



# S.S. 51 "di Alemagna" Provincia di Belluno

## Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021

### Attraversamento dell'abitato di San Vito di Cadore

## PROGETTO ESECUTIVO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Ettore de la GRENNELAIS

MANDATARIA



MANDANTI



IL DIRETTORE TECNICO

Ing. R. Zanon  
Ord. Ingg. Provincia di Padova n. 2351



IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Q.T.Thai Huynh  
Ord. Ingg. Provincia di Padova n. 4280

IL PROGETTISTA

Ing. R. Zanon  
Ord. Ingg. Provincia Padova n.2351

## GALLERIE ARTIFICIALI

### Galleria artificiale km 1+770 – 1+940

### Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	N.PROG.	MSVE14E2102-T00GA04STRRE01C.docx		
MSVE14	E	2102	CODICE ELAB. T00GA04STRRE01	C	R
C	Emissione (recepimento osservazioni)	12./2021	G. Faggioni	R. Zanon	Q.T. Thai Huynh
B	Emissione (recepimento osservazioni)	10./2021	G. Faggioni	R. Zanon	Q.T. Thai Huynh
A	Emissione	09/2021	G. Faggioni	R. Zanon	Q.T. Thai Huynh
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	6
1.1	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	6
1.2	SEZIONI TIPOLOGICHE DI CALCOLO .....	8
1.2.1	SEZIONE S1 .....	8
1.2.2	SEZIONE DI TRANSIZIONE STRANS 1: DA S1 A S2 .....	9
1.2.3	SEZIONE S2 .....	10
1.2.4	SEZIONE DI TRANSIZIONE STRANS 2 .....	11
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	12
3	CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI .....	13
3.1	CALCESTRUZZO: .....	13
3.2	ACCIAIO PER ARMATURE LENTE DA CEMENTO ARMATO ORDINARIO: .....	13
4	METODO DI CALCOLO .....	14
5	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO .....	15
6	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	17
6.1	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	17
6.2	CARICHI DA TRAFFICO .....	18
6.3	ANALISI DEL CARICO SISMICO .....	19
6.4	CARICO TERMICO .....	20
6.5	RITIRO DIFFERENZIALE .....	21
6.6	SPINTA DELLE TERRE .....	22
6.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	22
7	CRITERI GENERALI E TIPO DI ANALISI SVOLTA .....	24
7.1	CALCOLO COPRIFERRO PIEDRITTI .....	28
7.2	CALCOLO COPRIFERRO SOLETTE .....	28
8	SEZIONE 01 .....	30
8.1	MODELLO FEM .....	30
8.2	SOLLECITAZIONI .....	31
8.2.1	SLU 31	
8.2.2	SLV 33	
8.2.3	SLE RARA .....	35
8.2.4	SLE FREQUENTE .....	37
8.2.5	SLE QUASI PERMANENTE .....	39
8.3	VERIFICHE STRUTTURALI .....	41
8.3.1	PIEDRITTO Sx – APPOGGIO INFERIORE .....	41

8.3.2	PIEDRITTO SX – CAMPATA E APPOGGIO SUPERIORE .....	42
8.3.3	PIEDRITTO DX.....	44
8.3.4	SOLETTA INFERIORE – APPOGGIO SX .....	46
8.3.5	SOLETTA INFERIORE – CAMPATA E APPOGGIO DX .....	47
8.3.6	SOLETTA SUPERIORE .....	49
8.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	52
8.4.1	CAPACITÀ PORTANTE E VERIFICA A SCORRIMENTO .....	52
<b>9</b>	<b>SEZIONE DI TRANSIZIONE STRANS 1: DA S1 A S2 .....</b>	<b>58</b>
9.1.1	SOLETTA SUPERIORE .....	60
9.1.2	PILASTRI TERMINALI E TRAVE LONGITUDINALE .....	61
9.1.3	PIEDRITTO E PLATEA DI FONDAZIONE .....	62
9.2	SOLLECITAZIONI .....	63
9.2.1	SLU 63	
9.2.2	SLV 69	
9.2.3	SLE RARA .....	76
9.2.4	SLE FREQUENTE.....	82
9.2.5	SLE QUASI PERMANENTE .....	88
9.3	VERIFICHE STRUTTURALI.....	94
9.3.1	SOLETTA SUPERIORE – APPOGGIO.....	94
9.3.2	SOLETTA SUPERIORE – CAMPATA .....	95
9.3.3	SOLETTA SUPERIORE – CAMPATA, SEZIONE 2 .....	97
9.3.4	COLONNA .....	98
9.3.5	TRAVE – APPOGGIO.....	101
9.3.6	TRAVE – ESTREMITÀ.....	102
9.3.7	PIEDRITTO SX – APPOGGIO INFERIORE E CAMPATA.....	103
9.3.8	PIEDRITTO SX – APPOGGIO SUPERIORE .....	105
9.3.9	PIEDRITTO DX.....	106
9.3.10	SOLETTA INFERIORE – ESTREMO SINISTRO .....	108
9.3.11	SOLETTA INFERIORE – CAMPATA .....	109
9.1	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	112
9.1.1	CAPACITÀ PORTANTE E VERIFICA A SCORRIMENTO .....	115
<b>10</b>	<b>SEZIONE 02 .....</b>	<b>118</b>
10.1	MODELLO FEM.....	118
10.2	SOLLECITAZIONI .....	119
10.2.1	SLU 119	
10.2.2	SLV 121	
10.2.3	SLE RARA .....	123
10.2.4	SLE FREQUENTE.....	125
10.2.5	SLE QUASI PERMANENTE .....	127
10.3	VERIFICHE STRUTTURALI.....	129
10.3.1	PIEDRITTO SX – APPOGGIO INFERIORE .....	129

10.3.2	PIEDRITTO SX – APPOGGIO SUPERIORE E CAMPATA .....	130
10.3.3	PIEDRITTO DX.....	132
10.3.4	COLONNA .....	134
10.3.5	TRAVE 136	
10.3.6	SOLETTA INFERIORE – APPOGGI.....	138
10.3.7	SOLETTA INFERIORE – CAMPATA .....	139
10.3.8	SOLETTA SUPERIORE – APPOGGI .....	141
10.3.9	SOLETTA SUPERIORE - CAMPATA .....	143
10.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	145
10.4.1	CAPACITÀ PORTANTE E VERIFICA A SCORRIMENTO .....	148
11	SEZIONE DI TRANSIZIONE STRANS 2: DA S2 A TRATTO FINALE .....	151
11.1	MODELLO SLU.....	151
11.1.1	SOLETTA SUPERIORE .....	153
11.1.2	PILASTRI TERMINALI E TRAVE LONGITUDINALE .....	154
11.1.3	PIEDRITTO E PLATEA DI FONDAZIONE .....	155
11.2	SOLLECITAZIONI .....	156
11.2.1	SLU 156	
11.2.2	SLV 161	
11.2.3	SLE RARA .....	167
11.2.4	SLE FREQUENTE.....	172
11.2.5	SLE QUASI PERMANENTE .....	177
11.3	VERIFICHE STRUTTURALI.....	182
11.3.1	SOLETTA SUPERIORE – APPOGGIO.....	182
11.3.2	SOLETTA SUPERIORE – CAMPATA .....	183
11.3.3	COLONNA .....	185
11.3.4	TRAVE – 1° APPOGGIO DX – ESTREMITÀ .....	187
11.3.5	TRAVE – 1° APPOGGIO SX.....	189
11.3.6	PIEDRITTO – APPOGGIO INFERIORE .....	190
11.3.7	PIEDRITTO – APPOGGIO SUPERIORE E CAMPATA .....	192
11.3.8	PIEDRITTO DX .....	194
11.3.9	SOLETTA INFERIORE – ESTREMO SINISTRO .....	195
11.3.10	SOLETTA INFERIORE – CAMPATA .....	197
11.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	200
11.4.1	CAPACITÀ PORTANTE E VERIFICA A SCORRIMENTO .....	203
12	VERIFICA DI STABILITÀ DEL PENDIO.....	206
12.1	CONDIZIONI STATICHE – GEOTECNICA A2+M2.....	206
12.2	CONDIZIONI SISMICHE.....	207
13	APPENDICE A .....	208
A.1	COMBO SLU .....	209
A.2	COMBO SLE – RARA .....	216

A.3	COMBO SLE – FREQUENTE.....	220
A.4	COMBO SLE – QUASI PERMANENTE .....	224
A.5	COMBO SLV.....	225

## 1 INTRODUZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di 4 gallerie artificiali sulla viabilità principale, rispettivamente la:

- GA01 alla progressiva pk. 0+487 di lunghezza 183m;
- GA02 alla progressiva pk. 0+770 di lunghezza 190m;
- GA03 alla progressiva pk. 1+450 di lunghezza 65m;
- GA04 alla progressiva pk. 1+770 di lunghezza 170m.

Le gallerie ospitano una piattaforma stradale tipo extraurbano C2 lasciando un franco stradale di almeno 5.0 m ed una larghezza netta di 9.5m.

Il presente elaborato di calcolo si basa sulle indagini geologiche, idrogeologiche e sismiche datate maggio 2021.

Oggetto della presente relazione di calcolo è il dimensionamento della galleria artificiale GA04 dalla progr. 1+770 alla progr. 1+940.

### 1.1 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

Le opere presentano la medesima configurazione strutturale realizzata in calcestruzzo armato. Il muro lato monte ha spessore 1.0 m, mentre sulla parete lato valle si alternano sezioni completamente aperte a sezioni finestrate con colonne, di spessore 1.0 m. Nei tratti in cui è presente, il colonnato è costituito da colonne di diametro 0.9 m ed interasse 3.0 m.

La soletta inferiore ha spessore 1.0 m mentre la superiore 0.9 m.

Fa eccezione solamente il tratto finale di transizione, caratterizzato da spessori maggiori viste le maggiori luci. In questo tratto la soletta superiore rimane di spessore 0.9 m, le colonne hanno diametro 1 m sempre ad interasse 3 m, il piedritto lato monte ha spessore 1.2 m mentre la soletta inferiore è spessa 1.3 m.

Nelle figure seguenti si riporta una rappresentazione dell'intervento:

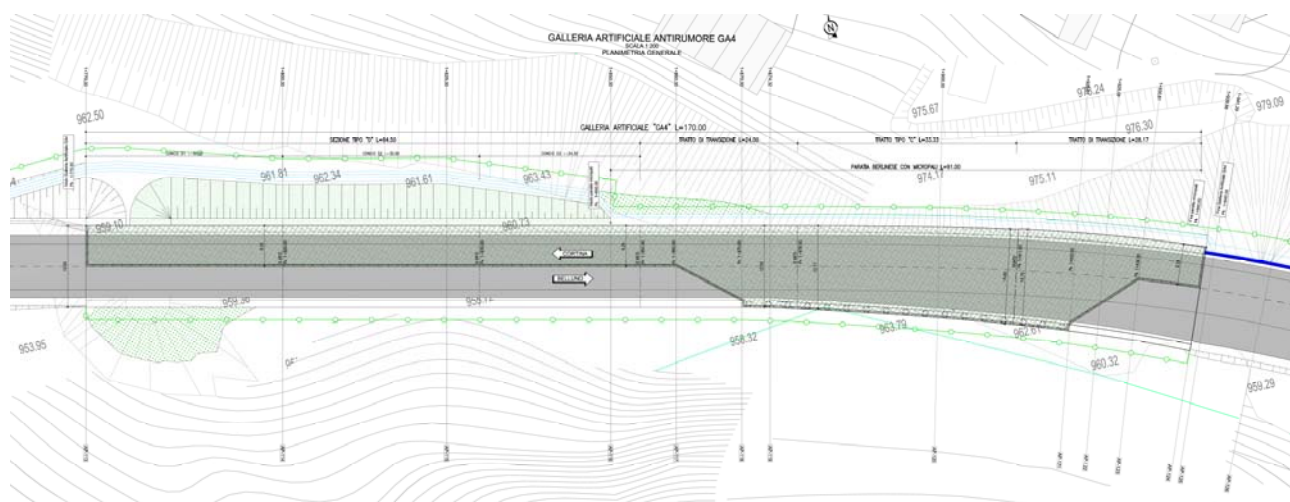


Figura 1-1 – Inquadramento GA04

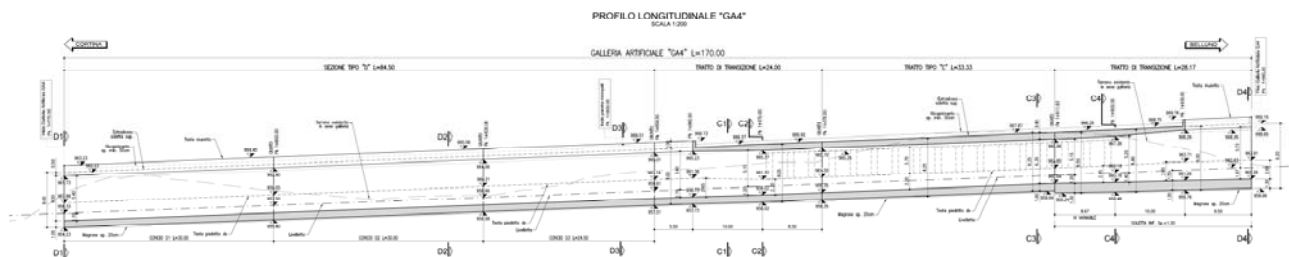


Figura 1-2 – Sezione longitudinale GA04

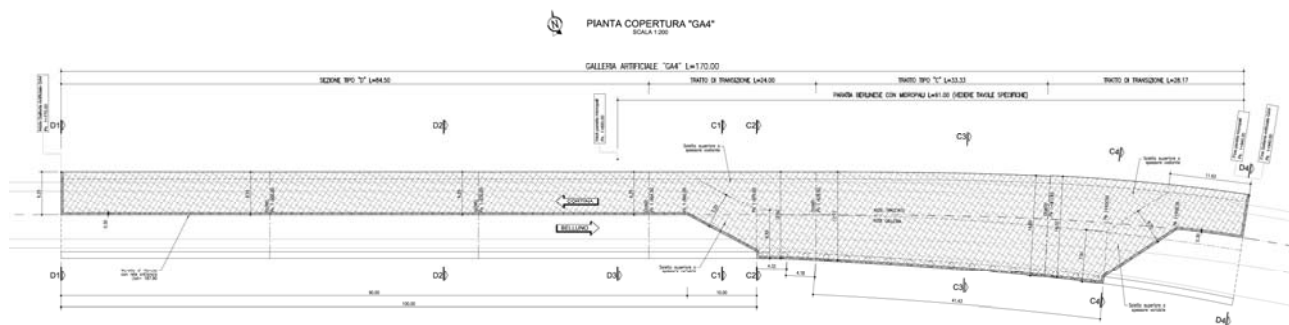


Figura 1-3 – Pianta copertura GA04

## 1.2 SEZIONI TIPOLOGICHE DI CALCOLO

Le sezioni tipologiche sono 2 + 2 di transizione dalla S1 alla S2 e dalla S2 alla fine dell'opera. Le sezioni che si susseguono sono: S1, Stransizione1, S2, Stransizione2. La sezione S1 è una sezione in cui la soletta superiore è a sbalzo incastrata unicamente al piedritto di monte. La soletta ha spessore variabile trasversalmente mentre le altre parti strutturali hanno spessore costante. Lo sbalzo si protrae fino al punto di mezzeria della sezione di carreggiata stradale sottostante. Nella sezione S2 il piedritto a valle viene sostituito da un colonnato con pilastri circolari di diametro 0.90 m ad interasse 3 m. Tra la sezione S1 e la sezione S2 e tra la sezione S2 e la fine dell'opera si trovano due sezioni di transizione, appositamente dimensionate per consentire lo svincolo della soletta superiore dal colonnato di valle e il progressivo rientro dello sbalzo fino al colmo della carreggiata.

### 1.2.1 Sezione S1

- Spessore soletta superiore: 0.90 m
- Spessore piedritto: 1.00 m
- Spessore platea di fondazione: 1.00 m

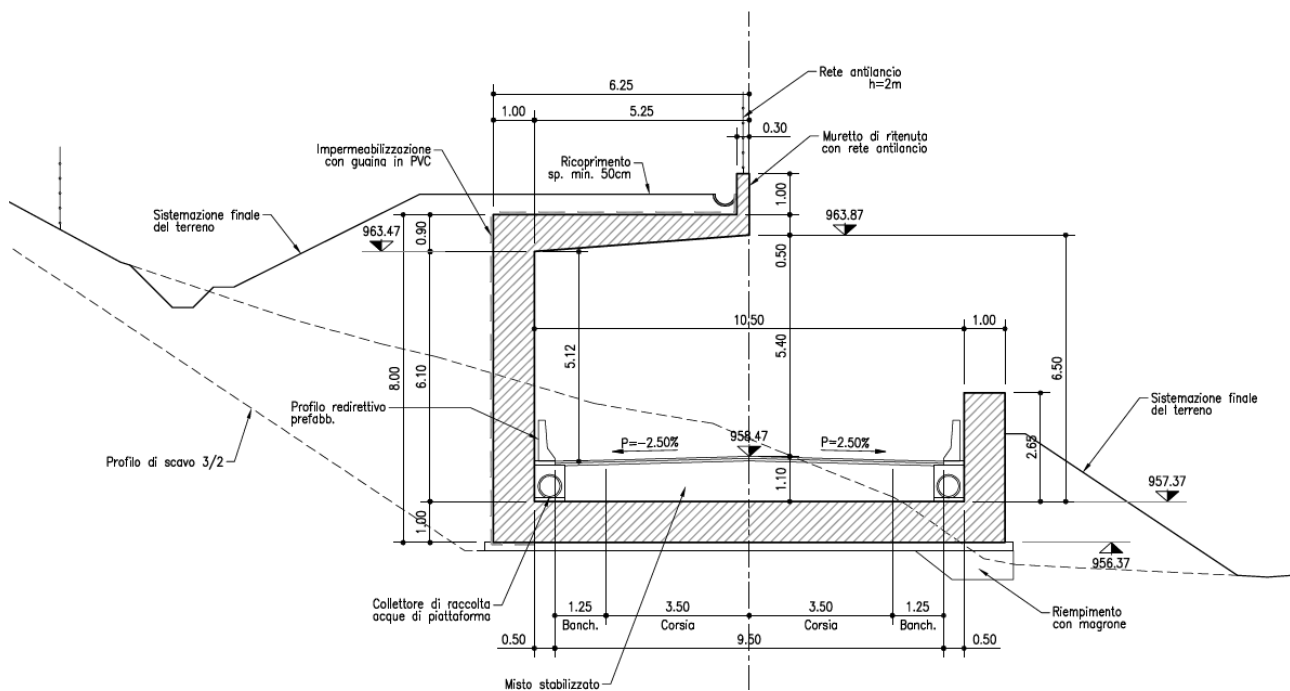


Figura 1-4 – GA04 – Sezione di calcolo S1



### 1.2.2 Sezione di transizione Strans 1: da S1 a S2

- Spessore soletta superiore: 0.90 m
- Spessore piedritto: 1.00 m
- Spessore platea di fondazione: 1.00 m

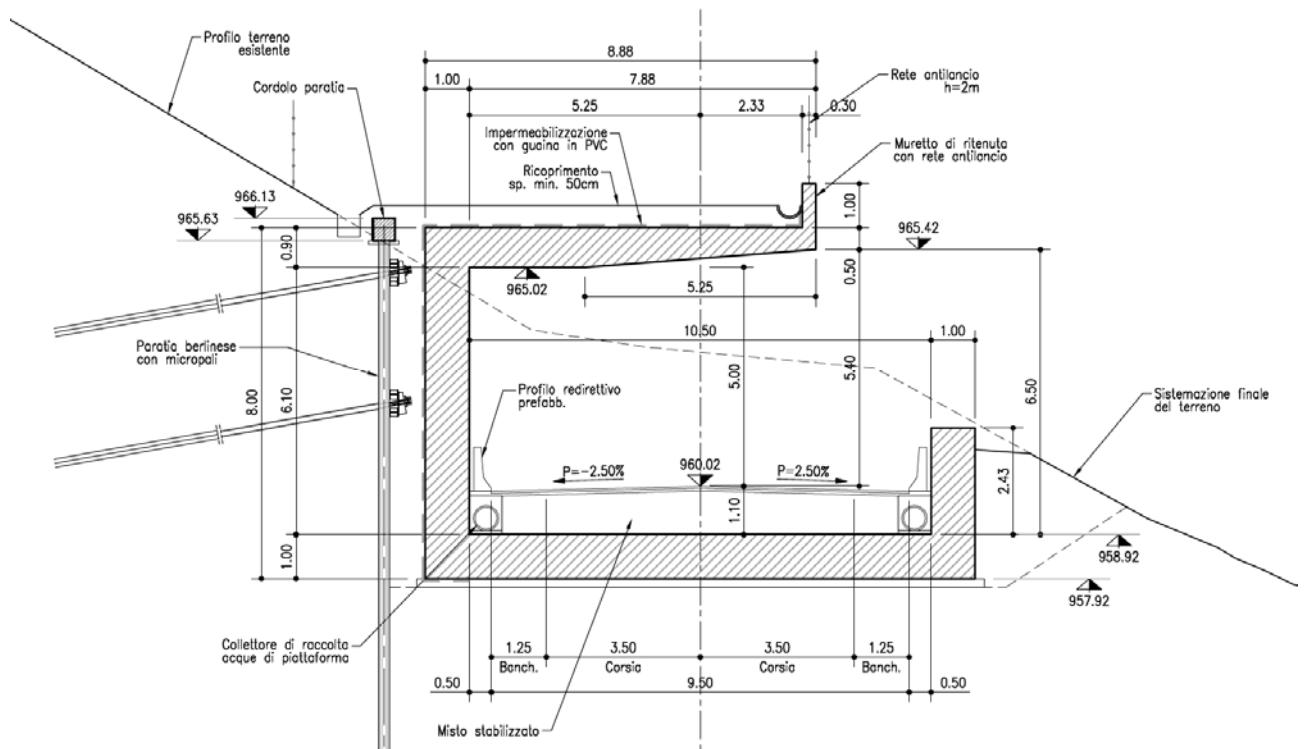


Figura 1-5 – GA04 – Sezione di calcolo transizione

### 1.2.3 Sezione S2

- Spessore soletta superiore: 0.90 m
- Spessore piedritti: 1.00 m
- Diametro pilastro: 0.90 m
- Spessore platea di fondazione: 1.00 m

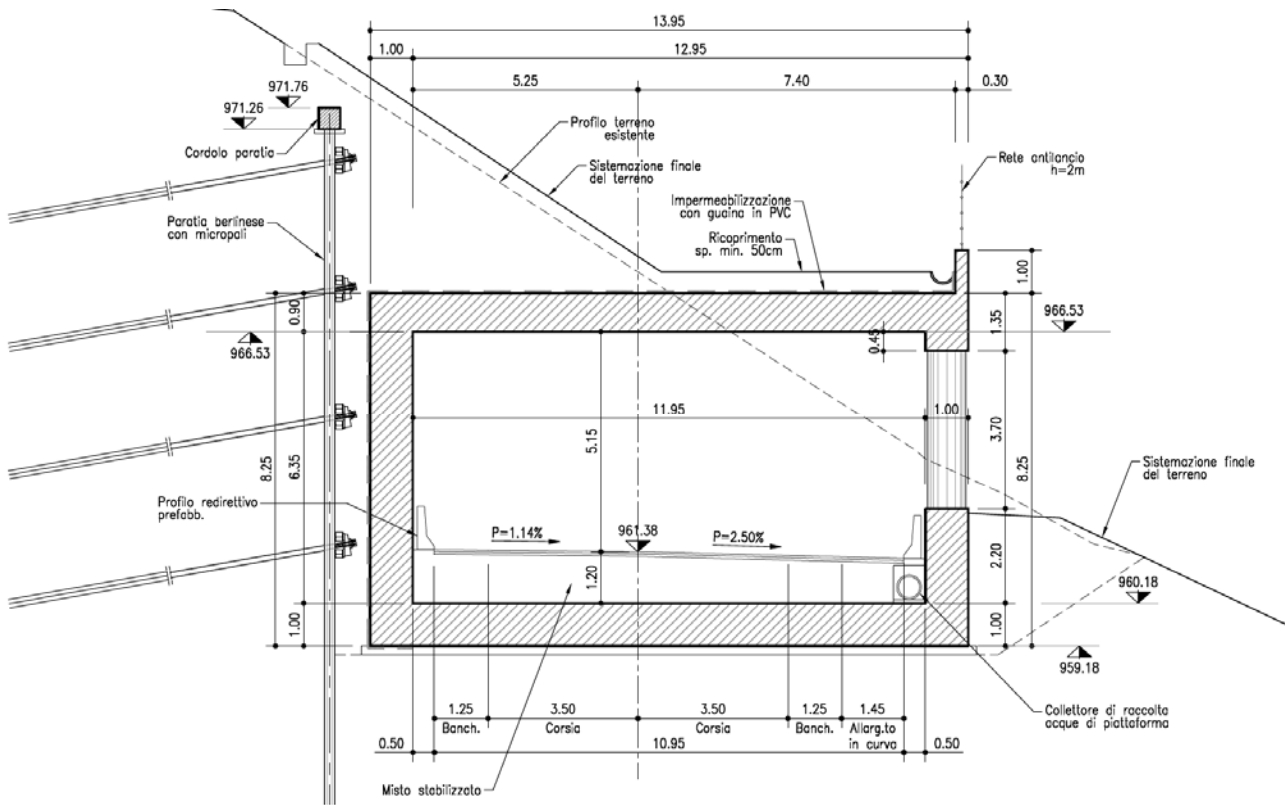


Figura 1-6 – GA04 – Sezione di calcolo S2

### 1.2.4 Sezione di transizione Strans 2

- Spessore soletta superiore: 0.90 m
- Spessore piedritto: 1.20 m
- Spessore platea di fondazione: 1.30 m

