committente

progetto

BIOPIATTAFORMA CAP DI SESTO S.G.

RICOSTRUZIONE FOSSA

Progetto esecutivo

progettista

STM
Studio Tecnico Miglio
via XXIV Maggio 4
28043 Bellinzago Novarese
t 0321.98074
info@studiomiglio.it

committente	progettista

titolo

RELAZIONE DI CALCOLO

rev.	data	descrizione	disegnato	controllato
00	novembre 21	Prima emissione	EF	GM
01				
02				
03				
04				
05				

scala	formato	data	documento no.	rev.
-	A4	NOVEMBRE 2021	R-100	00

Indicazione della modifica

Versione	Data	Indicazione della modifica	Emesso da
0	Novembre 21	Prima emissione	STM
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

INDICE

1 INTRODUZIONE 3

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE 3

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5

4 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO 6

5 MATERIALI PREVISTI E RESISTENZE DI CALCOLO 6

6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E FALDA 8

7 ANALISI DEI CARICHI 10
- 7.1 Permanenti 10
- 7.2 Spinta del terreno 10
- 7.3 Sovraccarichi 10
- 7.4 Spinta della FORSU 10
- 7.5 Azioni del carroponte 11
- 7.6 Neve 12
- 7.7 Vento 12
- 7.8 Azioni della temperatura 13
- 7.9 Sisma 13

8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO 22

9 METODO DI CALCOLO 27

10 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI 29

11 ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE 29
- 11.1 ANALISI MODALE 29
- 11.2 SPOSTMENTI DELLA STRUTTURA ALLO SLO 31
- 11.3 DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE 33
- 11.4 ARMATURE MINIME 33
- 11.5 LIMITI DI FESSURAZIONE 33
- 11.6 LIMITI DI TENSIONE NEI MATERIALI 34

12 PLATEA DI FONDAZIONE 34
- 12.1 PRESSIONI SUL TERRENO 34
- 12.2 CAPACITA' PORTANTE 36
- 12.3 CEDIMENTI ATTESI 39
- 12.4 VERIFICHE STRUTTURALI 41

13 PARETE FILO A – VERIFICHE STRUTTURALI 46
13.1 PARETE FILO A – DA PIANO FONDAZIONE EL.-7.5 m, A QUOTA ±0.00 46
13.2 PARETE FILO A – DA QUOTA ±0.00 A QUOTA 17.80 m 55
14 PARETE FILO B – VERIFICHE STRUTTURALI 63
14.1 PARETE FILO B – DA PIANO FONDAZIONE EL.-7.5 m, A QUOTA ±0.00 63
14.2 PARETE FILO B – DA QUOTA ±0.00 A QUOTA 17.80 m 72
15 PARETE FILO 1 – VERIFICHE STRUTTURALI 80
16 PARETE FILO 7/8 – VERIFICHE STRUTTURALI 88
17 SOLETTA DI COPERTURA ELEVAZIONE +18.10 – VERIFICHE STRUTTURALI 97
18 SOLETTA CALO BENNA ELEVAZIONE +11.40 – VERIFICHE STRUTTURALI 105
19 VERIFICA MENSOLA CARROPONTE 111
20 VERIFICA SETTI DELLE PARETI 116

1 INTRODUZIONE

Forma oggetto della presente relazione la descrizione e la verifica delle opere strutturali necessarie per la ricostruzione dell'edificio fossa all'interno del nuova biopiattaforma CAP di Sesto San Giovanni (MI).

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

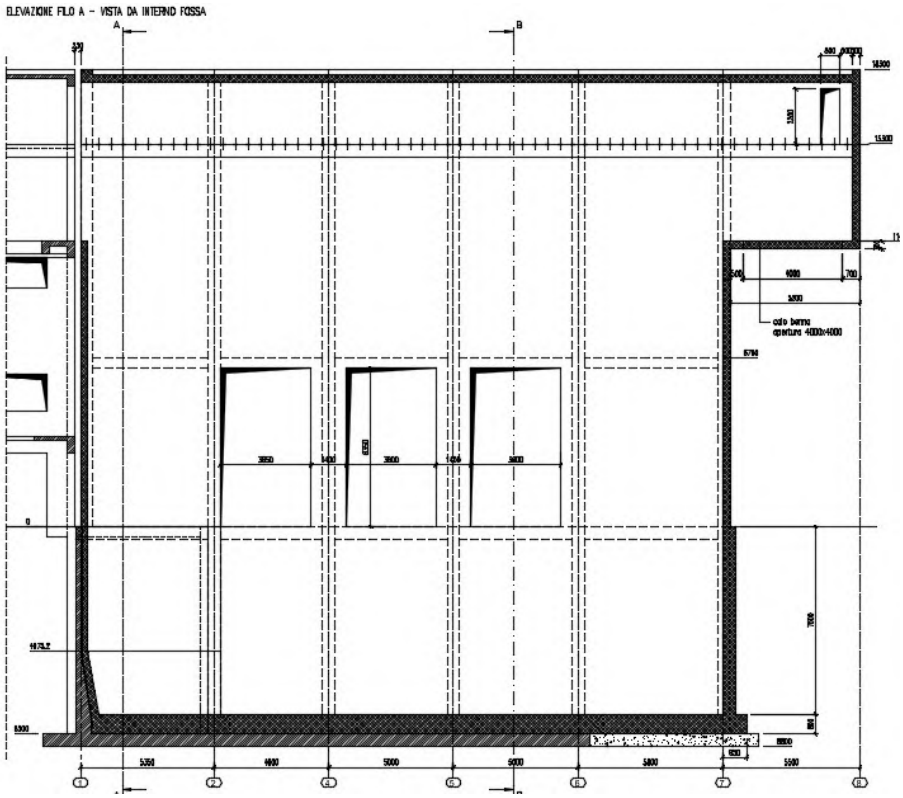
La fossa un struttura in calcestruzzo armato utilizzata per l'accumulo dei rifiuti umidi FORSU (Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano) per la produzione di biometano.

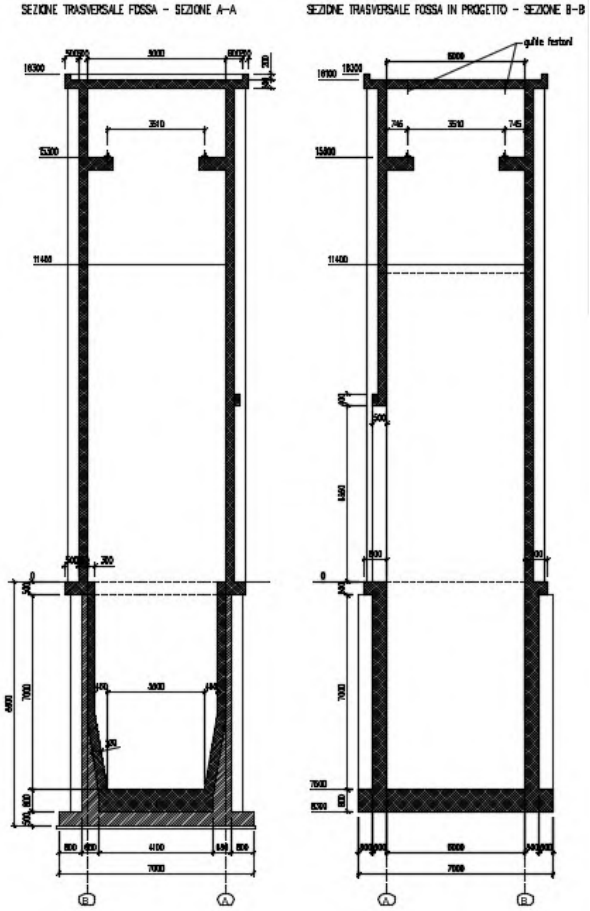
Ha un'altezza fuori terra di 18,3 m e un'altezza interrata di 8,3 m al piano fondazione. L'ingombro in pianta è pari a 6,4 m per 26 m fino alla quota di +11,4 m dove spicca lo sbalzo per il calo benna del carroponte per un aggetto di circa 5,2 m.

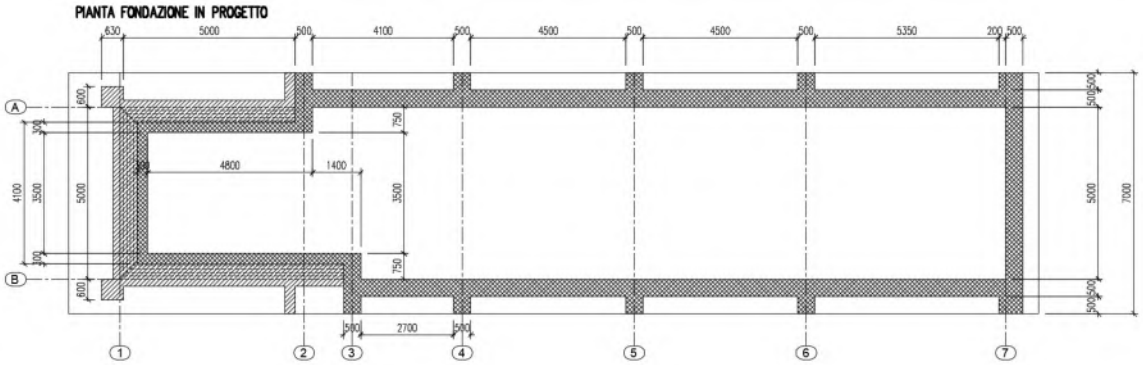
L'edificio è formato da una fondazione a platea dello spessore di 80 cm, pareti controterra dello spessore di 50 cm e 30 cm fuoriterra. Le pareti sono rinforzate da setti trasversali a partire dalle fondazioni.

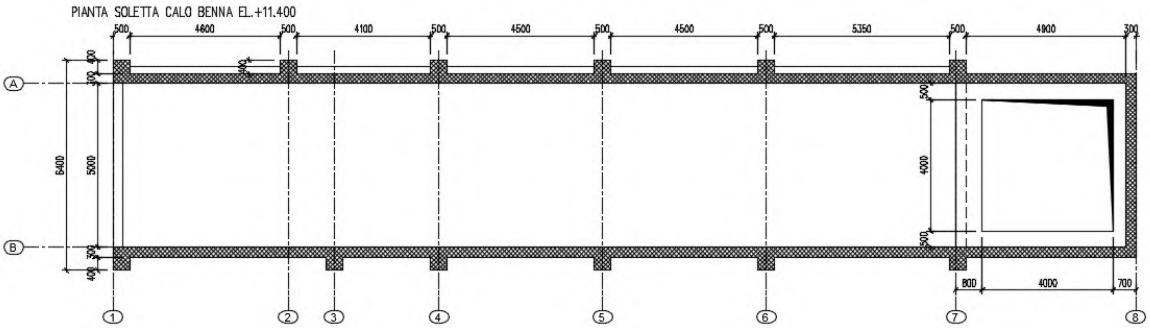
A quota +15,3 m sono posizionate le travi in calcestruzzo del carroponte per un'altezza di 50 cm ed uno sbalzo netto di 95 cm.

La soletta di copertura è piena dello spessore di 30 cm. Completano la struttura una trave di rinforzo sopra le aperture per lo stoccaggio del materiale, la trave trasversale sulla copertura sul filo 1 verso l'esistente e una trave di coronamento a quota piano campagna.




SEZIONE TRASVERSALE FOSSA - SEZIONE A-A
SEZIONE TRASVERSALE FOSSA IN PROGETTO - SEZIONE B-B
gulite fertoni


PIANTA FONDAZIONE IN PROGETTO


PIANTA SOLETTA CALO BENNA EL.+11.400

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 17 gennaio 2018** – Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"
4. **Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** - "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018"
5. **UNI EN 206-1 ottobre 2006** – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformita"

4 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

La vita nominale $\mathbf{V_N}$ 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.

La vita nominale risulta pertanto $\mathbf{V_N}$ **= 50 anni**.

La **classe d'uso III** con **CU = 1,5**

Il **periodo di riferimento** per l'azione sismica è pari a **75 anni**.

5 MATERIALI PREVISTI E RESISTENZE DI CALCOLO

Per la realizzazione delle strutture in opera della fossa rifiuti si prevede l'utilizzo di calcestruzzo con resistenza minima **C32/40** MPa, che presenta le seguenti caratteristiche:

Modulo Elastico Ec	Ec = 22000[fcm/10] 0.3= 33345 MPa
Resistenza a compressione (cilindrica)	fck = 32 MPa
Resistenza di calcolo a compressione	fcd = α_{cc} · fck/γ_c = 0.85 · fck/1.5 = 18.13 MPa
Resistenza a trazione media	fctm = 0.30 · $fck^{2/3}$ = 3.02 MPa
Resistenza a trazione	fctk = 0.7 · fctm = 2.12 MPa
Resistenza a trazione di calcolo	fctd = fctk /γ_c = 1.41 MPa
Resistenza a compressione (comb. Rara)	σ_c = 0.60 · fck = 19.2 MPa
Resistenza a compressione (comb. Quasi perm.)	σ_c = 0.45 · fck = 14.4 Mpa

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo **B450C** secondo D.M. 14-01-2018 ad aderenza migliorata controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

Tensione di snervamento caratteristica	fy ≥ 450 MPa
Tensione caratteristica a rottura	ft ≥ 540 MPa

Allungamento totale al carico massimo	Agt ≥ 7.5%
Rapporto ft/fy	1,15 ≤ Rm/Re ≤ 1,35
Rapporto fy misurato/ fy nom	≤ 1,25
Es = 206000 MPa	
Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)	σs = 0.80 · fyk = 360 MPa
Fattore di sicurezza acciaio	γs = 1.15
Resistenza a trazione di calcolo	fyd = fyk/γs = 391.30 MPa

6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E FALDA

La presente relazione di calcolo fa riferimento alle stratigrafie e ai parametri geotecnici del terreno riportati nei seguenti documenti:

B-30-002-01_Relazione Geotecnica

B-30-001-01_Relazione Geologica e sismica

I dati desunti dalla campagna d'indagine realizzata, incrociati con quelli pregressi delle campagne di indagine precedenti, hanno consentito di caratterizzare dal punto di vista litostratigrafico e geotecnico i terreni indagati.
Come accennato nel precedente paragrafo, l'elaborazione dei dati ha evidenziato la presenza di una successione stratigrafica composta da n. **3 orizzonti geologici** principali, distinti prevalentemente
per grado di consistenza, e schematizzabili come segue.
UNITA' GEOLOGICA 1 (UG1): terreni rimaneggiati, costituiti da sabbia medio-fine, limosa e ghiaiosa, con tracce di laterizi e inerti.
UNITA' GEOLOGICA 2 (UG2): Sabbia eterometrica con ghiaia e ciottoli (addensata)
UNITA' GEOLOGICA 3 (UG3): Sabbia eterometrica con ghiaia e ciottoli (molto addensata).

UNITA' GEOLOGICA 1 (0,0 ÷ 2,5 m) Terreni rimaneggiati. Sabbia medio-fine, limosa e ghiaiosa con rari inerti e laterizi.			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	*Simbolo*	*U.d.m.*	*Valore*
Classificazione			incoerente
Spessore medio		m	2,5
Addensamento			medio-basso
Densità relativa	Dr	%	35÷40
PESI			
Peso di volume naturale	γ	t/m^3	1,6÷1,7
Peso di volume immerso	γ'	t/m^3	0,6÷0,7
PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO			
Angolo di attrito efficace	ϕ	°	23-24
Coesione efficace	C'	Kg/cm^2	-
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm^2	-
MODULI			
Modulo di Young	E	(kg/cmq)	125-130
Modulo edometrico incoerenti	M	(kg/cmq)	35-40
Modulo dinamico di taglio		(kg/cmq)	200-215

UNITA' GEOLOGICA 2 (2,5 ÷ 5,0 m) - Sabbia eterometrica con ghiaia e ciottoli.			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	***Simbolo***	***U.d.m.***	***Valore***
Classificazione			incoerente
Spessore medio		m	2,5
Densità relativa	Dr	%	70÷80
Addensamento			Alto
PESI			
Peso di volume naturale	γ	t/m³	1,70÷1,80
Peso di volume immerso	γ '	t/m³	0,70÷0,80
PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO			
Angolo di attrito efficace	ϕ	°	31÷32
Coesione efficace	C'	Kg/cm²	-
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm²	-
MODULI			
Modulo di Young	E	(kg/cmq)	630-640
Modulo edometrico incoerenti	M	(kg/cmq)	120-130
Modulo dinamico di taglio		(kg/cmq)	450-460

UNITA' GEOLOGICA 3 (5,0 ÷ 20,0 m) - Sabbia eterometrica con ghiaia e ciottoli.			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE	***Simbolo***	***U.d.m.***	***Valore***
Classificazione			incoerente
Spessore medio		m	20
Densità relativa	Dr	%	75÷80
Addensamento			Alto
PESI			
Peso di volume naturale	γ	t/m³	1,90÷2,00
Peso di volume immerso	γ '	t/m³	0,90÷1,00
PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO			
Angolo di attrito efficace	ϕ		37÷40
Coesione efficace	C'	Kg/cm²	-
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm²	-
MODULI			
Modulo di Young	E	(kg/cmq)	2000-2100
Modulo edometrico incoerenti	M	(kg/cmq)	400-470
Modulo dinamico di taglio		(kg/cmq)	900-1000

Nel sottosuolo del sito è stata intercettata una falda freatica caratterizzata da una soggiacenza media pari a circa 10,5 - 11,0 m.

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 Permanenti

Oltre al peso proprio delle strutture che viene calcolato in automatico dal software.

- Sulla copertura, massetto delle pendenze G_{kj} = 2.00 kN/m^2

7.2 Spinta del terreno

La spinta del terreno agisce sulle pareti da piano ±0.00 all'estradosso della platea di fondo fossa.

Per la spinta del terreno sulle pareti della fossa sono stati considerati i seguenti parametri:

γ = 17.0 kN/m^3 peso specifico

ϕ =30° angolo di attrito

H = 7.5 m (da ±0.0 m a -7.5 m)

La determinazione della spinta sulle pareti è stata valutata secondo l'espressione:

$$S = \gamma \cdot H \cdot k_0$$

Il coefficiente di spinta utilizzato è quello a riposo (k_0 = 1 - senϕ).

K_0 = 1-sen30° = 0.5

$s_{7,5}$ = 17 x 7.5 x 0.5 = 63,7 kPa

7.3 Sovraccarichi

Rappresentano i sovraccarichi di manutenzione ai piani:

- Sulla copertura Q_{kj} = 0.50 kN/m^2
- Sulle travi carroponte quota +15.3 m Q_{kj} = 1.50 kN/m^2
- Sulla soletta calo benna quota +11.4 m Q_{kj} = 1.50 kN/m^2

I sovraccarichi sulla pavimentazione a quota ±0.00 generano una spinta sulle pareti interrate della fossa. Il valore della spinta rimane costante con la profondità.

Q_{kj} = 10.00 kN/m^2

s = 10 x 0.5 = 5,00 kPa

7.4 Spinta della FORSU

Per la spinta della FORSU sulle pareti della fossa sono stati considerati i seguenti parametri:

γ_{FORSU} = 8.2 kN/m^3 peso specifico

angolo di attrito ϕ =27°

H_{FORSU} = 7.5 m (da -0.0 m a -7.5 m)

(cat. E) Q_{kj} (γ_{G1} = 1.5, Ψ_{0j} =1, Ψ_{1j} = 0.9, Ψ_{2j} = 0.8)

La determinazione della spinta sulle pareti è stata valutata secondo l'espressione:

$$S = \gamma \cdot H \cdot k_0$$

Il coefficiente di spinta utilizzato è quello a riposo (k_0 = 1 - senϕ).

K_0 = 1-sen27° = 0,55

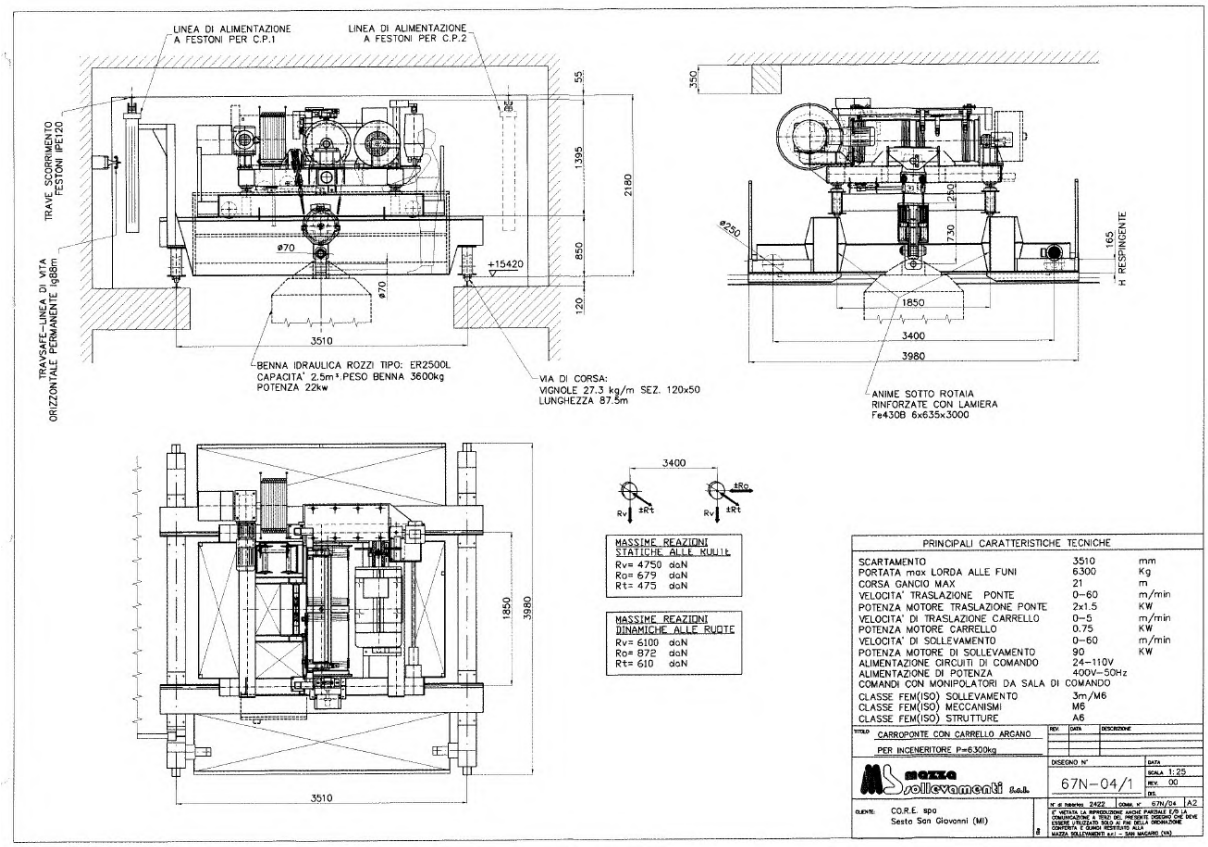
$s_{7,6}$ = 8.2 x 7.5 x 0.55 = 33,8 kPa

oltre alla spinta sulle pareti, la FORSU grava con il peso proprio sul fondo fossa:

Q_{kj} = 8.2 x 7.5 = 61,5 kN/m^2

7.5 Azioni del carroponte

Le azioni trasmesse dal carroponte (portata massima lorda alle funi 6300 kg) alla struttura sono desunte dal documento sotto riportato, fornito dai progettisti meccanici.



Massime reazioni su ciascuna ruota, dove l'interasse ruote è pari a 3,4 m:

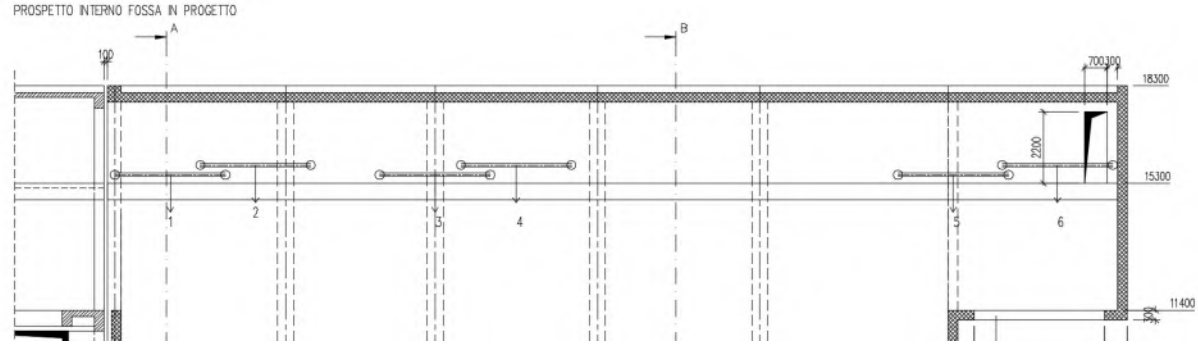
Azione verticale Rv = 61,00 kN

Azione longitudinale Ro = 8,72 kN

Azione trasversale Rt = 6,10 kN

I massimi carichi alla ruota sono stati utilizzati per il dimensionamento delle mensole di sostegno delle vie di corsa ed inseriti nel modello agli elementi finiti per considerarne il contributo sul comportamento globale.

Di seguito le 6 posizioni del carroponte in cui sono stati inseriti i carichi nel modello globale.



7.6 Neve

Zona I mediterranea

As < 200 m

q_{sk} = 1.50 kN/m^2

$\mu 1$ = 0,8 (0°< α <30°)

q_s = 1.20 kN/m^2

7.7 Vento

La pressione del vento varia in funzione dell'altezza e dell'esposizione degli edifici.

Per la fossa rifiuti si calcola la pressione del vento riferita all'altezza della copertura

Vento NTC2018		
ZONA	1	
vr =vb = vb,0	25,00	m/s
qr =	391	N/m2
CLASSI DI RUGOSITA	D	
CATEGORIA DI ESPOSIZIONE	II	
kr	0,19	
Z	18,30	m
Z_0	0,05	m
Zmin	4,0	m
Ce (coeff. esposizione)	2,75	
Cp (coeff. pressione)	1,0	
Cd (coeff. dinamico)	1,0	
p (presisone del vento)	1,07	kN/m2

Coefficienti di pressione Cpe

direzione	esposizione	h [m]	d [m]	h/d	Cpe	p [kN/m2]
longitudinale X	sopravento	18,3	31	0,6	0,76	0,81
	sottovento	18,3	31	0,6	-0,42	-0,45
trasversale Y	sopravento	18,3	6,4	2,9	0,80	0,86
	sottovento	18,3	6,4	2,9	-0,59	-0,63

(γ_{Qj} = 1.5, ψ_{0j} = 0.6, ψ_{1j} = 0.2, ψ_{2j} = 0.0)

7.8 Azioni della temperatura

Si considera un ΔT_u = ±15° come riportato nella tabella di seguito per strutture in c.a. esposte:

Tab. 3.5.II – *Valori di ΔT_u per gli edifici*

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	± 15 °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	± 10 °C
Strutture in acciaio esposte	± 25 °C
Strutture in acciaio protette	± 15 °C

7.9 Sisma

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

di esercizio.

Le verifiche degli elementi strutturali primari (ST) si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe

d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di rigidezza (RIG) e di resistenza (RES), senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità

Tab. 7.3.III – *Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti*

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM(*)
SLE	*SLO*					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	*SLV*	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT(**)			DUT(**)		

Vita nominale 50 anni

Classe d'uso III

terreno tipo C (da validazione progetto definitivo)

La struttura della fossa puo essere classificata come struttura a pareti non accoppiate. Per questa tipologia strutturale, considerando una classe di duttilita bassa il fattore di comportamento è q_0 =3.

Tale valore deve essere ridotto mediante il fattore kw = $(1+\alpha_0)/3$ = 0.65

α_{0X} = 25,5 m / 26,2 m = 0.97

α_{0Y} = 25,5 m / 6,4 m = 3.98

q_0 = 0.65 x 3 = 1.97

Poiche la struttura non e regolare in altezza KR = 0.8

q = 0.8 x 1.97 = 1.57

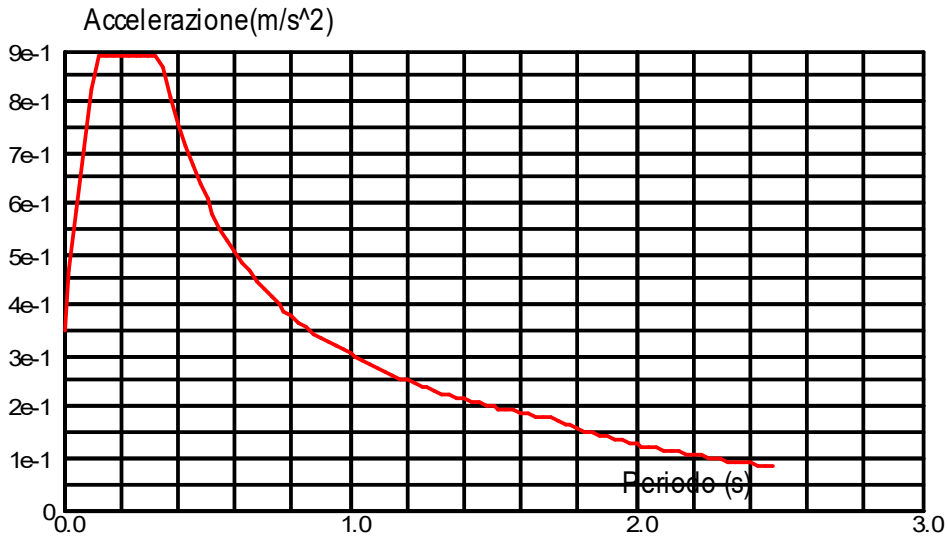
Si è molto vicini al campo delle strutture a comportamento non dissipativo.

Per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo q_{ND} = 2/3 q_{CDB} = 2/3 x 1.97 = 1.31

Si sceglie di progettare una struttura a comportamento strutturale non dissipativo con **q = 1.31**

Sismica NTC 2018 SLO Direzione_X
Tipo di analisi: Dinamica sismica

Direzione dell'eccitazione:
X = 1.000
Y = 0.000
Z = 0.000



Dati:

Vita nominale V_N	:	50		
Classe d'uso	:	III	C_u =	1.500
Stato limite	:	SLO	Pv_r =	0.810
Categoria di sottosuolo	:	C		
Topografia	:	T1		
Spettro	:	Elastico		
Direzione	:	Orizzontale		
Coefficiente di costruzione - q	:	1.000		

Costruzione ubicata:
Coordinate geografiche:
Longitudine : 9.243
Latitudine : 45.540

Parametri dello spettro:
a_g = 0.237
F_o = 2.547
T_C^* = 0.186

S_S = 1.500 C_C = 1.829
h/H = 1.000 S_T = 1.000

Smorzamento : x = 0.050
Correzione dello smorzamento : $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5}$ = 1.000

T_B = 0.113 T_C = 0.340 T_D = 1.695 S = 1.500

Sismica NTC 2018 SLO Direzione_Y

Tipo di analisi: Dinamica sismica

Direzione dell'eccitazione:
X = 0.000
Y = 1.000
Z = 0.000

Dati:

Vita nominale V_N	:	50		
Classe d'uso	:	III	C_u =	1.500
Stato limite	:	SLO	Pv_r =	0.810
Categoria di sottosuolo	:	C		
Topografia	:	T1		
Spettro	:	Elastico		
Direzione	:	Orizzontale		
Coefficiente di costruzione - q	:	1.000		

Costruzione ubicata:
Coordinate geografiche:
Longitudine : 9.243
Latitudine : 45.540

Parametri dello spettro:
a_g = 0.237
F_o = 2.547
T_C^* = 0.186

S_S = 1.500 C_C = 1.829
h/H = 1.000 S_T = 1.000

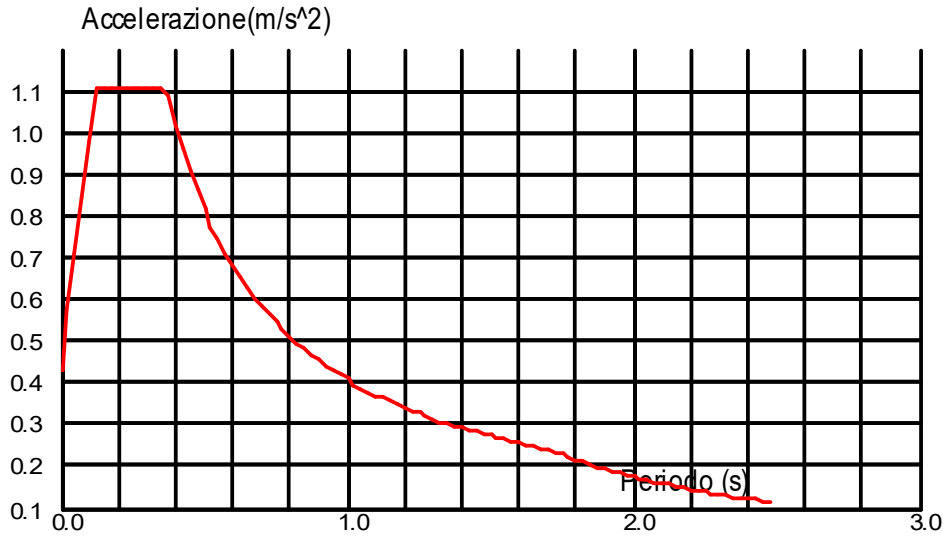
Smorzamento : x = 0.050
Correzione dello smorzamento : $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5}$ = 1.000

T_B = 0.113 T_C = 0.340 T_D = 1.695 S = 1.500

Sismica NTC 2018 SLD Direzione_X
Tipo di analisi: Dinamica sismica

Direzione dell'eccitazione:

X = 1.000
Y = 0.000
Z = 0.000



Dati:

Vita nominale V_N	:	50		
Classe d'uso	:	III	C_u =	1.500
Stato limite	:	SLD	Pv_r =	0.630
Categoria di sottosuolo	:	C		
Topografia	:	T1		
Spettro	:	Elastico		
Direzione	:	Orizzontale		
Coefficiente di costruzione - q	:	1.000		

Costruzione ubicata:
Coordinate geografiche:

Longitudine	:	9.243
Latitudine	:	45.540

Parametri dello spettro:

a_g = 0.294
F_o = 2.558
T_C^* = 0.209

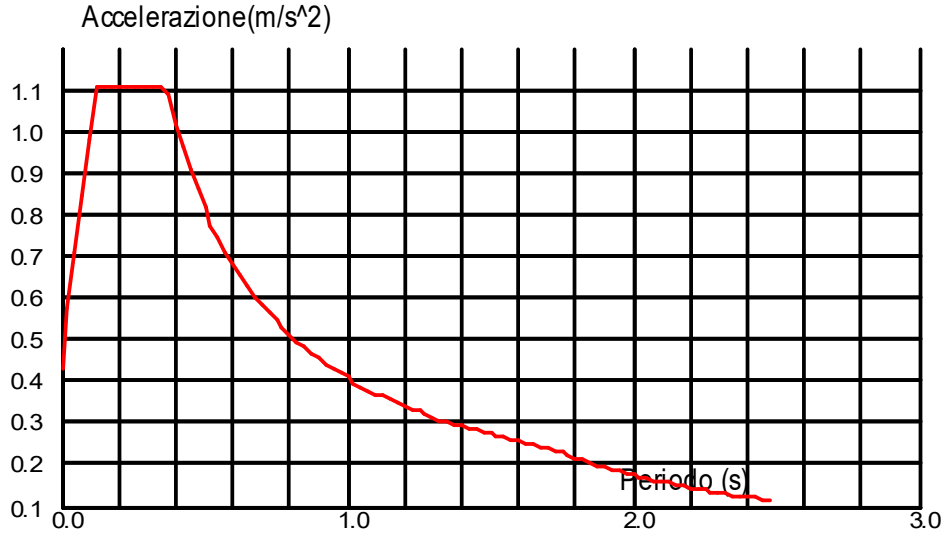
S_S = 1.500 C_C = 1.760
h/H = 1.000 S_T = 1.000

Smorzamento : x = 0.050
Correzione dello smorzamento : $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5}$ = 1.000

T_B = 0.123 T_C = 0.368 T_D = 1.718 S = 1.500

Sismica NTC 2018 SLD Direzione_X
Tipo di analisi: Dinamica sismica

Direzione dell'eccitazione:
X = 1.000
Y = 0.000
Z = 0.000



Dati:

Vita nominale V_N	:	50		
Classe d'uso	:	III	C_u =	1.500
Stato limite	:	SLD	Pv_r =	0.630
Categoria di sottosuolo	:	C		
Topografia	:	T1		
Spettro	:	Elastico		
Direzione	:	Orizzontale		
Coefficiente di costruzione - q	:	1.000		

Costruzione ubicata:
Coordinate geografiche:

Longitudine	:	9.243
Latitudine	:	45.540

Parametri dello spettro:

a_g = 0.294
F_o = 2.558
T_C^* = 0.209

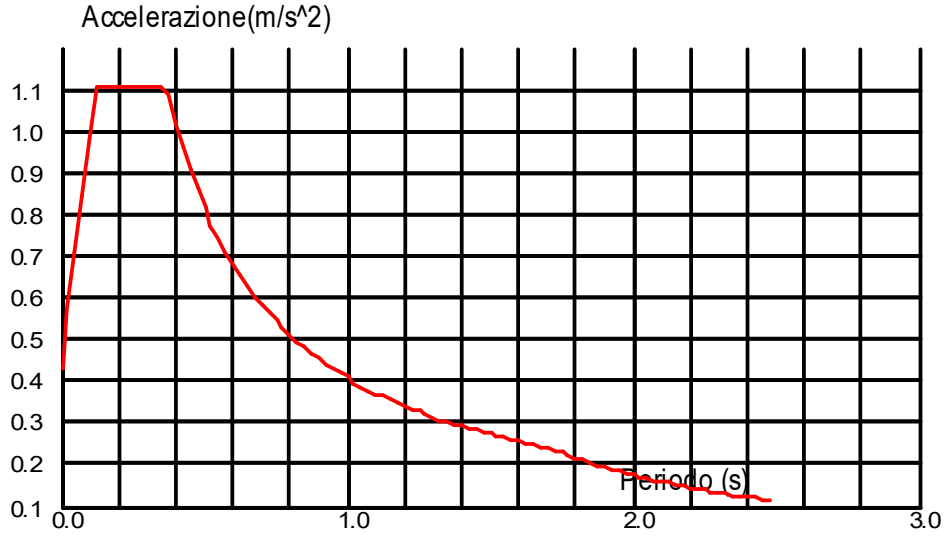
S_S = 1.500 C_C = 1.760
h/H = 1.000 S_T = 1.000

Smorzamento : x = 0.050
Correzione dello smorzamento : $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5}$ = 1.000

T_B = 0.123 T_C = 0.368 T_D = 1.718 S = 1.500

Sismica NTC 2018 SLD Direzione_Y
Tipo di analisi: Dinamica sismica

Direzione dell'eccitazione:
X = 0.000
Y = 1.000
Z = 0.000



Dati:

Vita nominale V_N	:	50		
Classe d'uso	:	III	C_u =	1.500
Stato limite	:	SLD	Pv_r =	0.630
Categoria di sottosuolo	:	C		
Topografia	:	T1		
Spettro	:	Elastico		
Direzione	:	Orizzontale		
Coefficiente di costruzione - q	:	1.000		

Costruzione ubicata:
Coordinate geografiche:

Longitudine	:	9.243
Latitudine	:	45.540

Parametri dello spettro:

a_g = 0.294
F_o = 2.558
T_C^* = 0.209

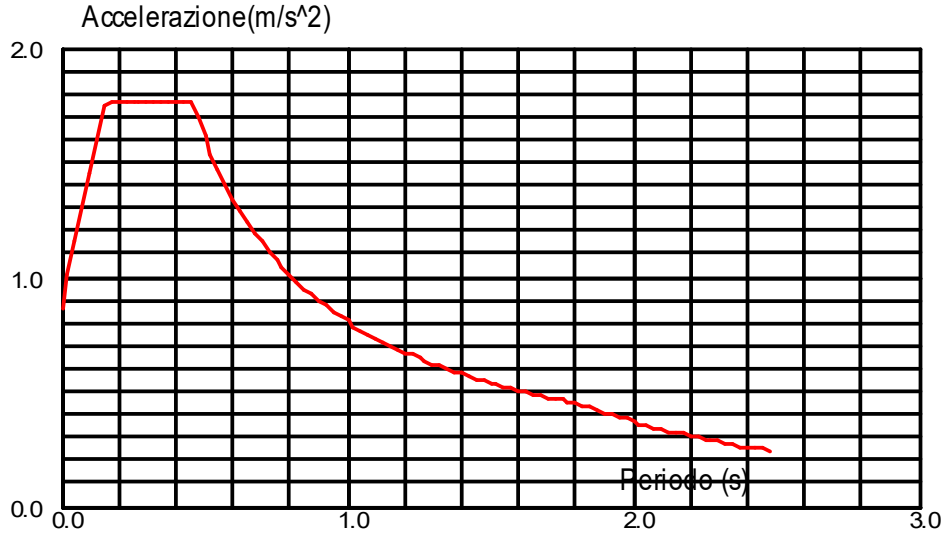
S_S = 1.500 C_C = 1.760
h/H = 1.000 S_T = 1.000

Smorzamento : x = 0.050
Correzione dello smorzamento : $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5}$ = 1.000

T_B = 0.123 T_C = 0.368 T_D = 1.718 S = 1.500

Sismica NTC 2018 SLV Direzione_X
Tipo di analisi: Dinamica sismica

Direzione dell'eccitazione:
X = 1.000
Y = 0.000
Z = 0.000



Dati:

Vita nominale V_N	:	50		
Classe d'uso	:	III	C_u =	1.500
Stato limite	:	SLV	Pv_r =	0.100
Categoria di sottosuolo	:	C		
Topografia	:	T1		
Spettro	:	Dimensionante		
Direzione	:	Orizzontale		
Coefficiente di costruzione - q	:	1.310		

Costruzione ubicata:
Coordinate geografiche:

Longitudine	:	9.243
Latitudine	:	45.540

Parametri dello spettro:

a_g = 0.590
F_o = 2.653
T_C^* = 0.290

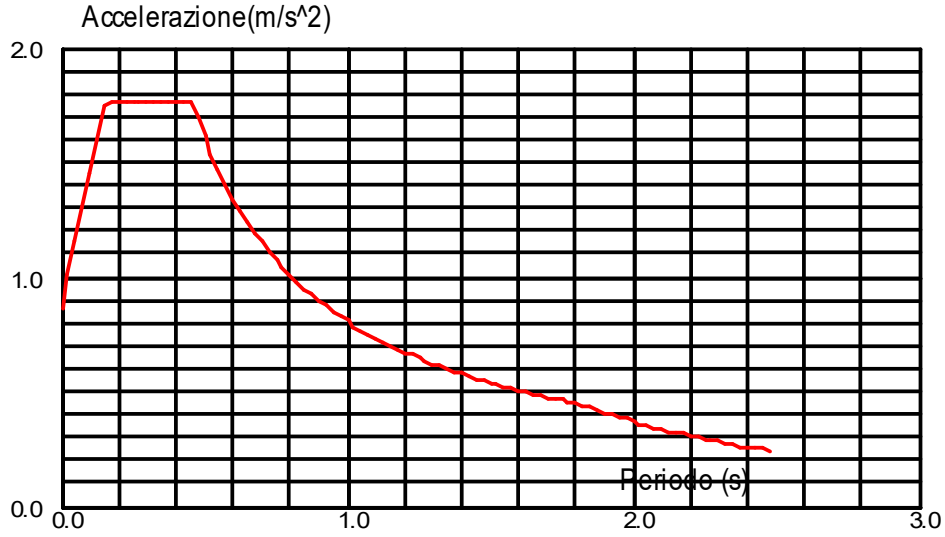
S_S = 1.500 C_C = 1.580
h/H = 1.000 S_T = 1.000

Smorzamento : x = 0.050
Correzione dello smorzamento : $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5}$ = 1.000

T_B = 0.153 T_C = 0.458 T_D = 1.836 S = 1.500

Sismica NTC 2018 SLV Direzione_Y
Tipo di analisi: Dinamica sismica

Direzione dell'eccitazione:
X = 0.000
Y = 1.000
Z = 0.000



Dati:

Vita nominale V_N	:	50		
Classe d'uso	:	III	C_u =	1.500
Stato limite	:	SLV	Pv_r =	0.100
Categoria di sottosuolo	:	C		
Topografia	:	T1		
Spettro	:	Dimensionante		
Direzione	:	Orizzontale		
Coefficiente di costruzione - q	:	1.310		

Costruzione ubicata:
Coordinate geografiche:

Longitudine	:	9.243
Latitudine	:	45.540

Parametri dello spettro:

a_g = 0.590
F_o = 2.653
T_C^* = 0.290

S_S = 1.500 C_C = 1.580
h/H = 1.000 S_T = 1.000

Smorzamento : x = 0.050
Correzione dello smorzamento : $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5}$ = 1.000

T_B = 0.153 T_C = 0.458 T_D = 1.836 S = 1.500

8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

Sono state analizzate le combinazioni di calcolo secondo la normativa aggli stati limite ultimi SLU, agli stati limiti di esercizio SLS. Le azioni sismiche sono state combinate in combinazioni allo stato limite di salvaguardia della vita SLV, allo stato limite di danno SLD e aalo stato limite di operatività SLO.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
  $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots$ [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
  $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots$ [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
  $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \ldots$ [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
  $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \ldots$ [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
  $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots$ [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
  $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots$ [2.5.6]

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

$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$. [2.5.7]

Condiz.	Nome della condizione	Natura
1	pp strutturale	Permanenti
2	permanenti	Permanenti
3	sovraccarico manutenzione	Categoria E
4	carro Pos1	Categoria H
5	carro Pos2	Categoria H
6	FORSU	Categoria E
7	spinta terre	Permanenti
8	VENTOx	Vento
9	VENTOy	Vento
10	T+15	Termiche
11	T-15	Termiche
12	neve	neve
13	COMB29	Permanenti
14	Sismica NTC 2018 SLO Direzione_X	Sismiche SLE
15	Sismica NTC 2018 SLO Direzione_Y	Sismiche SLE
16	SLO 1 * X 0.3 * Y	Sismiche SLE
17	SLO 1 * X -0.3 * Y	Sismiche SLE
18	SLO 0.3 * X 1 * Y	Sismiche SLE
19	SLO 0.3 * X -1 * Y	Sismiche SLE
20	Sismica NTC 2018 SLD Direzione_X	Sismiche SLE
21	Sismica NTC 2018 SLD Direzione_Y	Sismiche SLE
22	SLD 1 * X 0.3 * Y	Sismiche SLE
23	SLD 1 * X -0.3 * Y	Sismiche SLE
24	SLD 0.3 * X 1 * Y	Sismiche SLE
25	SLD 0.3 * X -1 * Y	Sismiche SLE
26	Sismica NTC 2018 SLV Direzione_X	Sismiche SLU
27	Sismica NTC 2018 SLV Direzione_Y	Sismiche SLU
28	SLV 1 * X 0.3 * Y	Sismiche SLU
29	SLV 1 * X -0.3 * Y	Sismiche SLU
30	SLV 0.3 * X 1 * Y	Sismiche SLU
31	SLV 0.3 * X -1 * Y	Sismiche SLU

Condiz.	Nome della condizione	Natura
33	SLU/1=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	permanenti
34	SLU/2=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 28*1.00	permanenti
35	SLU/3=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 29*1.00	permanenti
36	SLU/4=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 30*1.00	permanenti
37	SLU/5=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 31*1.00	permanenti
38	SLU/6=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 28*1.00	permanenti
39	SLU/7=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 29*1.00	permanenti
40	SLU/8=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 30*1.00	permanenti
41	SLU/9=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 31*1.00	permanenti
42	SLU/10=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 28*-1.00	permanenti
43	SLU/11=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 29*-1.00	permanenti
44	SLU/12=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 30*-1.00	permanenti
45	SLU/13=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 31*-1.00	permanenti
46	SLU/14=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 28*-1.00	permanenti
47	SLU/15=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 29*-1.00	permanenti
48	SLU/16=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 30*-1.00	permanenti
49	SLU/17=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 31*-1.00	permanenti
50	SPE/1=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 22*1.00	permanenti
51	SPE/2=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 23*1.00	permanenti
52	SPE/3=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 24*1.00	permanenti
53	SPE/4=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 25*1.00	permanenti
54	SPE/5=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	permanenti
55	SPE/6=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 22*1.00	permanenti
56	SPE/7=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 23*1.00	permanenti
57	SPE/8=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 24*1.00	permanenti
58	SPE/9=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 25*1.00	permanenti
59	SPE/10=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 22*-1.00	permanenti
60	SPE/11=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 23*-1.00	permanenti
61	SPE/12=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 24*-1.00	permanenti
62	SPE/13=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 25*-1.00	permanenti
63	SPE/14=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 22*-1.00	permanenti
64	SPE/15=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 23*-1.00	permanenti
65	SPE/16=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 24*-1.00	permanenti
66	SPE/17=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 25*-1.00	permanenti
68	SPE/1=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 16*1.00	permanenti
69	SPE/2=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 17*1.00	permanenti
70	SPE/3=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 18*1.00	permanenti
71	SPE/4=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 19*1.00	permanenti
72	SPE/5=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	permanenti
73	SPE/6=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 16*1.00	permanenti
74	SPE/7=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 17*1.00	permanenti
75	SPE/8=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 18*1.00	permanenti
76	SPE/9=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 19*1.00	permanenti
77	SPE/10=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 16*-1.00	permanenti
78	SPE/11=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 17*-1.00	permanenti
79	SPE/12=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 18*-1.00	permanenti
80	SPE/13=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 19*-1.00	permanenti
81	SPE/14=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 16*-1.00	permanenti
82	SPE/15=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 17*-1.00	permanenti
83	SPE/16=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 18*-1.00	permanenti
84	SPE/17=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 19*-1.00	permanenti
85	SLU:STD/0=1*1.30 + 2*1.30	Permanenti
86	SLU:STD/1=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50	permanenti
87	SLU:STD/2=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50 + 10*0.90	permanenti
88	SLU:STD/3=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50 + 11*0.90	permanenti
89	SLU:STD/4=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50 + 8*0.90	permanenti
90	SLU:STD/5=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+8*0.90+10*0.90	permanenti
91	SLU:STD/6=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+8*0.90+11*0.90	permanenti
92	SLU:STD/7=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50 + 9*0.90	permanenti
93	SLU:STD/8=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+9*0.90+10*0.90	permanenti
94	SLU:STD/9=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+9*0.90+11*0.90	permanenti
95	SLU:STD/10=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50	permanenti
96	SLU:STD/11=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50 + 10*0.90	permanenti
97	SLU:STD/12=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50 + 11*0.90	permanenti
98	SLU:STD/13=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50 + 8*0.90	permanenti

Condiz.	Nome della condizione	Natura
99	SLU:STD/14=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+8*0.90+10*0.90	permanenti
100	SLU:STD/15=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+8*0.90+11*0.90	permanenti
101	SLU:STD/16=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50 + 9*0.90	permanenti
102	SLU:STD/17=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+9*0.90+10*0.90	permanenti
103	SLU:STD/18=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+9*0.90+11*0.90	permanenti
104	SLU:STD/19=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30	permanenti
105	SLU:STD/20=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	permanenti
106	SLU:STD/21=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50	permanenti
107	SLU:STD/22=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50 + 10*0.90	permanenti
108	SLU:STD/23=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50 + 11*0.90	permanenti
109	SLU:STD/24=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50 + 8*0.90	permanenti
110	SLU:STD/25=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50 + 8*0.90 + 10*0.90	permanenti
111	SLU:STD/26=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50 + 8*0.90 + 11*0.90	permanenti
112	SLU:STD/27=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50 + 9*0.90	permanenti
113	SLU:STD/28=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50 + 9*0.90 + 10*0.90	permanenti
114	SLU:STD/29=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 4*1.50 + 9*0.90 + 11*0.90	permanenti
115	SLU:STD/30=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50	permanenti
116	SLU:STD/31=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50 + 10*0.90	permanenti
117	SLU:STD/32=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50 + 11*0.90	permanenti
118	SLU:STD/33=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50 + 8*0.90	permanenti
119	SLU:STD/34=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50 + 8*0.90 + 10*0.90	permanenti
120	SLU:STD/35=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50 + 8*0.90 + 11*0.90	permanenti
121	SLU:STD/36=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50 + 9*0.90	permanenti
122	SLU:STD/37=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50 + 9*0.90 + 10*0.90	permanenti
123	SLU:STD/38=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 5*1.50 + 9*0.90 + 11*0.90	permanenti
124	SLU:STD/39=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50	permanenti
125	SLU:STD/40=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50 + 10*0.90	permanenti
126	SLU:STD/41=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50 + 11*0.90	permanenti
127	SLU:STD/42=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50 + 8*0.90	permanenti
128	SLU:STD/43=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50 + 8*0.90 + 10*0.90	permanenti
129	SLU:STD/44=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50 + 8*0.90 + 11*0.90	permanenti
130	SLU:STD/45=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50 + 9*0.90	permanenti
131	SLU:STD/46=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50 + 9*0.90 + 10*0.90	permanenti
132	SLU:STD/47=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.50 + 9*0.90 + 11*0.90	permanenti
133	SLU:STD/48=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50	permanenti
134	SLU:STD/49=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50 + 10*0.90	permanenti
135	SLU:STD/50=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50 + 11*0.90	permanenti
136	SLU:STD/51=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50 + 8*0.90	permanenti
137	SLU:STD/52=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50 + 8*0.90 + 10*0.90	permanenti
138	SLU:STD/53=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50 + 8*0.90 + 11*0.90	permanenti
139	SLU:STD/54=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50 + 9*0.90	permanenti
140	SLU:STD/55=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50 + 9*0.90 + 10*0.90	permanenti
141	SLU:STD/56=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.50 + 9*0.90 + 11*0.90	permanenti
142	SLU:STD/57=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50 + 4*1.50	permanenti
143	SLU:STD/58=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+4*1.50+10*0.90	permanenti
144	SLU:STD/59=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+4*1.50+11*0.90	permanenti
145	SLU:STD/60=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+4*1.50+8*0.90	permanenti
146	SLU:STD/61=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+4*1.50+8*0.90...	permanenti
147	SLU:STD/62=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+4*1.50+8*0.90...	permanenti
148	SLU:STD/63=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+4*1.50+9*0.90	permanenti
149	SLU:STD/64=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+4*1.50+9*0.90...	permanenti
150	SLU:STD/65=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+4*1.50+9*0.90...	permanenti
151	SLU:STD/66=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50	permanenti
152	SLU:STD/67=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+5*1.50+10*0.90	permanenti
153	SLU:STD/68=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+5*1.50+11*0.90	permanenti
154	SLU:STD/69=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+5*1.50+8*0.90	permanenti
155	SLU:STD/70=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+5*1.50+8*0.90...	permanenti
156	SLU:STD/71=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+5*1.50+8*0.90...	permanenti
157	SLU:STD/72=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+5*1.50+9*0.90	permanenti
158	SLU:STD/73=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+5*1.50+9*0.90...	permanenti
159	SLU:STD/74=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+5*1.50+9*0.90...	permanenti
160	SLU:STD/75=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50 + 4*1.50	permanenti
161	SLU:STD/76=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+4*1.50+10*0.90	permanenti
162	SLU:STD/77=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+4*1.50+11*0.90	permanenti
163	SLU:STD/78=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+4*1.50+8*0.90	permanenti

Condiz.	Nome della condizione	Natura
164	SLU:STD/79=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+4*1.50+8*0.90...	permanenti
165	SLU:STD/80=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+4*1.50+8*0.90...	permanenti
166	SLU:STD/81=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+4*1.50+9*0.90	permanenti
167	SLU:STD/82=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+4*1.50+9*0.90...	permanenti
168	SLU:STD/83=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+4*1.50+9*0.90...	permanenti
169	SLU:STD/84=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50	permanenti
170	SLU:STD/85=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+5*1.50+10*0.90	permanenti
171	SLU:STD/86=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+5*1.50+11*0.90	permanenti
172	SLU:STD/87=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+5*1.50+8*0.90	permanenti
173	SLU:STD/88=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+5*1.50+8*0.90...	permanenti
174	SLU:STD/89=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+5*1.50+8*0.90...	permanenti
175	SLU:STD/90=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+5*1.50+9*0.90	permanenti
176	SLU:STD/91=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+5*1.50+9*0.90...	permanenti
177	SLU:STD/92=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+5*1.50+9*0.90...	permanenti
178	SLU:STD/93=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50 + 8*1.50	permanenti
179	SLU:STD/94=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+8*1.50+10*0.90	permanenti
180	SLU:STD/95=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+8*1.50+11*0.90	permanenti
181	SLU:STD/96=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 6*1.50 + 3*1.50 + 9*1.50	permanenti
182	SLU:STD/97=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+9*1.50+10*0.90	permanenti
183	SLU:STD/98=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+9*1.50+11*0.90	permanenti
184	SLU:STD/99=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50 + 8*1.50	permanenti
185	SLU:STD/100=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+8*1.50+10*0.90	permanenti
186	SLU:STD/101=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+8*1.50+11*0.90	permanenti
187	SLU:STD/102=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.50 + 3*1.50 + 9*1.50	permanenti
188	SLU:STD/103=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+9*1.50+10*0.90	permanenti
189	SLU:STD/104=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+9*1.50+11*0.90	permanenti
190	SLU:STD/105=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 8*1.50	permanenti
191	SLU:STD/106=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 8*1.50 + 10*0.90	permanenti
192	SLU:STD/107=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 8*1.50 + 11*0.90	permanenti
193	SLU:STD/108=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 9*1.50	permanenti
194	SLU:STD/109=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 9*1.50 + 10*0.90	permanenti
195	SLU:STD/110=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 9*1.50 + 11*0.90	permanenti
196	SLU:STD/111=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.50	permanenti
197	SLU:STD/112=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.50 + 10*0.90	permanenti
198	SLU:STD/113=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.50 + 11*0.90	permanenti
199	SLU:STD/114=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*1.50	permanenti
200	SLU:STD/115=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*1.50 + 10*0.90	permanenti
201	SLU:STD/116=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*1.50 + 11*0.90	permanenti
202	SLU:STD/117=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+10*1.50	permanenti
203	SLU:STD/118=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+11*1.50	permanenti
204	SLU:STD/119=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+8*0.90+10*1.50	permanenti
205	SLU:STD/120=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+8*0.90+11*1.50	permanenti
206	SLU:STD/121=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+9*0.90+10*1.50	permanenti
207	SLU:STD/122=1*1.30+2*1.30+7*1.30+6*1.50+3*1.50+9*0.90+11*1.50	permanenti
208	SLU:STD/123=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+10*1.50	permanenti
209	SLU:STD/124=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+11*1.50	permanenti
210	SLU:STD/125=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+8*0.90+10*1.50	permanenti
211	SLU:STD/126=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+8*0.90+11*1.50	permanenti
212	SLU:STD/127=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+9*0.90+10*1.50	permanenti
213	SLU:STD/128=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.50+3*1.50+9*0.90+11*1.50	permanenti
214	SLU:STD/129=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 10*1.50	permanenti
215	SLU:STD/130=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 11*1.50	permanenti
216	SLU:STD/131=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 8*0.90 + 10*1.50	permanenti
217	SLU:STD/132=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 8*0.90 + 11*1.50	permanenti
218	SLU:STD/133=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 9*0.90 + 10*1.50	permanenti
219	SLU:STD/134=1*1.30 + 2*1.30 + 7*1.30 + 9*0.90 + 11*1.50	permanenti
220	SLU:STD/135=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 10*1.50	permanenti
221	SLU:STD/136=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 11*1.50	permanenti
222	SLU:STD/137=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*0.90 + 10*1.50	permanenti
223	SLU:STD/138=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*0.90 + 11*1.50	permanenti
224	SLU:STD/139=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*0.90 + 10*1.50	permanenti
225	SLU:STD/140=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*0.90 + 11*1.50	permanenti
226	SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00	permanenti
227	SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 10*0.60	permanenti
228	SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 11*0.60	permanenti

Condiz.	Nome della condizione	Natura
229	SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 8*0.60	permanenti
230	SLS:CHR/5=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+8*0.60+10*0.60	permanenti
231	SLS:CHR/6=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+8*0.60+11*0.60	permanenti
232	SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 9*0.60	permanenti
233	SLS:CHR/8=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+9*0.60+10*0.60	permanenti
234	SLS:CHR/9=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+9*0.60+11*0.60	permanenti
235	SLS:CHR/10=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	permanenti
236	SLS:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00	permanenti
237	SLS:CHR/12=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00 + 10*0.60	permanenti
238	SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00 + 11*0.60	permanenti
239	SLS:CHR/14=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00 + 8*0.60	permanenti
240	SLS:CHR/15=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00 + 8*0.60 + 10*0.60	permanenti
241	SLS:CHR/16=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00 + 8*0.60 + 11*0.60	permanenti
242	SLS:CHR/17=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00 + 9*0.60	permanenti
243	SLS:CHR/18=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00 + 9*0.60 + 10*0.60	permanenti
244	SLS:CHR/19=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*1.00 + 9*0.60 + 11*0.60	permanenti
245	SLS:CHR/20=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00	permanenti
246	SLS:CHR/21=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00 + 10*0.60	permanenti
247	SLS:CHR/22=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00 + 11*0.60	permanenti
248	SLS:CHR/23=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00 + 8*0.60	permanenti
249	SLS:CHR/24=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00 + 8*0.60 + 10*0.60	permanenti
250	SLS:CHR/25=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00 + 8*0.60 + 11*0.60	permanenti
251	SLS:CHR/26=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00 + 9*0.60	permanenti
252	SLS:CHR/27=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00 + 9*0.60 + 10*0.60	permanenti
253	SLS:CHR/28=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 5*1.00 + 9*0.60 + 11*0.60	permanenti
254	SLS:CHR/29=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00	permanenti
255	SLS:CHR/30=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+4*1.00+10*0.60	permanenti
256	SLS:CHR/31=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+4*1.00+11*0.60	permanenti
257	SLS:CHR/32=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+4*1.00+8*0.60	permanenti
258	SLS:CHR/33=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+4*1.00+8*0.60...	permanenti
259	SLS:CHR/34=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+4*1.00+8*0.60...	permanenti
260	SLS:CHR/35=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+4*1.00+9*0.60	permanenti
261	SLS:CHR/36=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+4*1.00+9*0.60...	permanenti
262	SLS:CHR/37=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+4*1.00+9*0.60...	permanenti
263	SLS:CHR/38=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 5*1.00	permanenti
264	SLS:CHR/39=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+5*1.00+10*0.60	permanenti
265	SLS:CHR/40=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+5*1.00+11*0.60	permanenti
266	SLS:CHR/41=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+5*1.00+8*0.60	permanenti
267	SLS:CHR/42=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+5*1.00+8*0.60...	permanenti
268	SLS:CHR/43=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+5*1.00+8*0.60...	permanenti
269	SLS:CHR/44=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+5*1.00+9*0.60	permanenti
270	SLS:CHR/45=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+5*1.00+9*0.60...	permanenti
271	SLS:CHR/46=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+5*1.00+9*0.60...	permanenti
272	SLS:CHR/47=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 8*1.00	permanenti
273	SLS:CHR/48=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+8*1.00+10*0.60	permanenti
274	SLS:CHR/49=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+8*1.00+11*0.60	permanenti
275	SLS:CHR/50=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 9*1.00	permanenti
276	SLS:CHR/51=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+9*1.00+10*0.60	permanenti
277	SLS:CHR/52=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+9*1.00+11*0.60	permanenti
278	SLS:CHR/53=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.00	permanenti
279	SLS:CHR/54=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.00 + 10*0.60	permanenti
280	SLS:CHR/55=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.00 + 11*0.60	permanenti
281	SLS:CHR/56=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*1.00	permanenti
282	SLS:CHR/57=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*1.00 + 10*0.60	permanenti
283	SLS:CHR/58=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*1.00 + 11*0.60	permanenti
284	SLS:CHR/59=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 10*1.00	permanenti
285	SLS:CHR/60=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*1.00 + 3*1.00 + 11*1.00	permanenti
286	SLS:CHR/61=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+8*0.60+10*1.00	permanenti
287	SLS:CHR/62=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+8*0.60+11*1.00	permanenti
288	SLS:CHR/63=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+9*0.60+10*1.00	permanenti
289	SLS:CHR/64=1*1.00+2*1.00+7*1.00+6*1.00+3*1.00+9*0.60+11*1.00	permanenti
290	SLS:CHR/65=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 10*1.00	permanenti
291	SLS:CHR/66=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 11*1.00	permanenti
292	SLS:CHR/67=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*0.60 + 10*1.00	permanenti
293	SLS:CHR/68=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*0.60 + 11*1.00	permanenti

Condiz.	Nome della condizione	Natura
294	SLS:CHR/69=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*0.60 + 10*1.00	permanenti
295	SLS:CHR/70=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*0.60 + 11*1.00	permanenti
296	SLS:FRE/71=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 3*0.90	permanenti
297	SLS:FRE/72=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	permanenti
298	SLS:FRE/73=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.90 + 3*0.80	permanenti
299	SLS:FRE/74=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 3*0.80 + 8*0.20	permanenti
300	SLS:FRE/75=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 3*0.80 + 9*0.20	permanenti
301	SLS:FRE/76=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*0.20	permanenti
302	SLS:FRE/77=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 9*0.20	permanenti
303	SLS:FRE/78=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 3*0.80 + 10*0.50	permanenti
304	SLS:FRE/79=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 3*0.80 + 11*0.50	permanenti
305	SLS:FRE/80=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 10*0.50	permanenti
306	SLS:FRE/81=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 11*0.50	permanenti
307	SLS:QPR/82=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 6*0.80 + 3*0.80	permanenti
308	SLS:QPR/83=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	permanenti

9 METODO DI CALCOLO

Il calcolo delle strutture è stato effettuato utilizzando un programma di calcolo agli elementi finiti. Il programma utilizzato è Robot Structural Analysis Professional della società Autodesk.

