



COMUNE DI BARENGO
Regione Piemonte – Provincia di Novara

**LAVORI DI AMPLIAMENTO DEL CIMITERO COMUNALE
INTERNAME AL PERIMETRO DELL'ESISTENTE**

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Luglio 2015

Aggiornamento elaborati n. 3.0 – Dicembre 2016

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Progettista: **UFFICIO TECNICO COMUNALE**
 Geom. Marco CHIERA

Progettista strutturale: **STUDIO MIGLIO**

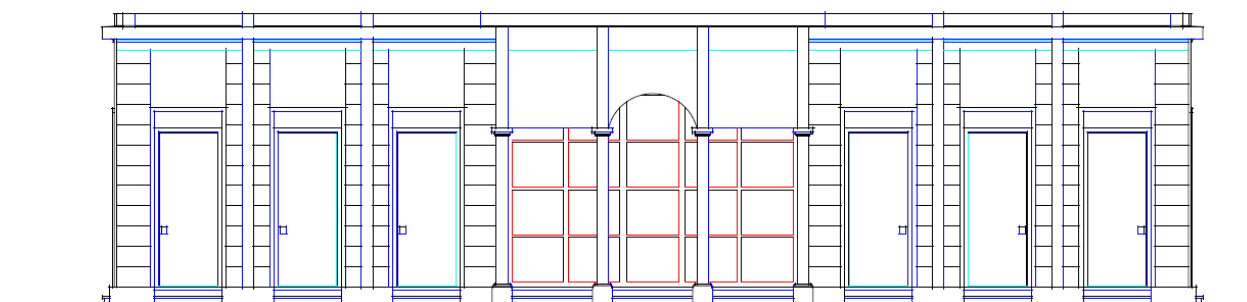
DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	2 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-

SOMMARIO

COMUNE DI BARENGO	1
1 OGGETTO DEL DOCUMENTO	3
2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	3
3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4 MATERIALI PREVISTI E RESISTENZE DI CALCOLO	5
4.1 CALCESTRUZZO	5
4.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	5
5 SPECIFICHE DEI MATERIALI E CARATTERISTICHE MECCANICHE	6
5.1 CALCESTRUZZO	6
5.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	6
6 VITA NOMINALE	7
7 CARICHI	8
7.1 PESO PROPRIO	8
7.2 PERMANENTI	8
7.3 VARIABILI	8
7.4 CARICO DA NEVE	8
7.5 SISMA	9
8 COMBINAZIONI DELLE AZIONI	19
9 METODO DI CALCOLO	20
10 VERIFICHE	22
10.1 MODELLO DELLA STRUTTURA	22
10.2 DATI – CARICHI	24
10.3 ANALISI DELLA STRUTTURA	26
10.4 ARMATURA	31
10.4.1 PLATEA DI FONDAZIONE	31
10.4.2 STRUTTURE IN ELEVAZIONE PREFABBRICATE	33
10.5 PRESSIONE SUL TERRENO	37

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

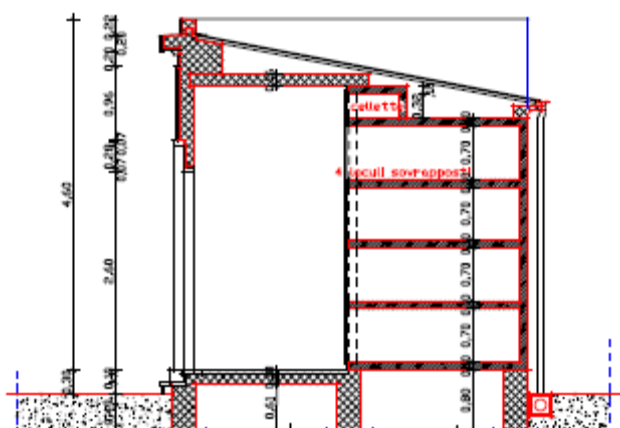
DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	4 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-



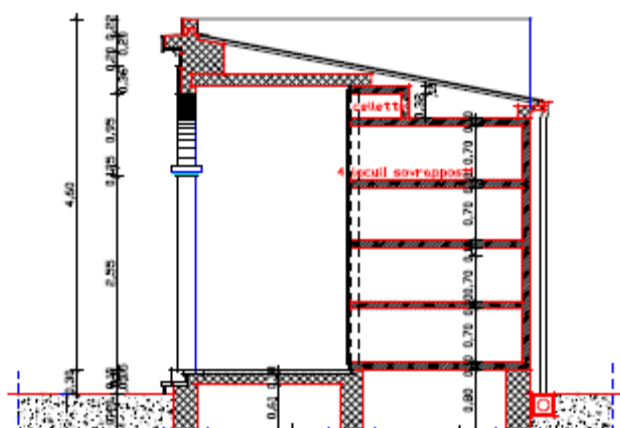
Prospetto frontale



Prospetto laterale



sezione edicola



sezione colombario

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	5 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel progetto delle strutture e nelle successive fasi di calcolo e verifica ci si è attenuti alle seguenti normative:

1. **LEGGE 5 NOVEMBRE 1971, n.1086** (G.U. 21-12-1971, n.321) “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” (e successive modifiche ed integrazioni)
2. **EUROCODICE 2** – Progettazione delle strutture in calcestruzzo. UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
3. **DM 14 gennaio 2008** - “Norme Tecniche per le Costruzioni”
4. **Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617** - “Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”

4 MATERIALI PREVISTI E RESISTENZE DI CALCOLO

4.1 CALCESTRUZZO

Classe **C25/30**, per elementi realizzati in opera

Classe **C25/30 o superiore**, per elementi prefabbricati

Classe **C25/30 o superiore** addizionato con fibre in polipropilene in ragione di 2 kg/mc, per loculi prefabbricati

4.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Tipo **B450C**

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO	PAGINA	6 di 37
	LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO	REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	DATA	-

5 SPECIFICHE DEI MATERIALI E CARATTERISTICHE MECCANICHE

5.1 CALCESTRUZZO

Descrizione	Simb.	Unità	
Classe			C25/30
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	N/mm ²	25
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	N/mm ²	30
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	N/mm ²	14.17
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	N/mm ²	2.56
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk0.05}$	N/mm ²	1.8
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	N/mm ²	1.2
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	f_{bk}	N/mm ²	4.05
Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo	f_{bd}	N/mm ²	2.7

5.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Valore nominale della tensione caratteristica di snervamento $f_{y\ nom}$	450 N/mm ²
Valore nominale della tensione caratteristica di rottura $f_{t\ nom}$	540 N/mm ²
Resistenza di calcolo dell'acciaio f_{yd}	391 N/mm ²

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		<i>PAGINA</i>	7 di 37
			<i>REVISIONE</i>	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		<i>DATA</i>	-

6 VITA NOMINALE

La vita nominale V_N di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel caso in oggetto, le opere in progetto ricadono all'interno del tipo di costruzione 2 : “Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” (paragrafo 2.4 delle “Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008”).

La vita nominale risulta pertanto $V_N > 50$ anni.

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	8 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

7 CARICHI

7.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio delle strutture viene calcolato in automatico dal programma di calcolo agli elementi finiti.

7.2 PERMANENTI

Soletta pavimento: 2.00 kN/m²

Copertura: 0.50 kN/m²

7.3 VARIABILI

Soletta pavimento: 4.00 kN/m²

Loculi: 3.00 kN/m²

Copertura: 0.50 kN/m²

7.4 CARICO DA NEVE

L'azione della neve dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione; di seguito sono riportate le caratteristiche ambientali e morfologiche del sito e quelle della copertura.

ZONA	I-MEDITERRANEA
ALTITUDINE	225 m s.l.m.
INCLINAZIONE COPERTURA	0<α<30°

Sulla base di questi dati il carico derivante da neve risulta:

$$q_{sk} = 1.35(1+(as/602)^2) = 1,54 \text{ kN/m}^2$$

$$q_s = 0.8 q_{sk} = 1.23 \text{ kN/m}^2$$

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	9 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-

7.5 SISMA

CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla **Classe II**: “Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti”.

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni} \times 1 = \mathbf{50 \text{ anni}}$$

AZIONE SISMICA

Sotto l'effetto delle azioni sismiche deve essere garantito il rispetto degli stati limite ultimi e di esercizio.

Il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

- nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio, qualora siano rispettate le verifiche relative al solo **SLD** (Stato Limite di Danno)
- nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, qualora siano soddisfatte le verifiche relative al solo **SLV** (Stato Limite di Salvaguardia della Vita)

Le probabilità di superamento nei periodi di riferimento P_{VR} cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	10 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-

Stati Limite		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento
S.L. di esercizio	SLD	63%
S.L. ultimo	SLV	10%

Le azioni sismiche di progetto, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza, nel periodo di riferimento.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

La Norma NTC2008 fornisce i valori sopraccitati.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica;
- F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

L'individuazione delle forme spettrali deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni.

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	11 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Stati Limite		P _{VR}	Periodo di ritorno T _R
S.L. di esercizio	SLD	63%	50
S.L. ultimo	SLV	10%	475

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

Si riporta di seguito l'output del programma "Spettri-NTCver.1.0.3.xls" del CSLLPP con le indicazioni geografiche del sito di riferimento.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
8,5151

LATITUDINE
45,5769

☒ Ricerca per comune

REGIONE
Piemonte

PROVINCIA
Novara

COMUNE
Barengo

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

● Sito esterno al reticolo

● Interpolazione su 3 nodi

● Interpolazione corretta

Interpolazione
superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si fa riferimento a un approccio semplificato basato sull'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento.

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO	PAGINA	12 di 37
	LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO	REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	DATA	-

