualmente su 4 nodi posti a due terzi dell'altezza del GE. Il carico dovuto al vento è stato applicato come pressione su aree nulle che rappresentano le pareti dello GE.

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento

PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
INM1	11D26	CL	FA0200002	A	20 di 41

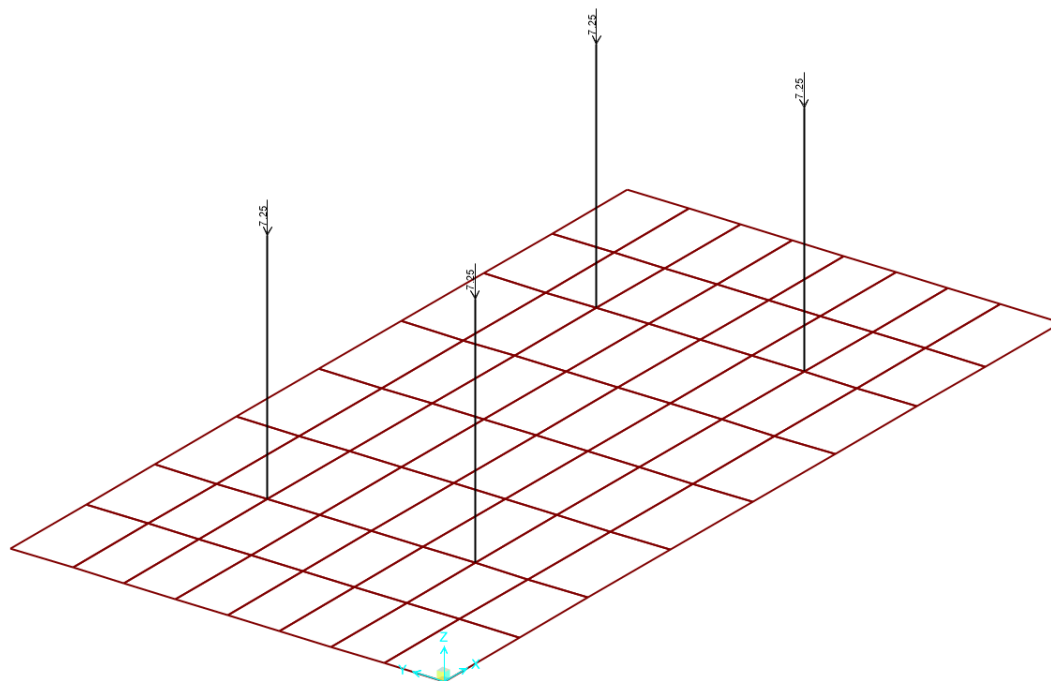


Figura 7-2 - Applicazione dei carichi del GE

	<b>LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO INM1	LOTTO 11D26	TIPO DOC. CL	OPERA/DISCIPLINA FA0200002	REV. A

## 8 COMBINAZIONI DI CARICO

Il progetto e la verifica di tutti gli elementi strutturali verranno eseguiti mediante il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite. Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi (SLU), le condizioni elementari di carico vengono tra loro combinate in modo da determinare le sollecitazioni più sfavorevoli.

Le combinazioni di carico che verranno considerate nel calcolo delle sollecitazioni rispettano le prescrizioni fornite dalle NTC 2018,

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni tratte dal §2.5.3 NTC2018.

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

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

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

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

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

- Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

I valori dei coefficienti parziali che tengono conto della non contemporaneità dei massimi valori delle azioni sono tratti dalla tabella 2.5.I.

	Q_H	Q_Neve	Q_Vento
ψ0	0	0,5	0,6
ψ1	0	0,2	0,2
ψ2	0	0	0

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si adotta l'approccio progettuale 2 in cui per azioni (A) e resistenze dei materiali (M), ed eventualmente resistenza globale (R), viene impiegata solo una combinazione.

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1	A2
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Q2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

In base ai valori assunti dai coefficienti sopra definiti, di seguito sono riportate le combinazioni utilizzate per ciascuno degli Stati Limite.

	G1	G2_GE	G2_Tettoia	Q_H	Q_Neve	Q_Vento
SLU_1	1,3	1,3	1,5	0	0,75	0,9
SLU_2	1,3	1,3	1,5	1,5	0,75	0,9
SLU_3	1,3	1,3	1,5	0	1,5	0,9
SLU_4	1,3	1,3	1,5	0	0,75	1,5
SLE_rara_1	1	1	1	0	0,5	0,6
SLE_rara_2	1	1	1	1	0,5	0,6
SLE_rara_3	1	1	1	0	1	0,6
SLE_rara_4	1	1	1	0	0,5	1
SLE_frequente_1	1	1	1	0	0	0
SLE_frequente_2	1	1	1	0	0	0
SLE_frequente_3	1	1	1	0	0,2	0
SLE_frequente_4	1	1	1	0	0	0,2
SLE_quasi permanente	1	1	1	0	0	0

	<b>LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO <b>INM1</b>	LOTTO <b>11D26</b>	TIPO DOC. <b>CL</b>	OPERA/DISCIPLINA <b>FA0200002</b>	REV. <b>A</b>

**Dettagli per la combinazione sismica**

La valutazione dell'azione sismica E è condotta secondo le specifiche del capitolo 3.2 e in accordo con le prescrizioni del capitolo 7.3.3 delle NTC per i tipi di analisi sismica lineare sia dinamica che statica.