Si è proceduto al calcolo delle strutture mediante l'utilizzo dell'analisi statica lineare.

L'analisi sismica è stata condotta con il metodo dell'analisi modale.

La verifica delle strutture è stata effettuata con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

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.

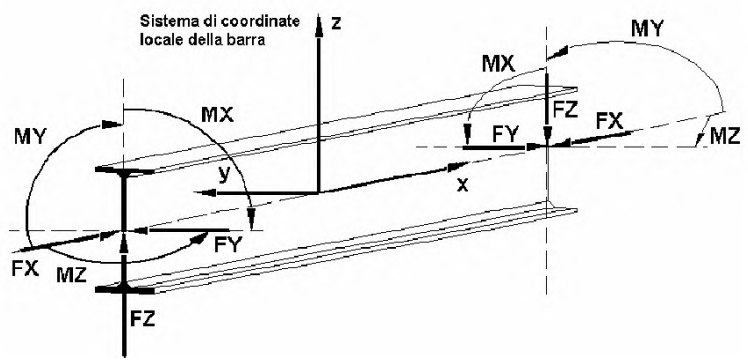
Convenzione dei segni

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.



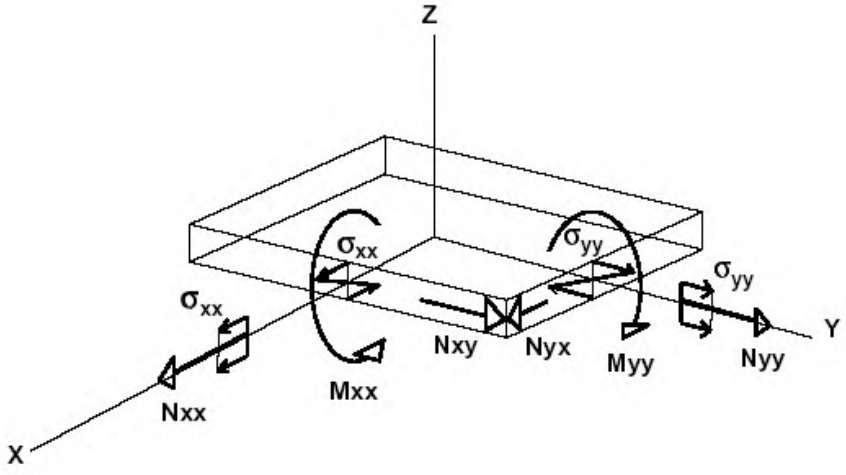
Convenzione dei segni : elementi finiti superficiali

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. É 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.



10 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

I risultati delle analisi ottenute da codici di calcolo sono stati verificati ed accettati dopo aver eseguito una serie di controlli intermedi e confronti con modelli di calcolo semplificati. In tutti i casi e sempre stato controllato l'equilibrio in termini di forze risultanti (es. carico verticale complessivo, taglio alla base), verificato lo stato deformativo della struttura e controllato l'andamento qualitativo e quantitativo dei diagrammi delle azioni interne nei vari elementi strutturali.

11 ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE

11.1 ANALISI MODALE

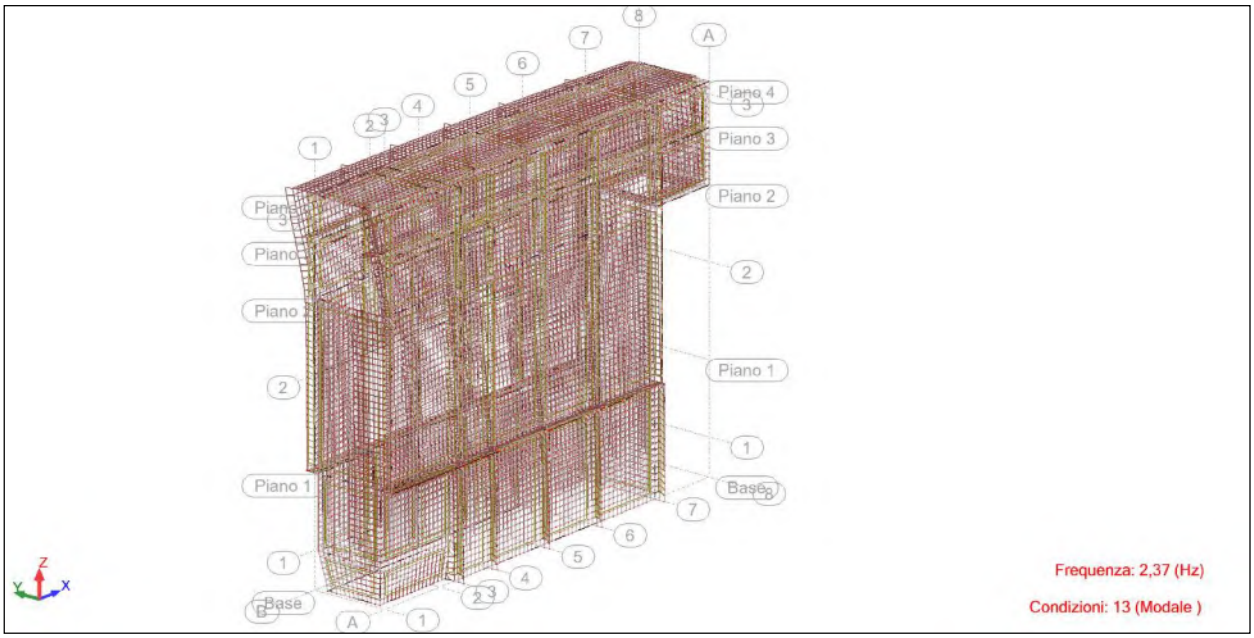
Per mobilitare almeno l'85% della massa modale efficace (minimo normativo) sono stati considerati i primi 104 modi di vibrare, di cui si riportano di seguito le deformate dei modi piu significativi in termini di massa partecipante.

Condiz./Modo	Frequenza (Hz)	Periodo (sec)	Mas_mod. UX (%)	Mas_mod. UY (%)	Mas_cor. UX (%)	Mas_cor. UY (%)	Mas_tot. UX (kg)	Mas_tot. UY (kg)
13/ 1	2,37	0,42	0,01	54,20	0,01	54,20	1899252,88	1899252,88
13/ 2	3,55	0,28	0,03	54,27	0,01	0,07	1899252,88	1899252,88
13/ 3	4,35	0,23	0,03	59,03	0,00	4,76	1899252,88	1899252,88
13/ 4	6,09	0,16	0,41	59,36	0,38	0,34	1899252,88	1899252,88
13/ 5	6,21	0,16	0,71	59,87	0,30	0,51	1899252,88	1899252,88
13/ 6	6,60	0,15	3,75	63,96	3,04	4,09	1899252,88	1899252,88
13/ 7	7,84	0,13	3,96	64,18	0,21	0,22	1899252,88	1899252,88
13/ 8	8,77	0,11	4,28	71,87	0,32	7,69	1899252,88	1899252,88
13/ 9	9,53	0,10	5,61	75,75	1,32	3,89	1899252,88	1899252,88
13/ 10	9,99	0,10	6,21	75,79	0,60	0,04	1899252,88	1899252,88
13/ 11	10,73	0,09	30,27	75,84	24,06	0,05	1899252,88	1899252,88
13/ 12	11,10	0,09	49,33	75,87	19,06	0,03	1899252,88	1899252,88
13/ 13	11,98	0,08	60,23	76,01	10,90	0,14	1899252,88	1899252,88
13/ 14	12,51	0,08	60,27	76,04	0,05	0,03	1899252,88	1899252,88
13/ 15	13,35	0,07	60,27	76,04	0,00	0,00	1899252,88	1899252,88
13/ 16	14,16	0,07	60,68	76,05	0,41	0,00	1899252,88	1899252,88
13/ 17	15,06	0,07	60,68	76,41	0,00	0,37	1899252,88	1899252,88
13/ 18	15,23	0,07	60,82	79,56	0,14	3,15	1899252,88	1899252,88
13/ 19	15,74	0,06	60,90	79,83	0,08	0,27	1899252,88	1899252,88
13/ 20	16,30	0,06	60,92	82,93	0,02	3,10	1899252,88	1899252,88
13/ 21	16,39	0,06	61,32	83,22	0,40	0,29	1899252,88	1899252,88
13/ 22	17,72	0,06	61,32	83,54	0,00	0,32	1899252,88	1899252,88
13/ 23	18,24	0,05	61,32	83,79	0,00	0,24	1899252,88	1899252,88
13/ 24	19,12	0,05	61,49	83,79	0,17	0,00	1899252,88	1899252,88
13/ 25	20,42	0,05	62,25	83,79	0,76	0,00	1899252,88	1899252,88
13/ 26	21,15	0,05	62,25	83,84	0,00	0,05	1899252,88	1899252,88
13/ 27	21,37	0,05	62,34	83,84	0,09	0,00	1899252,88	1899252,88
13/ 28	21,71	0,05	62,96	83,85	0,62	0,00	1899252,88	1899252,88
13/ 29	22,11	0,05	63,10	83,85	0,14	0,01	1899252,88	1899252,88
13/ 30	22,22	0,05	65,89	83,85	2,79	0,00	1899252,88	1899252,88
13/ 31	22,67	0,04	65,89	83,89	0,00	0,04	1899252,88	1899252,88
13/ 32	22,96	0,04	65,99	83,89	0,09	0,00	1899252,88	1899252,88
13/ 33	24,12	0,04	66,47	84,00	0,48	0,10	1899252,88	1899252,88
13/ 34	24,51	0,04	66,55	84,49	0,08	0,50	1899252,88	1899252,88
13/ 35	25,28	0,04	66,59	84,68	0,03	0,19	1899252,88	1899252,88
13/ 36	25,51	0,04	66,60	84,69	0,02	0,01	1899252,88	1899252,88
13/ 37	25,71	0,04	66,64	84,74	0,04	0,05	1899252,88	1899252,88
13/ 38	26,51	0,04	66,98	85,23	0,34	0,49	1899252,88	1899252,88
13/ 39	26,65	0,04	67,02	85,69	0,03	0,46	1899252,88	1899252,88
13/ 40	27,79	0,04	67,02	85,69	0,01	0,00	1899252,88	1899252,88

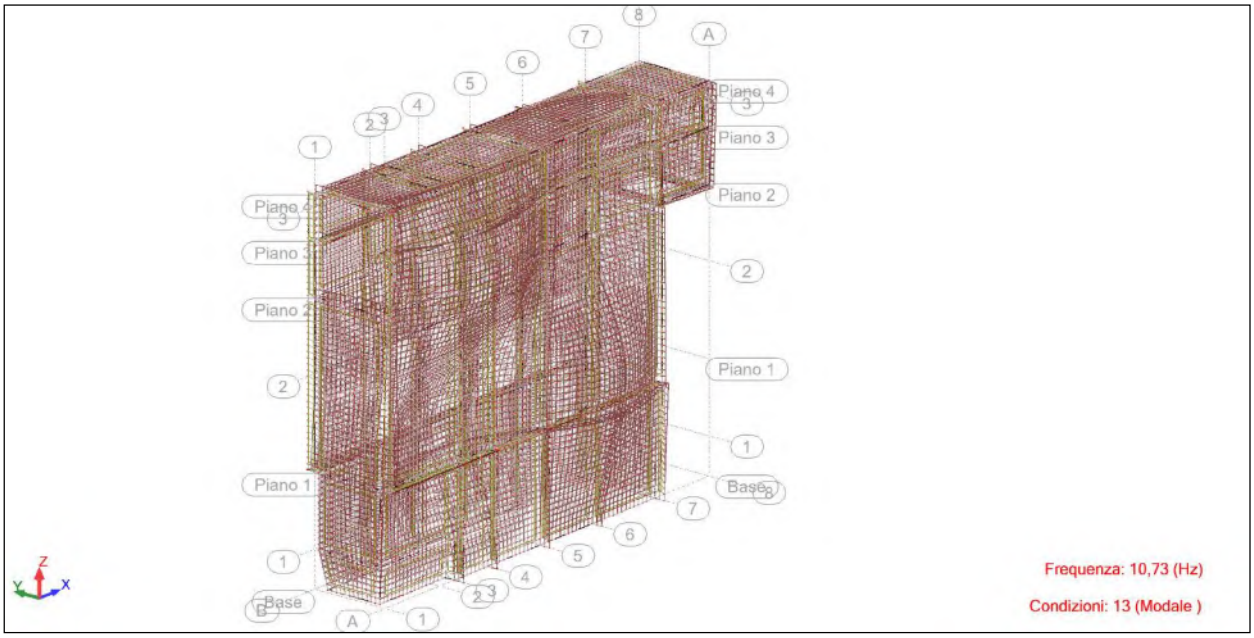
13/	**41**	28,13	0,04	67,13	86,31	0,11	0,62	1899252,88	1899252,88
13/	**42**	28,74	0,03	67,14	86,37	0,01	0,05	1899252,88	1899252,88
13/	**43**	28,92	0,03	67,18	86,39	0,04	0,02	1899252,88	1899252,88
13/	**44**	29,26	0,03	67,21	86,43	0,03	0,04	1899252,88	1899252,88
13/	**45**	29,54	0,03	67,21	86,82	0,00	0,39	1899252,88	1899252,88
13/	**46**	29,85	0,03	67,27	86,82	0,06	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**47**	30,30	0,03	67,33	86,82	0,06	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**48**	30,81	0,03	67,43	86,83	0,11	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**49**	31,50	0,03	67,44	86,85	0,00	0,02	1899252,88	1899252,88
13/	**50**	31,71	0,03	68,31	86,92	0,88	0,07	1899252,88	1899252,88
13/	**51**	32,00	0,03	68,41	87,06	0,09	0,14	1899252,88	1899252,88
13/	**52**	32,46	0,03	68,43	87,07	0,03	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**53**	32,85	0,03	68,78	87,47	0,35	0,41	1899252,88	1899252,88
13/	**54**	33,02	0,03	69,07	87,82	0,28	0,35	1899252,88	1899252,88
13/	**55**	33,28	0,03	69,11	88,51	0,05	0,69	1899252,88	1899252,88
13/	**56**	33,69	0,03	69,21	88,76	0,09	0,25	1899252,88	1899252,88
13/	**57**	34,27	0,03	69,42	88,83	0,21	0,08	1899252,88	1899252,88
13/	**58**	34,36	0,03	69,54	88,93	0,12	0,10	1899252,88	1899252,88
13/	**59**	34,64	0,03	69,57	88,96	0,03	0,02	1899252,88	1899252,88
13/	**60**	35,46	0,03	69,57	88,97	0,00	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**61**	35,59	0,03	69,61	89,11	0,04	0,14	1899252,88	1899252,88
13/	**62**	36,45	0,03	69,74	89,30	0,13	0,19	1899252,88	1899252,88
13/	**63**	37,09	0,03	69,85	89,31	0,11	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**64**	37,69	0,03	70,79	89,32	0,94	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**65**	38,00	0,03	71,31	89,56	0,51	0,24	1899252,88	1899252,88
13/	**66**	38,26	0,03	72,11	89,65	0,81	0,09	1899252,88	1899252,88
13/	**67**	38,54	0,03	72,32	89,66	0,21	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**68**	38,97	0,03	72,34	89,74	0,01	0,08	1899252,88	1899252,88
13/	**69**	39,25	0,03	72,56	89,74	0,22	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**70**	39,66	0,03	72,58	89,75	0,02	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**71**	39,90	0,03	72,85	89,75	0,27	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**72**	40,54	0,02	72,86	90,04	0,00	0,29	1899252,88	1899252,88
13/	**73**	40,81	0,02	72,98	90,42	0,12	0,38	1899252,88	1899252,88
13/	**74**	41,26	0,02	72,99	90,44	0,01	0,02	1899252,88	1899252,88
13/	**75**	41,95	0,02	73,43	90,48	0,44	0,04	1899252,88	1899252,88
13/	**76**	42,38	0,02	73,82	90,79	0,39	0,31	1899252,88	1899252,88
13/	**77**	43,00	0,02	73,96	90,82	0,13	0,02	1899252,88	1899252,88
13/	**78**	43,24	0,02	74,24	91,18	0,29	0,36	1899252,88	1899252,88
13/	**79**	43,58	0,02	74,47	91,18	0,23	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**80**	43,88	0,02	76,06	91,21	1,59	0,03	1899252,88	1899252,88
13/	**81**	44,39	0,02	76,31	91,24	0,25	0,03	1899252,88	1899252,88
13/	**82**	44,45	0,02	76,34	91,36	0,03	0,12	1899252,88	1899252,88
13/	**83**	45,10	0,02	76,52	91,41	0,18	0,05	1899252,88	1899252,88
13/	**84**	45,76	0,02	76,58	91,41	0,06	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**85**	46,34	0,02	76,59	91,41	0,01	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**86**	46,57	0,02	76,65	91,42	0,06	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**87**	46,91	0,02	76,96	91,44	0,32	0,02	1899252,88	1899252,88
13/	**88**	47,67	0,02	77,30	91,50	0,33	0,06	1899252,88	1899252,88
13/	**89**	47,88	0,02	77,82	91,51	0,52	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**90**	48,12	0,02	77,85	91,53	0,03	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**91**	48,34	0,02	78,10	91,53	0,24	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**92**	48,82	0,02	78,38	91,58	0,28	0,05	1899252,88	1899252,88
13/	**93**	49,37	0,02	78,42	91,58	0,04	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**94**	50,12	0,02	80,09	91,59	1,68	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**95**	50,49	0,02	80,31	91,66	0,22	0,07	1899252,88	1899252,88
13/	**96**	50,74	0,02	80,32	91,67	0,01	0,01	1899252,88	1899252,88
13/	**97**	51,49	0,02	80,87	91,70	0,55	0,04	1899252,88	1899252,88
13/	**98**	51,93	0,02	82,07	91,72	1,20	0,02	1899252,88	1899252,88
13/	**99**	52,06	0,02	82,98	91,72	0,91	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**100**	53,11	0,02	83,24	91,85	0,26	0,13	1899252,88	1899252,88
13/	**101**	53,29	0,02	83,86	91,85	0,62	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**102**	54,00	0,02	84,37	91,87	0,51	0,02	1899252,88	1899252,88
13/	**103**	54,23	0,02	84,47	91,88	0,10	0,00	1899252,88	1899252,88
13/	**104**	54,34	0,02	84,94	92,09	0,48	0,21	1899252,88	1899252,88
13/	**105**	54,71	0,02	85,56	92,10	0,62	0,01	1899252,88	1899252,88

Si riportano di seguito le deformate dei modi piu significativi in termini di massa partecipante:

Vista - Deformazione; Condizioni: 13 (Modale) Modi: 1



Vista - Deformazione; Condizioni: 13 (Modale) Modi: 11



11.2 SPOSTMENTI DELLA STRUTTURA ALLO SLO

Per le verifiche di rigidezza della struttura si fa riferimento allo SLO con spostamento limite relativo pari allo 2/3 * 0.005*H dove H e l'altezza dell'interpiano.

Si considera H1 = 7.5 m distanza tra piano a ±0.00 m e fondazione a -7.5 m

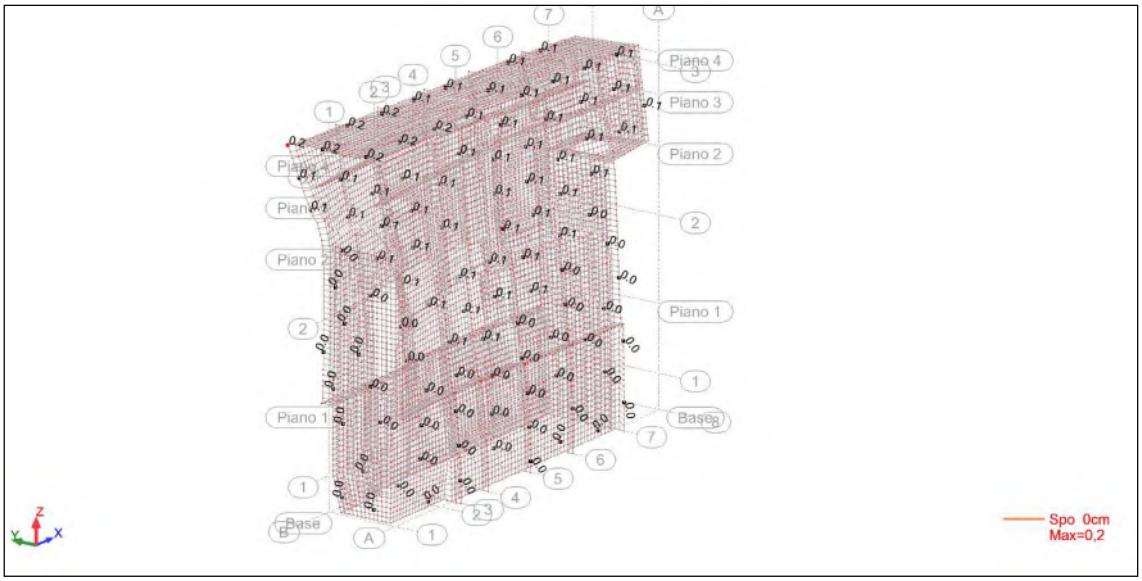
H2 = 11.4 m distanza tra piano calo benna e piano a ±0.00 m

H3 = 6.5 m distanza tra solaio di copertura e piano calo benna

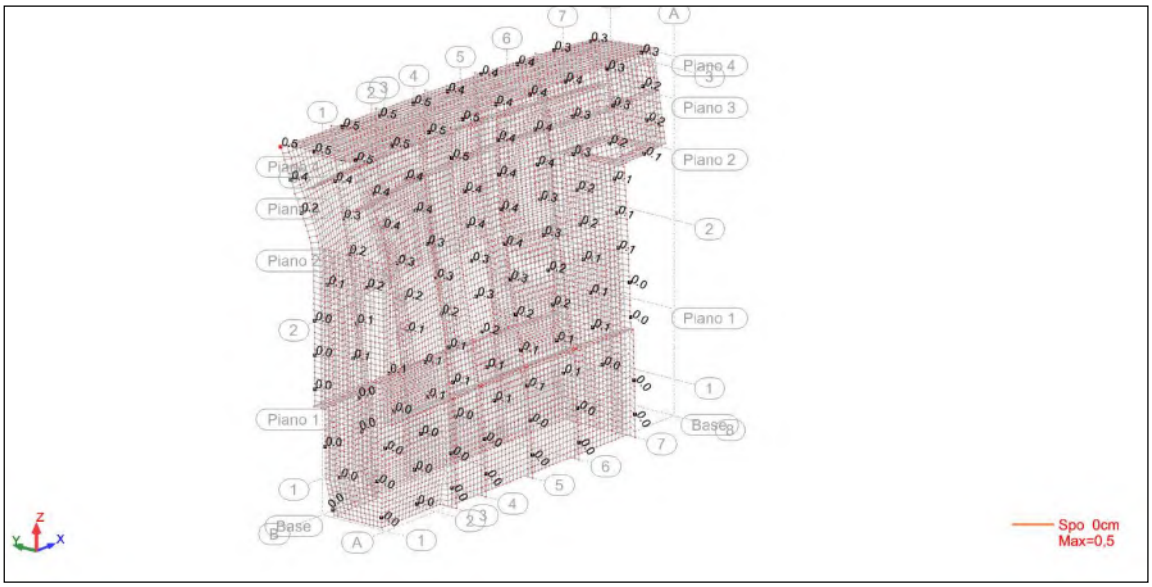
Il massimo spostamento interpiano ammesso è 2/3 x 0.005 x 6.5 m = 21 mm

Stato Limite di Operatività (SLO). Di seguito gli spostamenti in direzione X e Y in [cm]:

Vista - Deformazione; Condizioni: 16 (SLO 1 * X 0.3 * Y)



Vista - Deformazione; Condizioni: 18 (SLO 0.3 * X 1 * Y)



Lo spostamento massimo in entrambe le direzioni risulta essere molto inferiore allo spostamento ammissibile.

11.3 DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE

La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento.

Si riporta la distanza minima che deve essere mantenuta l'edificio in oggetto e l'edificio forni esistente:

paragrafo 7.2.1 DM del 17 gennaio 2018

D > 1/100*H * 2 * ag/g * S = 1/100*1830 * 2 * 0,059 * 1,5 = 3,3 cm

Dove H altezza edificio

La distanza di progetto tra i due edifici Dp = 23 cm. Dp > D.

11.4 ARMATURE MINIME

Si riportano di seguito i minimi di armatura da rispettare per ciascun elemento strutturale.

ELEMENTO	B [cm]	H [cm]	Sup CA [cm2]	fck [MPa]	fyk[Mpa]	Arm. Min. 0,1% [mm2]
PLATEA	1000	800	800000	32	450	800
PARETE_50	1000	500	500000	32	450	500
PARETE_30	1000	300	300000	32	450	300

Per la platea l'armatura minima disposta è pari:

1f20/20 = 1570 mm^2 > 800 mm^2 .

Per la parete di spessore 50 cm l'armatura minima disposta è pari a:

1f16/20 verticale = 1050 mm^2 > 500 mm^2

1f12/20 verticale = 565 mm^2 > 500 mm^2

Per la parete di spessore 50 cm l'armatura minima disposta è pari a:

1f16/20 verticale = 1050 mm^2 > 300 mm^2

1f12/20 verticale = 565 mm^2 > 300 mm^2

11.5 LIMITI DI FESSURAZIONE

La classe di esposizione prevista e XC4 + XA2 + XF2, ai sensi delle NTC le condizioni ambientali corrispondenti sono classificate come aggressive.

Tab. 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

L'armatura normale da cemento armato e definita armatura poco sensibile e percio i valori massimi dell'ampiezza di fessura sono:

comb. Frequente w2 = 0.3mm

comb. Quasi Permanente w1 = 0.2mm

11.6 LIMITI DI TENSIONE NEI MATERIALI

La massima tensione di compressione del conglomerato cementizio σc deve rispettare la limitazione seguente:

Max tensione a compressione (comb. Rara) σc = 0.60∗fck = 19.2 MPa

Max tensione a compressione (comb. Quasi permanente) σc = 0.45∗fck = 14.4 MPa

Per l'acciaio, la tensione massima, σs, per effetto delle azioni dovute alle combinazioni rare deve rispettare la limitazione seguente:

σs ≤ 0.8 *fyk = 0.8*450 Mpa = 360 Mpa in combinazione caratteristica (rara)

12 PLATEA DI FONDAZIONE

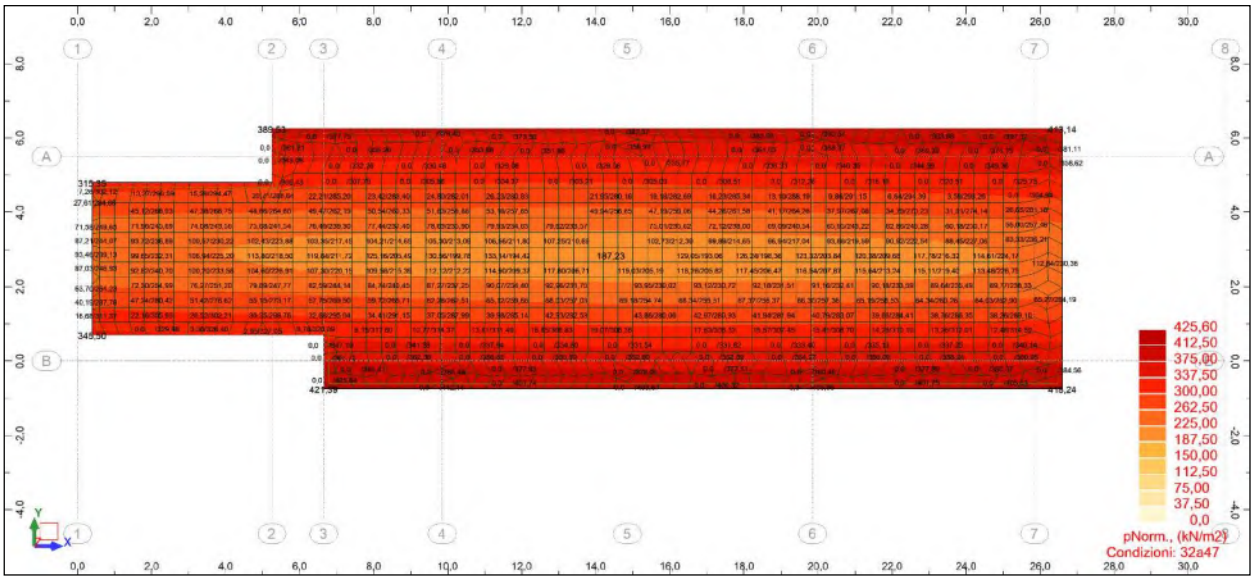
La fondazione è del tipo a platea di spessore pari a 800 mm con piano di posa a quota -8.3 m. L'iterazione terreno struttura è stata considerata utilizzando un suolo tipo winkler con costante pari a k = 10 kg/cm^3 alla profondità di 8 m.

12.1 PRESSIONI SUL TERRENO

Si riportano di seguito i valori delle pressioni sul terreno ottenuto dall'analisi.

<u>Inviluppo combinazioni SLV:</u>

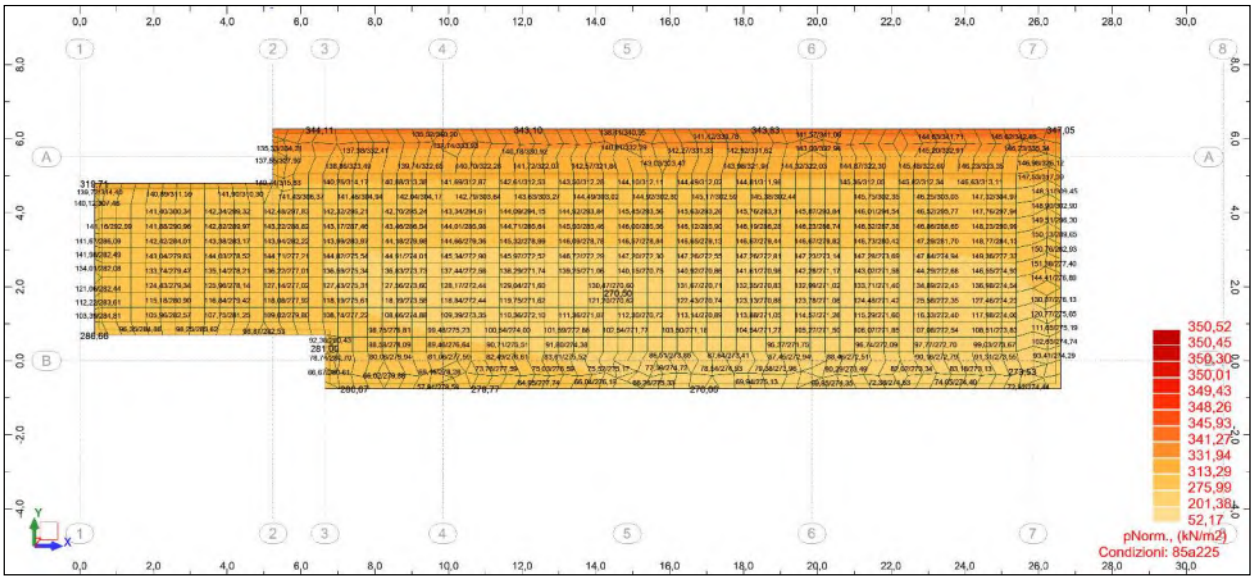
Vista - pNorm. (kN/m2) Condizioni: 32a47 (+)



La massima pressione sul terreno risulta essere pari a 425 Mpa.

<u>Inviluppo combinazioni SLU:</u>

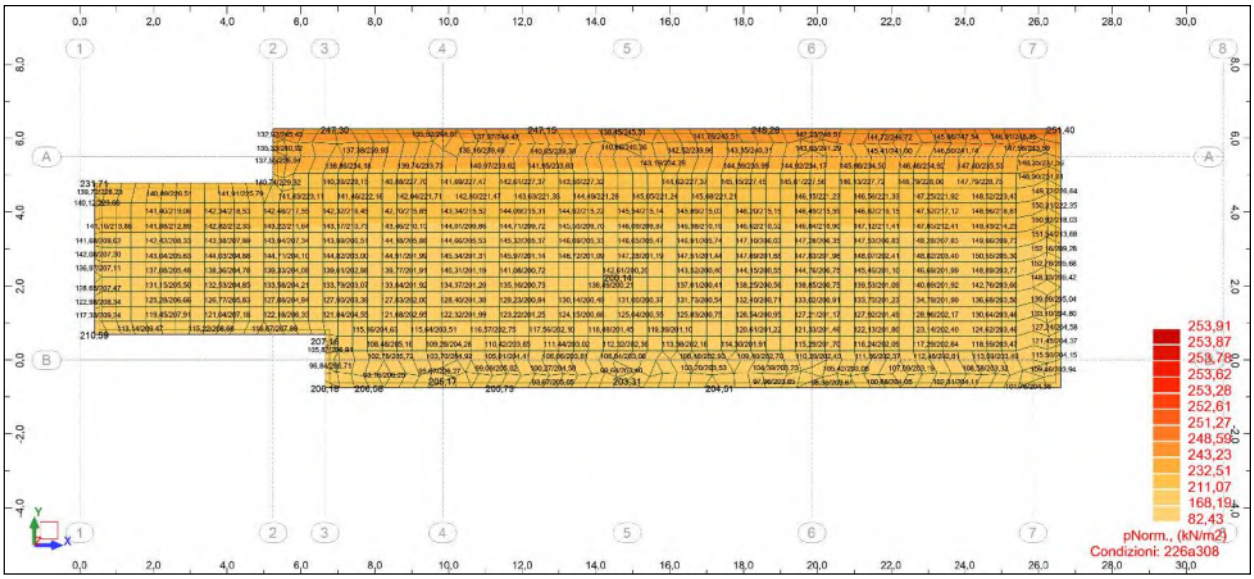
Vista - pNorm. (kN/m2) Condizioni: 85a225 (+)



La massima pressione sul terreno risulta essere pari a 350 Mpa.

<u>Inviluppo combinazioni SLS:</u>

Vista - pNorm. (kN/m2) Condizioni: 226a308 (+)



La massima pressione sul terreno risulta essere pari a 250 Mpa.

12.2 CAPACITA' PORTANTE

Per il calcolo della capacità portante è stato considerato un carico medio agente sulla platea pari a 350 kPa. La capacità portante della platea è notevolmente superiore al carico agente.

Metodo calcolo portanza

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi deve essere superiore a η_q. Cioè, detto Q_u, il carico limite ed *R* la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} >= \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare η_q>=1.0
Le espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo (ϕ=0) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Geometria

Coordinate contorno esterno

– °	– X	– Y	– °	– X	– Y	– °	– X	– Y	– °	– X	– Y
	[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]
1	0,00	1,45	2	6,00	1,45	3	6,00	0,00	4	26,20	0,00
5	26,20	7,00	6	4,60	7,00	7	4,60	5,55	8	0,00	5,55

Spessori piastra

Spessore costante 80,00 [cm]

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]
τ_l	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [kg/cmq]
α	Coeff. di espansione laterale

–	Descrizione	–	γ	–	γ_{sat}	–	ϕ	–		–	a
			[kg/mc]		*[kg/mc]*		*[°]*		*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*
UG1			1700,0		1700,0		24.00		16.00	0,000	0,000
UG2			1800,0		1800,0		32.00		21.33	0,000	0,000
UG3			2000,0		2000,0		40.00		26.67	0,000	0,000

Descrizione stratigrafia e falda

Simbologia adottata

N	Identificativo strato
Z1	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno associato allo strato

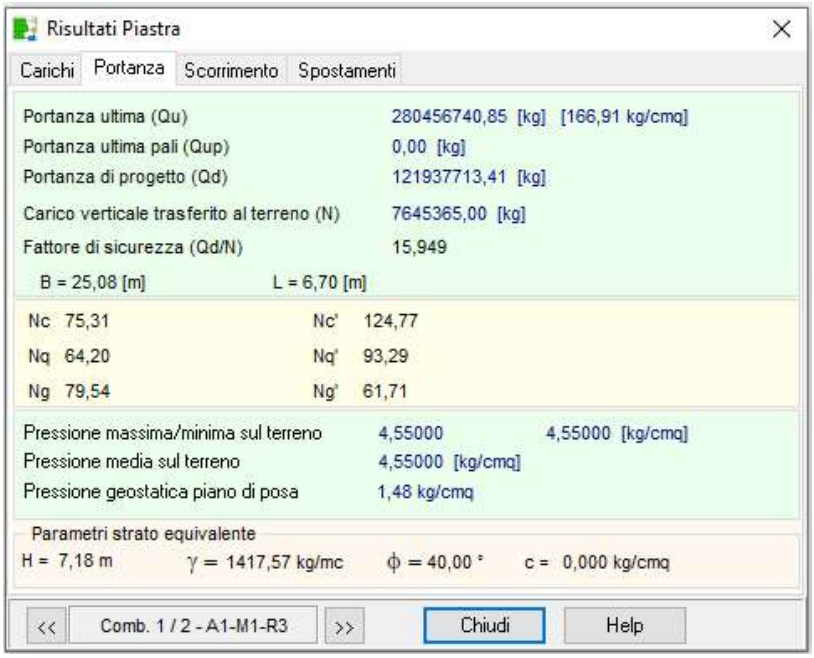
–	–	Z 1	–	Z 2	–	Z 3	–	Terreno
		[m]		*[m]*		*[m]*		
1		-2,5		-2,5		-2,5		UG1
2		-5,0		-5,0		-5,0		UG2
3		-20,0		-20,0		-20,0		UG3

Falda

Profondità dal piano campagna 11,00 [m]

Costante di Winkler

–	Direzione	–	Sim-bolo	–	Kw
					[Kg/cm²/cm]
Verticale			Kwv		10.000
Orizzontale			Kwo		Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan(ϕ))



Carico limite

Piastra

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
N	Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kg]
Np	Carico verticale trasmesso ai pali, espresso in [kg]
Qu	Portanza ultima terreno, espressa in [kg]
Qup	Portanza ultima pali, espressa in [kg]. Solo per fondazione mista
Qd	Portanza di progetto ((Pu+Pup)/η), espressa in [kg]
Nt	Carico verticale trasmesso al terreno (N+Np), espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/Nt). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

– c	– N	– Np	– Qu	– Qup	– Qd	– Nt	– FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1	7645365	0	280456741	0	121937713	7645365	15.949 (1)

Coefficienti di capacità portante e caratteristiche terreno di progetto

Simbologia adottata

Ic	Indice piastra
Nc, Nq, Nγ	coeff. di capacità portante
N'c, N'q, N'γ	coeff. di capacità portante corretti (fattori di forma, di affondamento, ecc.)

Parametri strato equivalente terreno di progetto

H	Altezza cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso nell'unità di volume, espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito, espresso in [°]
c	Coesione, espressa in [kg/cmq]

– c	– N c	– N 'c	– N q	– N 'q	– N γ	– N 'γ	– H	– γ	– ϕ	– c
							[m]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
1	75.31	124.77	64.20	93.29	79.54	61.71	7,18	1417,57	40.000	0,000

Fattori correttivi portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
ic, iq, iγ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dγ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gγ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, bγ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sγ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, pγ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
eγk, eγi	Fattori di correzione secondo Cascone
rγ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore

In tabella sono indicati con il simbolo '--' i coefficienti non presenti nel metodo scelto (Hansen).

– n°	– ic – iq – iγ	– dc – dq – dγ	– gc – gq – gγ	– bc – bq – bγ	– sc – sq – sγ	– pc – pq – pγ	– eγk – eγi	– rγ
1	1.000 1.000 1.000	1.349 1.187 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- --	0.869

12.3 CEDIMENTI ATTESI

Per il calcolo dei cedimenti è stata considerata una pressione media agente su tuttal la superficie pari a 220 kPa.

Metodo Elastico

Il metodo dell'elasticità per il calcolo dei cedimenti fornisce la seguente espressione:

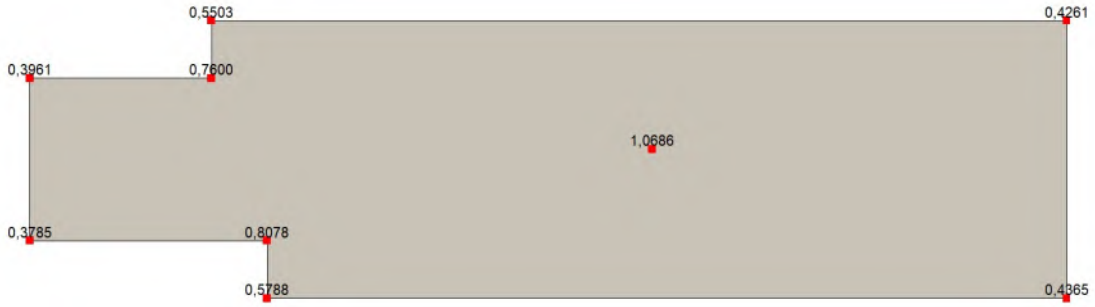
$$w = \sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta\sigma_i}{E_i} \Delta z_i$$

dove
Δσ è la tensione indotta nel terreno, alla profondità **z**, dalla pressione di contatto della fondazione;
E è il modulo elastico relativo allo strato **i-esimo**;
Δz rappresenta lo spessore dello strato **i-esimo** in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico;

Simbologia adottata

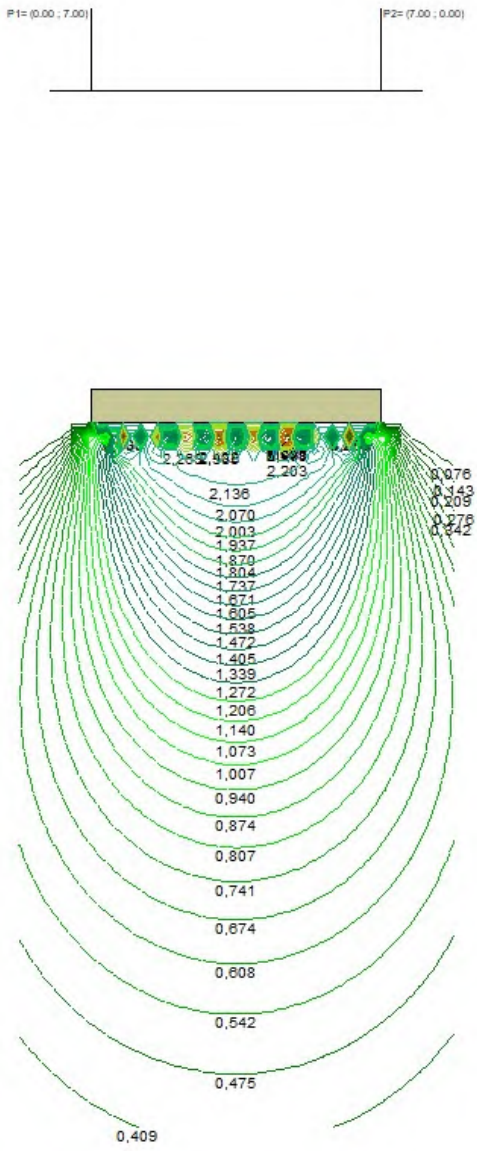
Oggetto	Oggetto al quale appartiene il punto di calcolo
X, Y	Coordinate punto in cui è stato calcolato il cedimento, espresso in [m]
w	Cedimento, espresso in [cm]
Ic	Indice combinazione

– Id	– X	– Y	– w	– c
	[m]	*[m]*	*[cm]*	
Piastra n° 1	0,00	1,45	0,3785	2
Piastra n° 1	6,00	1,45	0,8078	2
Piastra n° 1	6,00	0,00	0,5788	2
Piastra n° 1	26,20	0,00	0,4365	2
Piastra n° 1	26,20	7,00	0,4261	2
Piastra n° 1	4,60	7,00	0,5503	2
Piastra n° 1	4,60	5,55	0,7600	2
Piastra n° 1	0,00	5,55	0,3961	2
Piastra n° 1	15,73	3,76	1,0686	2



I cedimenti attesi sono pari a circa 1 cm. La maggiorparte del cedimento avviene in fase di costruzione poiché dovuta al peso proprio. Inoltre poiché la fondazione insiste sulla fondazione dell'edificio esistente, il terreno al di sotto della fondazione risente della storia di carico passata, quindi il cedimento atteso potrà essere anche inferiore a quello di calcolo.

Bulbo delle pressioni al di sotto della platea di fondazione.

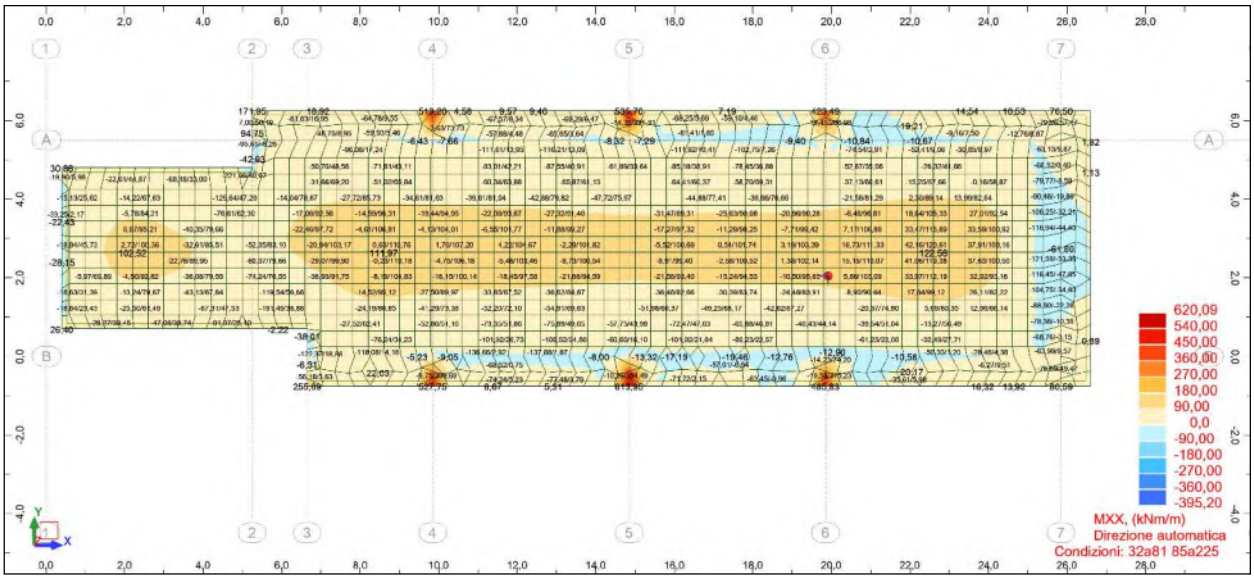


12.4 VERIFICHE STRUTTURALI

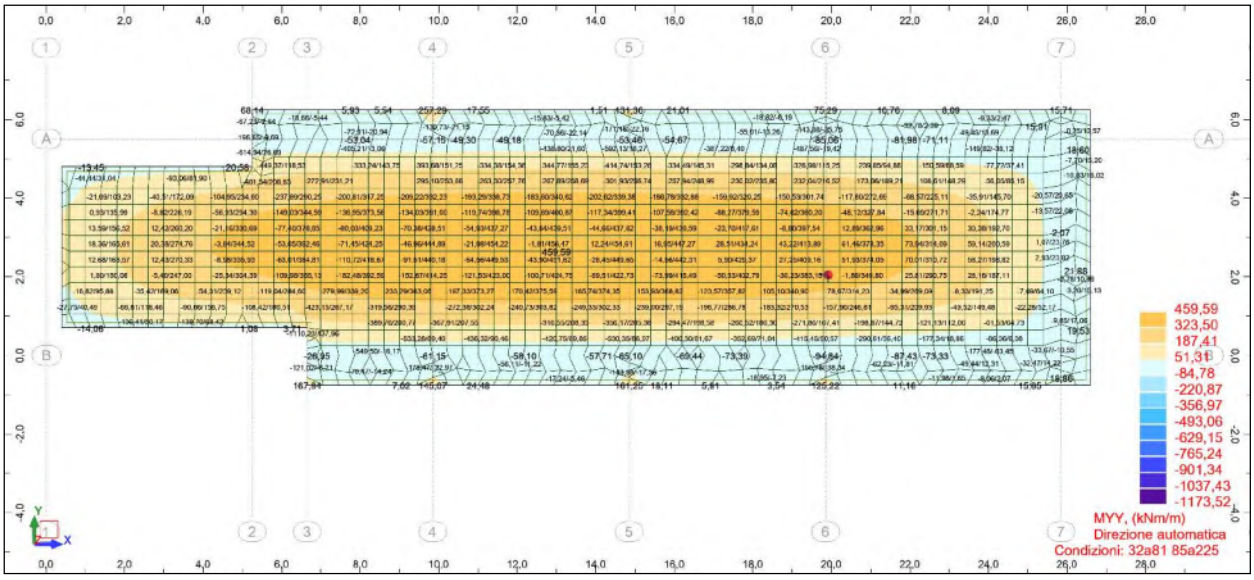
Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla platea.

<u>Flessione - Inviluppo combinazioni SLV-SLU:</u>

Vista - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 32a81 85a225 (+)

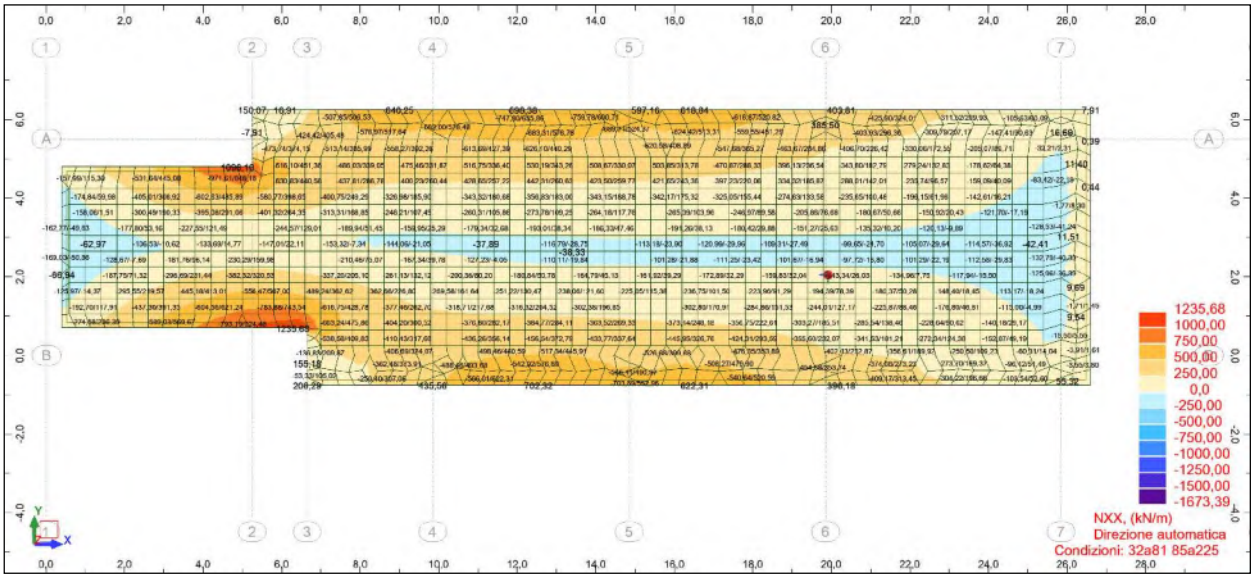


Vista - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 32a81 85a225 (+)

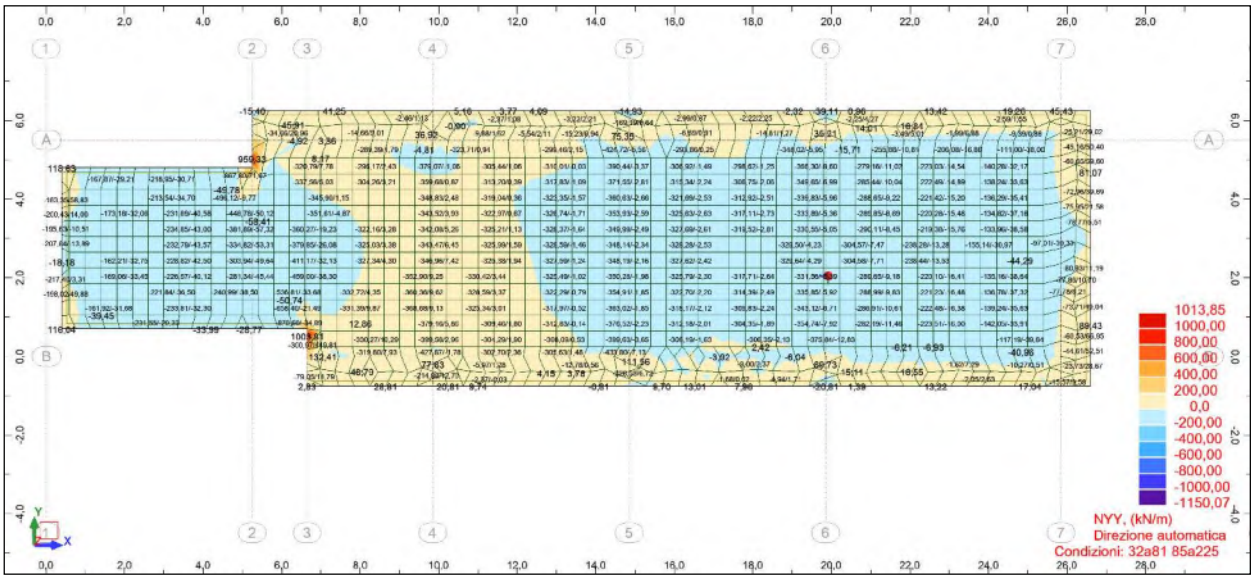


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV-SLU:

Vista - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 32a81 85a225 (+)



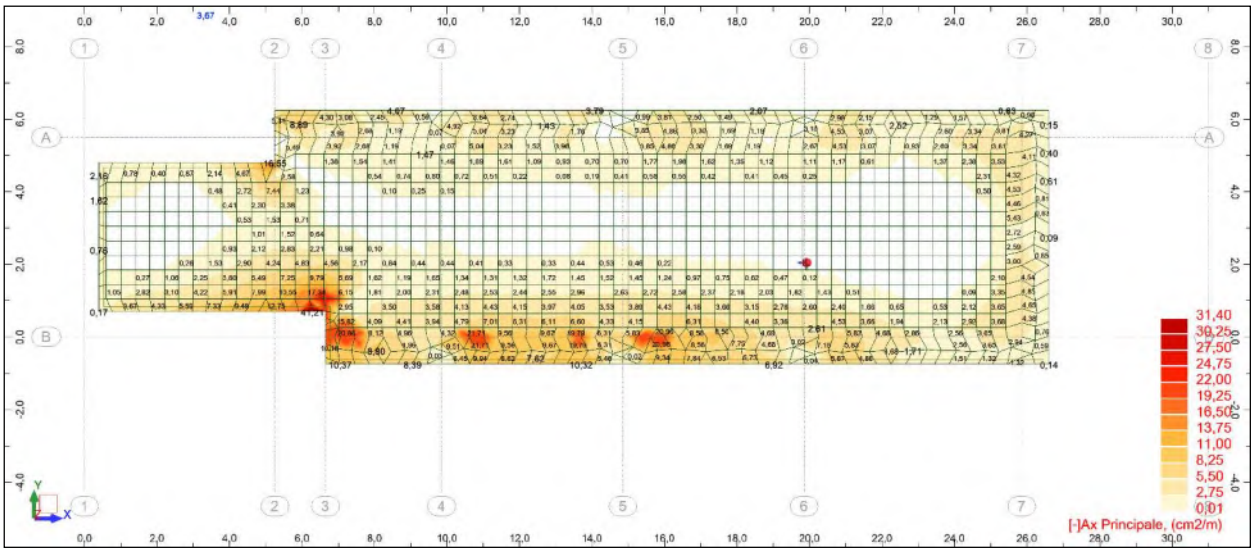
Vista - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 32a81 85a225 (+)



Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

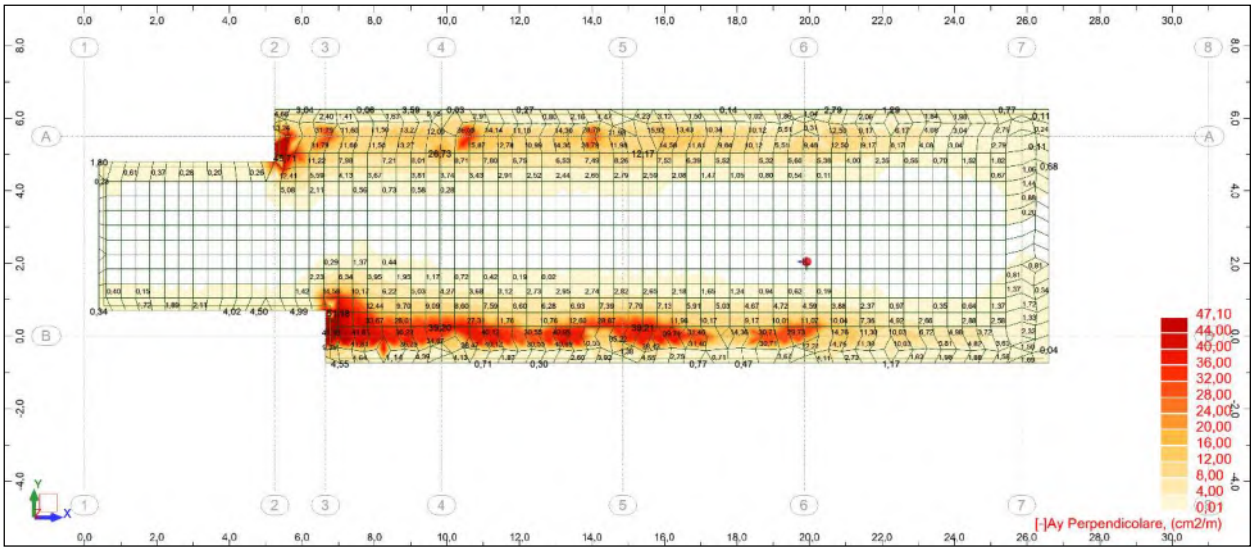
L'armatura richiesta è calcolata sull'inviluppo delle combinazioni SLU-SLV e degli SLS, quindi tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

Vista - [-]Ax Principale (cm2/m)



L'armatura del letto inferiore in direzione X è disposta con maglia base di 1f20/20 cm (15,70 cm^2/m) ed incrementata con 1f10/20 cm (31,40 cm^2/m tot.) sulle fasce laterali della platea sotto ai muri.

Vista - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

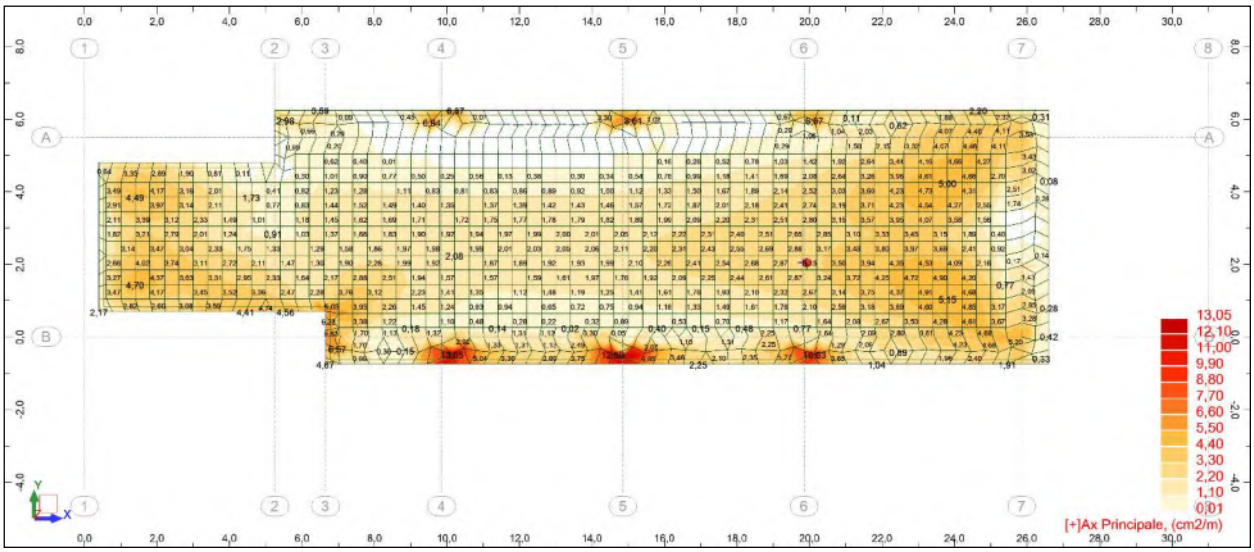


L'armatura del letto inferiore in direzione Y è disposta con maglia base di 1f20/20 cm (15,70 cm^2/m).

Nella zona di passaggio da una larghezza ad un'altra della platea, fili 2 e 3, l'aramtura è pari a 2f20/20 cm +1f20/20 cm (47,10 cm^2/m).

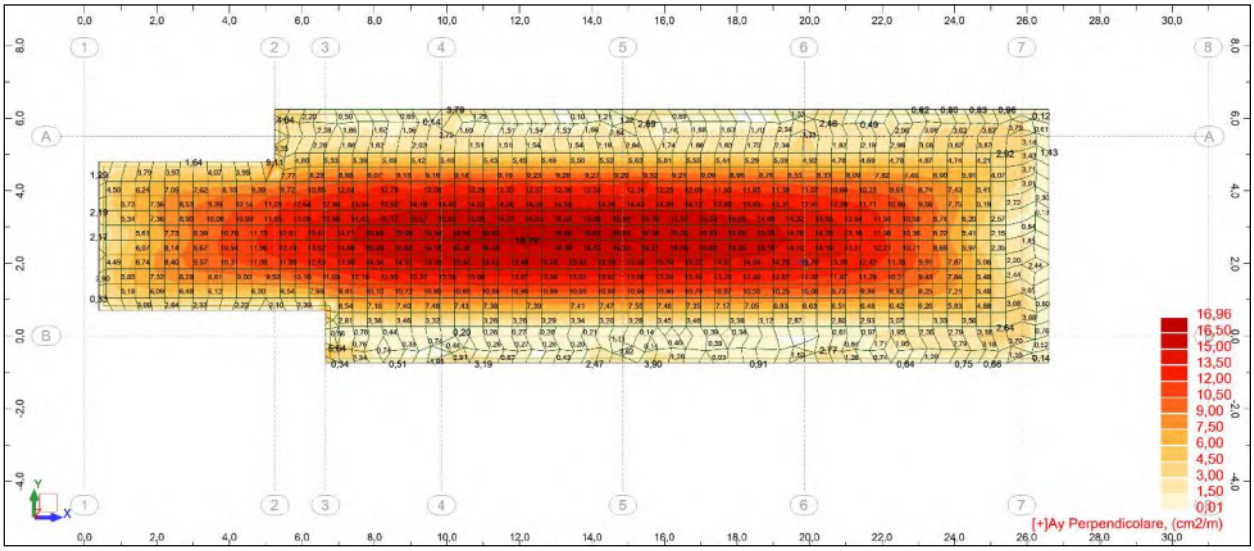
Al di sotto dei muri, fili A e B, l'armatura è incrementata con 2f20/20 cm (47,10 cm^2/m tot.) da mezzeria fili 3,4 a mezzeria fili 5,6. L'armatura è incrementata con 1f20/20 cm fino all'estremità platea filo7 (31,40 cm^2/m tot.).