Dalla relazione geologico-tecnica si desume un terreno di tipo **B**, che include *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Per le condizioni topografiche si assume la categoria **T1** che comprende come caratteristiche della superficie topografica: superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Inoltre:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_s \cdot S_T$$

essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5% mediante la relazione

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	13 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante

$$T_B = T_C / 3$$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

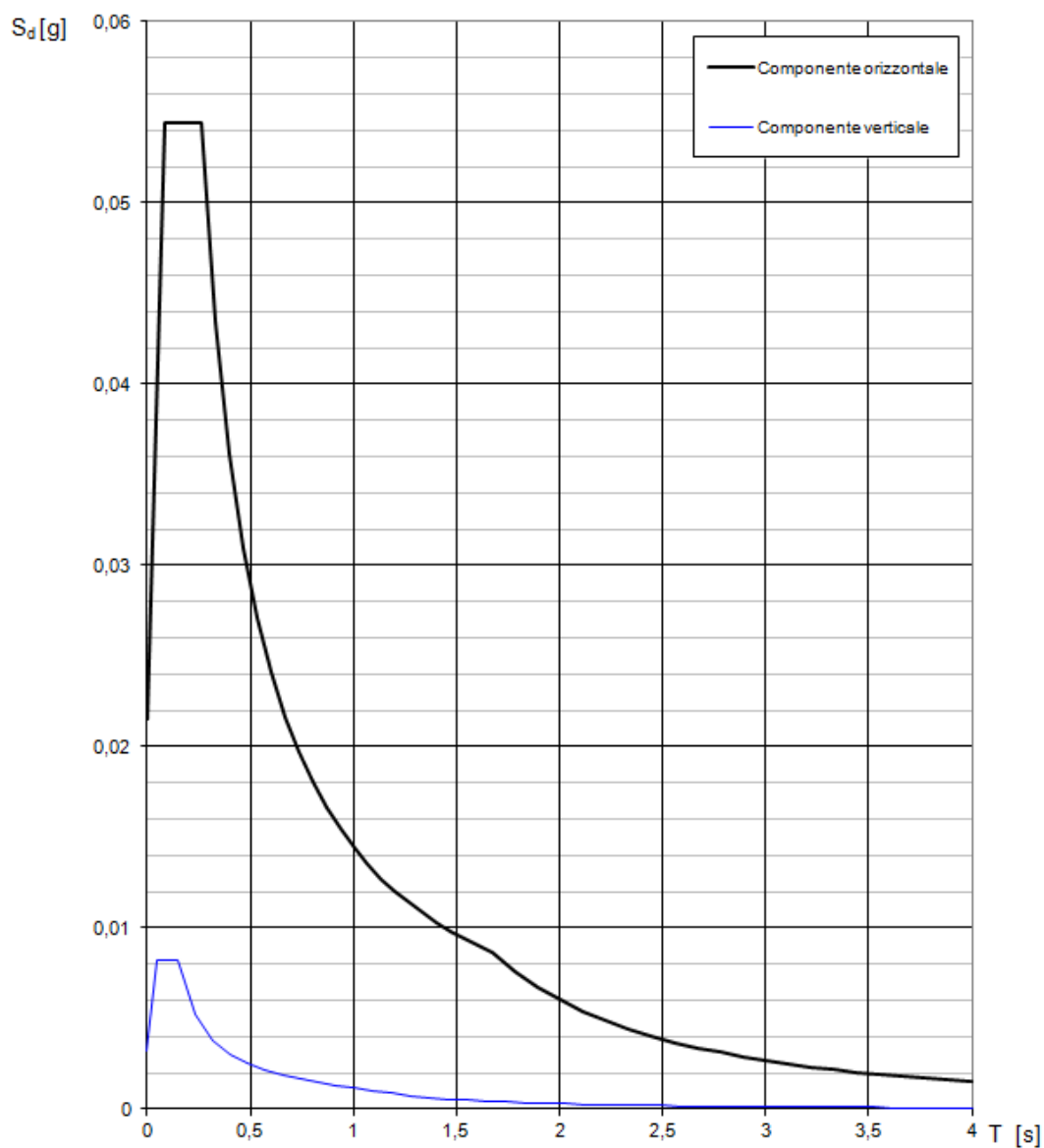
Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	14 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

SPETTRO DI PROGETTO PER LO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLD)

Per lo Stato Limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerata.

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



Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA 15 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE -
			DATA -

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,018 g
F_o	2,525
T_o	0,170 s
S_s	1,200
C_o	1,568
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,089 s
T_C	0,266 s
T_D	1,672 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_o / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_o \cdot T_o \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_s(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0,000	0,022
$T_B \leftarrow$	0,089	0,054
$T_C \leftarrow$	0,266	0,054
	0,333	0,043
	0,400	0,036
	0,467	0,031
	0,534	0,027
	0,601	0,024
	0,668	0,022
	0,735	0,020
	0,802	0,018
	0,869	0,017
	0,936	0,015
	1,002	0,014
	1,069	0,014
	1,136	0,013
	1,203	0,012
	1,270	0,011
	1,337	0,011
	1,404	0,010
	1,471	0,010
	1,538	0,009
	1,605	0,009
$T_D \leftarrow$	1,672	0,009
	1,783	0,008
	1,894	0,007
	2,004	0,006
	2,115	0,005
	2,226	0,005
	2,337	0,004
	2,448	0,004
	2,559	0,004
	2,670	0,003
	2,780	0,003
	2,891	0,003
	3,002	0,003
	3,113	0,002
	3,224	0,002
	3,335	0,002
	3,446	0,002
	3,557	0,002
	3,667	0,002
	3,778	0,002
	3,889	0,002
	4,000	0,002

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	16 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-

SPETTRO DI PROGETTO PER LO STATO LIMITE ULTIMO (SLV)

Ai fini del progetto o della verifica delle strutture, le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \times K_R$$

dove:

- q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto a_u/a_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione.
- K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

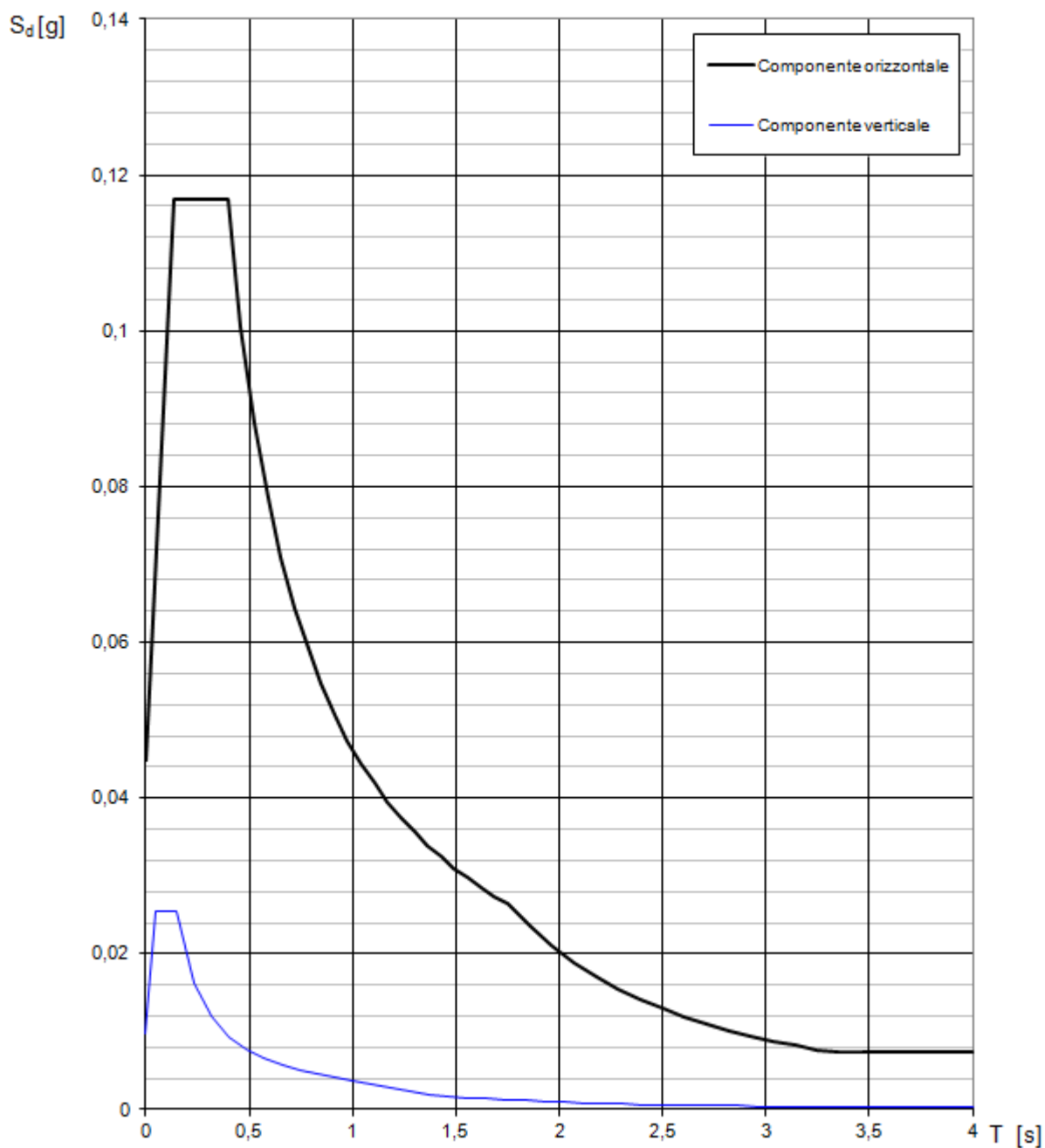
Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di q utilizzato è $q = 1,5$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale.

Per la struttura in esame si è optato per un fattore di struttura $q = 1$

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	17 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

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



Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	18 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_s	0,037 g
F_a	2,603
T_c	0,279 s
S_s	1,200
C_s	1,420
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_s	0,132 s
T_c	0,396 s
T_D	1,750 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + 5)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_s = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_s \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_s / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_s \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T}{T_s} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_s} \right) \right]$$

$$T_s \leq T < T_c \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_s(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,045
$T_s \leftarrow$	0,132	0,117
$T_c \leftarrow$	0,396	0,117
	0,461	0,101
	0,525	0,088
	0,590	0,079
	0,654	0,071
	0,718	0,064
	0,783	0,059
	0,847	0,055
	0,912	0,051
	0,976	0,047
	1,041	0,044
	1,105	0,042
	1,170	0,040
	1,234	0,038
	1,298	0,036
	1,363	0,034
	1,427	0,032
	1,492	0,031
	1,556	0,030
	1,621	0,029
	1,685	0,027
$T_D \leftarrow$	1,750	0,026
	1,857	0,023
	1,964	0,021
	2,071	0,019
	2,178	0,017
	2,285	0,016
	2,393	0,014
	2,500	0,013
	2,607	0,012
	2,714	0,011
	2,821	0,010
	2,928	0,009
	3,036	0,009
	3,143	0,008
	3,250	0,008
	3,357	0,007
	3,464	0,007
	3,571	0,007
	3,679	0,007
	3,786	0,007
	3,893	0,007
	4,000	0,007

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	19 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

8 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

- Combinazione fondamentale per gli stati limite ultimi (SLU)

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_1 + \psi_{02} \gamma_{Q2} Q_2 + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara) per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili

$$G_1 + G_2 + Q_1 + \psi_{02} Q_2 + \dots$$

- Combinazione sismica per gli stati limite ultimi e di esercizio

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_1 + \psi_{22} Q_2 + \dots$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti di combinazione sono i seguenti:

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
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 < 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 < 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

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza sono i seguenti:

		coefficiente	EQU	STR	GEO
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	20 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

9 METODO DI CALCOLO

Il calcolo della struttura è stato effettuato utilizzando il programma di calcolo agli elementi finiti Robot Structural Analysis Professional della società Autodesk.

Si è proceduto al calcolo della strutture mediante l'utilizzo dell'analisi statica lineare. L'analisi sismica è stata eseguita mediante il metodo dell'analisi modale.

TIPI DI ANALISI DISPONIBILI

Il sistema *Robot Millenium* permette di definire i parametri di diversi tipi di analisi della struttura. Nella fase di definizione dei carichi della struttura viene assegnata a tutte le condizioni di carico lo stesso tipo di analisi: analisi statica lineare. Il tipo di analisi può essere modificato, p.es. in analisi non_lineare. In questa fase possono essere create diverse condizioni di carico, può essere iniziato anche il calcolo per quei tipi di analisi che non richiedono una precedente definizione della condizione statica di carico (analisi modale oppure sismica).