I risultati così ottenuti per ciascuna direzione, X e Y (eventualmente anche Z), vengono poi combinati secondo le indicazioni del capitolo 7.3.5 delle NTC, ovvero vengono sommati i contributi secondo il seguente criterio:

- $E1 = 1,00 \times Ex + 0,30 \times Ey + 0,30 \times Ez$
- $E2 = 0,30 \times Ex + 1,00 \times Ey + 0,30 \times Ez$
- $E3 = 0,30 \times Ex + 0,30 \times Ey + 1,00 \times Ez$

la rotazione dei coefficienti moltiplicativi permette l'individuazione degli effetti più gravosi, la direzione Z è opzionale in virtù delle prescrizioni al paragrafo 7.2.2 delle NTC.

	G1	G2	SLV_Ex	SLV_Ey	SLV_Ez
SLV_1	1	1	1	0,3	0,3
SLV_2	1	1	0,3	1	0,3
SLV_3	1	1	0,3	0,3	1

Avendo definito con  $G2 = G2_{GE} + G2_{Tettoia}$

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	24 di 41

## 9 SOLLECITAZIONI MASSIME

Si riportano di seguito le immagini che illustrano la distribuzione dei momenti flettenti e dei tagli di negli elementi tipo *shell* costituenti la platea per le combinazioni di carico SLU-SLV (inviluppo).

	M11	M11	M22	M22	V12	V12	V23	V23
	max	min	max	min	max	min	max	min
	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
SLV	16.2	-15.3	8.1	-6.6	36.2	-36.2	29.0	-28.3
SLU	5.1	-2.7	3.6	-0.5	10.7	-10.7	12.3	-12.2

	M11	M11	M22	M22
	max	min	max	min
	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m
SLE_freq	2.2	-1.6	1.8	-0.4
SLE_rara	3.7	-1.9	2.7	-0.4
SLE_qp	2.2	-1.6	1.7	-0.4



PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO	
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	25 di 41