Vista - [+]Ax Principale (cm2/m)



L'armatura del letto superiore in direzione X è disposta con maglia base di 1f20/20 cm (15,70 cm^2/m). L'armatura è incrementata con 1f20/20 cm (31,40 cm^2/m tot.) sulle fasce laterali in corrispondenza dei setti sui fili 2, 3, 4, 5, 6.

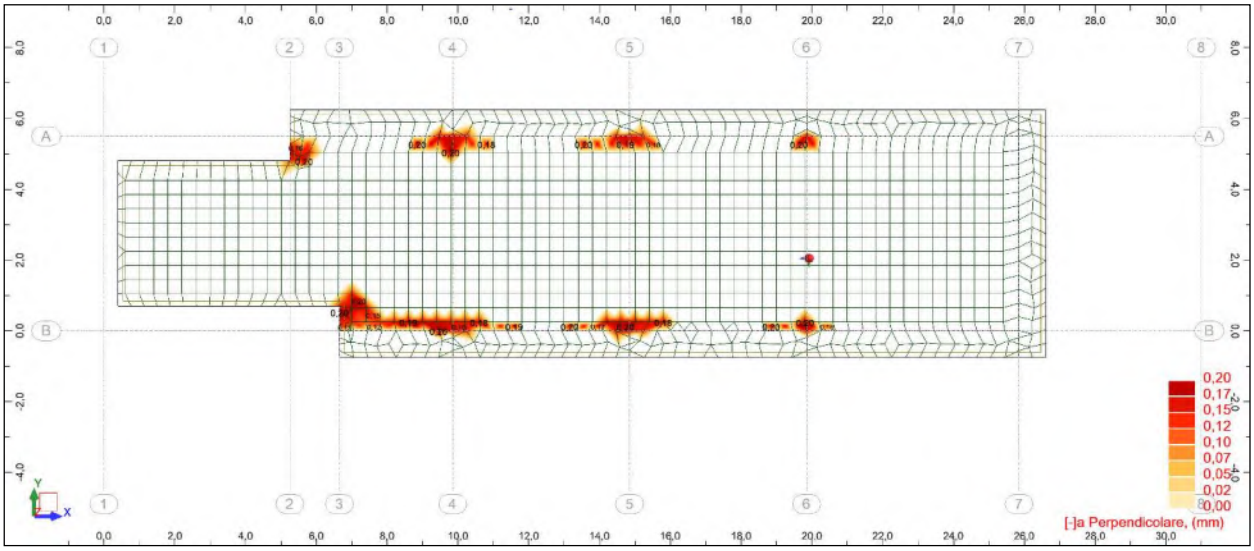
Vista - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



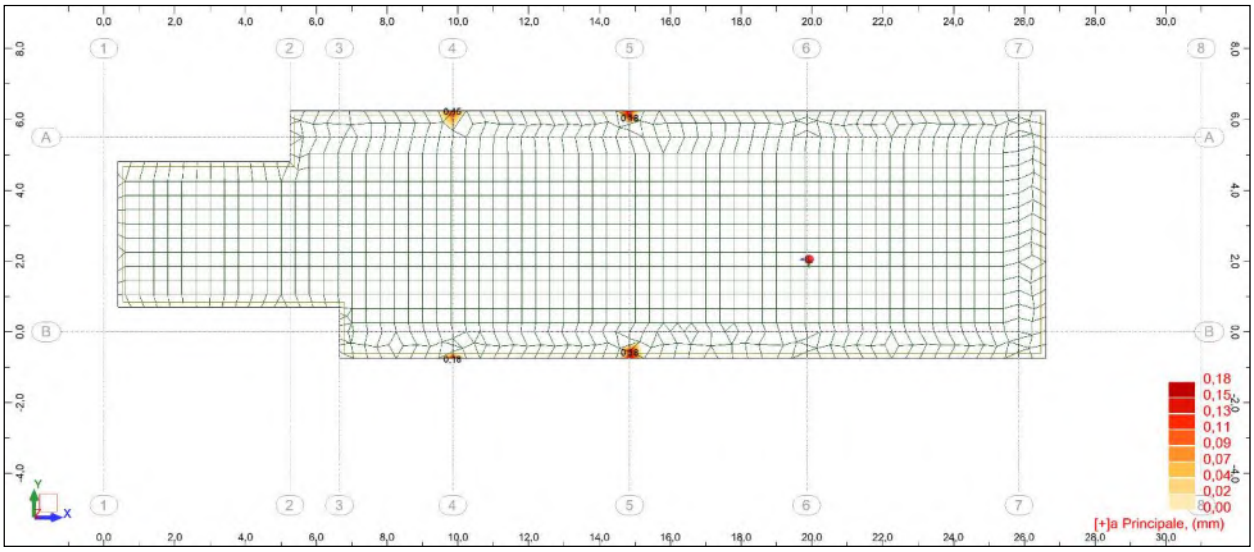
L'armatura del letto superiore in direzione Y è disposta con maglia base di 1f20/20 cm (15,70 cm^2/m). L'armatura è incrementata con 1f20/50 cm (22,00 cm^2/m tot.) sulla fascia centrale.

Si riportano di seguito i diagrammi di ampiezza fessure per il letto inferiore in direzione Y e per il letto inferiore in direzione X nelle combinazioni SLS-QPR_0,2.

Vista - [-]a Perpendicolare (mm)



Vista - [+]a Principale (mm)



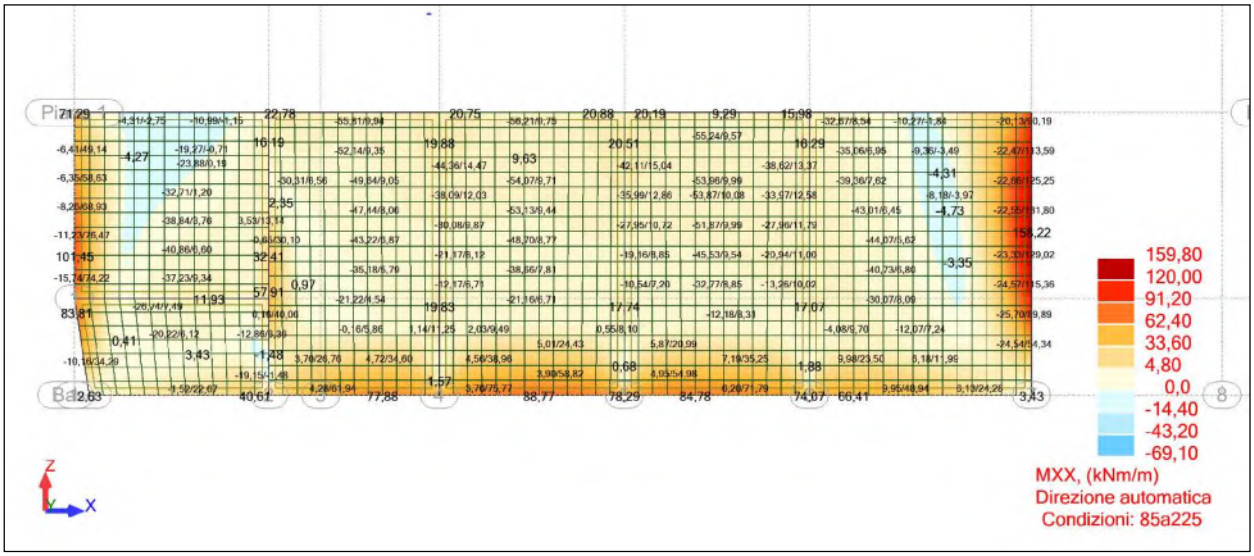
13 PARETE FILO A – VERIFICHE STRUTTURALI

13.1 PARETE FILO A – DA PIANO FONDAZIONE EL.-7.5 m, A QUOTA ±0.00

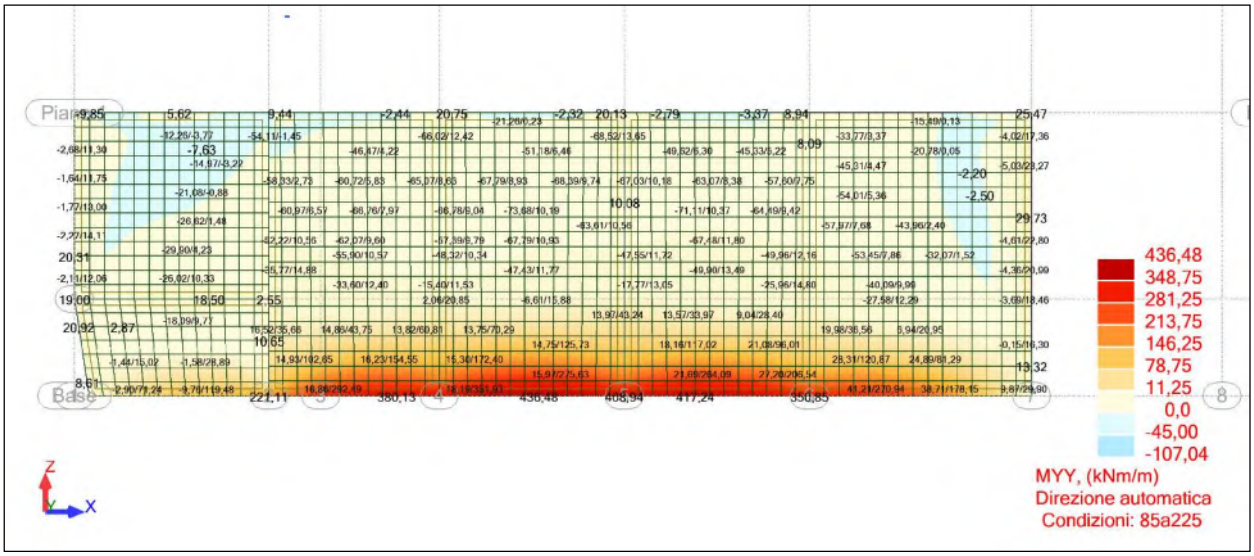
Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla parete. Tutti i grafici sono divisi per inviluppo SLU ed inviluppo SLV.

<u>Flessione - Inviluppo combinazioni SLU:</u>

Vista:1 - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

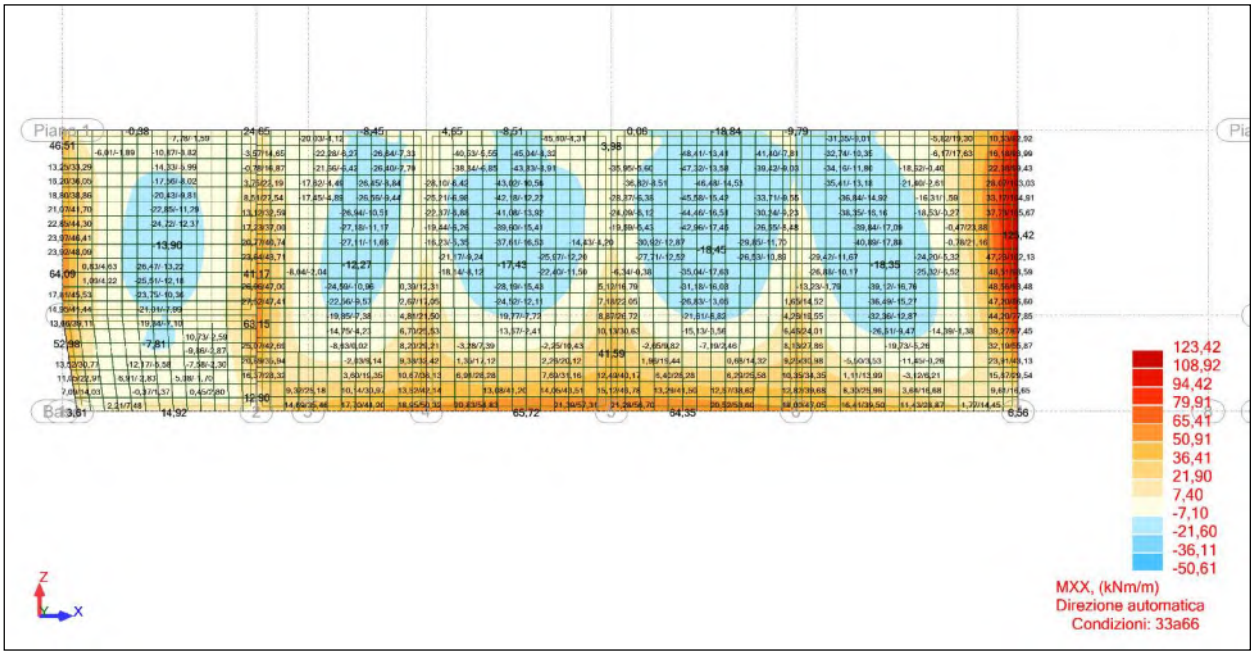


Vista:1 - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

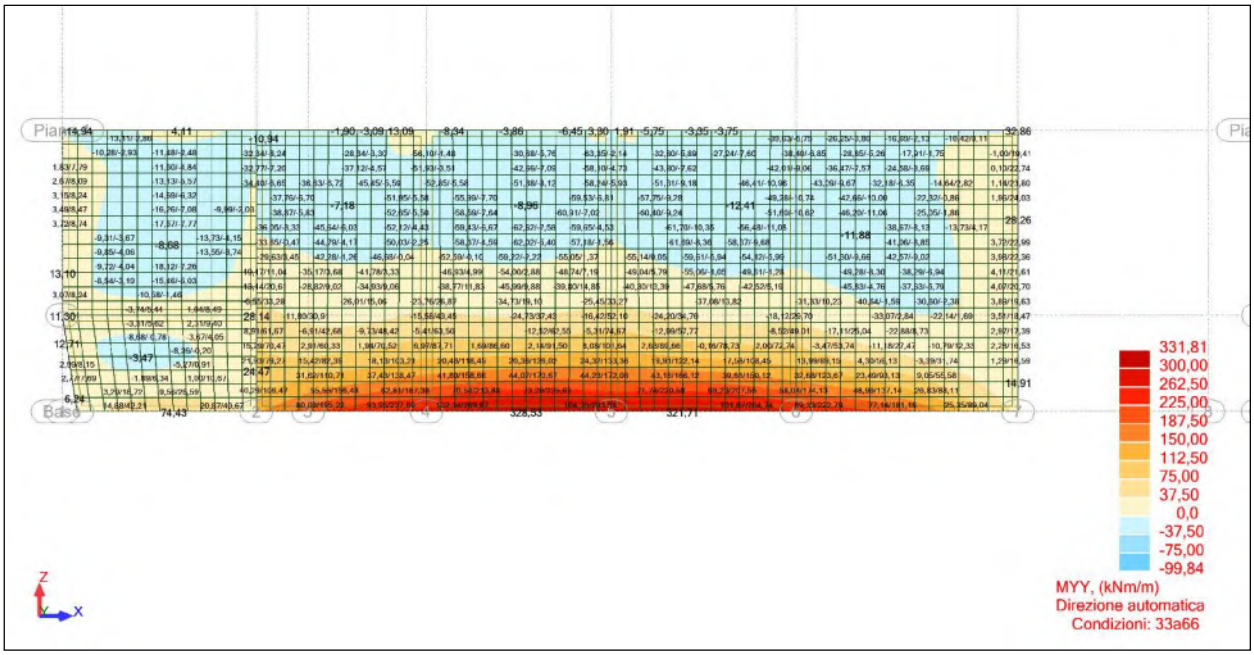


Flessione - Inviluppo combinazioni SLV:

filoA - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

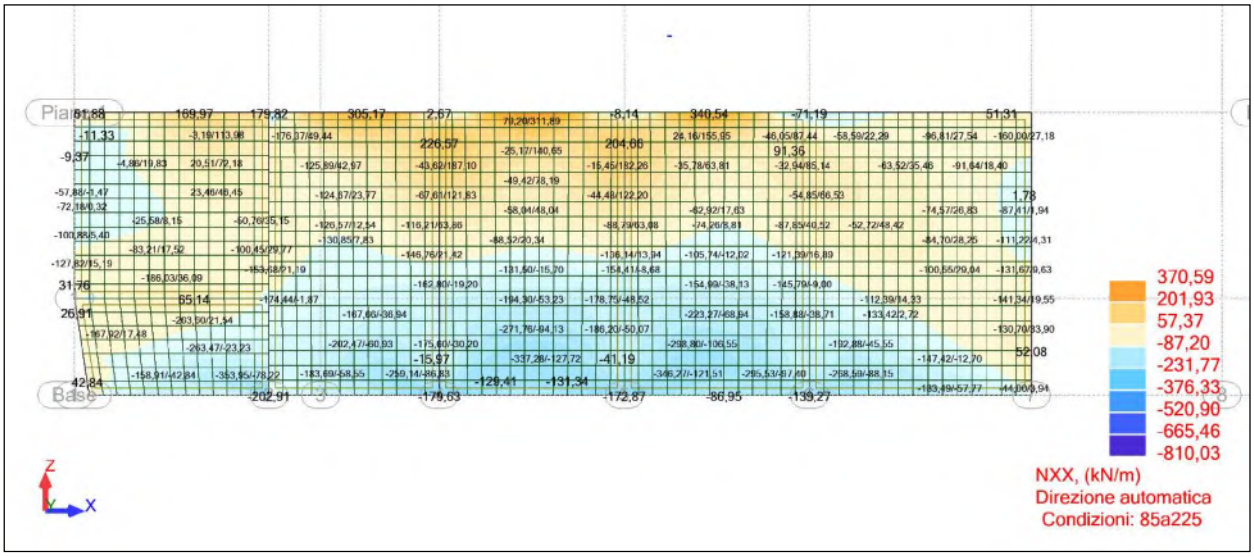


filoA - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+) 1

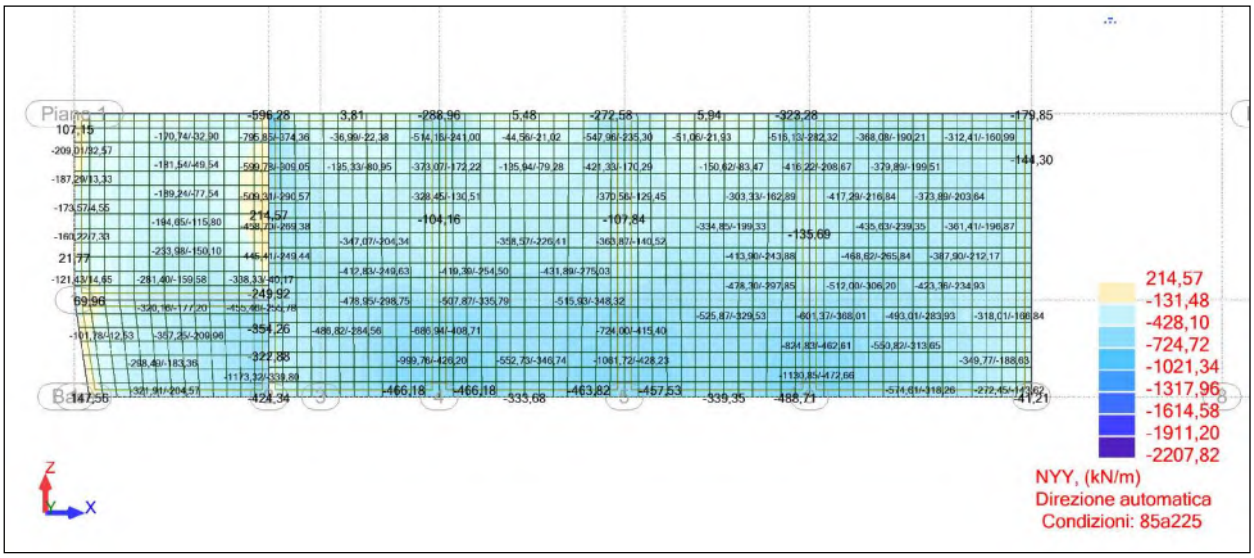


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLU:

Vista:1 - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

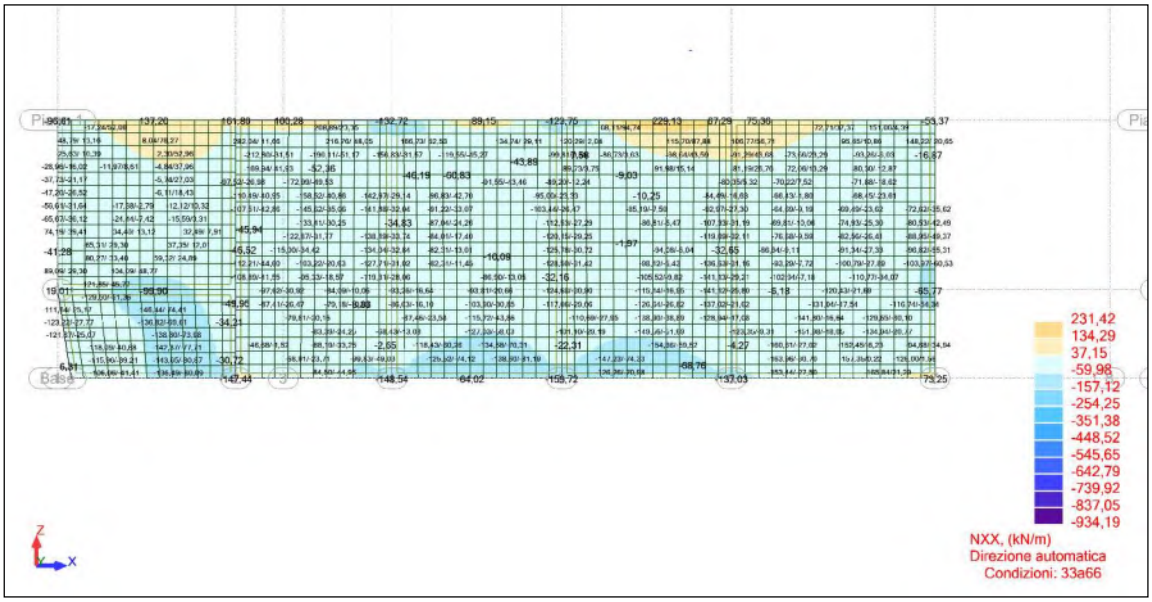


Vista:1 - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)



Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV:

filoA - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)



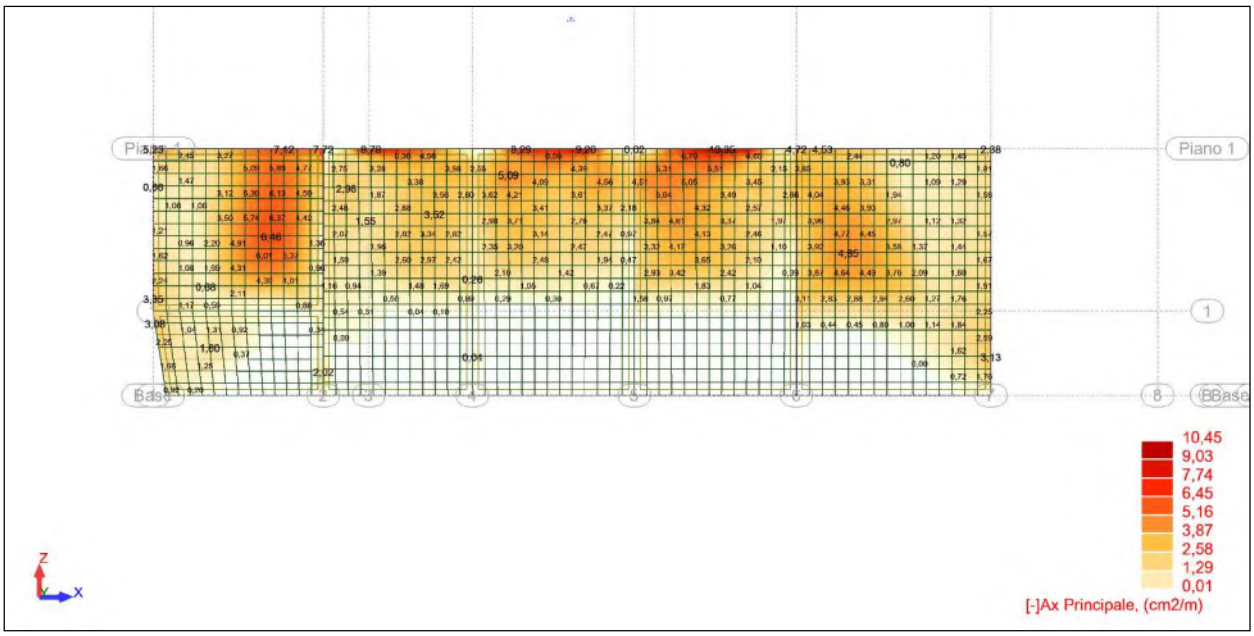
filoA - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

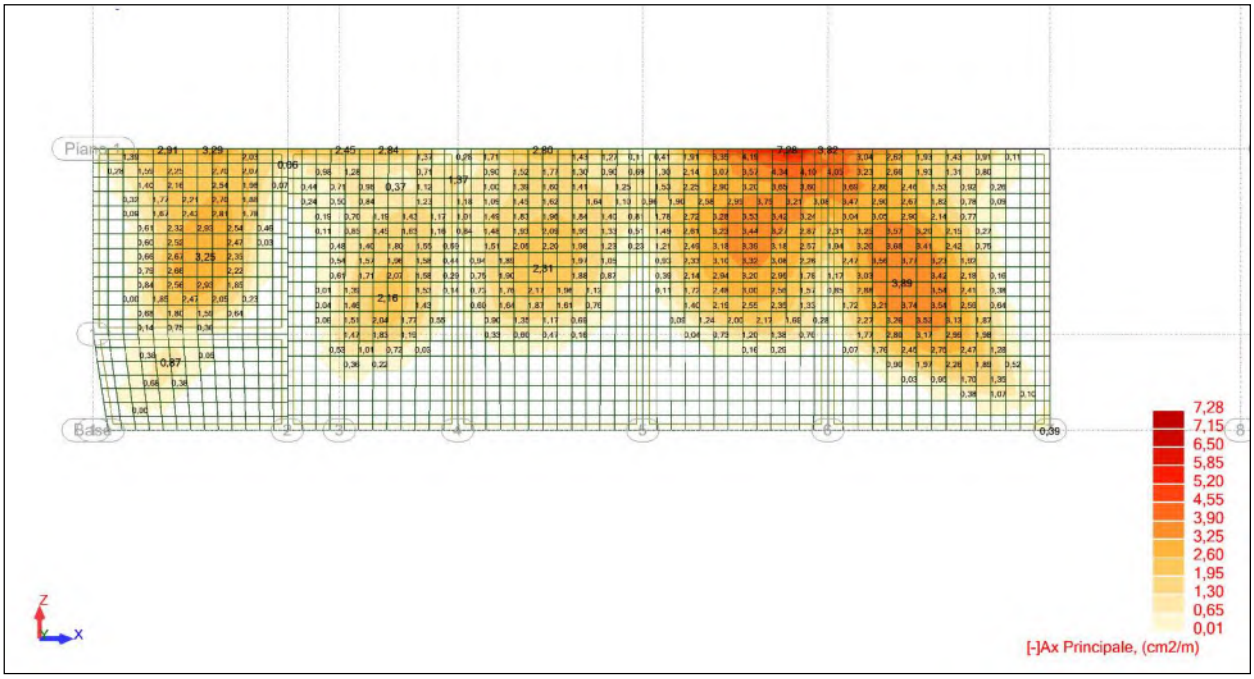
L'armatura richiesta è presentata sia nell'inviluppo delle combinazioni statiche SLU-SLS che nell'inviluppo delle combinazioni sismiche SLV-SLD. Nelle combinazioni statiche si tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

L'armatura disposta rappresenta l'inviluppo tra le combinazioni statiche e quelle sismiche.

filoA statico - [-]Ax Principale (cm2/m)

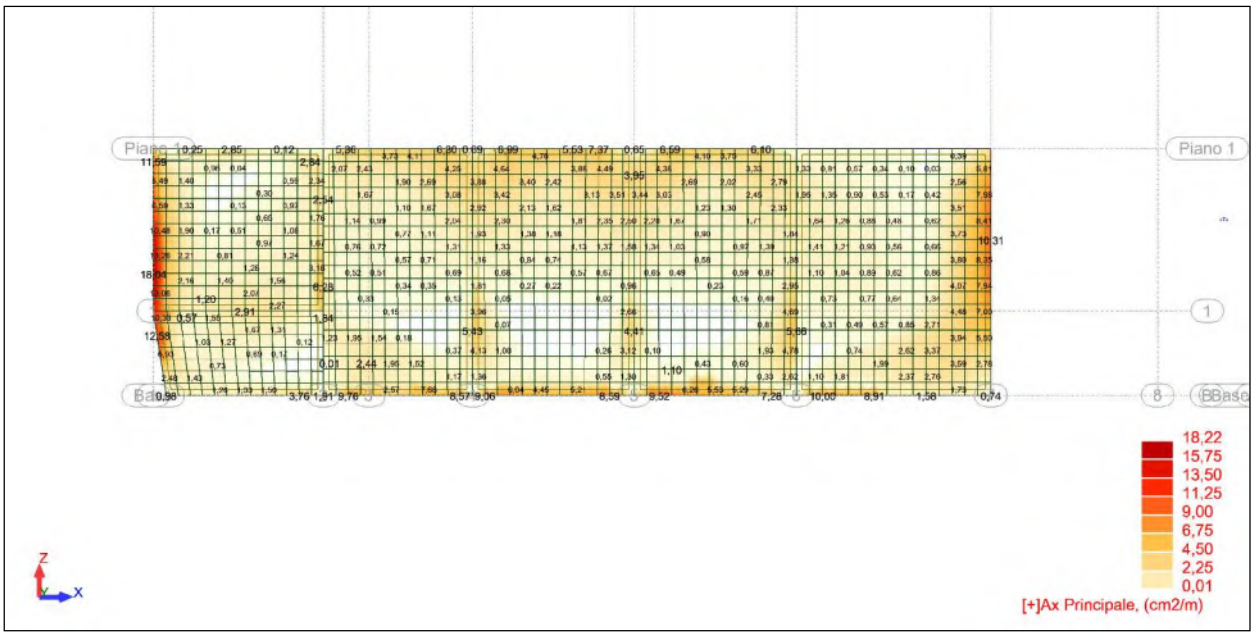


filoA sismico - [-]Ax Principale (cm2/m)

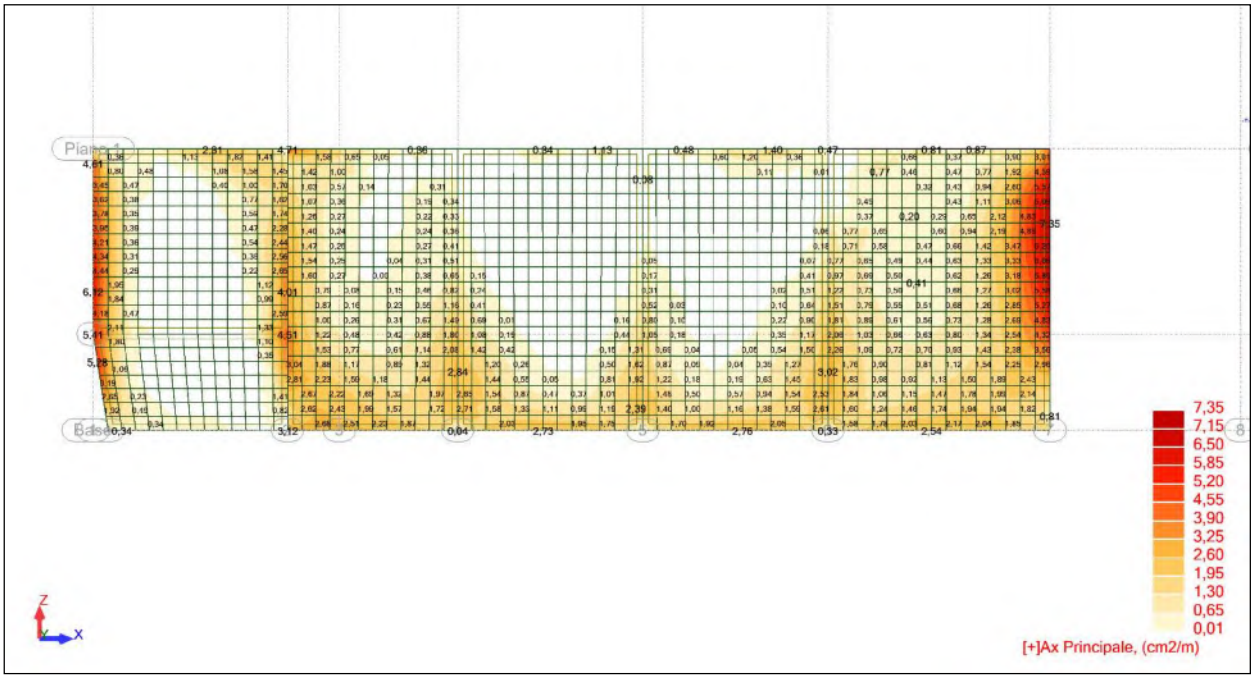


L'armatura interna disposta, direzione orizzontale, è disposta con maglia base di 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). L'armatura è incrementata con 1f12/20 cm (11,30 cm^2/m tot.) sulla fascia superiore per una larghezza di circa 40 cm. Sul muro lato esistente da filo 1 a filo 2 l'armatura è incrementata con 1f12/40 (8,47 cm^2/m tot.).

filoA statico - [+]Ax Principale (cm2/m)

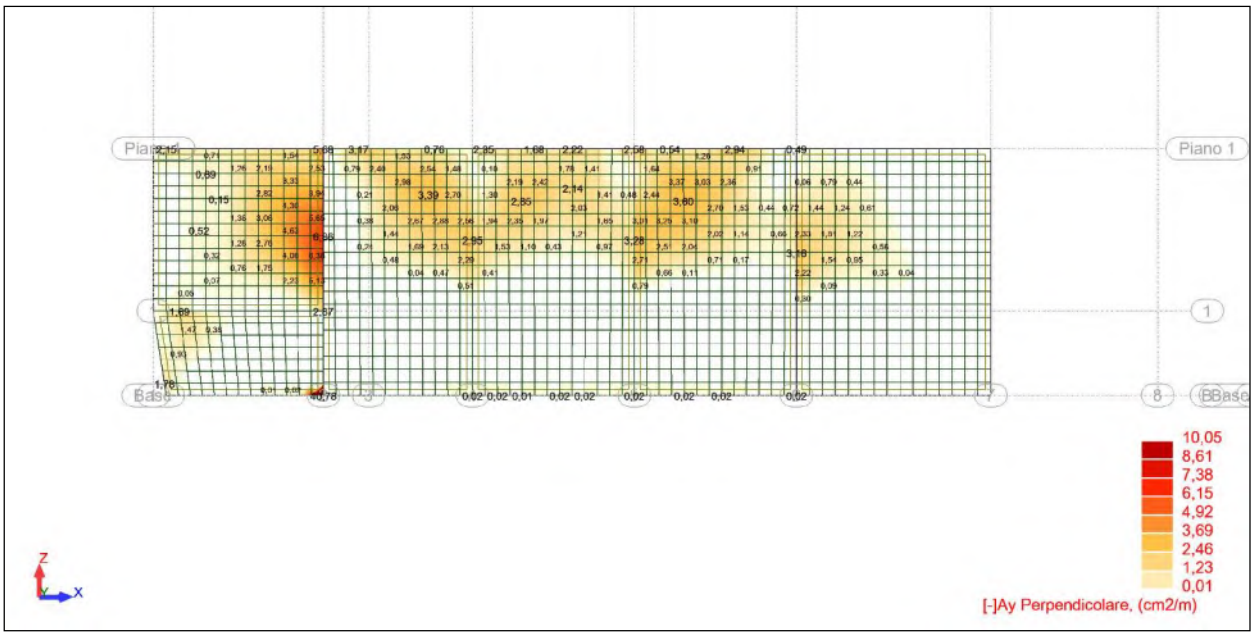


filoA sismico - [+]Ax Principale (cm2/m)

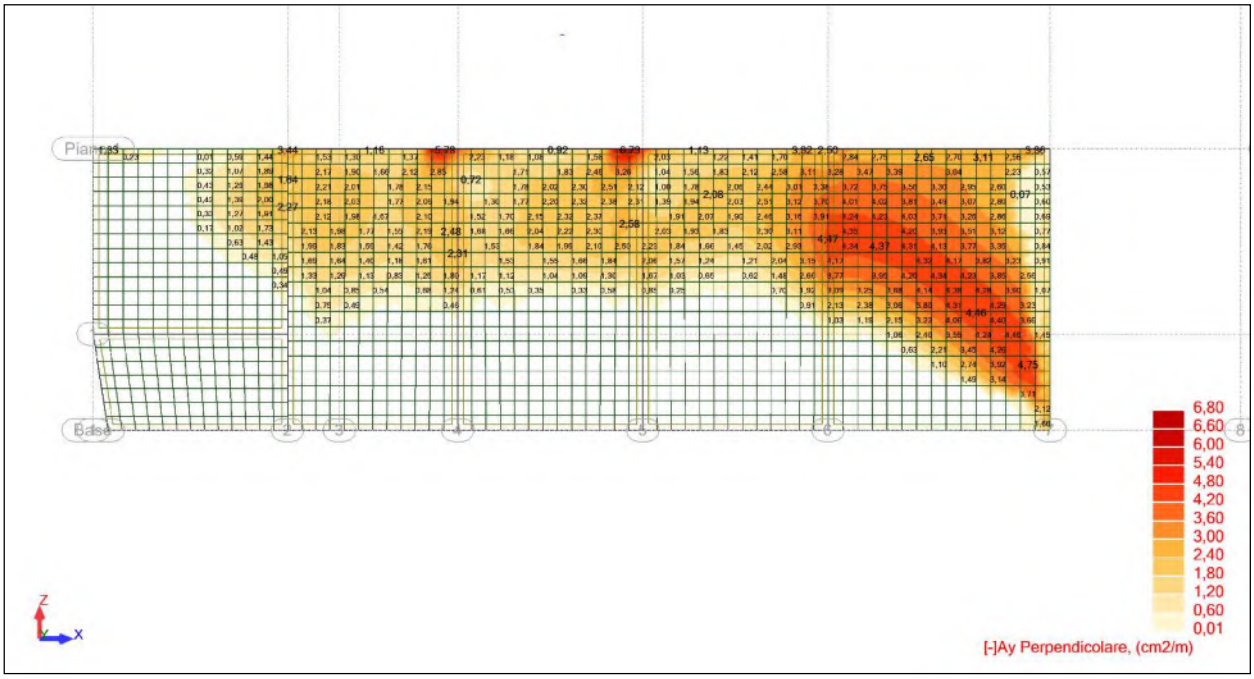


L'armatura esterna disposta, direzione orizzontale, è disposta con maglia base di 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). L'armatura è incrementata con 1f12/20 cm (11,30 cm^2/m tot.) sulla fascia superiore ed inferiore per una larghezza di circa 40 cm. L'estremità destra del muro, filo 7, è armata con 1f16/20 (10,05 cm^2/m). L'estremità destra del muro, filo 2, è armata con 1f16/20 (10,05 cm^2/m). L'estremità sinistra del muro, filo 1, è armata con 1f16/10 (20,01 cm^2/m).

filoA statico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

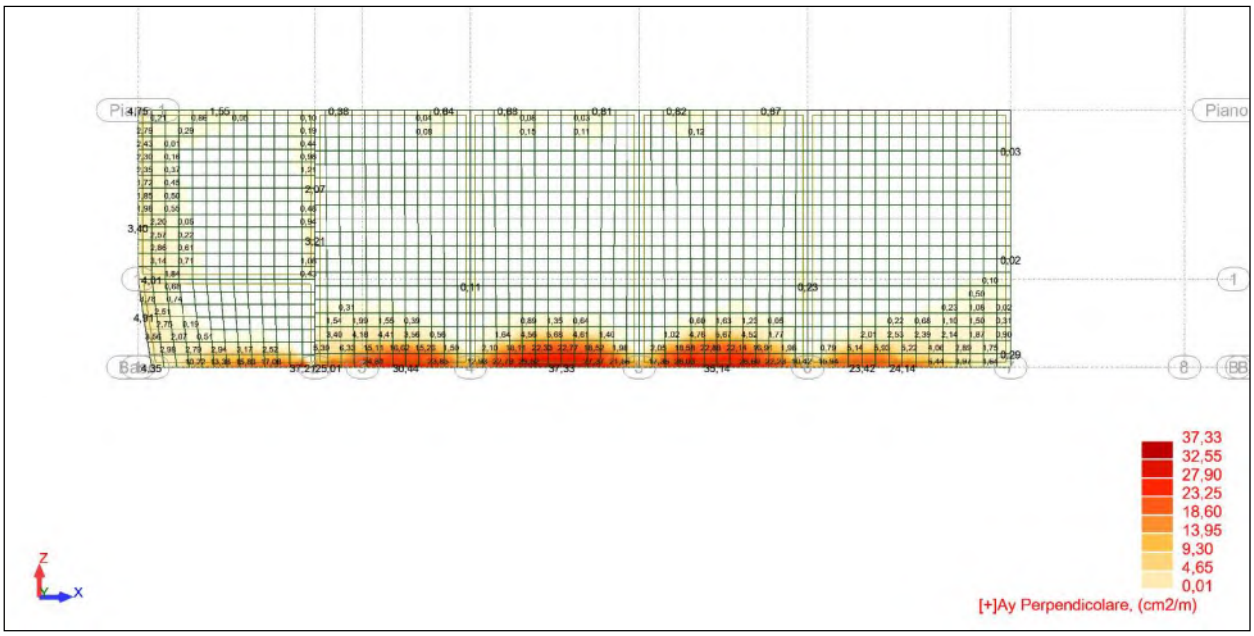


filoA sismico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

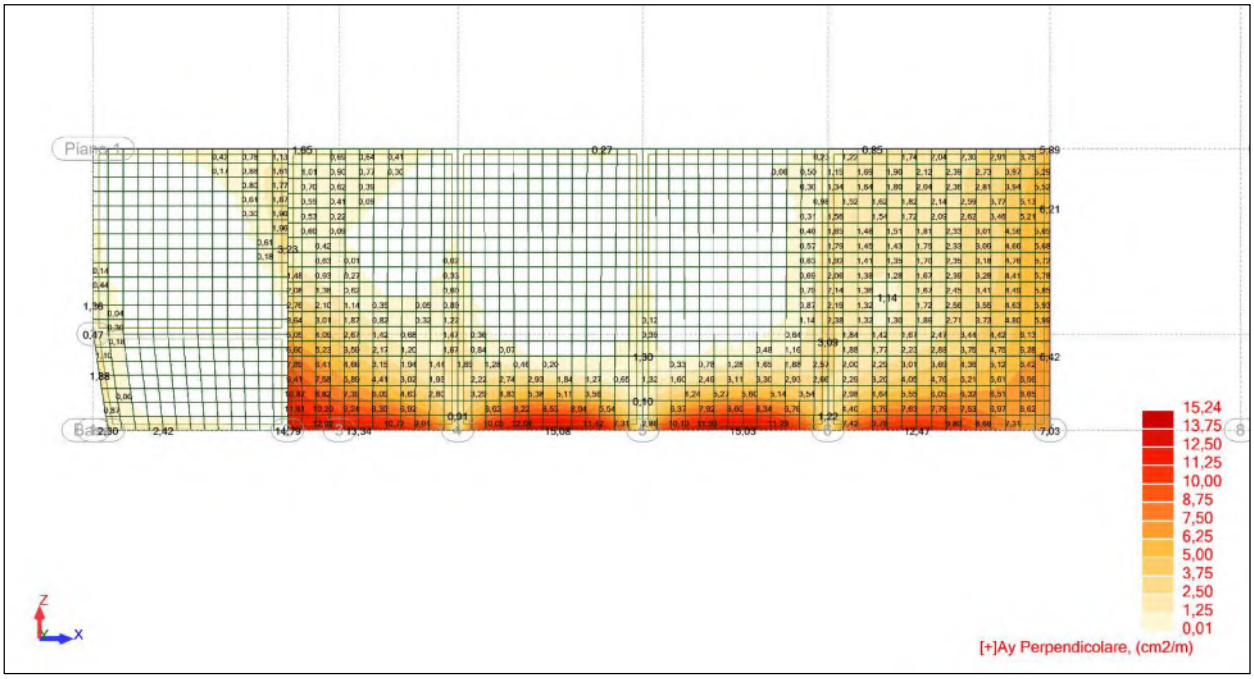


L'armatura interna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Le riprese di getto dalla platea sono pari a 1f20/20 (15,70 cm^2/m).

filoA statico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



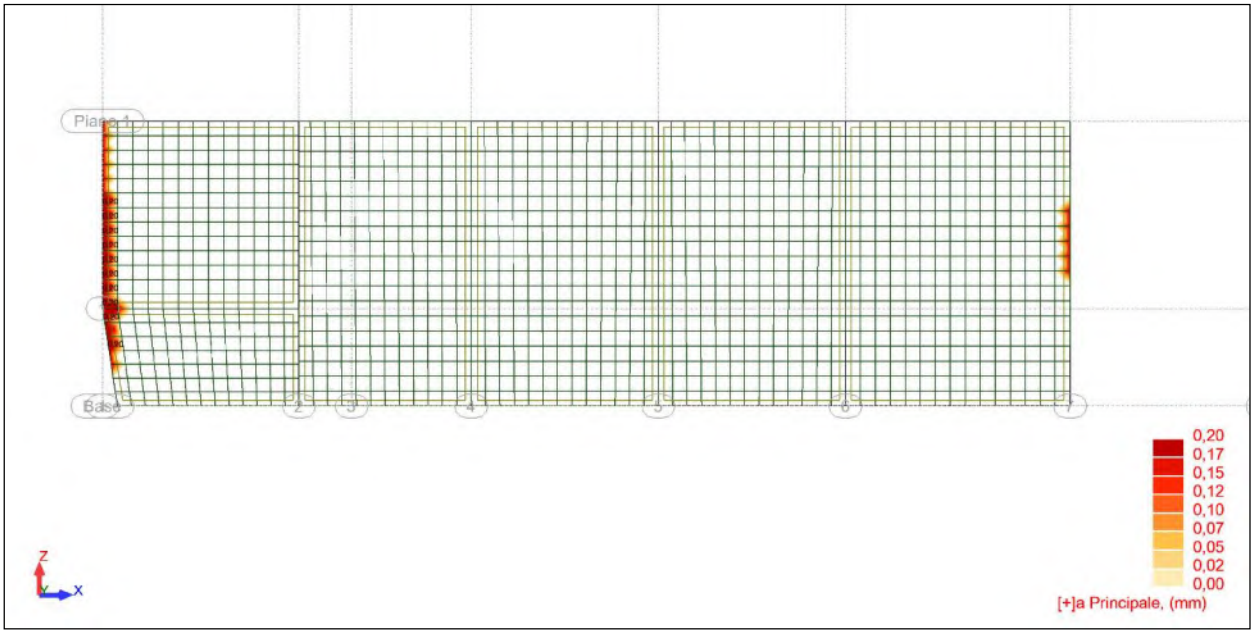
filoA sismico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



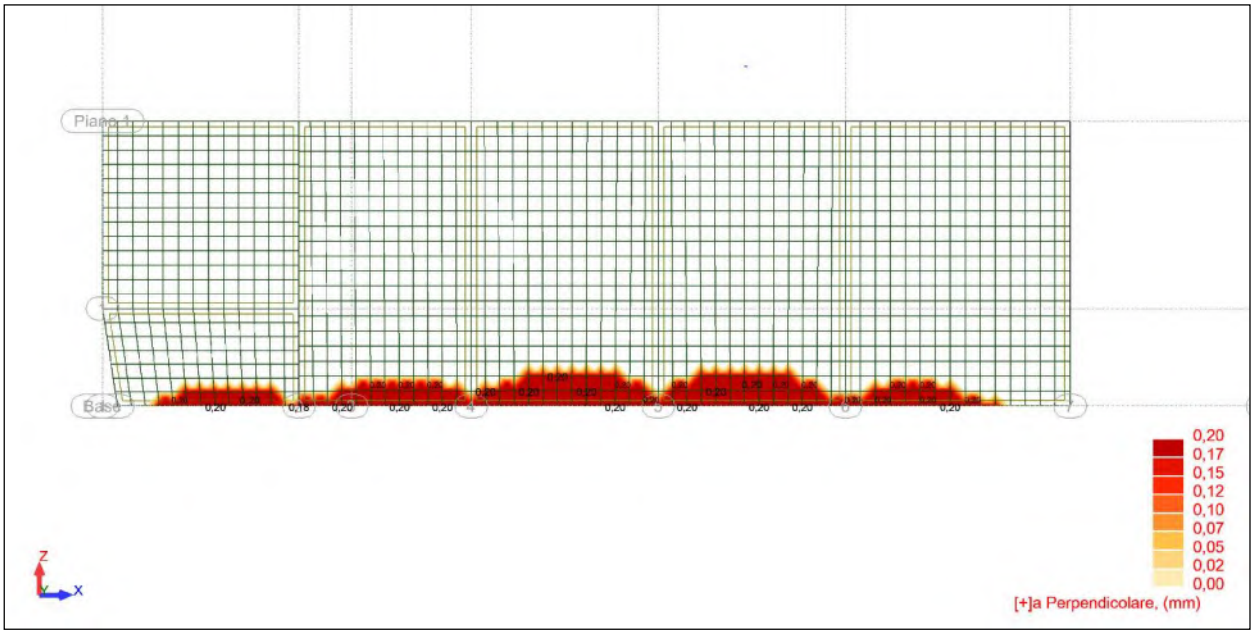
L'armatura esterna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m) incrementata di 1f16/20 per ¾ dell'altezza (20,1 cm^2/m tot.). Le riprese di getto dalla platea sono pari a 1f20/10 +1f20/50 (37,68 cm^2/m), tale armatura lavora sul primo tratto inferiore del muro fino ad un'altezza di 70/80 cm.

Si riportano di seguito i diagrammi di ampiezza fessure per l'armatura esterna sia in direzione orizzontale che in direzione verticale nelle combinazioni SLS-QPR_0,2.

filoA - [+]a Principale (mm)



filoA - [+]a Perpendicolare (mm)

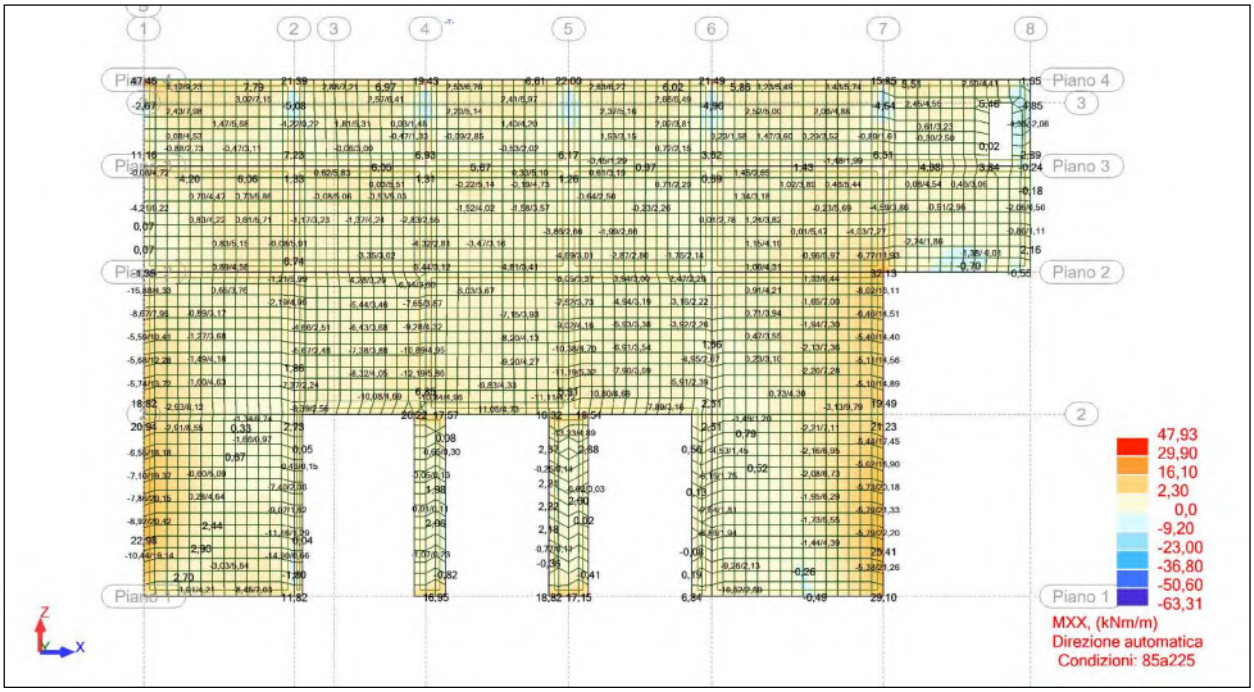


13.2 PARETE FILO A – DA QUOTA ±0.00 A QUOTA 17.80 m

Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla parete. Tutti i grafici sono divisi per inviluppo SLU ed inviluppo SLV.

<u>Flessione - Inviluppo combinazioni SLU:</u>

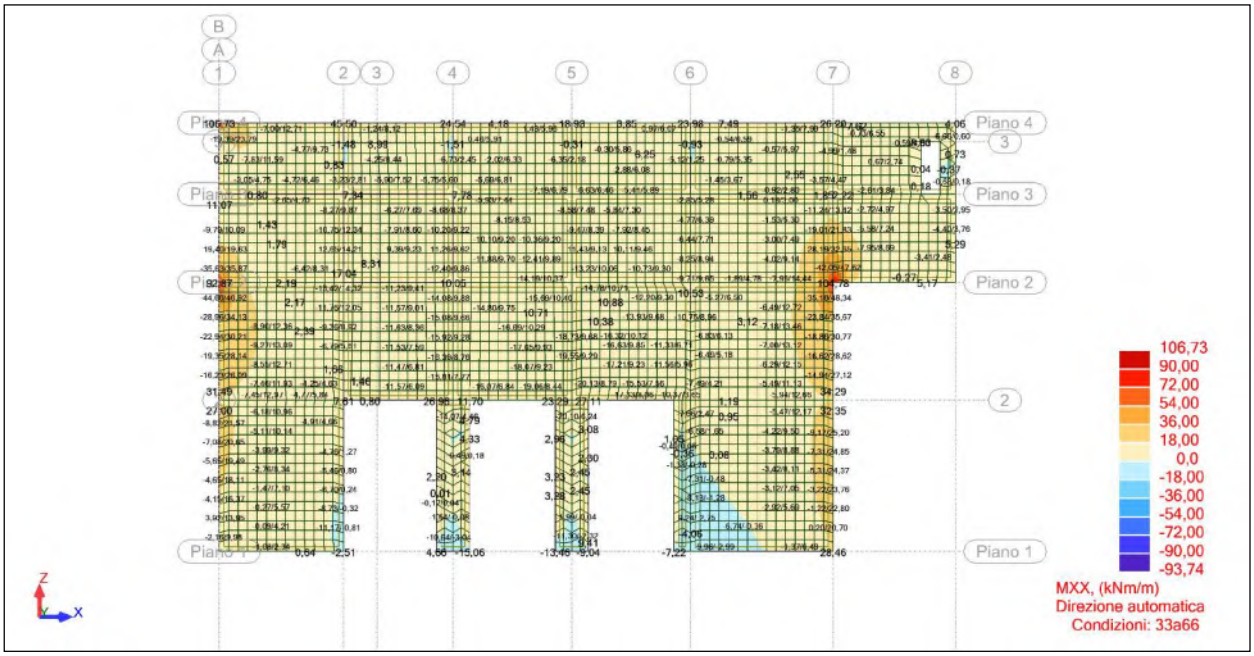
filoA UP - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)



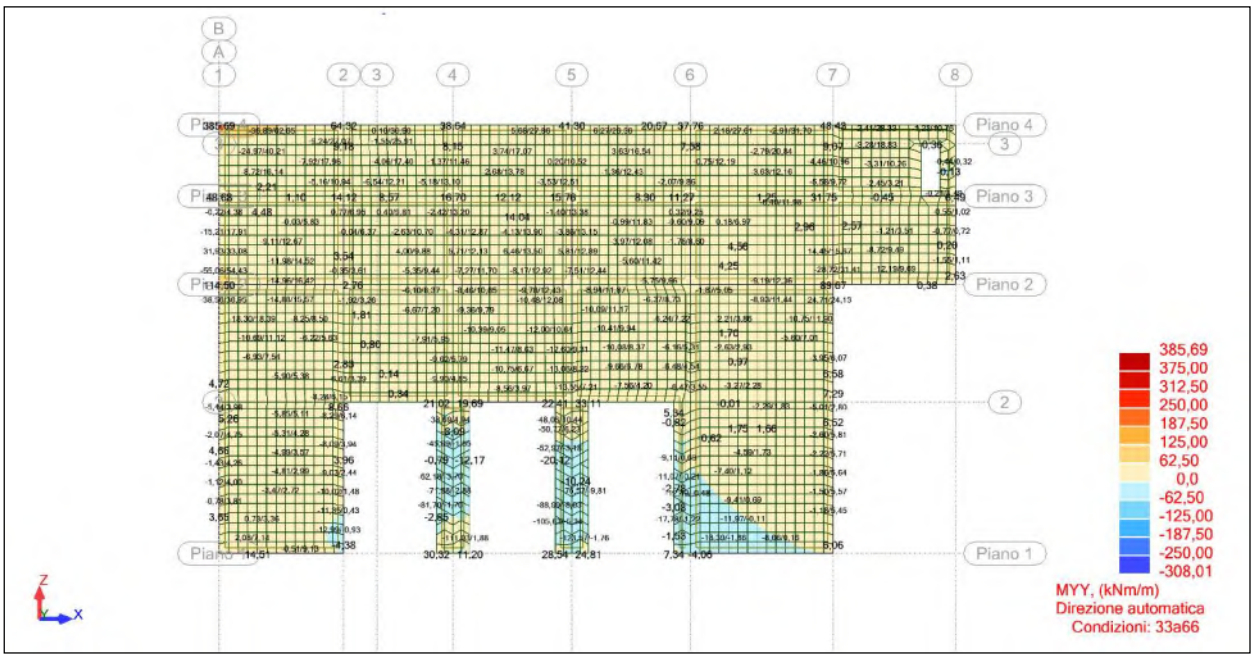
filoA UP - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