Nella corrente versione del sistema *Robot Millenium* sono disponibili i seguenti tipi di analisi della struttura:

- statica lineare
- statica non_lineare (con considerazioni dell'effetto P-delta). Qui, la non_linearità è la linearità geometrica.
- svergolamento (non sono considerati gli effetti di II ordine)
- analisi modale (oscillazione libera della struttura)
- analisi modale con considerazione delle forze statiche: l'analisi generalmente utilizzata (definizione dell'oscillazione libera della struttura) non prende in considerazione l'influenza delle forze statiche; per approssimare le condizioni reali in cui lavora la struttura, nel calcolo eseguito dal programma *Robot* può essere utilizzata l'analisi modale che prende in considerazione le forze statiche applicate
- analisi armonica
- analisi sismica
- analisi spettrale

analisi delle barre che lavorano solo in compressione/trazione e analisi delle strutture cavo.

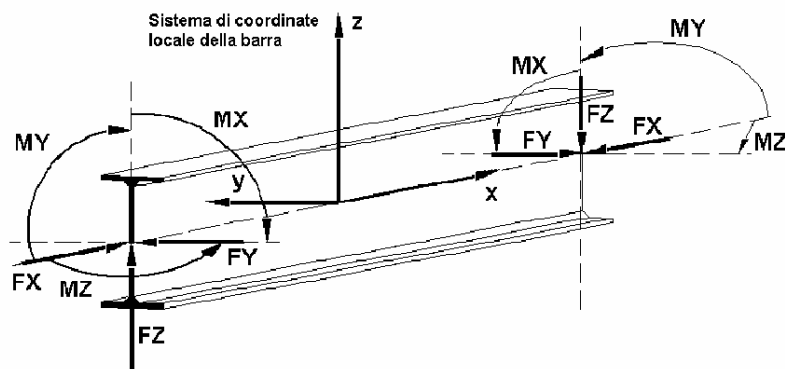
Convenzione dei segni

La direzione positiva delle forze e degli spostamenti è uguale alle direzioni positive degli assi. Le direzioni positive degli angoli, delle rotazioni o dei momenti nel sistema di coordinate sia locale che globale vengono stabilite in base alla regola della vite destrorsa. Tale convenzione definisce i segni delle azioni esterne, azioni nodali, quelle degli spostamenti e delle rotazioni. Tutti questi valori sono utilizzati durante la definizione della struttura, nel corso del calcolo della struttura e durante la visualizzazione dei risultati. Durante la definizione dei segni delle azioni interne attive all'interno di ogni elemento nel programma è stata assunta un'altra convenzione. Le convenzioni dei segni delle azioni interne negli elementi di barra e negli elementi finiti di superficie che vengono utilizzate nel programma saranno descritte a parte.

Convenzione dei segni: barre

In questo programma, la convenzione dei segni negli elementi di barra è basata sulla convenzione delle forze di sezione. Secondo questa regola, le forze di sezione hanno lo stesso segno, se all'estremità della barra fanno lo stesso effetto delle forze nodali positive applicate al nodo iniziale della barra (forze la cui direzione coincide con quella dell'asse del sistema di coordinate locale). Per questo le forze di compressione sono positive e le forze di trazione sono negative. I momenti flettenti positivi MY causano una trazione di quelle fibre della trave che sono presenti dalla parte negativa dell'asse di coordinate locale "z". I momenti flettenti positivi MZ causano una trazione di quelle fibre della trave che sono presenti dalla parte positiva dell'asse di coordinate "y".

Le direzioni positive delle forze per questa convenzione dei segni sono presentate in figura sotto.



Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	21 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

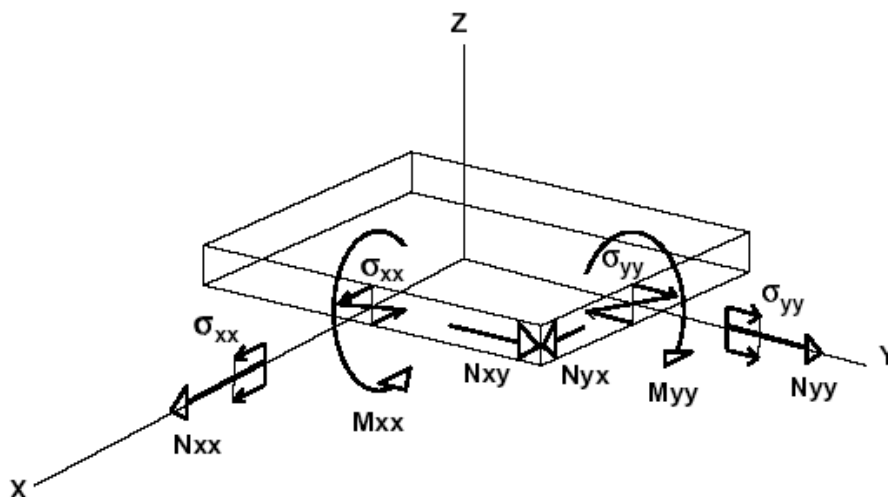
Convenzione dei segni : elementi finiti superficiali

La conoscenza del sistema locale di coordinate dell'elemento superficiale non è necessaria, perché ogni nodo di tale elemento possiede un proprio locale sistema di coordinate. È importante invece conoscere la direzione del vettore normale relativa alla superficie dell'elemento finito (uguale per tutti gli elementi, se possibile), perché, nel caso contrario, la definizione del carico sull'elemento (p. es. della pressione perpendicolare alla superficie dell'elemento di guscio) può risultare non corretta.

La direzione del vettore normale (perpendicolare alla superficie dell'elemento finito) viene definita conformemente alla regola della vite destrorsa (in direzione dal primo all'ultimo nodo dell'elemento). Per gli elementi finiti superficiali vengono ottenute le forze e le sollecitazioni nell'elemento. L'utente può ottenere soltanto le azioni interne e le sollecitazioni per questi elementi. Queste vengono definite in base alla posizione relativa alla direzione locale normale e tangente alla sezione trasversale. Se si assume che n è il vettore normale alla superficie della sezione dell'elemento, s è il vettore tangente alla superficie della sezione, e z è la normale esteriore alla superficie dell'elemento, questi tre vettori definiti (n , s , z) formano il sistema di coordinate cartesiano, destrorso. Le direzioni positive delle forze, dei momenti e delle sollecitazioni agenti in una data sezione coincidono con le direzioni dei vettori n , s , z .

I risultati ottenuti per gli elementi finiti superficiali vengono presentati nei sistemi locali di coordinate che possono essere definiti e modificati dall'utente in un momento qualsiasi di visualizzazione dei risultati. Le direzioni positive delle forze nel nodo e delle sollecitazioni a esse corrispondenti sono

presentate, a titolo di esempio, in figura sotto, dove l'asse X è la direzione di riferimento.



Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	22 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

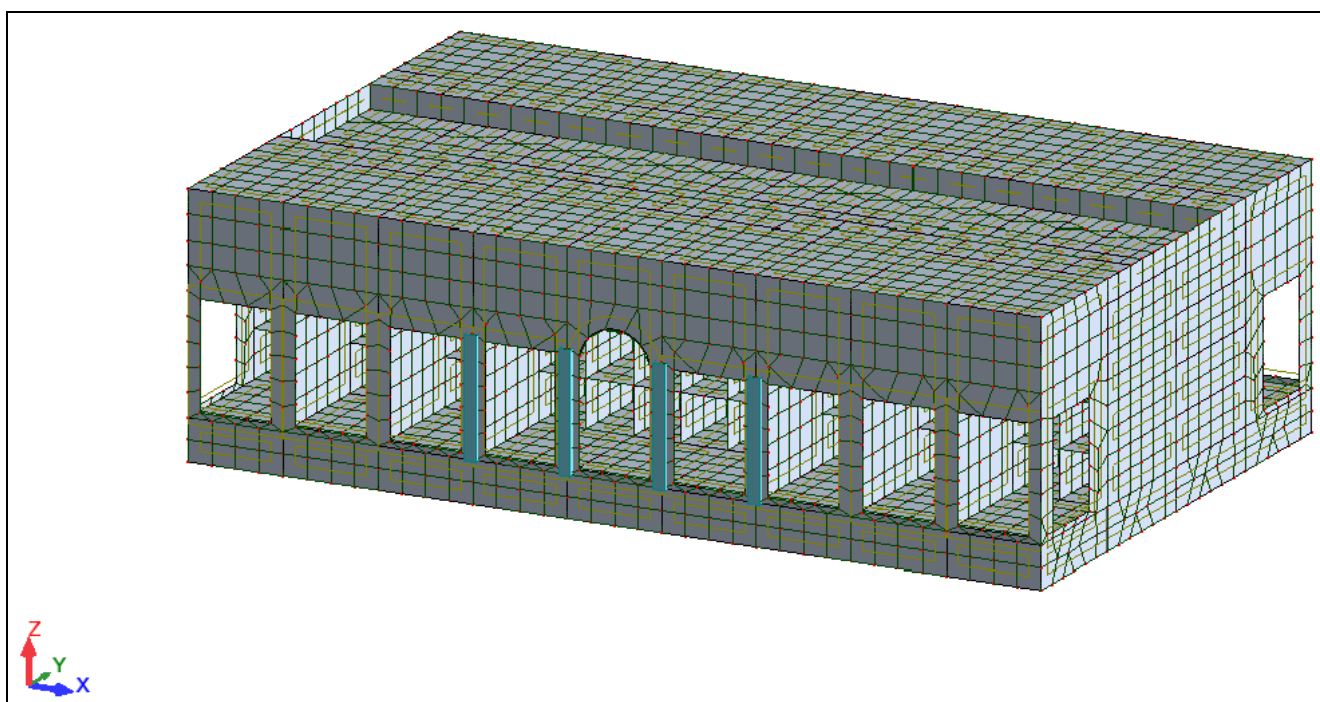
10 VERIFICHE

10.1 MODELLO DELLA STRUTTURA

La struttura è stata modellata con elementi monodimensionali tipo beam e bidimensionali tipo shell.

La tipologia di vincolo è platea di fondazione su suolo elastico, con una costante di Winkler $k=1\text{kg/cm}^3$.

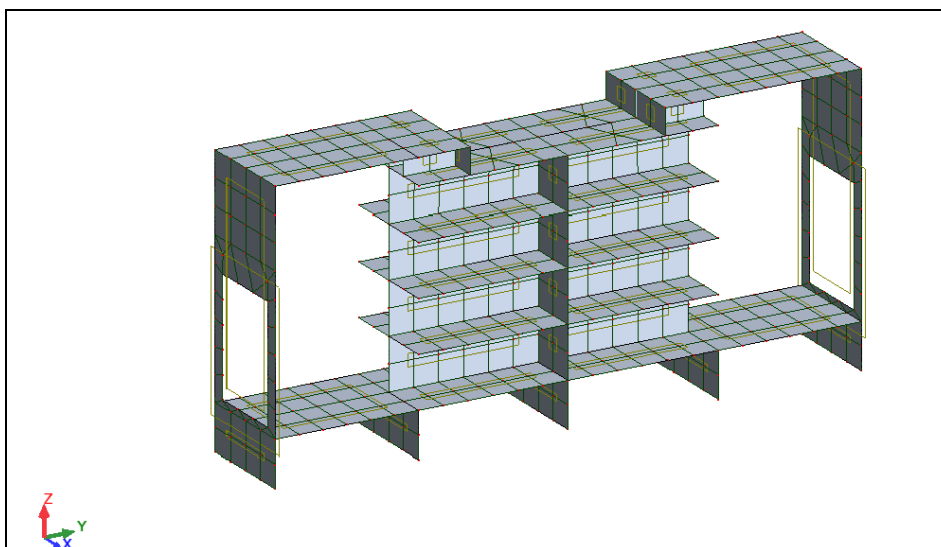
Di seguito si riporta una vista del modello della struttura.