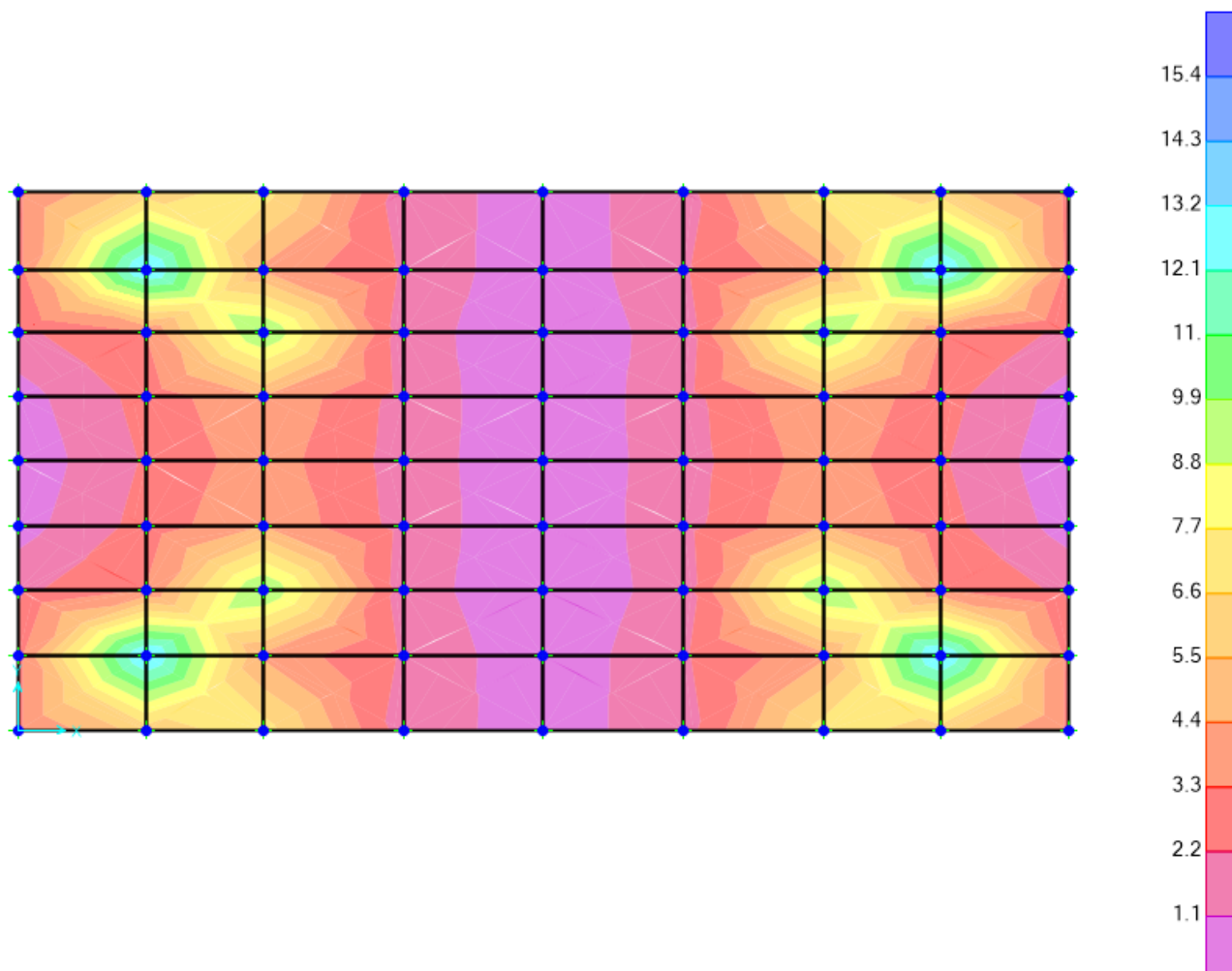


Figura 9-1– Distribuzione dei Momenti Flettenti M11 - Involuppo SLV/SLU

PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO	
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	26 di 41