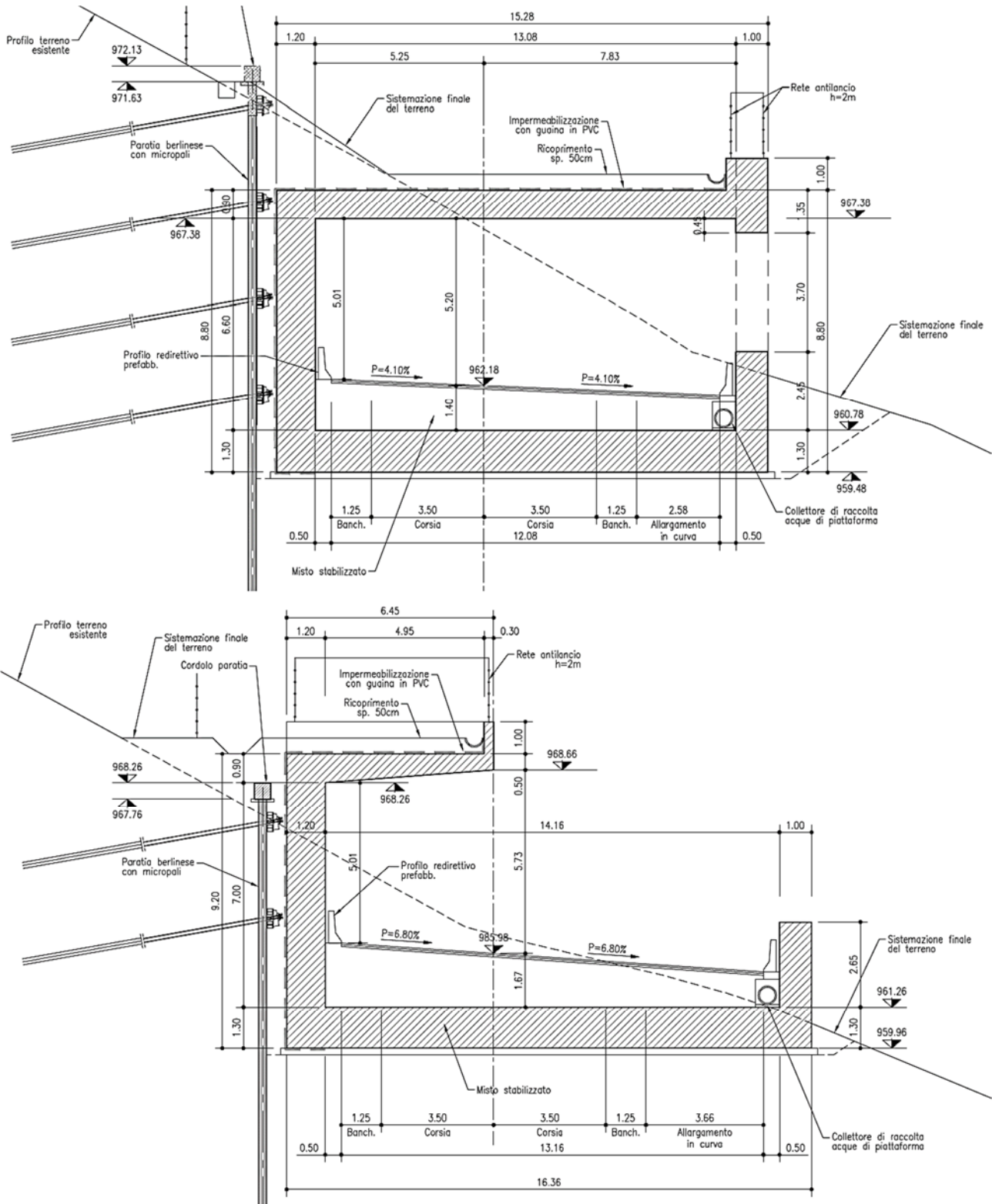


Figura 1-7 – GA04 – Sezione di calcolo transizione

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

L. 05.11.1971 n°1086	<i>Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.</i>
D.M. 17.01.2018	<i>Nuove Norme tecniche per le costruzioni</i>
CIRC. MIN. LL.PP. 21/01/2019, N. 7	<i>Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"</i>

Per quanto non contenuto nelle precedenti norme ci si riferirà a normativa tecnica internazionale di comprovata validità, in particolare agli eurocodici di seguito citati:

EN 1992-1-1	<i>Eurocode 2. Progettazione delle strutture in cemento armato. Regole generali e regole per gli edifici</i>
EN 1998-1	<i>Eurocode 8. Progetto di strutture resistenti al sisma – Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici</i>
EN 1997-1	<i>Eurocode 7. Geotechnical design - Part 1: General rules</i>

### 3 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali ed i prodotti per uso strutturale delle opere soggette al rispetto delle NTC devono corrispondere alle specifiche di progetto che provvedono alla loro identificazione e qualificazione con riferimento alle prescrizioni contenute nel Cap.11 delle NTC.

I materiali ed i prodotti di cui é prevista in progetto l'utilizzazione, devono essere altresì sottoposti alle procedure ed alle prove sperimentali di accettazione, prescritte nelle NTC.

Le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati e relative tensioni di snervamento e di rottura, sono:

#### 3.1 CALCESTRUZZO:

cl. di resistenza	R <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>cd</sub> [MPa]	E <sub>cm</sub> [MPa]	Elemento	Classe esposizione
<b>C32/40</b>	40	32	18.13	33346	Opere verticali	XF2
<b>C35/45</b>	45	35	19.83	34077	Solette	XF4

resistenza a compressione cubica

R<sub>ck</sub>

resistenza a compressione cilindrica

$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck}$

resistenza a compressione cilindrica media

$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ MPa}$

modulo elastico istantaneo del calcestruzzo

$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm} / 10]^{0,3}$

*coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata*

$\alpha_{cc} = 0,85 \text{ (SLU)}$

*coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo*

$\gamma_c = 1,5$

*resistenza di calcolo a compressione*

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$

Per quanto riguarda le procedure e le prove sperimentali di accettazione del calcestruzzo e delle sue componenti si rimanda nel dettaglio al § 11.2 delle NTC.

#### 3.2 ACCIAIO PER ARMATURE LENTE DA CEMENTO ARMATO ORDINARIO:

	f <sub>y nom</sub> [MPa]	f <sub>t nom</sub> [MPa]	f <sub>yd</sub> [MPa]	Elemento
<b>B450C</b>	450	540	391,30	Armature in genere

*coefficiente parziale di sicurezza per armature lente*

$\gamma_s = 1,15$

tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio

$f_{yk} = f_{y \text{ nom}}$

*resistenza di calcolo a trazione*

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

Per quanto riguarda le procedure e le prove sperimentali di accettazione dell'acciaio per cemento armato si rimanda nel dettaglio ai §§ 11.3.1 e 11.3.2 delle NTC.

#### **4 METODO DI CALCOLO**

Si e' assunto un coefficiente di omogeneizzazione pari a 15.

Le sollecitazioni massime sono ottenute mediante l'analisi elastica lineare della struttura, secondo i metodi della Scienza delle Costruzioni; la verifica della sicurezza è condotta con il *metodo degli stati limite*.

A cura della D.L. la verifica della rispondenza delle ipotesi formulate nella presente relazione di calcolo con la situazione effettivamente presente.

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

Il sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di un terreno eterogeneo di natura granulare. In minor misura, in corrispondenza del tratto terminale dell'intervento globale verso Cortina, si è in presenza di una formazione di natura coesiva collocata in superficie e di profondità variabile tra 2.5m e 4.5m.

Si riporta di seguito la caratterizzazione geotecnica definita nell'elaborato MSVE14E2102-T00GE01GETRE01A – Relazione geotecnica, a cui si rimanda per un maggior dettaglio.

Le seguenti tabelle riportano i parametri geotecnici di calcolo per le unità geotecniche Gsl e Lag.

LITOTIPO	DESCRIZIONE	$\gamma_{nat}$	$D_r$	$\varphi'$	$c'$	$E_{op}$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[%]	[°]	[kPa]	[MPa]
Gsl	Ghiaia sabbiosa limosa	19.0	46.5+0.65*z	30+0.63*z	0.0	25+3.25*z

Tabella 5.1 - Parametri geotecnici di calcolo - Gsl.

LITOTIPO	DESCRIZIONE	$\gamma_{nat}$	$c_u$	$E_{op}$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[MPa]
Lag	Limi argillosi debolmente ghiaiosi	18.5	26.0	10.50

Tabella 5.2 - Parametri geotecnici di calcolo - Lag.

Ai fini del calcolo della spinta esercitata dalle terre sui piedritti, delle verifiche geotecniche in fondazione e del carico da ricoprimento sulla soletta superiore si utilizzano i parametri seguenti.

La scelta dell'angolo di attrito pari a 33° per la caratterizzazione del terreno del piano di fondazione è una diretta conseguenza della profondità media del piano di posa di poco inferiore ai 5 m. Analogo angolo scelto per terreno di ricoprimento e di rinterro risulta facilmente ottenibile in fase di realizzazione mediante adeguata costipazione del terreno e si ritiene in linea con i valori normalmente considerati per materiali di rinterro comunemente utilizzati.

<i>peso specifico</i>	$\gamma$	20 kN/mc
<i>Angolo di attrito</i>	$\phi$	33°
<i>Coesione drenata</i>	$c'$	0.00
<i>Coesione non drenata</i>	$C_u$	0.00
<i>Coefficiente di sottofondo</i>	$K_s$	25000 kN/mc

Si raccomanda di approfondire lo scavo per la posa delle nuove fondazioni fino al raggiungimento dello strato di materiale consistente (ghiaia e sabbia) ed eventualmente eseguire magrone di sottofondazione per il livellamento della quota di imposta della fondazione.

All'apertura degli scavi andrà comunque verificato da parte della D.L. la rispondenza della situazione effettivamente presente con quanto ipotizzato, verificando inoltre il raggiungimento dello strato ipotizzato nel calcolo delle fondazioni. In alternativa si eseguiranno bonifiche locali.

Le misure piezometriche, riportate nella relazione geotecnica, indicano che la falda è presente a profondità dell'ordine o superiori alla decina di metri dal piano campagna e quindi non si prevedono interferenze con le opere in progetto.

L'interazione terreno-struttura è stata considerata tramite un mezzo alla Winkler.

Il coefficiente di sottofondo calcolato tramite la formulazione di Vesic risulta:

$$K_s = E_t/B \cdot 0.65 \cdot [E_t \cdot B^4 / (EJ)]^{(1/12)} / (1 - \nu^2) = 24758 \text{ kN/m}^3$$

Essendo:

$$E_t = 25 + 3.25 \cdot z \approx 50 \text{ MPa}$$

$$B = 1 \text{ m}$$

$$E = 34077 \text{ MPa} \quad (\text{C35/45})$$

$$J = 0.0833 \text{ m}^4$$

$$\nu = 0.25$$

Per considerare la presenza sia del terreno alla base sia laterale, è stato quindi implementato a contatto con la soletta inferiore un sistema di molle verticali ed orizzontali con costante  $k_s = 25000 \text{ kN/m}^3$ .



## 6 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO

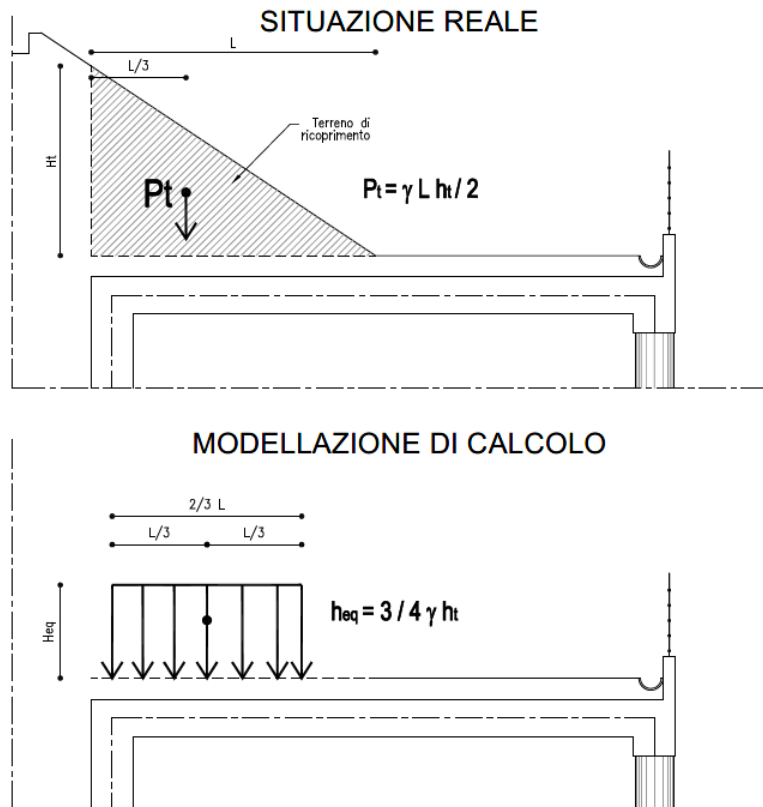
I carichi considerati sono i seguenti:

- Carichi permanenti strutturali
- Carichi permanenti non strutturali
  - Pacchetto di completamento
  - Terreno sulla soletta superiore ed a tergo del piedritto
- Carichi variabili
  - Ritiro differenziale
  - Carichi termici
  - Carichi da traffico mezzi di manutenzione: sia per il carico direttamente insistente sulla soletta sia per la spinta dovuta a carichi a tergo dei piedritti si è considerato un carico uniformemente distribuito di 10 kN/mq.
- Carichi sismici
  - Inerzia del complesso strutturale
  - Inerzia del terreno a tergo del piedritto

### 6.1 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

In tutti i casi si è considerato un pacchetto di completamento costituito da:

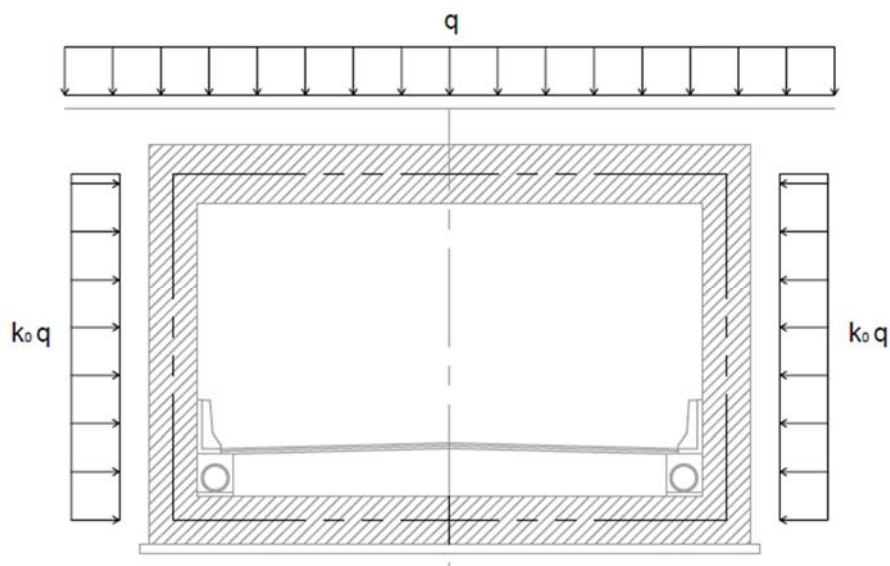
- Terreno: spessore 0.5 m di peso specifico 20 kN/mc. Dalla progressiva 1+870 ad 1+930.5, nei primi metri adiacenti al versante montuoso, grava sulla soletta superiore un ricoprimento di terreno di entità maggiore rispetto al resto delle sezioni. Sulla sezione S2 (1+870 – 1+920.5) tale ricoprimento può essere schematizzato con una sezione triangolare di altezza massima 5 m che va ad azzerarsi in una lunghezza di 7 m, mentre sulla sezione di transizione (1+920.5 – 1+930.5) è stato considerata una sezione triangolare di altezza massima 3 m che va ad azzerarsi in una lunghezza di 6 m. Ai fini del modello FEM, sono stati implementati dei carichi uniformi con entità ed estensione tale da avere la stessa risultante nella stessa posizione del carico triangolare originale.



- Pavimentazione: spessore 0.3 m di peso specifico 22 kN/mc.

## 6.2 CARICHI DA TRAFFICO

Come carico variabile, si è considerato unicamente il carico generato dalla presenza di eventuali mezzi di manutenzione. Sia per il carico direttamente insistente sulla soletta sia per la spinta dovuta a carichi a tergo dei piedritti si è considerato un carico uniformemente distribuito di 10 kN/mq.



### 6.3 ANALISI DEL CARICO SISMICO

Si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica, in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico ( $k_H$  per l'azione orizzontale e  $k_V$  per l'azione verticale). La forza statica equivalente così ottenuta è applicata in modo distribuito alle zone di competenza.

Ai fini della verifica sismica, con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018, si considerano i seguenti dati:

vita nominale dell'opera strutturale	$V_N = 100$ anni
classe d'uso II	$C_U = 2$
suolo di tipo	B
categoria topografica T1	$S_T = 1,0$

comune di San Vito di Cadore – Galleria 04

Stato limite	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]	$S_s$	Cc
SLV	1898	0.167	2.555	0.395	1.200	1.325
SLD	201	0.075	2.533	0.330	1.200	1.373

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

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

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nelle tabelle ai § successivi.

#### Componente orizzontale del sisma

Il coefficiente di spinta sismica orizzontale è definito dalle NTC al § 7.11.6.2.1:

$$k_H = \beta_m \frac{a_g}{g}$$

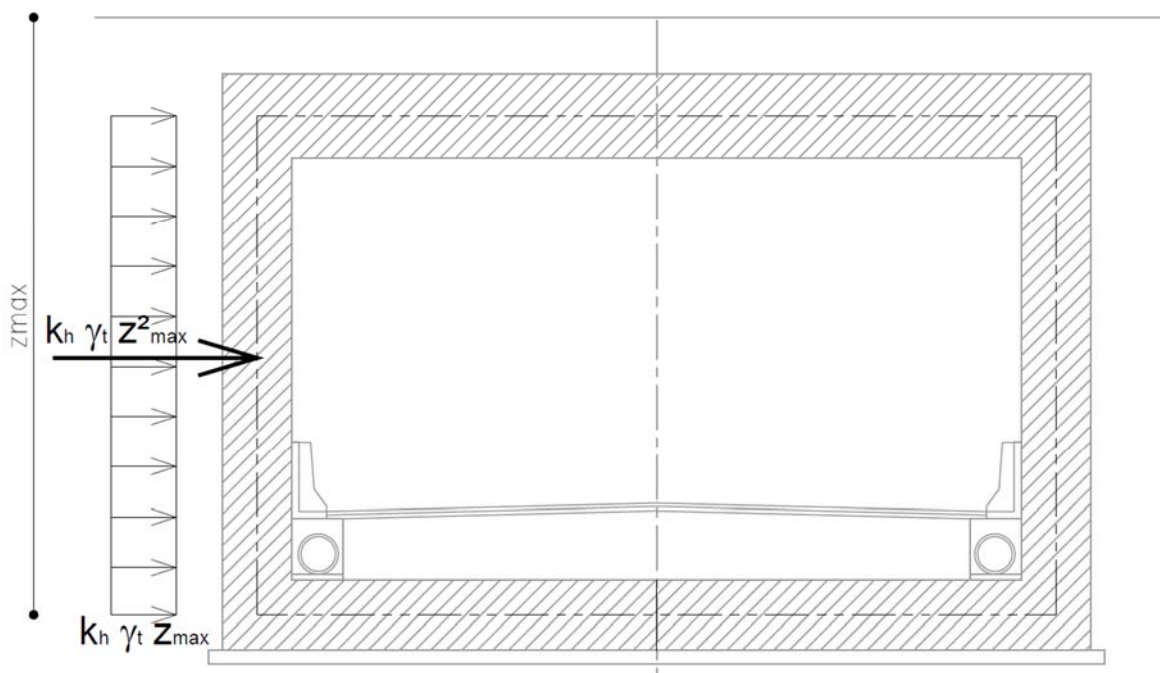
Dal momento che la struttura si considera a spostamenti laterali impediti, il coefficiente di riduzione di accelerazioni massime  $\beta_m$  è stato assunto unitario.

La spinta sismica del terreno, applicata agli elementi come carico uniforme in accordo con la teoria di Wood, si calcola:

$$q_E(z_{max}) = k_H \cdot \gamma_t \cdot z_{max}$$

In cui:

- $k_H = 0.20$  è il coefficiente di spinta sismica orizzontale;
- $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$  è il peso del terreno asciutto;
- $z_{max}$  è la profondità massima che interessa la parte di opera oggetto di calcolo.



	SLV
$S = S_S S_T =$	1.20
$T_B = T_C/3 =$	0.17
$T_C = C_c T_c^* =$	0.52
$T_D = 4,0 a_g/g+1,6 =$	2.27

#### Componente verticale del sisma

Il coefficiente di spinta sismica verticale è definito dalle NTC al § 7.11.6.2.1:

$$k_V = 0.5 k_H$$

La componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento e purché il sito nel quale la costruzione sorge non ricada in zona 3 o 4. Pertanto, si considera la componente verticale del sisma solamente nelle sezioni aperte con soletta a sbalzo.

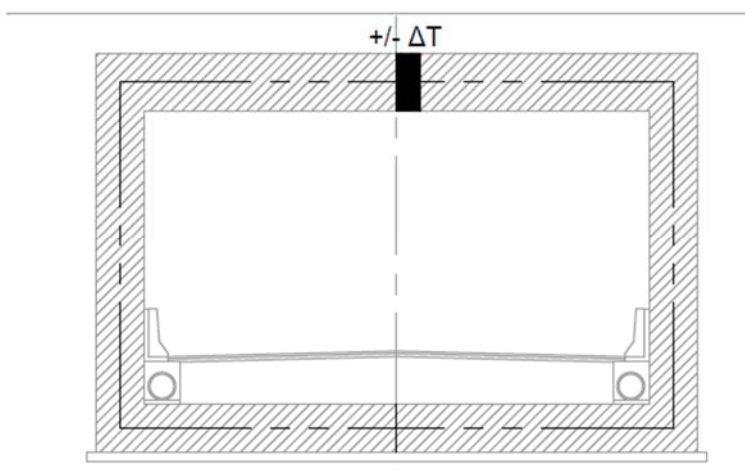
	SLV
$S = S_S S_T =$	1.00
$T_B = T_C/3 =$	0.05
$T_C = C_c T_c^* =$	0.15
$T_D = 4,0 a_g/g+1,6 =$	1.00

#### 6.4 CARICO TERMICO

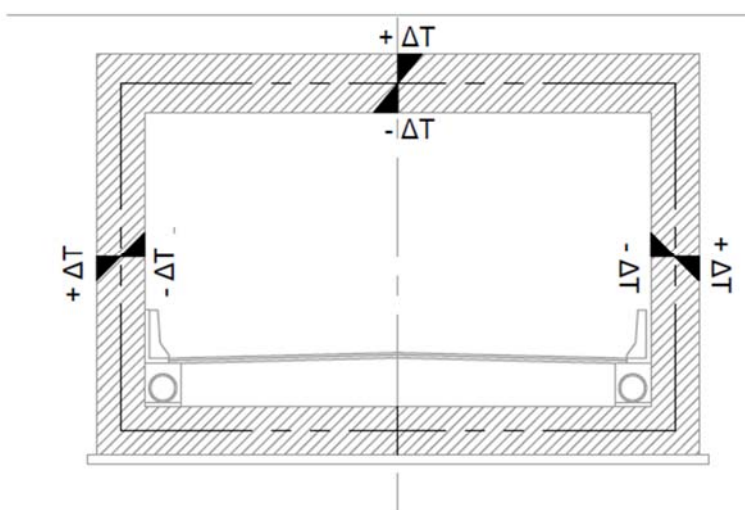
Si sono considerate le coazioni interne derivanti da un gradiente termico sulle strutture.