Modello complessivo della struttura

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	23 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-



Sezione di dettaglio edicola

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO		<i>PAGINA</i>	24 di 37
	LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		<i>REVISIONE</i>	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		<i>DATA</i>	-

10.2 DATI – CARICHI

Tabella carichi e combinazioni di carico introdotte nel modello della struttura:

Condiz.	Nome della condizione	Natura	Tipo di analisi
1	PERM1	Permanenti	Statica lineare
2	perm	Permanenti	Statica lineare
3	variabili	Categoria C	Statica lineare
4	Modale		Modale
5	Sismica NTC 2008 SLD Direzione_X	Sismiche SLE	Dinamica sismica
6	Sismica NTC 2008 SLD Direzione_Y	Sismiche SLE	Dinamica sismica
7	Sismica NTC 2008 SLV Direzione_X	Sismiche SLU	Dinamica sismica
8	Sismica NTC 2008 SLV Direzione_Y	Sismiche SLU	Dinamica sismica
9	SLU:STD/1=1*1.30 + 2*1.30 + 3*1.50	permanenti	Combinazione lineare
10	SLU:STD/2=1*1.30 + 2*1.30	permanenti	Combinazione lineare
11	SLU:STD/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50	permanenti	Combinazione lineare
12	SLU:STD/4=1*1.00 + 2*1.00	permanenti	Combinazione lineare
13	SLU/5=1*1.00 + 2*1.00	permanenti	Combinazione lineare
14	SLE:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00	permanenti	Combinazione lineare
15	SLE:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00	permanenti	Combinazione lineare
16	SLE:QPR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60	permanenti	Combinazione lineare
17	SLE:QPR/4=1*1.00 + 2*1.00	permanenti	Combinazione lineare
18	SIS/1=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 5*1.00	permanenti	Combinazione lineare
19	SIS/2=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 6*1.00	permanenti	Combinazione lineare
20	SIS/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 7*1.00	permanenti	Combinazione lineare
21	SIS/4=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 8*1.00	permanenti	Combinazione lineare
22	SIS/5=1*1.00 + 2*1.00	permanenti	Combinazione lineare
23	SIS/6=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00	permanenti	Combinazione lineare
24	SIS/7=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00	permanenti	Combinazione lineare
25	SIS/8=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	permanenti	Combinazione lineare
26	SIS/9=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.00	permanenti	Combinazione lineare
27	SIS/10=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 5*-1.00	permanenti	Combinazione lineare
28	SIS/11=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 6*-1.00	permanenti	Combinazione lineare
29	SIS/12=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 7*-1.00	permanenti	Combinazione lineare
30	SIS/13=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 8*-1.00	permanenti	Combinazione lineare
31	SIS/14=1*1.00 + 2*1.00 + 5*-1.00	permanenti	Combinazione lineare
32	SIS/15=1*1.00 + 2*1.00 + 6*-1.00	permanenti	Combinazione lineare
33	SIS/16=1*1.00 + 2*1.00 + 7*-1.00	permanenti	Combinazione lineare
34	SIS/17=1*1.00 + 2*1.00 + 8*-1.00	permanenti	Combinazione lineare

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

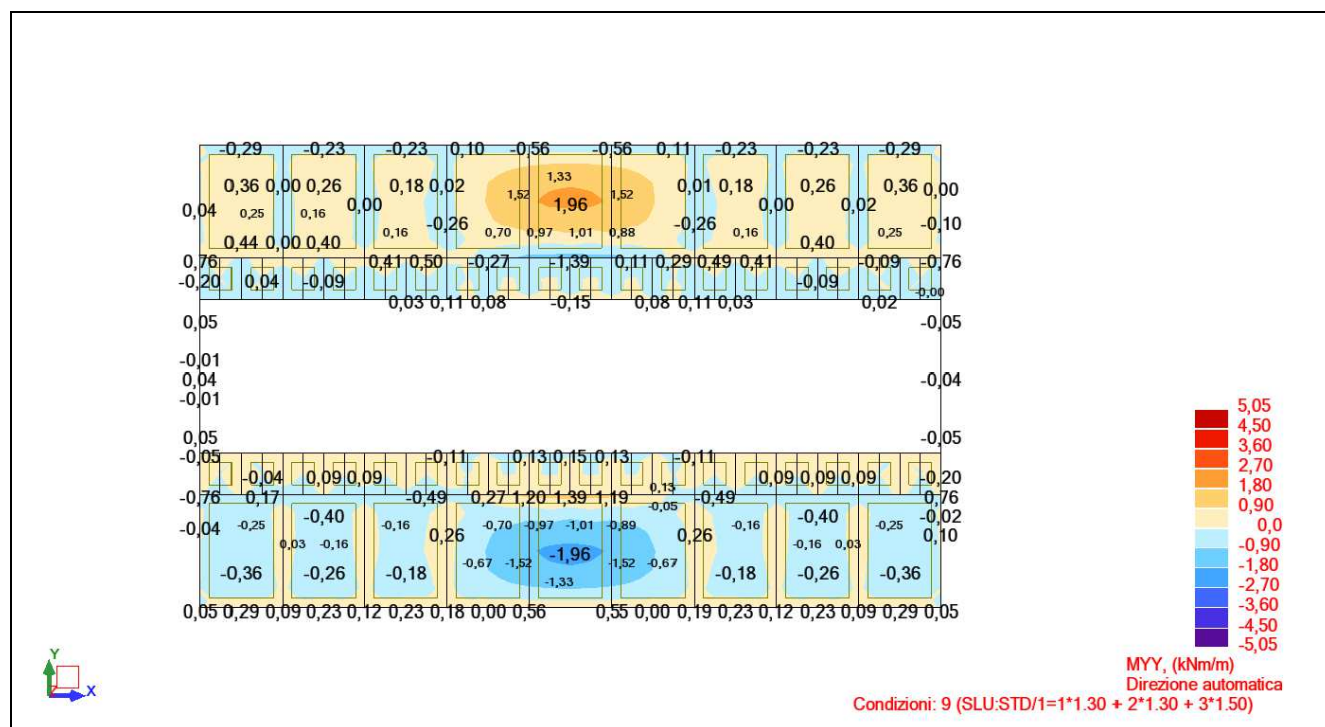
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	26 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

10.3 ANALISI DELLA STRUTTURA

Si riportano di seguito i principali diagrammi di sollecitazioni degli elementi della struttura, secondo gli involuipi delle combinazioni di carico e le convenzioni prima descritte