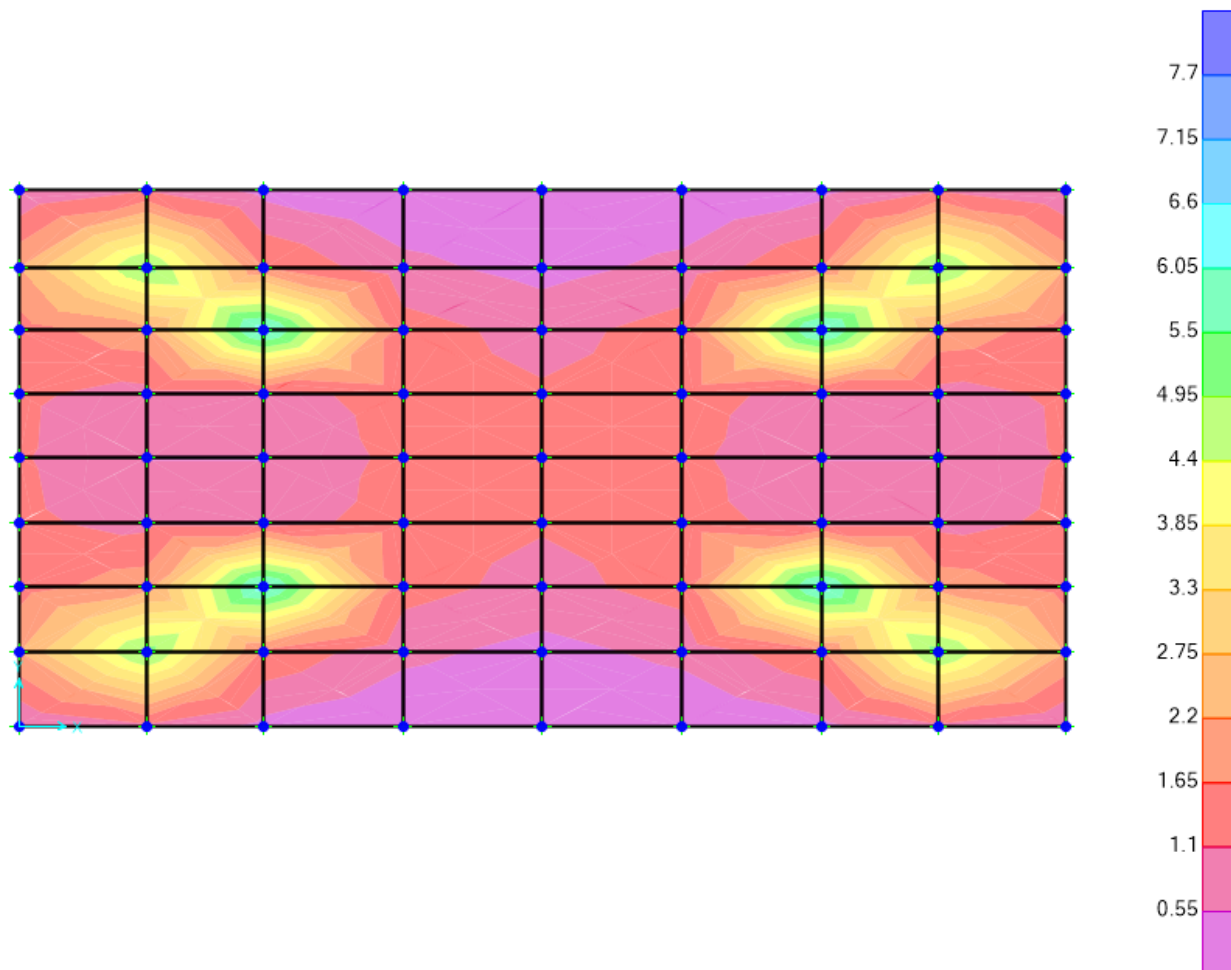


Figura 9-2– Distribuzione dei Momenti Flettenti  $M_{22}$  - Involuppo SLV/SLU

	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	27 di 41

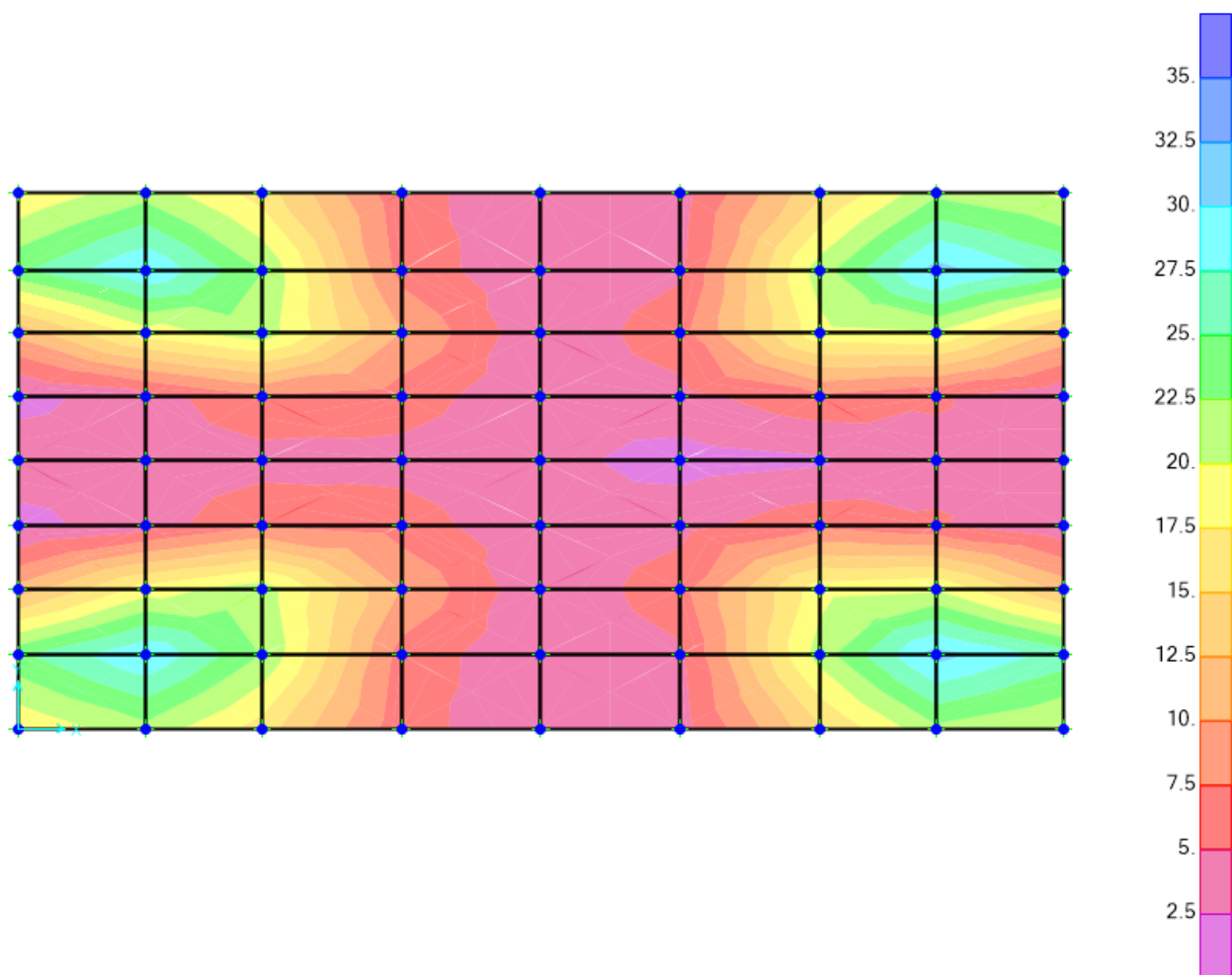


Figura 9-3– Distribuzione del Taglio V13 - Involuppo SLV/SLU

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento

PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
INM1	11D26	CL	FA0200002	A	28 di 41