Flessione - Inviluppo combinazioni SLV:

filoA UP - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

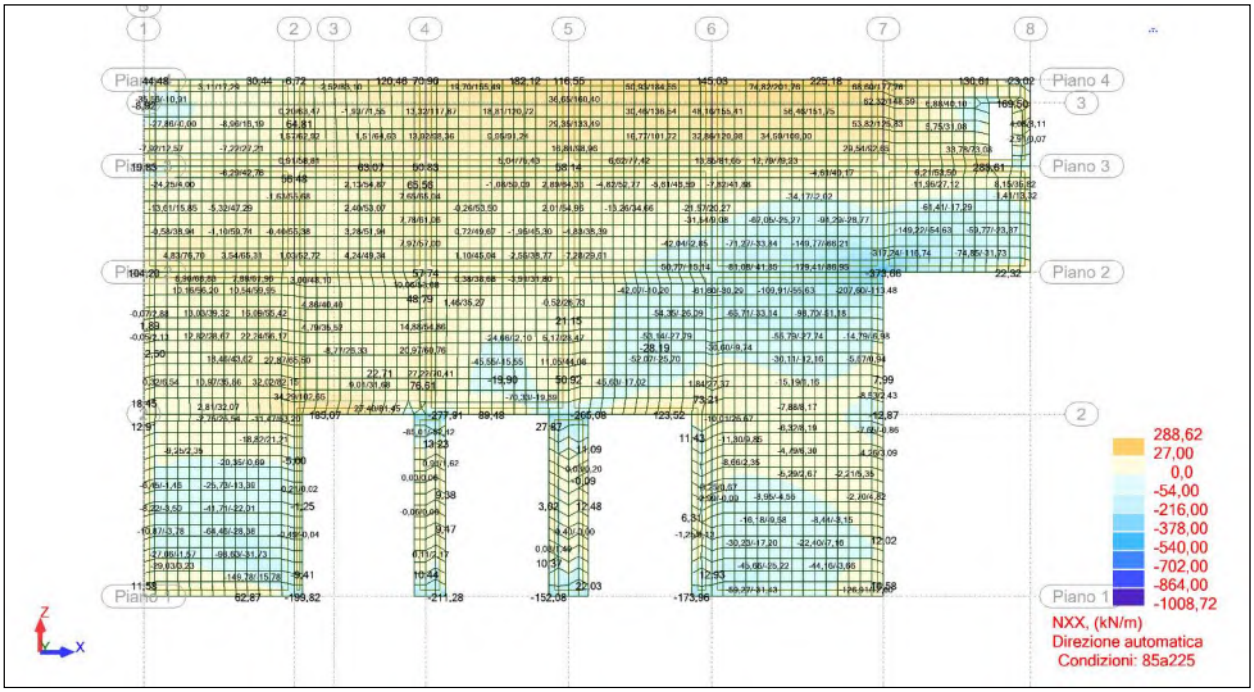


filoA UP - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

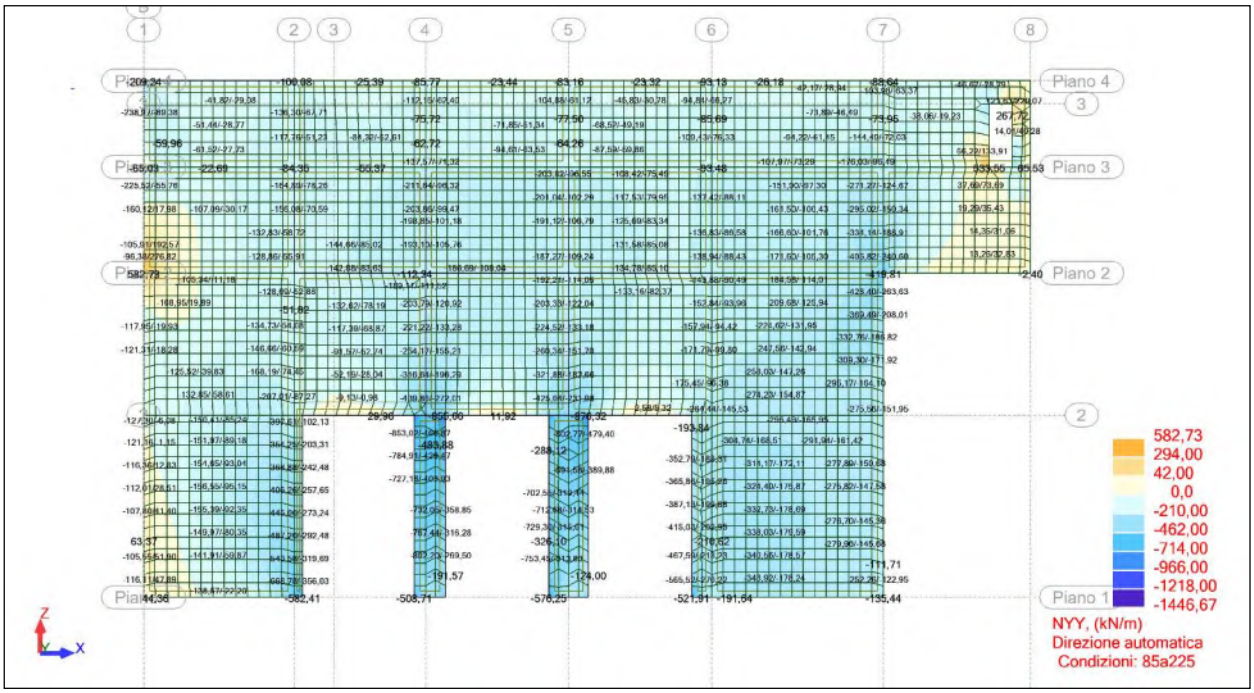


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLU:

filoA UP - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

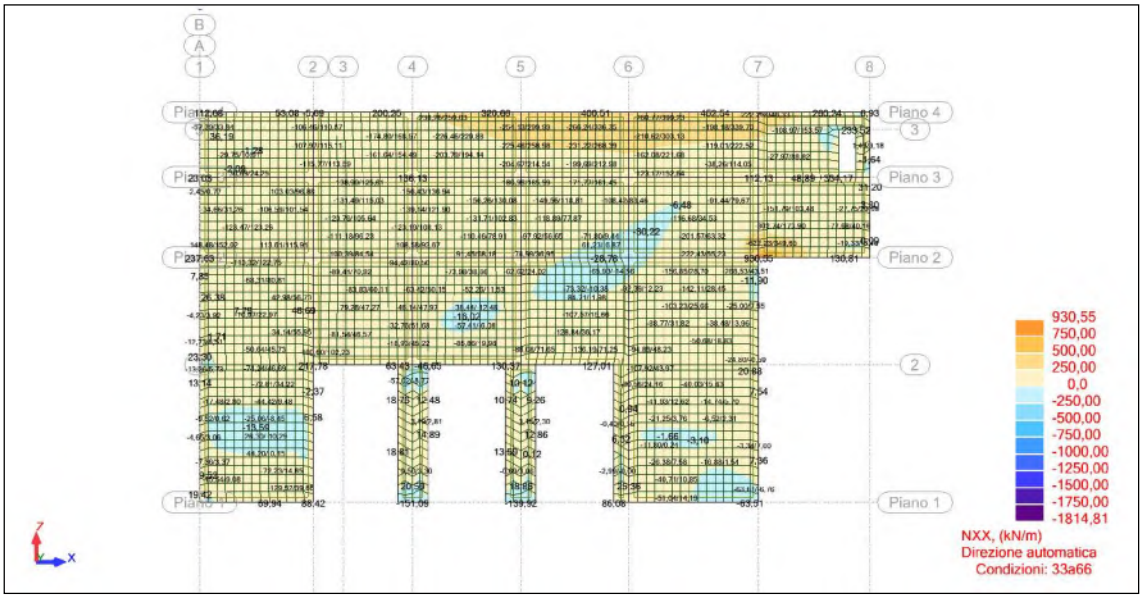


filoA UP - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

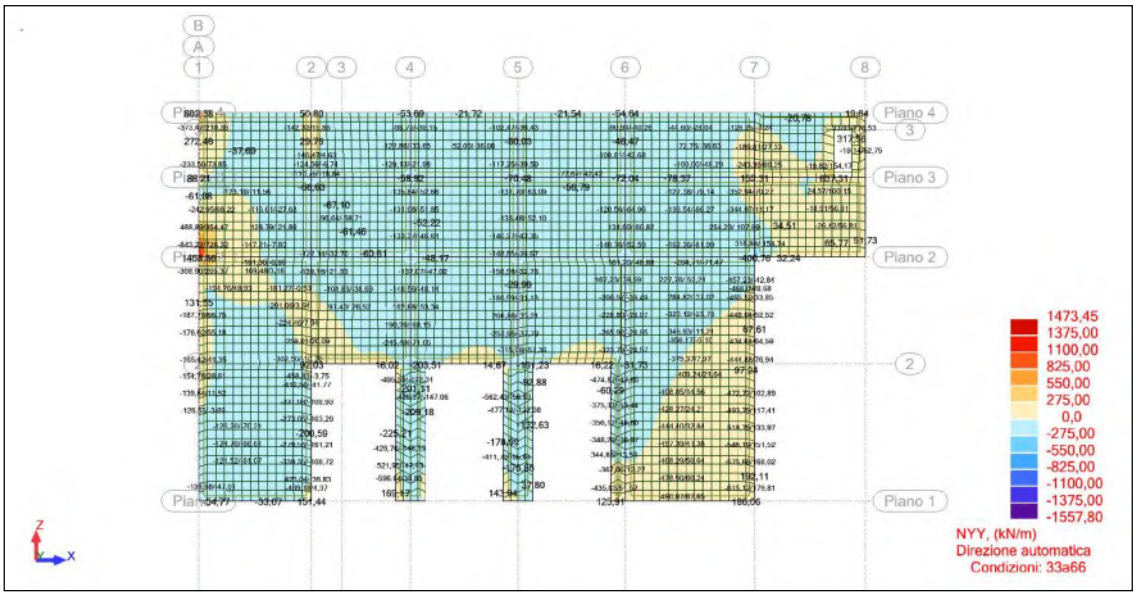


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV:

filoA UP - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)



filoA UP - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

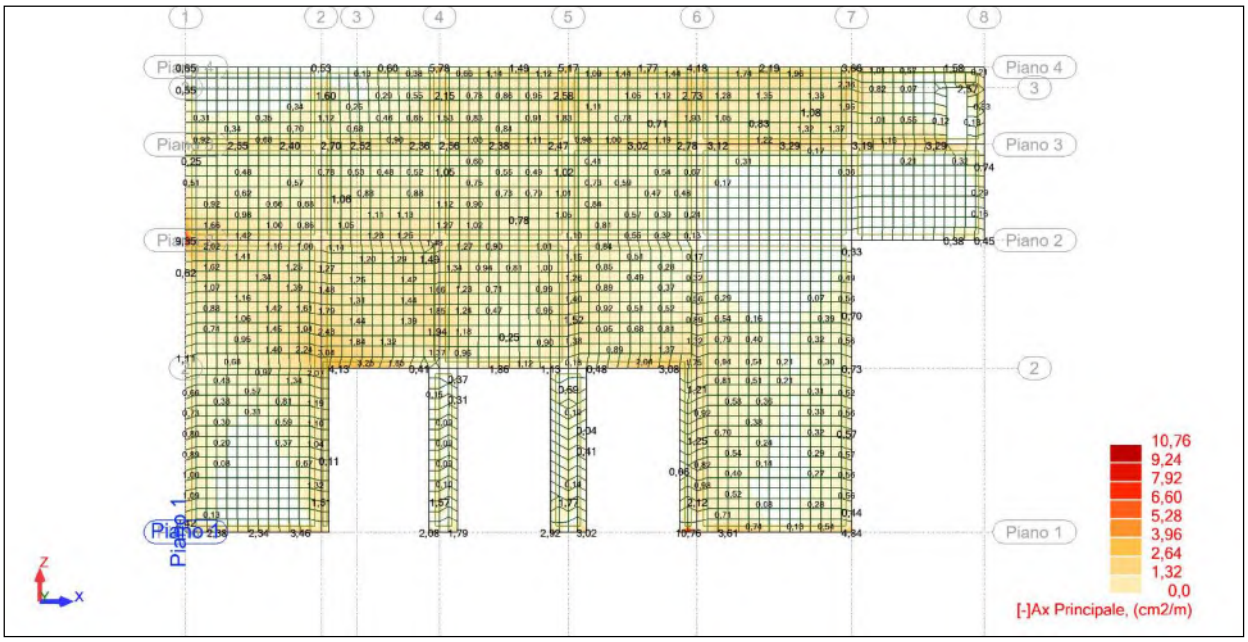


Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

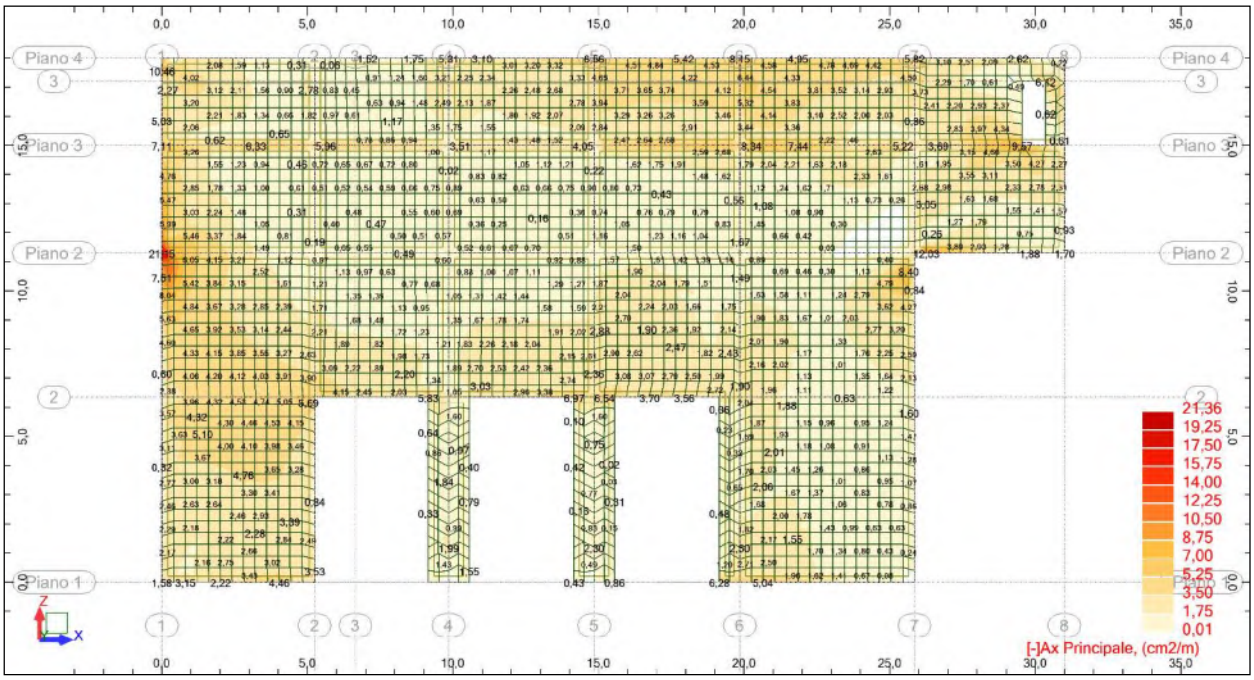
L'armatura richiesta è presentata sia nell'inviluppo delle combinazioni statiche SLU-SLS che nell'inviluppo delle combinazioni sismiche SLV-SLD. Nelle combinazioni statiche si tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

L'armatura disposta rappresenta l'inviluppo tra le combinazioni statiche e quelle sismiche.

filoA UP statico - [-]Ax Principale (cm2/m)

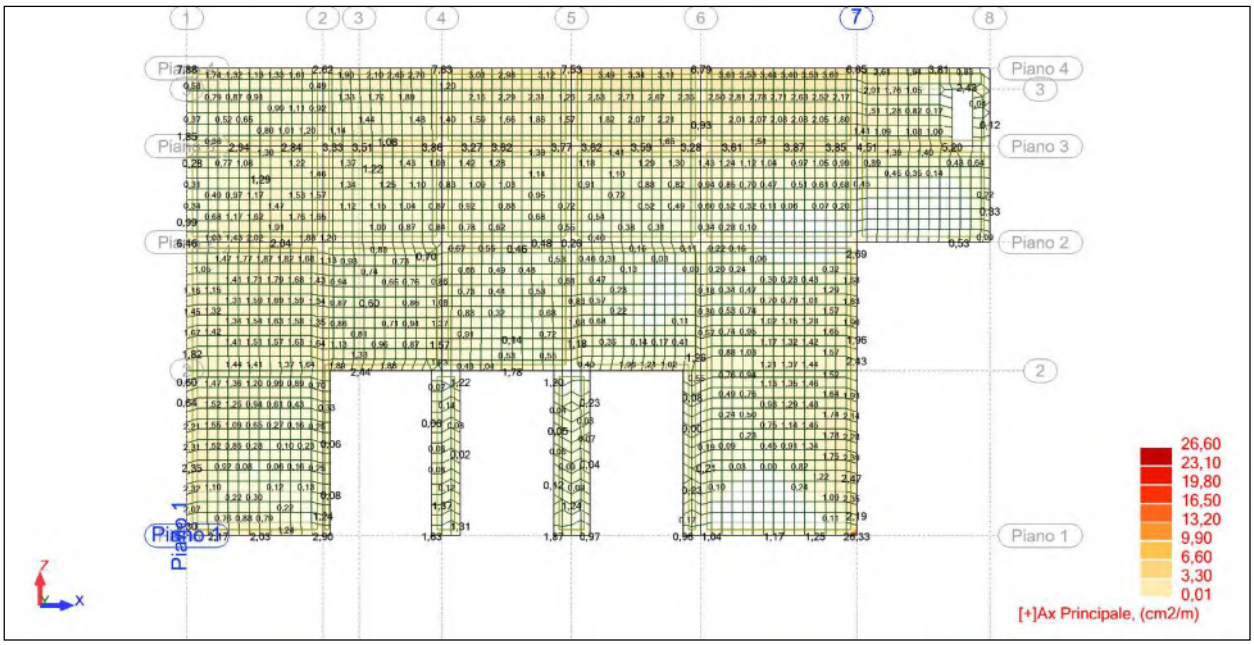


filoA UP sismico - [-]Ax Principale (cm2/m)

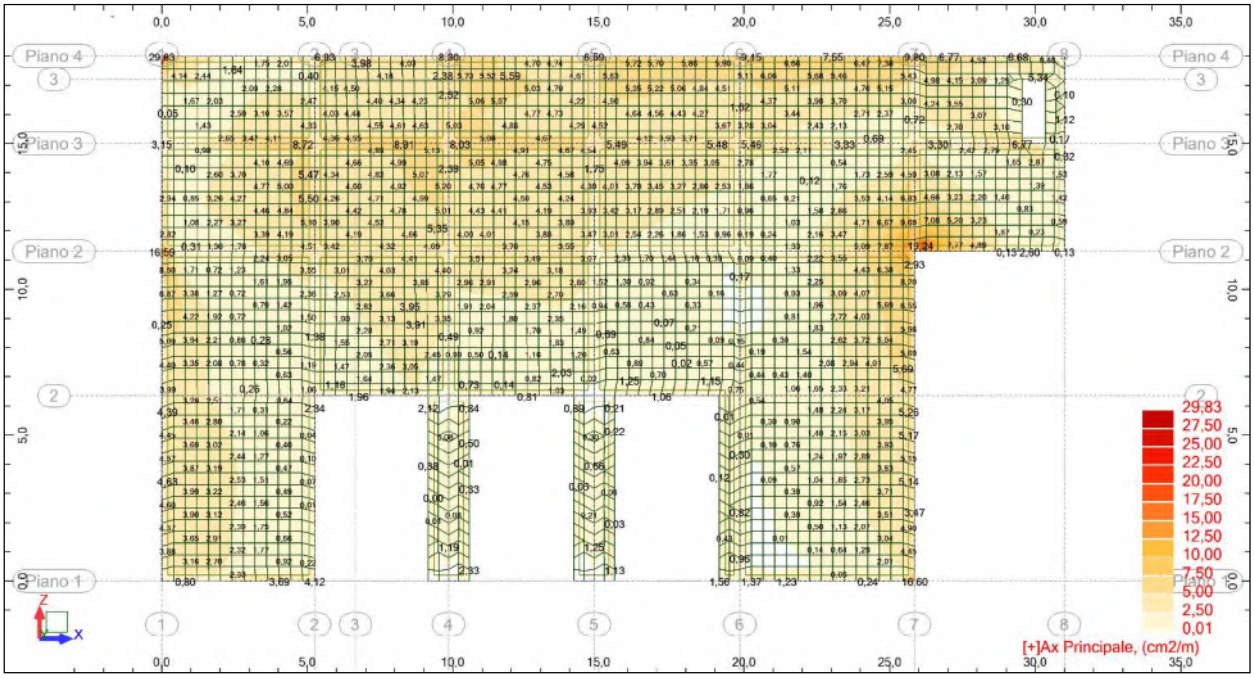


L'armatura interna disposta, direzione orizzontale, è pari a 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). Sul filo 1 è richiesta una armatura puntuale maggiore in corrispondenza della fine della parete su quel filo. Tale armatura è compresa nell'armatura del setto che in quello spigolo rinforza la parete.

filoA UP statico - [+]Ax Principale (cm2/m)

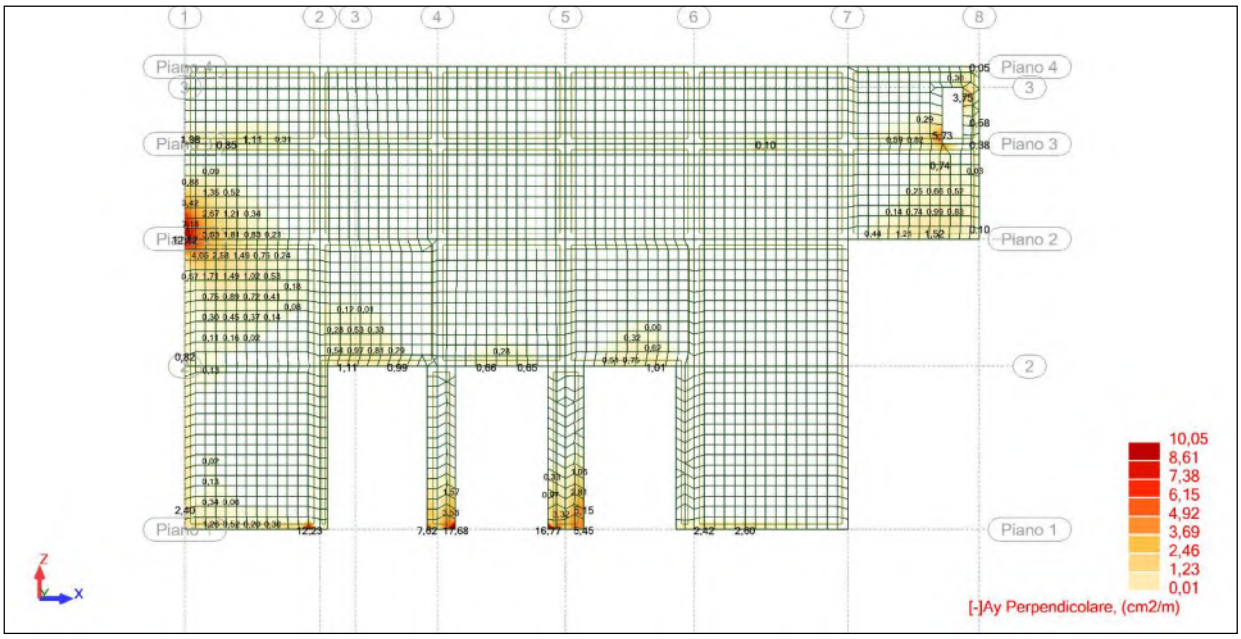


filoA UP sismico - [+]Ax Principale (cm2/m)

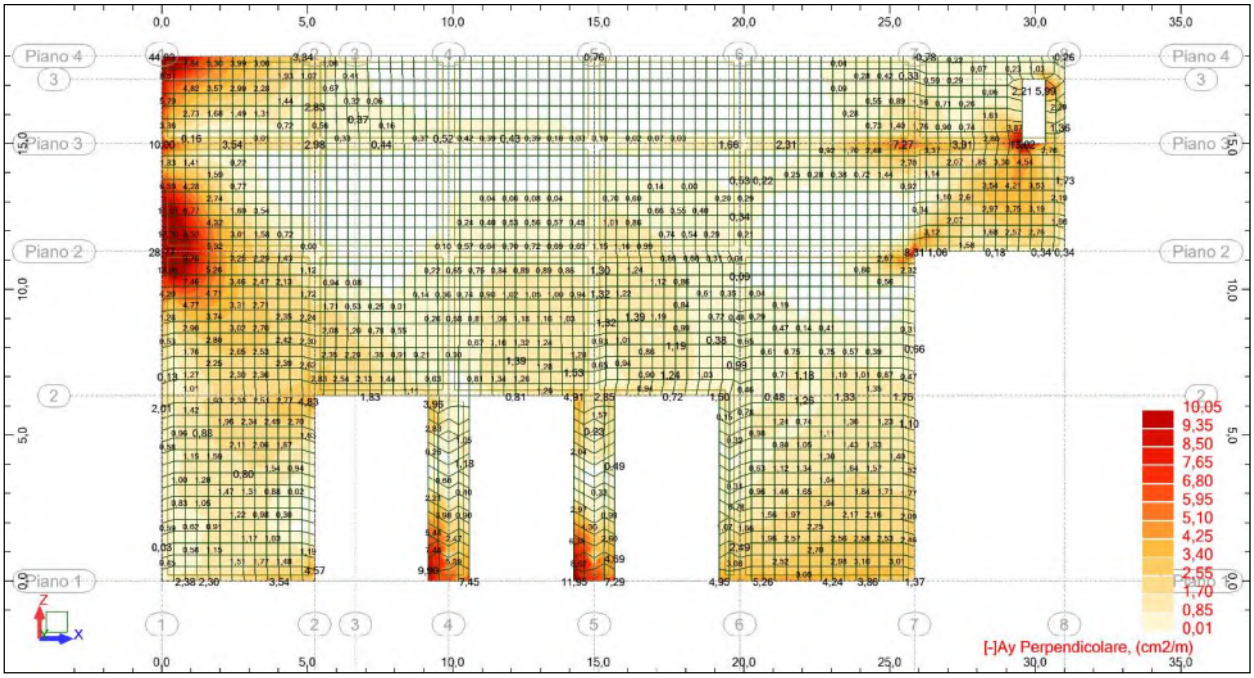


L'armatura esterna disposta, direzione orizzontale, è pari a 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). Un incremento di armatura puntuale è richiesto in corrispondenza dello sbalzo. Tale armatura è integrata nell'armatura di solaio.

filoA UP statico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

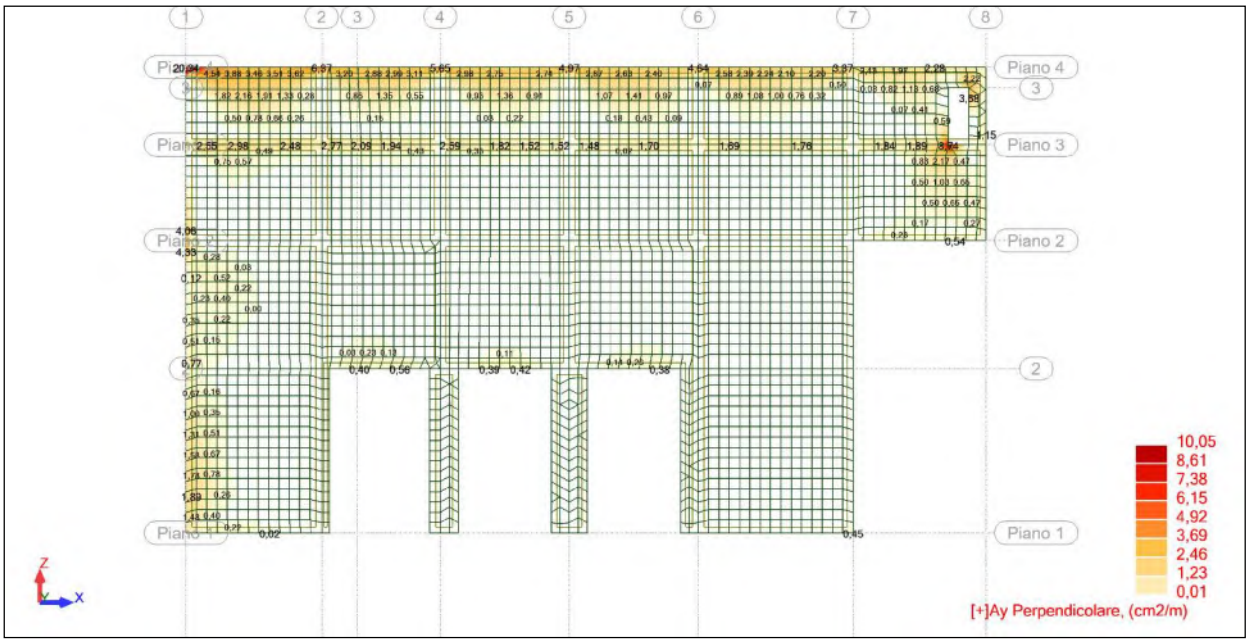


filoA UP sismico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

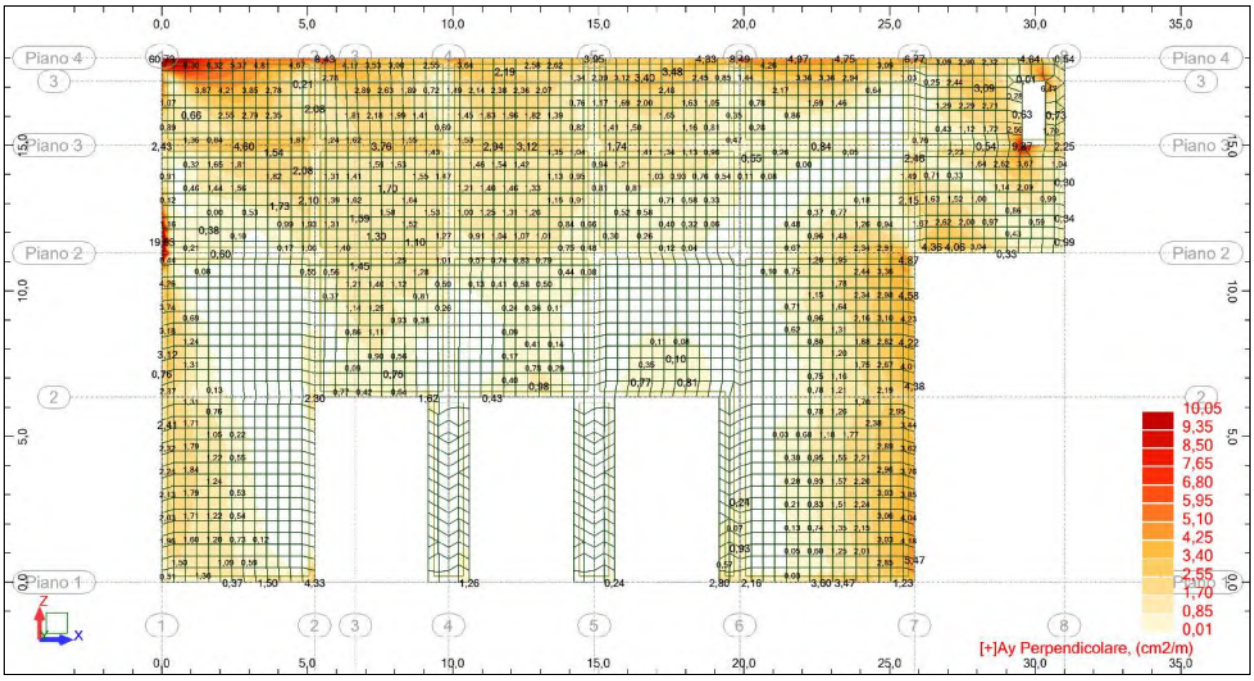


L'armatura interna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Sul filo 1 è richiesta una armatura puntuale maggiore in corrispondenza della fine della parete su quel filo. Tale armatura è compresa nell'armatura del setto che in quello spigolo rinforza la parete.

filoA UP statico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



filoA UP sismico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



L'armatura esterna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Puntualmente sul filo1 in sommità alla parete è richiesta una armatura maggiore data dall'armatura del setto che in quello spigolo rinforza la parete.

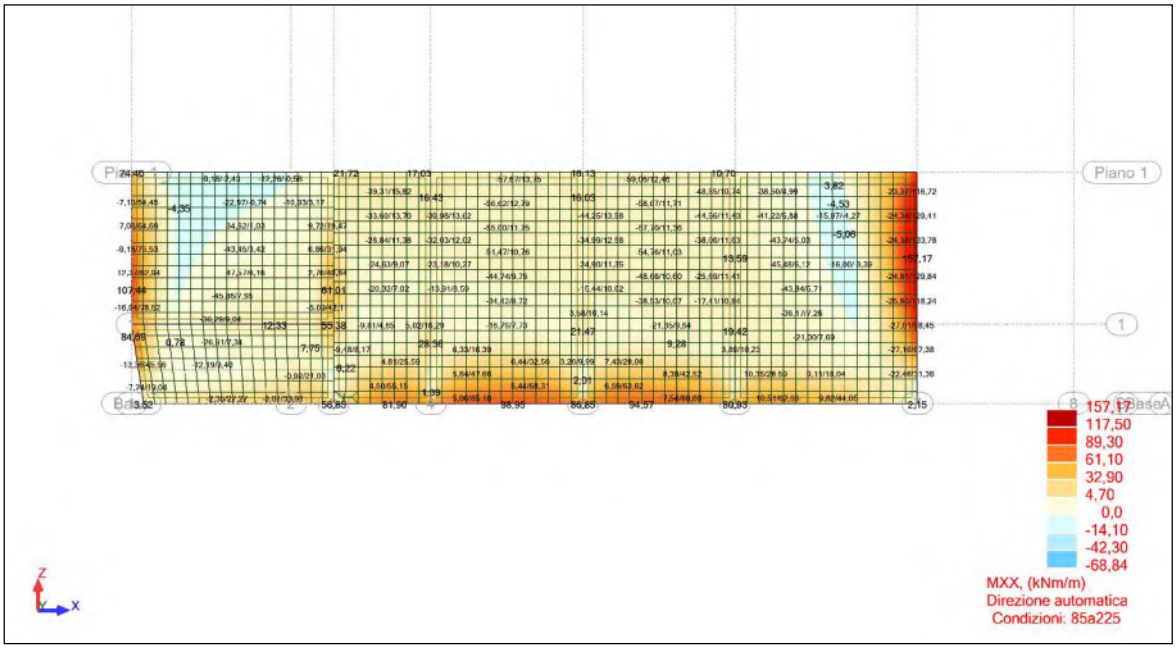
14 PARETE FILO B – VERIFICHE STRUTTURALI

14.1 PARETE FILO B – DA PIANO FONDAZIONE EL.-7.5 m, A QUOTA ±0.00

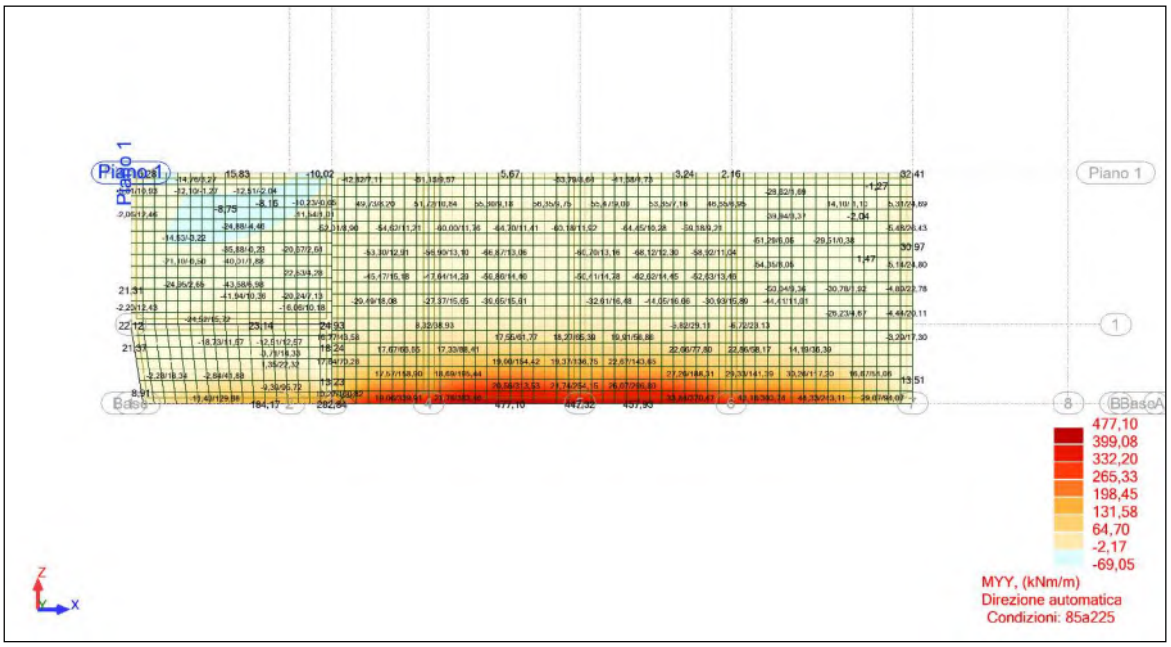
Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla parete. Tutti i grafici sono divisi per inviluppo SLU ed inviluppo SLV.

<u>Flessione - Inviluppo combinazioni SLU:</u>

filoB - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

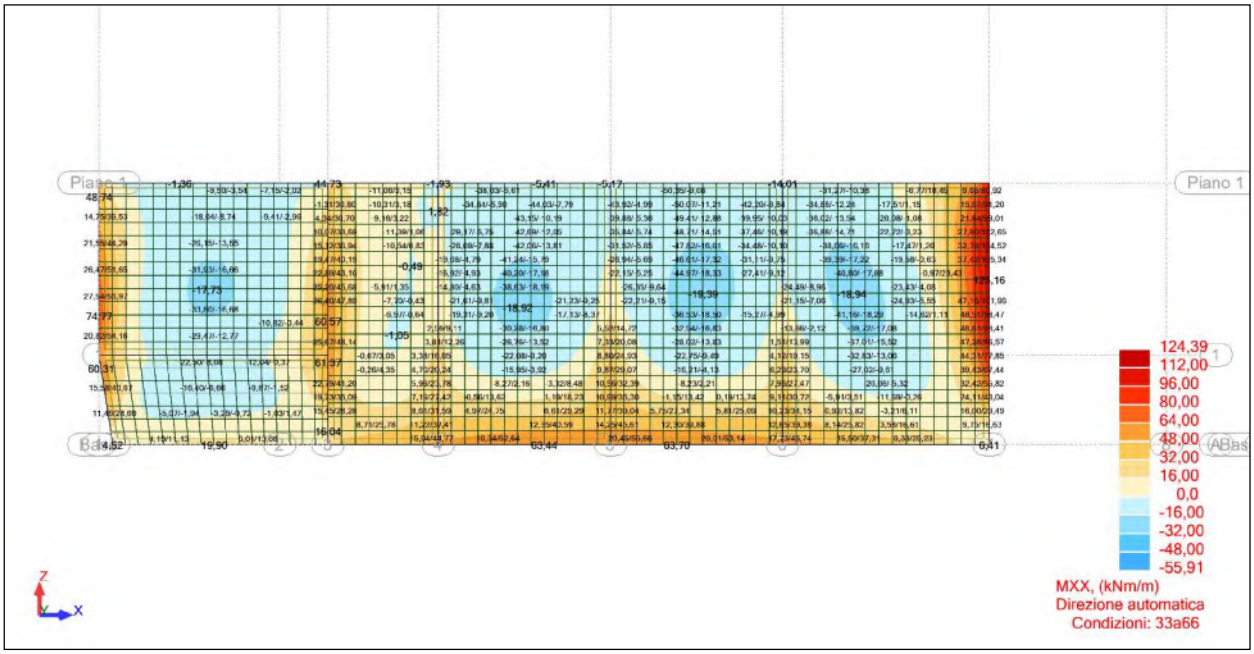


filoB - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

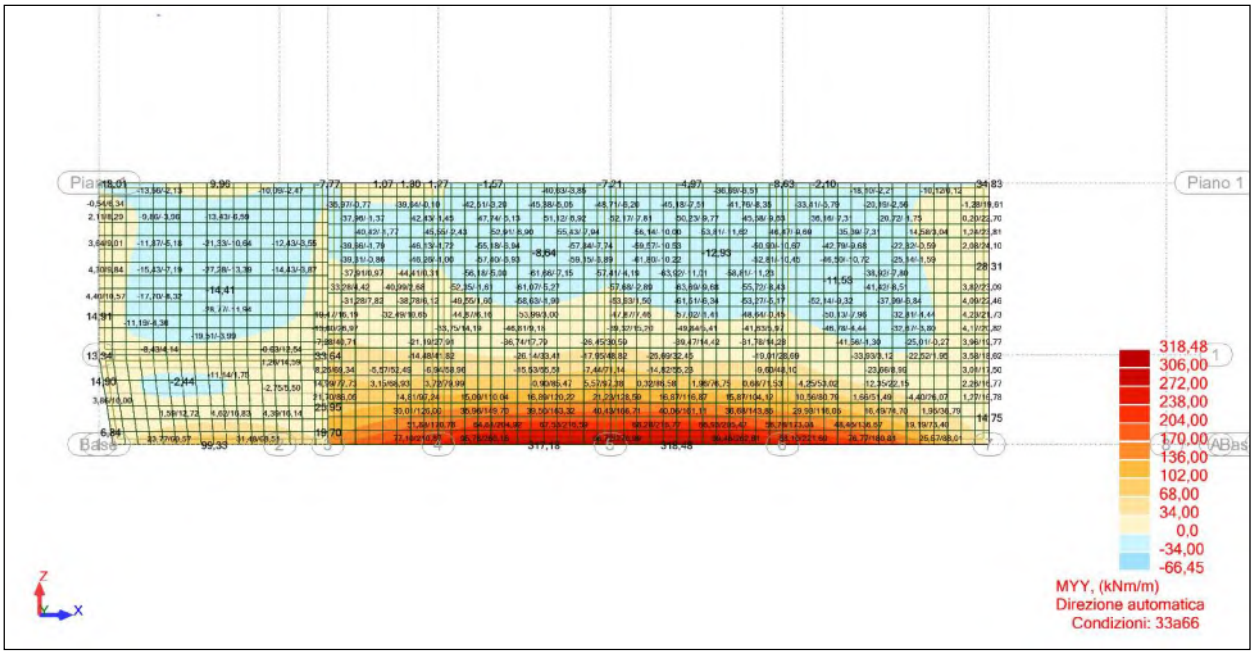


Flessione - Inviluppo combinazioni SLV:

filoB - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

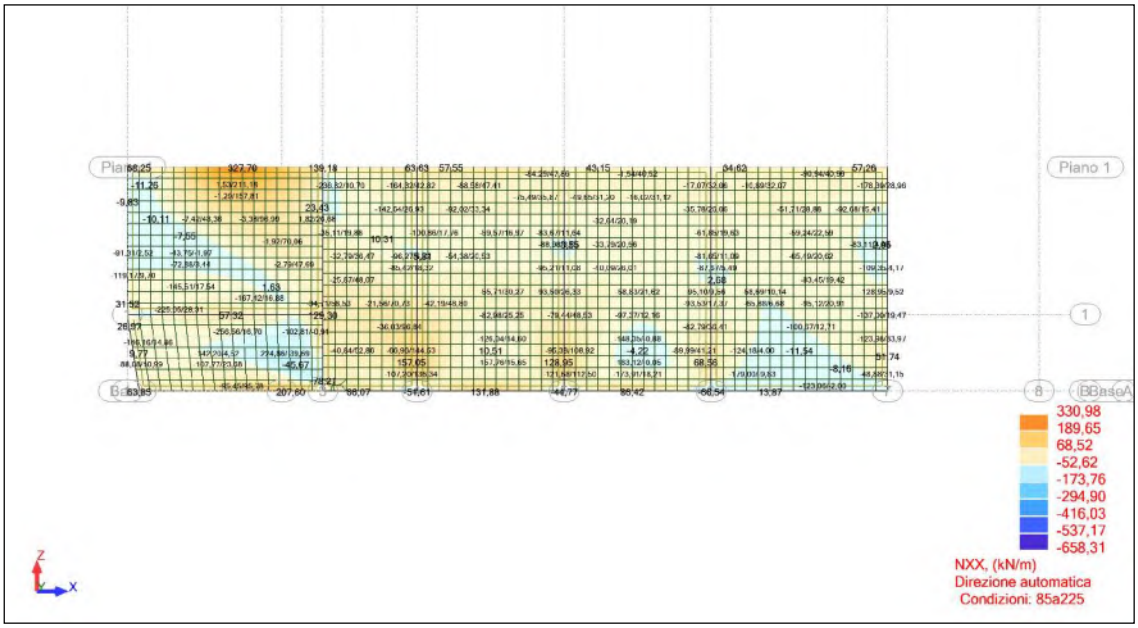


filoB - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

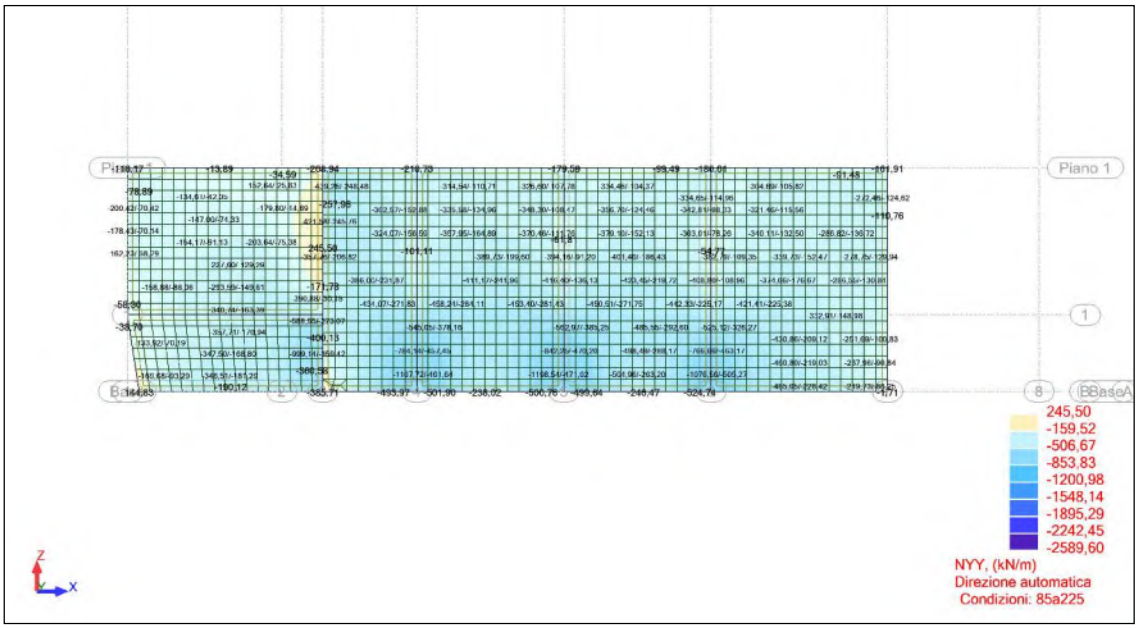


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLU:

filoB - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)



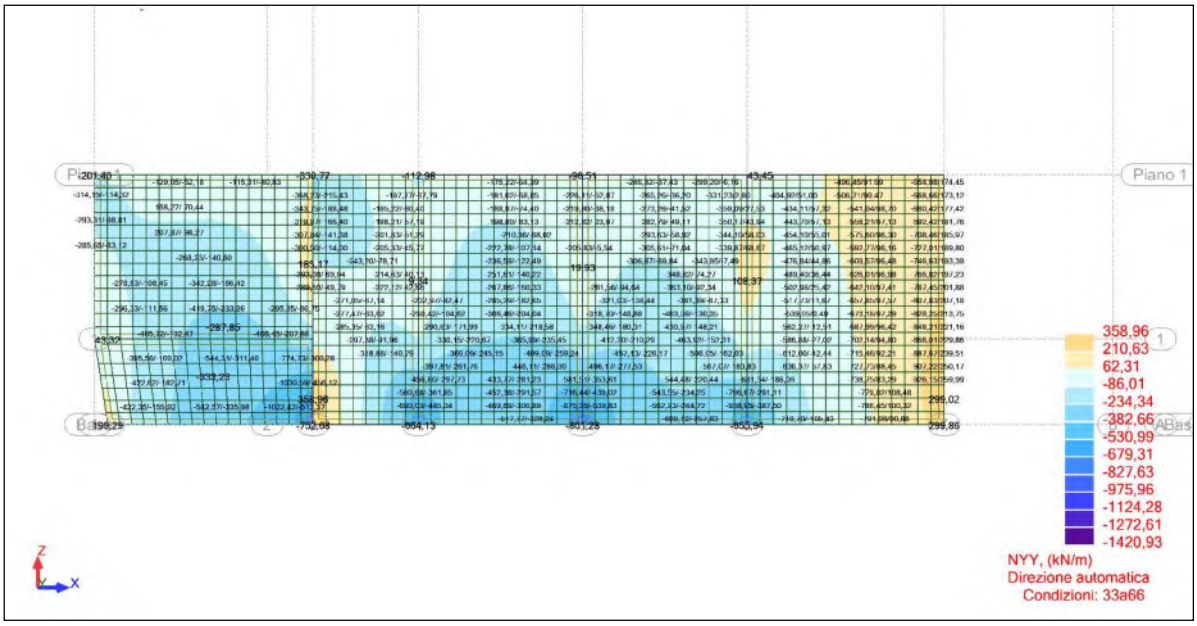
filoB - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)



Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV:

filoB - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

filoB - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

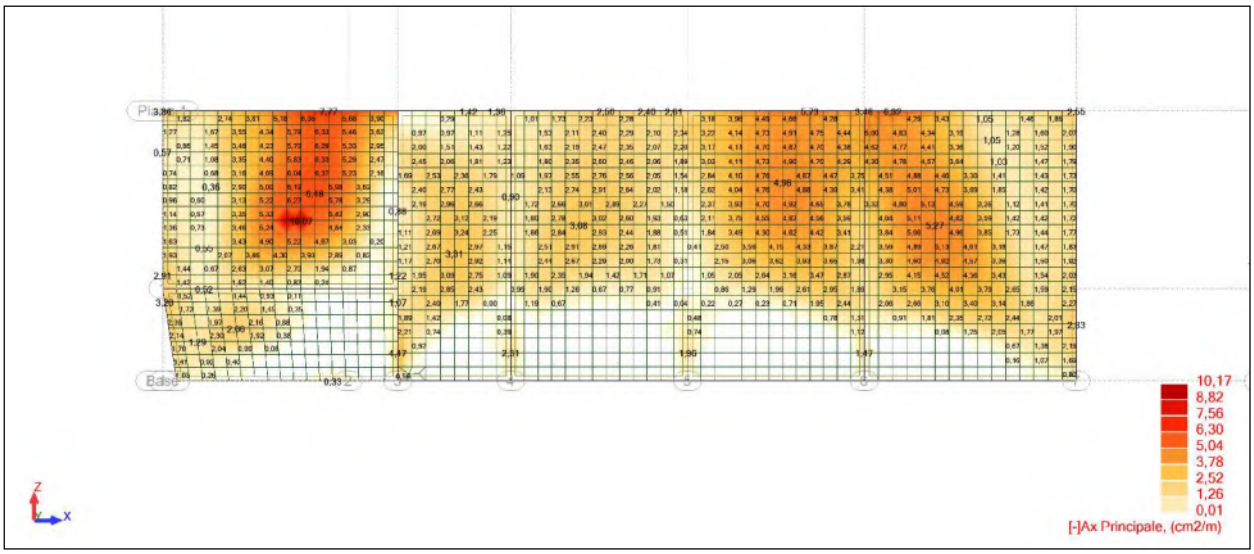


Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

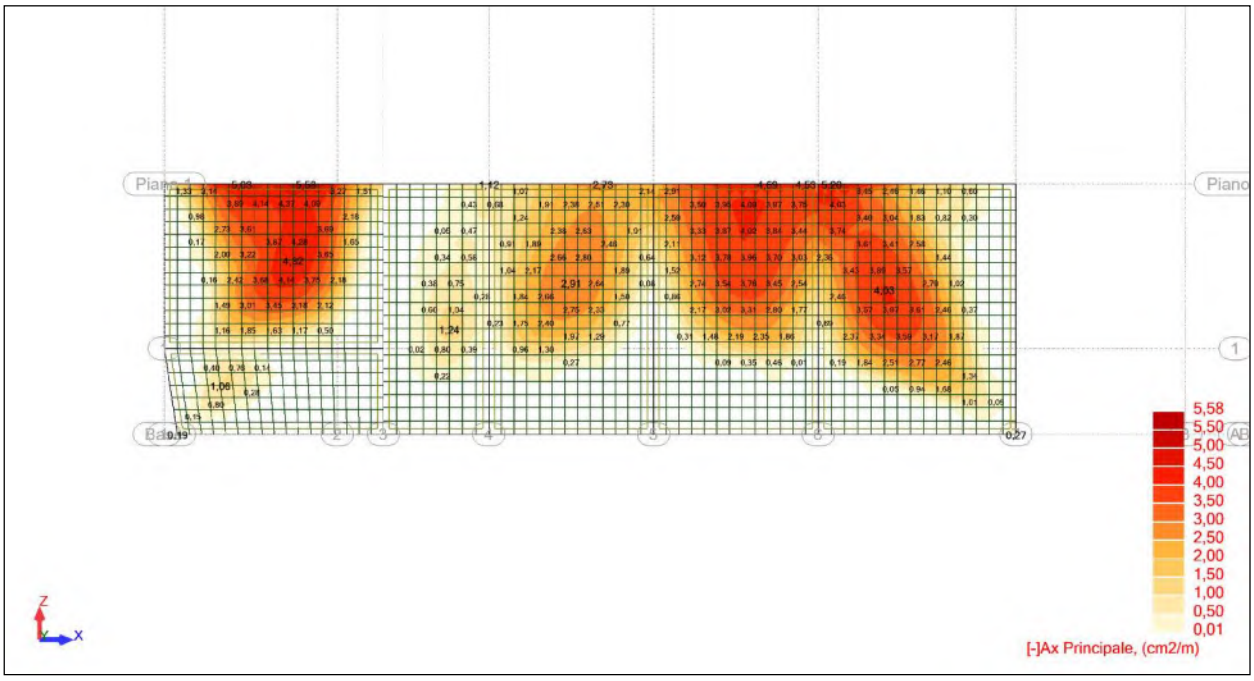
L'armatura richiesta è presentata sia nell'inviluppo delle combinazioni statiche SLU-SLS che nell'inviluppo delle combinazioni sismiche SLV-SLD. Nelle combinazioni statiche si tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

L'armatura disposta rappresenta l'inviluppo tra le combinazioni statiche e quelle sismiche.

filoB statico - [-]Ax Principale (cm2/m)

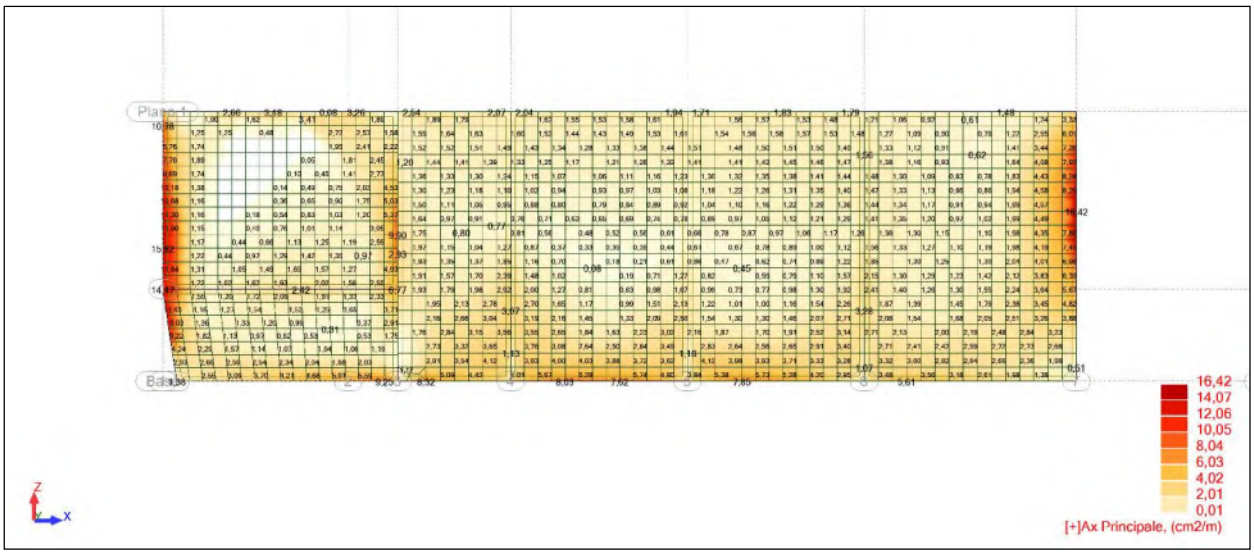


filoB sismico - [-]Ax Principale (cm2/m)

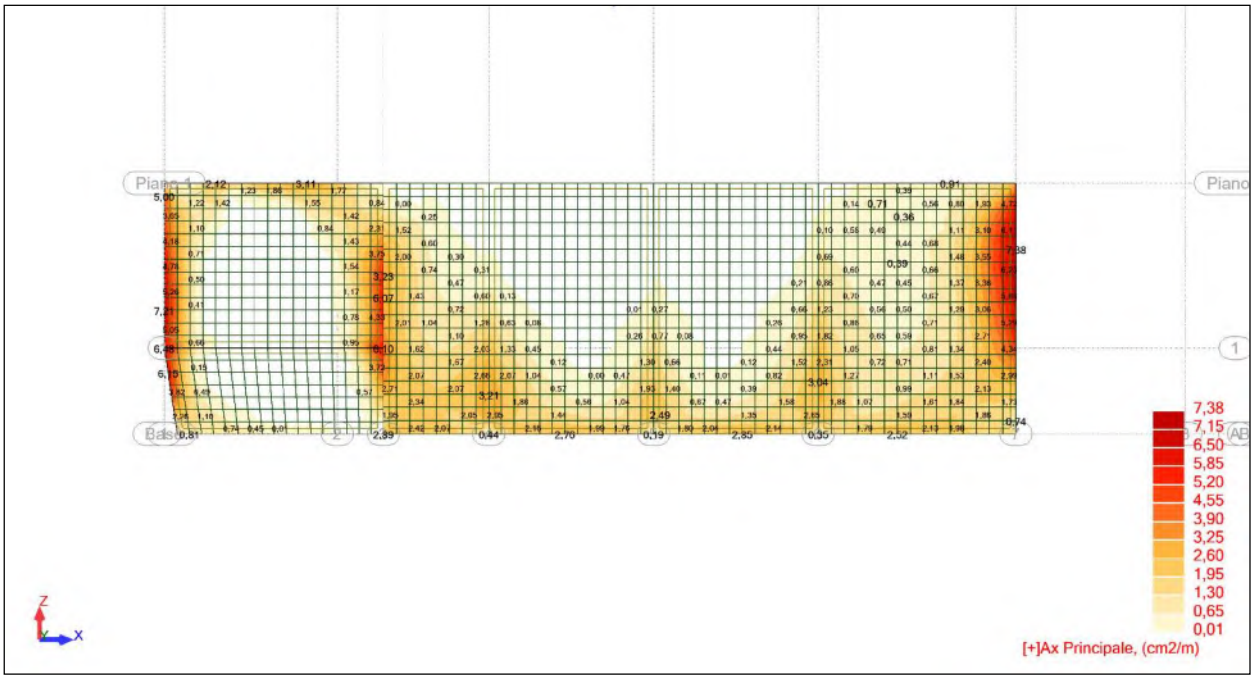


L'armatura interna disposta, direzione orizzontale, è disposta con maglia base di 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). L'armatura è incrementata con 1f12/20 cm (11,30 cm^2/m tot.) sulla fascia superiore per una larghezza di circa 40 cm. Sul muro lato esistente da filo 1 a filo 2 l'armatura è incrementata con 1f14/20 (13,35 cm^2/m tot.).

filoB statico - [+]Ax Principale (cm2/m)

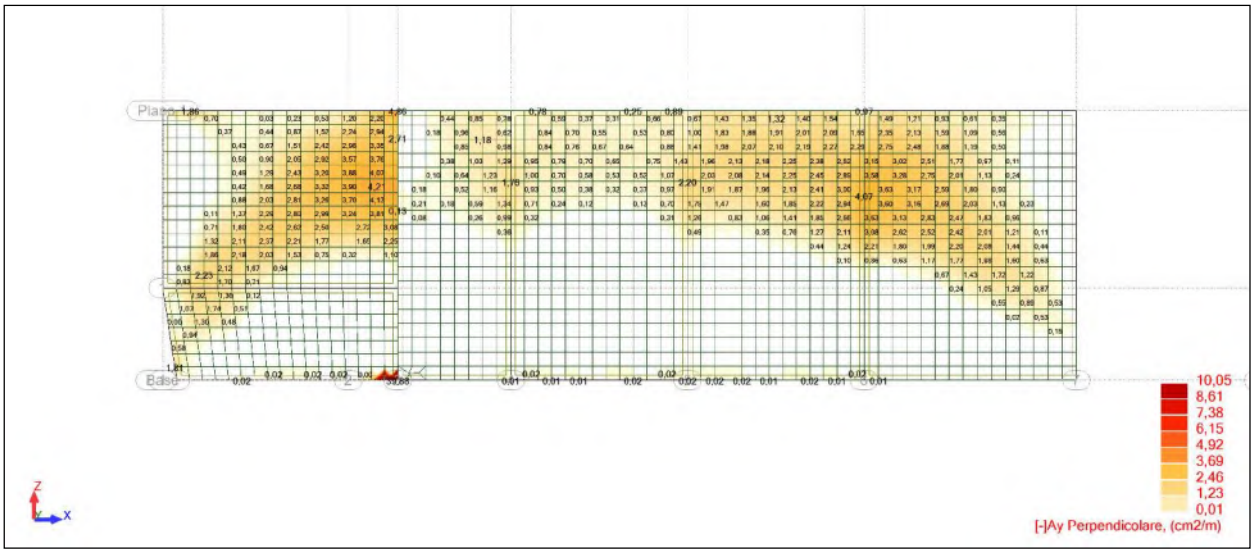


filoB sismico - [+]Ax Principale (cm2/m)

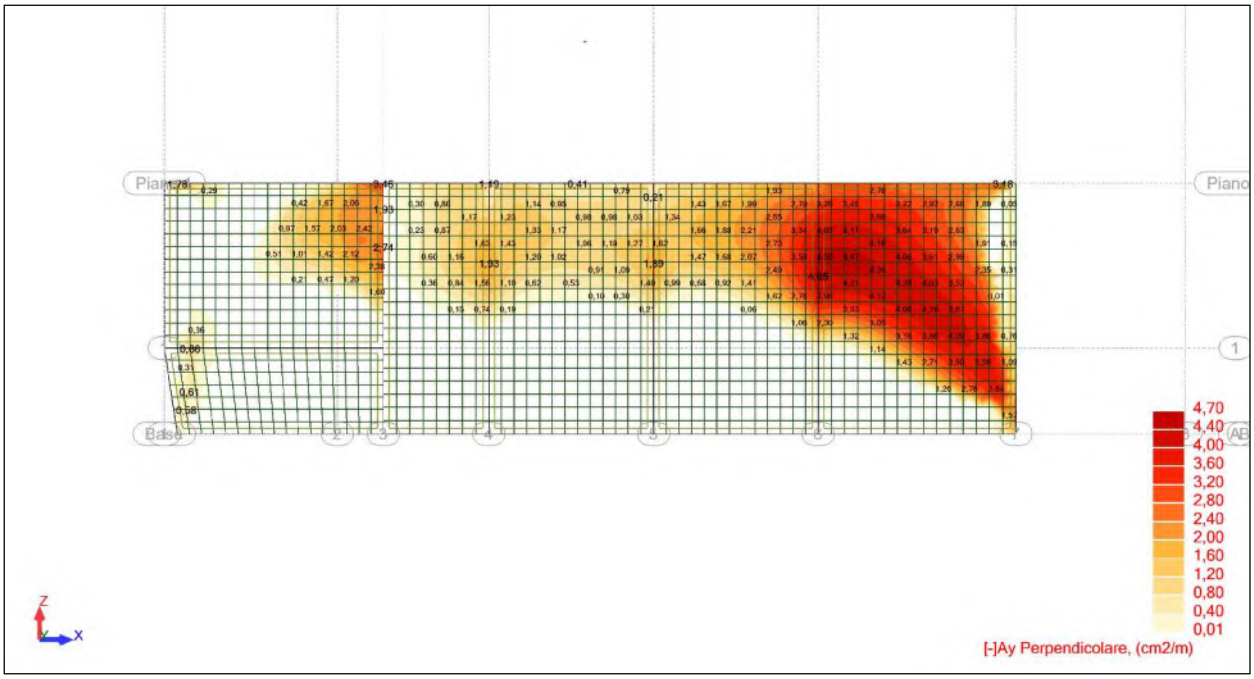


L'armatura esterna disposta, direzione orizzontale, è disposta con maglia base di 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). L'armatura è incrementata con 1f12/20 cm (11,30 cm^2/m tot.) sulla fascia superiore ed inferiore per una larghezza di circa 40 cm. L'estremità destra del muro, filo 7, è armata con 1f16/20 (10,05 cm^2/m). L'estremità destra del muro, filo 2, è armata con 1f16/20 (10,05 cm^2/m). L'estremità sinistra del muro, filo 1, è armata con 1f16/10 (20,01 cm^2/m).

filoB statico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

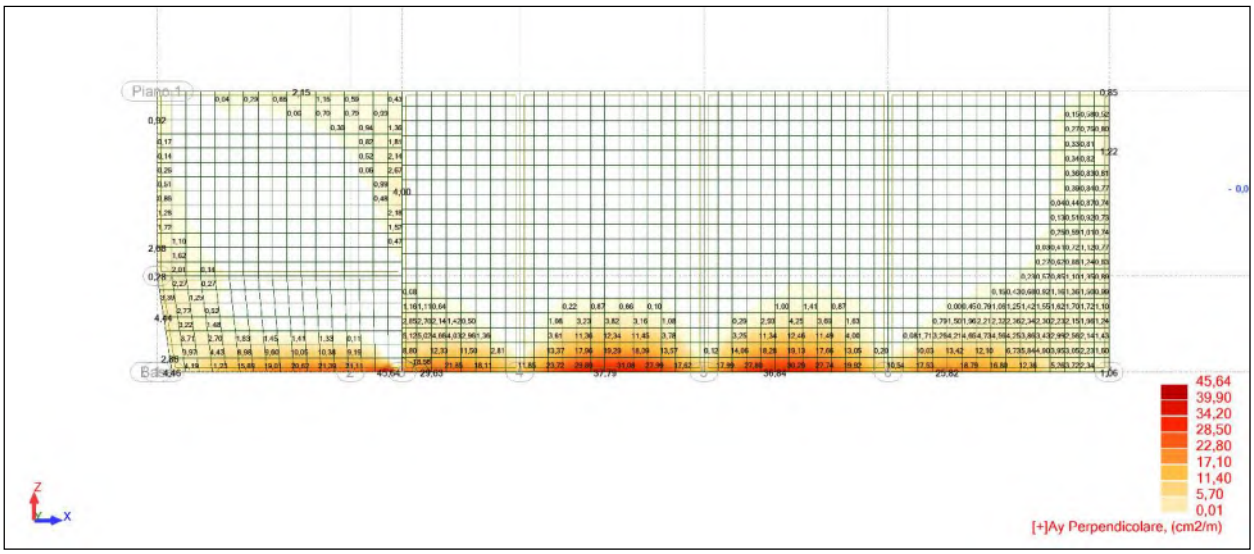


filoB sismico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

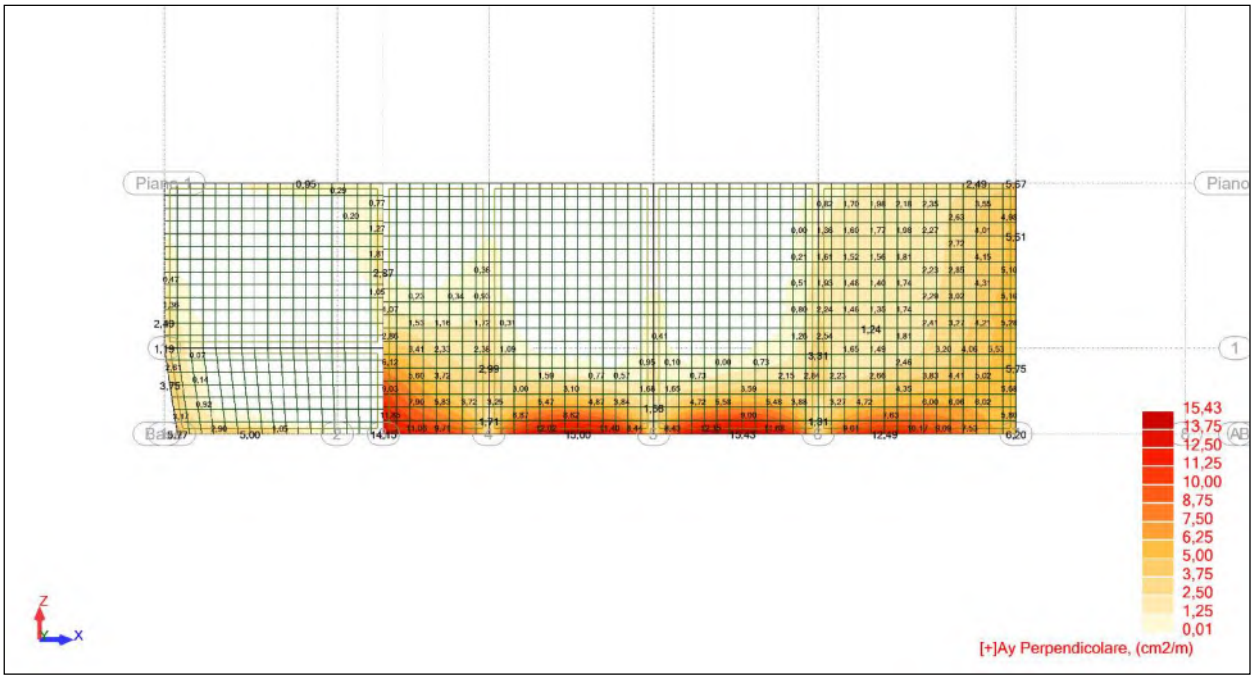


L'armatura interna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Le riprese di getto dalla platea sono pari a 1f20/20 (15,70 cm^2/m).

filoB statico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



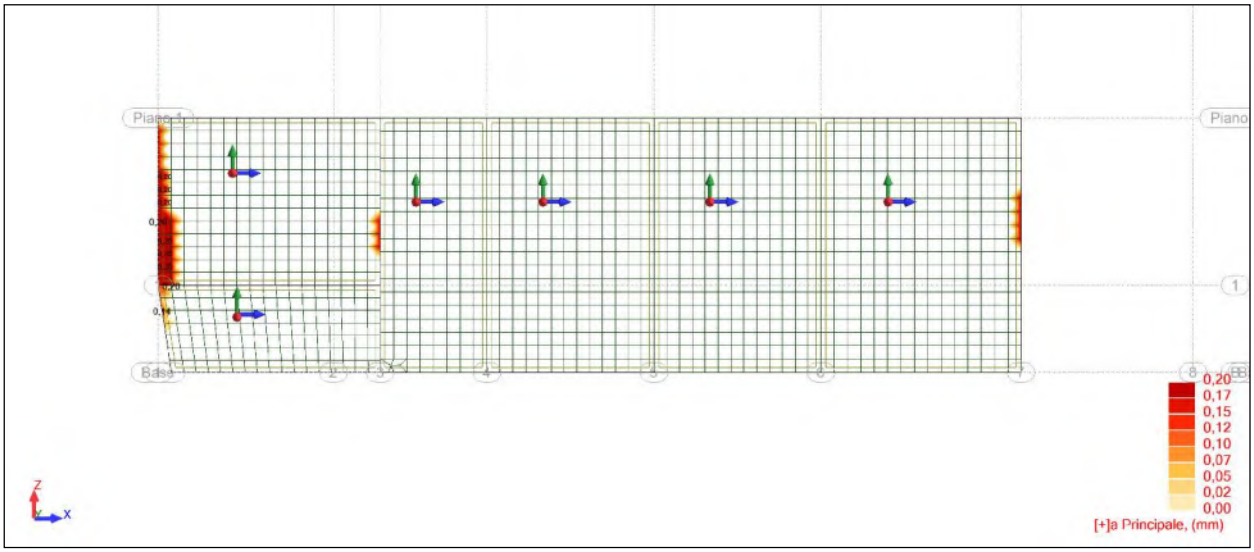
filoB sismico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



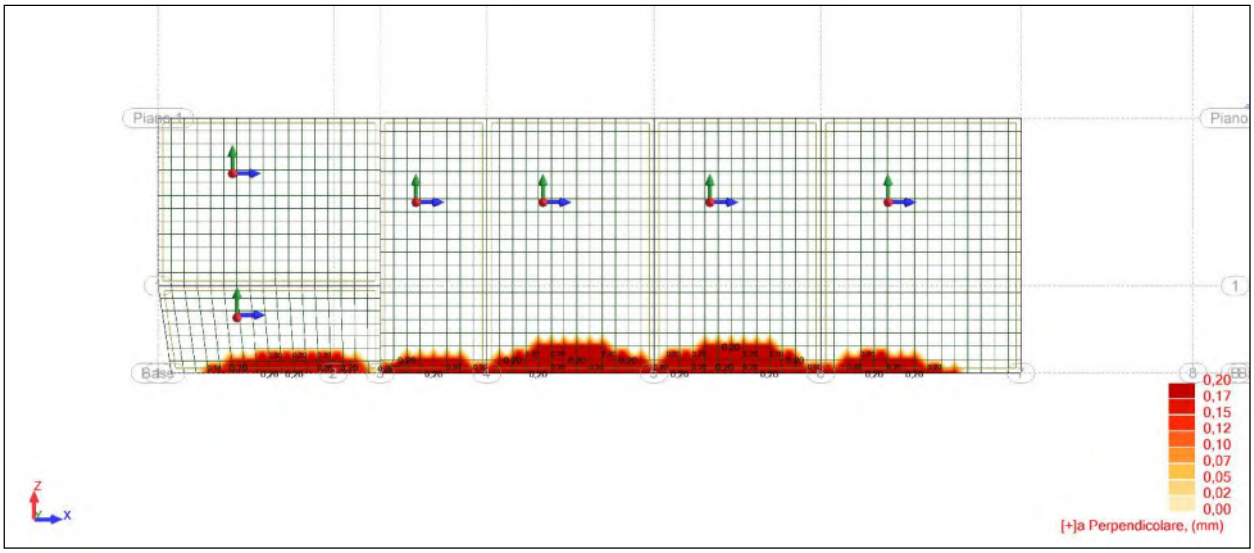
L'armatura esterna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m) incrementata di 1f16/20 per ¾ dell'altezza (20,1 cm^2/m tot.). Le riprese di getto dalla platea sono pari a 1f20/10 +1f20/50 (37,68 cm^2/m), tale armatura lavora sul primo tratto inferiore del muro fino ad un'altezza di 70/80 cm.