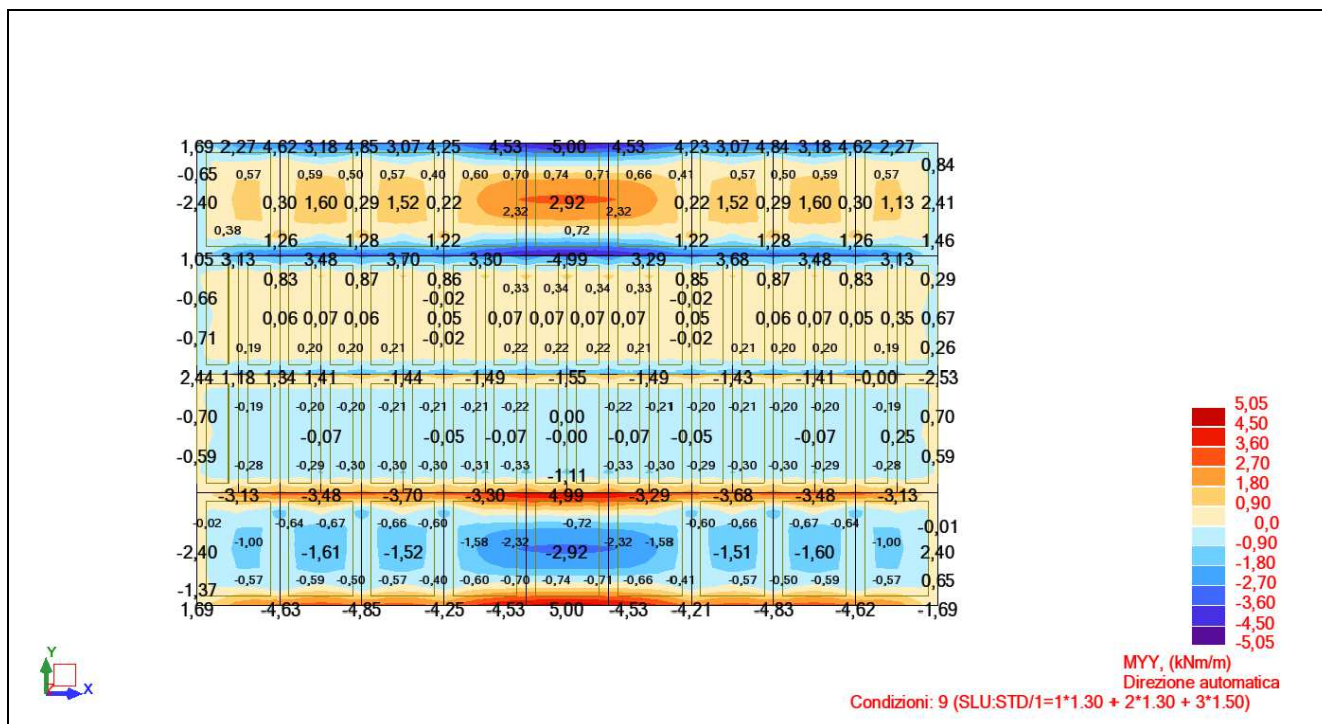


Soletta di copertura - Momento flettente kNm/m

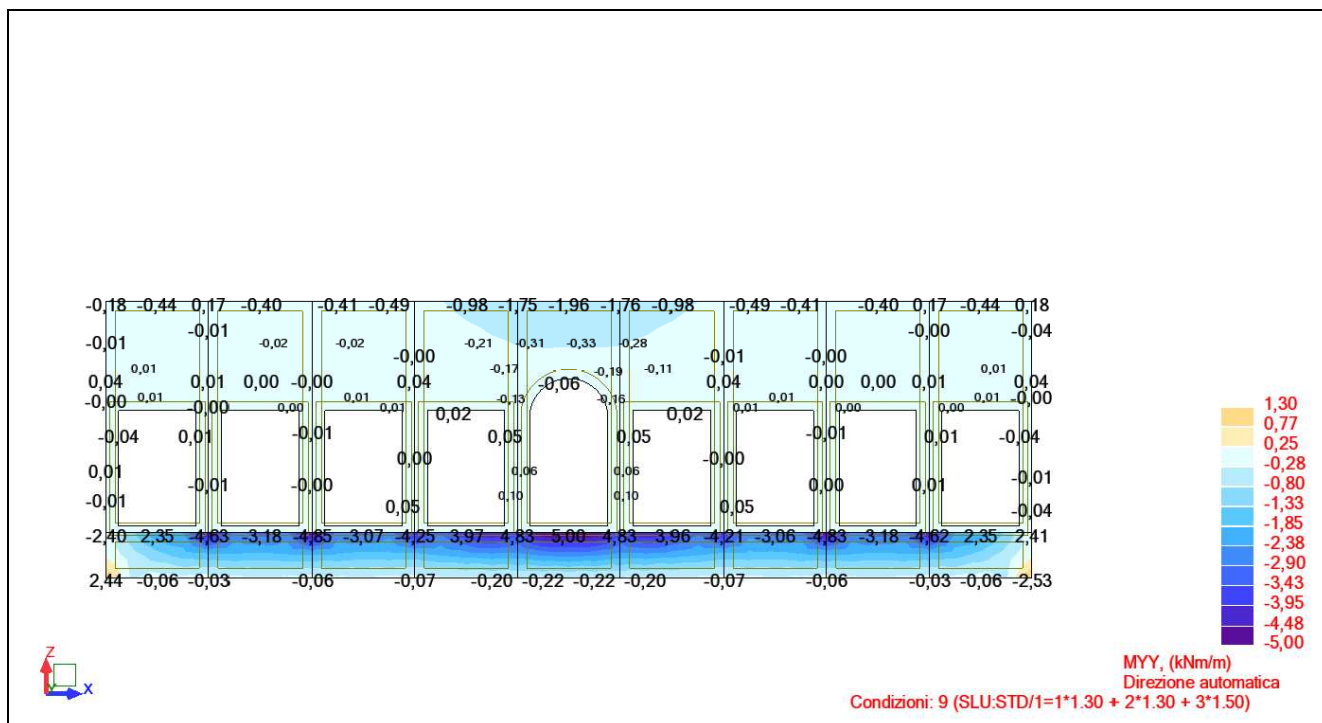
Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	27 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-



Soletta pavimento - Momento flettente kNm/m

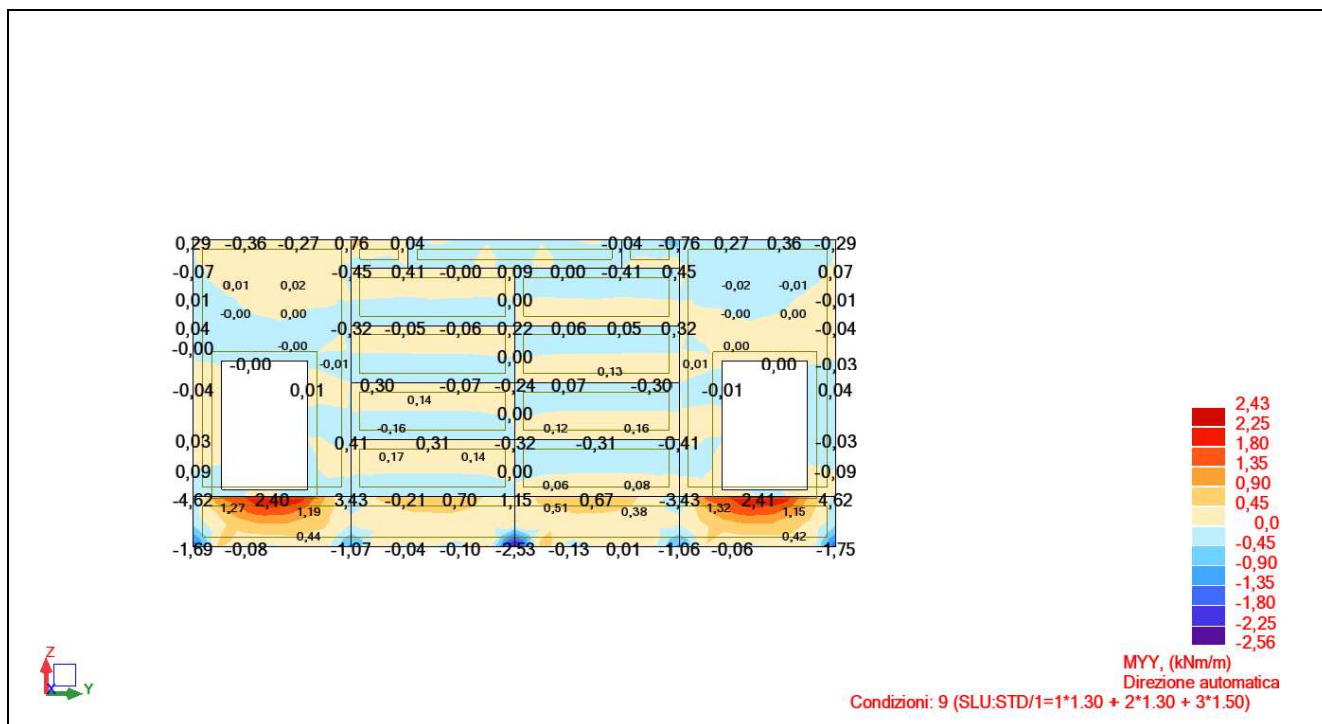


Facciata frontale - Momento flettente kNm/m

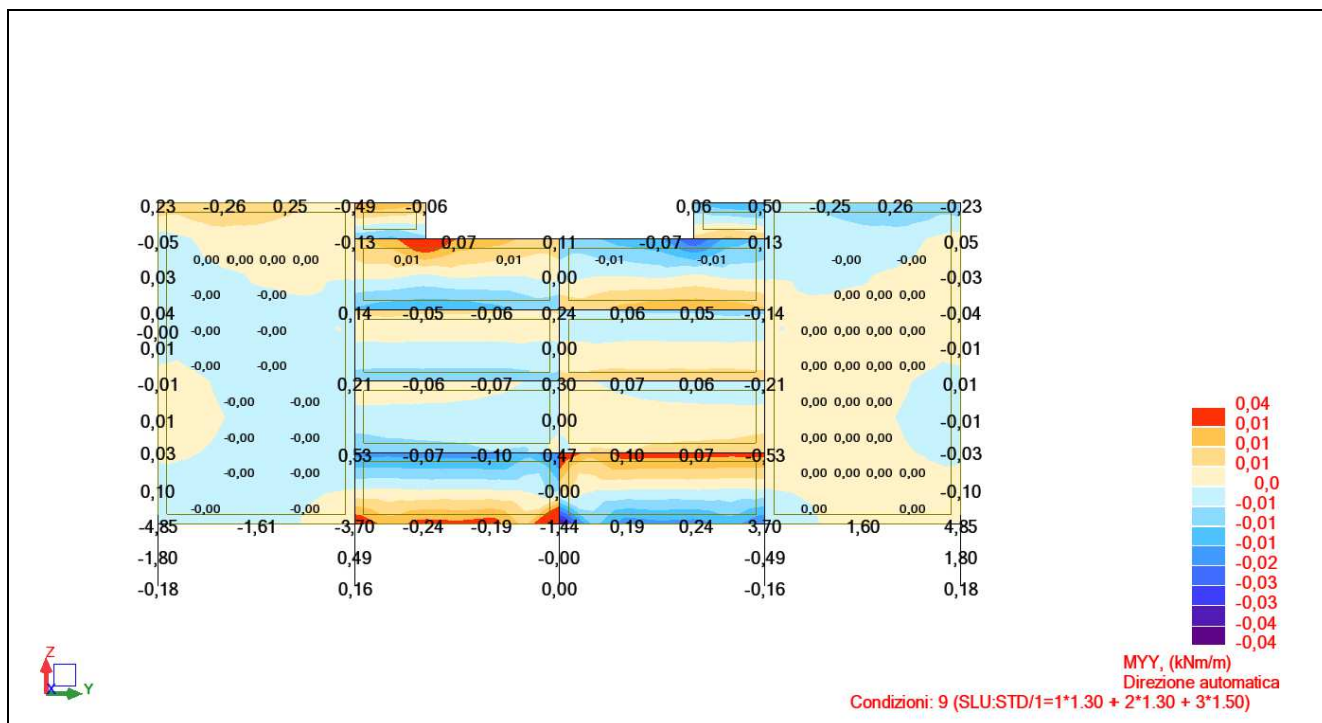
Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	28 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-