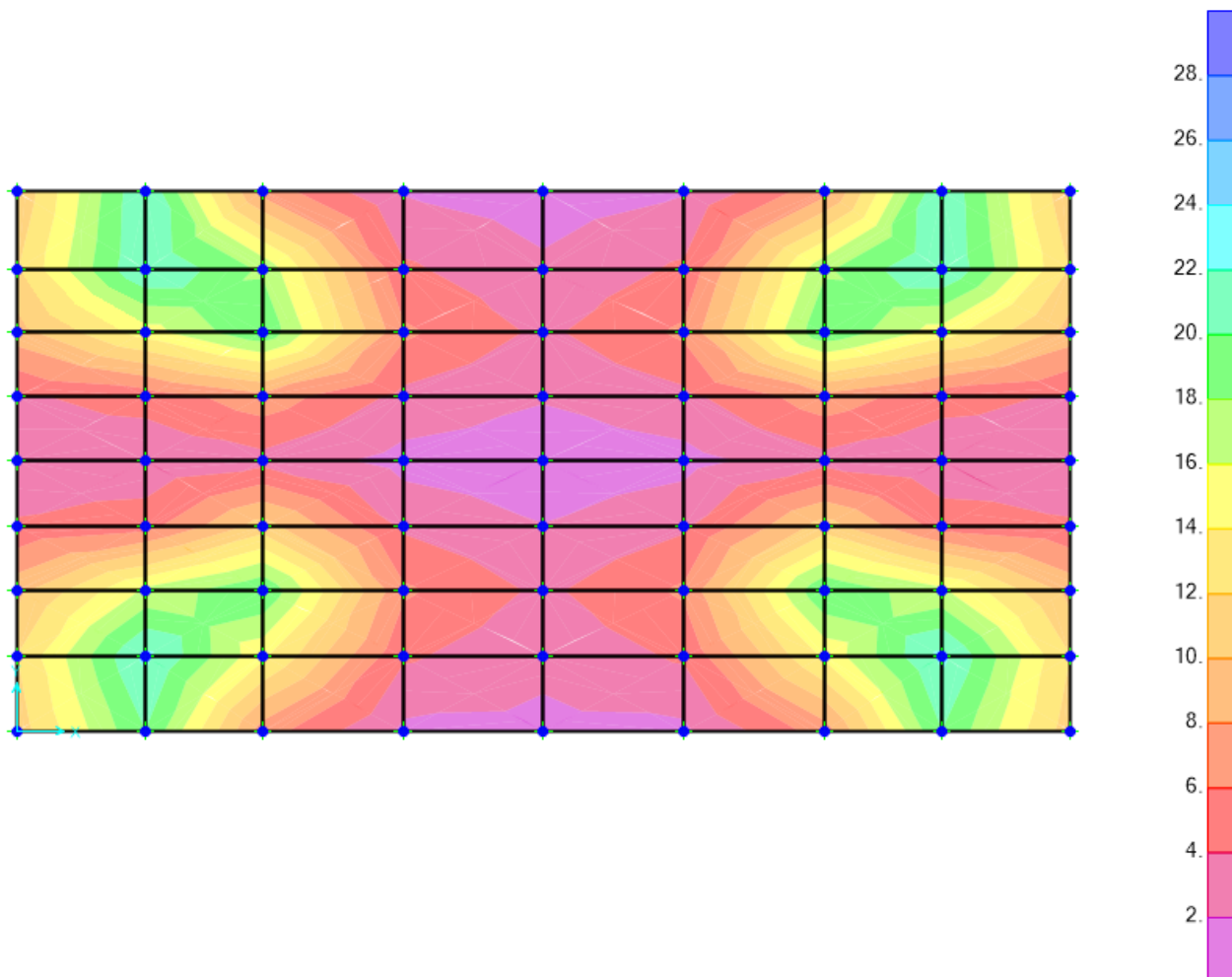


Figura 9-4→ Distribuzione del Taglio V23 - Inviluppo SLV/SLU

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO INM1	LOTTO 11D26	TIPO DOC. CL	OPERA/DISCIPLINA FA0200002	REV. A

## 10 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le verifiche per la platea di fondazione in oggetto eseguite col programma di calcolo RC-SEC.

Si prevede l'utilizzo dell'armatura minima simmetrica, e in entrambe le direzioni, pari a  $\varnothing 14/20 \times 20$  sia superiore che inferiore. Quest'ultima è sufficiente a verificare le sollecitazioni massime (valori che si hanno su zone puntuali dell'area), per questo i valori ottenuti nella mesh non sono stati mediati.