Si riportano di seguito i diagrammi di ampiezza fessure per l'armatura esterna sia in direzione orizzontale che in direzione verticale nelle combinazioni SLS-QPR_0,2.

filoB - [+]a Principale (mm)



filoB - [+]a Perpendicolare (mm)

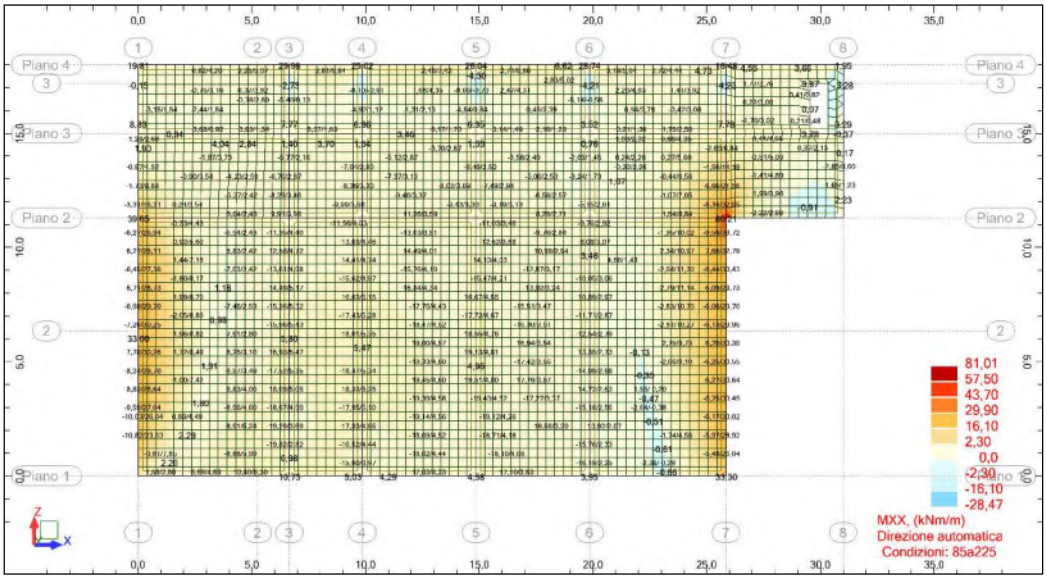


14.2 PARETE FILO B – DA QUOTA ±0.00 A QUOTA 17.80 m

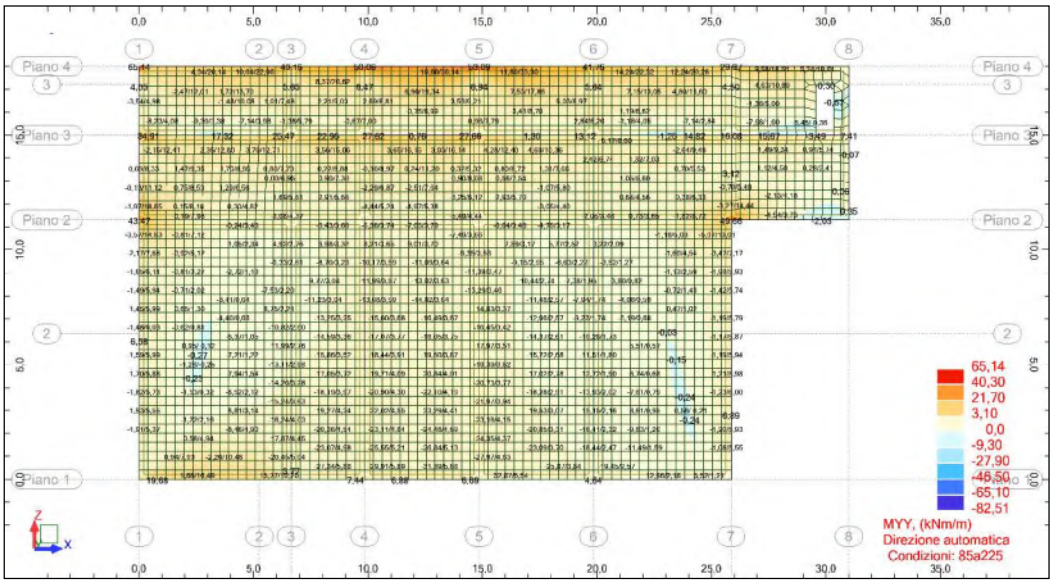
Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla parete. Tutti i grafici sono divisi per inviluppo SLU ed inviluppo SLV.

<u>Flessione - Inviluppo combinazioni SLU:</u>

filoB UP - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

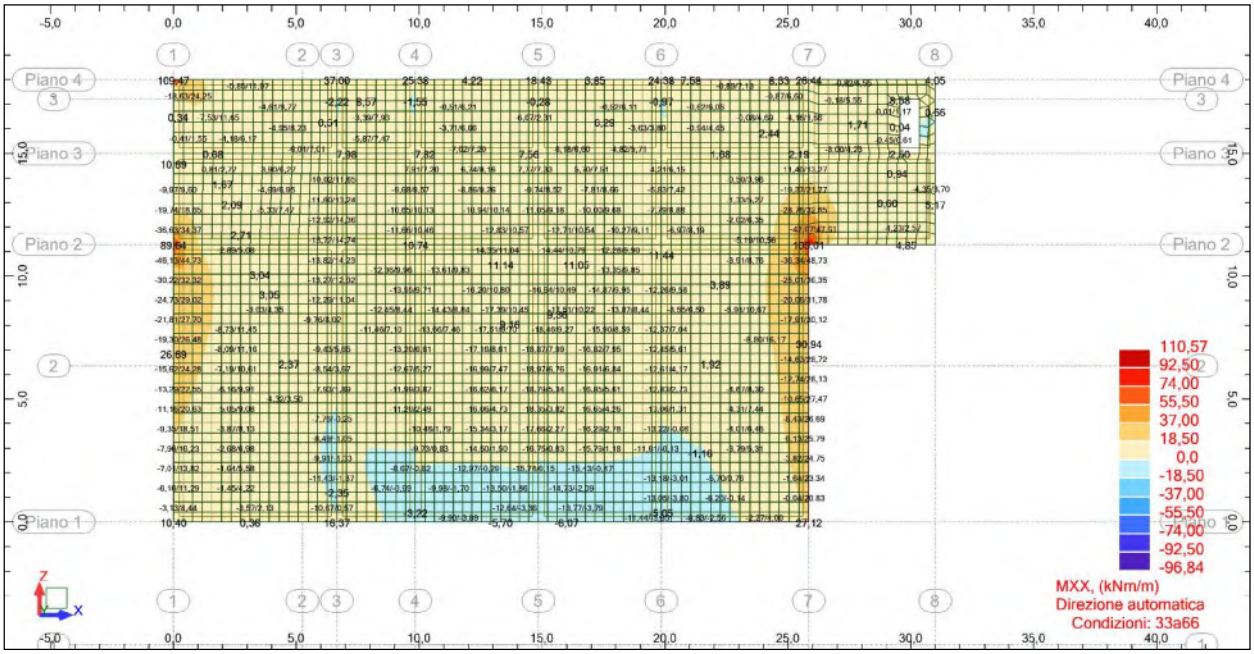


filoB UP - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

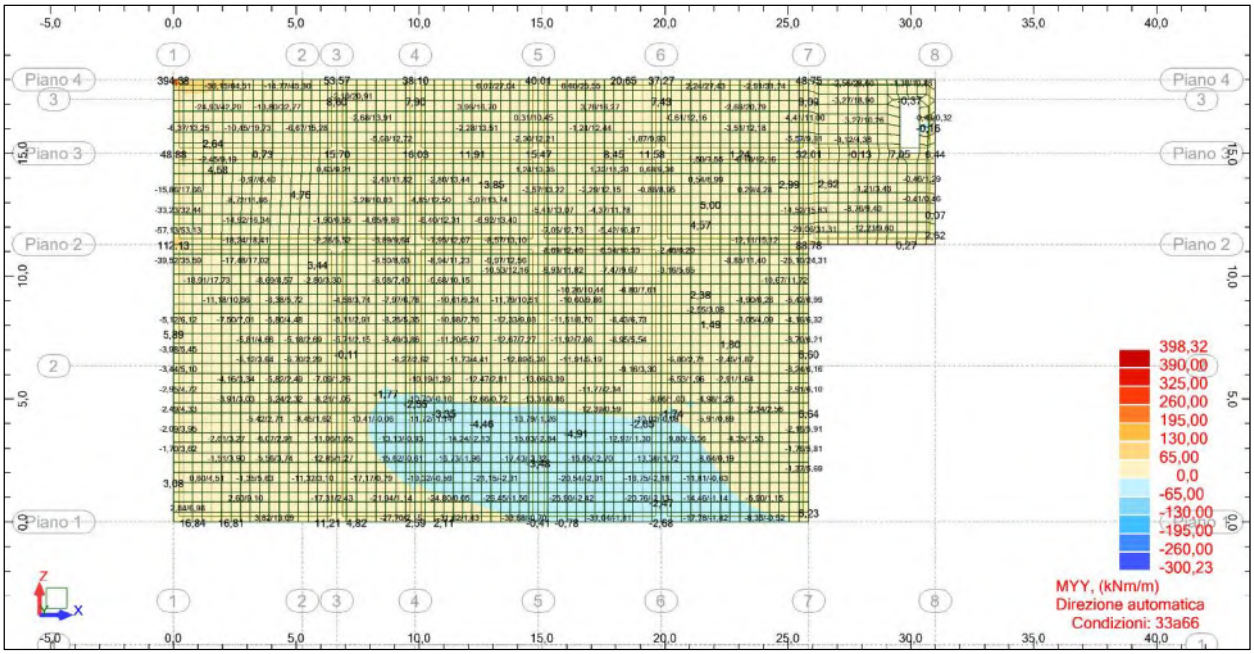


Flessione - Inviluppo combinazioni SLV:

filo B UP - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

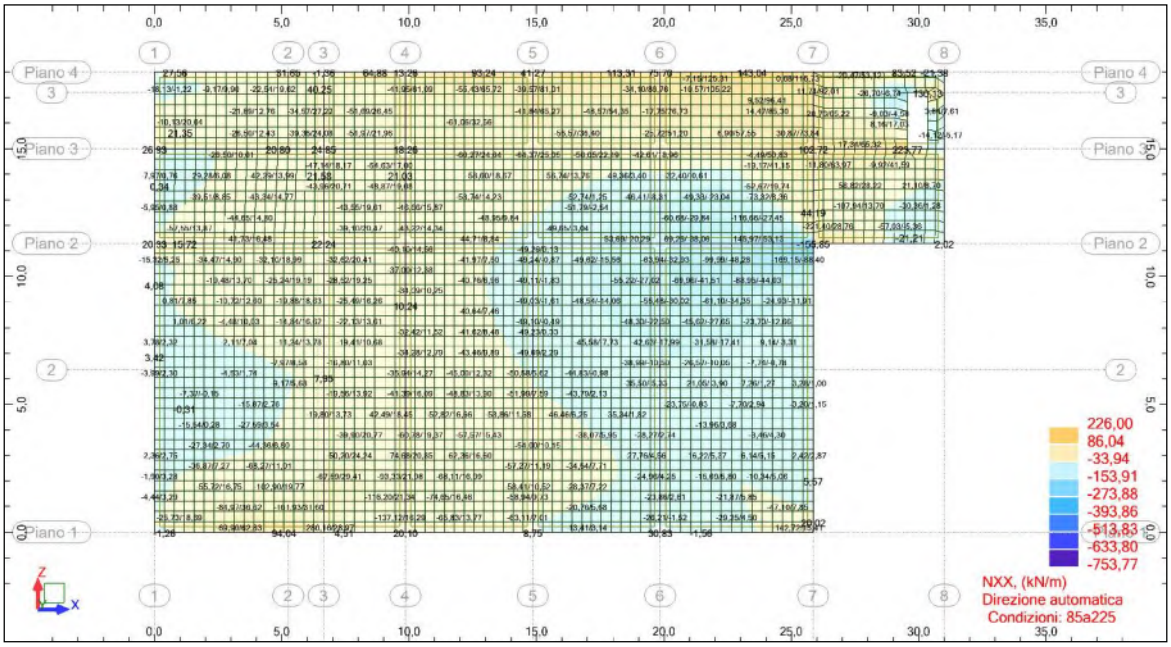


filo B UP - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

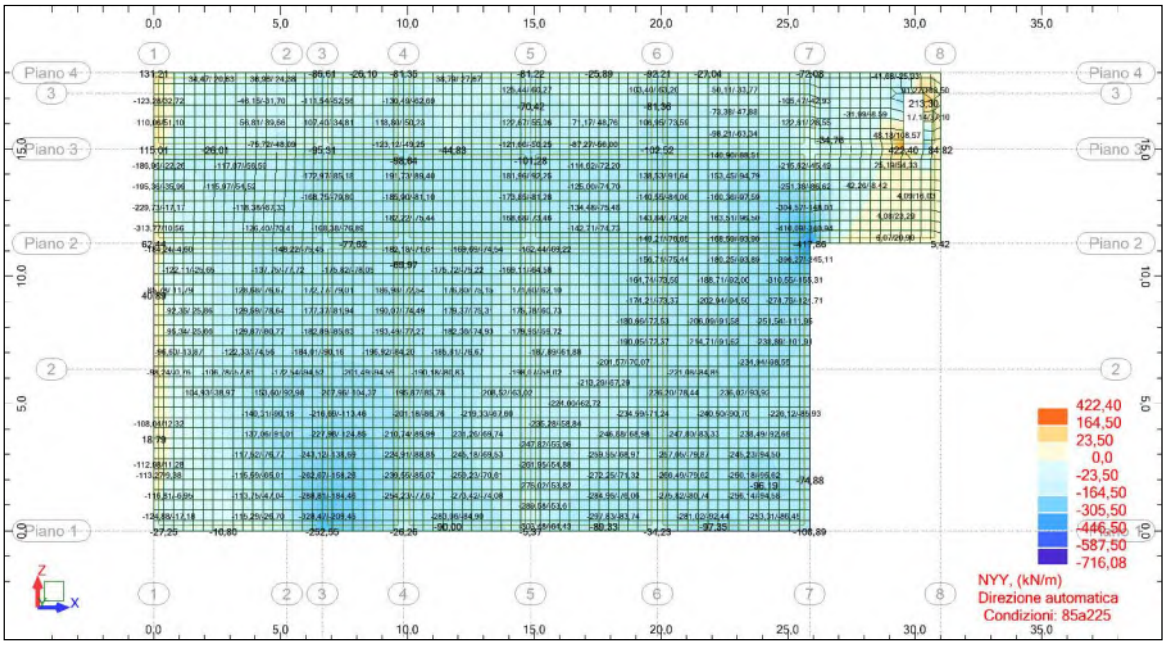


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLU:

filoB UP - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

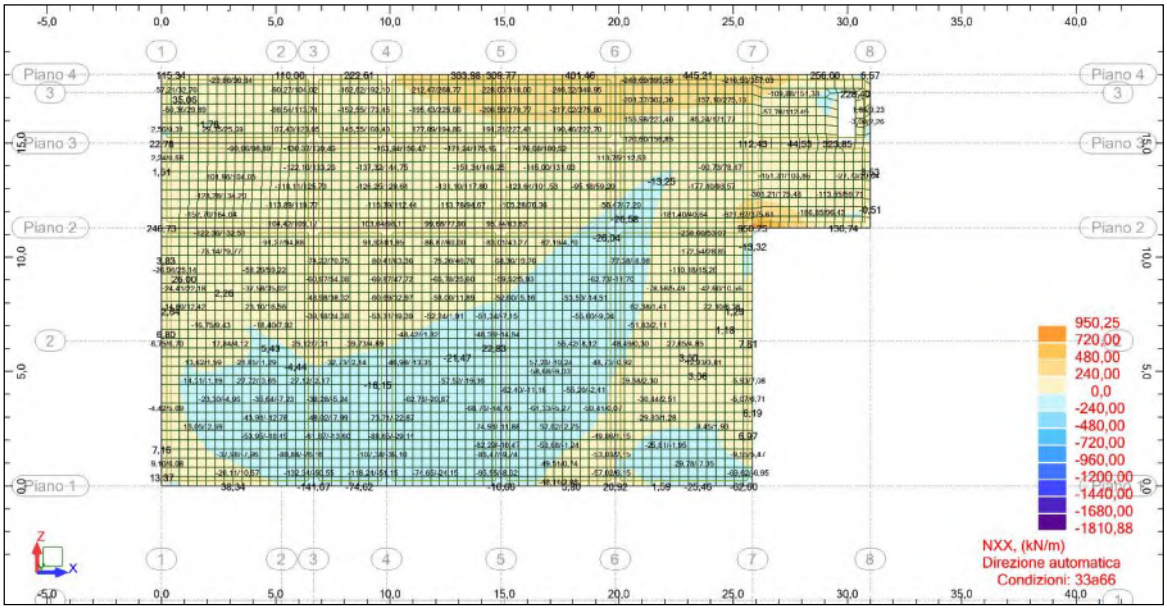


filoB UP - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

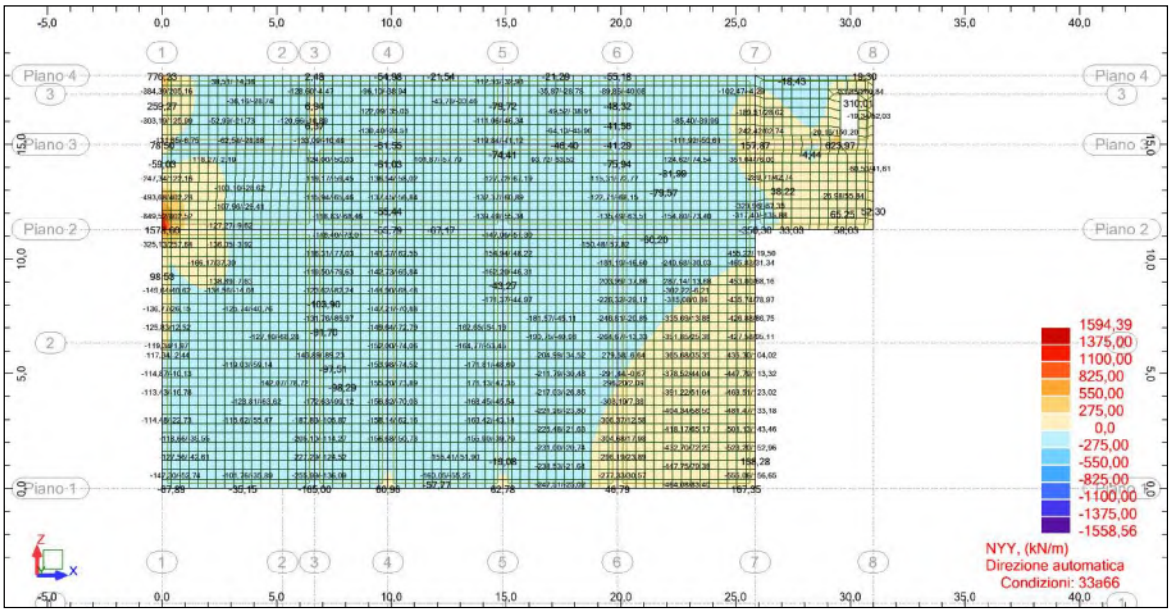


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV:

filo B UP - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)



filo B UP - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

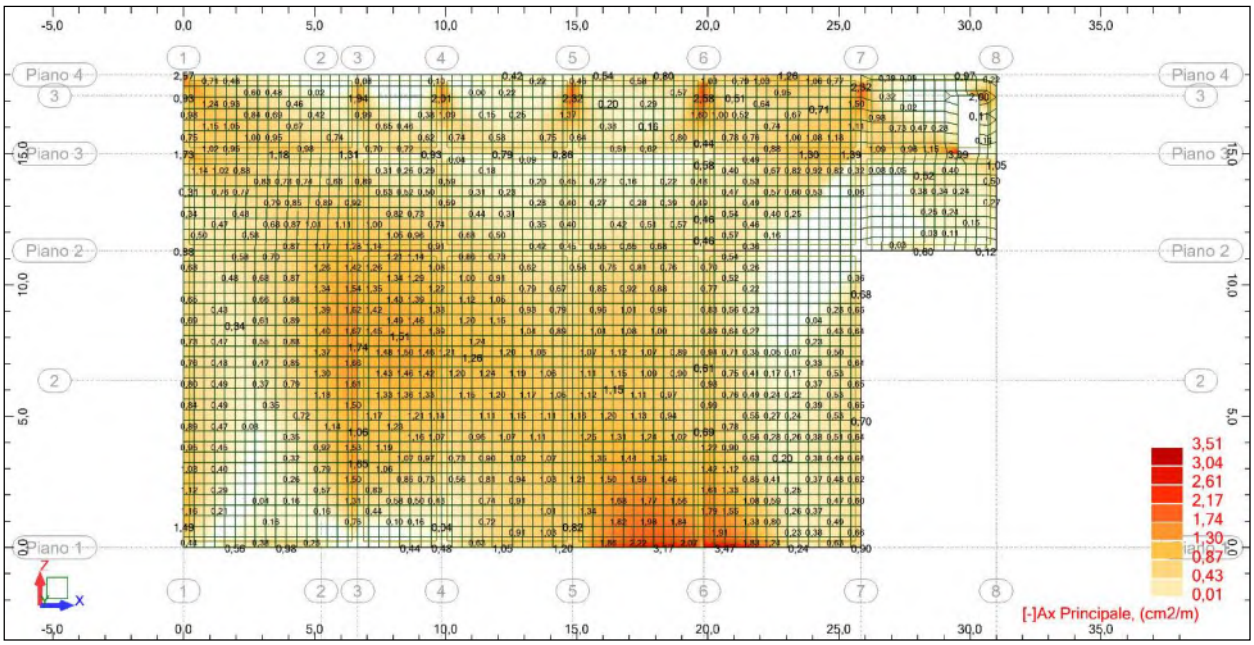


Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

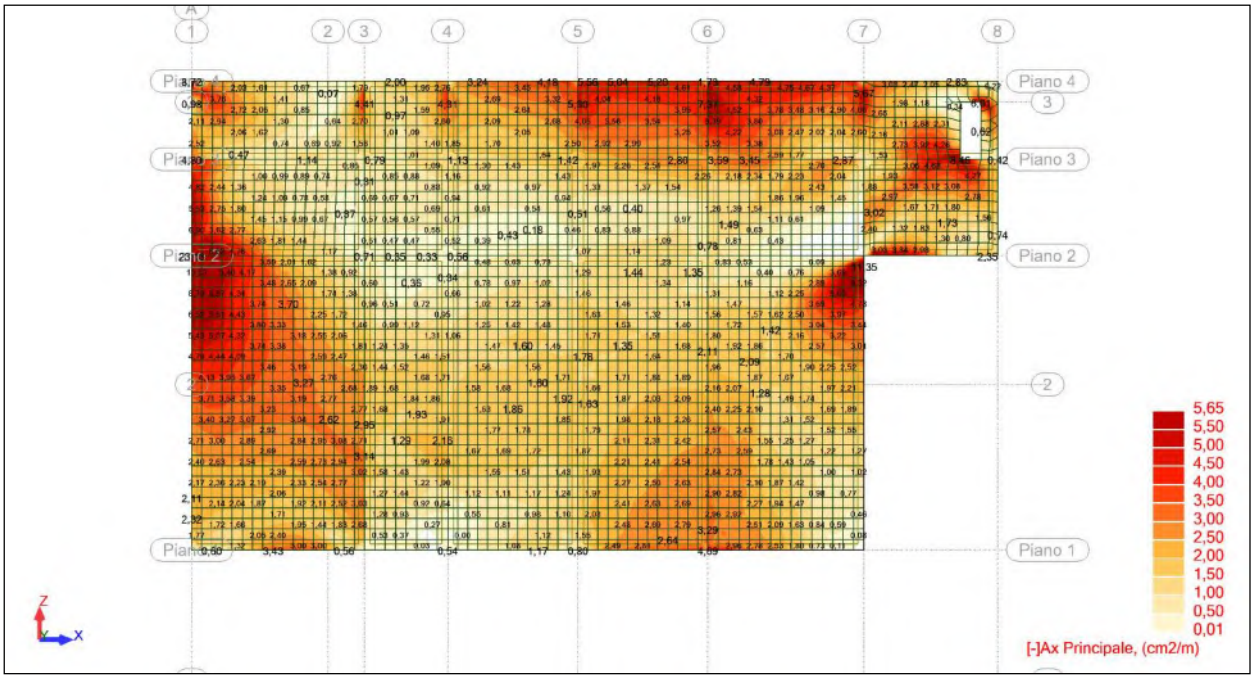
L'armatura richiesta è presentata sia nell'inviluppo delle combinazioni statiche SLU-SLS che nell'inviluppo delle combinazioni sismiche SLV-SLD. Nelle combinazioni statiche si tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

L'armatura disposta rappresenta l'inviluppo tra le combinazioni statiche e quelle sismiche.

filoB UP statico - [-]Ax Principale (cm2/m)

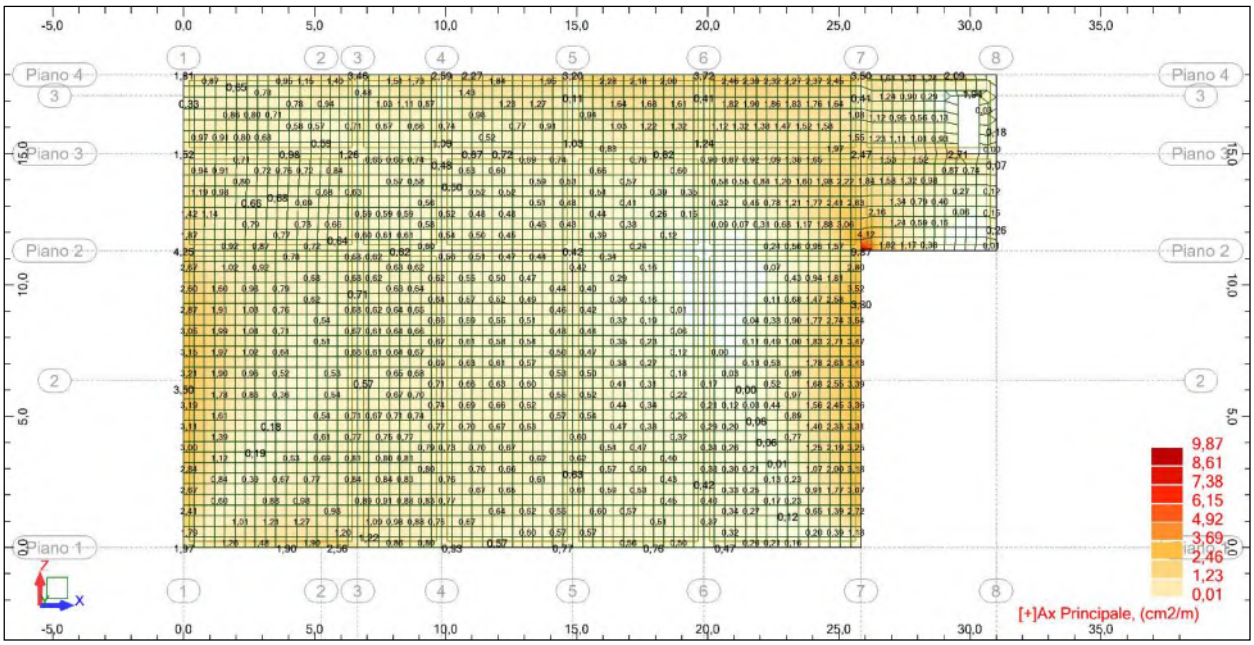


filoB UP sismico - [-]Ax Principale (cm2/m)

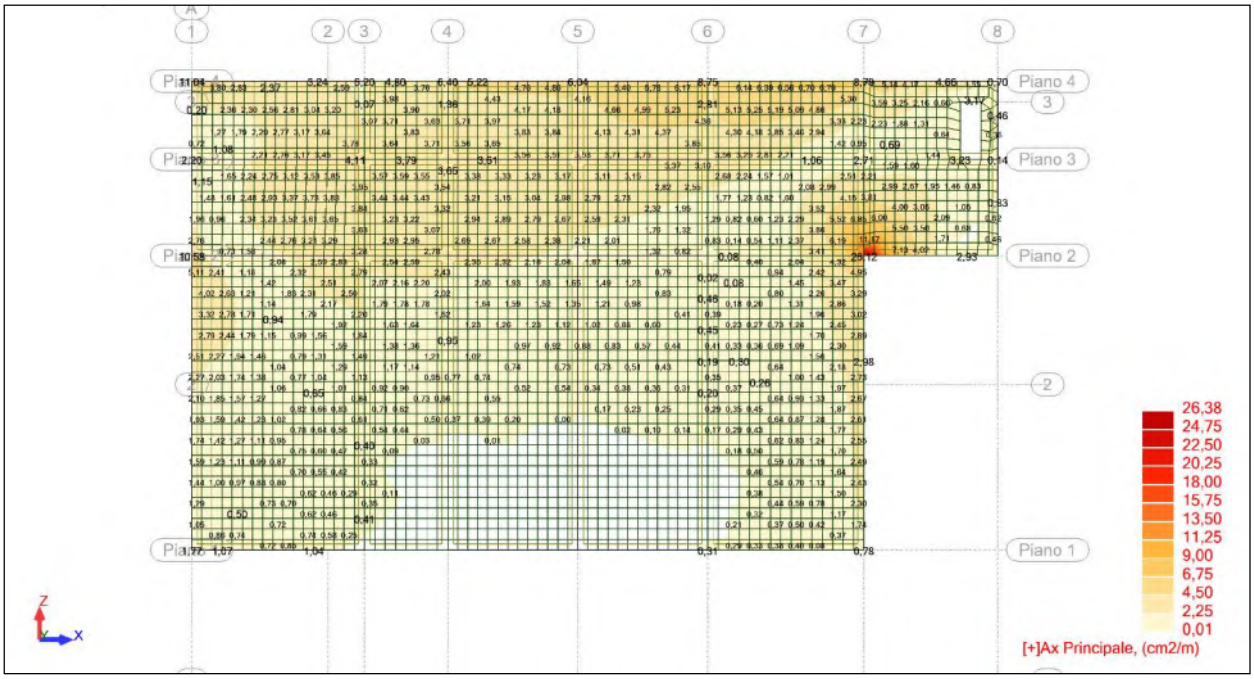


L'armatura interna disposta, direzione orizzontale, è pari a 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). Sul filo 1 è richiesta una armatura puntuale maggiore in corrispondenza della fine della parete su quel filo. Tale armatura è compresa nell'armatura del setto che in quello spigolo rinforza la parete.

filoB UP statico - [+]Ax Principale (cm2/m)

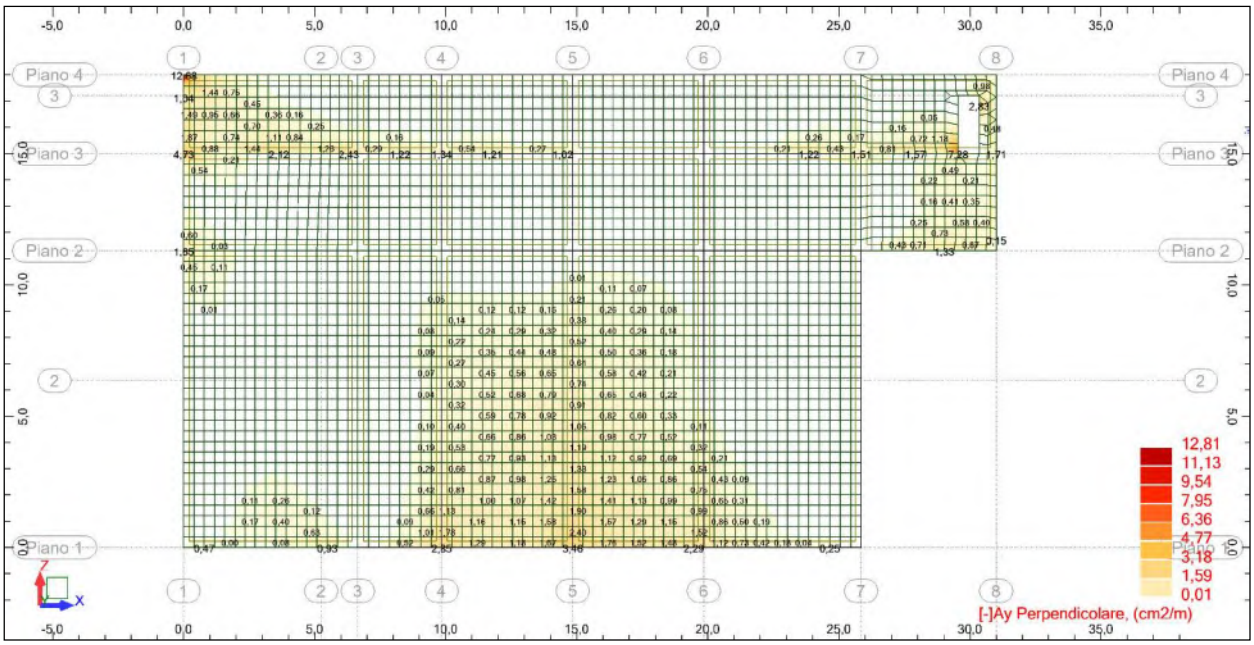


filoB UP sismico - [+]Ax Principale (cm2/m)

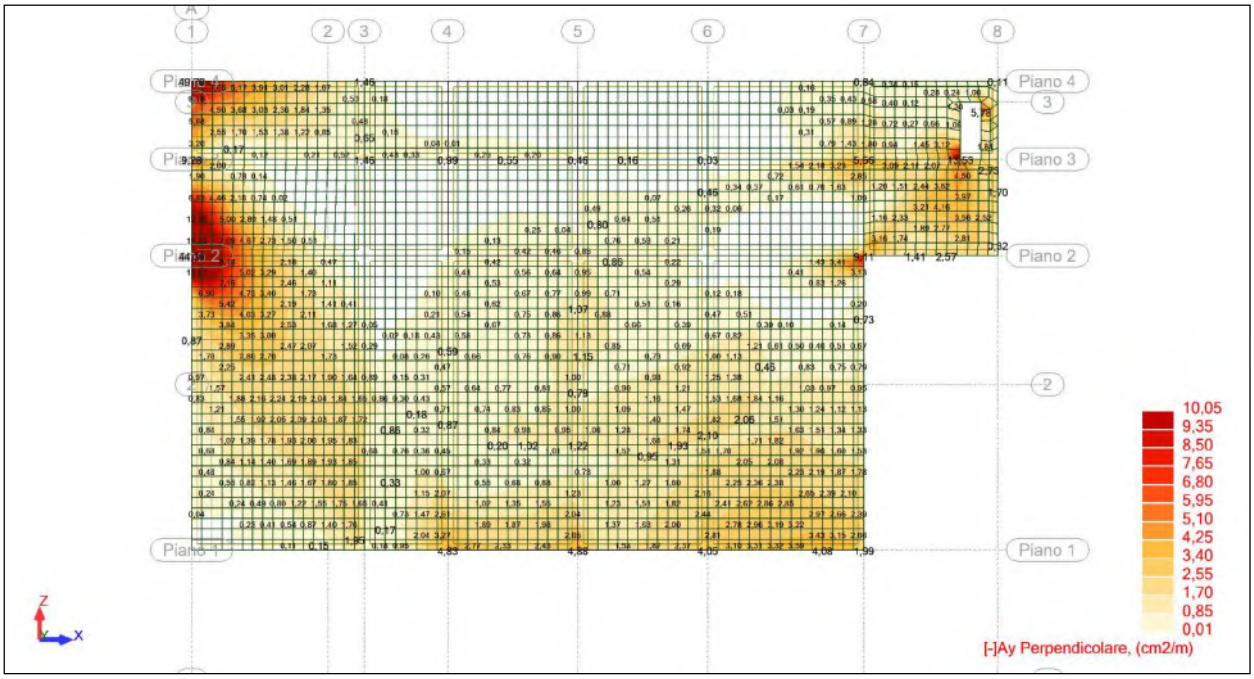


L'armatura esterna disposta, direzione orizzontale, è pari a 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). Un incremento di armatura puntuale è richiesto in corrispondenza dello sbalzo. Tale armatura è integrata nell'armatura di solaio.

filoB UP statico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

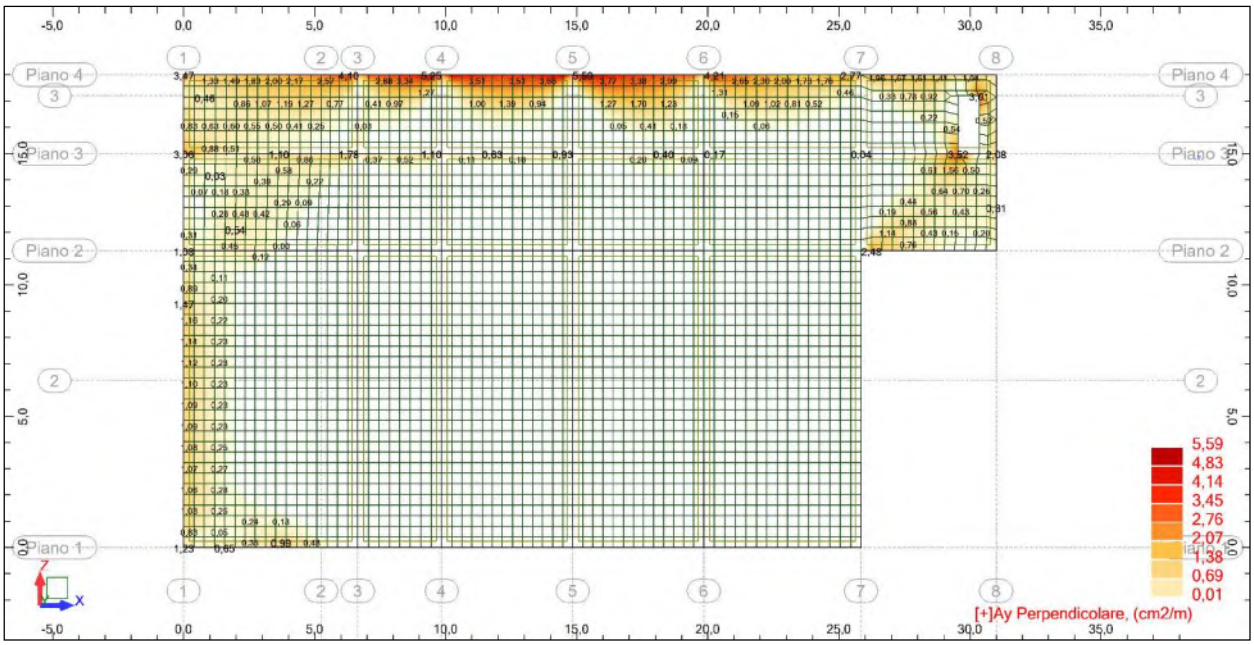


filoB UP sismico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

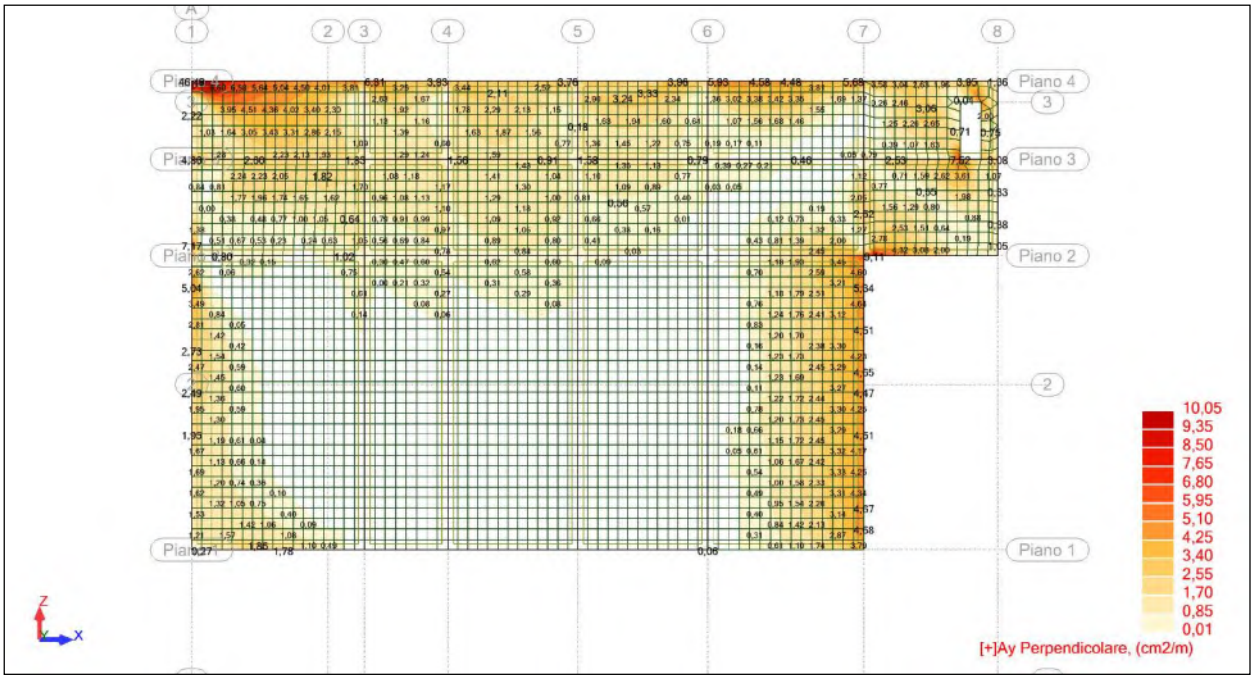


L'armatura interna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Sul filo 1 è richiesta una armatura puntuale maggiore in corrispondenza della fine della parete su quel filo. Tale armatura è compresa nell'armatura del setto che in quello spigolo rinforza la parete.

filoB UP statico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



filoB UP sismico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



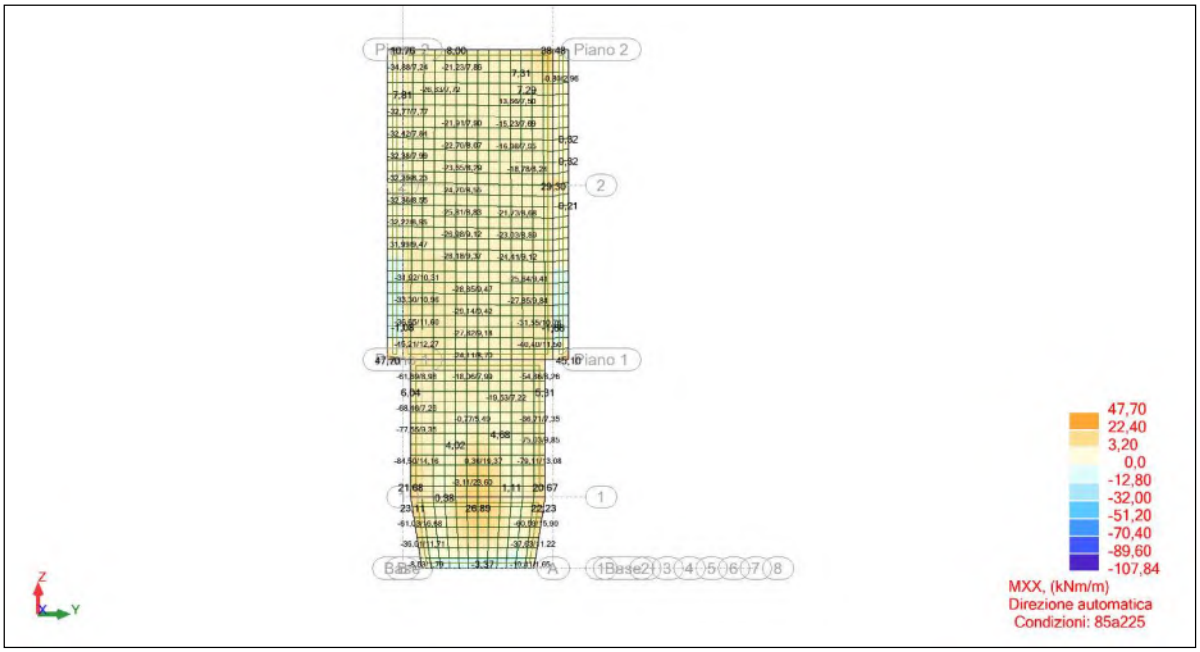
L'armatura esterna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Un incremento di armatura è richiesto sul filo 1 in corrispondenza della copertura. Tale armatura è compresa nell'armatura del setto che in quello spigolo rinforza la parete.

15 PARETE FILO 1 – VERIFICHE STRUTTURALI

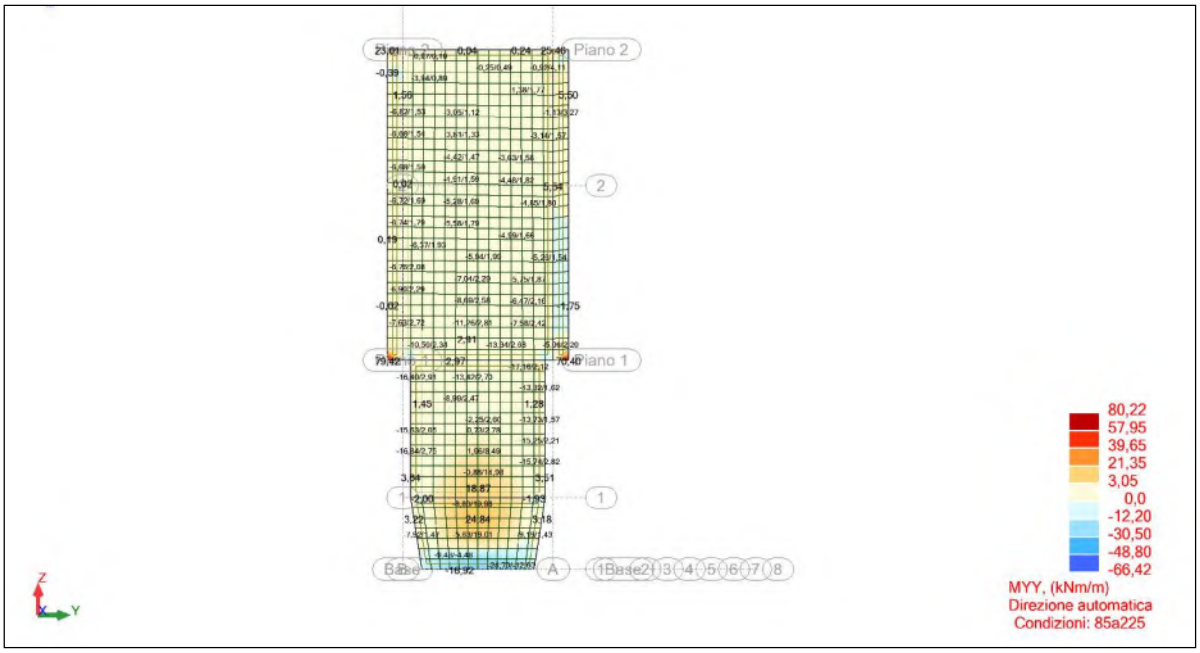
Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla parete. Tutti i grafici sono divisi per inviluppo SLU ed inviluppo SLV.

<u>Flessione - Inviluppo combinazioni SLU:</u>

filoA - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

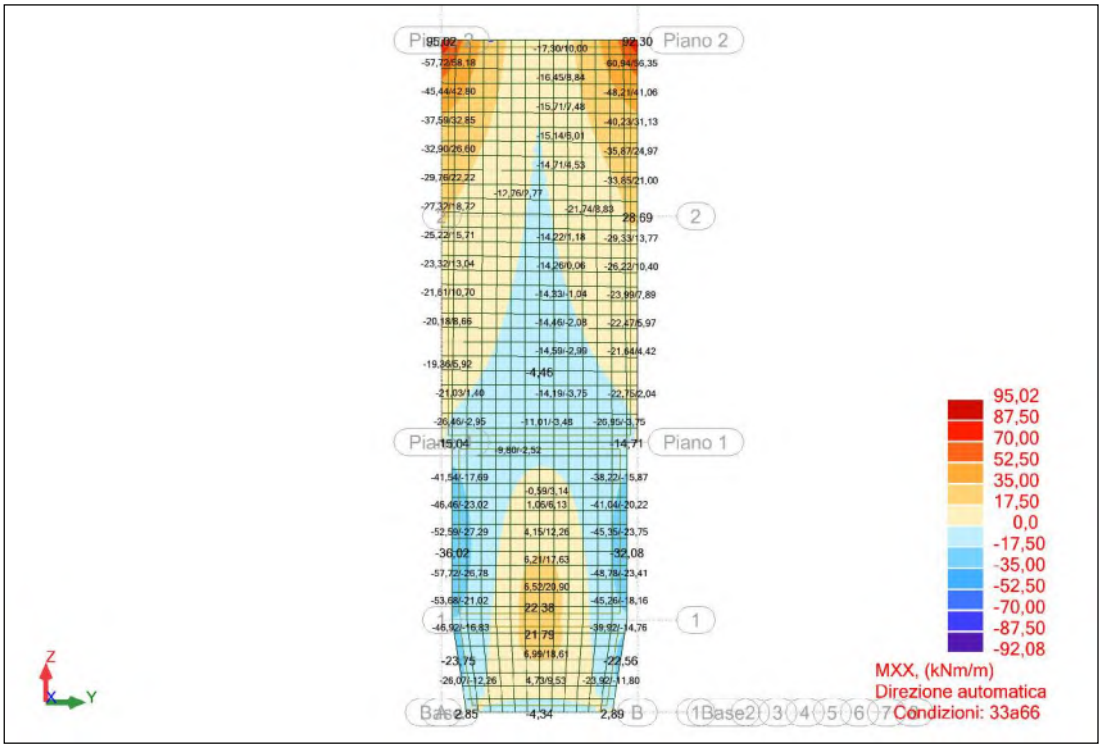


filoA - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

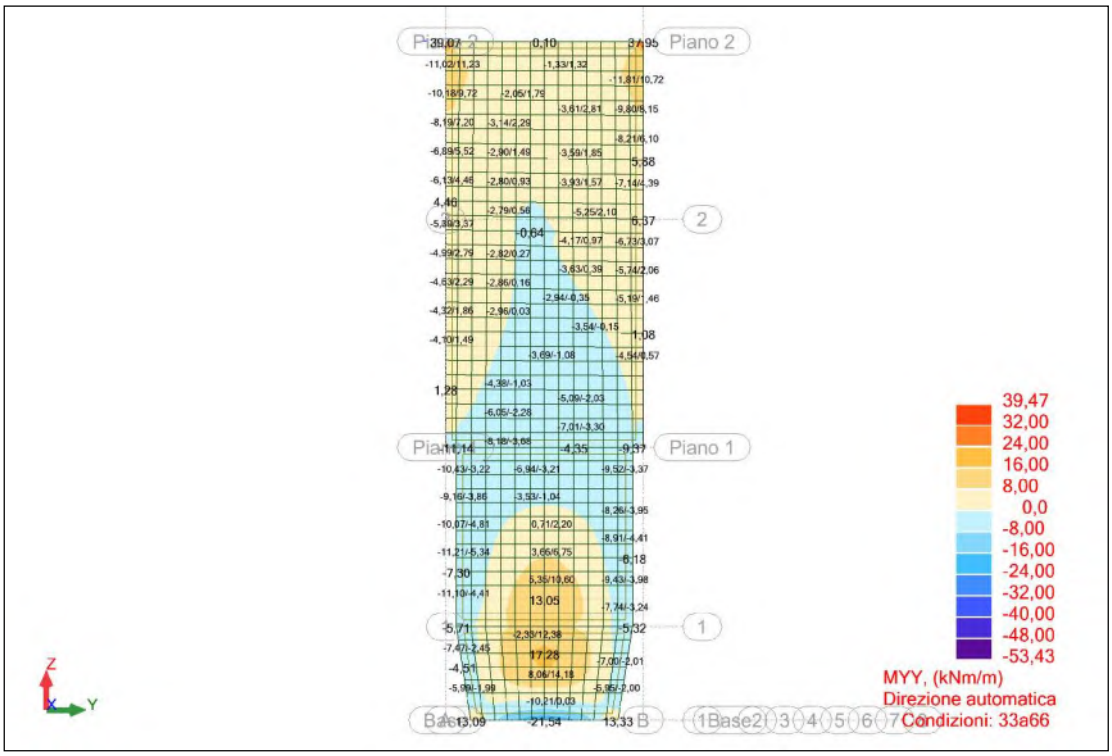


Flessione - Inviluppo combinazioni SLV:

filo1 - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

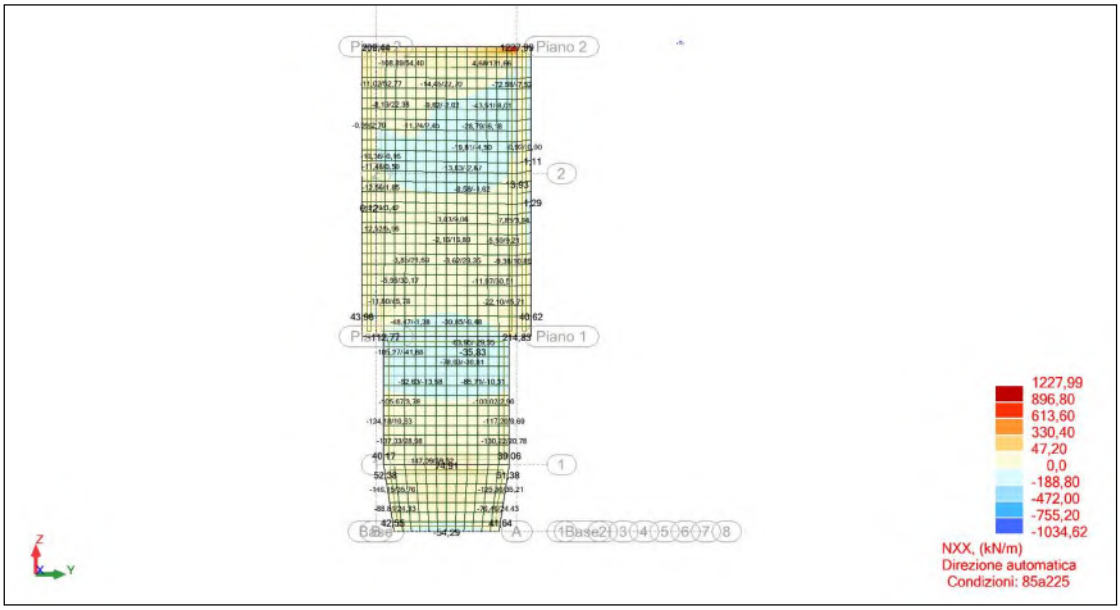


filo1 - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

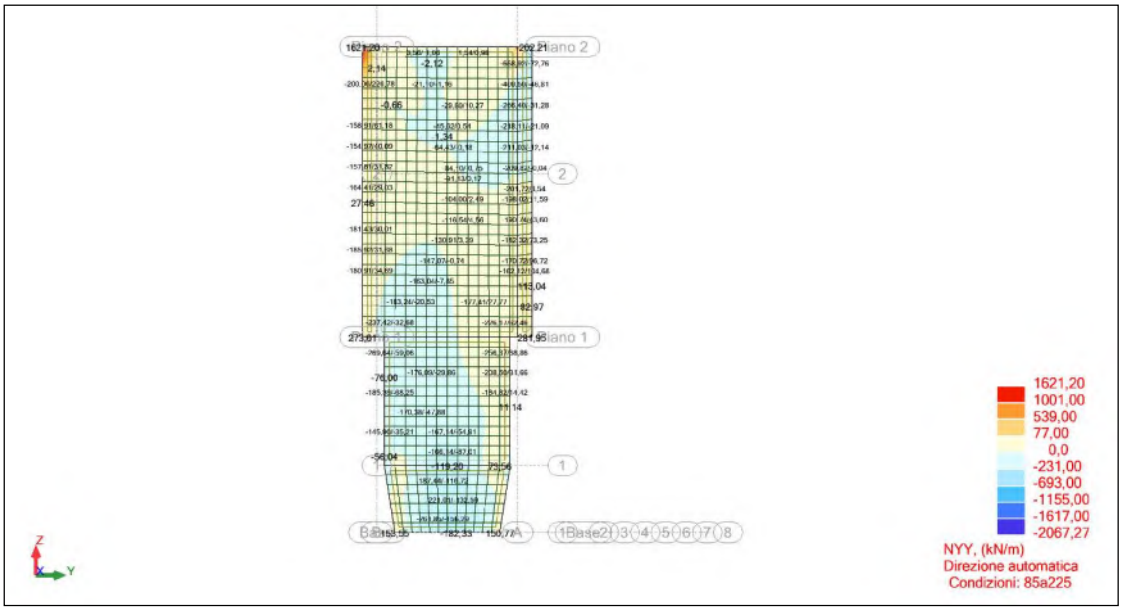


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLU:

filoA - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

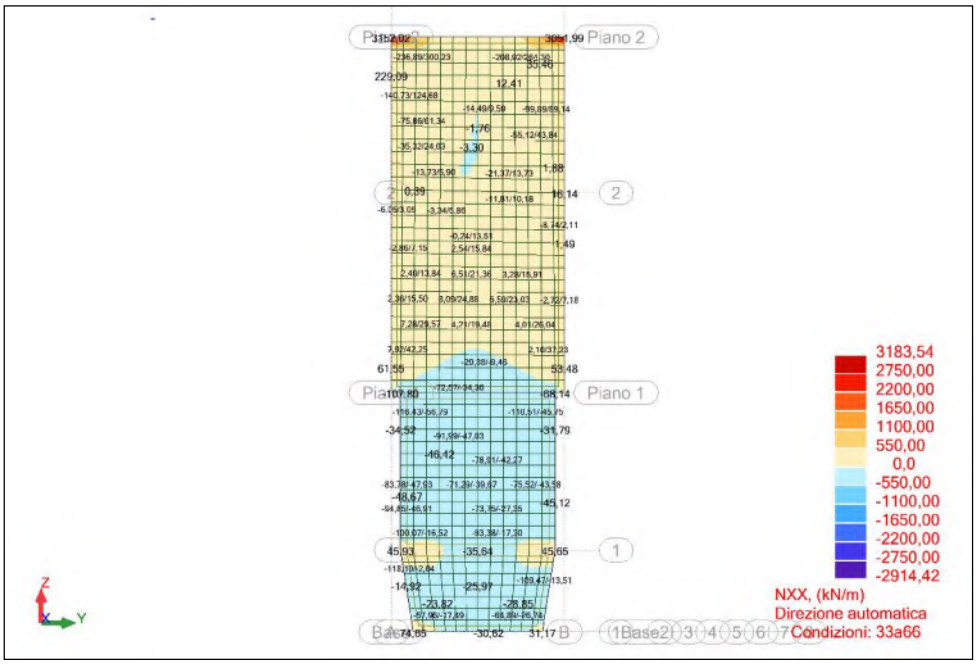


filoA - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

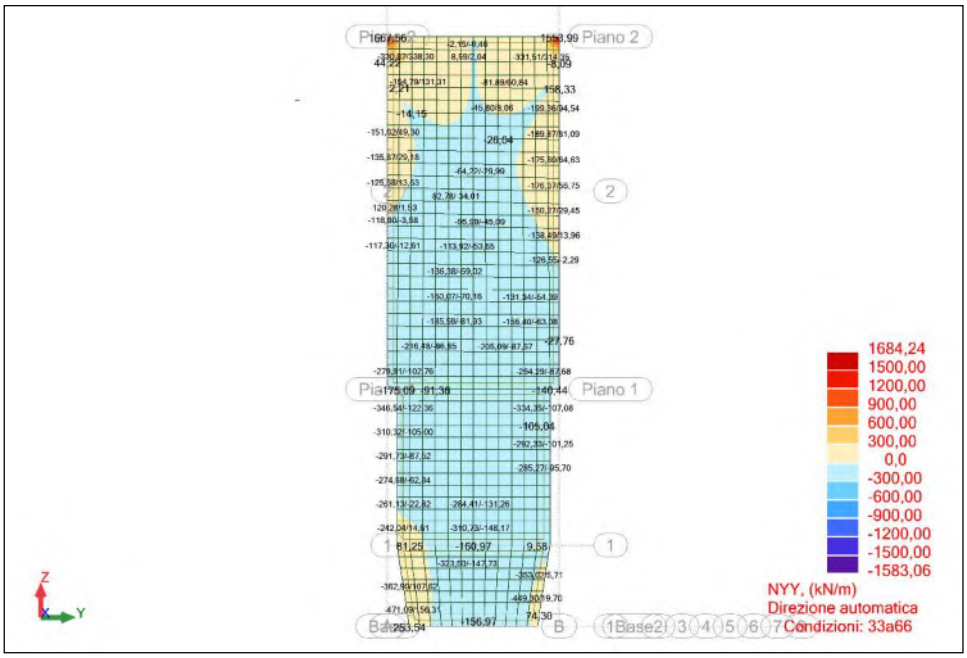


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV:

filo1 - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)



filo1 - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

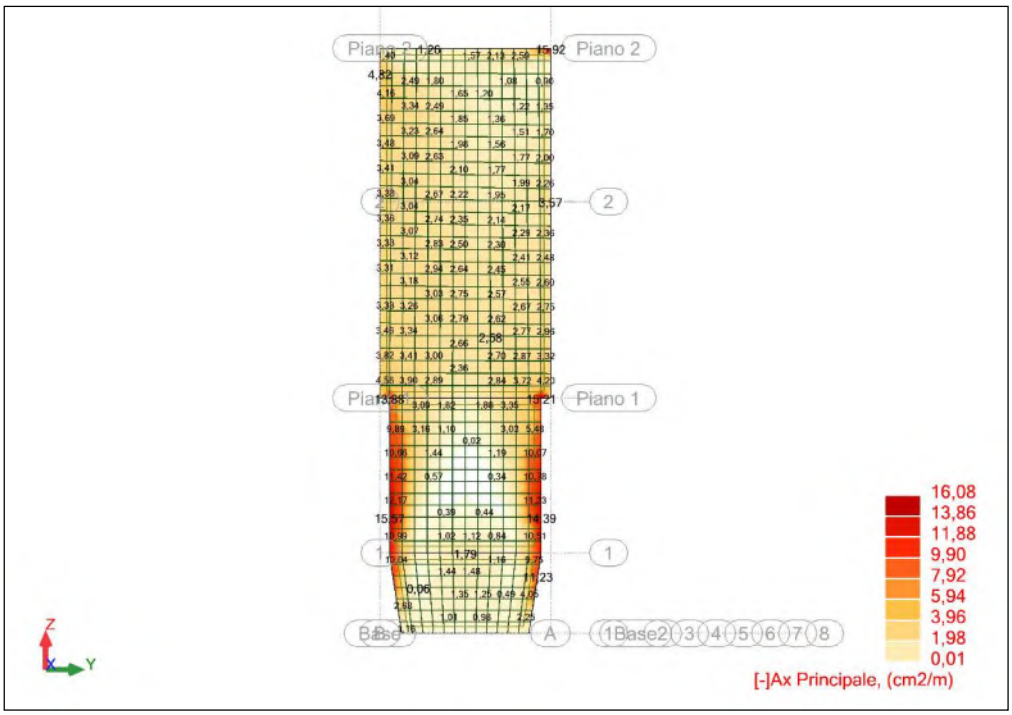


Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

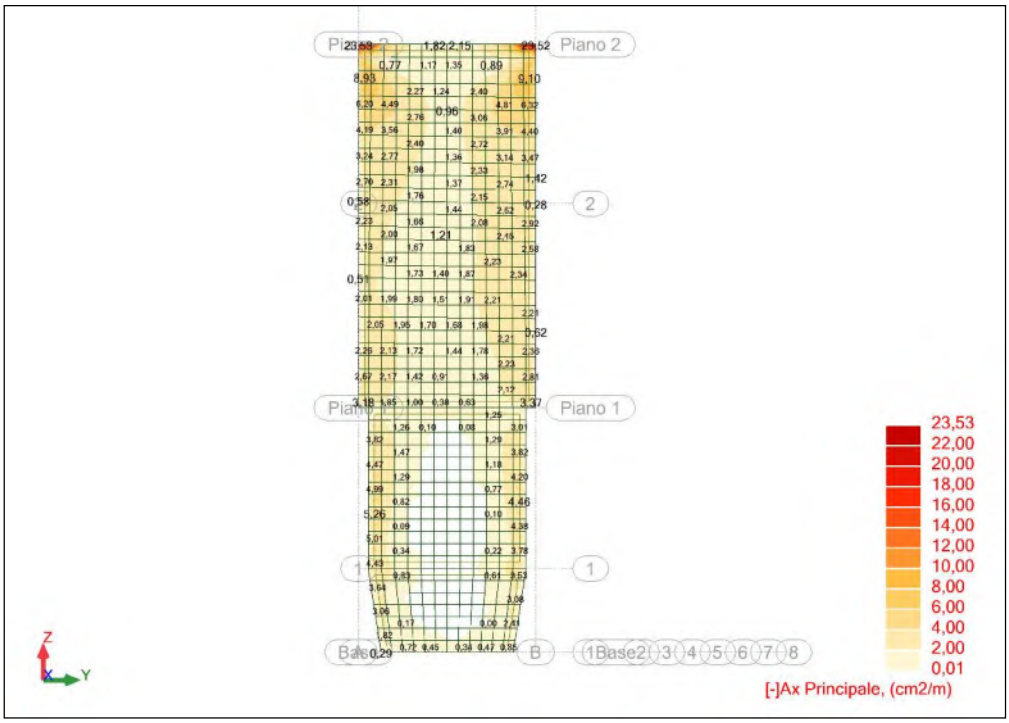
L'armatura richiesta è presentata sia nell'inviluppo delle combinazioni statiche SLU-SLS che nell'inviluppo delle combinazioni sismiche SLV-SLD. Nelle combinazioni statiche si tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