Facciata laterale - Momento flettente kNm/m

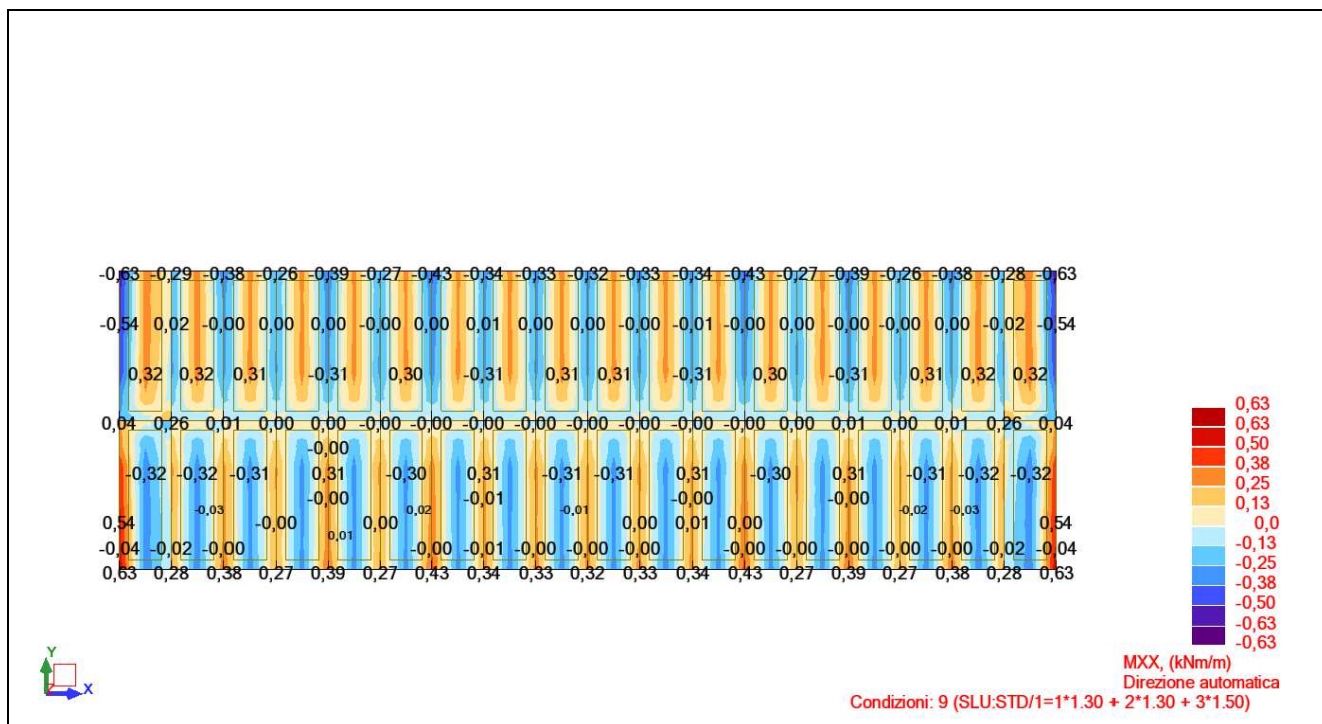


Tramezza interna - Momento flettente kNm/m

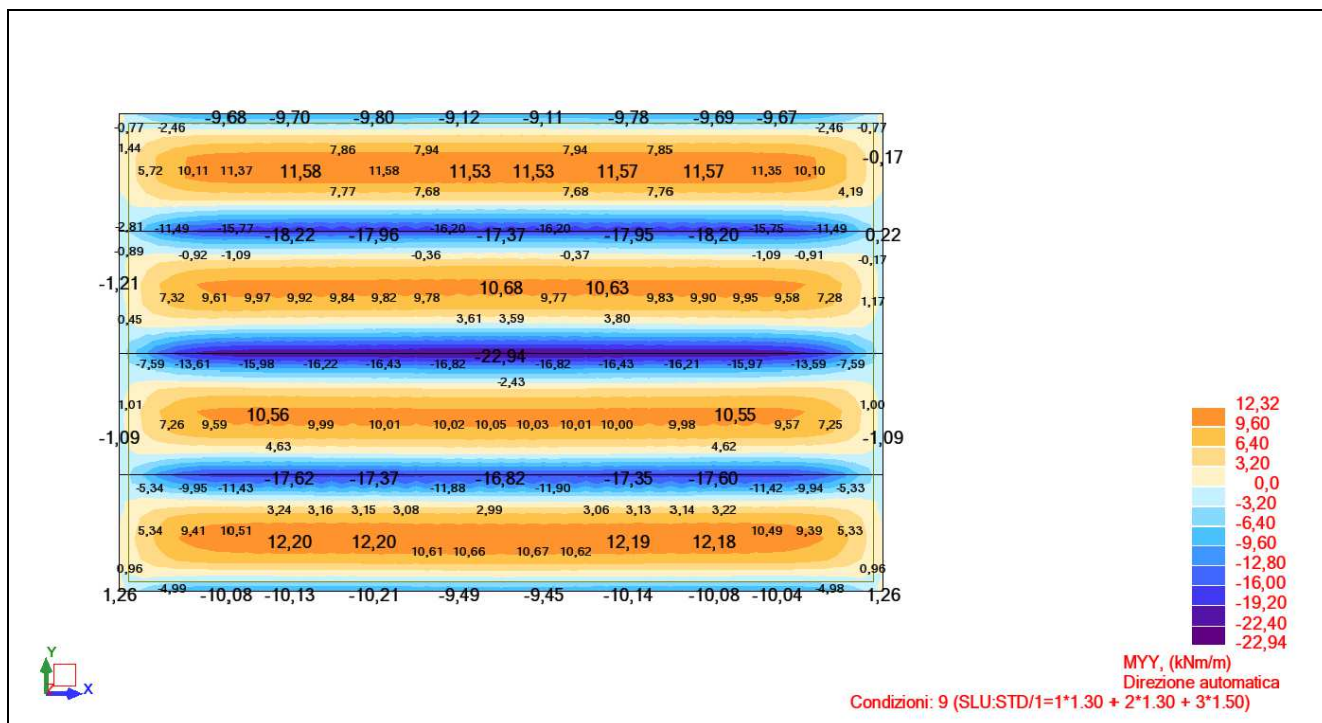
Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO		PAGINA	29 di 37
	LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-



Solette loculi - Momento flettente kNm/m

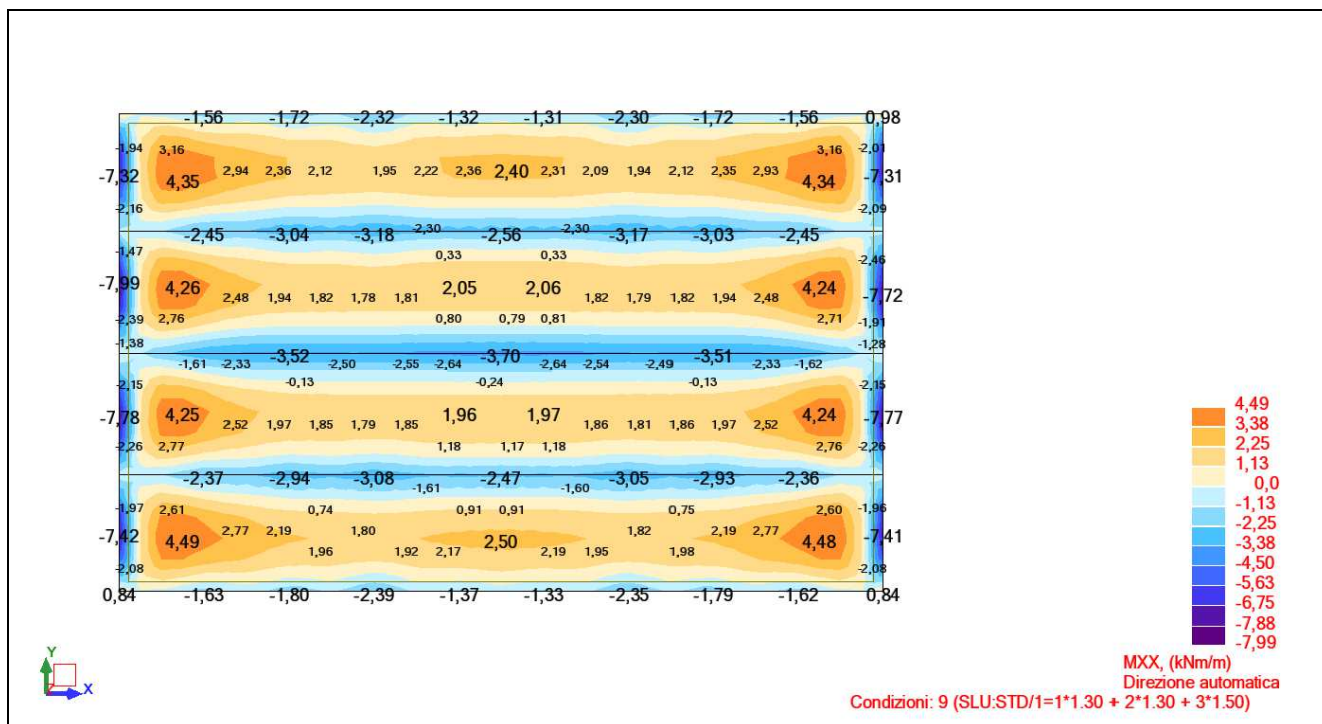


Platea - Momento flettente Myy kNm/m

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	30 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-



Platea - Momento flettente M_{xx} kNm/m

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

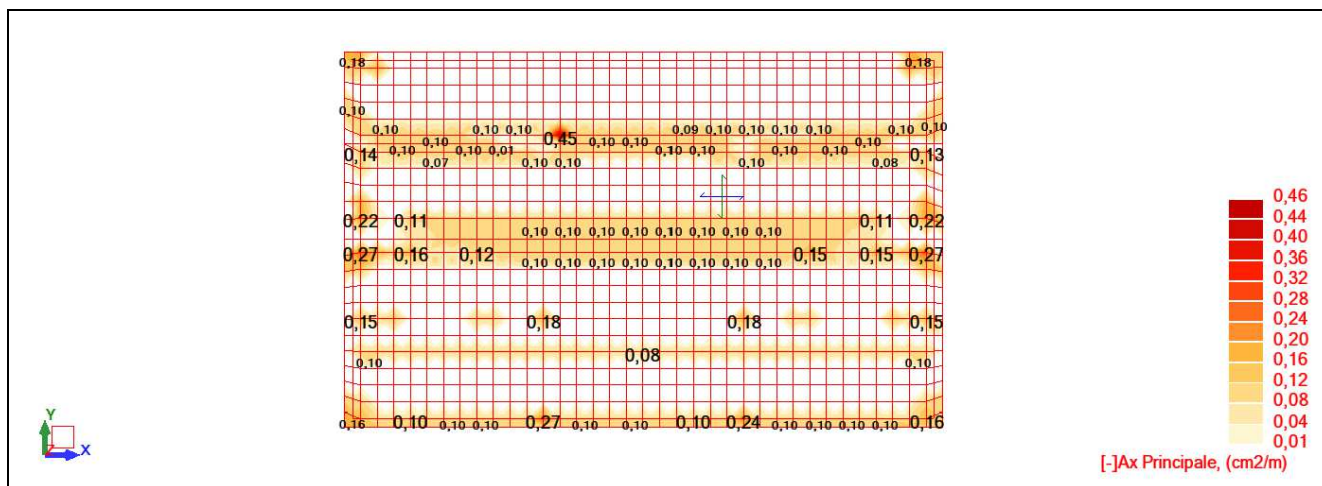
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	31 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

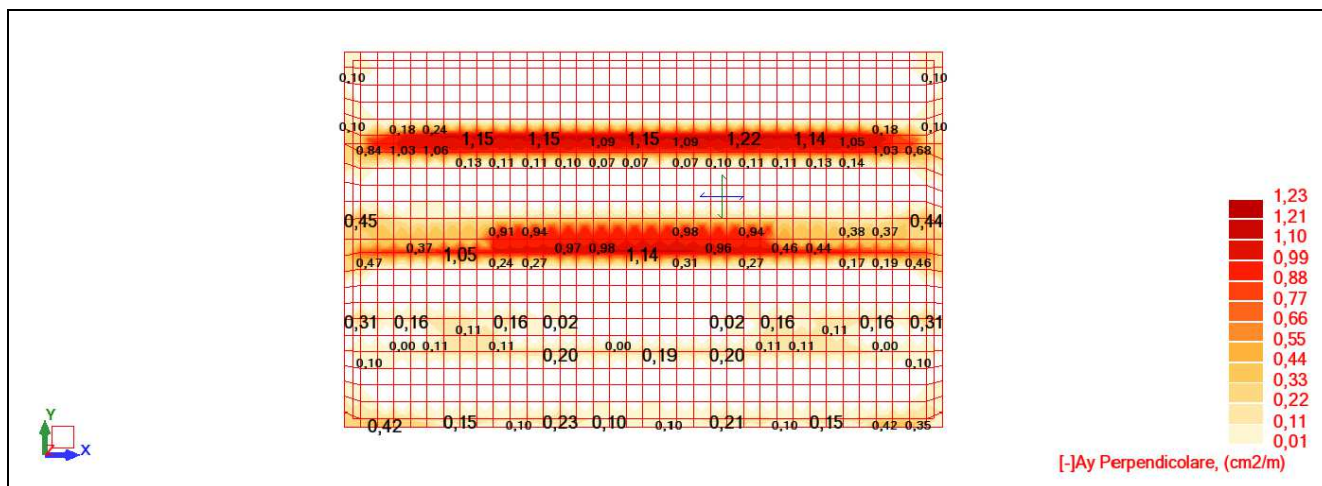
10.4 ARMATURA

10.4.1 PLATEA DI FONDAZIONE

Armatura richiesta:



Armatura letto inferiore – direzione x [cm^2/m]