Carico termico uniforme su soletta superiore:

$$\Delta T = \pm 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Carico termico lineare sui piedritti e soletta superiore:  $\Delta T = +/- 2.5 \text{ }^\circ\text{C}$



## 6.5 RITIRO DIFFERENZIALE

Si è tenuto conto delle azioni interne derivanti dal ritiro della soletta superiore mediante un carico termico di raffreddamento equivalente. Si è computata la deformazione per ritiro totale al tempo  $t$  di fine vita nominale della struttura, come da EN 1992-1-1 §3.1.4:

*Sollecitazioni da ritiro - EN 1992-1-1*

$A_c =$	900000	mm <sup>2</sup>	area della sezione in calcestruzzo
$u =$	1000	mm	perimetro della sezione esposta all'aria
$RH =$	75%		umidità relativa dell'ambiente
$h_0 =$	1800	mm	dimensione fittizia
classe cls	N		
$\alpha_{ds1} =$	4		
$\alpha_{ds2} =$	0.12		
$\beta_{RH} =$	0.896		
$f_{cmo} =$	10.00	N/mm <sup>2</sup>	
$t_s =$	28	giorni	
$t =$	18250	giorni	
$\beta_{ds}(t, t_s) =$	0.856		

$k_h =$	0.70	
$\varepsilon_{cd,0} =$	0.000326	
$\beta_{as}(t) =$	1.000	
$\varepsilon_{ca}(00) =$	0.000045	
$\varepsilon_{cd}(t,t_0) =$	0.000196	deformazione per ritiro da essiccamento a tempo t
$\varepsilon_{ca}(t,t_0) =$	0.000045	deformazione per ritiro autogeno a tempo t
$\varepsilon_{cs}(t,t_0) =$	0.000241	deformazione totale per ritiro a tempo t

Considerando un coefficiente di dilatazione termica di  $\alpha = 1.0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  ed un coefficiente di riduzione di  $C_R = 1/3$ , il carico termico equivalente uniforme applicato alla soletta superiore è di  $\Delta T = \varepsilon_{cs}(t, t_0) \cdot C_R / \alpha = -8.02 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

La riduzione mediante il coefficiente di riduzione pari a 1/3 degli effetti del ritiro deriva dal fatto che le deformazioni da ritiro si sviluppano in tempi molto lunghi (in contemporanea al fluage per cui si può considerare una riduzione fittizia del modulo elastico del calcestruzzo a circa  $E_\infty = E_c/3$  e di conseguenza per le sollecitazioni coattive derivanti da deformazioni imposte).

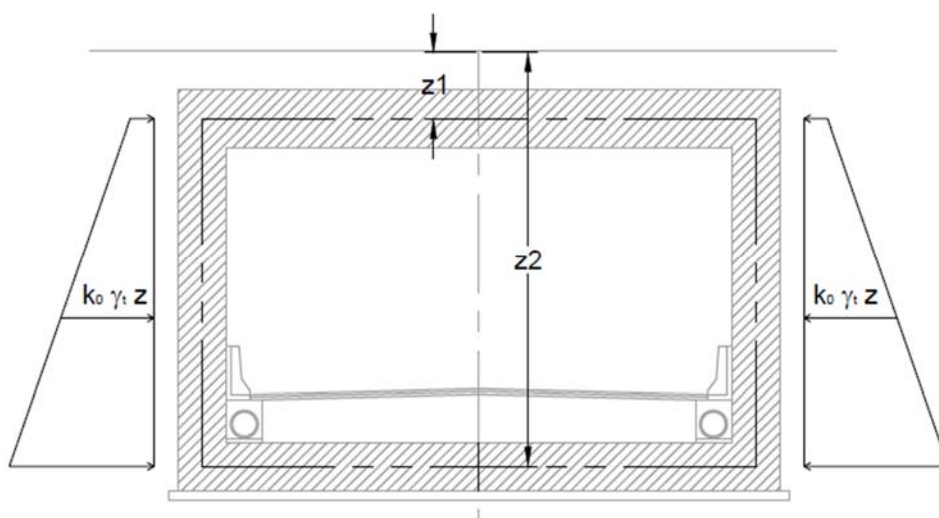
## 6.6 SPINTA DELLE TERRE

L'effetto della spinta del terreno a tergo del piedritto si è considerato per mezzo del coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ , in virtù dell'ipotesi di progetto secondo la quale l'opera è a spostamenti laterali impediti. La spinta laterale del terreno si è quindi valutata con la:

$$q(z) = K_0 \cdot \gamma_t \cdot z$$

In cui:

- $K_0 = 1 - \sin \varphi = 0.455$  è il coefficiente di spinta a riposo;
- $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$  è il peso del terreno asciutto;
- $z$  è la quota alla quale si valuta la spinta.



## 6.7 COMBINAZIONI DI CARICO

Visti i numerosi carichi agenti sull'opera, sono state ricavate numerose combinazioni per ogni stato limite considerato effettuando permutazioni riguardo ai carichi a favore ed a

sfavore di sicurezza. Di ogni stato limite si è ricavato l'involuppo delle combinazioni valutate, utilizzato per il dimensionamento.

Siano:

- G1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P = pretensione e precompressione;
- Qk = azioni variabili caratteristiche sulla struttura;
- A = azioni eccezionali sulla struttura;
- E = azioni derivanti dai terremoti.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si adottano le seguenti famiglie di combinazioni (all'interno delle quali sono state effettuate numerose permutazioni delle azioni):

1) *Fondamentale per gli stati limite ultimi (SLU)*

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

2) *Rara per gli stati limite di esercizio (SLE)*

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

3) *Frequente per gli stati limite di esercizio (SLE)*

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

4) *Quasi permanente per gli stati limite di esercizio (SLE)*

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

5) *Sismica per gli stati limite ultimi (SLU)*

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

6) *Eccezionale per gli stati limite ultimi (SLU)*

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

I fattori di tali combinazioni lineari sono riportati nelle seguenti tabelle.

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

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

In appendice sono esplicitati i coefficienti considerati.

## 7 CRITERI GENERALI E TIPO DI ANALISI SVOLTA

Sono state svolte analisi statiche e pseudo-statiche lineari simulando l'azione sismica orizzontale con delle azioni statiche equivalenti. Nel caso delle sezioni aperte con sbalzo si è considerata l'azione sismica verticale mediante analisi dinamica lineare.

Di ogni sezione tipologica è stato modellato 1 metro lineare di profondità ( $i_{mod} = 1.00$  m), mantenendo gli spessori degli elementi conformi a quelli da progetto. Per le sezioni con colonnato, nel modello unifilare ad 1 metro di profondità è stata modellata una colonna con diametro equivalente ( $D_{mod}$ ), al fine di simulare una rigidità equivalente ( $J_{mod}$ ) a quella offerta dal complesso strutturale reale ( $J_{reale}$ ) con il rispettivo diametro colonne ( $D_{reale} = 0.90$  m) ed interasse ( $i_{colonne} = 3.00$  m).

$$J_{mod} = J_{reale} \cdot \frac{i_{mod}}{i_{colonne}}$$

$$\frac{\pi}{64} D_{mod}^4 = \frac{\pi}{64} D_{reale}^4 \cdot \frac{i_{mod}}{i_{colonne}}$$

$$D_{mod} = D_{reale} \sqrt[4]{\frac{i_{mod}}{i_{colonne}}}$$



$$D_{mod} = 0.90 \sqrt[4]{\frac{1}{3}} = 0.684 \text{ m}$$

L'interazione terreno-struttura è stata considerata tramite un mezzo alla Winkler: per considerare la presenza sia del terreno alla base sia laterale, è stato implementato a contatto con la soletta inferiore un sistema di molle verticali ed orizzontali con costante  $k_s = 25000 \text{ kN/m}^3$ .

Le azioni sollecitanti in fondazione per l'esecuzione delle verifiche geotecniche sono state ricavate come reazioni vincolari dal modello unifilare della struttura. Tali reazioni sono state opportunamente combinate per ricreare la situazione più sfavorevole in termini di eccentricità di carico sull'impronta di fondazione. Ottenute le risultanti delle reazioni nelle componenti verticale, orizzontale e flettente, e considerati gli opportuni momenti di trasporto, si sono applicate al livello del terreno come azioni sollecitanti al baricentro dell'impronta di fondazione considerata.

Il terreno a tergo dei piedritti è stato considerato in condizioni statiche poiché si assume che la struttura sia a spostamento laterale impedito: si sono utilizzati pertanto i coefficienti di spinta a riposo  $K_0$  e coefficiente di riduzione accelerazione massima unitario  $\beta_m = 1$ .

Le sollecitazioni a tensioni normali sono state valutate in asse agli elementi strutturali, mentre il taglio è stato valutato in corrispondenza del filo interno dell'elemento di appoggio.

Per ciascuna delle sezioni di calcolo considerate saranno riportati di seguito i diagrammi delle sollecitazioni flettenti, taglianti e assiali suddivise per involuppo SLU, SLV, SLE Rara, SLE Frequente, SLE Quasi permanente.

Le verifiche agli stati limite di esercizio sono eseguite in termini di sollecitazioni. Tale procedimento è da considerarsi analogo alla verifica in termini di tensioni, dal momento che i momenti resistenti sono calcolati a partire dalle tensioni limite imposte da ogni stato limite.

$$M_{Rd} = w_{res} \sigma_{lim}$$

Le verifiche a taglio delle sezioni delle colonne sono riportate in termini di sezione quadrata equivalente. Come suggerito per la verifica a taglio di sezioni circolari al punto §7.9.5.1.1 NTC18, si assume l'altezza utile della sezione  $d$  e l'altezza  $H$  pari a  $d = 0.75 \varnothing$ . Volendo esemplificare numericamente ad esempio per una colonna di diametro 900 mm, si ottiene:

$$d = 0.75 \varnothing = 0.75 * 900 = 675 \text{ mm}$$

$$H = d + d' = 675 + 74 = 749 \text{ mm}$$

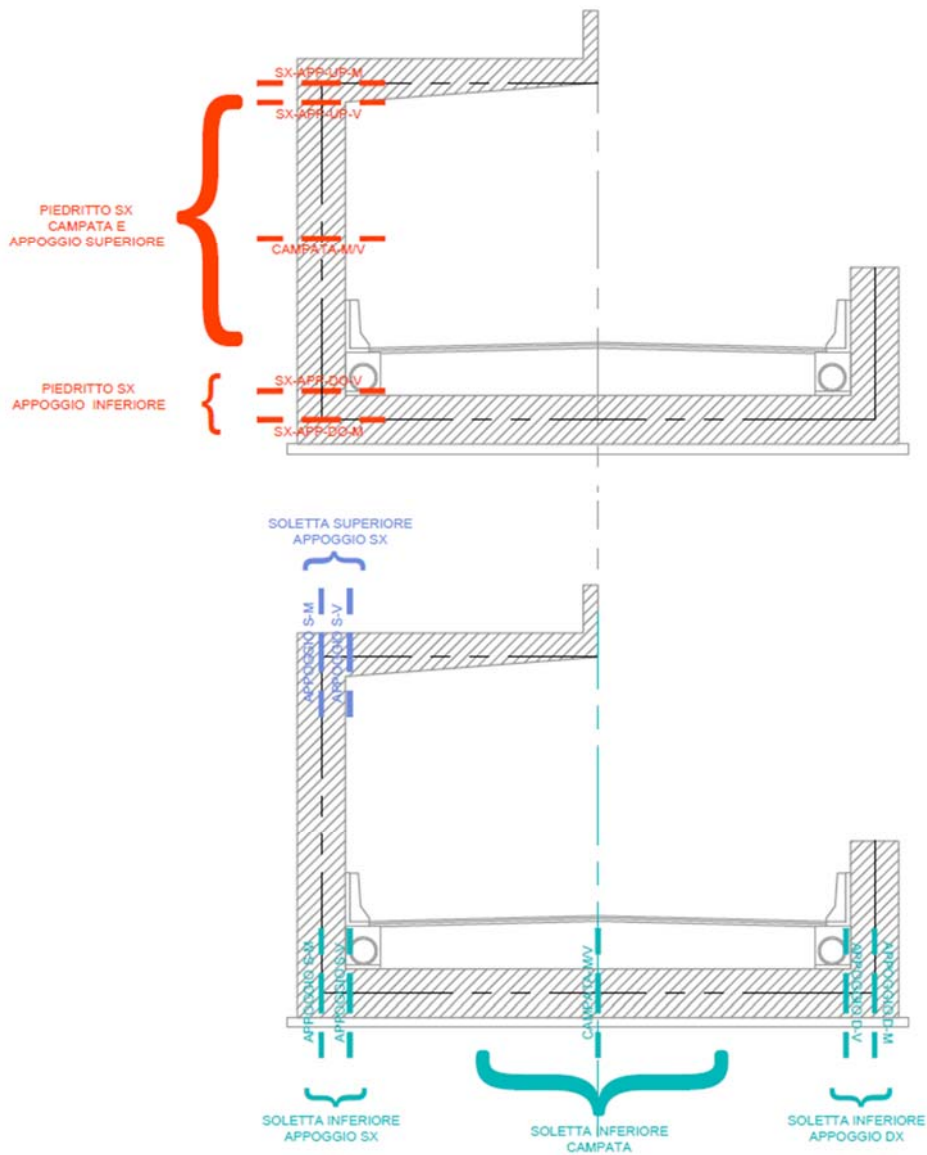
Per uniformità e semplificazione, a favore di sicurezza si è considerata in questo caso una sezione quadrata equivalente di lato  $L = 700 \text{ mm}$ .

In riferimento alle azioni da tensioni normali, le verifiche sono state eseguite con l'ausilio del software vca.slu. I risultati ottenuti sono perciò calcolati con metodi rigorosi considerando la sezione circolare di dimensioni effettive.

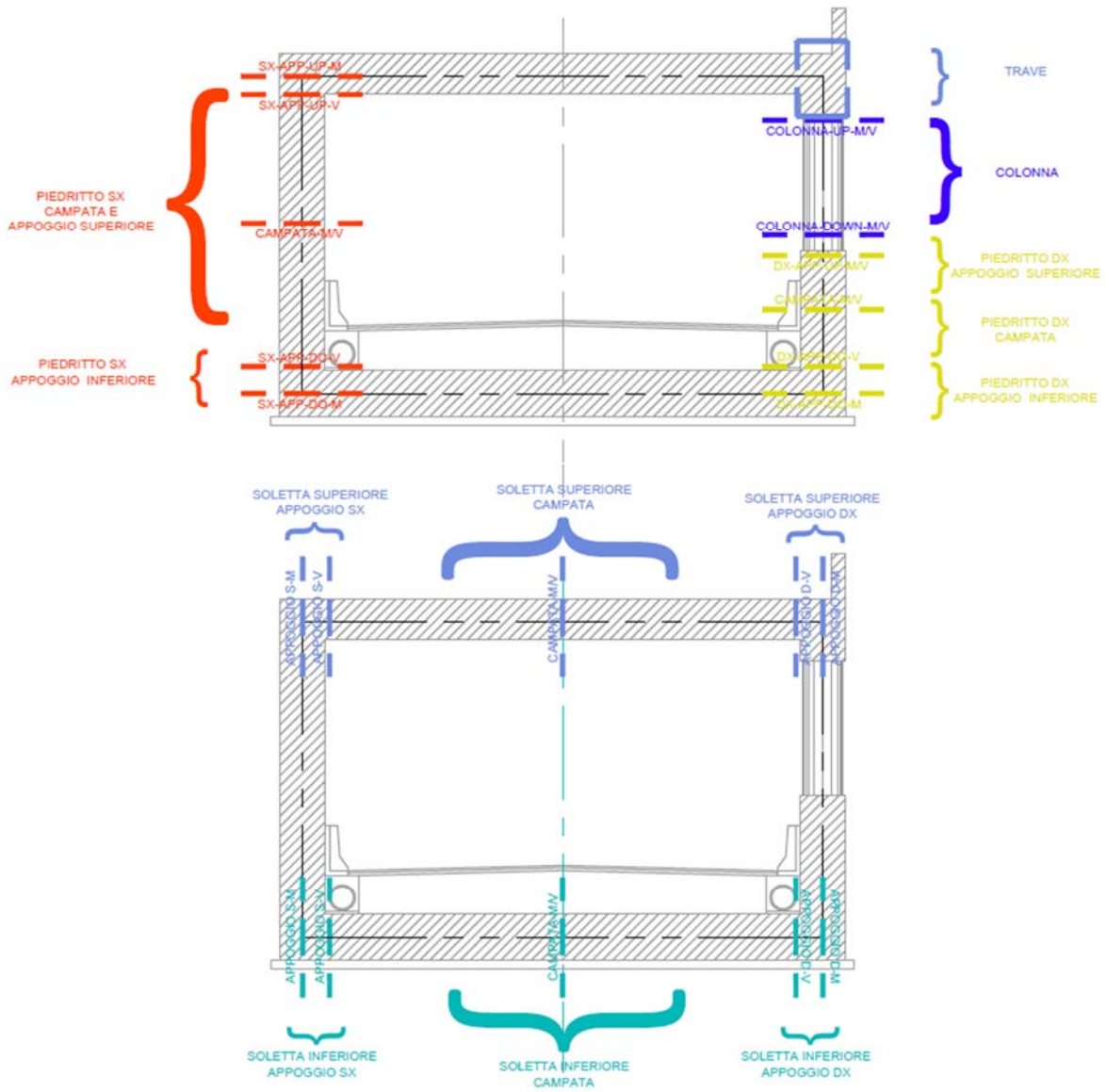
Nella sezione S2 si include nella verifica anche la trave disposta tra due colonne consecutive longitudinalmente all'asse della galleria. Lo schema statico considerato per la trave è quello incastro-incastro con luce pari ad interasse colonne. Partendo dai valori numerici delle reazioni alle estremità della trave (valutate dal modello unifilare come sforzi di compressione sulle colonne nelle varie combinazioni) si è risaliti alle sollecitazioni tramite la nota risoluzione analitica dello schema proposto.

Le sezioni di verifica sono riportate nelle figure seguenti per le diverse sezioni considerate.

- **Sezione 1**



• **Sezione 2**



## 7.1 CALCOLO COPRIFERRO PIEDRITTI

### Calcolo del copriferro secondo DM 17.01.2018

tipo corrosione	classe esp.	$f_{ck\ min}$	$R_{ck\ min}$
nessun rischio - tipo 1	***		
da carbonatazione - tipo 2	XC2	25	30
da cloruri - tipo 3	***		
da cloruri nell'acqua di mare - tipo 4	***		
da gelo/disgelo - tipo 5	XF2	25	30
da attacco chimico - tipo 6	***		

classe minima prescritta = C25/30

$R_{ck} = 30$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck} = 25$  N/mm<sup>2</sup>

<u>Calcestruzzo</u> <u>scelto</u>		CONTROLLO OK	CLASSE	
Cl <sub>s</sub> = C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c = 1.5$	$f_{cm} = 40.00$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
$\alpha_{cc} = 0.85$	$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>

### Copriferro 4.1.6.1.3

tipo di ambiente = **aggressive**

tipo di elemento = **elementi a piastra**

vita utile = **100 anni**

Produzioni in qualità = **No**

strato minimo di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) =

50 mm

## 7.2 CALCOLO COPRIFERRO SOLETTE

### Calcolo del copriferro secondo DM 17.01.2018

tipo corrosione	classe esp.	$f_{ck\ min}$	$R_{ck\ min}$
nessun rischio - tipo 1	***		
da carbonatazione - tipo 2	XC2	25	30
da cloruri - tipo 3	***		

da cloruri nell'acqua di mare - tipo 4	***		
da gelo/disgelo - tipo 5	XF4	28	35
da attacco chimico - tipo 6	***		

classe minima prescritta = C28/35

$R_{ck} = 35$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck} = 28$  N/mm<sup>2</sup>

<u>Calcestruzzo</u>		CONTROLLO		CLASSE	
<u>scelto</u>		OK			
Cl <sub>s</sub> =	C35/45	$R_{ck} =$	45 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	35 N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$f_{cm} =$	43.00 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd} =$	19.83 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha_{cc} =$	0.85	$E_c =$	34077 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21 N/mm <sup>2</sup>

#### Copriferro 4.1.6.1.3

tipo di ambiente = molto aggressive

tipo di elemento = elementi a piastra

vita utile = 100 anni

Produzioni in qualità = No

strato minimo di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) =

60 mm

## 8 SEZIONE 01

### 8.1 MODELLO FEM

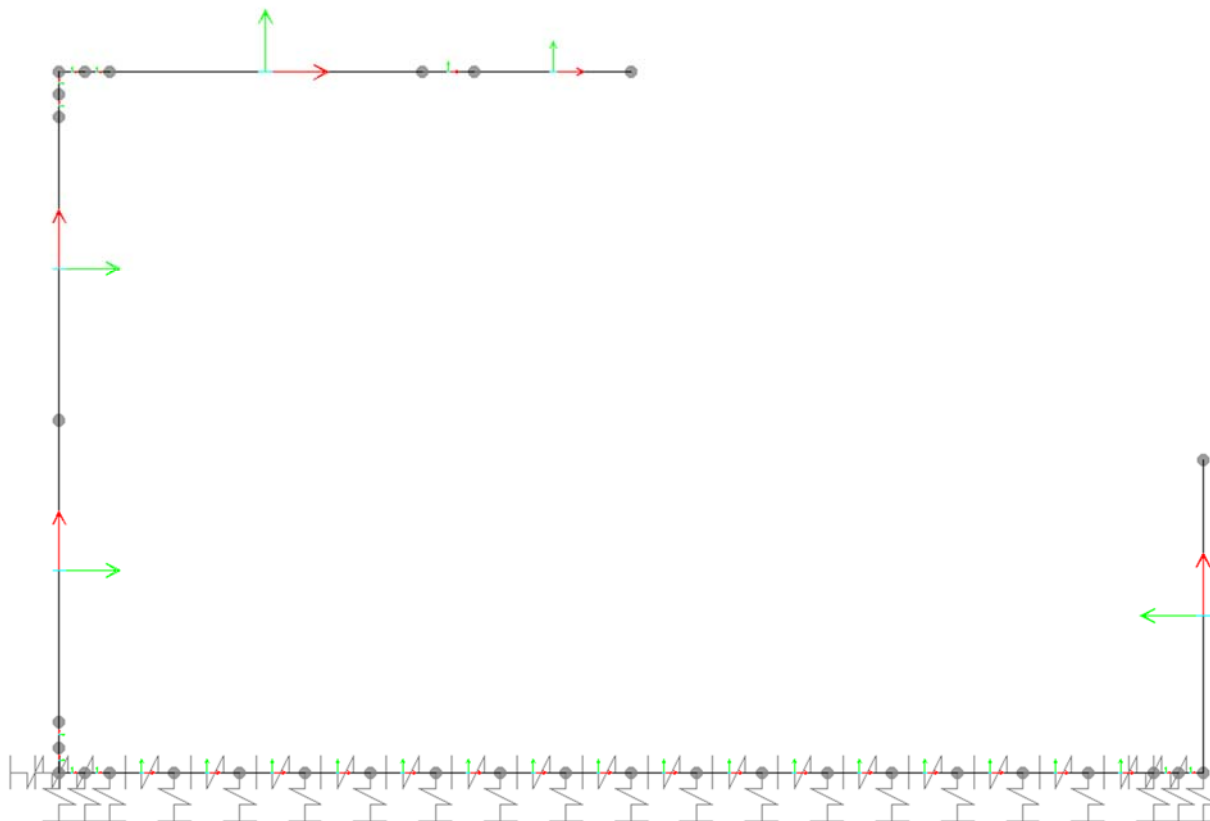


Figura 8-1. GA04 – S1 – Modello FEM

La didascalia di ogni immagine riportata è composta dalla sigla:

Figura X.x – GA0Y – SK – AAA (– BB)

nella quale sono contenute le seguenti informazioni:

- X.x è il numero del capitolo seguito dal numero progressivo delle immagini del suddetto;
- Y è il numero identificativo della galleria oggetto della relazione;
- K è il numero della sezione di calcolo considerata;
- AAA è l'oggetto della figura: Modello FEM / Stato limite della sollecitazione riportata;
- BB eventualmente rappresenta la sollecitazione raffigurata.