L'armatura disposta rappresenta l'inviluppo tra le combinazioni statiche e quelle sismiche.

filo1 statico - [-]Ax Principale (cm2/m)

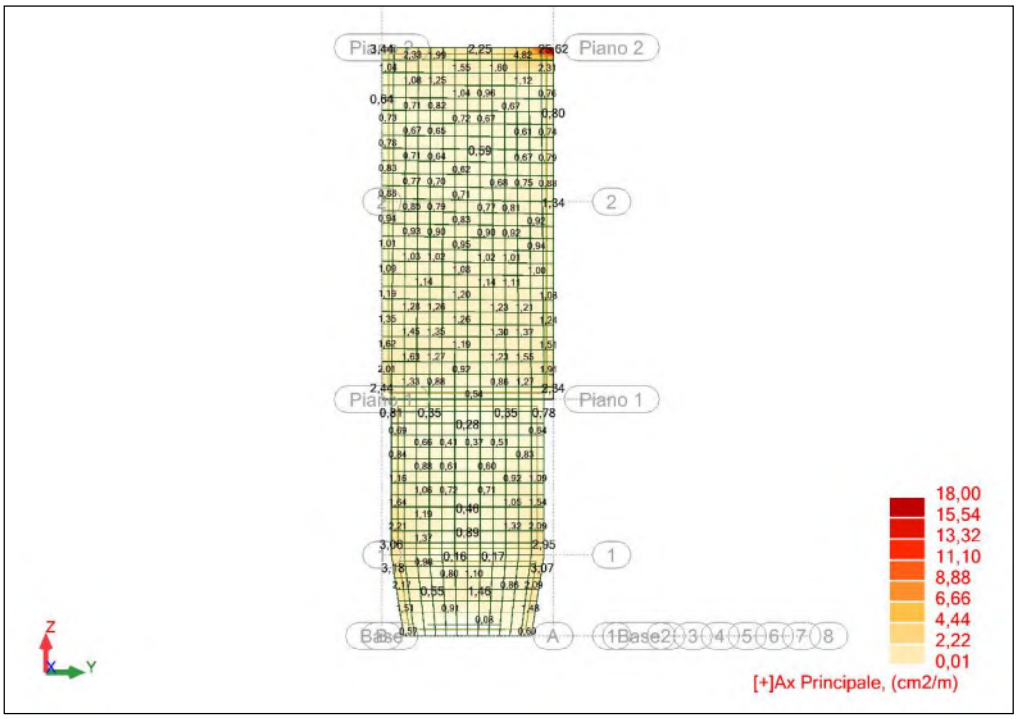


filo 1 sismico - [-]Ax Principale (cm2/m)

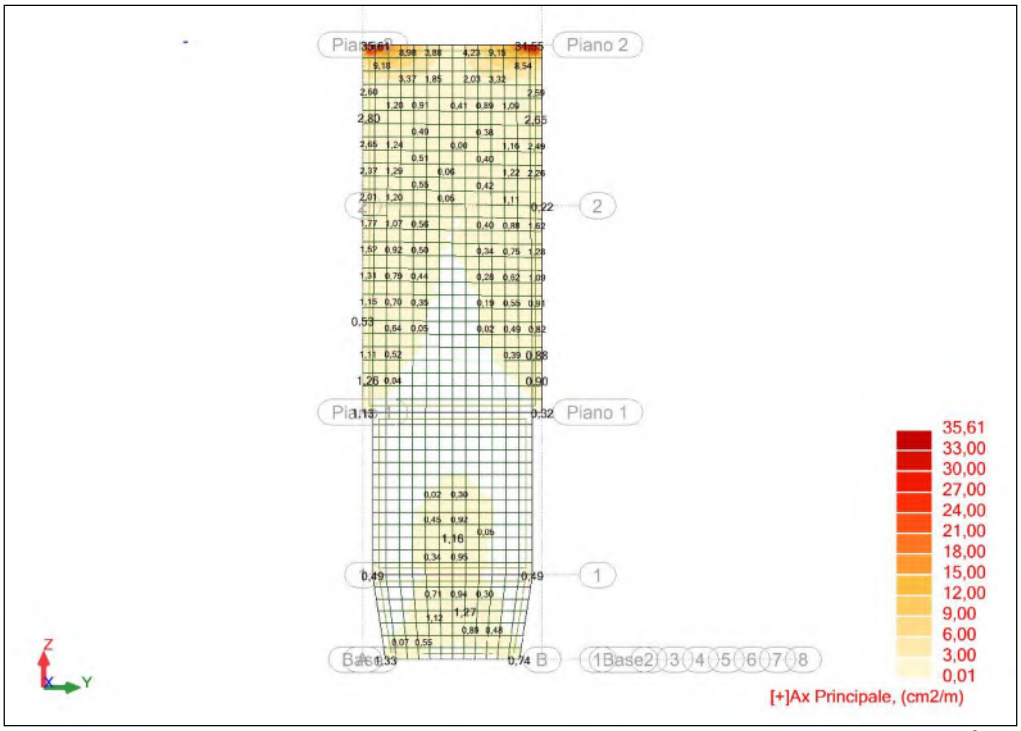


L'armatura esterna disposta, direzione orizzontale, è pari a 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m) tranne sugli spigoli del muro da fondazione a quota ±0.00 dove l'armatura è pari a 1f16/10 (20,1 cm^2/m). Sulla sommità della parete è disposto una armatura di rinforzo pari a 9f16.

filo1 statico - [+]Ax Principale (cm2/m)

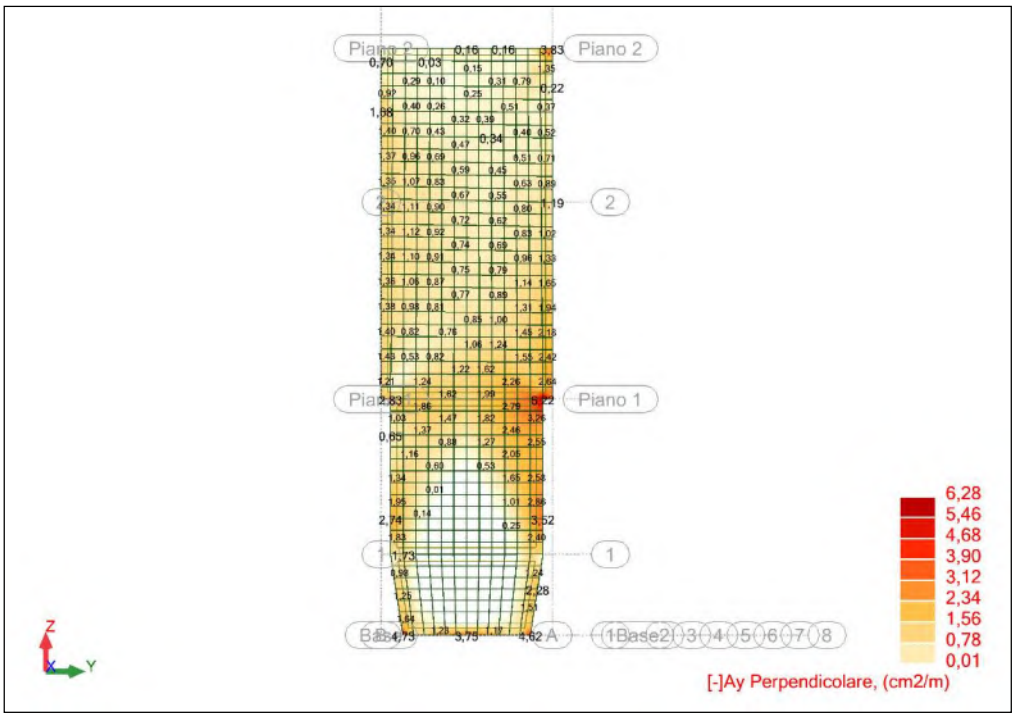


filo 1 sismico - [+]Ax Principale (cm2/m)

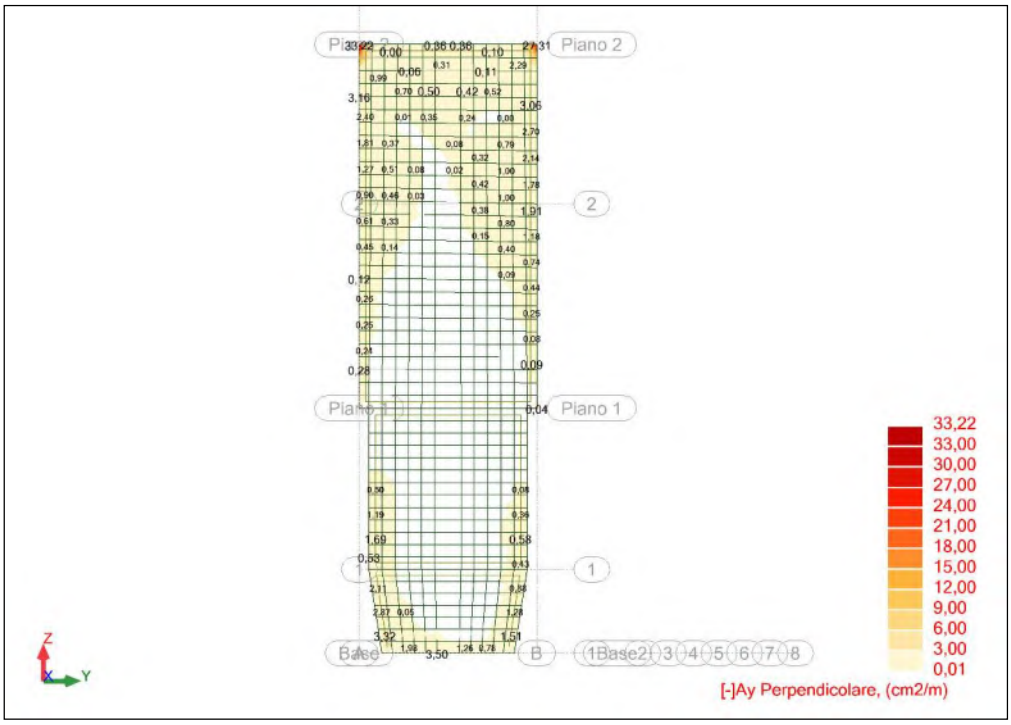


L'armatura interna disposta, direzione orizzontale, è pari a 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). Sulla sommità della parete è disposto una armatura di rinforzo pari a 9f16.

filo1 statico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

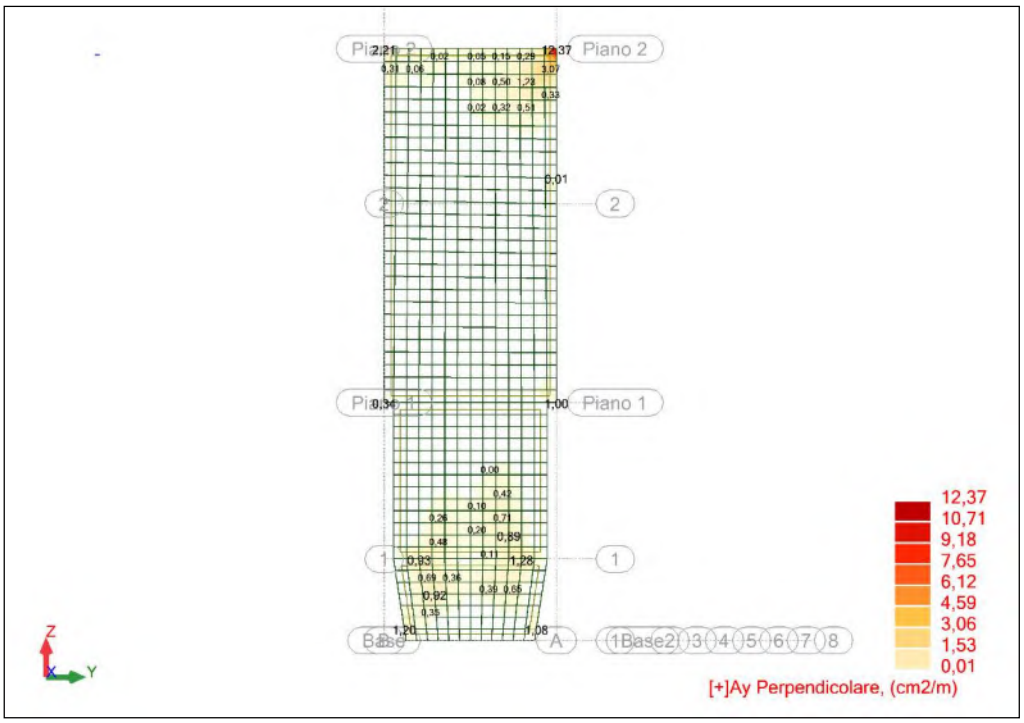


filo 1 sismico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

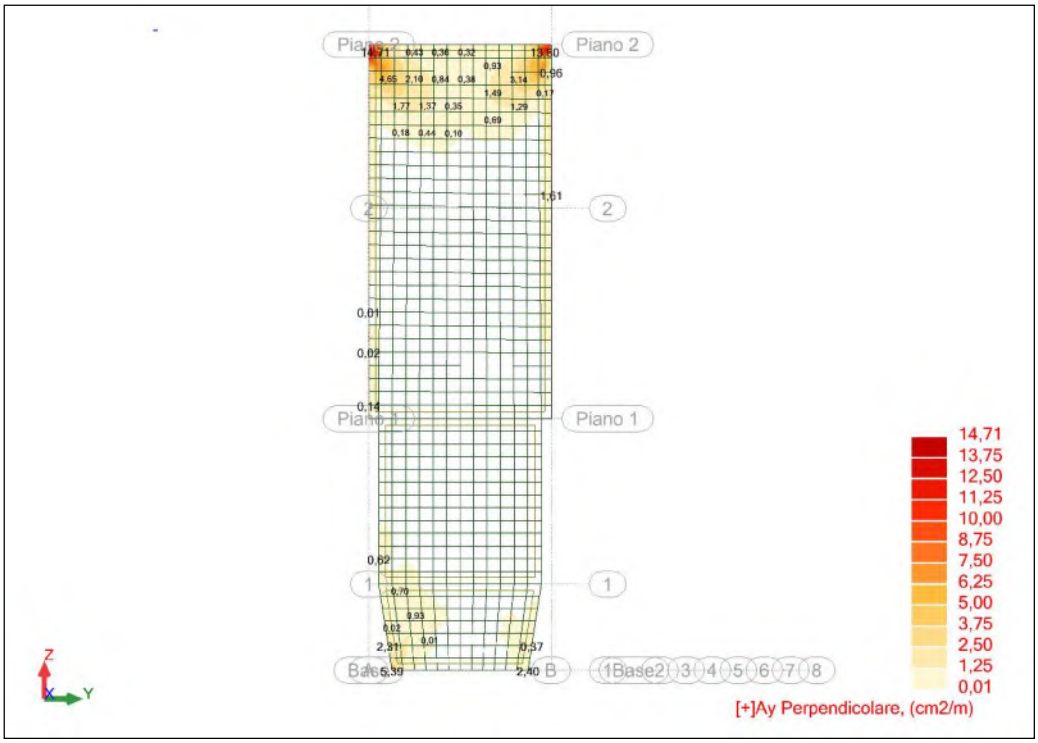


L'armatura esterna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Le riprese di getto dalla platea sono pari a 1f20/20 (15,70 cm^2/m). L'armatura è incrementata di 1f16/20 (20,01 cm^2/m tot.) sulle fasce esterne superiori per una larghezza di 50 cm.

filo1 statico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



filo 1 sismico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



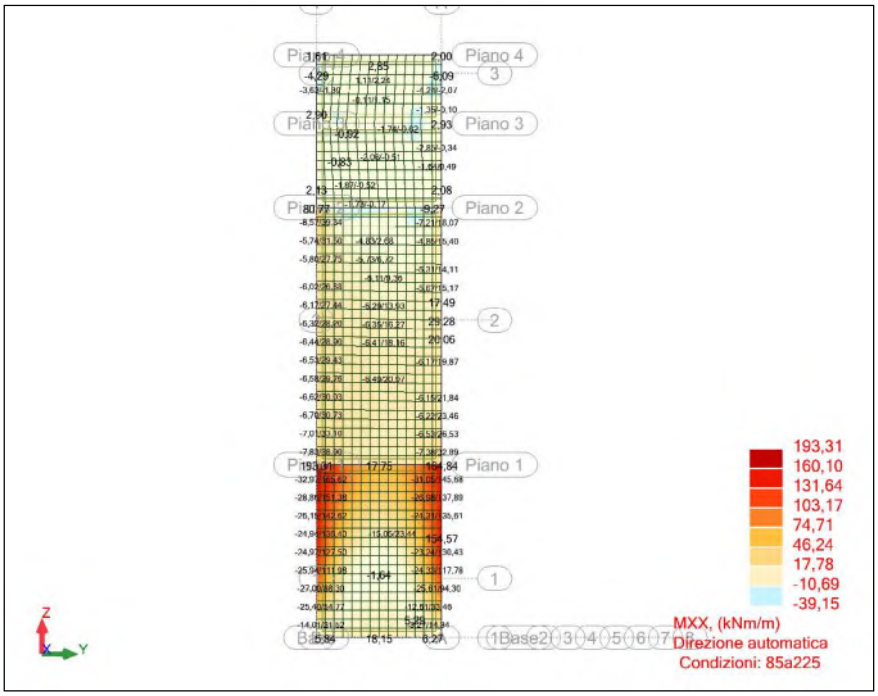
L'armatura esterna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Le riprese di getto dalla platea sono pari a 1f20/20 (15,70 cm^2/m). L'armatura è incrementata di 1f16/20 (20,01 cm^2/m tot.) sulle fasce esterne superiori per una larghezza di 50 cm.

16 PARETE FILO 7/8 – VERIFICHE STRUTTURALI

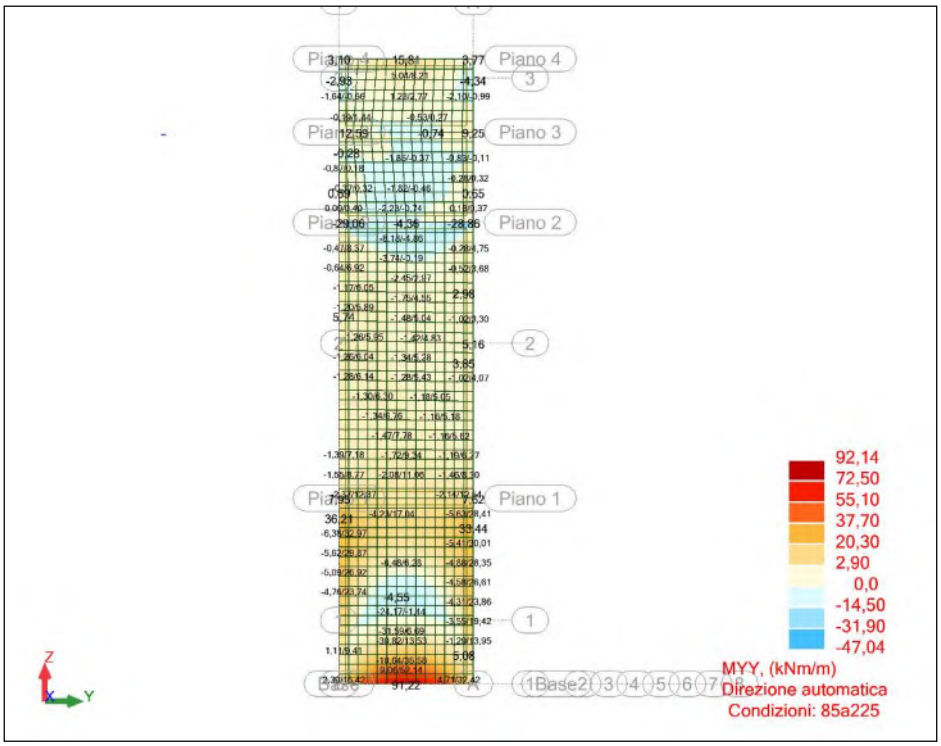
Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla parete. Tutti i grafici sono divisi per inviluppo SLU ed inviluppo SLV.

<u>Flessione - Inviluppo combinazioni SLU:</u>

filo7/8 - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

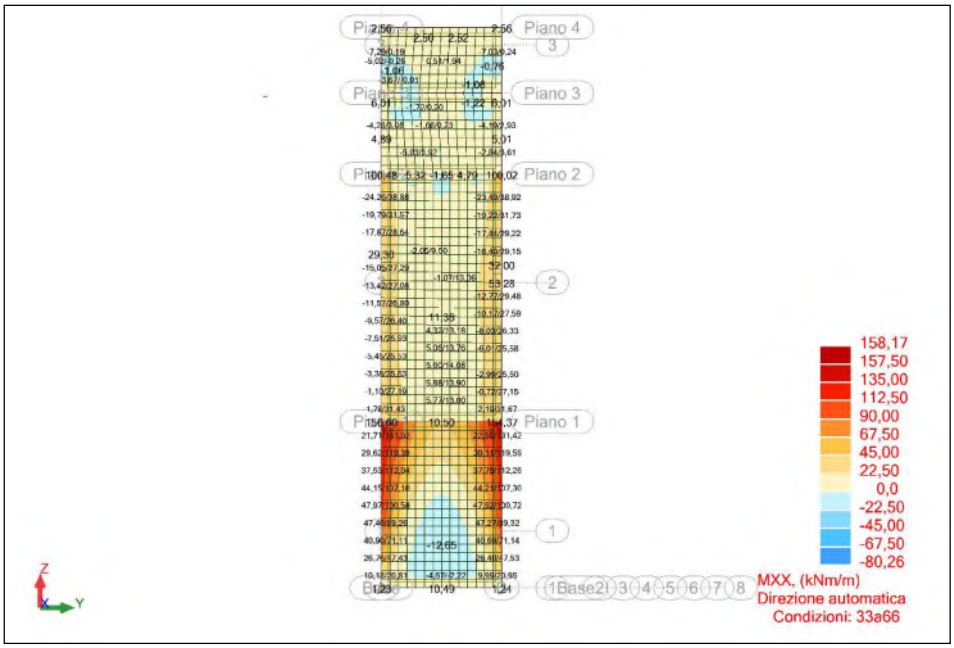


filo7/8 - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

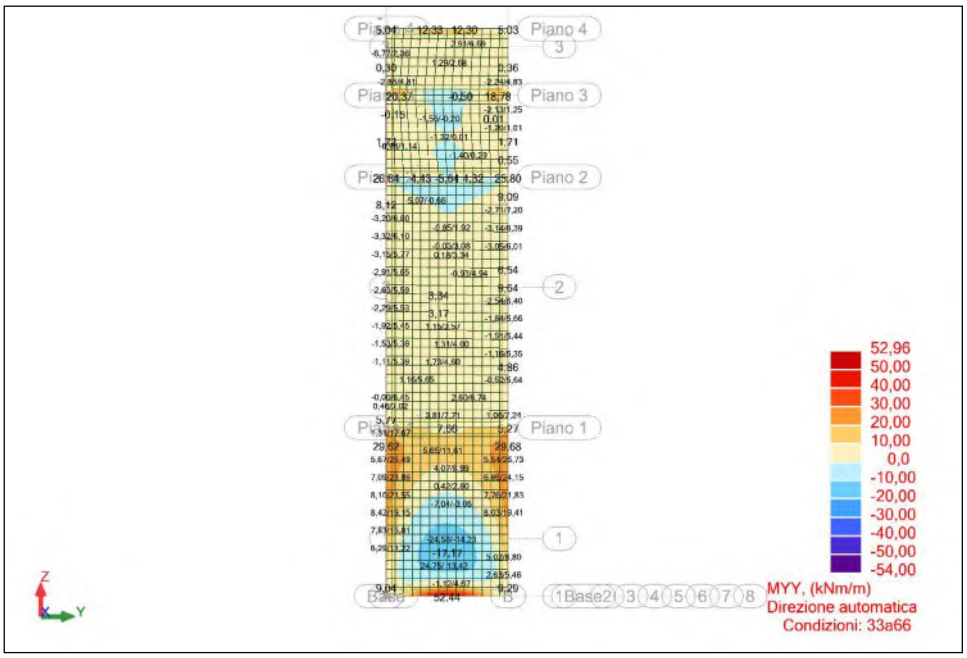


Flessione - Inviluppo combinazioni SLV:

filo7/8 - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

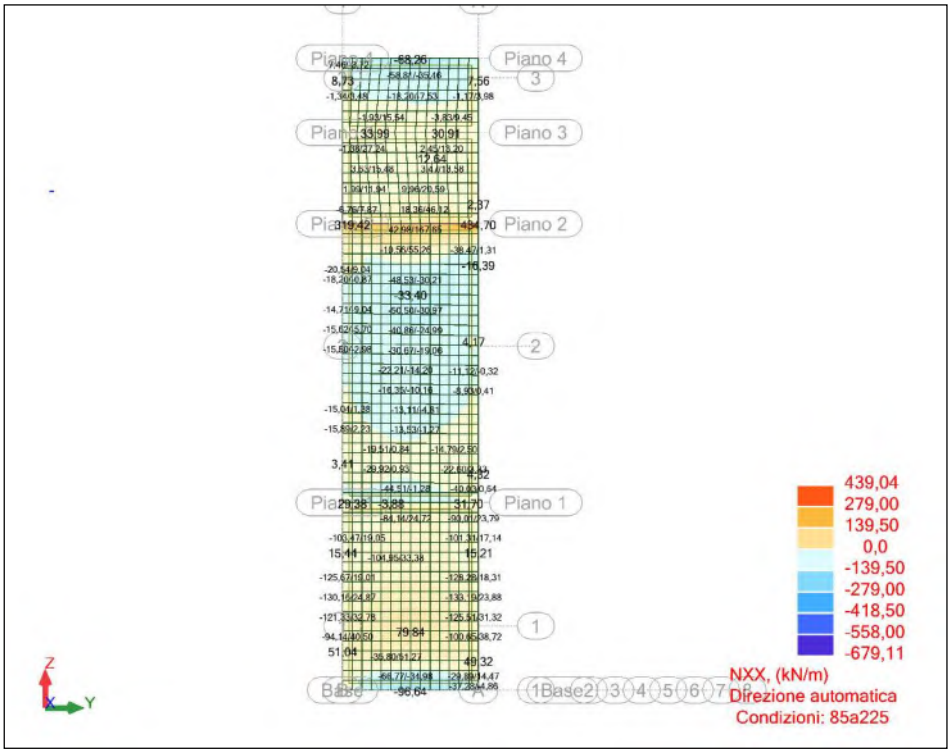


filo7/8 - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

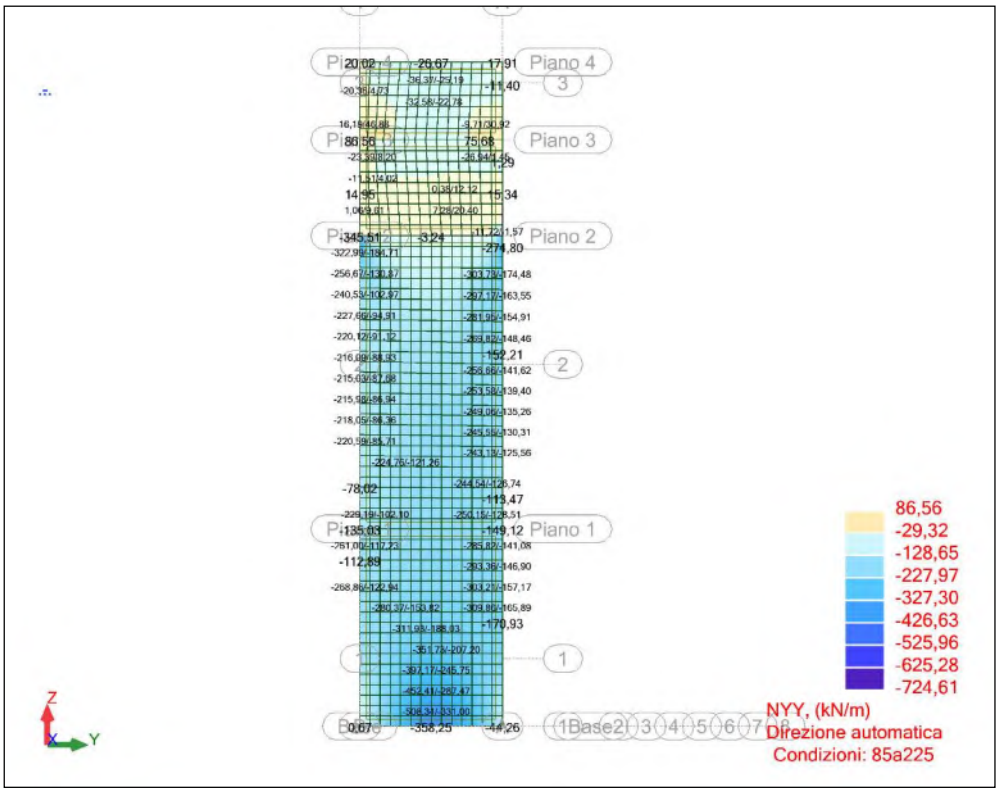


<u>Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLU:</u>

filo7/8 - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

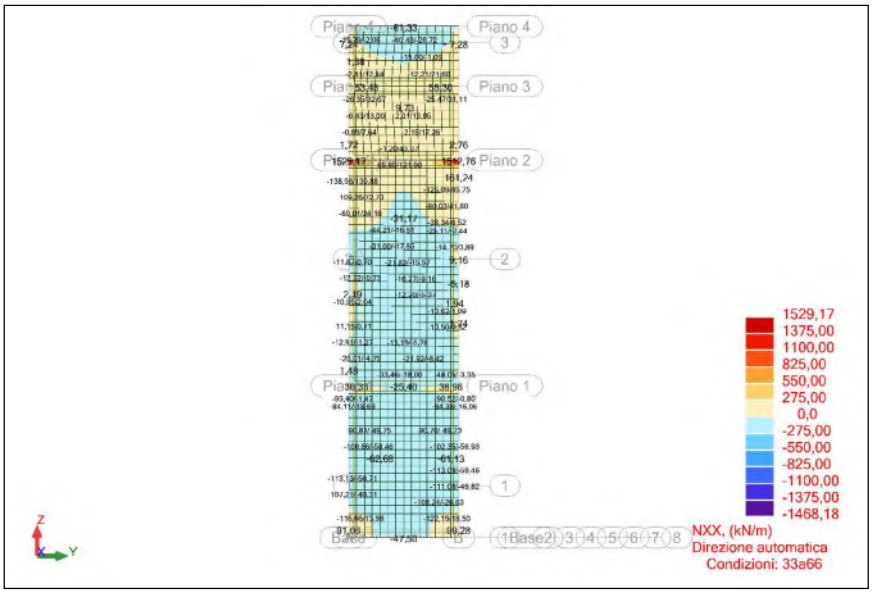


filo7/8 - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

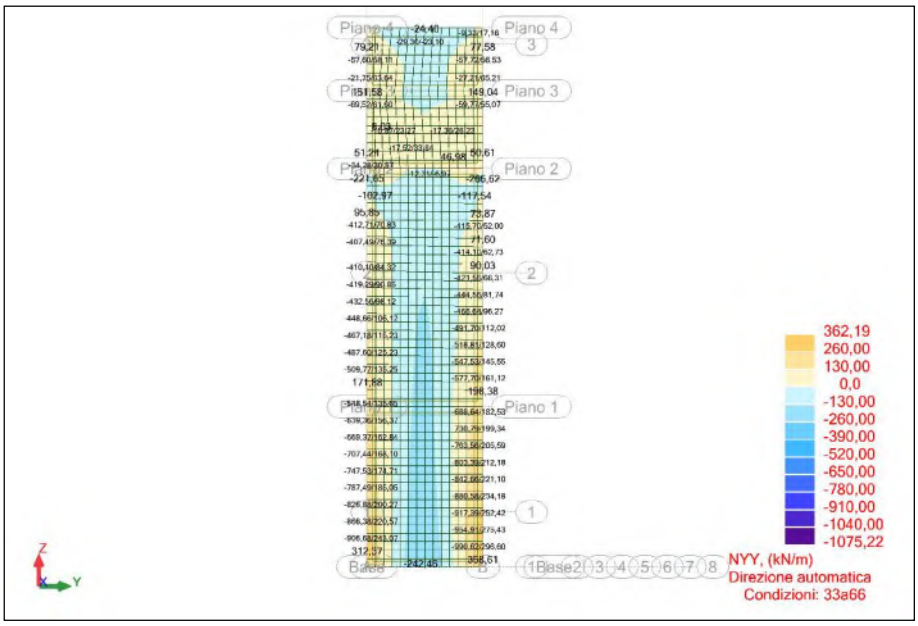


<u>Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV:</u>

filo7/8 - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)



filo7/8 - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

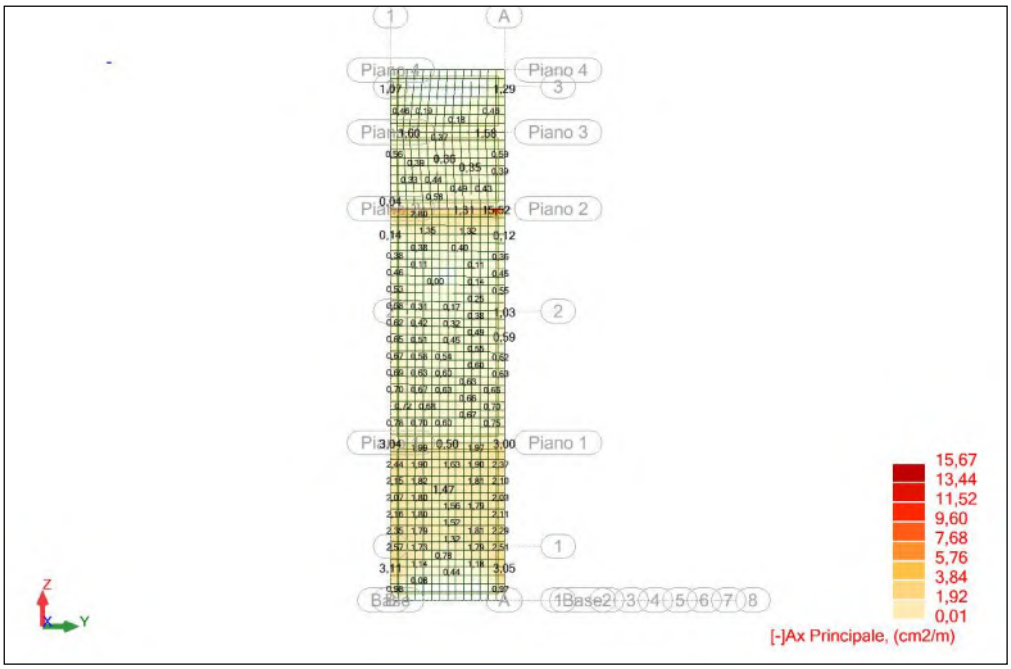


Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

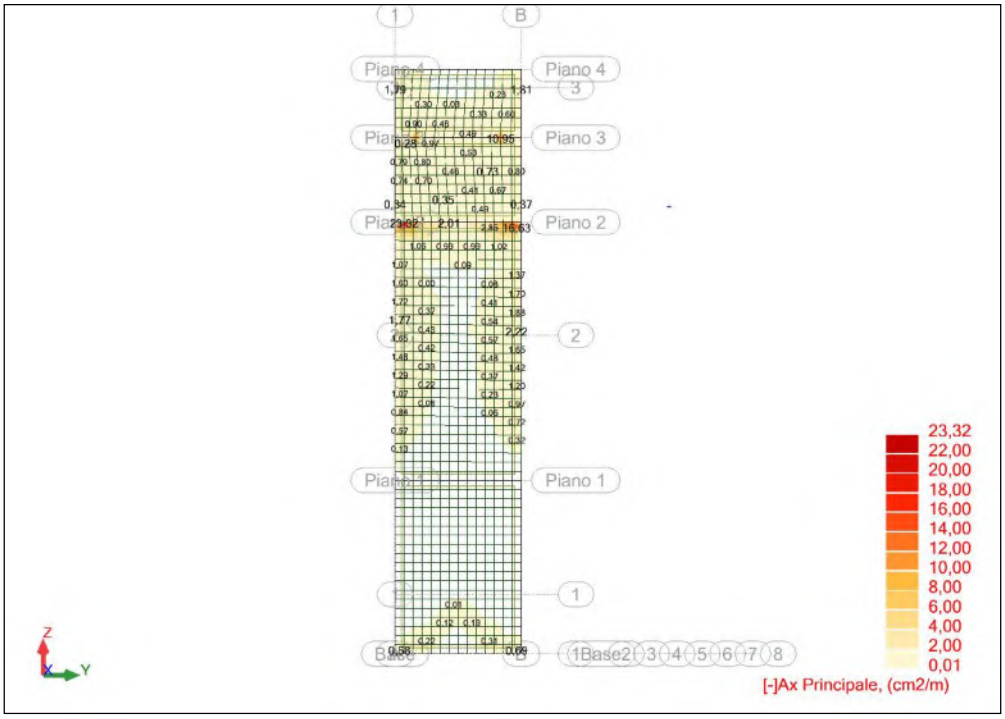
L'armatura richiesta è presentata sia nell'inviluppo delle combinazioni statiche SLU-SLS che nell'inviluppo delle combinazioni sismiche SLV-SLD. Nelle combinazioni statiche si tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

L'armatura disposta rappresenta l'inviluppo tra le combinazioni statiche e quelle sismiche.

filo7/8 statico - [-]Ax Principale (cm2/m)

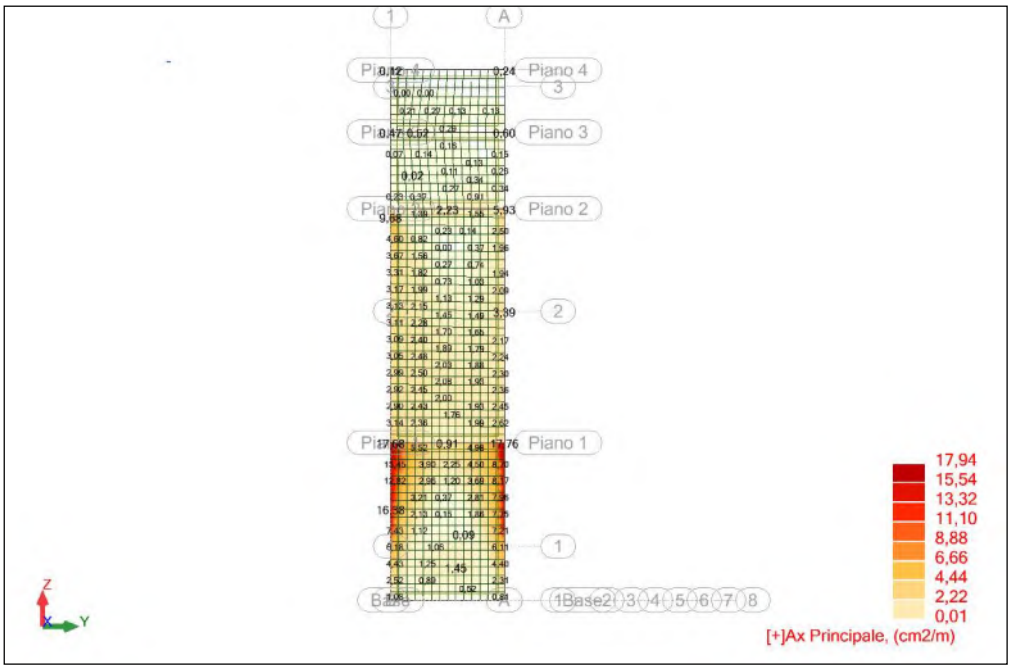


filo 7/8 sismico - [-]Ax Principale (cm2/m)

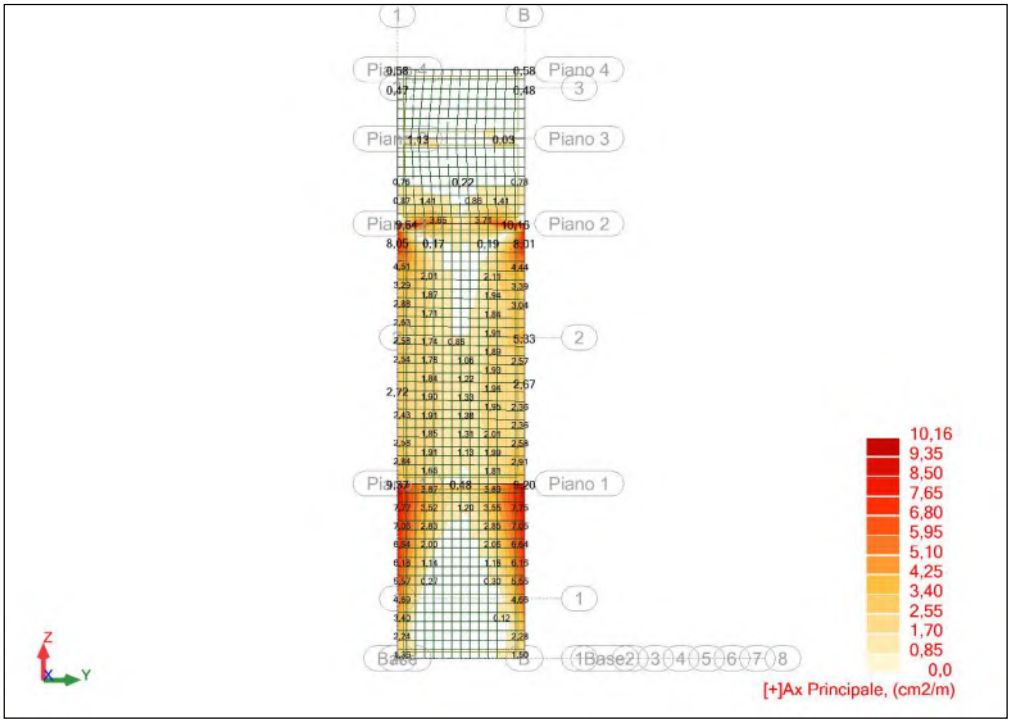


L'armatura interna disposta, direzione orizzontale, è pari a 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m). Sulla sommità della parete filo 7 è richiesta una armatura puntuale maggiore che viene inserita nella soletta calo benna a quota +11,40 m.

filo7/8 statico - [+]Ax Principale (cm2/m)

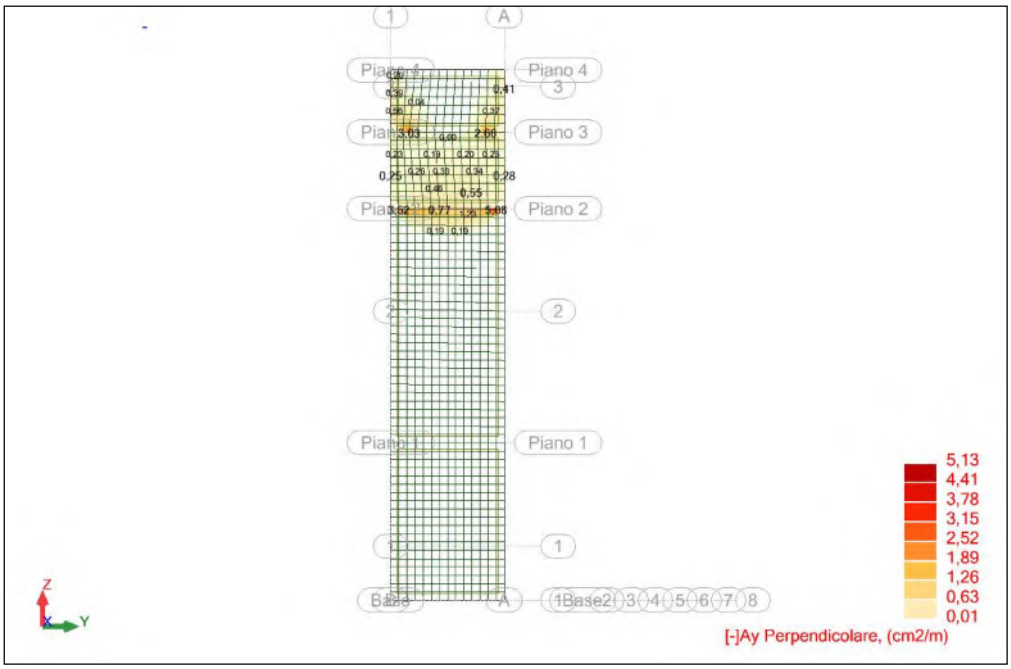


filo 7/8 sismico - [+]Ax Principale (cm2/m)

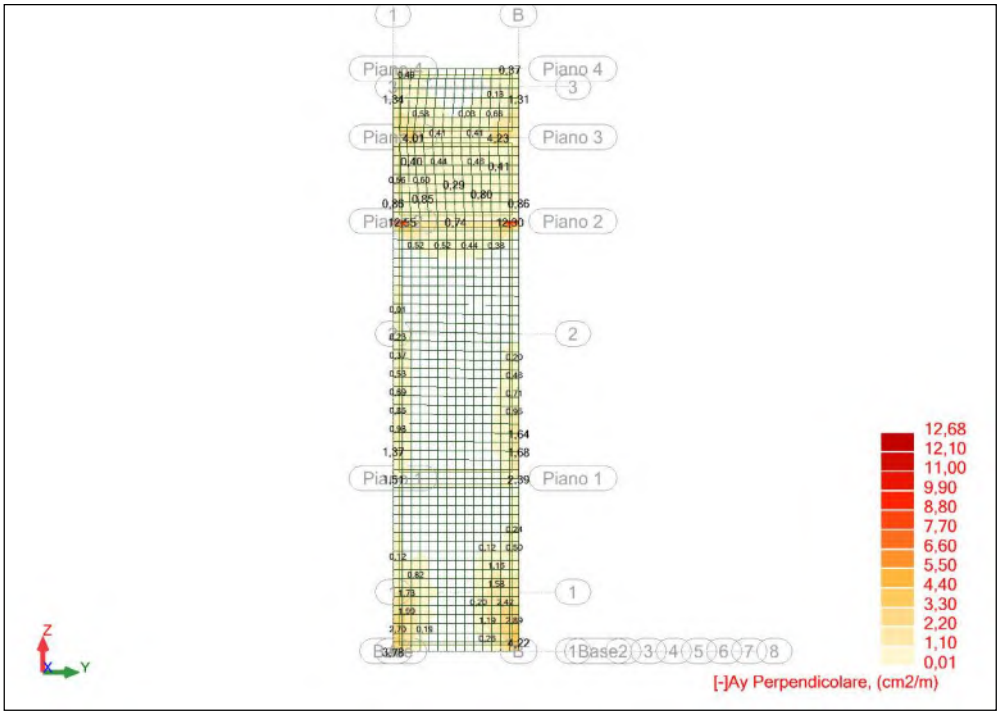


L'armatura esterna disposta, direzione orizzontale, è pari a 1f12/20 cm (5,65 cm^2/m) tranne sugli spigoli del muro da fondazione a quota ±0.00 dove l'armatura è pari a 1f16/10 (20,1 cm^2/m).

filo7/8 stastico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

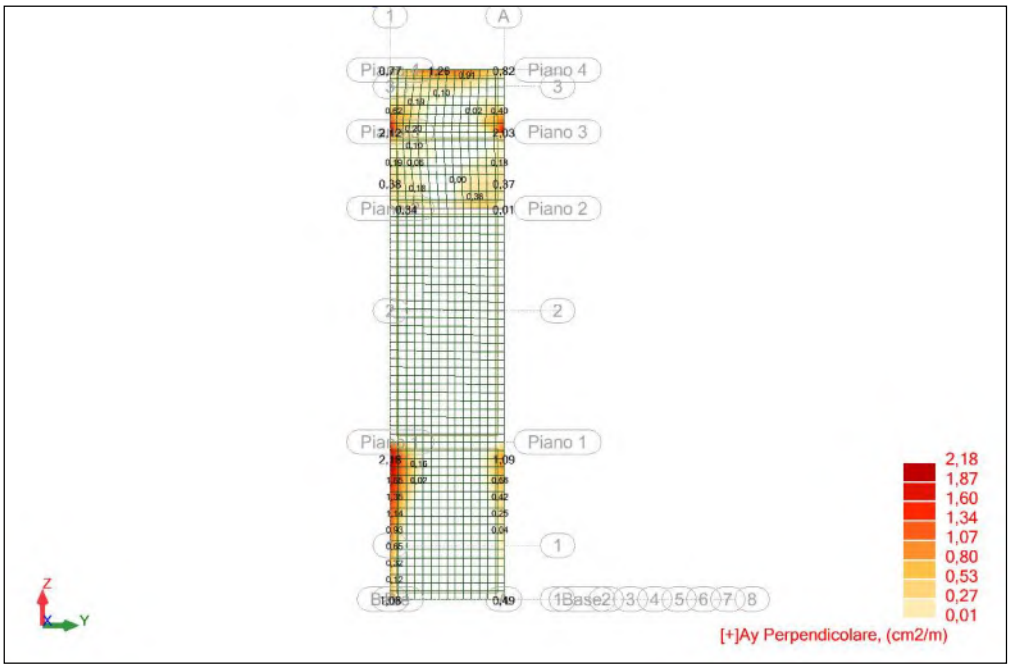


filo 7/8 sismico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

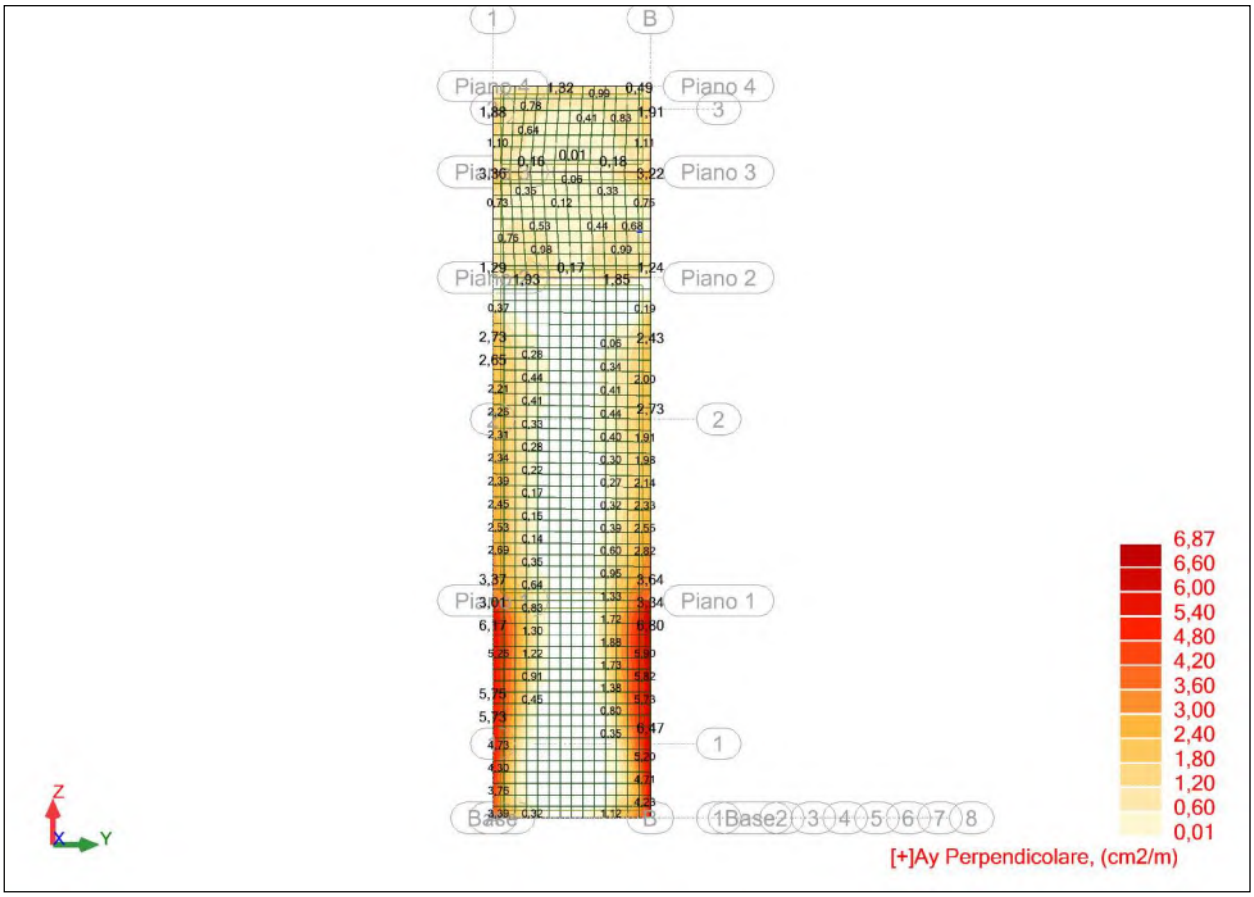


L'armatura interna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Le riprese di getto dalla platea sono pari a 1f20/20 (15,70 cm^2/m).

filo7/8 statico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



filo 7/8 sismico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



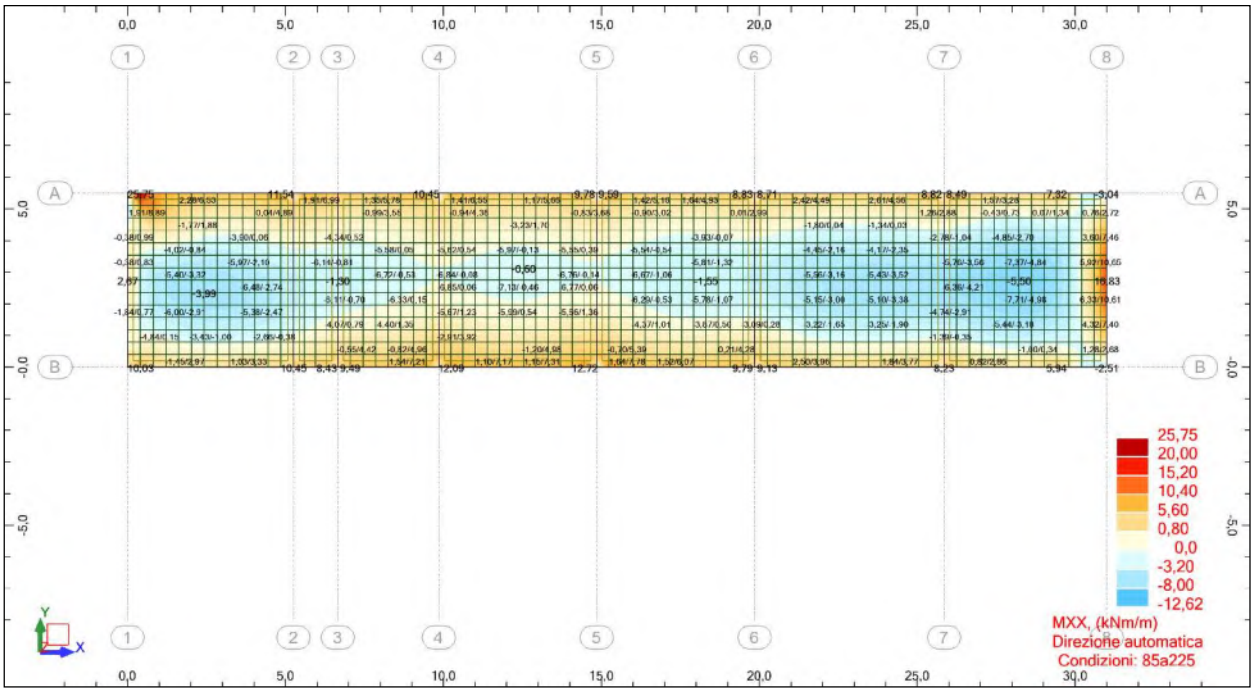
L'armatura esterna disposta, direzione verticale, è pari a 1f16/20 cm (10,05 cm^2/m). Le riprese di getto dalla platea sono pari a 1f20/20 (15,70 cm^2/m).