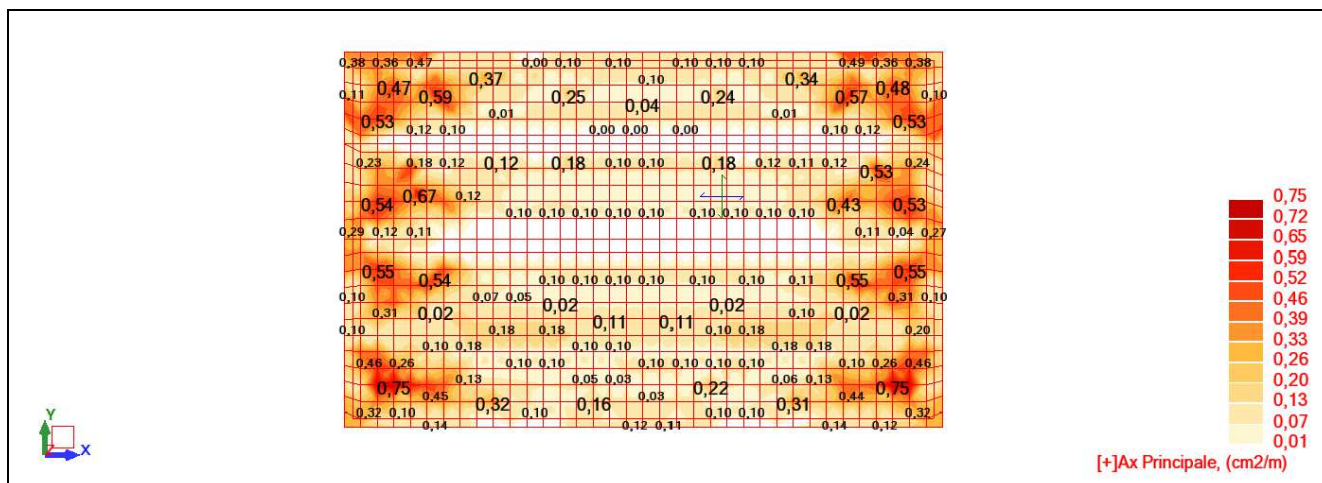


Armatura letto inferiore – direzione y [cm^2/m]

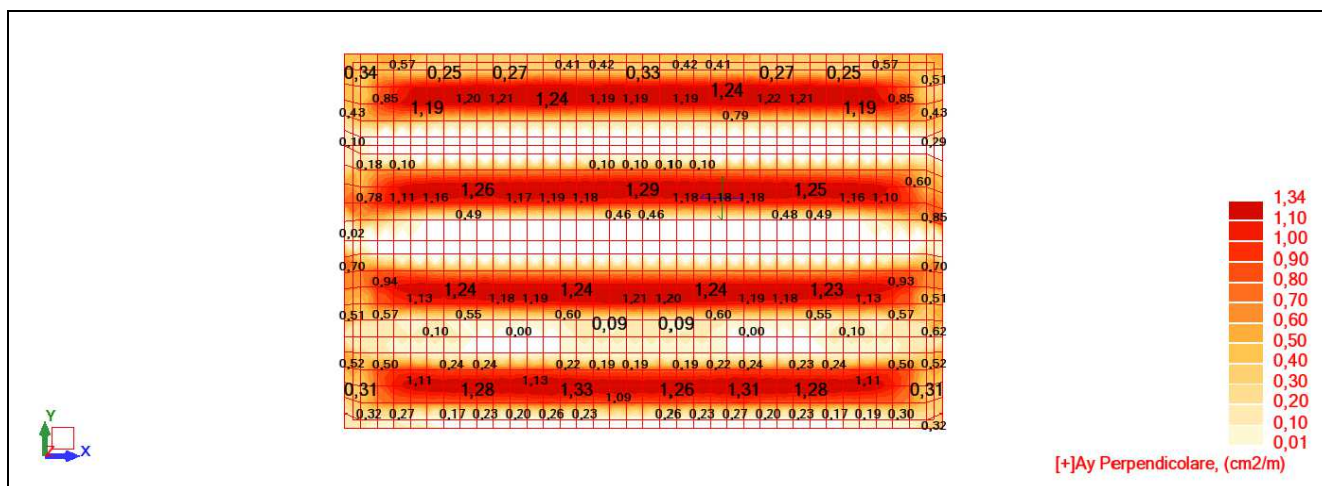
Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	32 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-



Armatura letto superiore – direzione x [cm^2/m]



Armatura letto superiore – direzione y [cm^2/m]

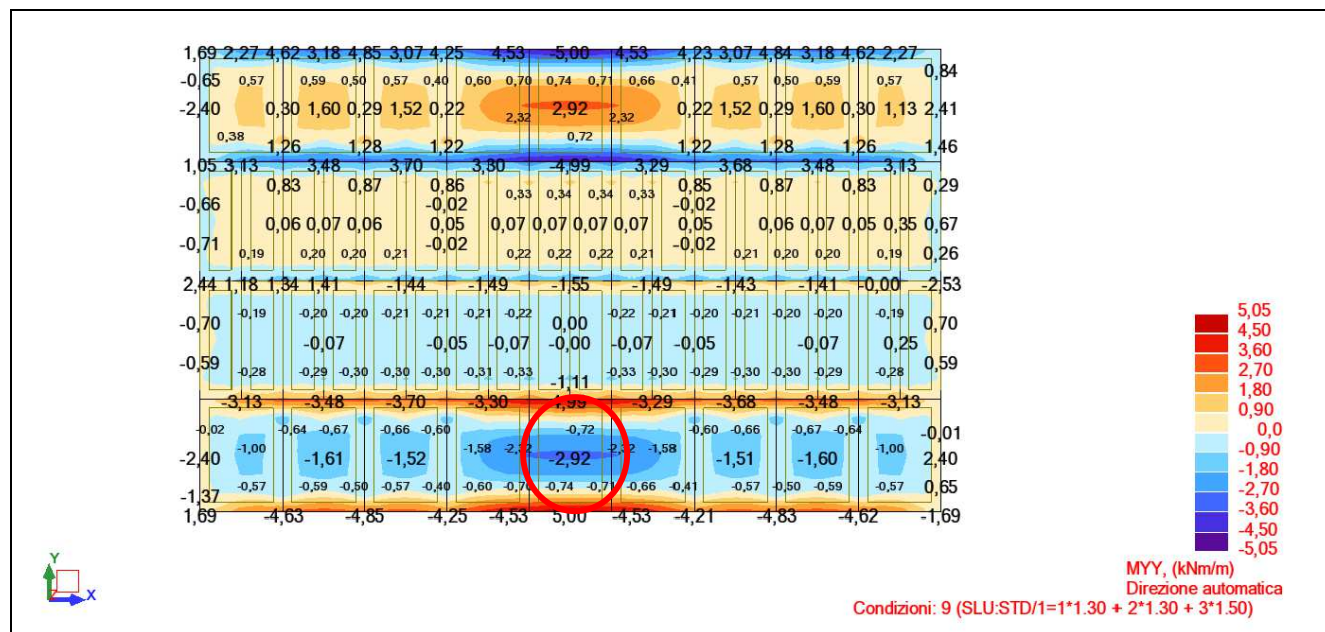
Armatura disposta > armatura teorica richiesta: verificato

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	33 di 37
			REVISIONE	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		DATA	-

10.4.2 STRUTTURE IN ELEVAZIONE PREFABBRICATE

Soletta pavimento:



N*	b [cm]	h [cm]
1	100	15

N*	As [cm²]	d [cm]
1	1.18	12

Sollecitazioni

S.L.U. ☒ Metodo n ☒

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls

☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali

B450C C25/30

E_{su} 67.5 % E_{c2} 2 %
f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 %
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
E_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 9.75
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

Calcoli

M_{xRd} 5.459 kNm
σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 2.541 ‰
ε_s 67.5 ‰
d 12 cm
x 0.435 x/d 0.03628
δ 0.7

Metodo di calcolo

☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n

Tipo flessione

☒ Retta ☐ Deviata

N* rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

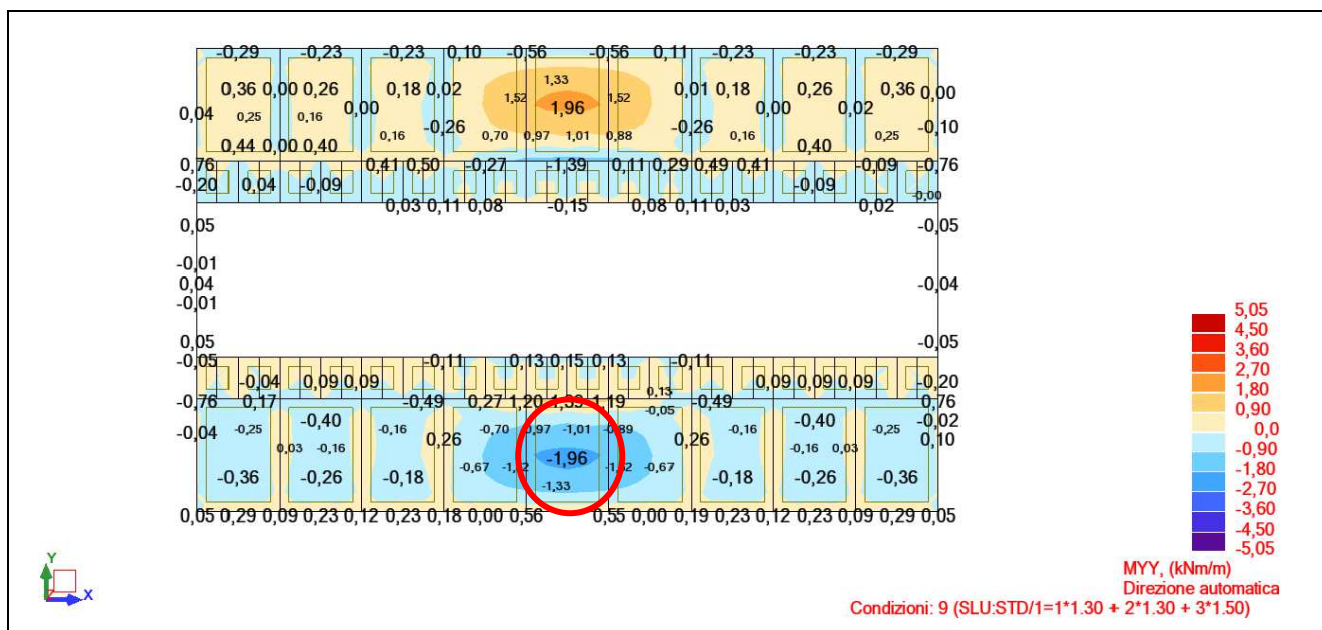
Mrd=5.4 kNm > Msd=2.92 kNm Verificato

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 - fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	34 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

Soletta copertura:



Titolo : _____

N° strati barre 1 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	15	1	1,18	12

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

N_{Ed} 0 **0** kN
M_{xEd} 0 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C25/30**
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

M_{xRd} 5,459 kNm
 σ_c -14,17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 2,541 ‰
 ϵ_s 67,5 ‰
d 12 cm
x 0,435 x/d 0,03628
 δ 0,7