## 8.2 SOLLECITAZIONI

### 8.2.1 SLU

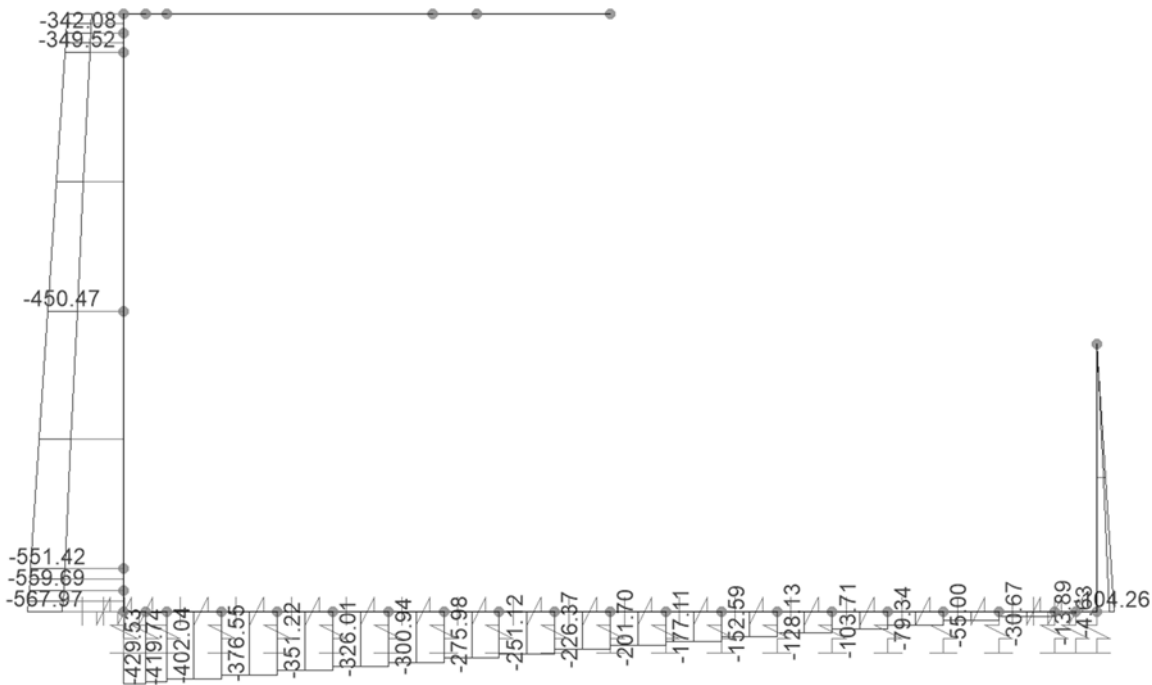


Figura 8-2 – GA04 – S1 – SLU – Ned

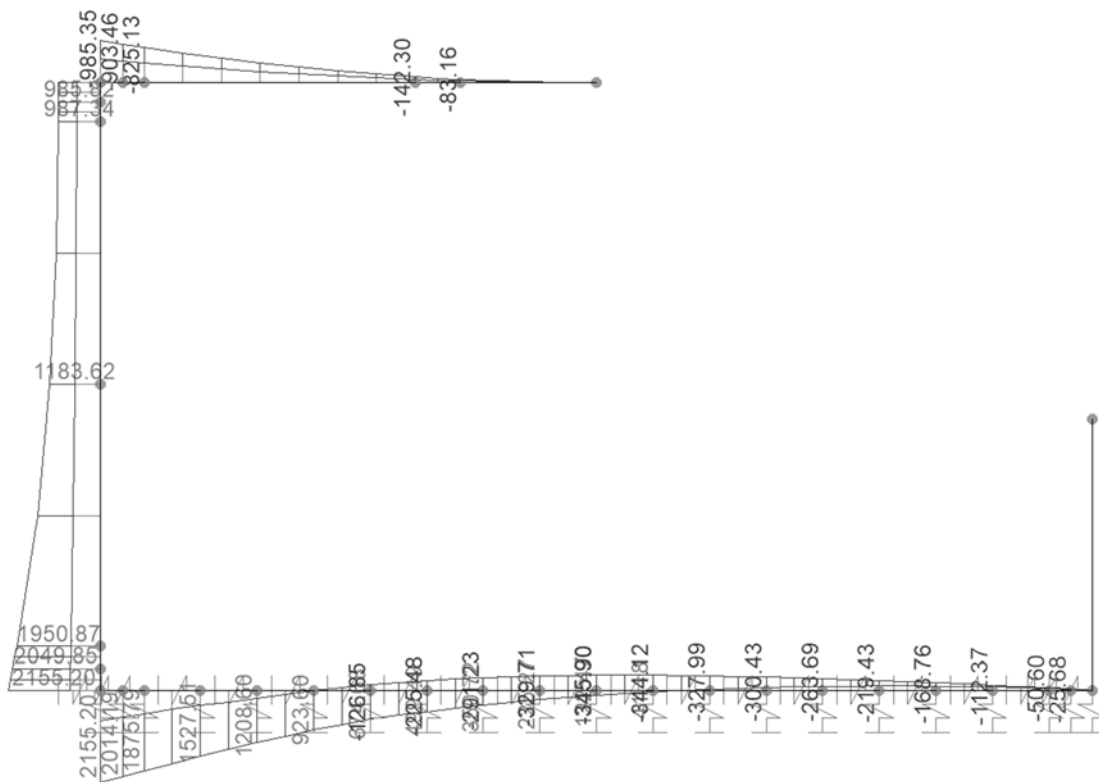


Figura 8-3 – GA04 – S1 – SLU – Med

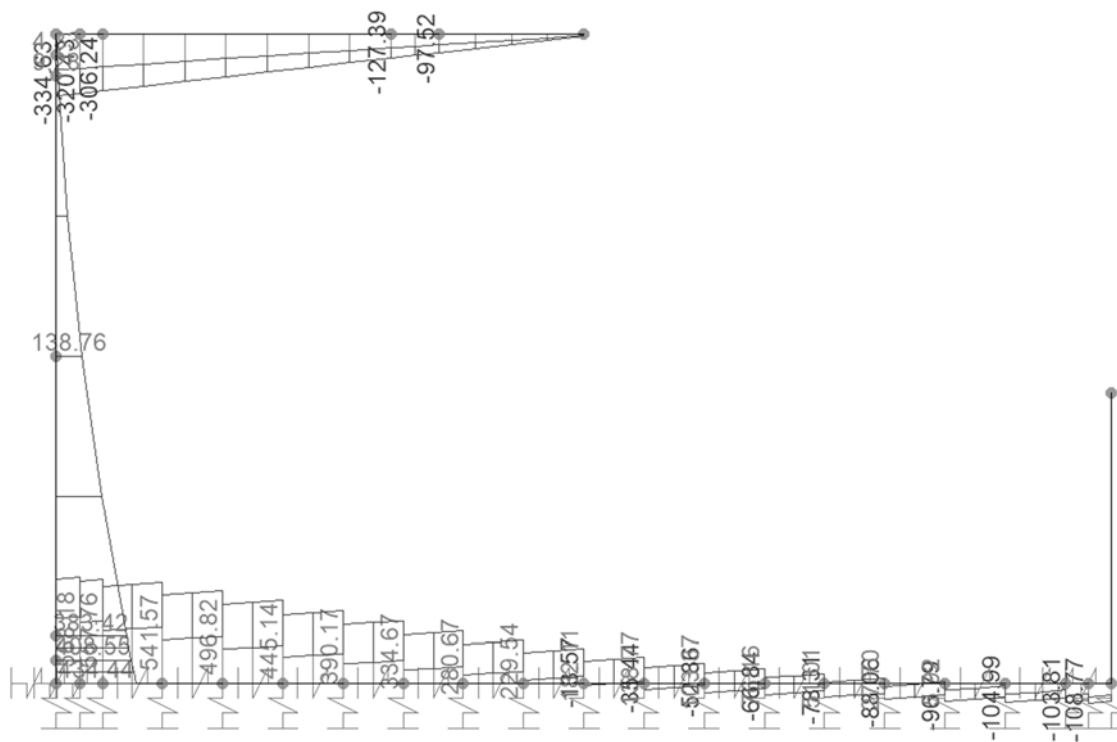


Figura 8-4 – GA04 – S1 – SLU – Ved





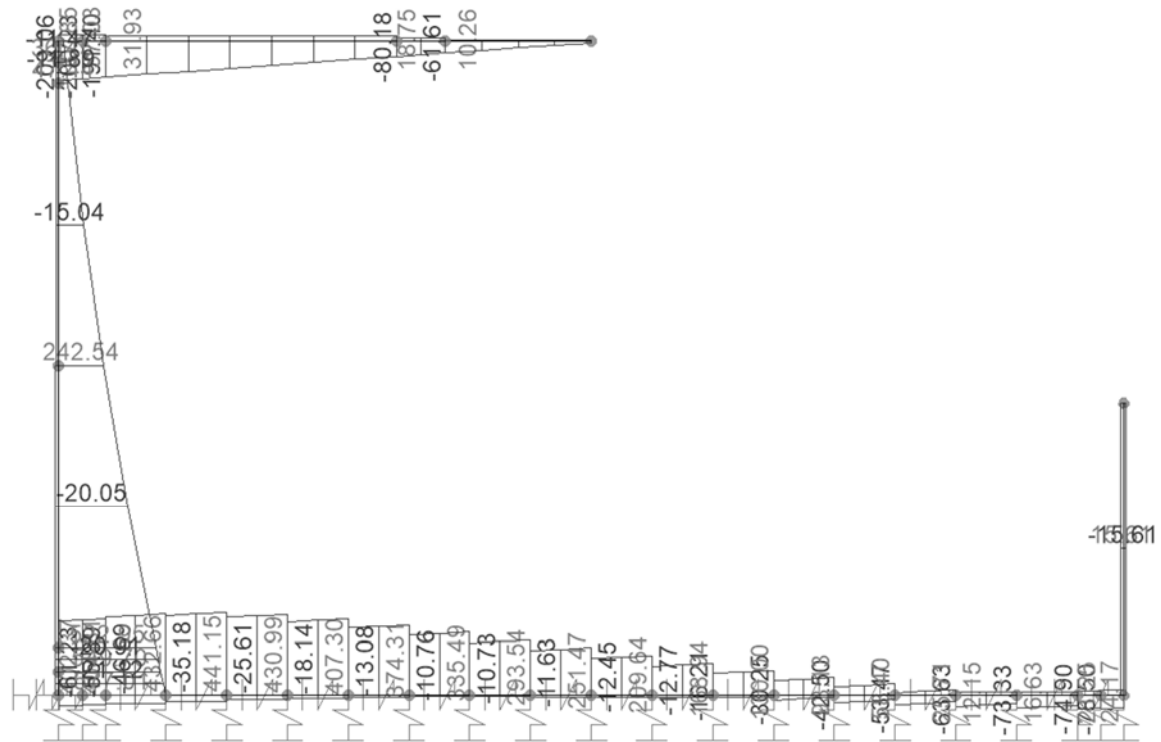


Figura 8-7 – GA04 – S1 – SLV – Ved

### 8.2.3 SLE rara

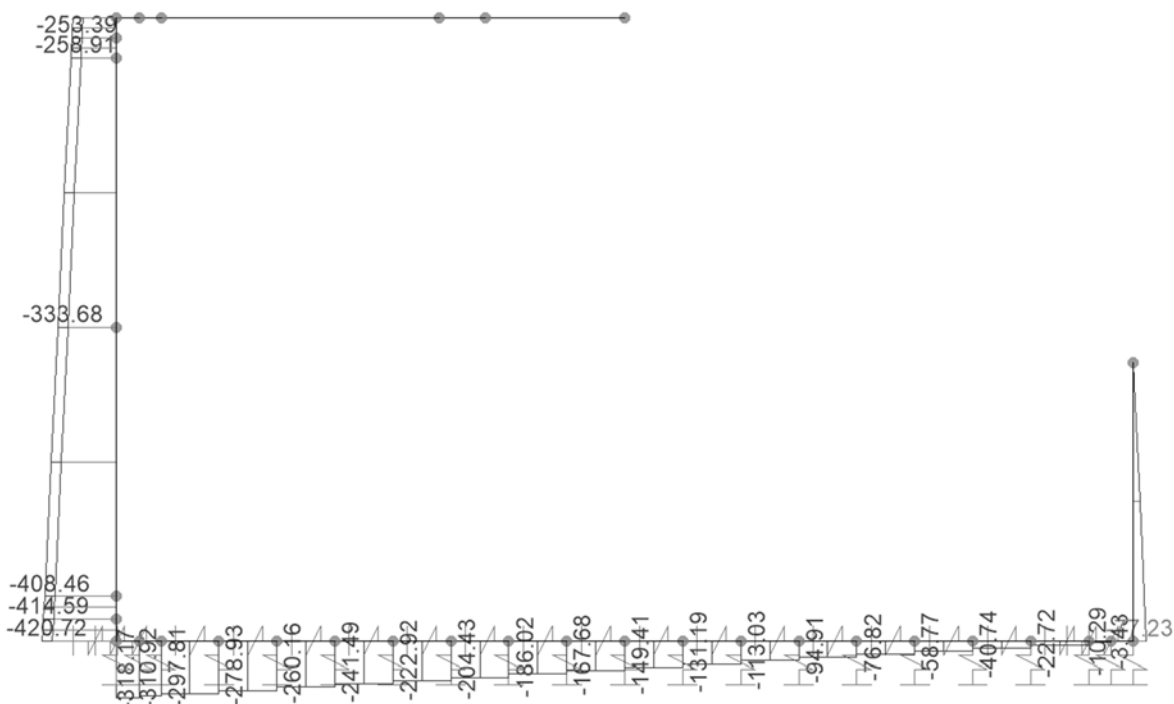


Figura 8-8 – GA04 – S1 – SLE.rara – Ned

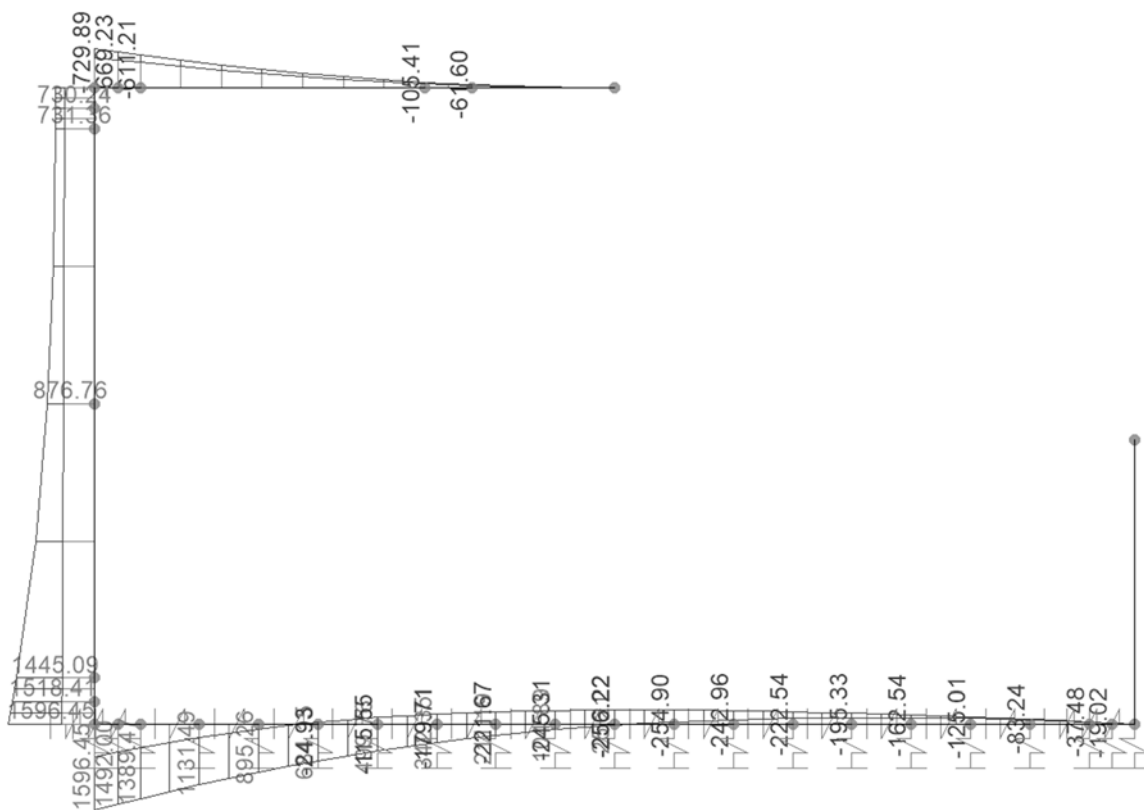


Figura 8-9 – GA04 – S1 – SLE.rara – Med

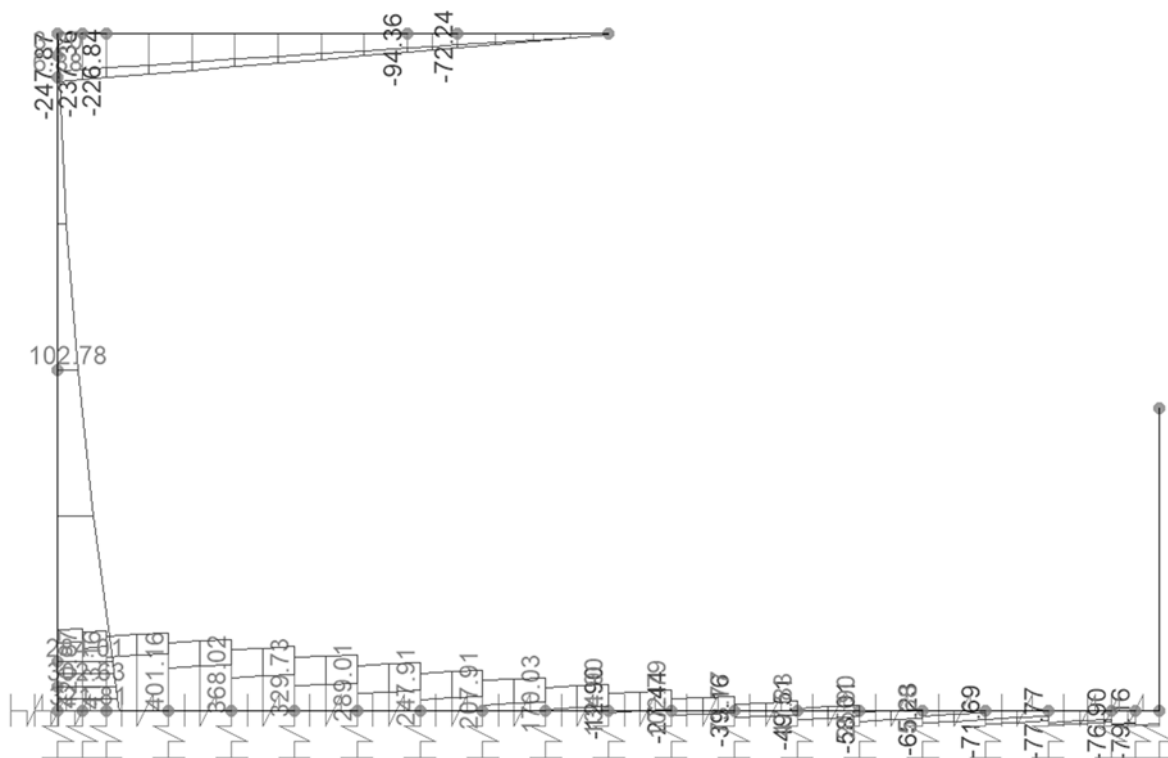


Figura 8-10 – GA04 – S1 – SLE.rara – Ved

### 8.2.4 SLE frequente

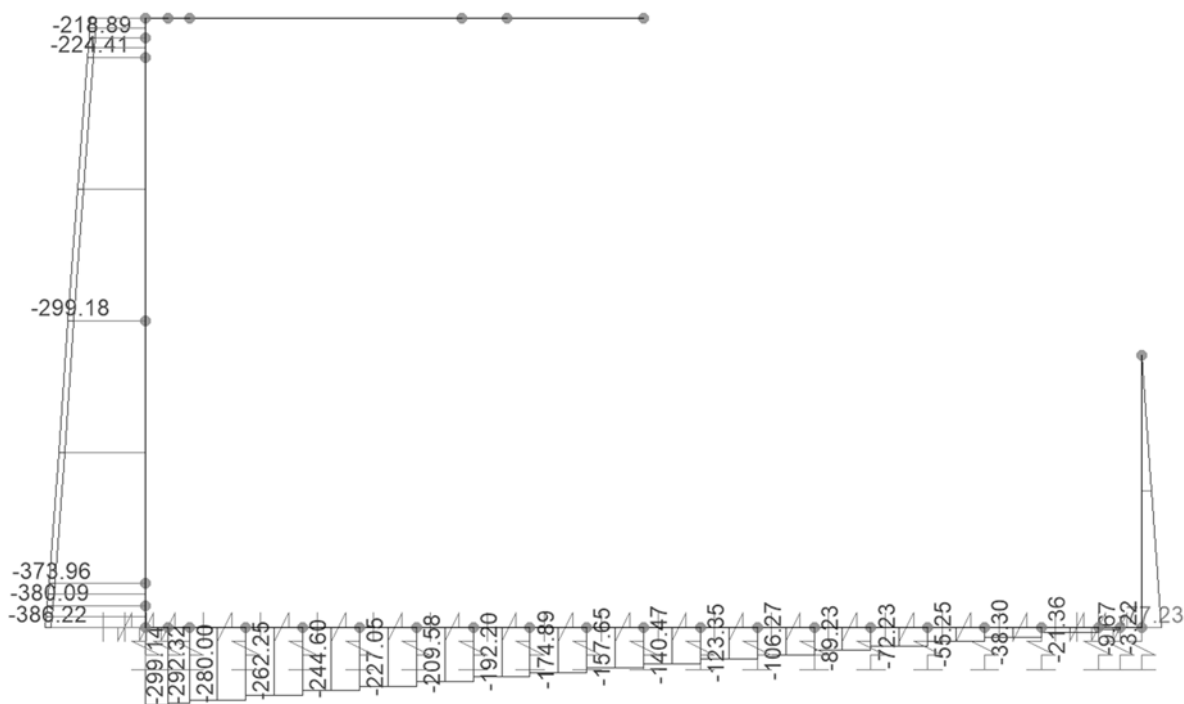


Figura 8-11 – GA04 – S1 – SLE. frequente – Ned

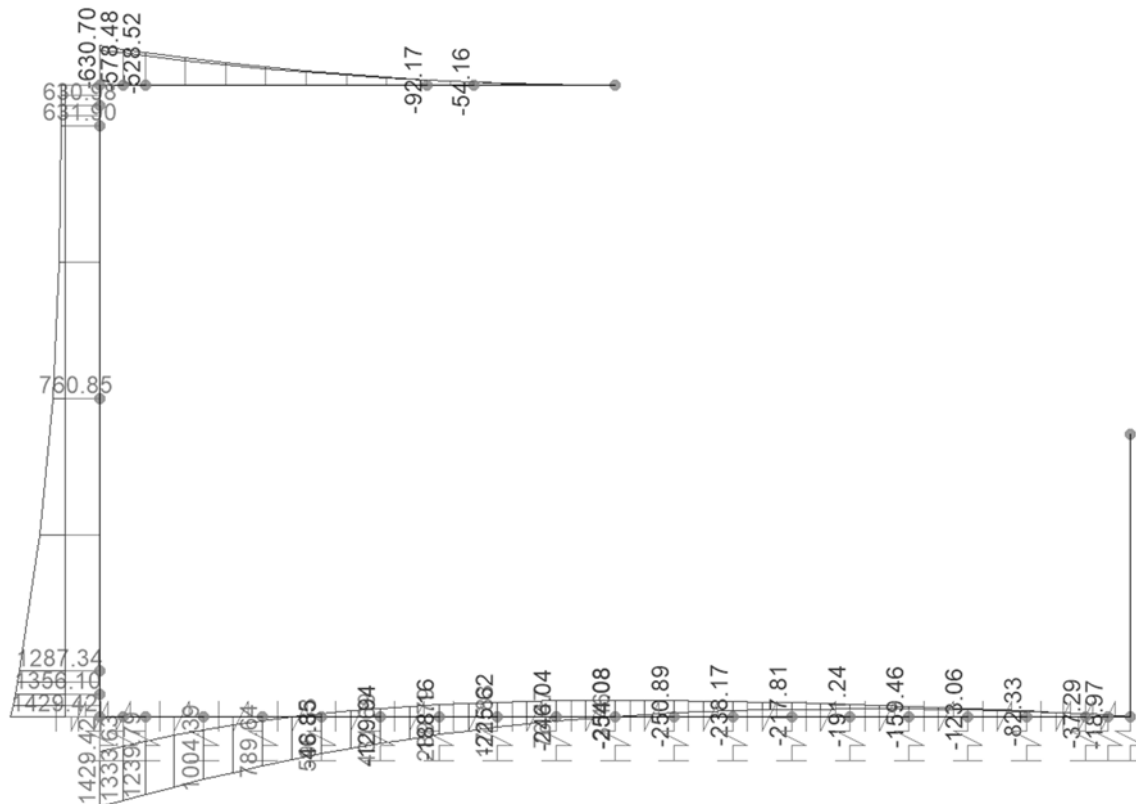


Figura 8-12 – GA04 – S1 – SLE. frequente – Med

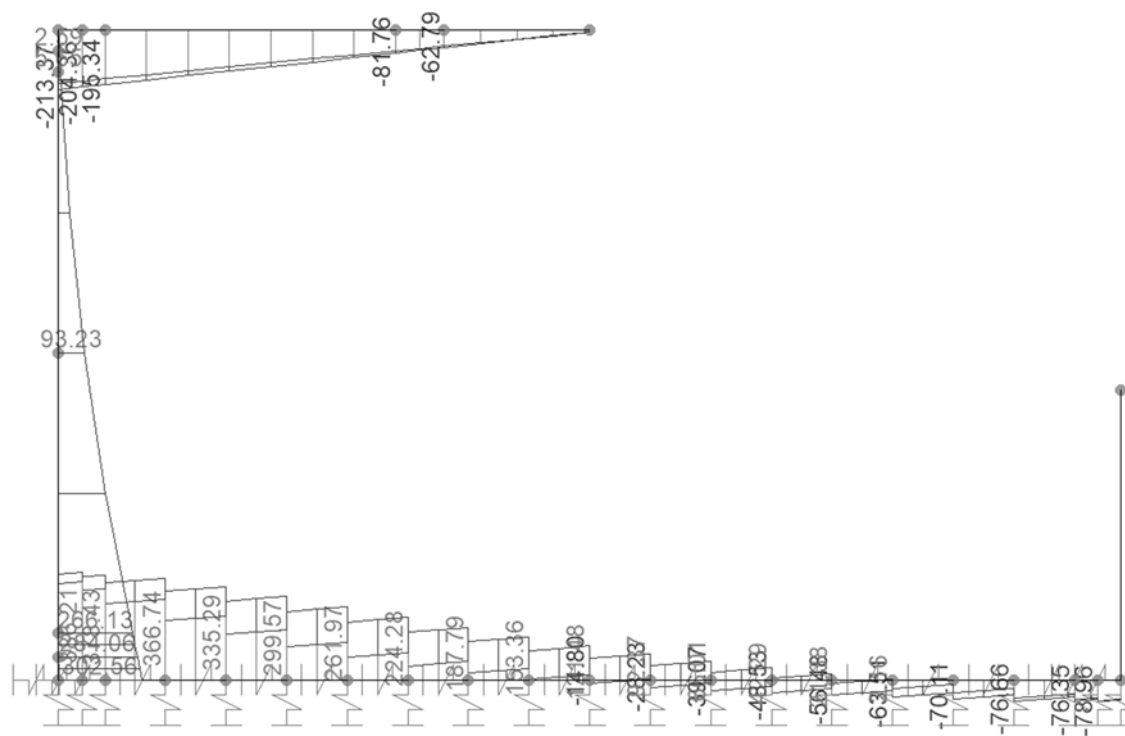


Figura 8-13 – GA04 – S1 – SLE.frequente – Ved

### 8.2.5 SLE quasi permanente

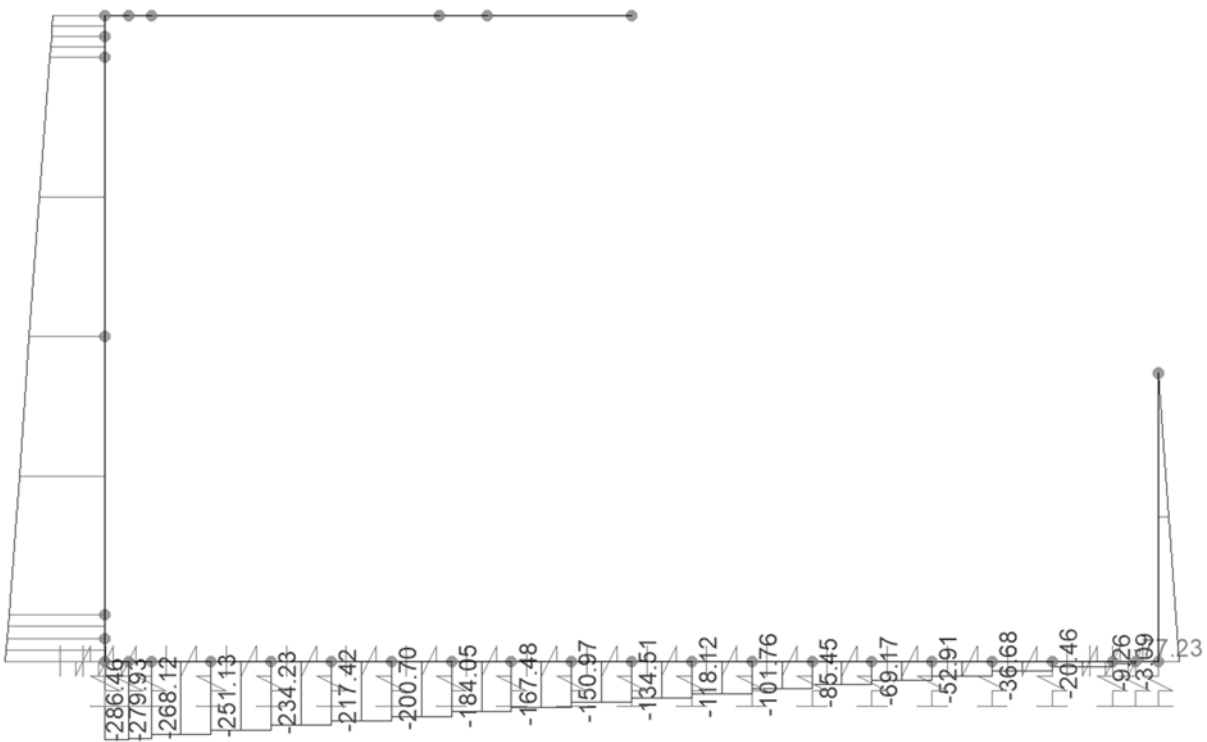


Figura 8-14 – GA04 – S1 – SLE.quasi permanente – Ned

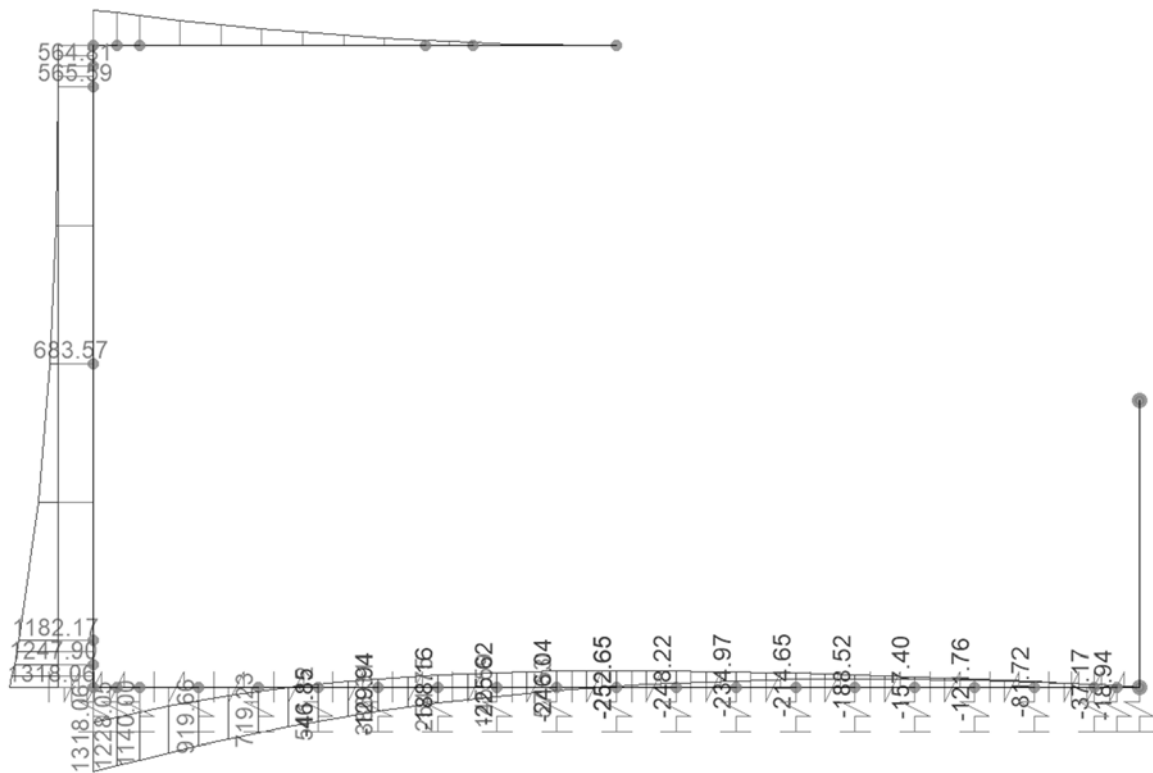


Figura 8-15 – GA04 – S1 – SLE.quasi permanente – Med

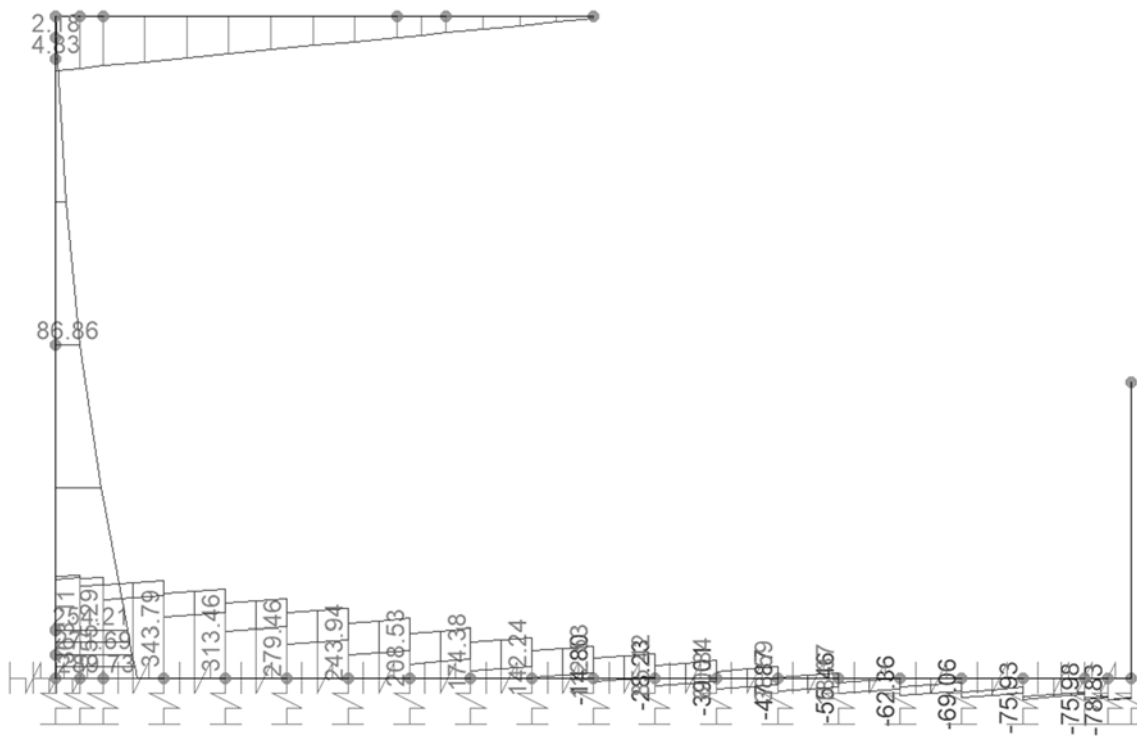


Figura 8-16 – GA04 – S1 – SLE.quasi permanente – Ved



## 8.3 VERIFICHE STRUTTURALI

### 8.3.1 Piedritto Sx – appoggio inferiore

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck} =$	40	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	32	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	18.13	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	33346	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	<b>B450C</b>	$E_s =$	200000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} =$	1.96		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	5	$\varnothing$ (mm)	24	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	2262	y (mm)	72
H =	1000	mm altezza		10	24	4524	-	880		
c =	60	mm coprifer.		10	24	4524		928		
							$\Sigma$	11310	mm <sup>2</sup>	

$N_{Ed}$  positivo di compressione  
 $M_{Ed}$  positivo se tende le fibre inferiori della sezione  
y distanza dell'armatura dal lembo superiore

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	SX-app-DO	363.22	2155.20	383.14	3046.32	1.41
SLV	SX-app-DO	-63.51	2438.24	522.95	2886.90	1.18

##### Taglio

$\phi_{staffe} =$	8	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	3.3	n° braccia	$s =$	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	SX-app-DO	567.90	693.34	2697.94	693.34	1.81
SLV	SX-app-DO	507.73	693.34	2644.97	693.34	1.33

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c =$  19.2 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	SX-app-DO	363.22	1596.45	2579.92	1.62

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c =$  14.4 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	SX-app-DO	363.22	1318.06	2278.76	1.73

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni

ambientali

aggressive

armatura

poco sensibile

$$\alpha_e = 6.00 \quad \phi_{eq} = 24.00$$

$$k_1 = 0.8 \quad k_2 = 0.5 \quad k_3 = 3.4 \quad k_4 = 0.425$$

Comb. Frequente

$$k_t = 0.6 \quad w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	SX-app-DO	363.22	1429.42	191	387	9048

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	204310	0.04	0.07%	255.33	0.18	OK

Comb. Quasi perm.

$$k_t = 0.4 \quad w_{lim} = 0.2 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	SX-app-DO	363.22	1318.06	175	390	9048

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	203499	0.04	0.07%	254.97	0.18	OK

### 8.3.2 Piedritto Sx – campata e appoggio superiore

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	5	24	2262	72
c =	60	mm coprifer.			-	
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	24	4524	928
y distanza dell'armatura dal lembo superiore			$\Sigma$		6786	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

*Flessione*

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	SX-app-UP	195.89	985.82	9.29	1633.03	1.66
SLU	Campata	276.18	1183.62	138.76	1667.86	1.41
SLV	SX-app-UP	-38.58	620.57	47.42	1529.36	2.46
SLV	Campata	-55.91	1017.51	242.54	1521.69	1.50

*Taglio*

Elemento non armato a taglio

$\phi_{\text{staffe}} =$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b =$  n° braccia  $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	SX-app-UP	437.71			437.71	47.13
SLU	Campata	449.04			449.04	3.24
SLV	SX-app-UP	404.65			404.65	8.53
SLV	Campata	402.21			402.21	1.66

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	SX-app-UP	190.37	729.89	1429.98	1.96
RARA	Campata	276.18	876.76	1461.41	1.67

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	SX-app-UP	190.37	564.57	1429.98	2.53
QPER	Campata	276.18	683.57	1461.41	2.14

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive

armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 24.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	SX-app-UP	190.37	630.70	147	305	4524
FREQ	Campata	276.18	760.85	173	311	4524

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$W_d$ [mm]	Verifica
FREQ	180000	0.03	0.04%	366.34	0.16	OK
FREQ	180000	0.03	0.05%	366.34	0.19	OK

Comb. Quasi perm.

$$k_t = 0.4 \quad w_{lim} = 0.2 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	SX-app-UP	190.37	564.57	130	309	4524
QPER	Campata	276.18	683.57	153	316	4524

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$W_d$ [mm]	Verifica
QPER	180000	0.03	0.04%	366.34	0.14	OK
QPER	180000	0.03	0.05%	366.34	0.18	OK

### 8.3.3 Piedritto Dx

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	5	24	2262	72
c =	60	mm coprifer.			-	
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			5	24	2262	928
y distanza dell'armatura dal lembo superiore					$\Sigma$ 4524	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	DOWN	77.23	64.05	61.00	809.18	12.63
SLV	DOWN	-12.89	49.19	40.45	769.12	15.64

Taglio

Elemento non armato a taglio

$\phi_{\text{staffe}} =$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
mm  
 $n_b =$  n° braccia  $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	DOWN	339.64			339.64	5.57
SLV	DOWN	326.93			326.93	8.08

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	DOWN	77.23	47.45	726.22	15.31

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	DOWN	77.23	47.45	726.22	15.31

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile  
 $\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 24.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	DOWN	77.23	47.45	10	380	2262

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	180000	0.01	0.00%	528.68	0.02	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	DOWN	77.23	47.45	10	380	2262

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	180000	0.01	0.00%	528.68	0.02	OK

### 8.3.4 Soletta Inferiore – appoggio Sx

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck} =$	45	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	35	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	19.83	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	34077	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	<b>B450C</b>	$E_s =$	200000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} =$	1.96		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	5	$\phi$ (mm)	24	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	2262	y (mm)	84
H =	1000	mm altezza					-			
c =	72	mm coprifer.								
$N_{Ed}$ positivo di compressione				10	26		5309			863
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione				10	26		5309			915
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore						$\Sigma$	12881			mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-S		2155.20	541.48	3323.00	1.54
SLV	appoggio-S	-20.95	2438.24	432.66	3315.25	1.36

##### Taglio Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$	mm	$\alpha =$	90	$^{\circ}$ inclinazione staffa
$n_b =$	n° braccia	s =	400	mm passo
				#DIV/0!

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-S	557.87			557.87	1.03
SLV	appoggio-S	554.96			554.96	1.28

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio-S		1596.45	2786.47	1.75

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
--------------	-----------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------------

QPER	appoggio-S	1318.06	2593.54	1.97
------	------------	---------	---------	------

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali		molto aggressive		armatura poco sensibile	