17 SOLETTA DI COPERTURA ELEVAZIONE +18.10 – VERIFICHE STRUTTURALI

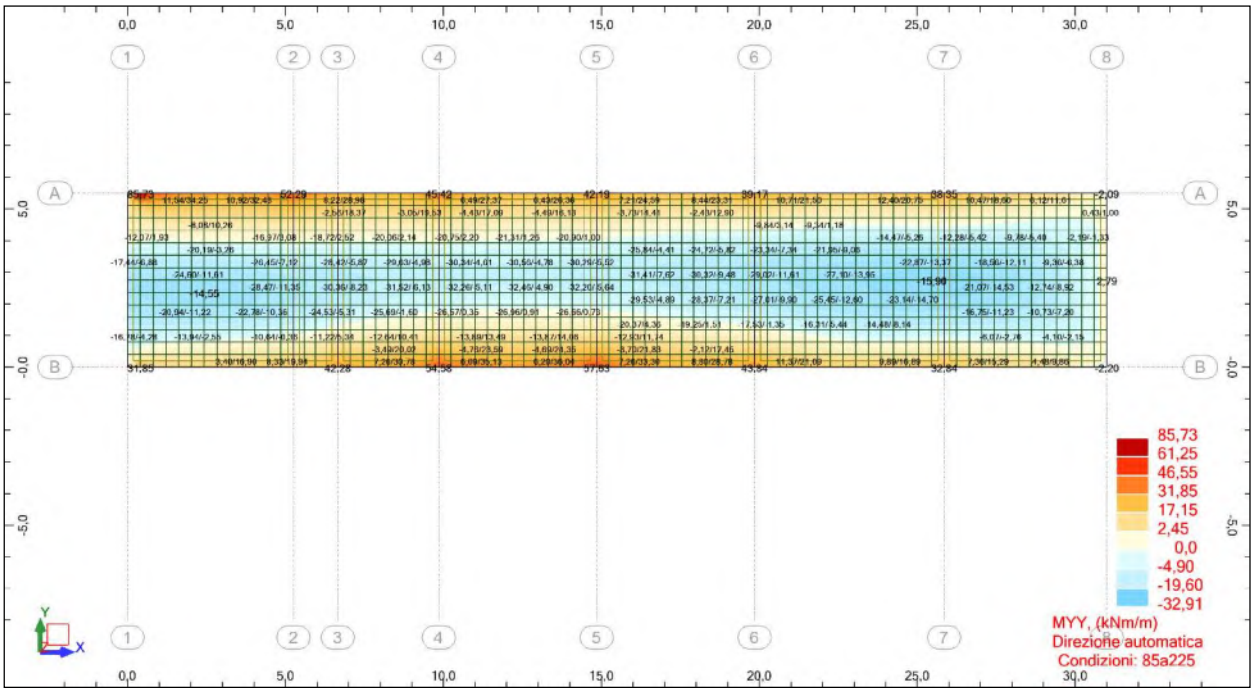
Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla parete. Tutti i grafici sono divisi per inviluppo SLU ed inviluppo SLV.

Flessione - Inviluppo combinazioni SLU:

copertura - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

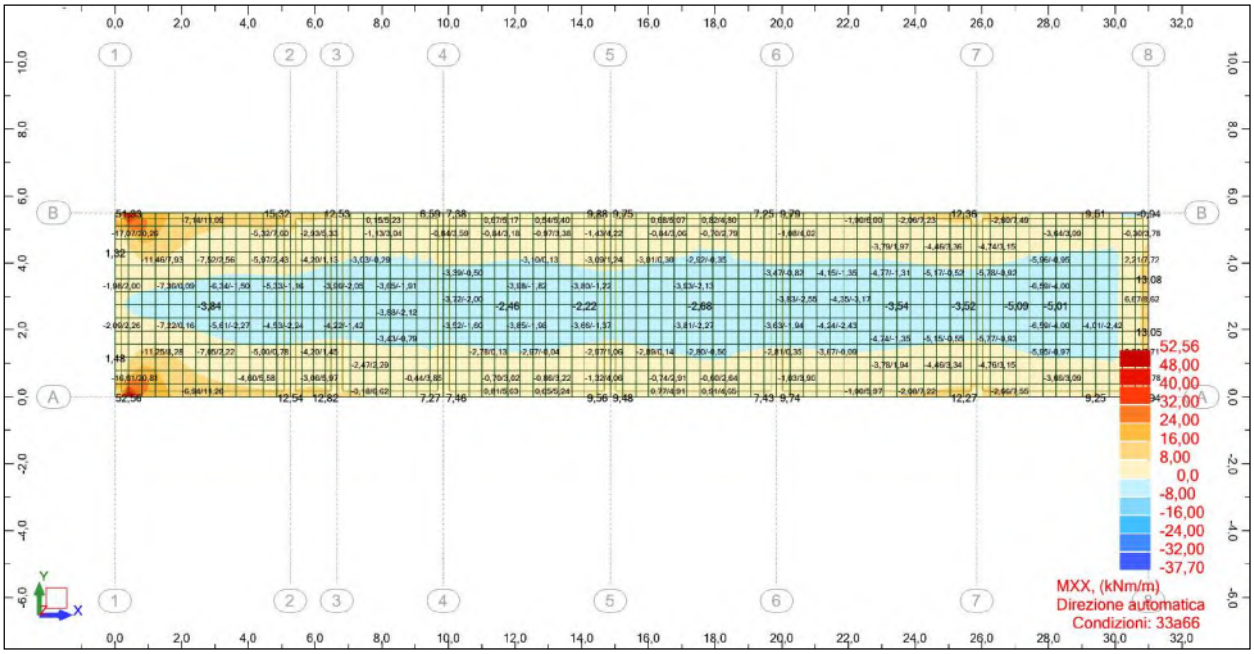


copertura - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

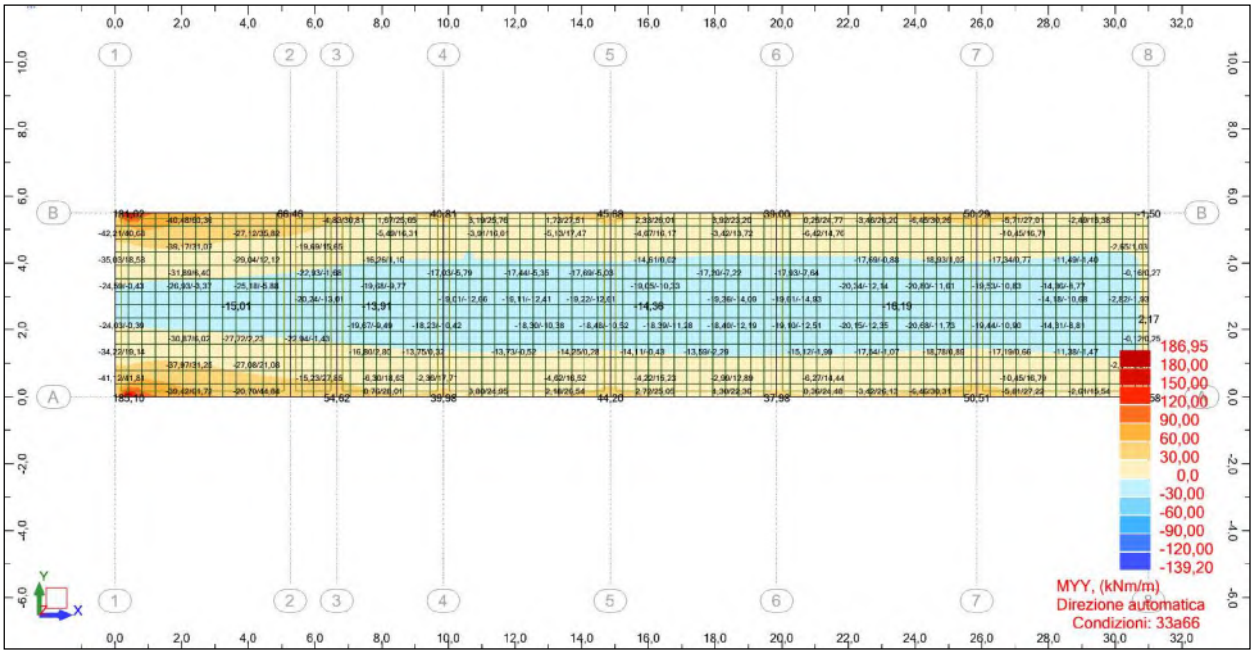


Flessione - Inviluppo combinazioni SLV:

copertura - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

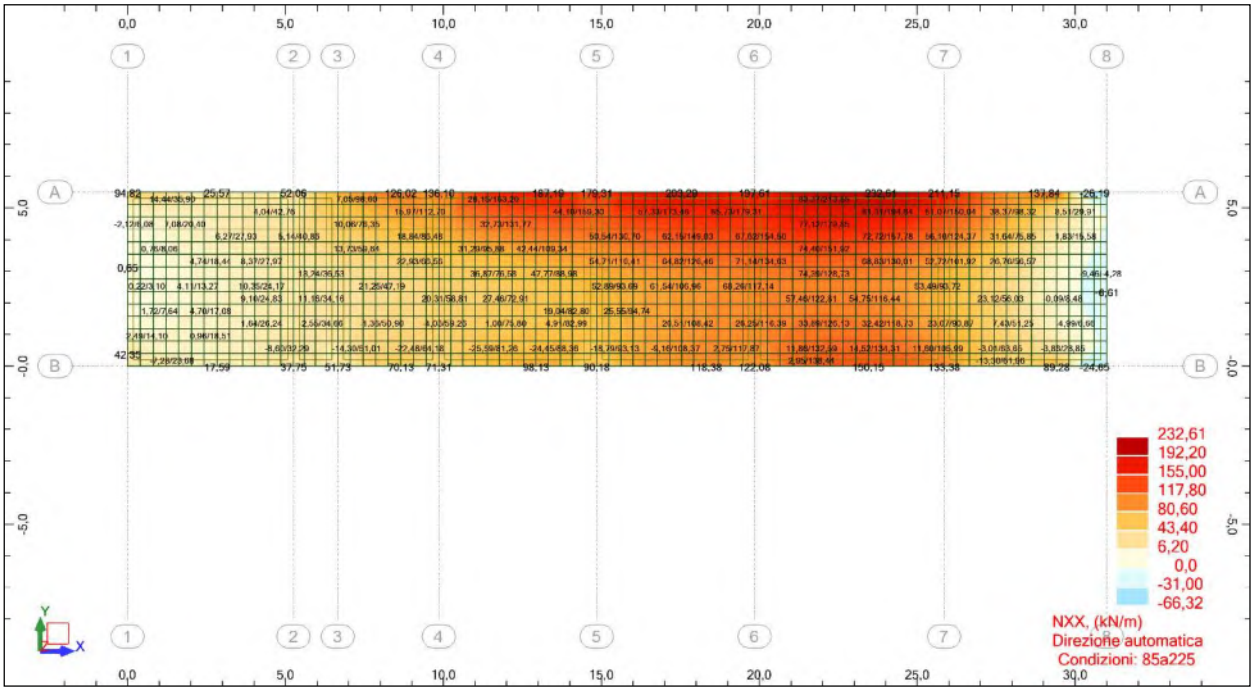


copertura - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

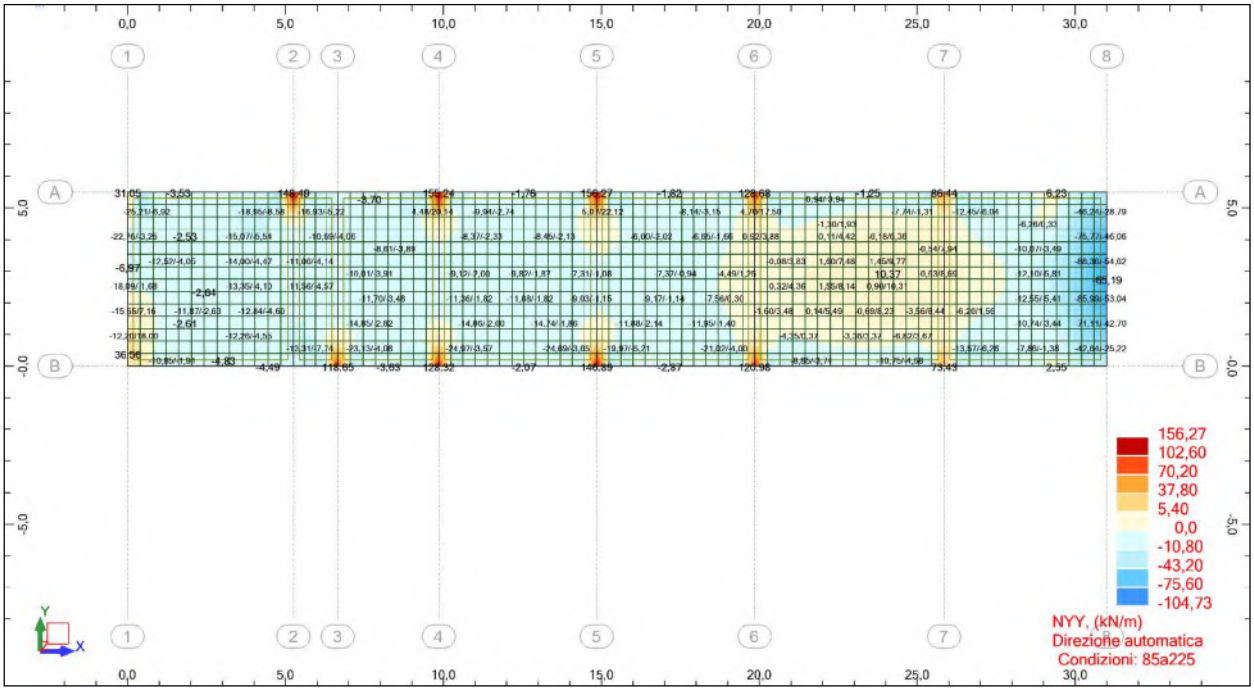


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLU:

copertura - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

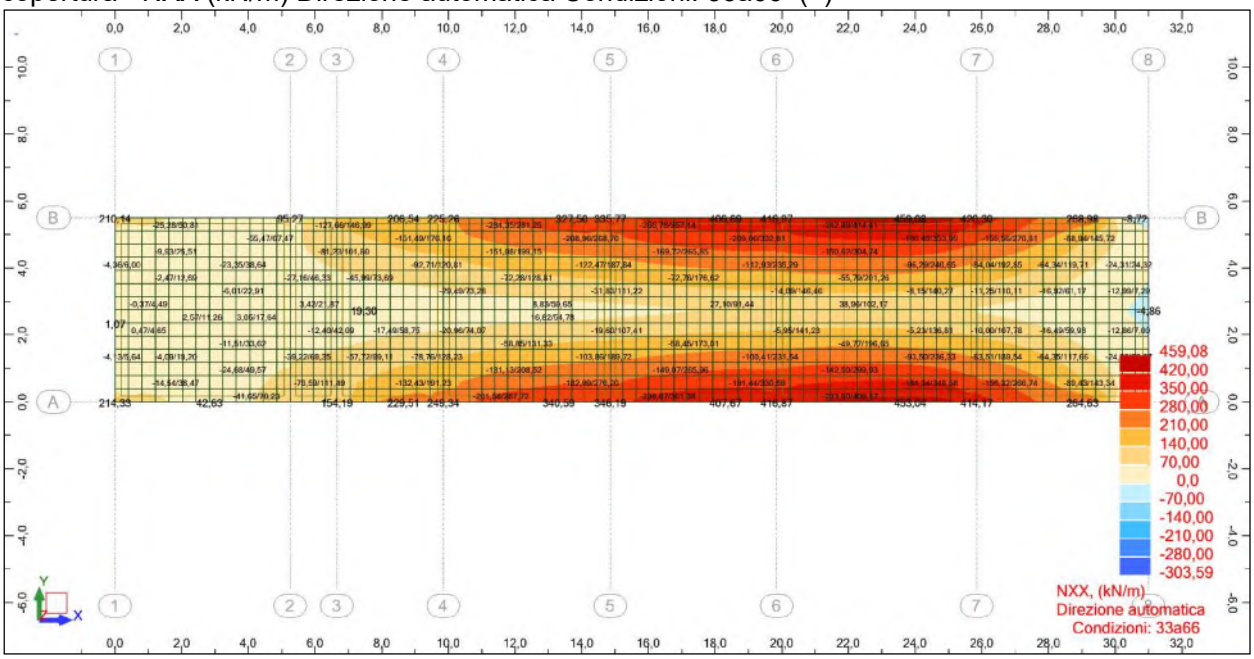


copertura - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

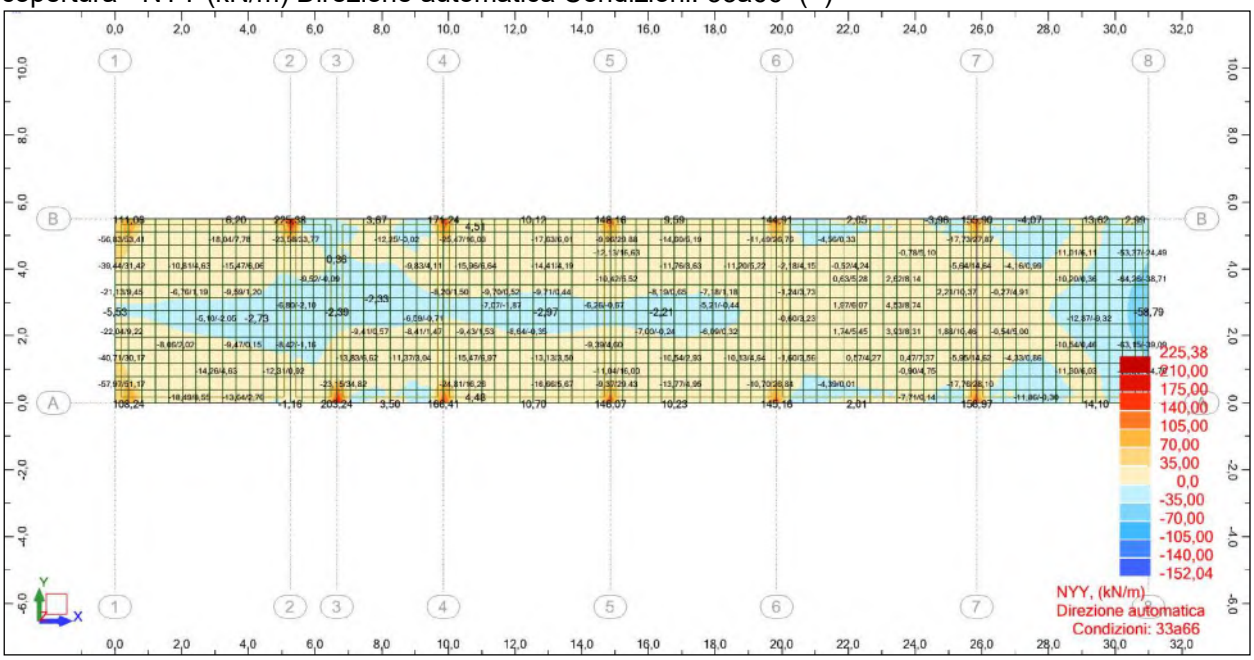


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV:

copertura - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)



copertura - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

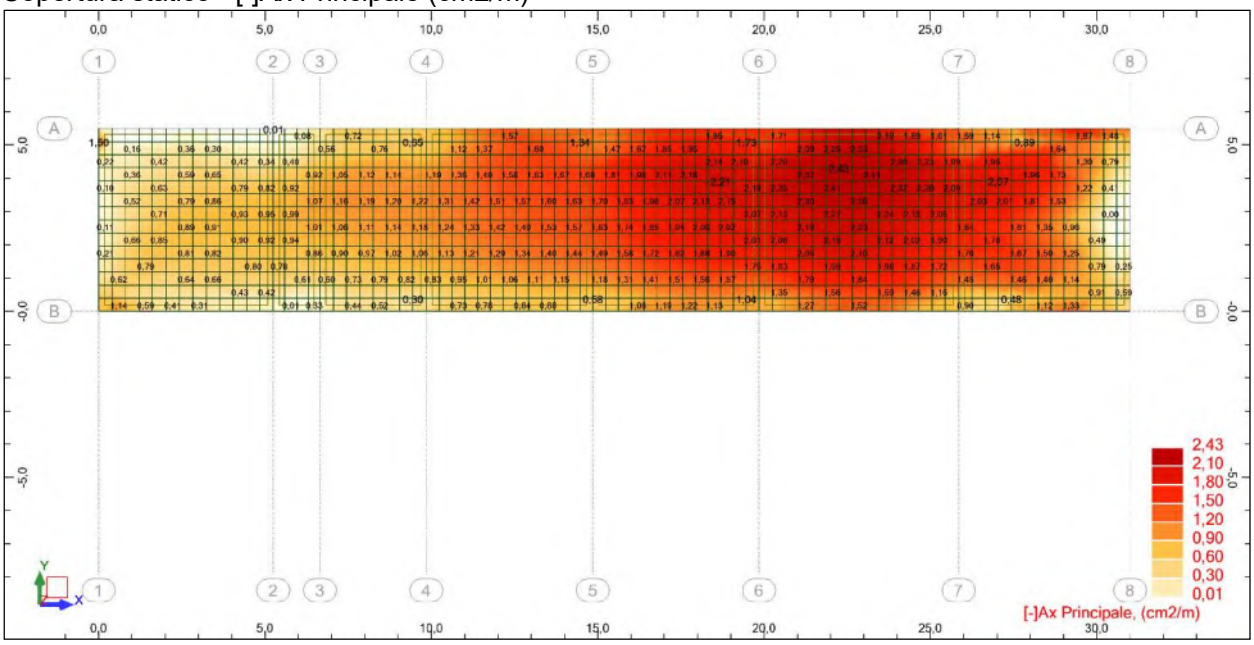


Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

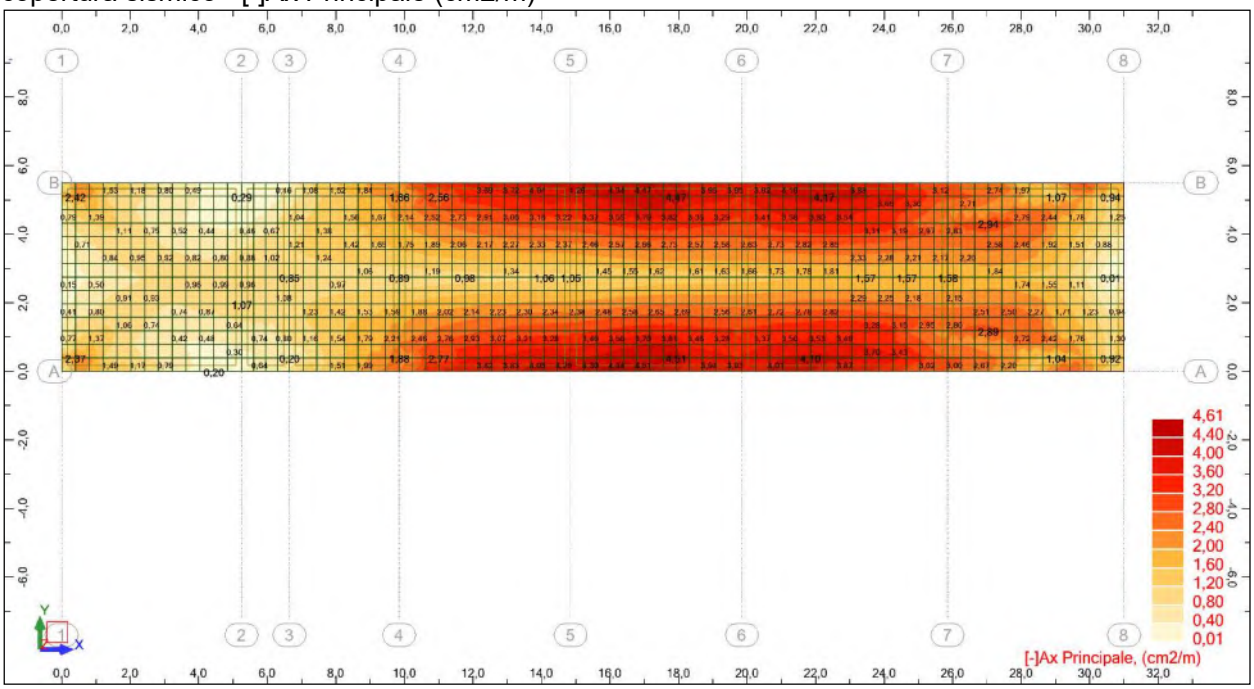
L'armatura richiesta è presentata sia nell'inviluppo delle combinazioni statiche SLU-SLS che nell'inviluppo delle combinazioni sismiche SLV-SLD. Nelle combinazioni statiche si tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

L'armatura disposta rappresenta l'inviluppo tra le combinazioni statiche e quelle sismiche.

Copertura statico - [-]Ax Principale (cm2/m)

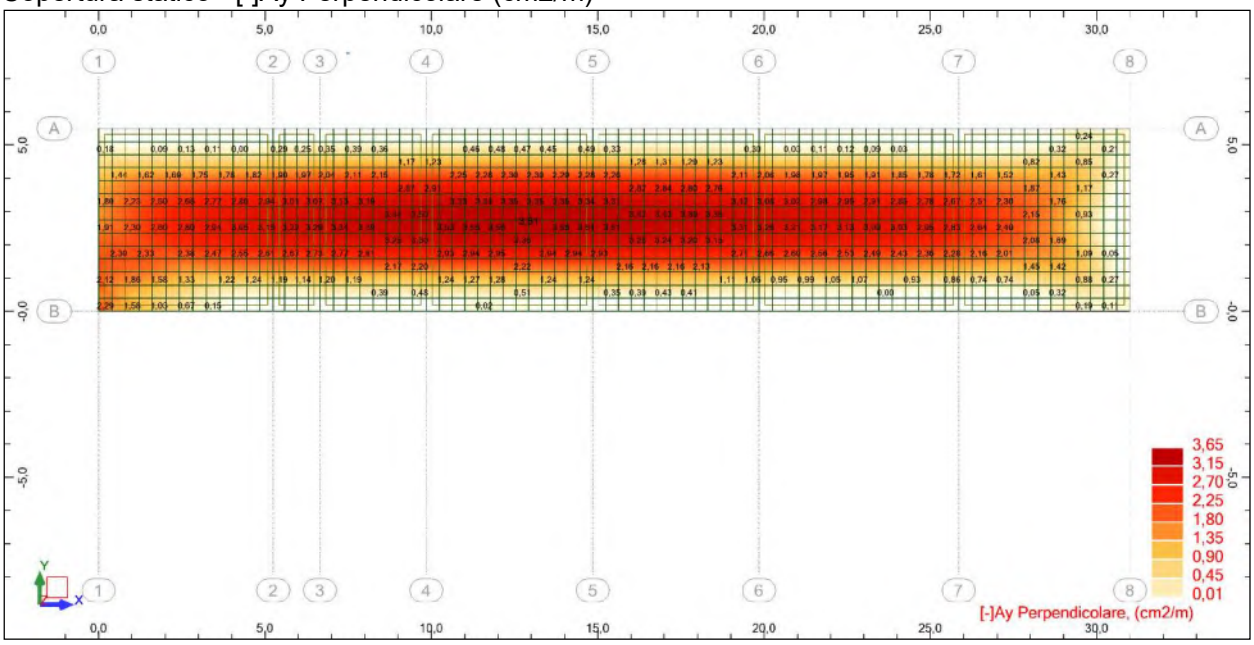


copertura sismico - [-]Ax Principale (cm2/m)

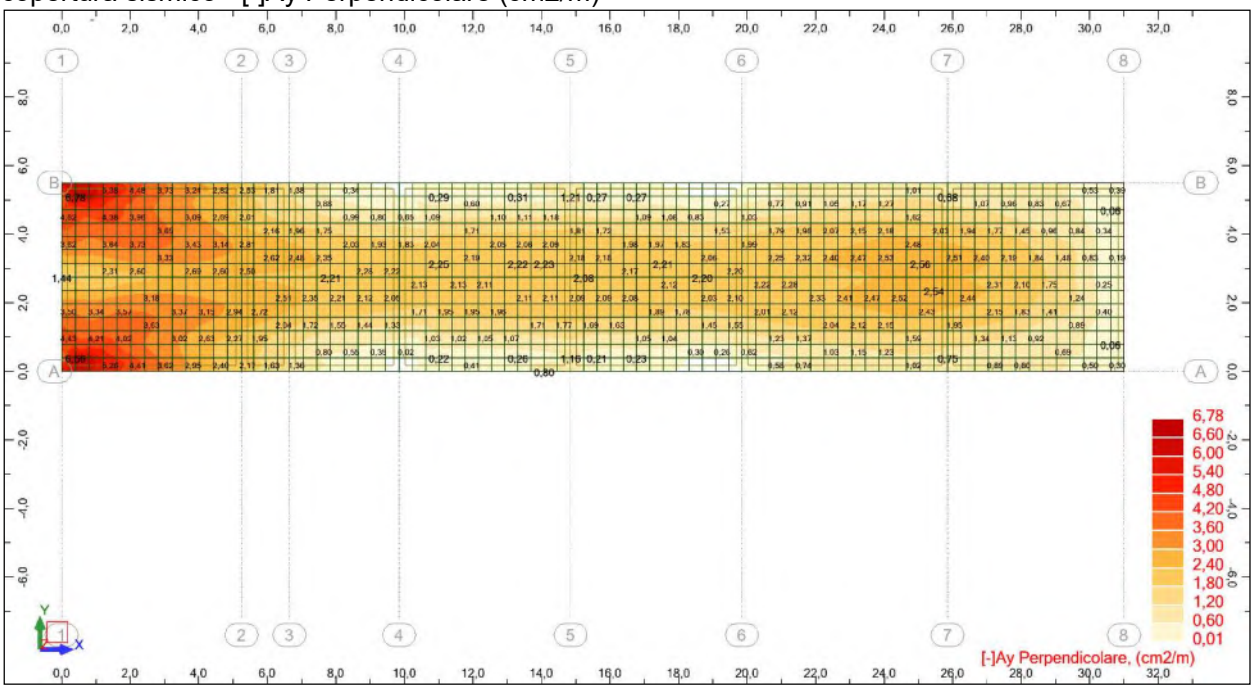


L'armatura inferiore disposta in direzione X è pari a 1f12/20 (5,65 cm^2/m).

Copertura statico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

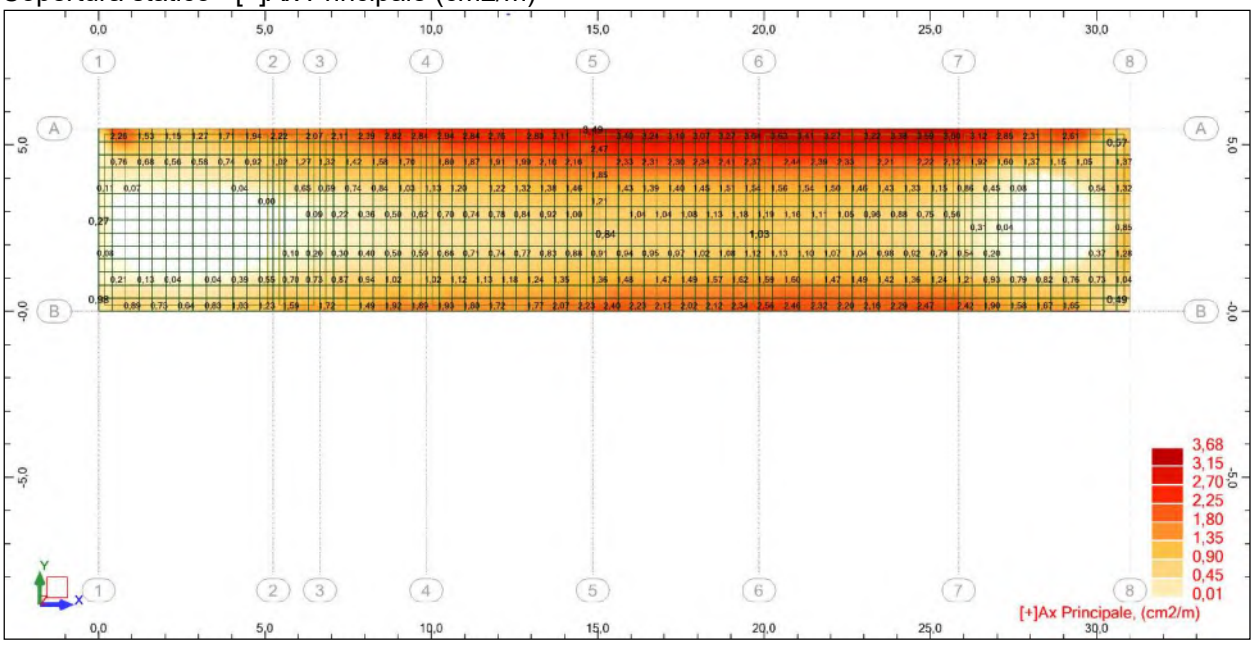


copertura sismico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)

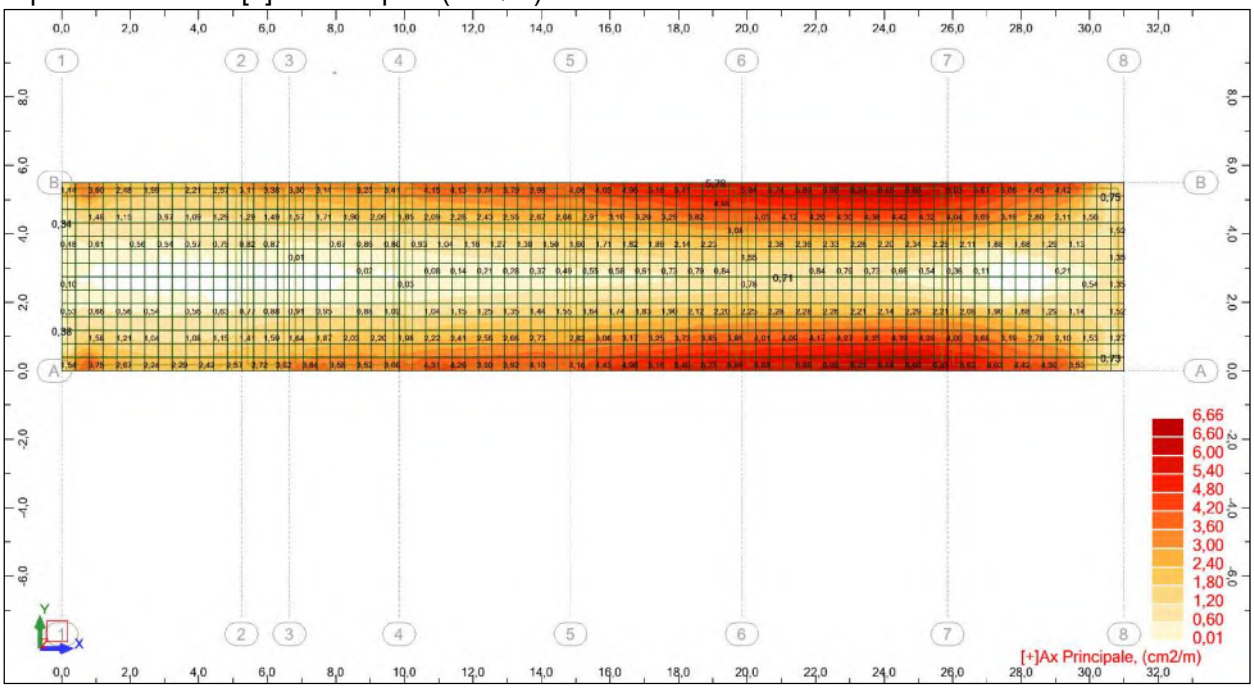


L'armatura inferiore disposta in direzione Y è pari a 1f16/20 (10,05 cm^2/m).

Copertura statico - [+]Ax Principale (cm2/m)

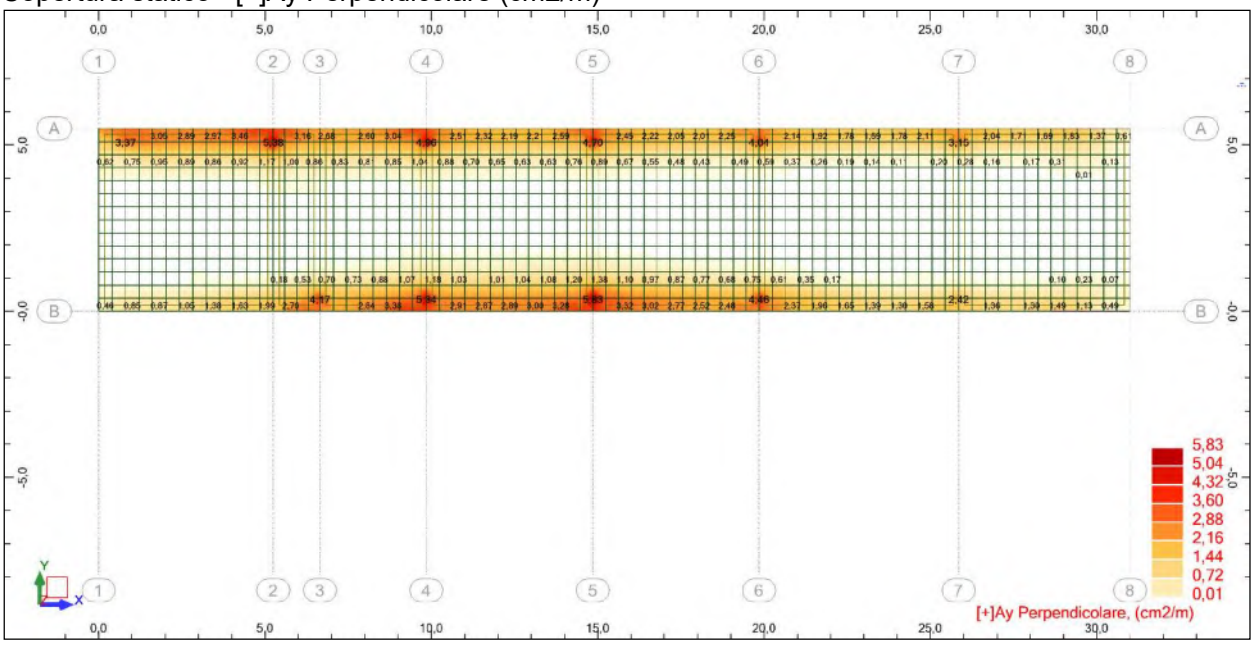


copertura sismico - [+]Ax Principale (cm2/m)

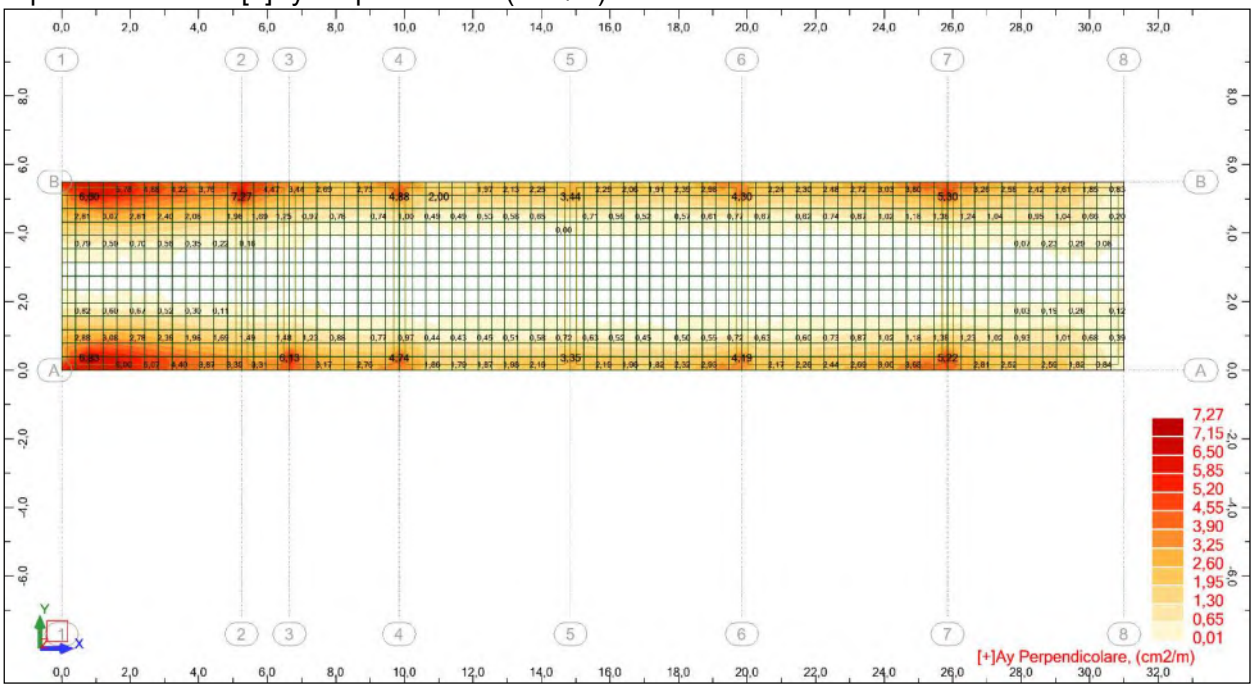


L'armatura superiore disposta in direzione X è pari a 1f12/20 (5,65 cm^2/m).

Copertura statico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



copertura sismico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)



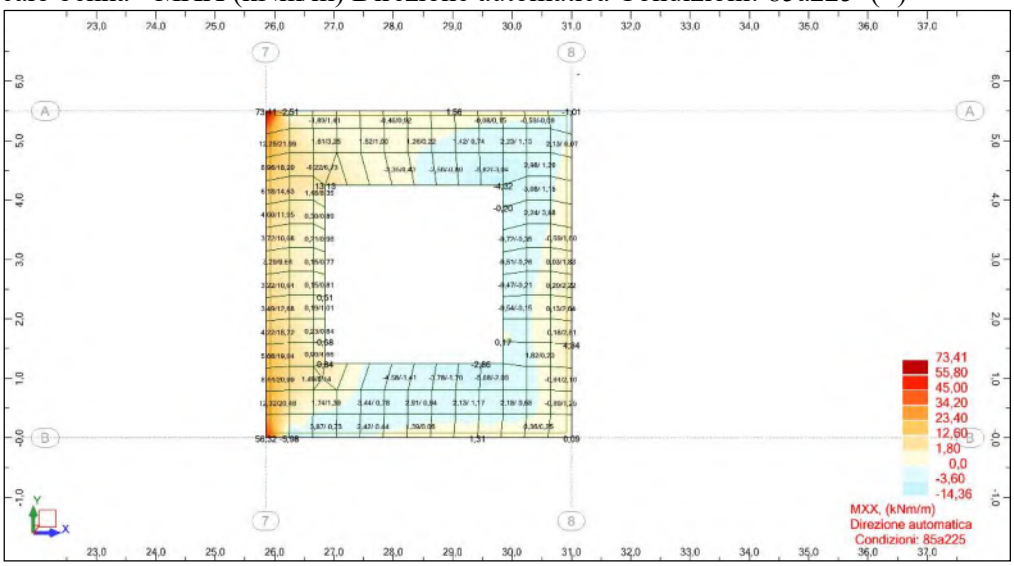
L'armatura superiore disposta in direzione Y è pari a 1f16/20 (10,05 cm^2/m).

18 SOLETTA CALO BENNA ELEVAZIONE +11.40 – VERIFICHE STRUTTURALI

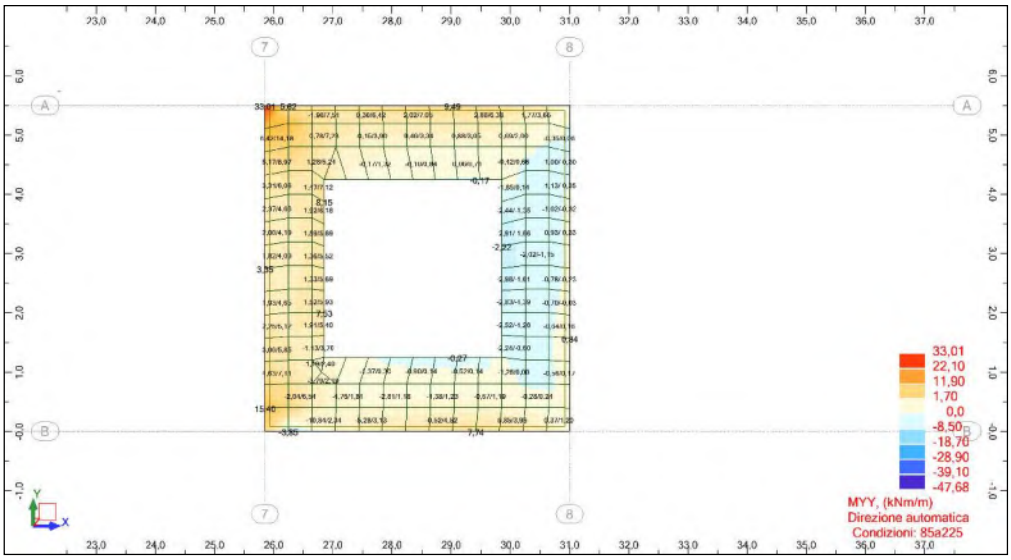
Si riportano di seguito i grafici relativi all'andamento delle solleticazioni sulla parete. Tutti i grafici sono divisi per inviluppo SLU ed inviluppo SLV.

Flessione - Inviluppo combinazioni SLU:

calo benna - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

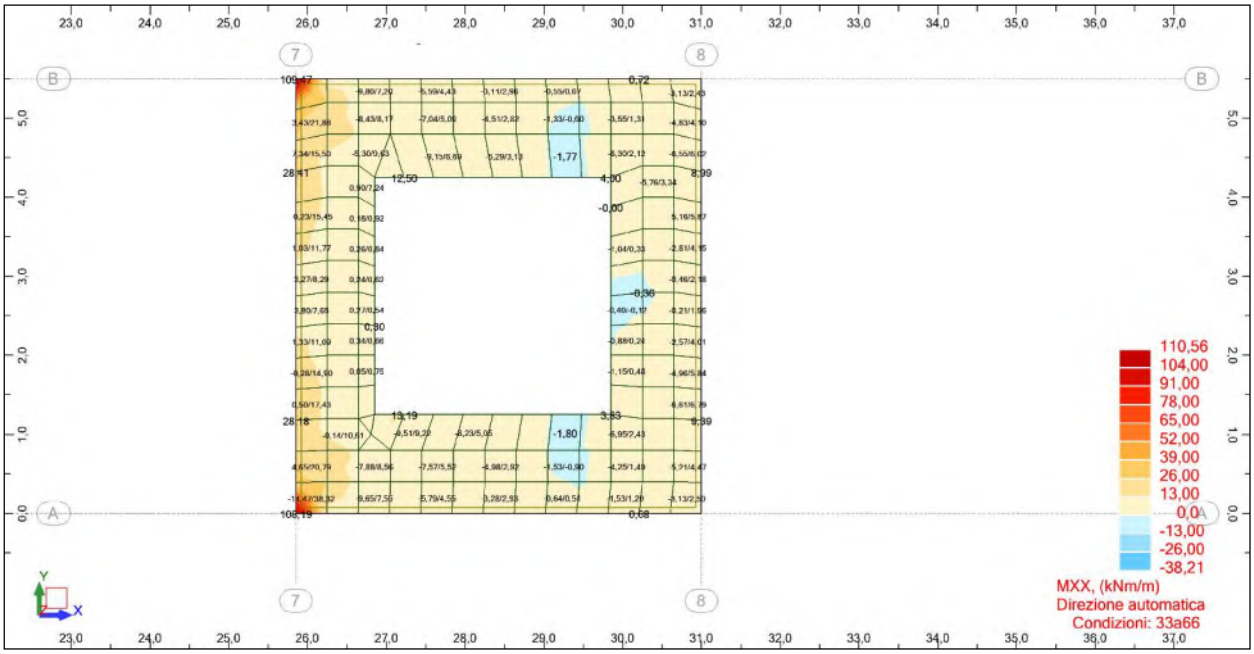


calo benna - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

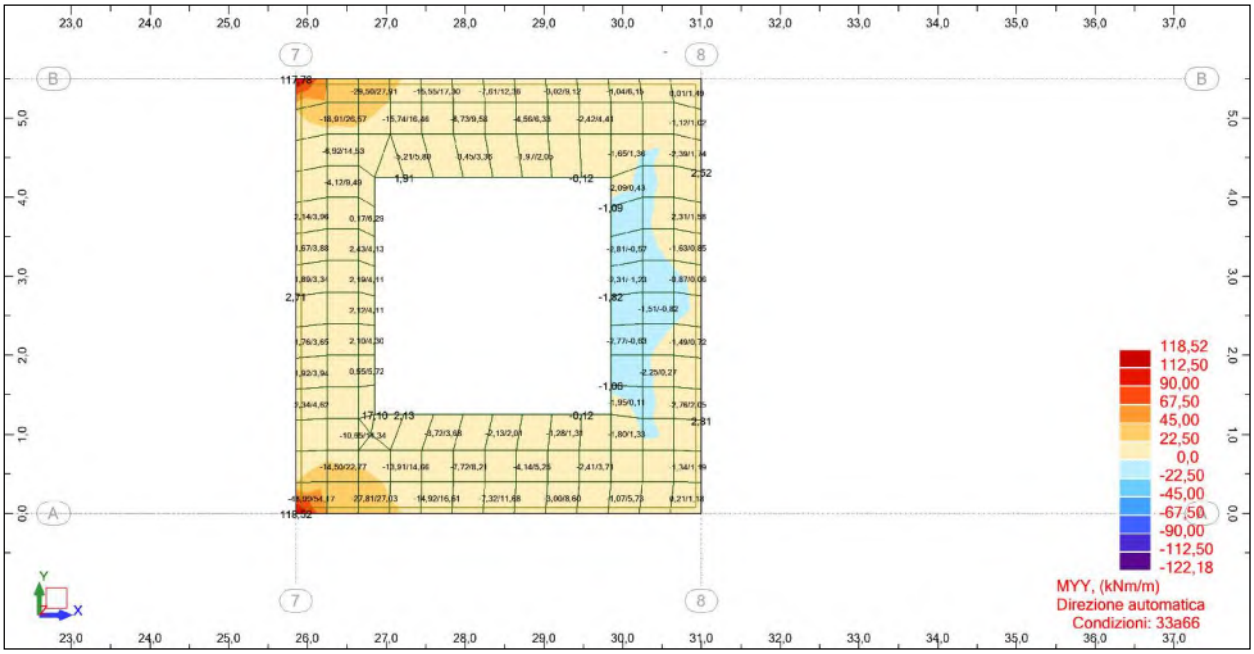


Flessione - Inviluppo combinazioni SLV:

calo benna - MXX (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

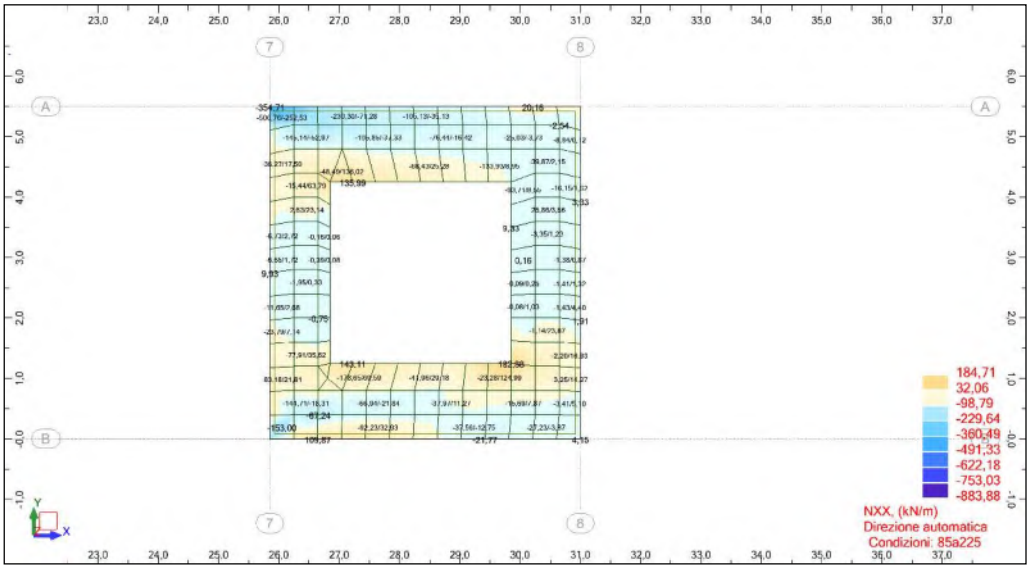


calo benna - MYY (kNm/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

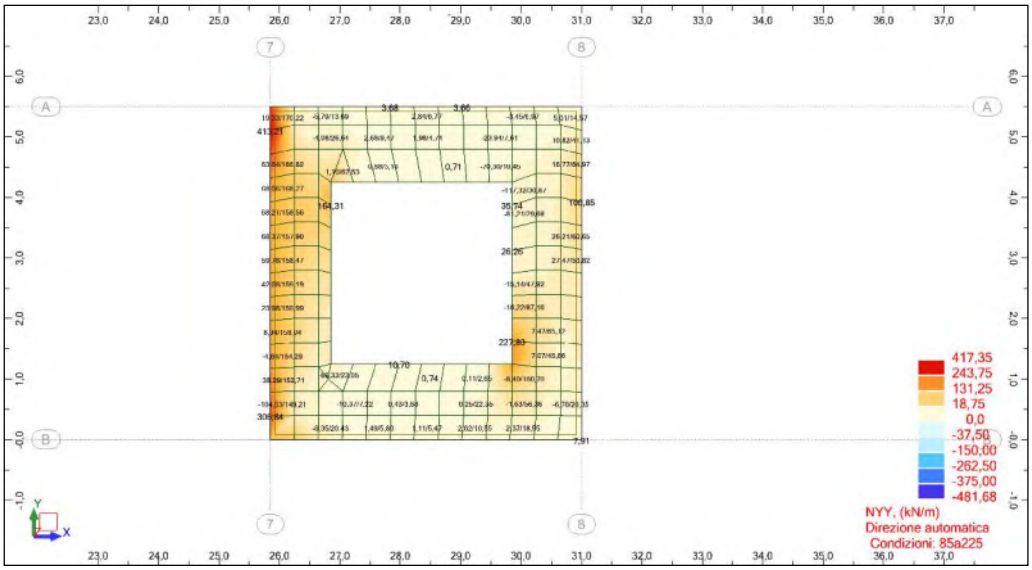


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLU:

calo benna - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

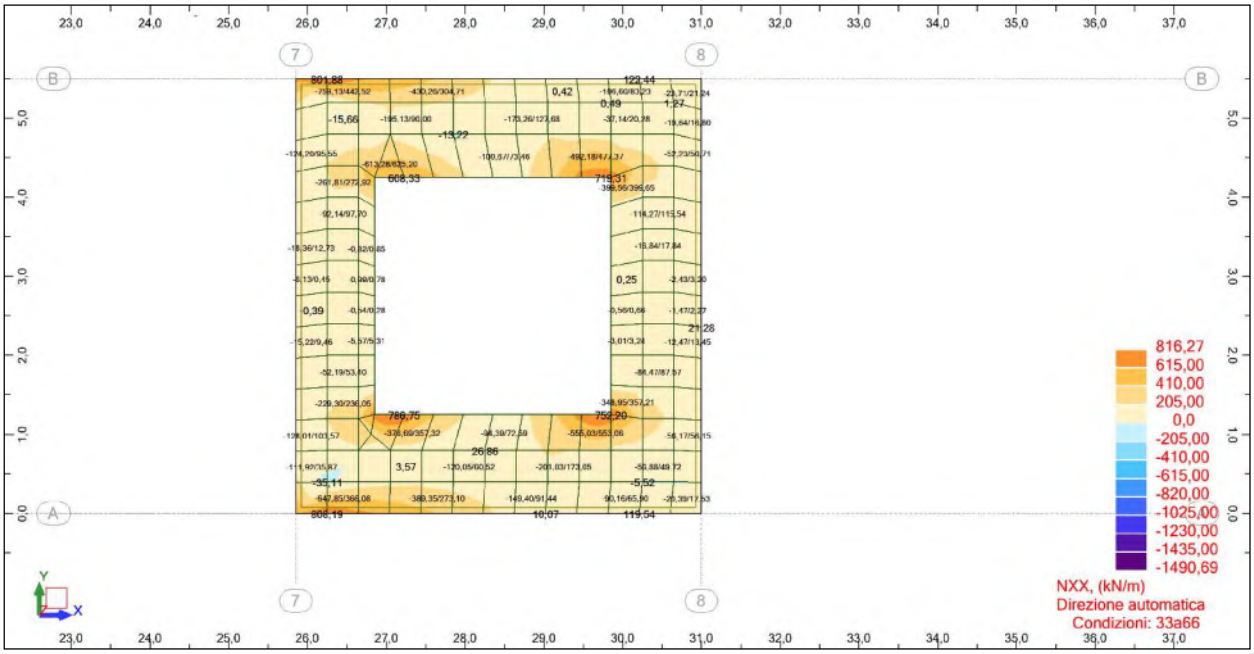


calo benna - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 85a225 (+)

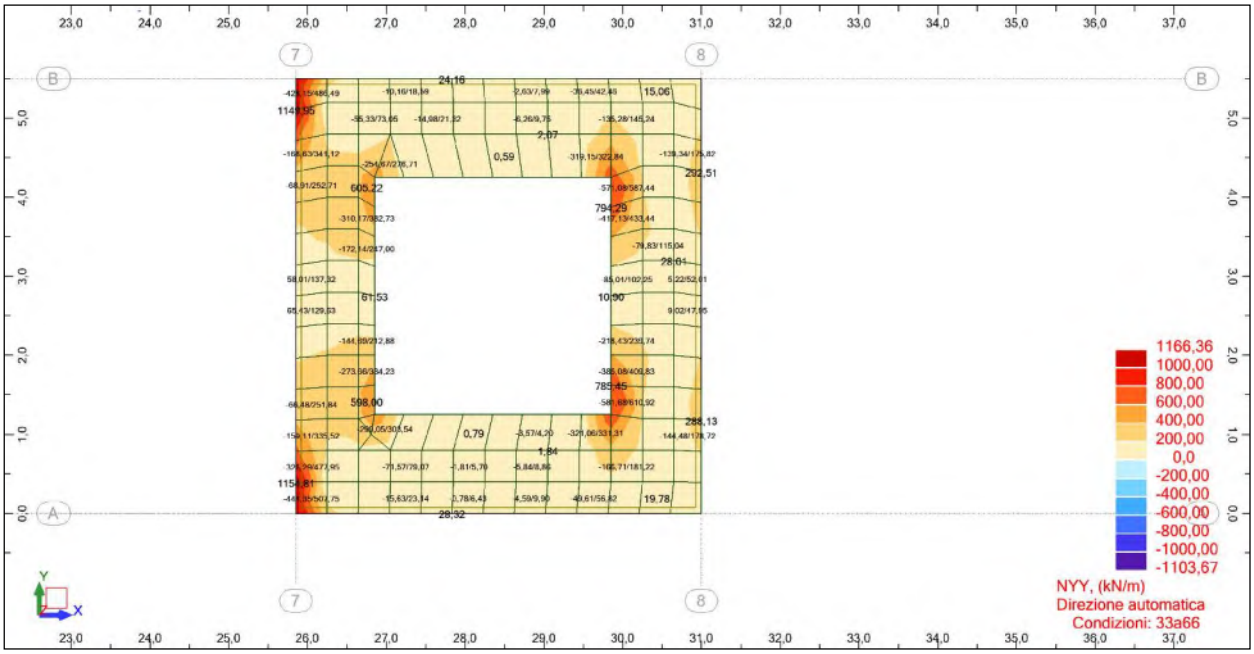


Sforzo normale - Inviluppo combinazioni SLV:

calo benna - NXX (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)



calo benna - NYY (kN/m) Direzione automatica Condizioni: 33a66 (+)

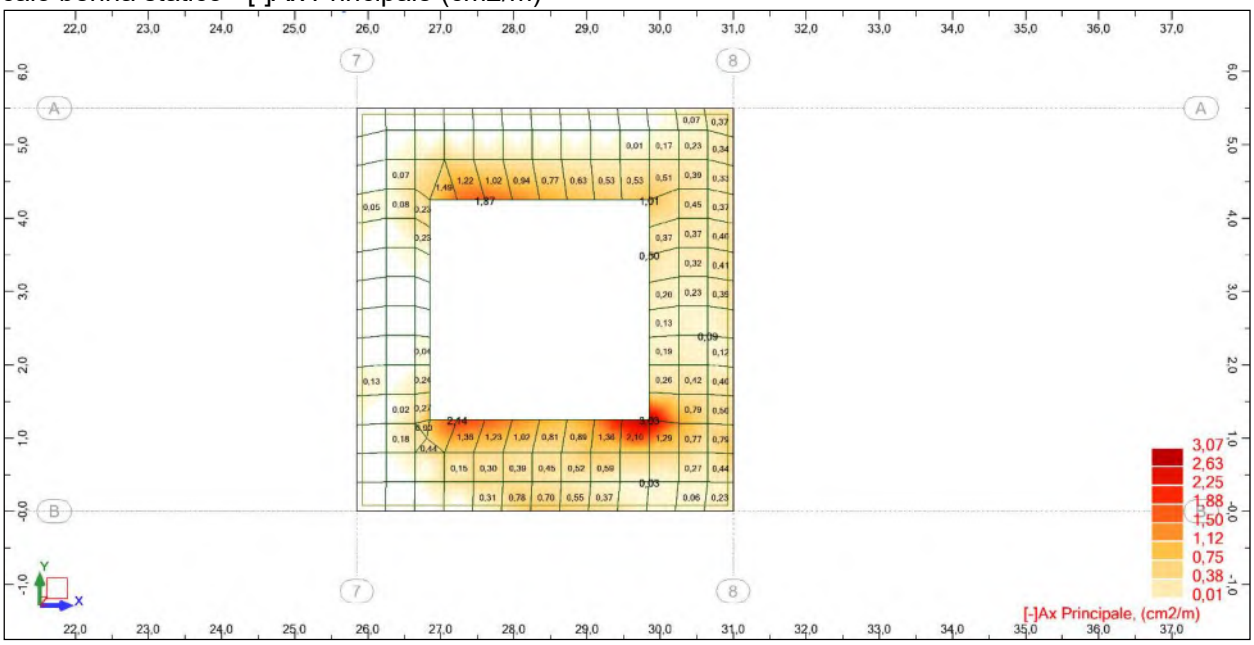


Si riportano di seguito i grafici relativi all'armatura richiesta sulla platea divisi per direzione dell'aramtura e posizione del letto d'armatura.

L'armatura richiesta è presentata sia nell'inviluppo delle combinazioni statiche SLU-SLS che nell'inviluppo delle combinazioni sismiche SLV-SLD. Nelle combinazioni statiche si tiene in conto la verifica della fessurazione a SLS-FRE e SLS-QPR e le limitazioni delle tensioni.