### 10.1 Verifiche a flessione, taglio e fessurazione del basamento

#### DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME SEZIONE: **Basamento M11-V13**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto 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:	360.0 MPa	

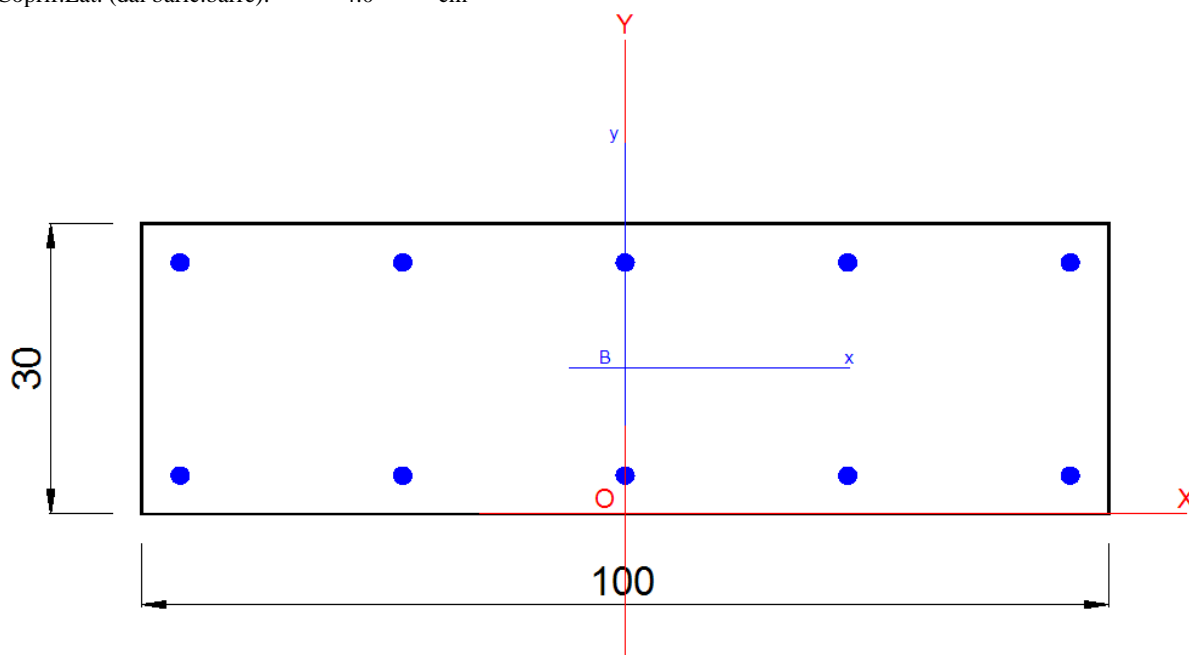
#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento

PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
INM1	11D26	CL	FA0200002	A	30 di 41

Altezza: 30.0 cm  
 Barre inferiori: 5Ø14 (7.7 cm<sup>2</sup>)  
 Barre superiori: 5Ø14 (7.7 cm<sup>2</sup>)  
 Coprif.Inf.(dal baric. barre): 4.0 cm  
 Coprif.Sup.(dal baric. barre): 4.0 cm  
 Coprif.Lat. (dal baric.barre): 4.0 cm



#### CALCOLO DI RESISTENZA - 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	16.20	36.20	0.00
2	0.00	5.10	10.70	0.00
3	0.00	-15.30	29.00	0.00
4	0.00	-2.70	12.30	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	3.70
2	0.00	-1.90

#### 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



LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	31 di 41

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	2.20 (48.90)
2	0.00	-1.60 (-48.90)

#### 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	2.20 (48.90)
2	0.00	-1.60 (-48.90)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.3 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.6 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.3 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
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<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	16.20			4.412	24.0	0.23	0.73	7.7 (4.4)
2	S	0.00	5.10			14.016	24.0	0.23	0.73	7.7 (4.4)
3	S	0.00	-15.30			4.672	6.0	0.23	0.73	7.7 (4.4)
4	S	0.00	-2.70			26.475	6.0	0.23	0.73	7.7 (4.4)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.00059	30.0	0.00020	26.0	-0.00196	4.0
2	0.00059	30.0	0.00020	26.0	-0.00196	4.0

	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	32 di 41

3	0.00059	0.0	0.00020	4.0	-0.00196	26.0
4	0.00059	0.0	0.00020	4.0	-0.00196	26.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	36.20	128.18	26.0	100.0	0.0030	0.00
2	S	10.70	128.18	26.0	100.0	0.0030	0.00
3	S	29.00	128.18	26.0	100.0	0.0030	0.00
4	S	12.30	128.18	26.0	100.0	0.0030	0.00

#### 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)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] 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	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.44	30.0	0.00	23.7	-20.3	26.0	7.9	789	7.7	0.0
2	S	0.24	0.0	0.00	8.5	-10.3	4.0	7.8	782	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
e3	Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
K2	$= (e1 + e3)/(2*e3)$ secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)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 [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00012	0.00003	-0.00008	0.83	0.60	0.000061 (0.000061)	308	0.019 (990.00)	48.90
2	S	-0.00006	0.00002	-0.00004	0.83	0.60	0.000031 (0.000031)	305	0.009 (990.00)	-48.90