$\alpha_e =$	5.87	$\phi_{eq} =$	26.00	$k_3 =$	3.4
$k_1 =$	0.8	$k_2 =$	0.5	$k_4 =$	0.425

#### Comb. Frequente

$k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio-S		1429.42	184	378	10619

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	207312	0.05	0.07%	286.89	0.19	OK

#### Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio-S		1318.06	170	378	10619

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	207350	0.05	0.07%	286.91	0.20	OK

### 8.3.5 Soletta Inferiore – campata e appoggio Dx

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	$R_{ck} =$	45	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	35	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	19.83	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	34077	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s =$	200000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} =$	1.96		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

	B =	1000	mm base	n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
	H =	1000	mm altezza	5	24	2262	84
	c =	72	mm coprifer.	5	20	1571	132
$N_{Ed}$ positivo di compressione				10	26	5309	915
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione						$\Sigma$ 9142	mm <sup>2</sup>
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore							

### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Flessione

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-D			83.36		
SLU	campata		-345.90	103.37	1258.26	3.64
SLV	appoggio-D	-19.07	52.94	57.24	1773.12	33.49
SLV	campata	-13.36	-188.49	130.00	1252.46	6.64

#### Taglio Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$  mm       $\alpha =$  90 ° inclinazione staffa  
 $n_b =$  n° braccia       $s =$  400 mm passo #DIV/0!

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-D	397.21			397.21	4.76
SLU	campata	397.21			397.21	3.84
SLV	appoggio-D	440.13			440.13	7.69
SLV	campata	395.35			395.35	3.04

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica       $\sigma_c =$  21.0 N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio-D				
RARA	campata		-256.22	1092.00	4.26

Comb. Quasi perm.       $\sigma_c =$  15.8 N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	appoggio-D				
QPER	campata		-252.65	1092.00	4.32

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive      armatura poco sensibile  
 $\alpha_e =$  5.87       $\phi_{eq} =$  26.00  
 $k_1 =$  0.8       $k_2 =$  0.5       $k_3 =$  3.4       $k_4 =$  0.425



**Comb. Frequente**

$k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ FREQ	appoggio-D campata		-254.08	83	283	3833

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ FREQ	239021	0.02	0.03%	520.44	0.13	OK

**Comb. Quasi perm.**

$k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER QPER	appoggio-D campata		-252.65	83	283	3833

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER QPER	239018	0.02	0.02%	520.44	0.13	OK

### 8.3.6 Soletta Superiore

Come mostrato nei diagrammi riportati in relazione per la sezione S1, le sollecitazioni M, V e N della soletta superiore sono massime in corrispondenza dell'appoggio SX e si annullano al termine dello sbalzo. Le armature disposte (10Ø26 al lembo superiore e 5Ø20 al lembo inferiore) garantiscono sulla sezione minima con altezza di 50cm un momento resistente pari a circa 750 kNm e una resistenza a taglio senza armatura pari a circa 300kN. Si ritiene non siano quindi necessarie ulteriori verifiche o integrazioni delle armature disposte.

**Caratteristiche meccaniche dei materiali**

Calcestruzzo	C35/45	$R_{ck} = 45$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 35$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 19.83$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 34077$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.21$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

**Caratteristiche geometriche della sezione**

B =	1000	mm base	n.	ø(mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	900	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.			-	
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			5	20	1571	818
y distanza dell'armatura dal lembo superiore			$\Sigma$		6880	mm <sup>2</sup>

### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Flessione

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-S		-985.35	306.24	1574.92	1.60
SLV	appoggio-S	-25.93	-618.30	191.40	1566.05	2.53

#### Taglio Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b =$  n° braccia  $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-S	418.01			418.01	1.36
SLV	appoggio-S	414.43			414.43	2.17

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio-S		-729.89	1375.57	1.88

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	appoggio-S		-564.57	1375.57	2.44

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 5.87$   $\phi_{eq} = 20.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio-S		-630.70	164	147	5309

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	212500	0.02	0.05%	380.88	0.19	OK

Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio-S		-564.57	147	147	5309

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	212500	0.02	0.04%	380.88	0.17	OK

## 8.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 8.4.1 Capacità portante e verifica a scorrimento

Si riporta di seguito la verifica a capacità portante con il seguente significato delle simbologie:

- $B_x$  Larghezza fondazione in direzione x
- $B_y$  Larghezza fondazione in direzione y
- $H$  Altezza della fondazione
- p.p. fond Peso proprio della fondazione
- $\gamma_{Gpp}$  Coefficiente di sicurezza peso proprio della fondazione
- $N_{Ed, i}$  Azione verticale sollecitante nella direzione i (x,y)
- $H_{Ed, i}$  Azione orizzontale sollecitante nella direzione i (x,y)
- $M_{Ed, i}$  Azione flettente sollecitante nella direzione i (x,y)
- $e_i$  Eccentricità del carico in direzione i (x,y)
- $\gamma_c$  Coefficiente di sicurezza coesione
- $\gamma_\phi$  Coefficiente di sicurezza angolo attrito
- $\gamma_R$  Coefficiente di sicurezza R
- $c'_{k, d}$  Coesione caratteristica o di progetto
- $\Phi_{k, d}$  Angolo attrito terreno caratteristico o di progetto
- $\gamma_{ak, d}$  Peso specifico acqua di falda, valore caratteristico o di progetto
- $\gamma_{1k, d}$  Peso specifico terreno sopra falda, valore caratteristico o di progetto
- $\gamma_{2k, d}$  Peso specifico terreno sotto falda, valore caratteristico o di progetto
- $z$  Dislivello tra piano campagna e quota falda
- $D_f$  Dislivello tra piano campagna e piano di posa fondazione
- $q'$  Pressione permanente a livello piano di posa
- $L'$  Lunghezza della fondazione
- $N_q$  Meyerof

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

- $N_\gamma$  Vesic

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

- $N_c$  Meyerof

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

- $s_q$  Fattore di forma

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

- $s_\gamma$  Fattore di forma

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

- $s_c$  Fattore di forma

$$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$$

- m

$$H \text{ parallelo a } B \quad m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$$

$$H \text{ parallelo a } L \quad m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$$

-  $i_q$

Fattore inclinazione del carico

$$i_q = \left(1 - \frac{V}{N + A_f c \cot \varphi}\right)^m$$

-  $i_\gamma$

Fattore inclinazione del carico

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{V}{N + A_f c \cot \varphi}\right)^{m+1}$$

-  $i_c$

Fattore inclinazione del carico

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan \varphi}$$

-  $d_q$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$$

$$\text{se } \frac{D}{B} < 1 \quad k = \frac{D}{B}$$

$$\text{se } \frac{D}{B} > 1 \quad k = \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

-  $d_\gamma$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_\gamma = 1$$

-  $d_c$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_c = 1 + 0.4k$$

-  $\varepsilon$

Angolo d'inclinazione del piano di posa rispetto l'orizzontale

-  $b_q$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_q = (1 - \varepsilon \tan \varphi)^2$$

-  $b_\gamma$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_\gamma = b_q$$