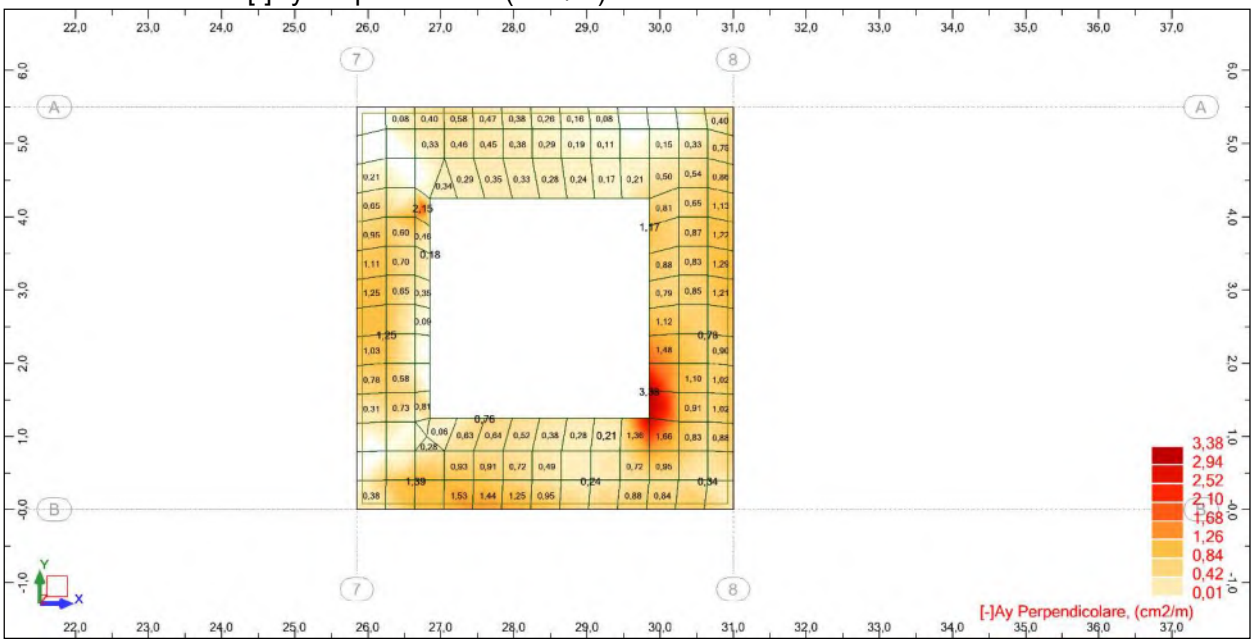
L'armatura disposta rappresenta l'inviluppo tra le combinazioni statiche e quelle sismiche.

calo benna statico - [-]Ax Principale (cm2/m)



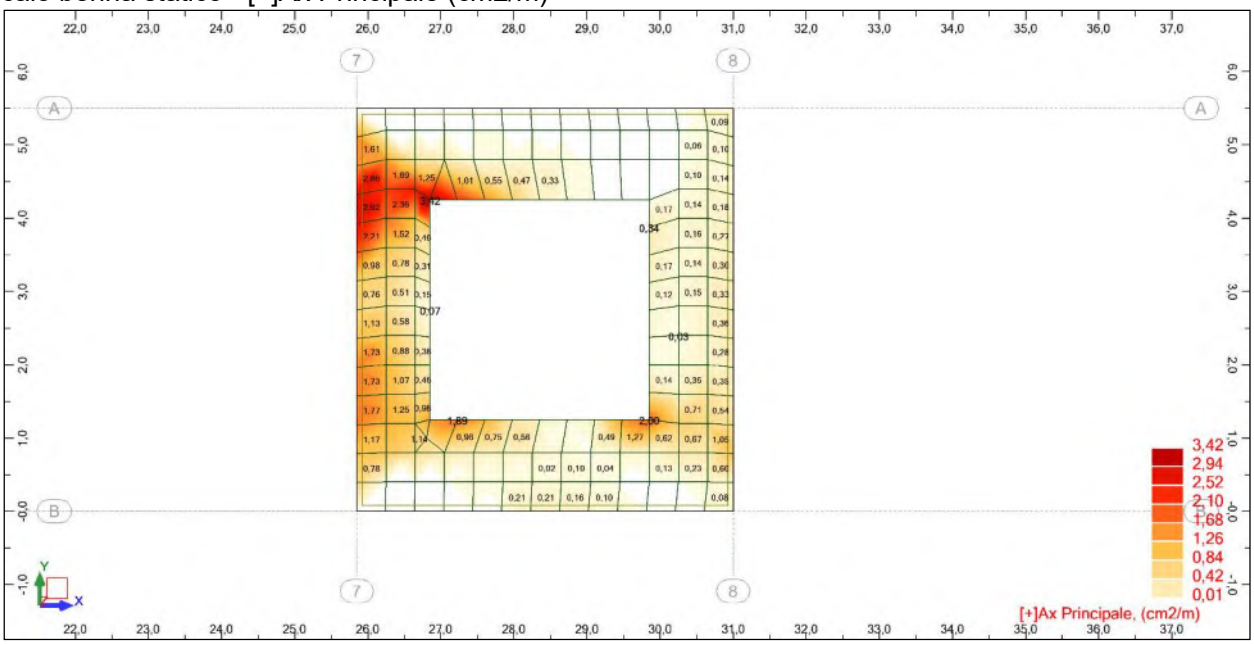
L'armatura inferiore disposta in direzione X è pari a 1f16/10 (20,1 cm^2/m).

calo benna statico - [-]Ay Perpendicolare (cm2/m)



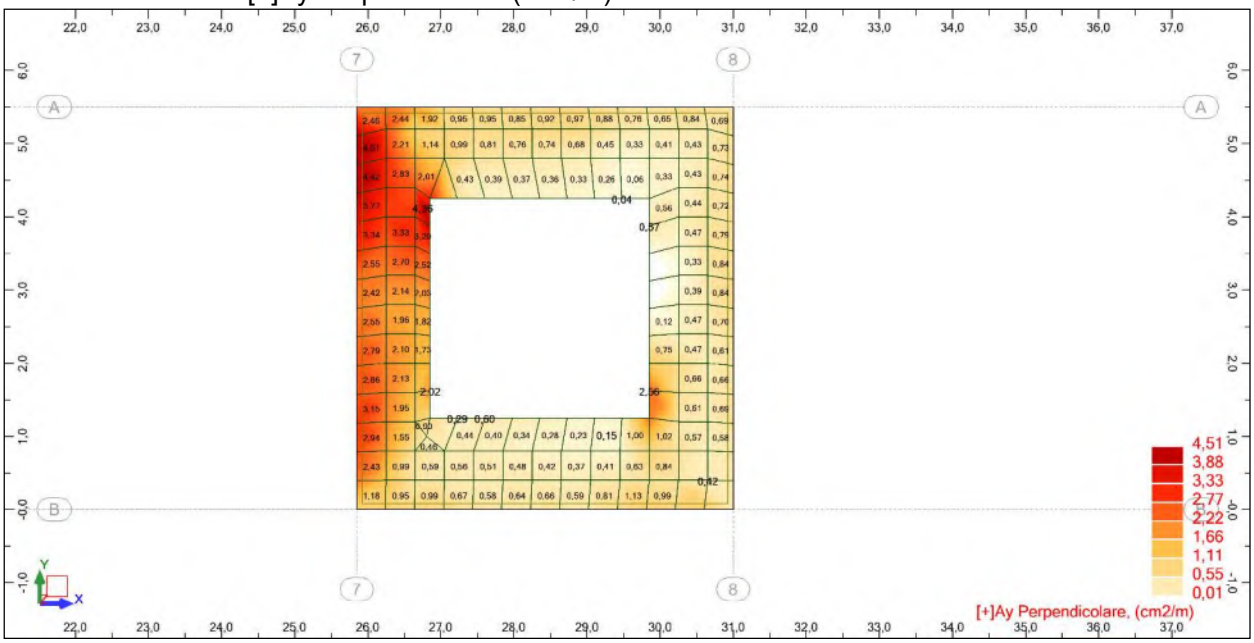
L'armatura inferiore disposta in direzione Y è pari a 1f16/10 (20,1 cm^2/m).

calo benna statico - [+]Ax Principale (cm2/m)



L'armatura superiore disposta in direzione X è pari a 1f16/10 (20,1 cm^2/m).

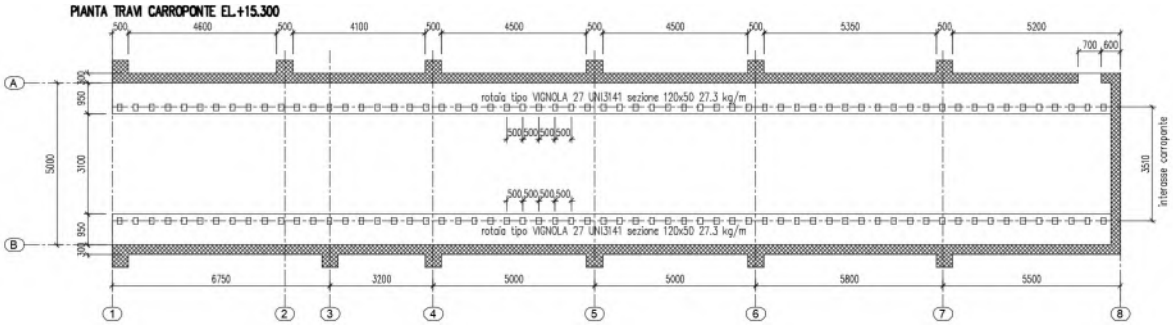
calo benna statico - [+]Ay Perpendicolare (cm2/m)

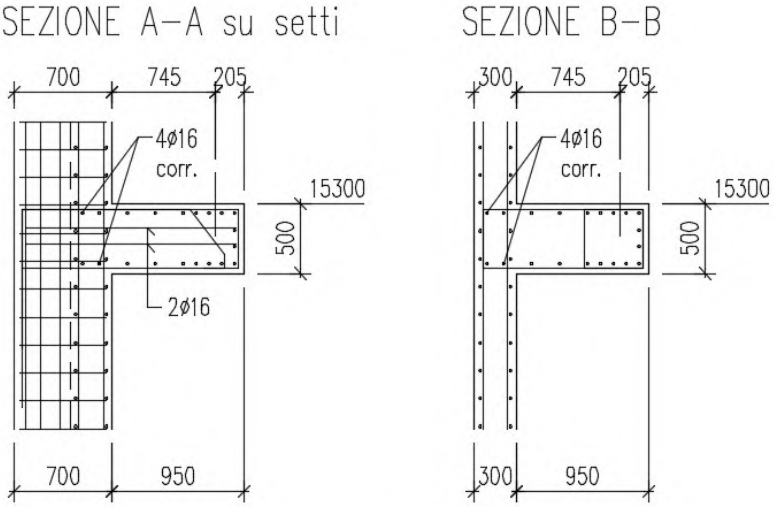


L'armatura superiore disposta in direzione Y è pari a 1f16/10 (20,1 cm^2/m).

19 VERIFICA MENSOLA CARROPONTE

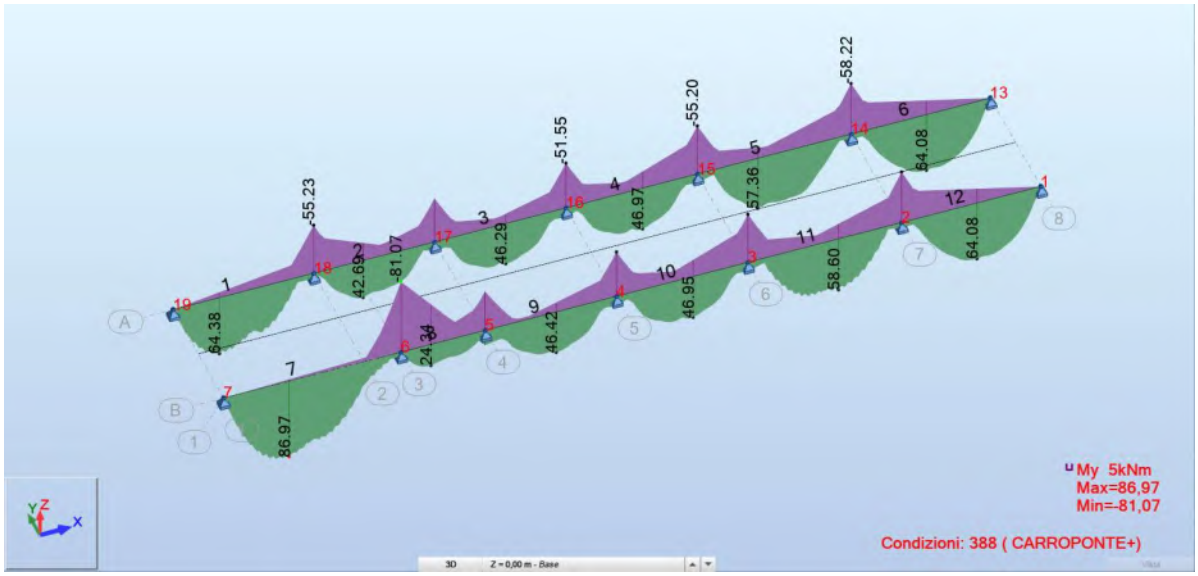
La mensola per il sostegno della via di corsa del carrponte di vincola alle pareti ed ai setti della fossa ad una quota di estradosso di +15.30 m. si sviluppa su tutta la lunghezza della parete sul filo A e sul filo B. ha uno sbalzo di 950 mm dalla parete ed un'altezza di 500 mm. Il binario della via di corsa è posizionato a 745 mm dalla parete.

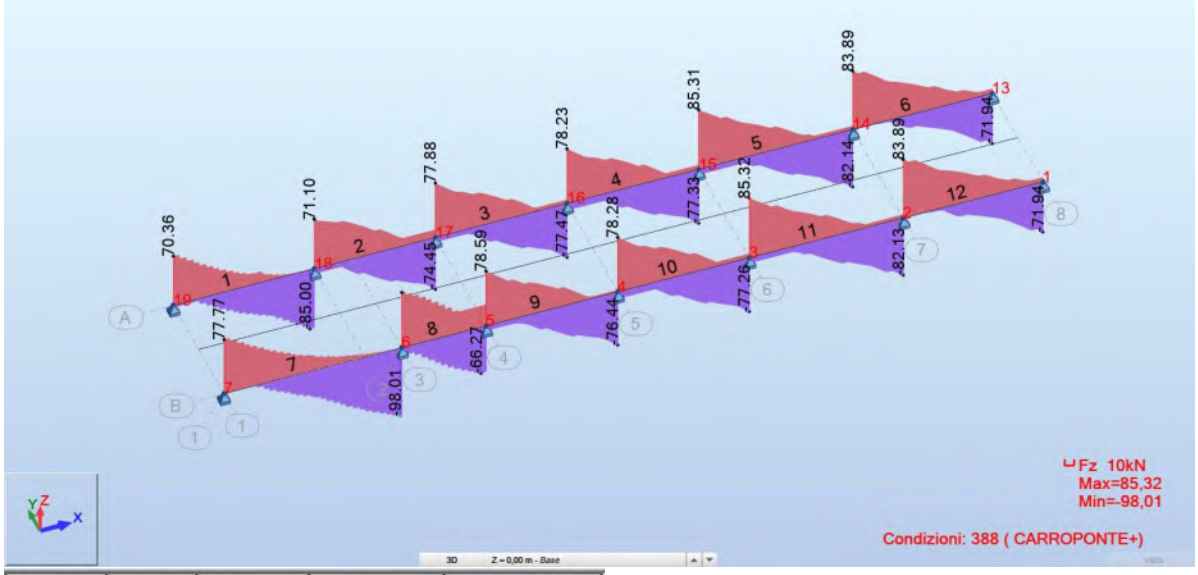




Per il calcolo della mensola è stato considerato un comportamento a trave su più appoggi in corrispondenza ai setti di rinforzo delle pareti. Mensole snelle localizzate in corrispondenza dei setti riportano le azioni sui setti stessi.

Si riportano i diagrammi di inviluppo della sollecitazioni di flessione e taglio del solo carico carro-ponte al variare della sua posizione lungo le travi. queste sollecitazioni sono combinate con il peso proprio e il sovraccarico.





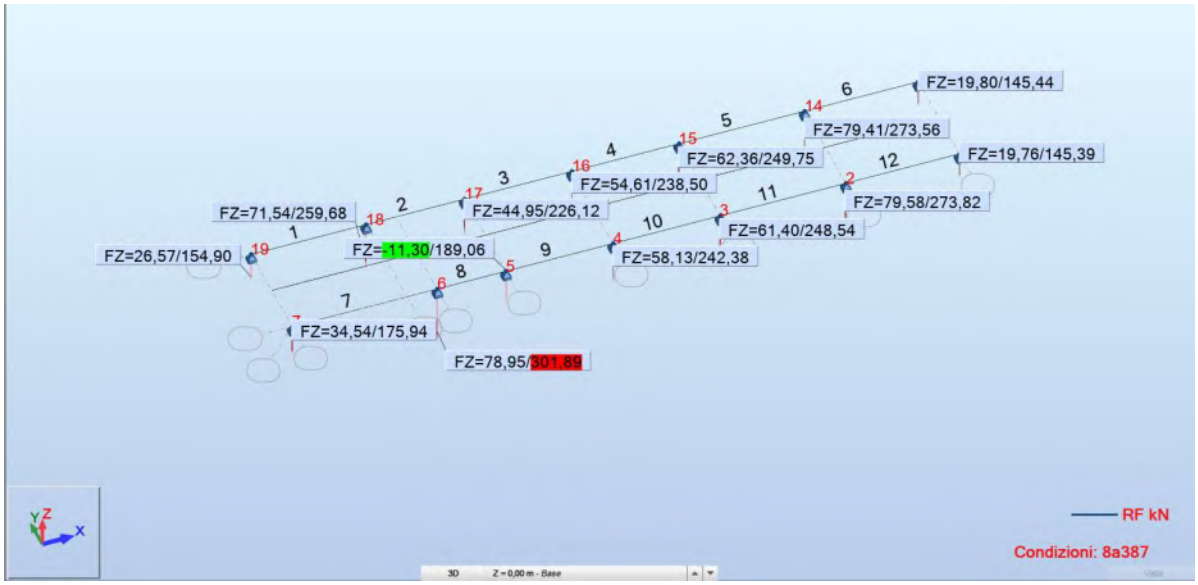
Membro	Sezione	Materiali	Tipo di barra	Parametri dell'armatura
1	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
2	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
3	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
4	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
5	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
6	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
7	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
8	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
9	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
10	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
11	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro
12	B R50x50	C32/40	Trave in CA	carro

Armatura teorica richiesta dalle travi.

Membro/Posizione (m)	Armatura teorica superiore (My) (cm2)	Armatura superiore: disposizione (My)	Armatura teorica inferiore (My) (cm2)	Armatura inferiore: disposizione (My)	Armatura trasversale tipo/disposizione
1					2f12 4*25.0+4*25.0+3*30.0+5*20.0+7*15.0
1/ 0,40	0,0	-	5,85	2f20	
1/ 1,54	0,0	-	10,58	4f20	
1/ 2,67	0,0	-	10,06	4f20	
1/ 3,81	4,21	2f20	5,85	2f20	
1/ 4,95	5,85	2f20	0,0	-	
2					2f12 3*25.0+4*25.0+3*30.0+4*25.0+3*25.0
2/ 0,40	5,85	2f20	0,35	2f20	
2/ 1,35	5,85	2f20	5,85	2f20	
2/ 2,30	5,85	2f20	5,85	2f20	
2/ 3,25	5,85	2f20	5,85	2f20	
2/ 4,20	5,85	2f20	1,13	2f20	
3					2f12 5*20.0+5*20.0+4*25.0+5*20.0+5*20.0
3/ 0,40	5,85	2f20	4,79	2f20	
3/ 1,45	5,85	2f20	5,85	2f20	
3/ 2,50	0,0	-	5,85	2f20	
3/ 3,55	5,85	2f20	5,85	2f20	
3/ 4,60	5,85	2f20	0,81	2f20	
4					2f12 5*20.0+5*20.0+3*30.0+5*20.0+5*20.0
4/ 0,40	5,85	2f20	0,68	2f20	
4/ 1,45	5,85	2f20	5,85	2f20	
4/ 2,50	5,85	2f20	5,85	2f20	
4/ 3,55	5,85	2f20	5,85	2f20	
4/ 4,60	5,85	2f20	0,68	2f20	
5					2f12 5*20.0+6*20.0+4*30.0+6*20.0+5*20.0
5/ 0,40	5,85	2f20	0,0	-	
5/ 1,66	5,85	2f20	5,85	2f20	
5/ 2,92	0,07	2f20	9,22	3f20	
5/ 4,19	5,85	2f20	5,85	2f20	
5/ 5,45	10,14	4f20	0,0	-	
6					2f12 7*15.0+5*20.0+3*30.0+4*25.0+4*25.0
6/ 0,40	10,13	4f20	0,0	-	
6/ 1,52	5,85	2f20	5,85	2f20	
6/ 2,65	0,20	2f20	10,42	4f20	
6/ 3,77	0,0	-	10,31	4f20	
6/ 4,90	0,0	-	5,85	2f20	
7					2f12 6*20.0+7*20.0+5*25.0+9*15.0+9*15.0
7/ 0,40	0,0	-	5,85	2f20	
7/ 1,89	0,0	-	13,19	5f20	
7/ 3,37	0,0	-	12,77	5f20	
7/ 4,86	0,0	-	10,03	4f20	
7/ 6,35	12,10	4f20	0,0	-	
8					2f12 3*20.0+3*20.0+2*25.0+2*30.0+2*30.0
8/ 0,40	12,98	5f20	0,0	-	
8/ 1,00	10,32	4f20	4,56	2f20	
8/ 1,60	5,85	2f20	5,85	2f20	
8/ 2,20	5,85	2f20	5,85	2f20	
8/ 2,80	5,85	2f20	5,85	2f20	
9					2f12 4*25.0+4*25.0+4*25.0+5*20.0+5*20.0
9/ 0,40	5,85	2f20	5,85	2f20	
9/ 1,45	0,0	-	5,85	2f20	
9/ 2,50	0,0	-	8,48	3f20	
9/ 3,55	5,85	2f20	5,85	2f20	
9/ 4,60	5,85	2f20	0,77	2f20	
10					2f12 5*20.0+5*20.0+3*30.0+5*20.0+5*20.0
10/ 0,40	5,85	2f20	0,48	2f20	
10/ 1,45	5,85	2f20	5,85	2f20	
10/ 2,50	5,85	2f20	5,85	2f20	
10/ 3,55	5,85	2f20	5,85	2f20	
10/ 4,60	5,85	2f20	0,70	2f20	
11					2f12 5*20.0+6*20.0+4*30.0+6*20.0+5*20.0
11/ 0,40	5,85	2f20	0,0	-	
11/ 1,66	5,85	2f20	5,85	2f20	
11/ 2,92	0,05	2f20	9,24	3f20	
11/ 4,19	5,85	2f20	5,85	2f20	
11/ 5,45	10,15	4f20	0,0	-	
12					2f12 7*15.0+5*20.0+3*30.0+4*25.0+4*25.0
12/ 0,40	10,14	4f20	0,0	-	
12/ 1,52	5,85	2f20	5,85	2f20	
12/ 2,65	0,21	2f20	10,41	4f20	
12/ 3,77	0,0	-	10,31	4f20	
12/ 4,90	0,0	-	5,85	2f20	

L’armaturra disposta è pari a 5+5f20 correnti e staffe f12/15 per un metro di lunghezza a partire dagli appoggi e 1f12/20 nella parte centrale.

La reazione massima è pari a 301 kN in corrispondenza del nodo 6.



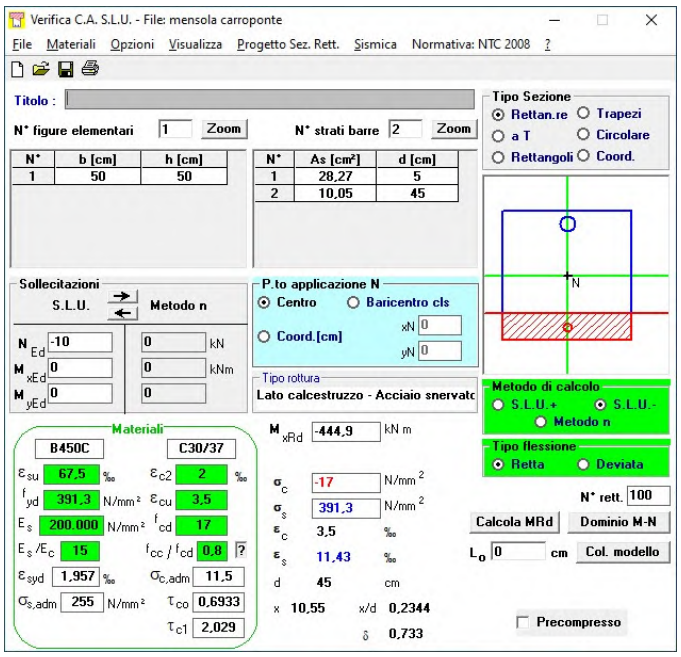
Si progetta una mensola che sorregge la trave carroponte a partire dai setti della parete.

La mensola è sollecitata dalle seguenti azioni:

VEd = 301 kN	taglio di progetto
B = 0,9 m	sbalzo di calcolo mensola
MEd = 271 kNm	momento flettente di progetto

Per la flessione si considera una larghezza della mensola pari alla larghezza del setto, 50 cm, in modo che le armature ricadano nella larghezza del setto.

Per il taglio si considera una larghezza collaborante pari a 1,5 m. Si verifica la sezione resistente senza armatura specifica al taglio.



Armatura superiore 9f20 (28,26 cm^2)

Armatura inferiore 5f20 (15,70 cm^2)

MRd = 445 kNm > MEd

Resistenza al taglio				
Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio				
Rck	40			
fck	33,2	N/mm2		
γc	1,5			
bw	1500	mm		
d	500	mm		
k	1,63			
vmin	0,42	N/mm2		
Asl (armatura longitudinale)	2826	mm2		
$\rho 1$	0,004	<	0,02	ok
V_{Rd}	**341,06**	kN		
$V_{Rd >}$	315,47	kN	ok	

VRd > VEd.

Oltre all'armatura in corrispondenza dei setti di parete, la trave del carroponte è vincolata alla parete con staffni f16 mm con passo pari a 200 mm.

20 VERIFICA SETTI DELLE PARETI

Le pareti longitudinali della fossa sul filo A e sul filo B sono irrigidite da setti che partono dalla fondazione e arrivano fino in copertura.

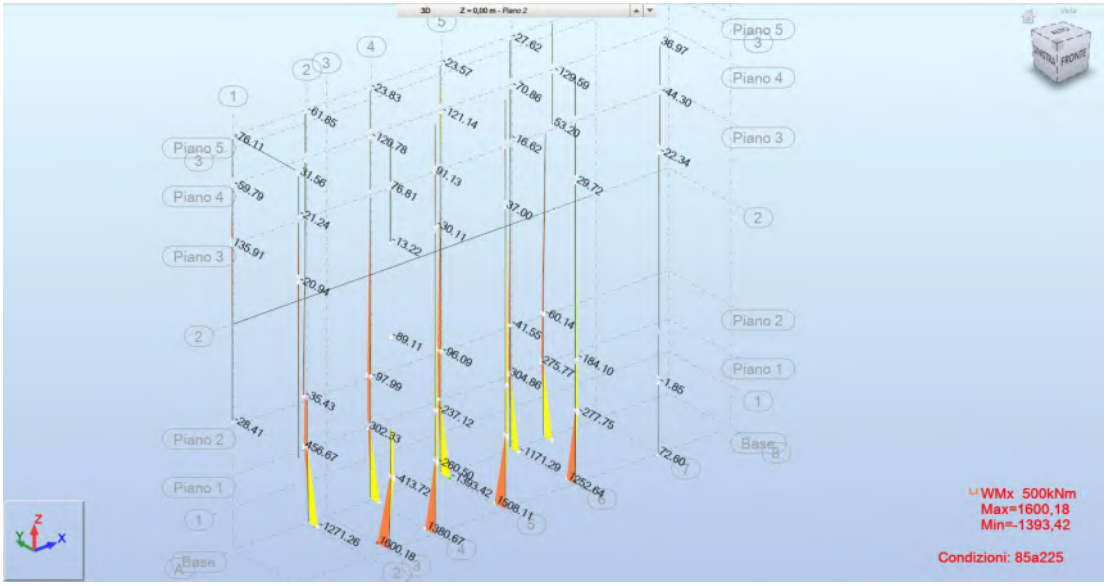
La sezione dei setti varia sull'altezza: 50 cm in larghezza x 50 cm in altezza sotto piano campagna sulla parete spessa 50 cm.

La sezione diventa 50 cm in larghezza x 40 cm in altezza da piano campagna in copertura.

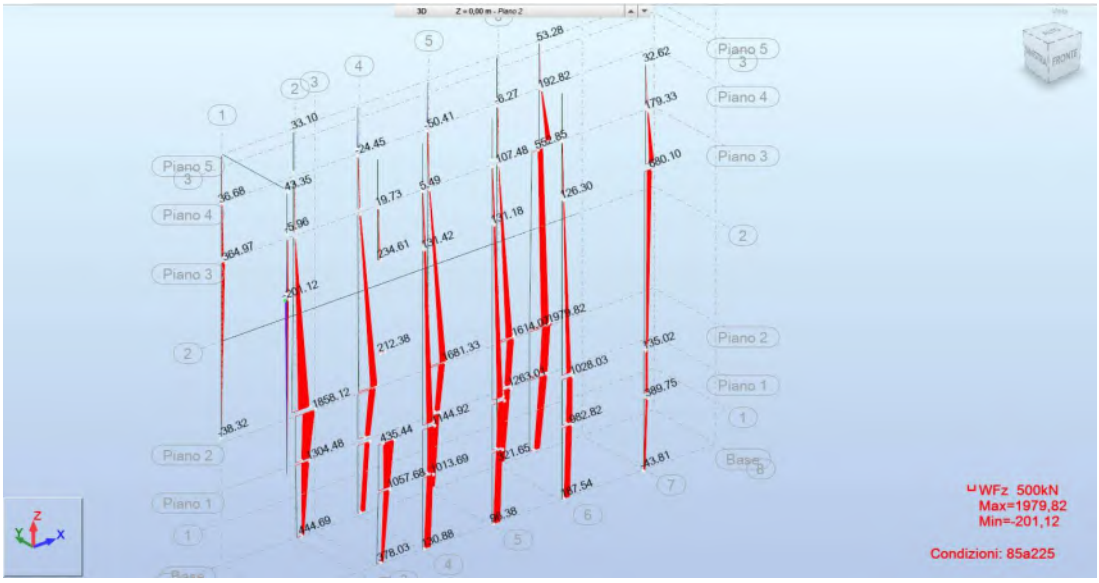
Il comportamento dei setti è di seguito verificato sia per le combinazioni statiche che per quelle sismiche. Per il calcolo dell'armatura del setto si è stata considerata una parte della parete come collaborante. Per la parete da fondazione a ±0.00 la larghezza collaborante della parete è pari a 1,4 m. per la parte sopraterra del setto la larghezza collaborante della parete è pari a 1,0 m.

<u>Azioni sui setti:</u>

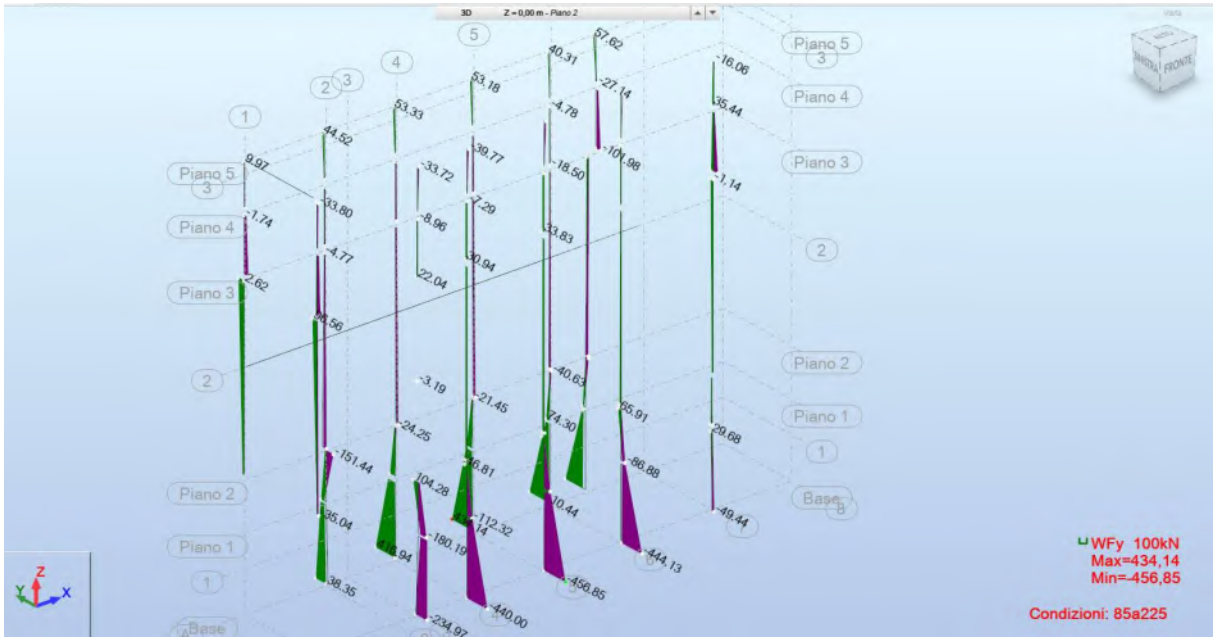
flessione **M_{ED}_SLU**



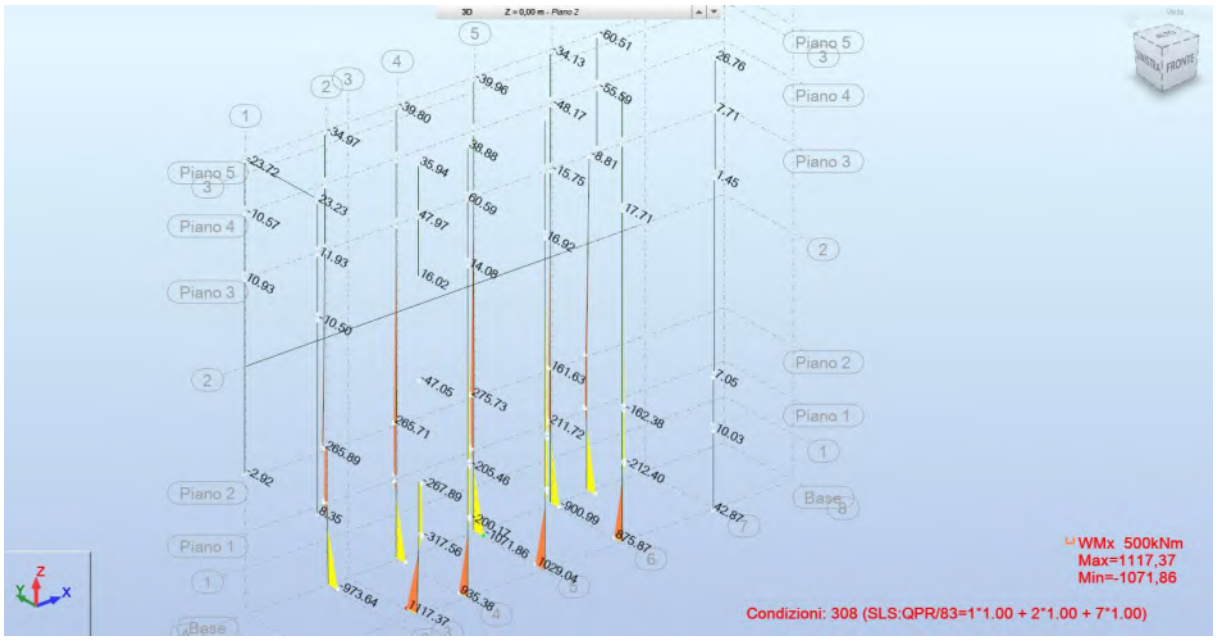
Azione assiale **N_{ED}_SLU**



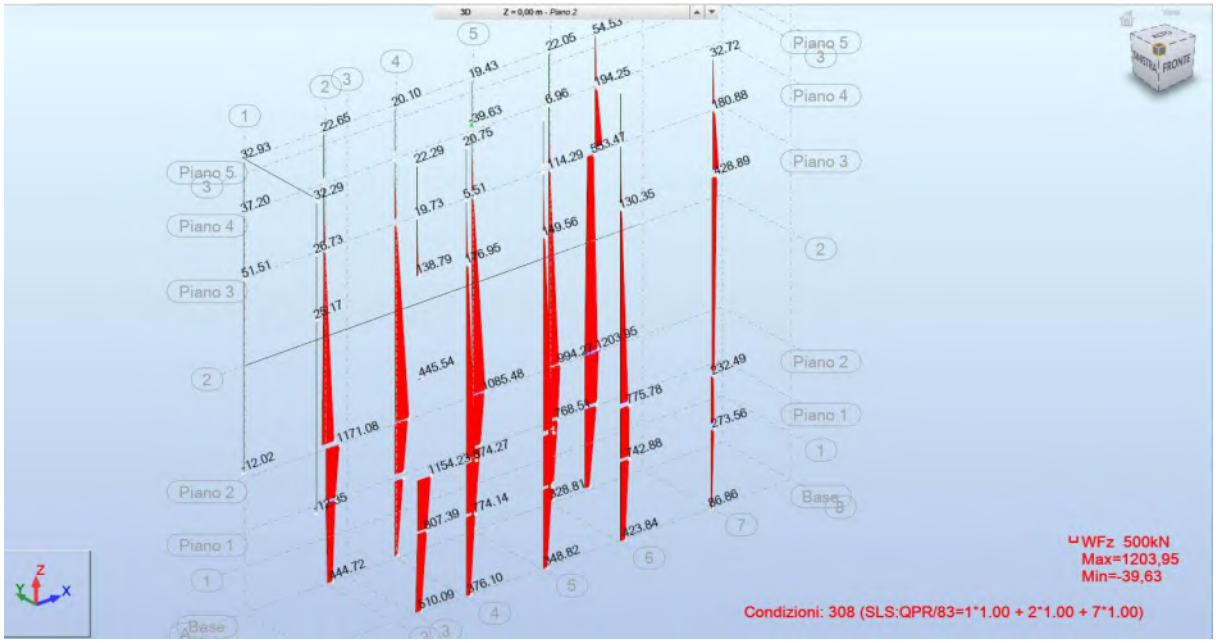
Taglio V_{ED}_SLU



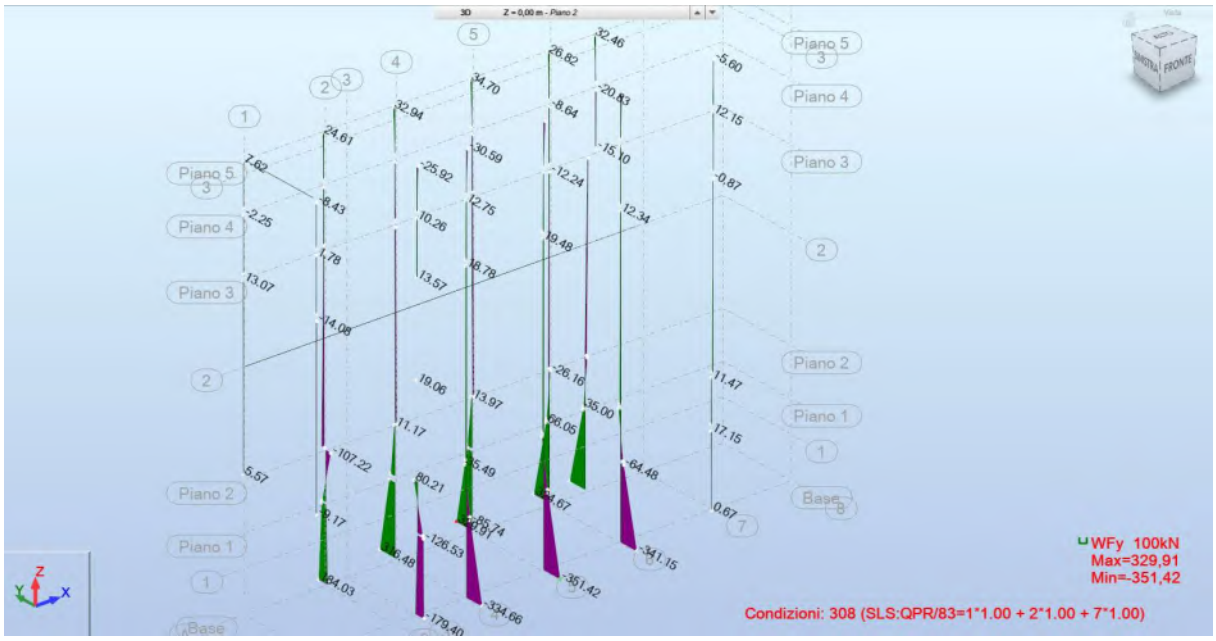
flessione **M_{ED}_SLS-QPR**



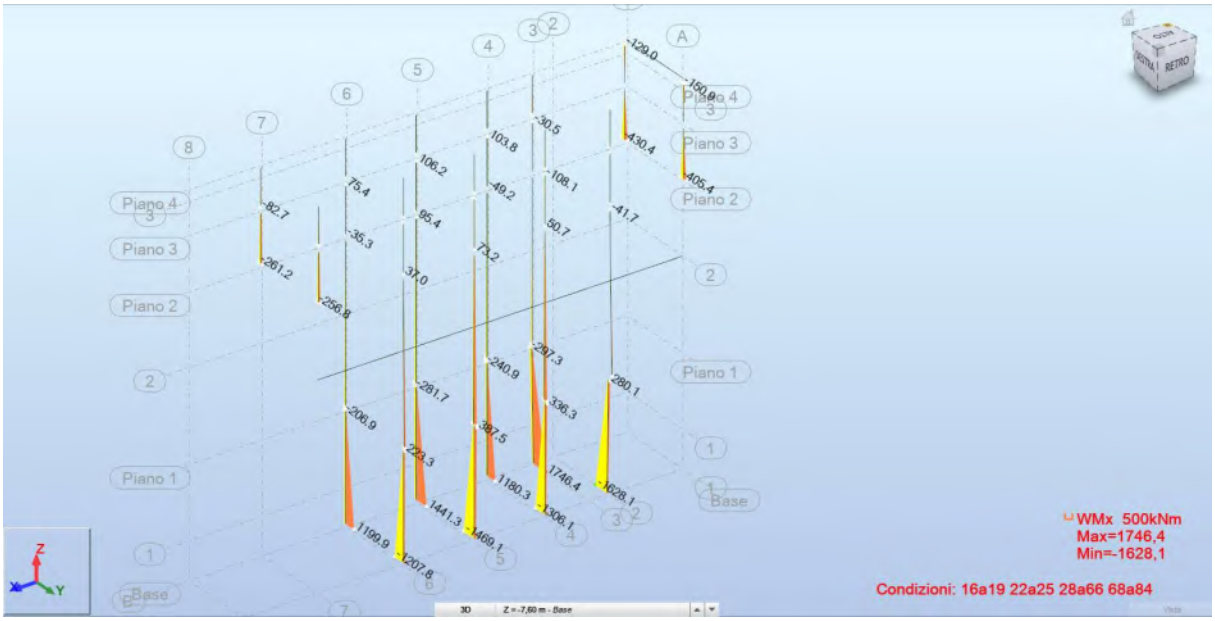
Azione assiale **N_{ED}_SLS-QPR**



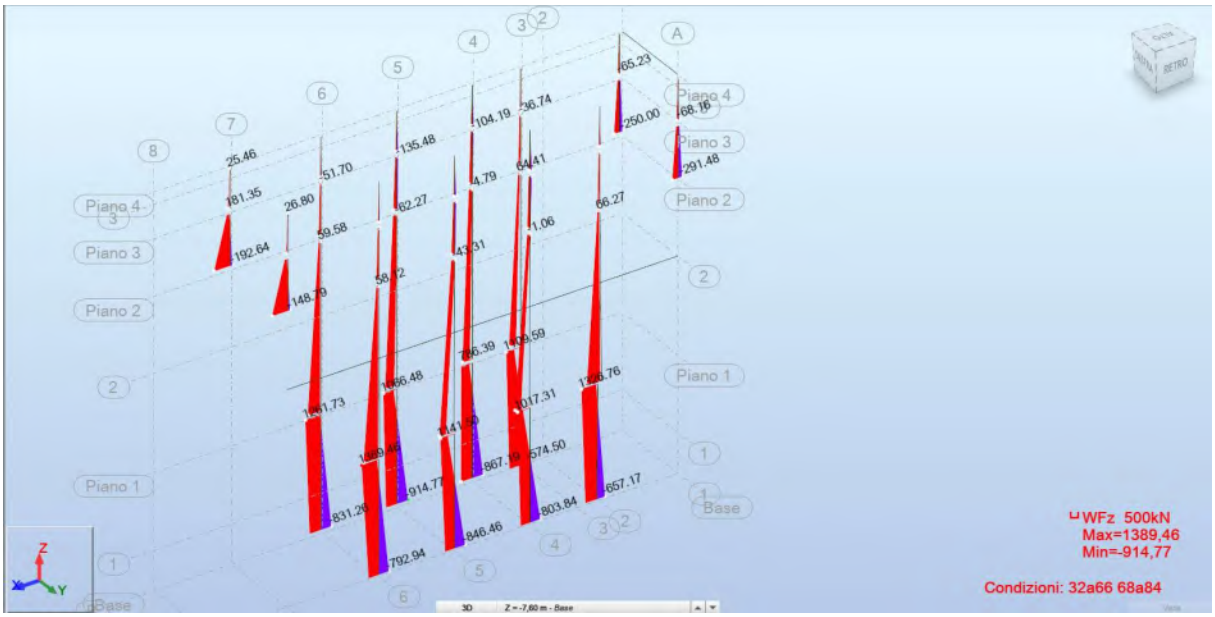
Taglio **V_{ED}_SLS-QPR**



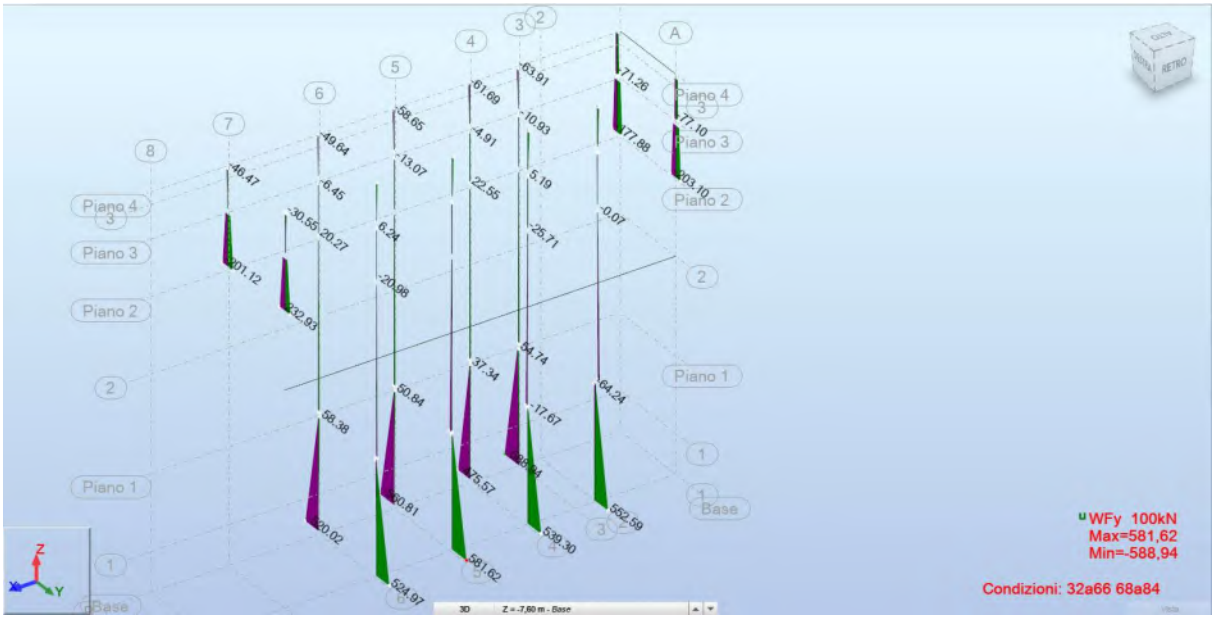
flessione **M_{ED}_SLV**



Azione assiale **N_{ED}_SLV**



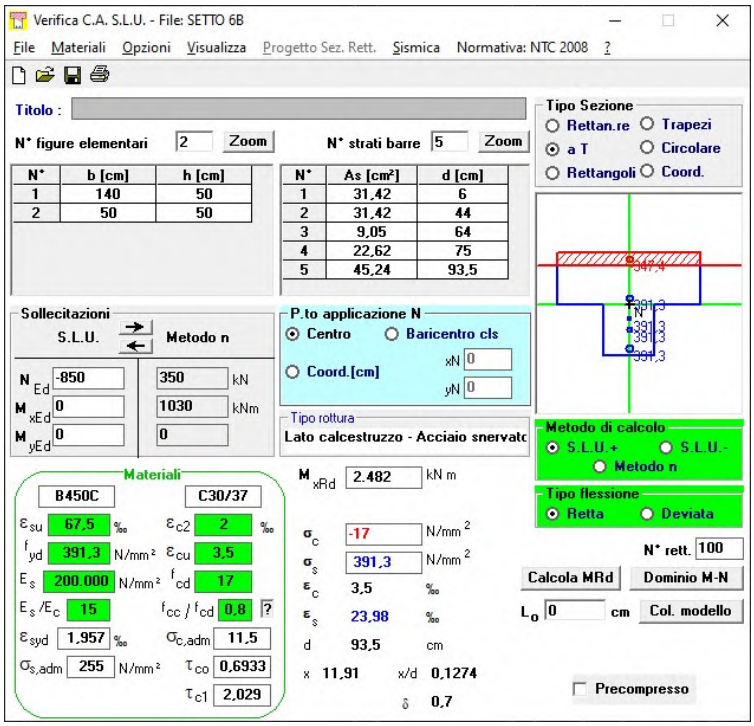
Taglio **V_{ED}_SLV**



Si riportano le verifiche del setto maggiormente sollecitato secondo le seguenti azioni:

Azioni sui setti							
SETTO DA EL.-7.50 A EL.+0.00				SETTO DA EL.+0.00 A EL.+17.80			
	SLU	SLV	SLS-QPR_0,2		SLU	SLV	SLS-QPR_0,2
MEd [kNm]	1510	1470	1030	MEd [kNm	135	430	60
Ned [kN]	95	-850	350	Ned [kN]	-200	-300	25
Ved [kN]	460	580	350	Ved [kN]	100	235	20
Valori di N negativi corrispondono a trazione							

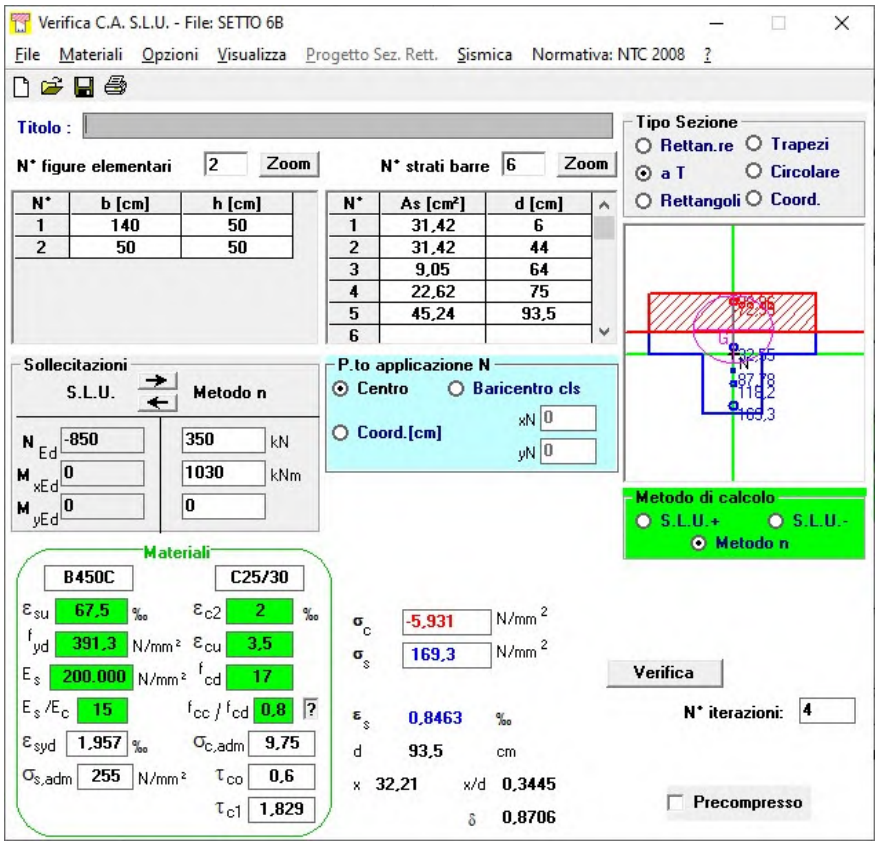
Setti da el. -7.50 a el. +0.00



Considerando una trazione NEd = 850 kN, il momento flettente resistente è pari a 2480 kNm

MRd> MEd = 1510 kNm

Si riporta la verifica delle sollecitazioni in fase di esecizio quasi permanente:



Tensione nell'acciaio sigma s = 169 N/mm^2 con barre di diametro 24 mm.

Si procede ad una verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta, da tabella C4.1.II si ricava il diametro massimo delle barre di armatura per il controllo di fessurazione:

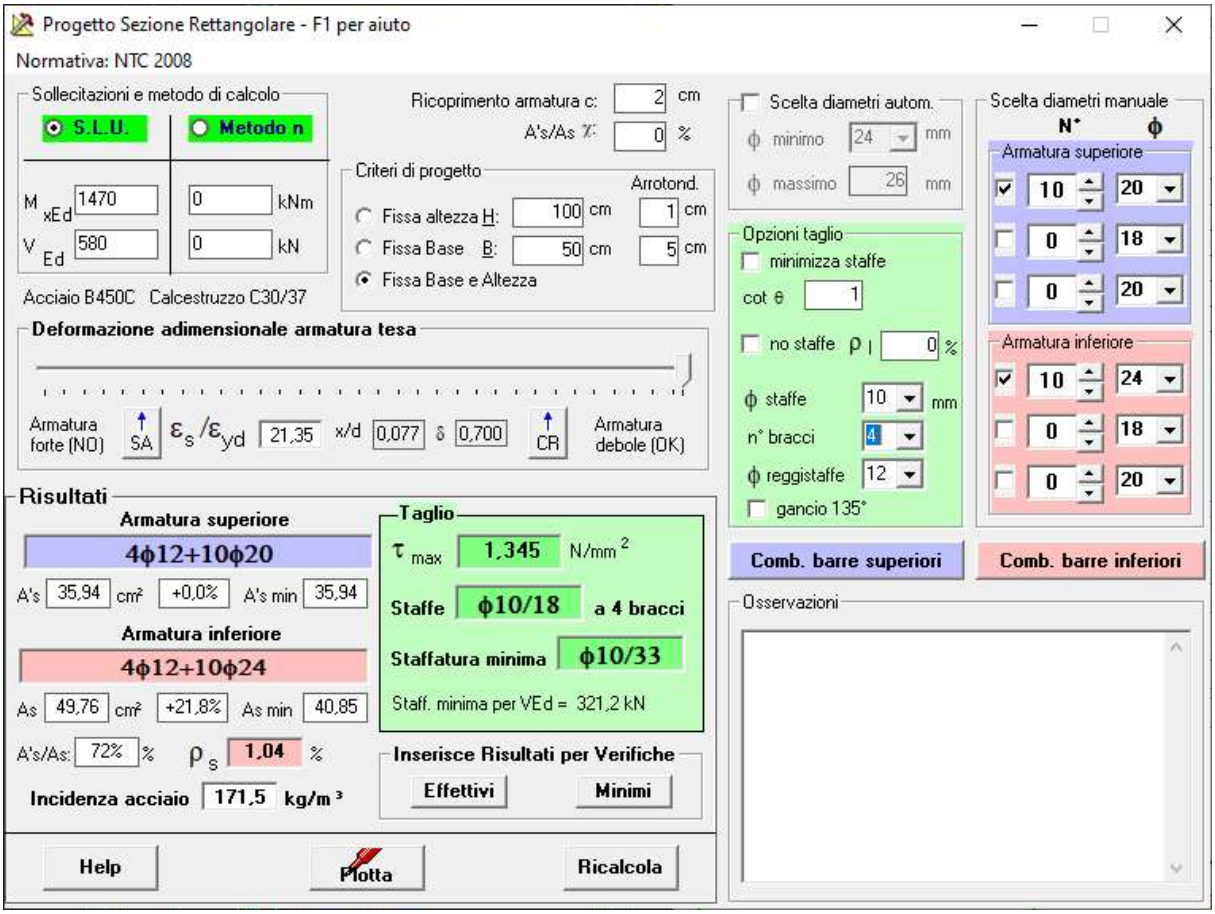
w1=0,2 mm

per un diametro 25 mm la tensione massima deve essere pari a 160 N/mm2.

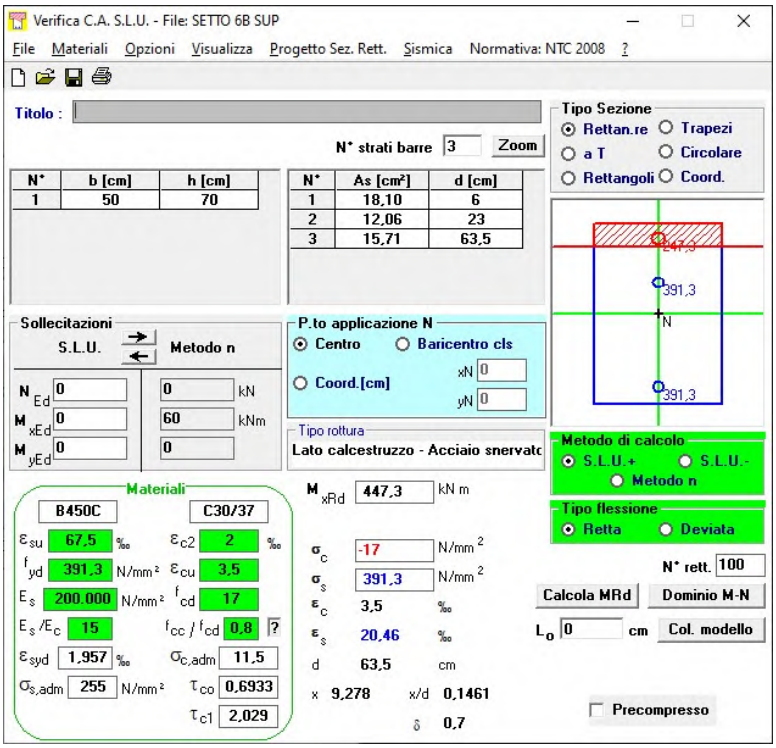
Si ritiene soddisfatta la verifica della fessurazione con un diametro di 24 mm e tensione massima nella barra pari a 169 N/mm2.

Di seguito verifica al taglio.

Si dispongono staffe diametro 10 mm a 4 braccia passo 15.



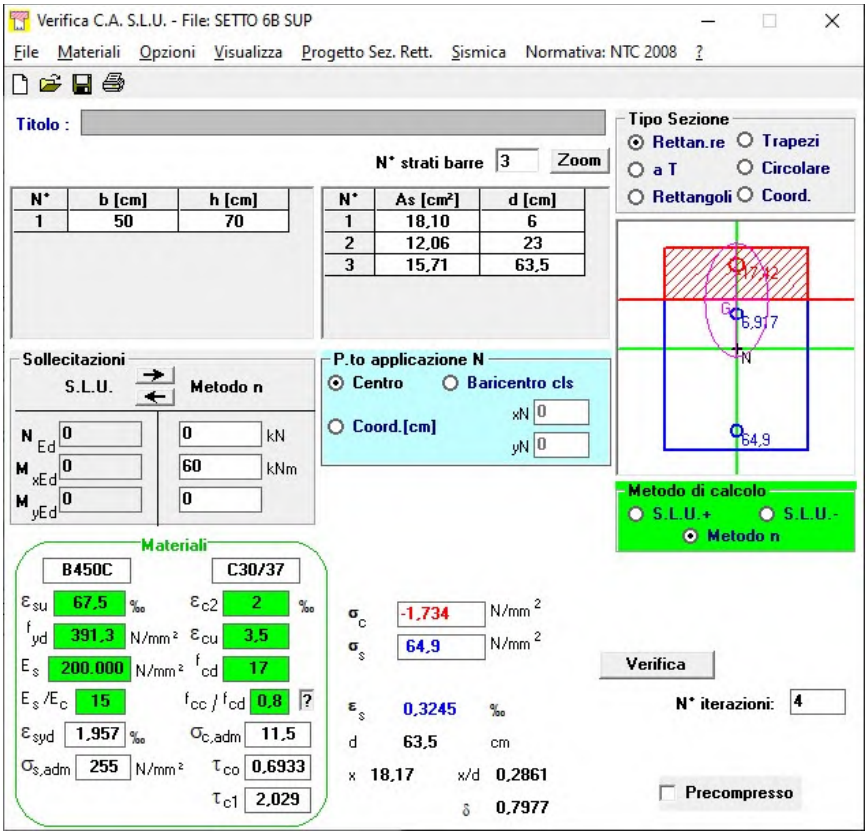
Setti da el. +0.00 a el. +17.80



Considerando una trazione NEd = 300 kN, il momento flettente resistente è pari a 447 kNm

MRd> MEd = 430 kNm

Si riporta la verifica delle sollecitazioni in fase di esecizio quasi permanente:



Tensione nell'acciaio sigma s = 65 N/mm2 con barre di diametro 20 mm.

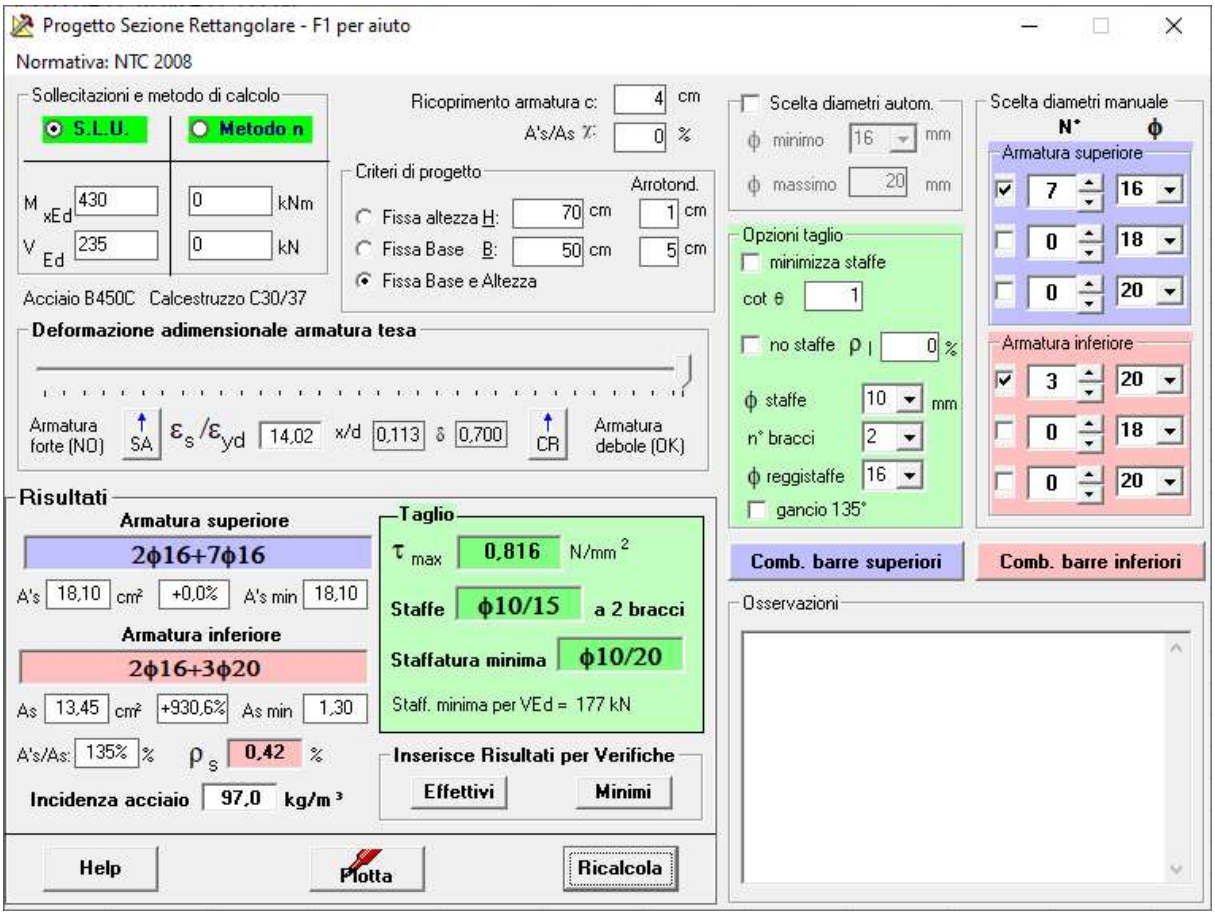
Si procede ad una verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta, da tabella C4.1.II si ricava il diametro massimo delle barre di armatura per il controllo di fessurazione:

w1=0,2 mm

per un diametro 25 mm la tensione massima deve essere pari a 160 N/mm2.

Si ritiene soddisfatta la verifica della fessurazione con un diametro di 20 mm e tensione massima nella barra pari a 65 N/mm2.

Di seguito verifica al taglio.

Si dispongono staffe diametro 10 mm a 2 braccia passo 15 cm sui setti filo 1 e filo 7.

Si dispongono staffe diametro 10 mm a 2 braccia passo 20 cm sugli altri setti.