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI



Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	33 di 41

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.26	30.0	0.00	23.7	-12.1	26.0	7.9	789	7.7	0.0
2	S	0.20	0.0	0.00	8.5	-8.6	4.0	7.8	782	7.7	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00007	0.00002	-0.00005	0.83	0.60	0.000036 (0.000036)	308	0.011 (0.20)	48.90
2	S	-0.00005	0.00001	-0.00003	0.83	0.60	0.000026 (0.000026)	305	0.008 (0.20)	-48.90

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.26	30.0	0.00	23.7	-12.1	26.0	7.9	789	7.7	0.0
2	S	0.20	0.0	0.00	8.5	-8.6	4.0	7.8	782	7.7	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00007	0.00002	-0.00005	0.83	0.40	0.000036 (0.000036)	308	0.011 (0.20)	48.90
2	S	-0.00005	0.00001	-0.00003	0.83	0.40	0.000026 (0.000026)	305	0.008 (0.20)	-48.90

	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	34 di 41

## DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME SEZIONE: Basamento M22-V23

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

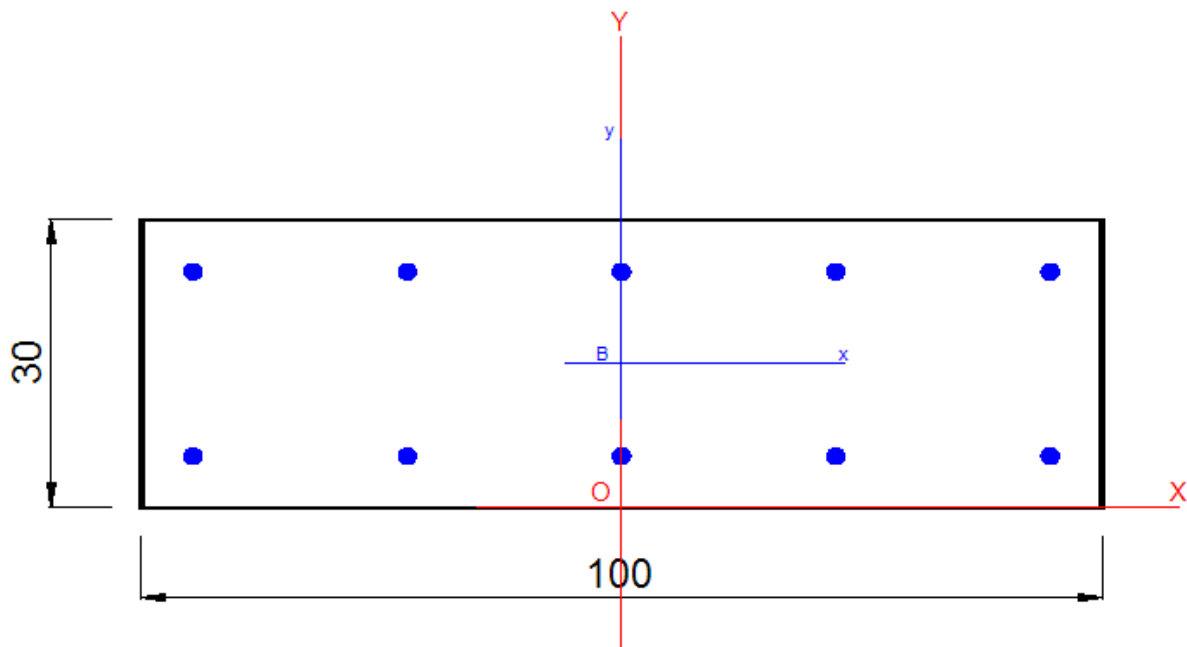
## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

<b>CALCESTRUZZO -</b>	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

<b>ACCIAIO -</b>	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto 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:	360.0 MPa

## CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø14	(7.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø14	(7.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.4	cm



#### CALCOLO DI RESISTENZA - 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	8.10	-36.20	0.00
2	0.00	3.60	-10.70	0.00
3	0.00	-6.60	-28.30	0.00
4	0.00	-0.50	-12.20	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	2.70
2	0.00	-0.40

#### 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	1.80 (47.61)
2	0.00	-0.40 (-47.61)



LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	36 di 41

### 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	1.70 (47.61)
2	0.00	-0.40 (-47.61)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.8 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 4.7 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
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<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	8.10			8.335	24.0	0.25	0.75	7.7 (4.1)
2	S	0.00	3.60			18.753	24.0	0.25	0.75	7.7 (4.1)
3	S	0.00	-6.60			10.229	6.0	0.25	0.75	7.7 (4.1)
4	S	0.00	-0.50			135.020	6.0	0.25	0.75	7.7 (4.1)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.00064	30.0	0.00007	24.6	-0.00196	5.4
2	0.00064	30.0	0.00007	24.6	-0.00196	5.4
3	0.00064	0.0	0.00007	5.4	-0.00196	24.6
4	0.00064	0.0	0.00007	5.4	-0.00196	24.6