-  $b_c$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \tan \varphi}$$

-  $\omega$

Angolo d'inclinazione del piano campagna rispetto l'orizzontale

-  $g_q$

Fattore inclinazione piano campagna

$$g_q = (1 - \tan \omega)^2$$

- $g_\gamma$  Fattore inclinazione piano campagna

$$g_\gamma = g_q$$

- $g_c$  Fattore inclinazione piano campagna

$$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \tan \varphi}$$

- $Q_{lim}$  Capacità portante

$$Q_{lim} = (c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma) B_x B_y$$

- $R_d$  Capacità portante di progetto

$$R_d = \frac{Q_{lim}}{\gamma_R}$$

- $CS$  Coefficiente di sicurezza capacità portante

$$CS = \frac{R_d}{N_{Ed}}$$

- $\delta_{fond}$  Angolo d'attrito terreno – fondazione ( $2/3 \Phi$ )

- $\gamma_{RH}$  Coefficiente di sicurezza R allo scorrimento

- Resistenza allo scorrimento

$$R_d = \frac{N_{Ed} \tan \delta_{fond} + c B' L'}{\gamma_{RH}}$$

- $CS$  Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

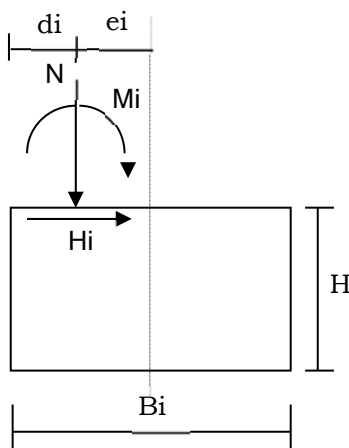
$$CS = \frac{R_d}{H_{Ed}}$$

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

$B_x =$	12.50	m
$B_y =$	1.00	m
$H =$	1.00	m
p.p.fond =	0.00	kN
$\gamma_{Gpp} =$	1.00	

### SOLLECITAZIONI

Comb	SLU1	
<i>Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione</i>		
$N_G =$	1124.26	kN
$H_{G;x} =$	434.44	kN
$M_{G;x} =$	1983.86	kNm
$H_{G;y} =$	0.00	kN
$M_{G;y} =$	0.00	kNm
$N_Q =$	0.00	kN
$H_{Q;x} =$	0.00	kN
$M_{Q;x} =$	0.00	kNm
$H_{Q;y} =$	0.00	kN
$M_{Q;y} =$	0.00	kNm
$d_x =$	6.25	m
$e_x =$	0.00	m
$d_y =$	0.50	m
$e_y =$	0.00	m



### Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto

$N_G =$	1124.26	kN
$H_{G;x} =$	434.44	kN
$M_{G;x} =$	2418.30	kNm
$H_{G;y} =$	0.00	kN
$M_{G;y} =$	0.00	kNm
$N_Q =$	0.00	kN
$H_{Q;x} =$	0.00	kN
$M_{Q;x} =$	0.00	kNm
$H_{Q;y} =$	0.00	kN
$M_{Q;y} =$	0.00	kNm

### Sollecitazioni di verifica:

$\gamma_G =$	1.00	
$\gamma_Q =$	1.00	
$N_{Ed} =$	1124.26	kN
$H_{Ed;x} =$	434.44	kN
$M_{Ed;x} =$	2418.30	kNm
$e_x =$	2.15	m
$B'x =$	8.20	m
$H_{Ed;y} =$	0.00	kN

=  $B_x - 2e_x$  = larghezza efficace di fondazione

$M_{Ed,y} =$	0.00	kNm	
$e_y =$	0.00	m	
$B'y =$	1.00	m	= $B_y - 2e_y$ = larghezza efficace di fondazione

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	SLU1	
$\gamma_c =$	1.00	
$\gamma_\phi =$	1.00	
$\gamma_{R,v} =$	2.30	
$\gamma_\gamma =$	1.00	
$c'_k =$	0.00	= coesione
$\varphi_k =$	33.00	= angolo di attrito del terreno
$\gamma_{ak} =$	10.00	= peso di volume effettivo dell'acqua di falda
$\gamma_{1k} =$	20.00	= peso di volume effettivo del terreno SOPRA il piano di posa
$\gamma_{2k} =$	20.00	= peso di volume effettivo del terreno SOTTO il piano di posa
$c'_d =$	0.00	
$\varphi_d =$	33°	
$\gamma_{ad} =$	10.00	
$\gamma_{1d} =$	20.00	
$\gamma_{2d} =$	20.00	
$z =$	11.36	= dislivello tra piano campagna e quota falda
$D_f =$	5.36	= dislivello tra piano campagna e piano di posa
$q' = q_0 =$	107.20	= pressione permanente ai bordi della fondazione
$B' =$	1.00	m
$L' =$	8.20	m

### VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	SLU1	
$N_{Ed} =$	1124.26	kN carico verticale
$V_{Ed} =$	434.44	kN carico orizzontale direzione x
$N_q =$	26.09	
$N_\gamma =$	35.19	
$N_c =$	38.64	
$s_q =$	1.08	coefficienti di forma
$s_\gamma =$	0.95	
$s_c = s_c^0 =$	1.08	
$m = m^0 =$	1.11	inclinazione del carico
$i_q =$	0.58	
$i_\gamma =$	0.36	
$i_c =$	0.00	
$d_q =$	1.18	profondità piano di posa
$d_\gamma =$	1.00	
$d_c = d_c^0 =$	1.26	
$\varepsilon =$	0.00	inclinazione piano di posa rispetto l'orizzontale
$b_q =$	1.00	
$b_\gamma =$	1.00	



$b_c =$	1.00	
$\omega =$	30.00	inclinazione piano campagna rispetto l'orizzontale
$g_q =$	0.18	
$g_y =$	0.18	
$g_c =$	0.15	
$Q_{lim} =$	3742.25	
$R_d =$	1627.07	kN Resistenza di progetto
$N_{Ed} =$	1124.26	kN carico verticale
Verifica	<b>ok</b>	
CS =	1.45	

Verifica in direzione y

Comb	SLU1		
$N_{Ed} =$	1124.26	kN	carico verticale
$V_{Ed} =$	0.00	kN	carico orizzontale direzione y

		M1	M2	
Angolo di attrito terreno	$\phi_k =$	33.00	27.45	
Angolo di attrito terra-opera	$\delta_{fond} =$	33.00	27.45	
Coesione efficace	$c'_k =$	0.00	0.00	kPa
Coesione non drenata	$c_{uk} =$	0.00	0.00	kPa
	$\gamma_{R,h} =$	1.1	1.1	

Tipo	Comb	Azione N kN	B' m	L' m	Resistenza allo scorrimento	Azioni sollecitanti Vx kN	Verifica dir x	CS dir x
M1	SLU1	-1124.26	1.00	8.20	663.73	434.44	ok	1.53
M1	STR120	-722.38	1.00	9.93	426.47	43.30	ok	9.85
M1	STR53	-1052.85	1.00	11.53	621.57	434.44	ok	1.43

## 9 SEZIONE DI TRANSIZIONE STRANS 1: DA S1 A S2

Considerato che il concio di transizione Strans1 della galleria GA04 presenta sino alla pk 1+870 una larghezza analoga al concio di transizione della galleria GA01 (12.50m) si è operato nel seguente modo.

In relazione di calcolo della GA04 è stato inserito nel presente Capitolo le analisi condotte per il concio di transizione della GA01 con i seguenti aggiustamenti sugli elaborati di armatura:

- a. Sino alla pk. 1+870 (12.50m) sono estese per la GA04 i dimensionamenti assunti per la GA01. Le verifiche e le armature in quel tratto sono quindi analoghe a quelle determinate per il concio di transizione della GA01;
- b. Nel concio compreso tra la pk 1+870 e la pk 1+878.50 sono previste negli elaborati grafici delle armature che “involuppano” quelle determinate per il tratto analogo della GA01 (con due colonne) e quelle determinate nella relazione di calcolo della GA04 per la sezione di calcolo successivo S2.

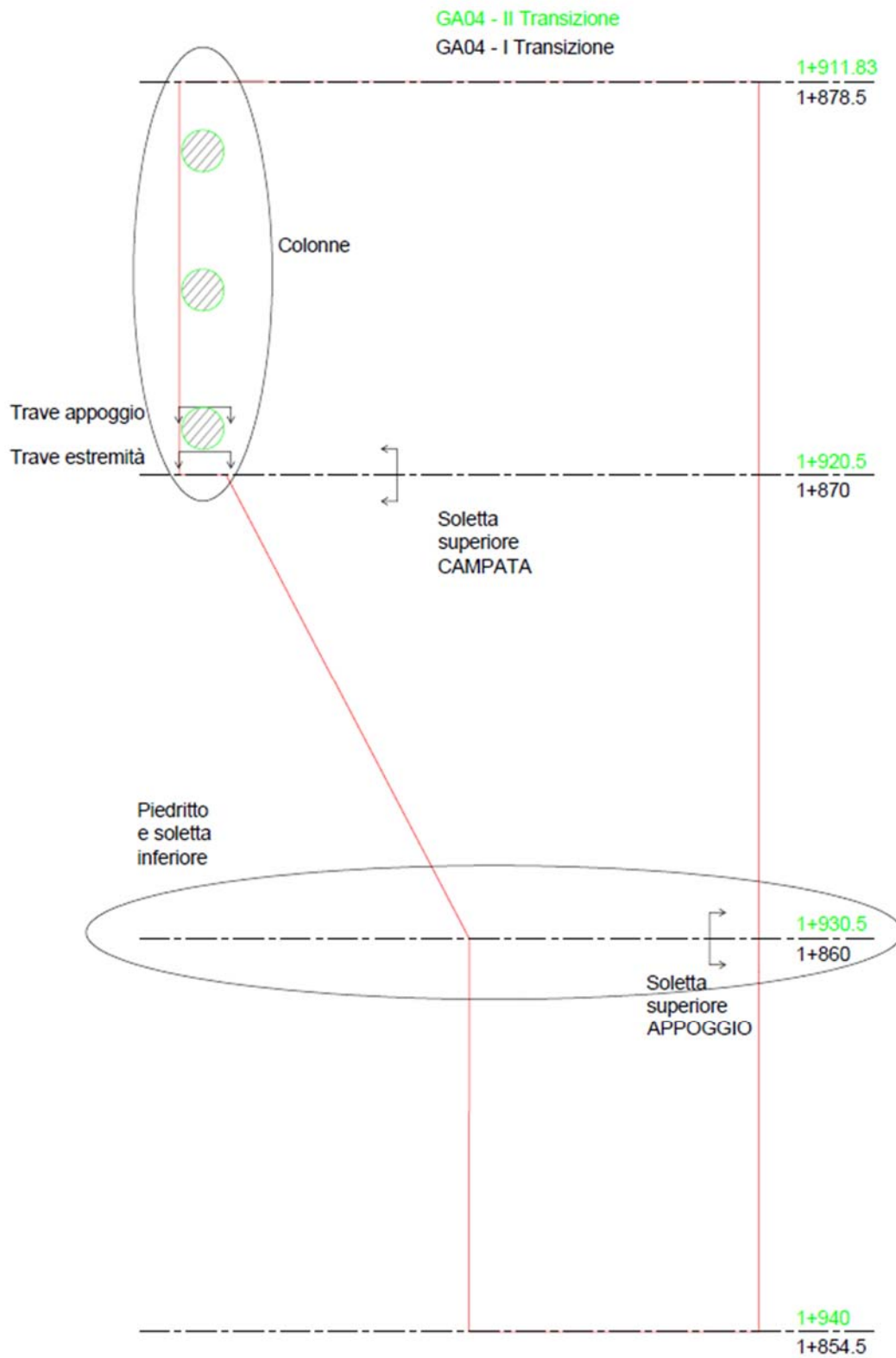
Le assunzioni sopra riportate sono giustificate poiché:

- Sino alla larghezza di 12,50m alla pk 1+870 le gallerie GA04 e GA01 presentano geometrie analoghe;
- Dopo la progressiva 1+870 la galleria GA04 (larghezza massima 12.77m contro i 12.50m della GA01) presenta tre colonne anziché le due della GA01 e quindi un maggior sostegno della soletta superiore. Inoltre, il comportamento strutturale di questo tratto sarà analogo a quello successivo (sezione scatolare chiusa con colonnato sul lato di valle).

Fermo restando l'obiettivo dell'equilibrio tra accuratezza del modello e costi computazionali, la strategia adottata per investigare le azioni sul tratto di transizione vede una combinazione di più modelli bi-dimensionali. Si è modellata dapprima la soletta superiore, includendo tutto il tratto compreso tra i due giunti di dilatazione longitudinali. Sono stati applicati vincoli di incastro in corrispondenza del piedritto e di semplice appoggio in corrispondenza di trave e pilastri.

Utilizzando gli involuppi di ogni sollecitazione, si sono quindi applicate le reazioni vincolari ottenute dal primo modello ai due modelli della sottostruttura: le due colonne con la trave in sommità ed il piedritto con la platea di fondazione. Ottenuta una stima delle sollecitazioni interne caratterizzanti il tratto in oggetto si è proceduto al dimensionamento e verifica.

Viene di seguito riportata una rappresentazione schematica della localizzazione delle sezioni considerate per il dimensionamento degli elementi del tratto di transizione. Individuate le sezioni dimensionanti, si sono scalate le armature seguendo l'andamento delle sollecitazioni derivanti dalla modellazione del tratto di transizione, mantenendo sempre il criterio di “involuppo” con le armature delle sezioni adiacenti.



### 9.1.1 Soletta superiore

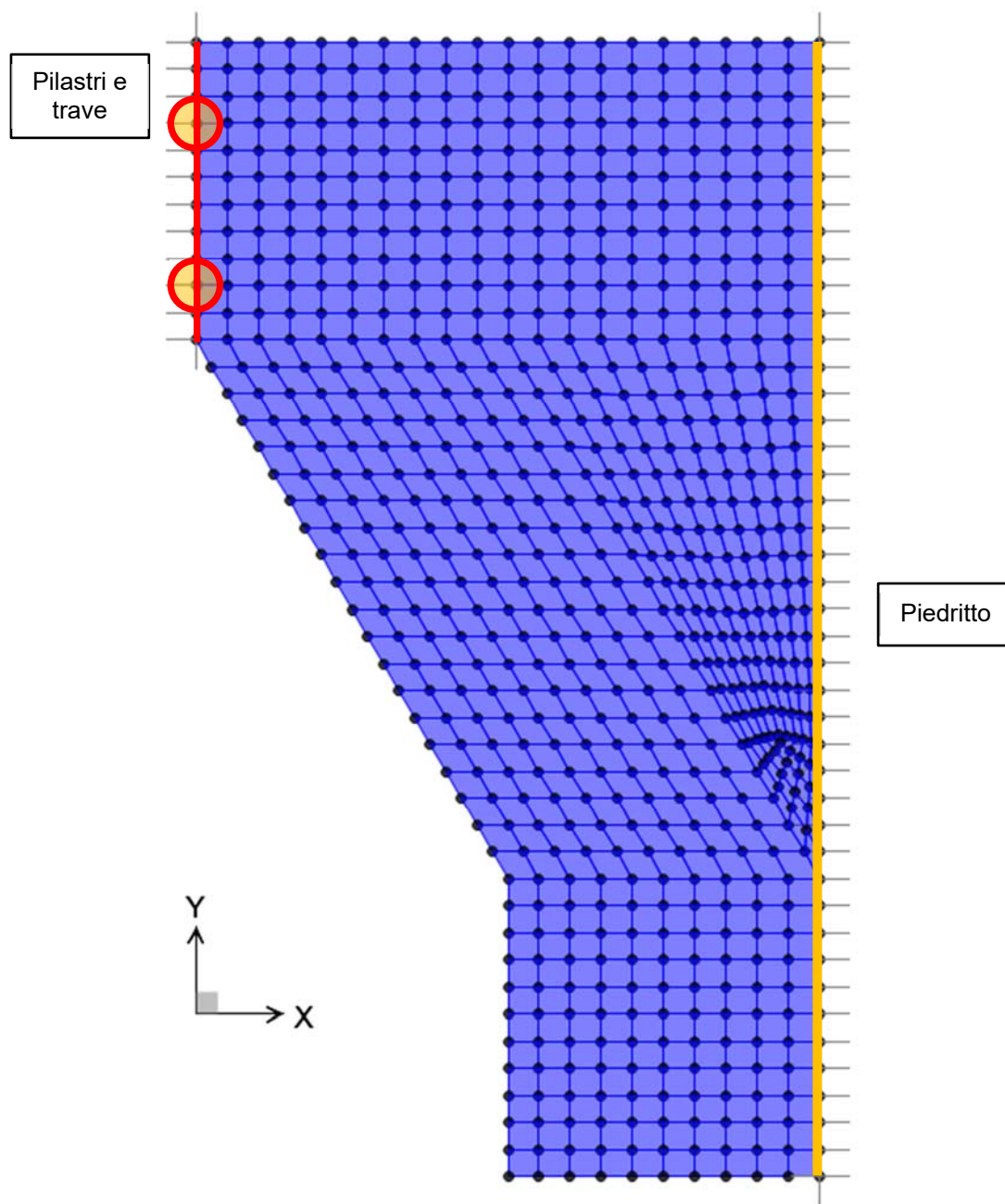


Figura 9-1. Modello bidimensionale soletta superiore - sezione di transizione 1.

### 9.1.2 Pilastri terminali e trave longitudinale

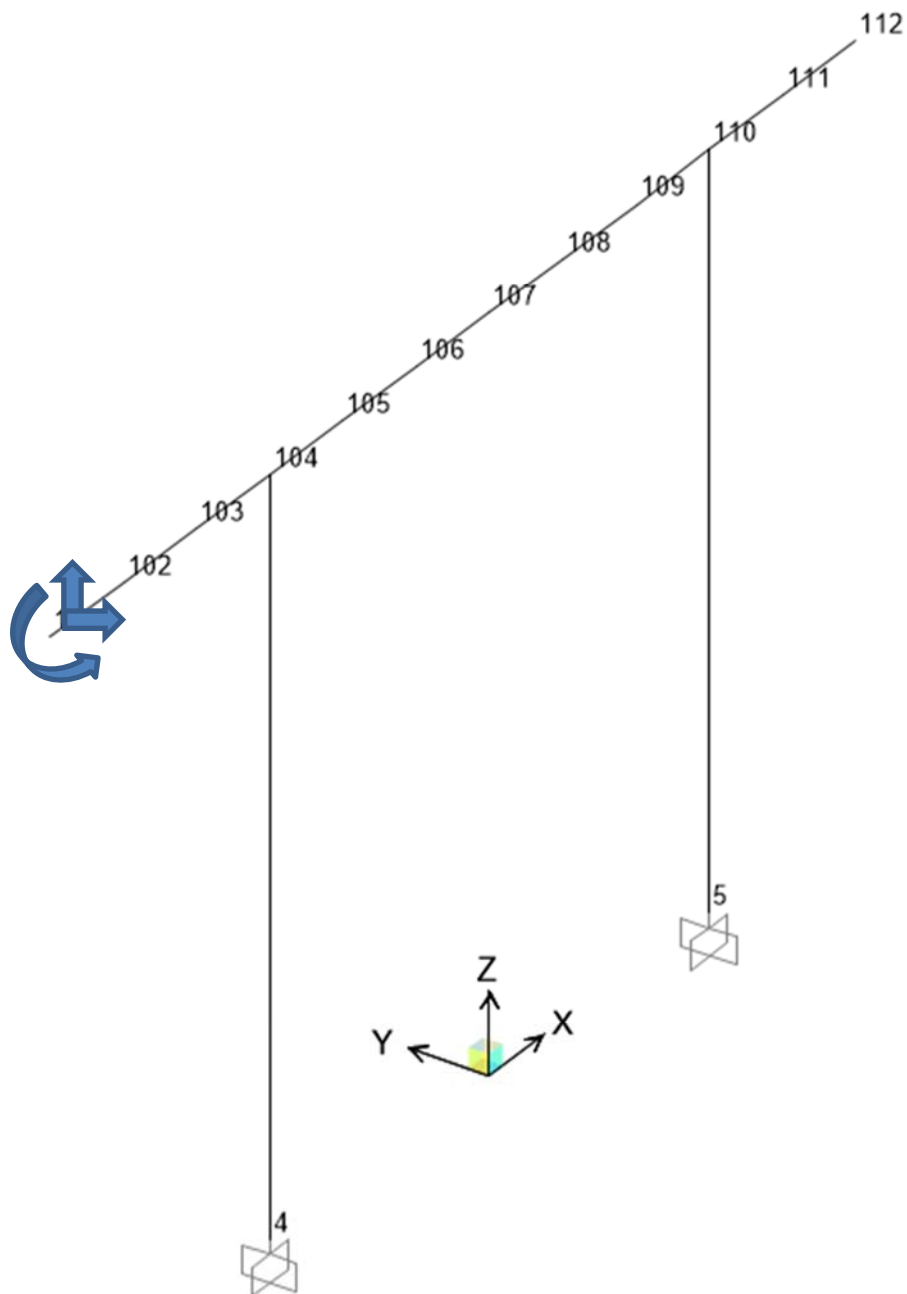


Figura 9-2. Modello piano pilastri terminali e trave longitudinale soprastante – sezione di transizione 1.

### 9.1.3 Piedritto e platea di fondazione

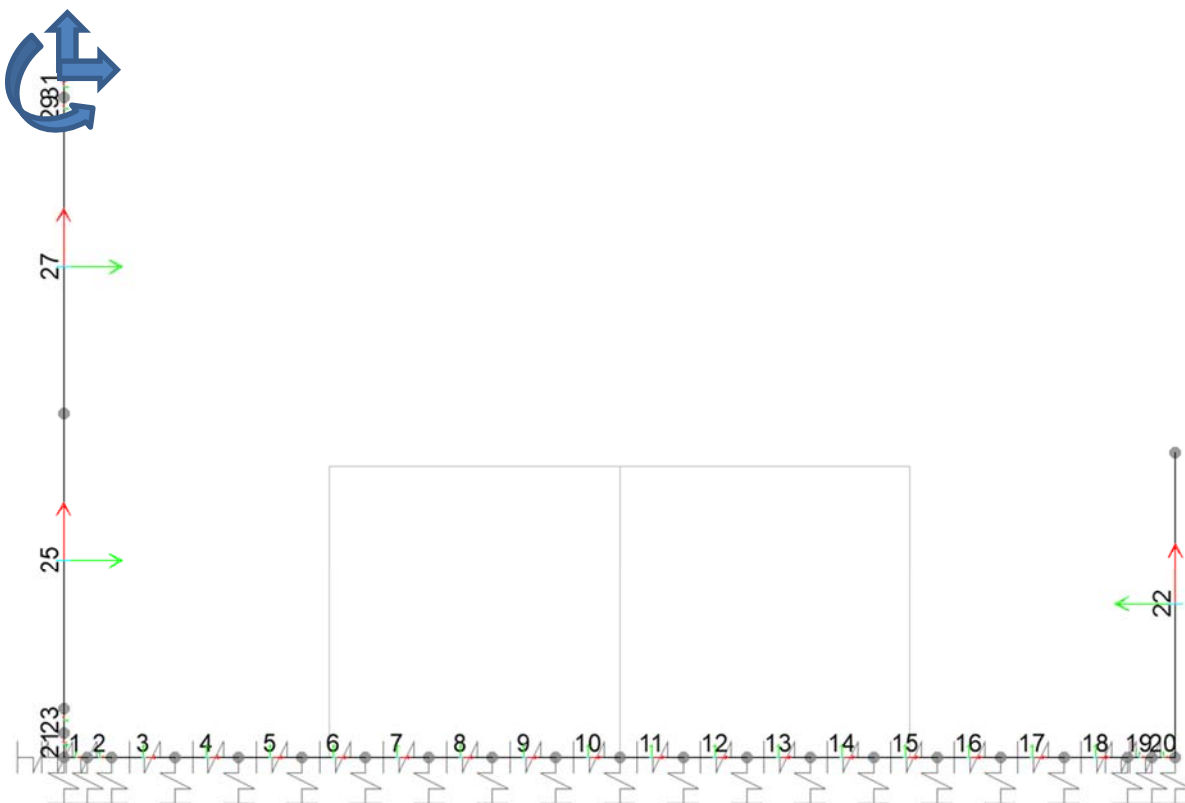


Figura 9-3. Modello unifilare del piedritto e platea di fondazione – sezione di transizione 1.