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

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
☐ Precompresso

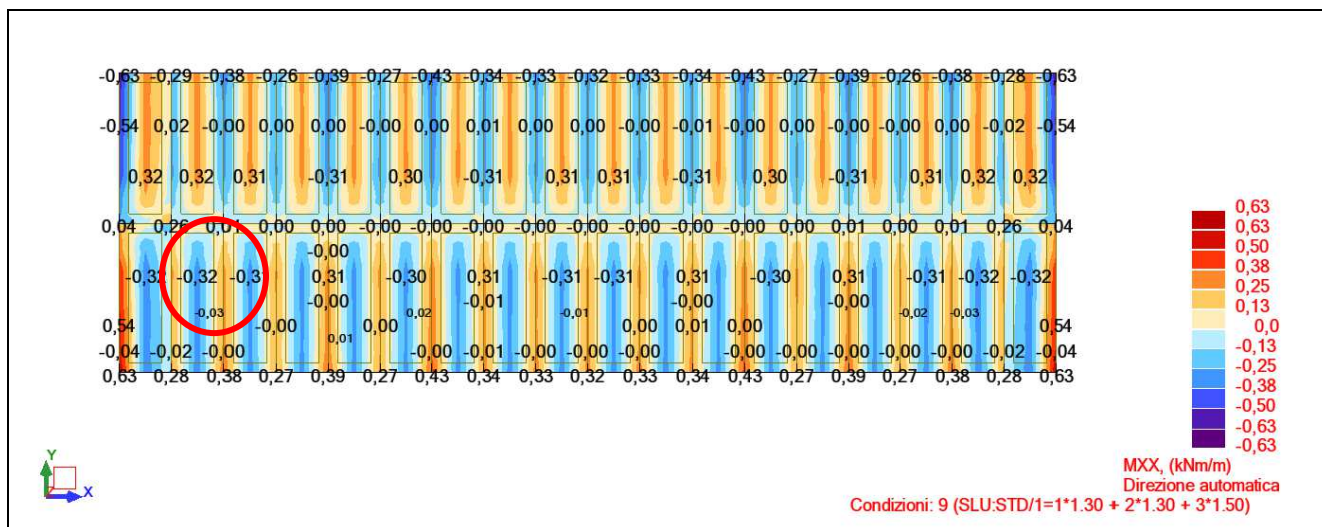
Mrd=5.4 kNm > Msd=1.96 kNm Verificato

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	35 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

Solette loculi:



Titolo : _____

N° strati barre 1 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	5

N°	As [cm²]	d [cm]
1	1.01	2,5

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

N Ed 0 0 kN
M xEd 0 0 kNm
M yEd 0 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	ϵ_{cu}	3,5
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	14,17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9,75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,6
		τ_{c1}	1,829

M xRd 0,9311 kNm

σ_c -14,17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 21,99 ‰
d 2,5 cm
x 0,343 x/d 0,1373
 δ 0,7

Mrd=0.93 kNm > Msd=0.32 kNm Verificato

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
----------	---	-----------	-----	------------	---------------------

La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO		<i>PAGINA</i>	36 di 37
	LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		<i>REVISIONE</i>	-
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		<i>DATA</i>	-

Pilastri colombario:

Analisi SLU

Combinazione dimensionante: 1.30PERM1+1.30PERM2+1.50PERM2 (B)

Forze sezionali:

Nsd = 13,71 (kN) Msdy = -0,03 (kN*m) Msdz = -0,27 (kN*m)

Forze dimensionanti:

nodo inferiore

N = 13,71 (kN) N*etotz = -0,27 (kN*m) N*etoty = -0,33 (kN*m)

Eccentricità:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
statica	eEd: -0,2 (cm)	-1,9 (cm)
Imperfezione	ei: 0,0 (cm)	0,5 (cm)
iniziale	e0: -0,2 (cm)	-1,4 (cm)
totale	etot: -2,0 (cm)	-2,4 (cm)

Analisi dettagliata-Direzione Y:

Analisi della snellezza

Struttura non scorrevole

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
2,000	2,000	34,64	214,52	Colonna tozza

Analisi dello svergolamento

M2 = 0,06 (kN*m) M1 = -0,03 (kN*m)
M0 = -0,03 (kN*m)
ea = 0,0 (cm)
Ma = N*ea = 0,00 (kN*m)

Analisi dettagliata-Direzione Z:

M2 = 0,03 (kN*m) M1 = -0,27 (kN*m)
M0 = -0,27 (kN*m)
ea = $\theta_1 \cdot l_0 / 2 = 0,5$ (cm)
 $\theta_1 = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,01$
 $\theta_0 = 0,01$
 $\alpha_h = 1,00$
 $\alpha_m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1,00$
m = 1,00
Ma = N*ea = 0,07 (kN*m)

Armatura:

Barre principali :

- 4 $\phi 14$

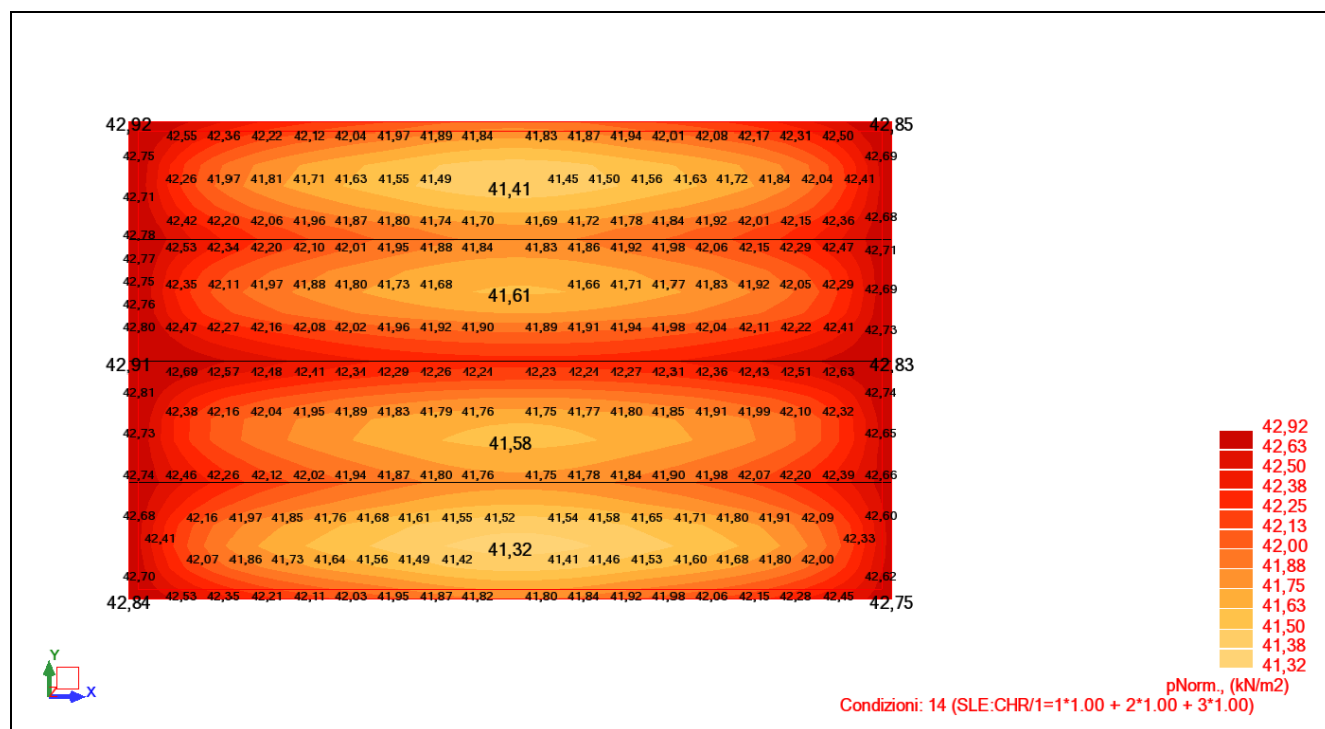
Armatura trasversale:

- staffe: $\phi 8$

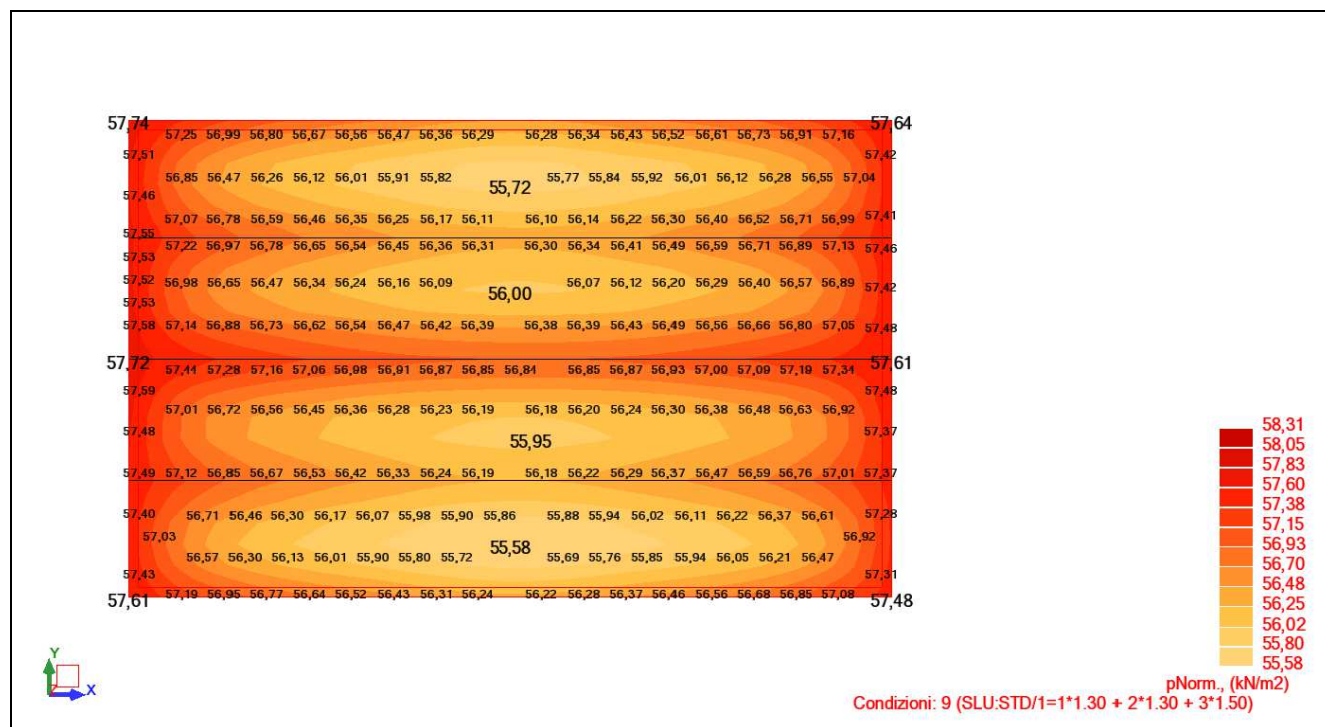
Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					

DR ING. GIORGIO MIGLIO via XXIV Maggio 4 - Bellinzago Nov. tel. 0321 98074 – fax 0321 927007	COMUNE DI BARENGO LAVORI DI AMPLIAMENTO CIMITERO		PAGINA	37 di 37
	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		REVISIONE	-
			DATA	-

10.5 PRESSIONE SUL TERRENO



Pressione sul terreno – combinazione SLE [kPa]



Pressione sul terreno – combinazione SLU [kPa]

Commessa	-	Preparato	STM	Verificato	Ing. Giorgio Miglio
La proprietà del presente documento è riservata a termini di Legge. Qualunque riproduzione o utilizzazione anche parziale non può essere fatta senza autorizzazione scritta.					