	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	37 di 41

### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	-36.20	123.67	24.6	100.0	0.0031	0.00
2	S	-10.70	123.67	24.6	100.0	0.0031	0.00
3	S	-28.30	123.67	24.6	100.0	0.0031	0.00
4	S	-12.20	123.67	24.6	100.0	0.0031	0.00

### 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)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] 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	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.36	30.0	0.00	23.7	-15.7	24.6	7.9	789	7.7	22.3
2	S	0.06	0.0	0.00	8.5	-2.3	5.4	7.8	782	7.7	22.3

### 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
e3	Deformazione unitaria al limite dell'area tesa efficace di calcestruzzo
K2	= $(e1 + e3)/(2 \cdot e3)$ secondo la (7.13) dell'EC2 e la (C4.1.19)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 [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00010	0.00003	-0.00007	0.83	0.60	0.000047 (0.000047)	566	0.027 (990.00)	47.61
2	S	-0.00001	0.00000	-0.00001	0.83	0.60	0.000007 (0.000007)	563	0.004 (990.00)	-47.61

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.24	30.0	0.00	23.7	-10.5	24.6	7.9	789	7.7	22.3
2	S	0.06	0.0	0.00	8.5	-2.3	5.4	7.8	782	7.7	22.3

Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	38 di 41

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

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00007	0.00002	-0.00005	0.83	0.60	0.000031 (0.000031)	566	0.018 (0.20)	47.61
2	S	-0.00001	0.00000	-0.00001	0.83	0.60	0.000007 (0.000007)	563	0.004 (0.20)	-47.61

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.23	30.0	0.00	23.5	-9.9	24.6	7.9	789	7.7	22.3
2	S	0.06	0.0	0.00	8.5	-2.3	5.4	7.8	782	7.7	22.3

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

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00006	0.00002	-0.00004	0.83	0.40	0.000030 (0.000030)	566	0.017 (0.20)	47.61
2	S	-0.00001	0.00000	-0.00001	0.83	0.40	0.000007 (0.000007)	563	0.004 (0.20)	-47.61

**10.2 Sollecitazioni e Verifica a carico limite fondazione**

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	Tl	Tb	N	Mb	MI
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
99	SLU_Env	Combination	Max	1.753	4.185	183.776	2.3173	1.0957
99	SLU_Env	Combination	Min	-1.753	-4.185	101.461	-2.914	-1.0957
99	SLV_Env	Combination	Max	13.223	11.277	107.778	16.0163	23.0785
99	SLV_Env	Combination	Min	-13.223	-11.277	88.805	-16.0781	-23.0785

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni efficaci**

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_0 \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

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

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

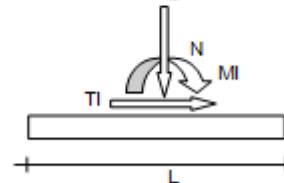
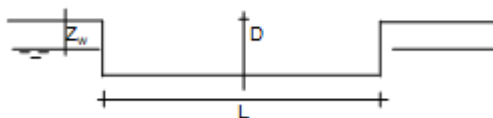
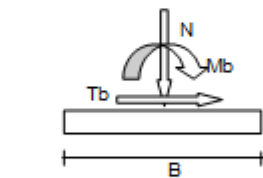
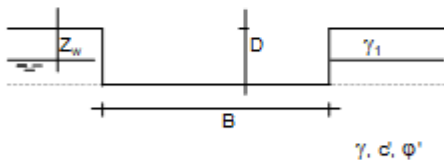
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

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

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

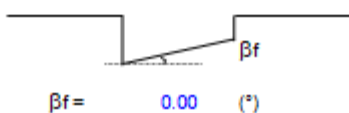
coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	d	$q_{lim}$	s corr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	●	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 2.30 (m)  
L = 4.50 (m)  
D = 0.90 (m)



**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	183.77		183.77
Mb [kNm]	16.07		16.07
Ml [kNm]	23.07		23.07
Tb [kN]	11.27		11.27
Tl [kN]	13.23		13.23
H [kN]	17.38	0.00	17.38

*Peso unità di volumi e del terreno*

$$\gamma_1 = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 30.00 \quad (^\circ)$$

*Valori di progetto*

$$c' = 0.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 30.00 \quad (^\circ)$$

*Profondità della falda*

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

$$e_B = 0.09 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.13 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 2.13 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 4.25 \quad (\text{m})$$

Carico limite unitario

$$q_{lm} = 320.25 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 20.35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lm} / \gamma_R = 139.24 \geq q = 20.35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 17.38 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 106.10 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 96.45 \geq H_d = 17.38 \quad (\text{kN})$$





LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

	PROGETTO	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
Shelter GE - Relazione di calcolo basamento	INM1	11D26	CL	FA0200002	A	41 di 41

## 11 CONCLUSIONI

Si riporta di seguito l'incidenza di armatura dell'elemento strutturale:

Platea di fondazione                      80kg/mc