## 9.2 SOLLECITAZIONI

### 9.2.1 SLU

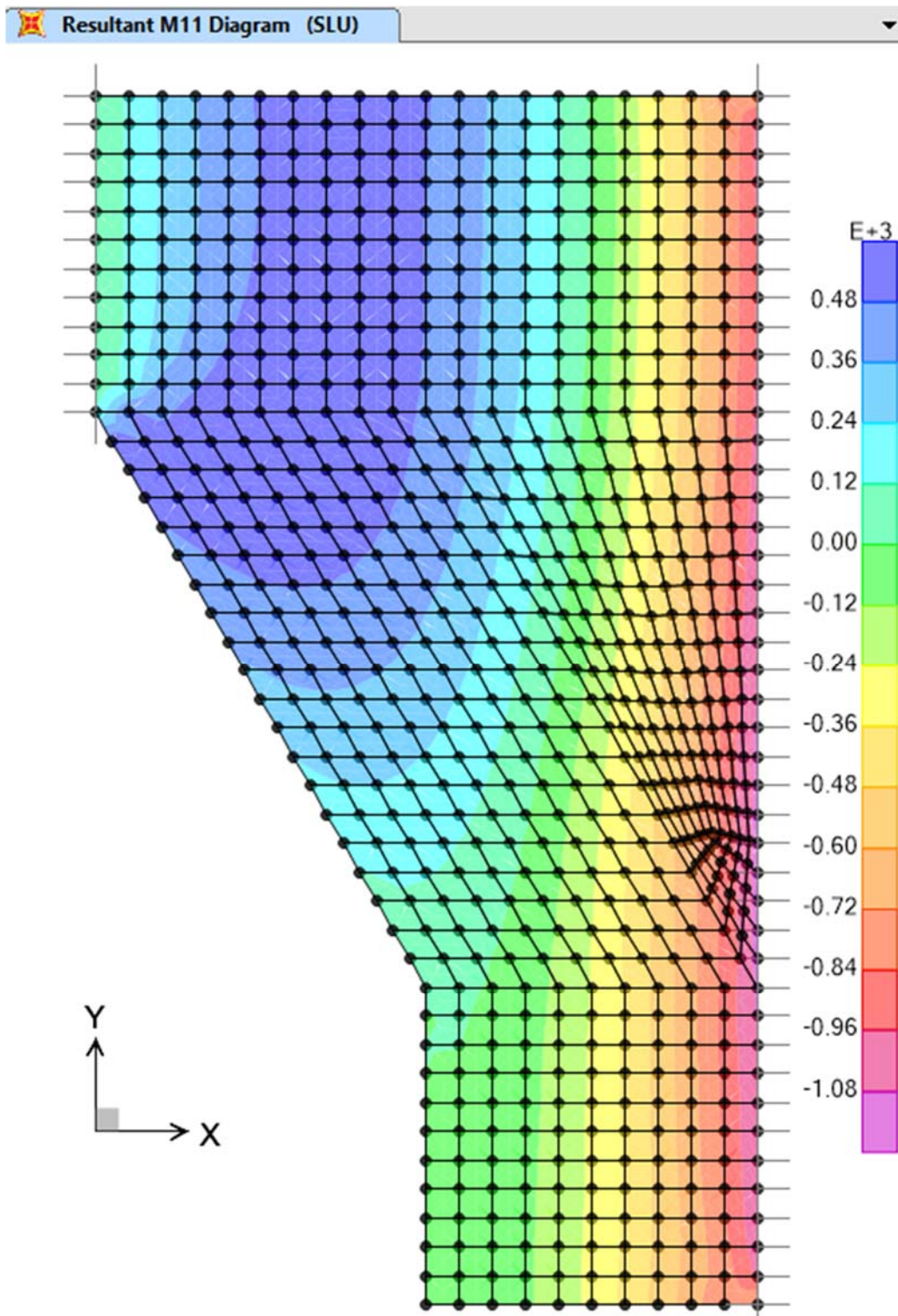


Figura 9-4. SLU – Soletta superiore – Momenti M11

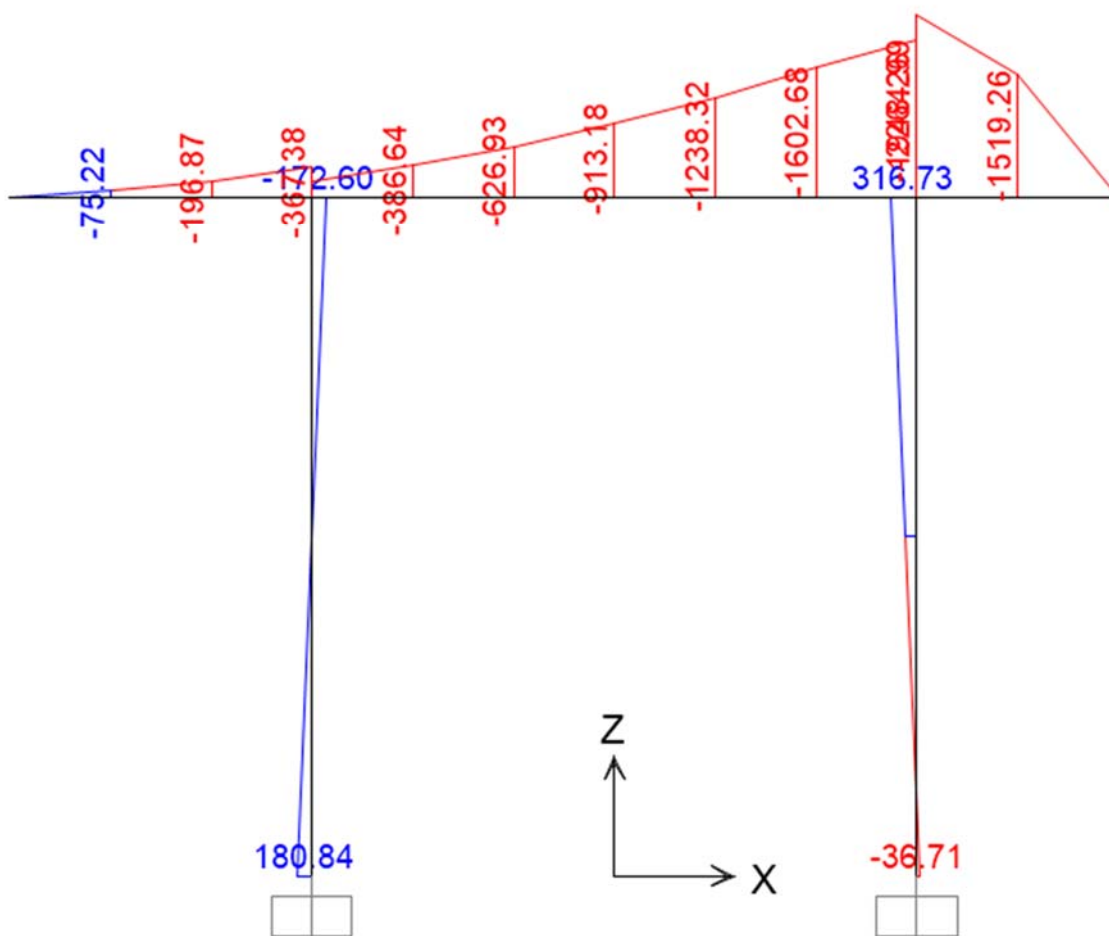


Figura 9-5. SLU – Colonne e trave – Momenti Med



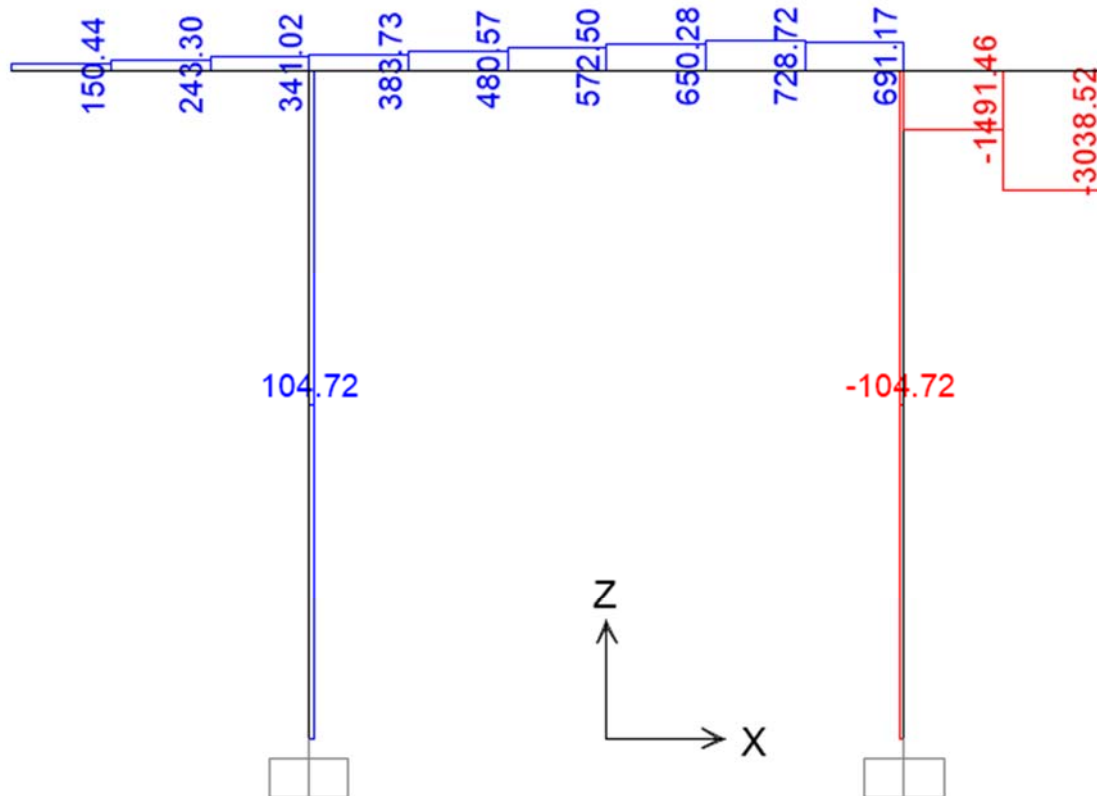


Figura 9-6. SLU – Colonne e trave – Tagli Ved

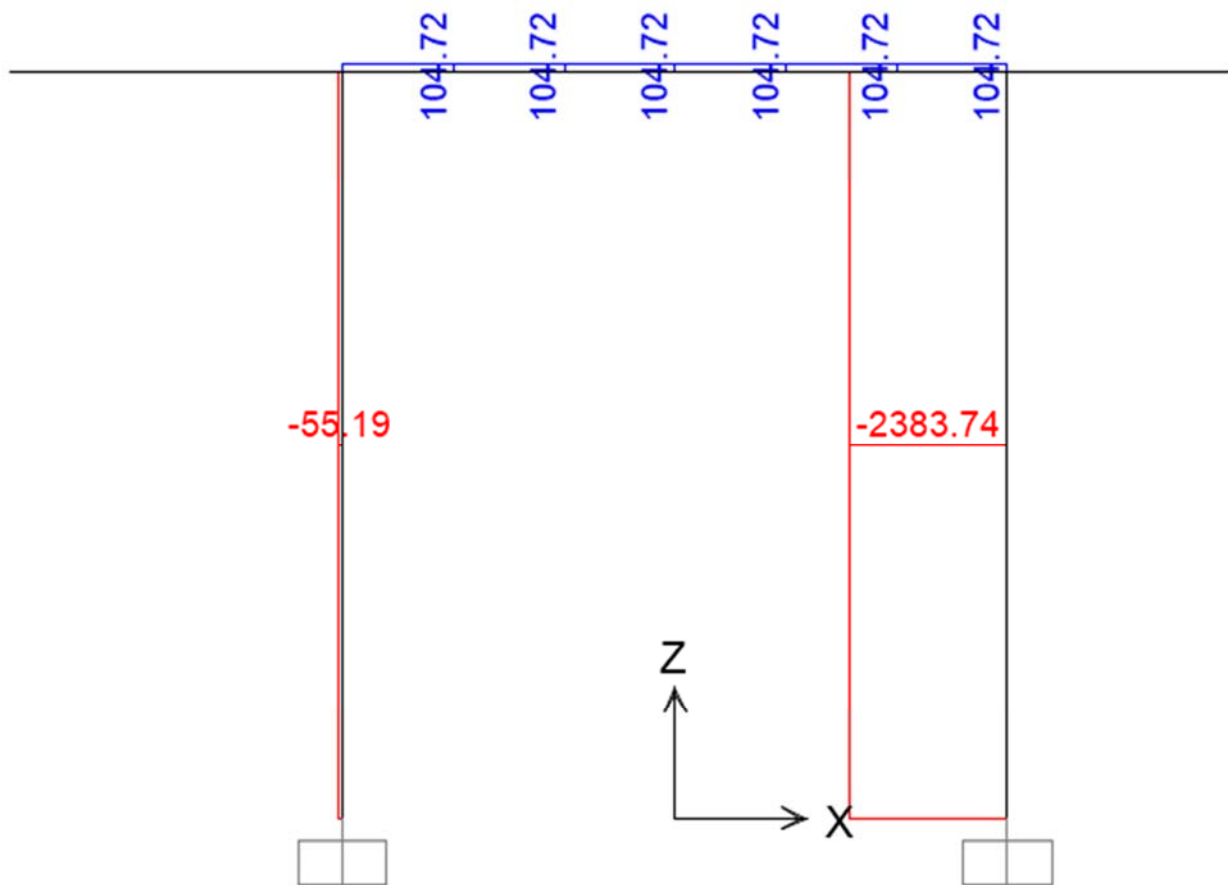


Figura 9-7. SLU – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

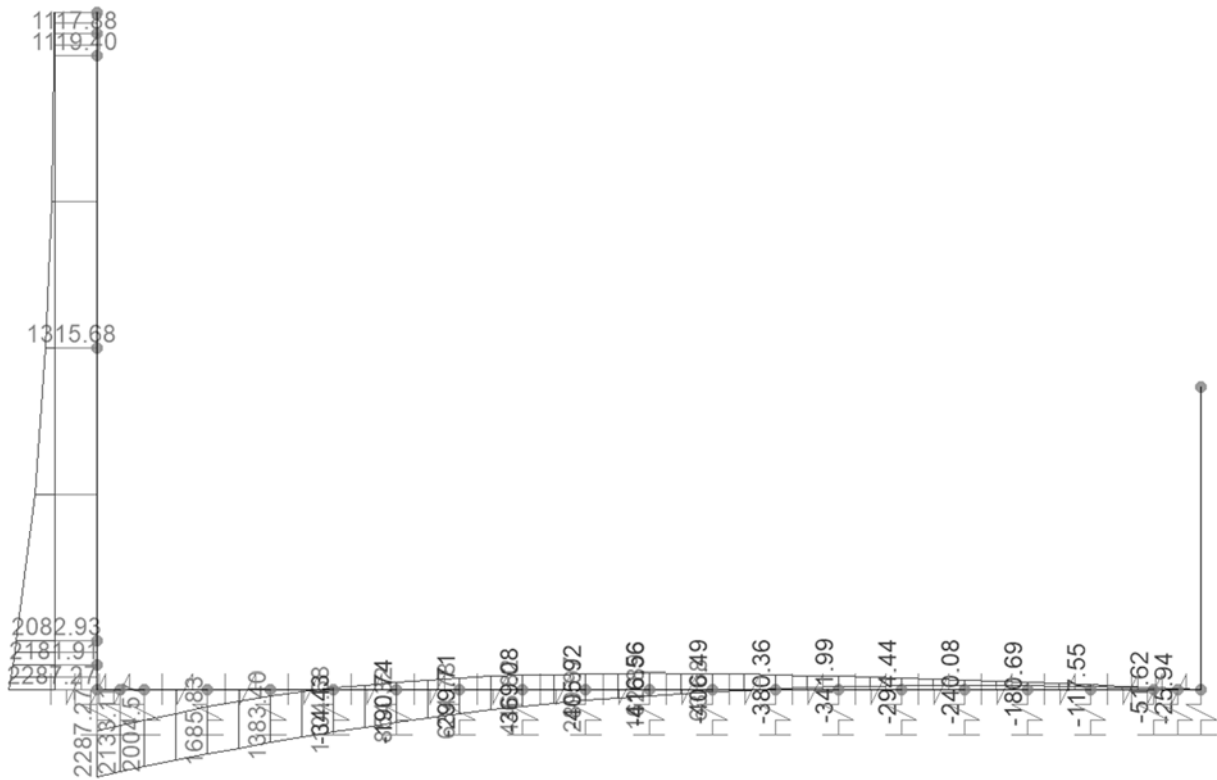


Figura 9-8. SLU – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

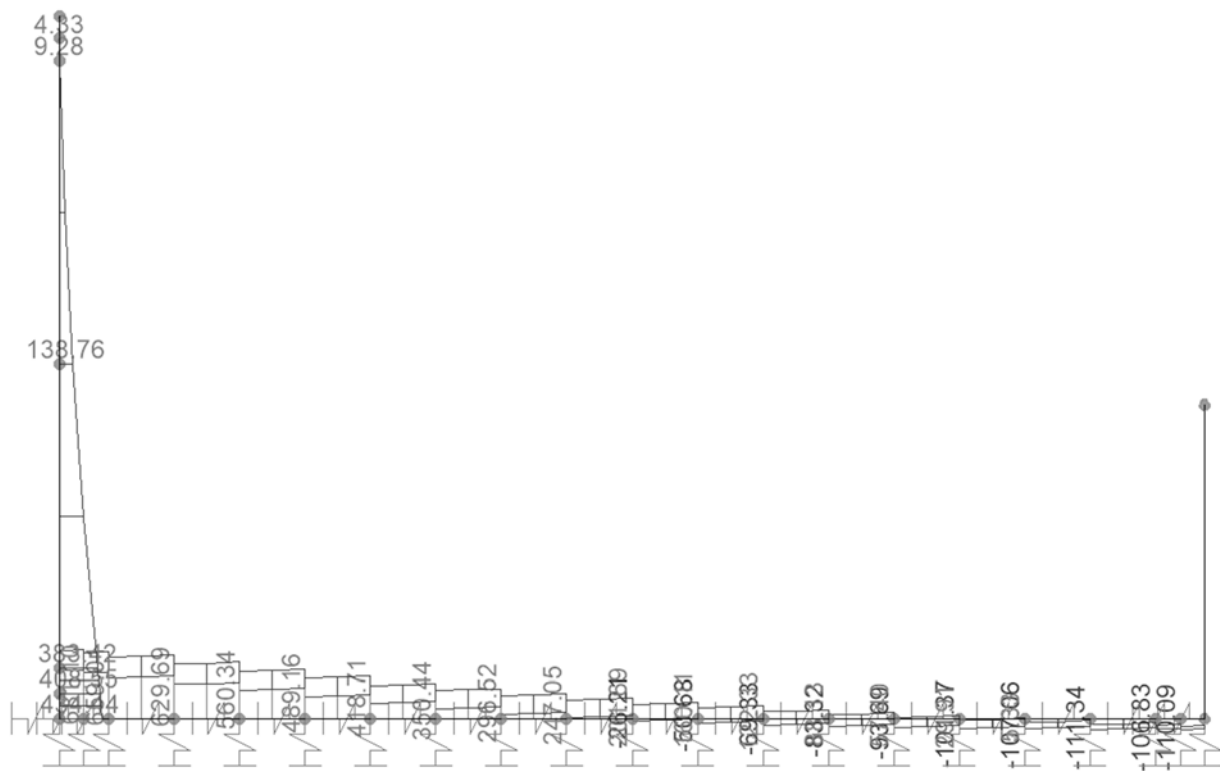


Figura 9-9. SLU – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

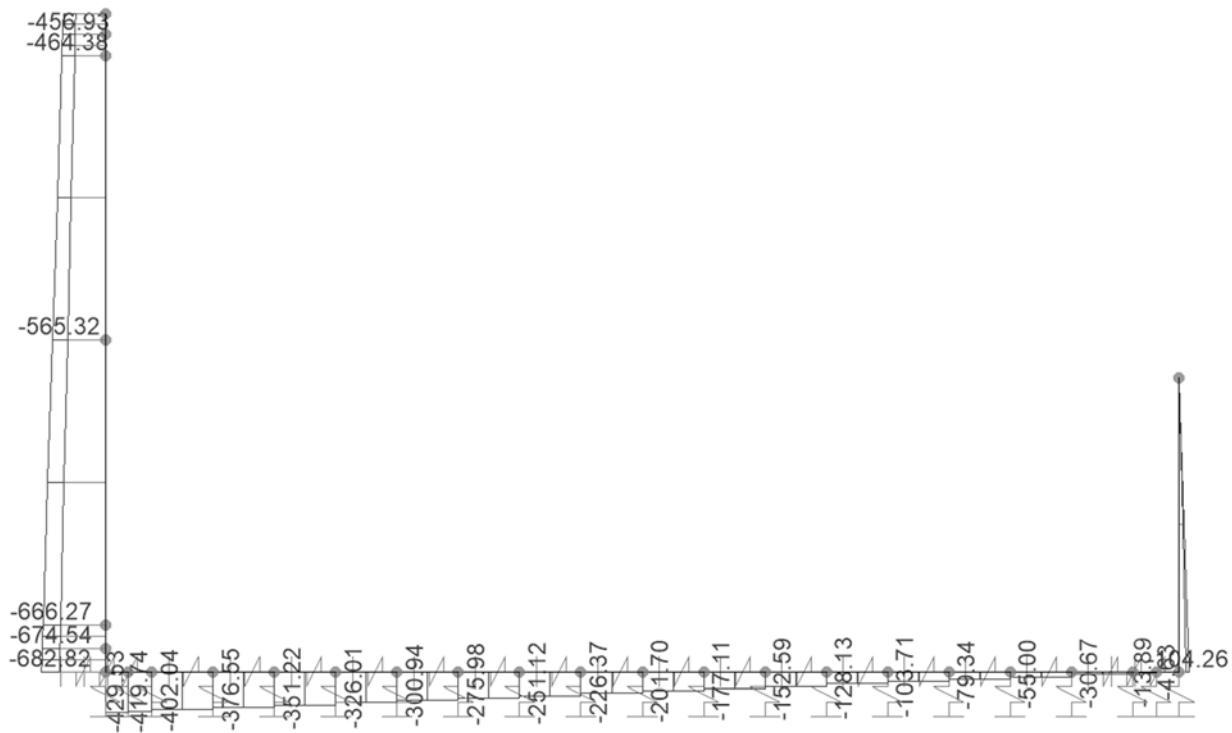


Figura 9-10. SLU – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned

**9.2.2 SLV**

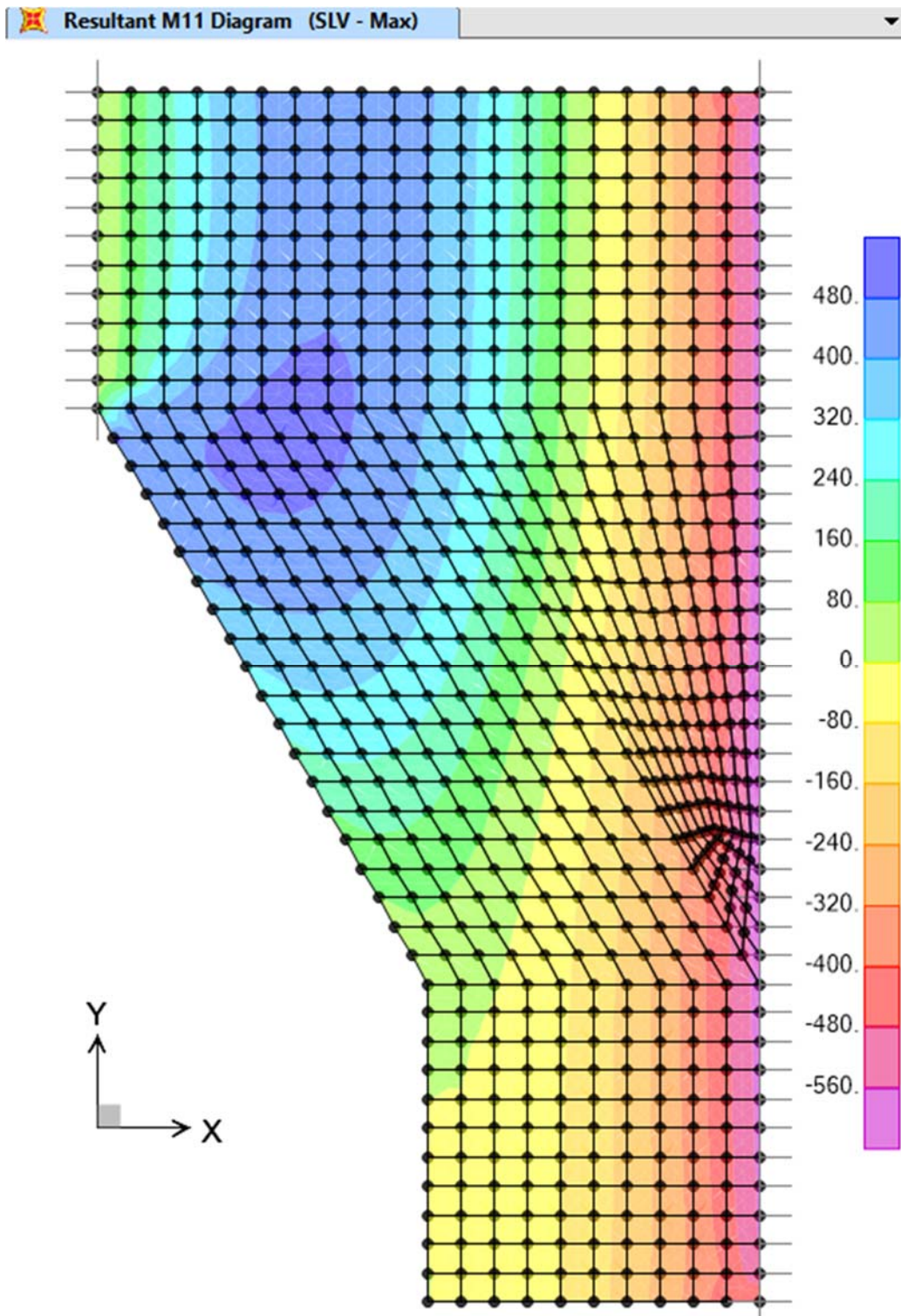


Figura 9-11. SLV – Soletta superiore – Momenti M11, MAX

**Resultant M11 Diagram (SLV - Min)**

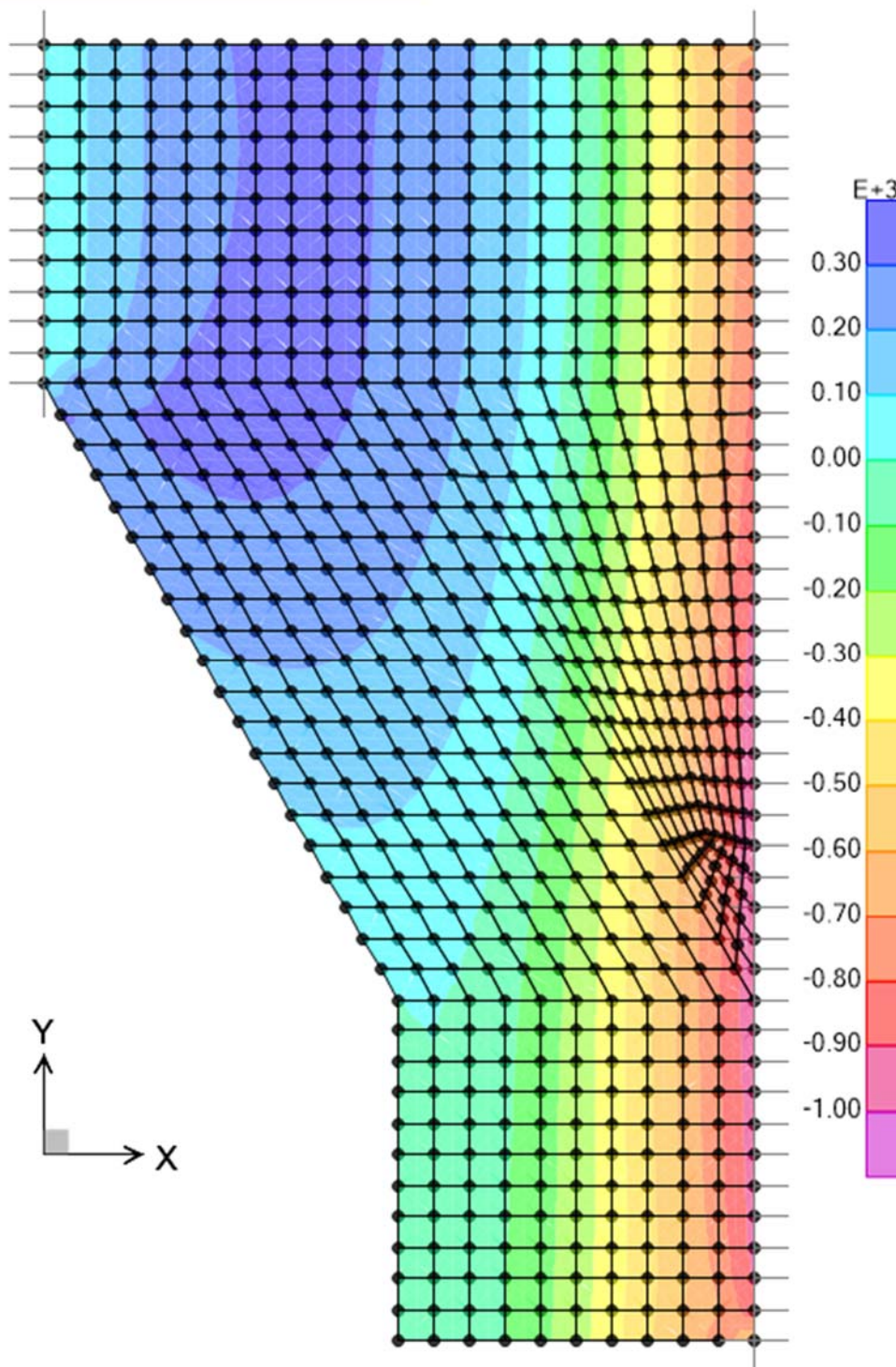


Figura 9-12. SLV – Soletta superiore – Momenti M11, MIN

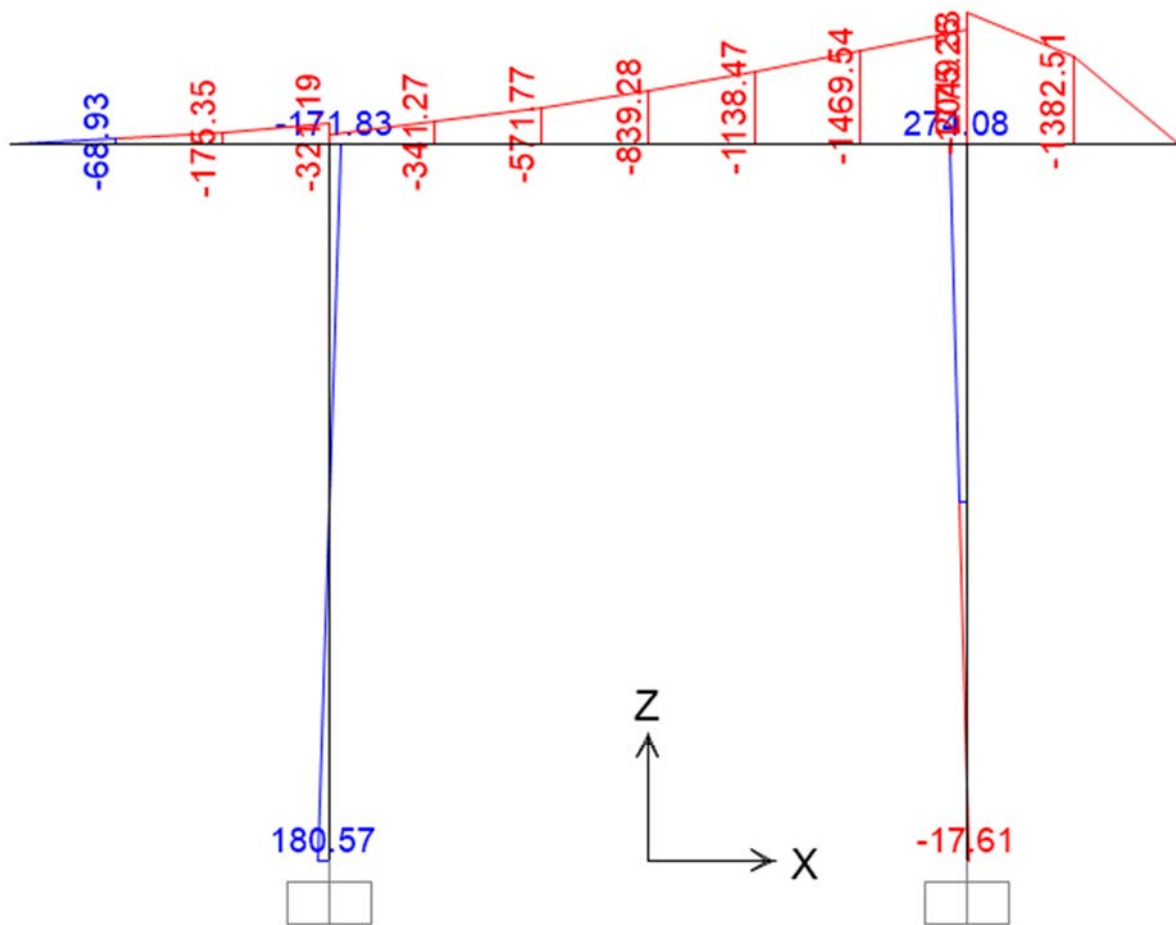


Figura 9-13. SLV – Colonne e trave – Momenti Med

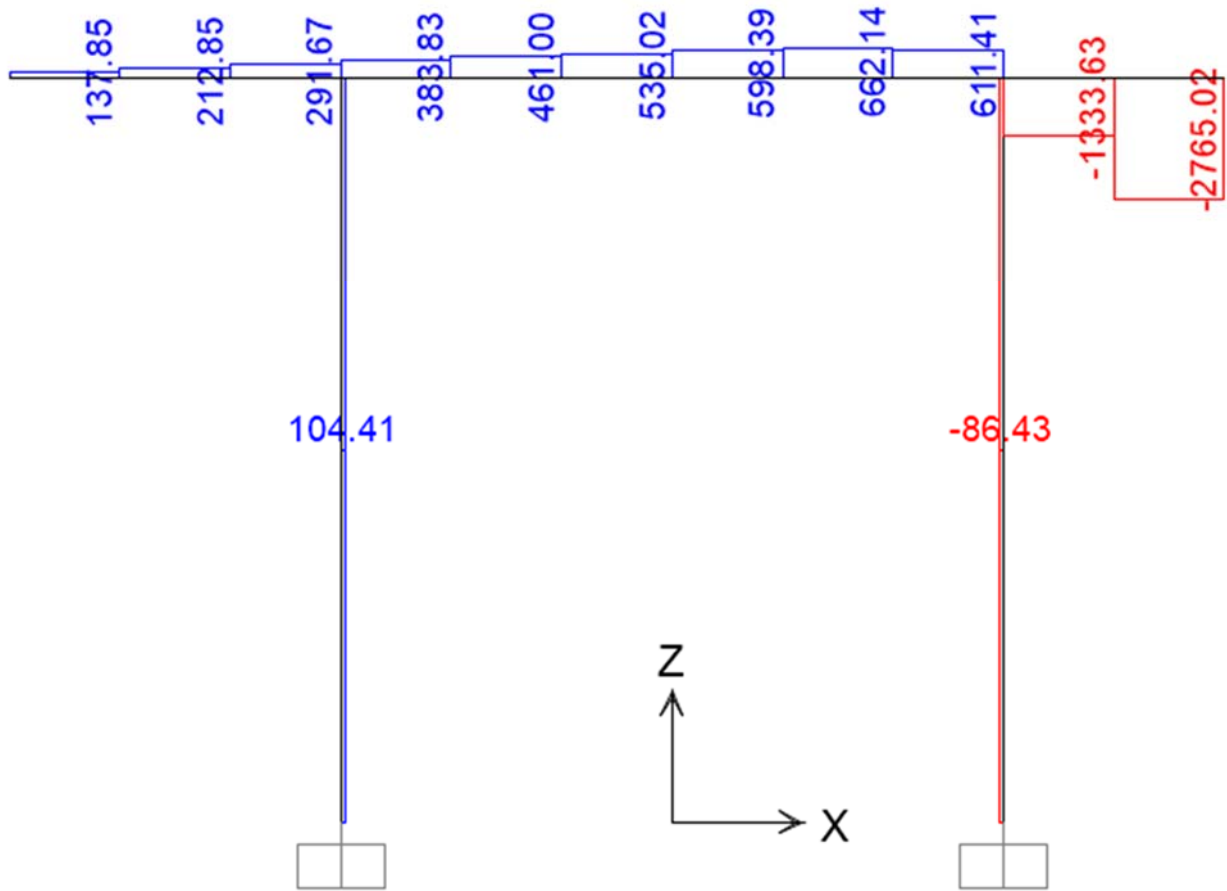


Figura 9-14. SLV – Colonne e trave – Tagli Ved



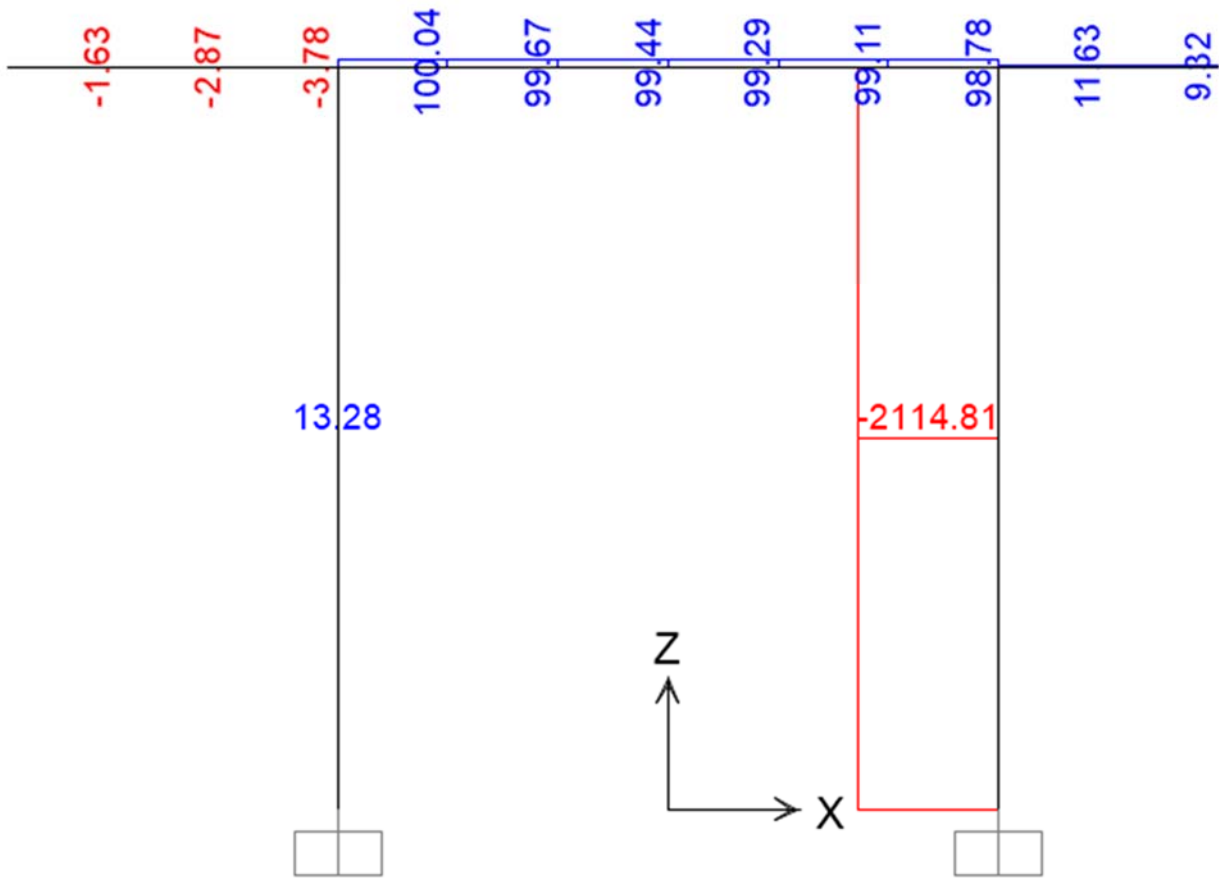


Figura 9-15. SLV – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

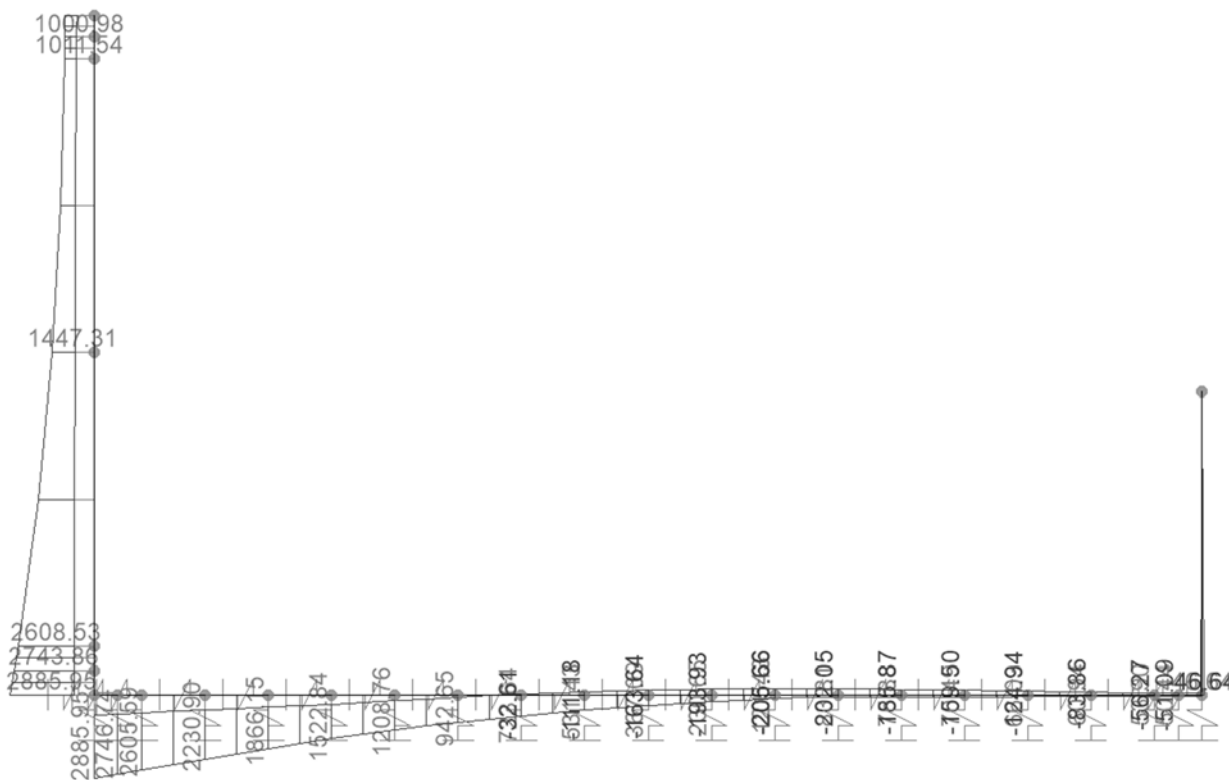


Figura 9-16. SLV – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

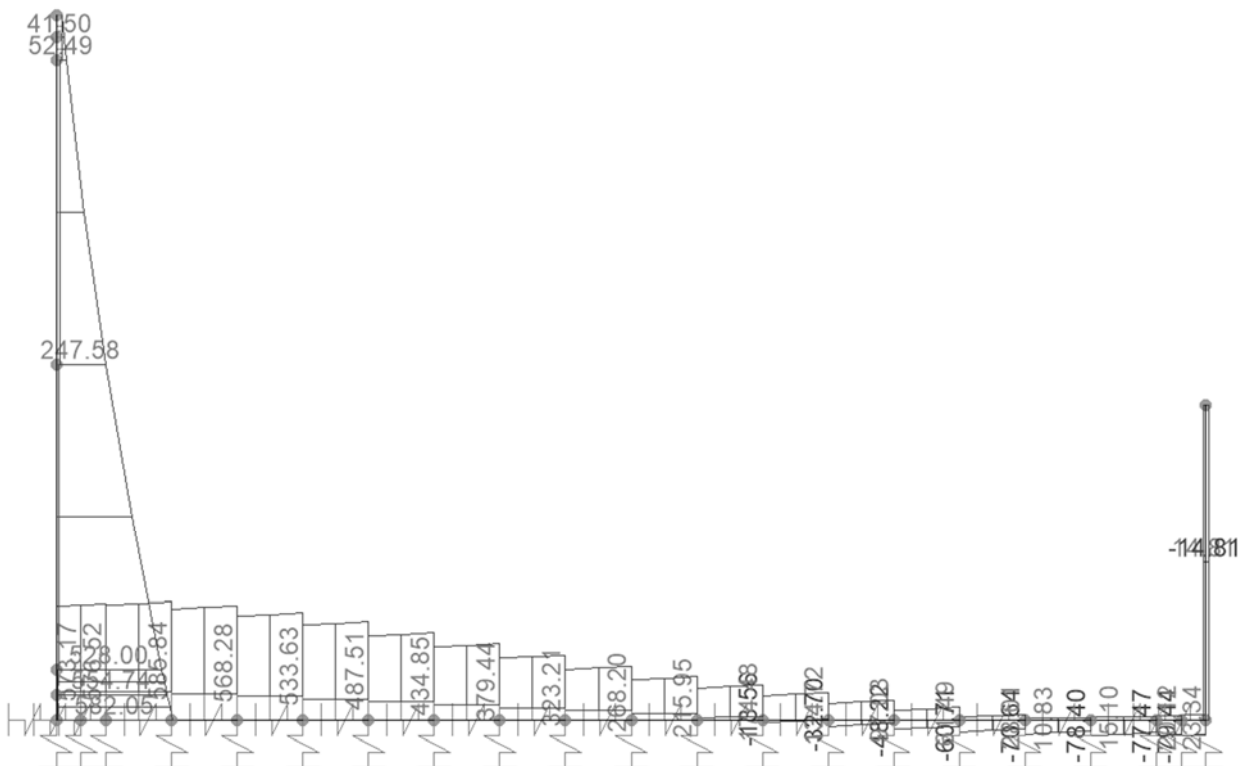


Figura 9-17. SLV – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

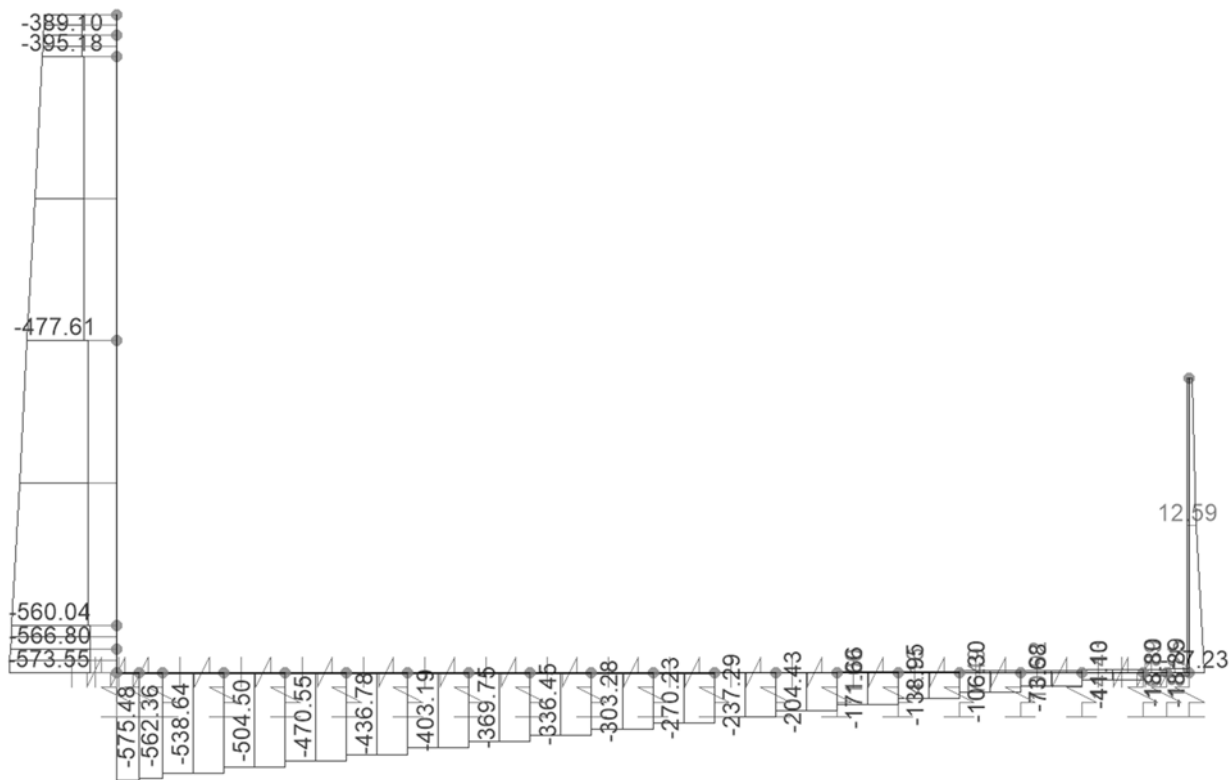


Figura 9-18. SLV – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned

**9.2.3 SLE rara**

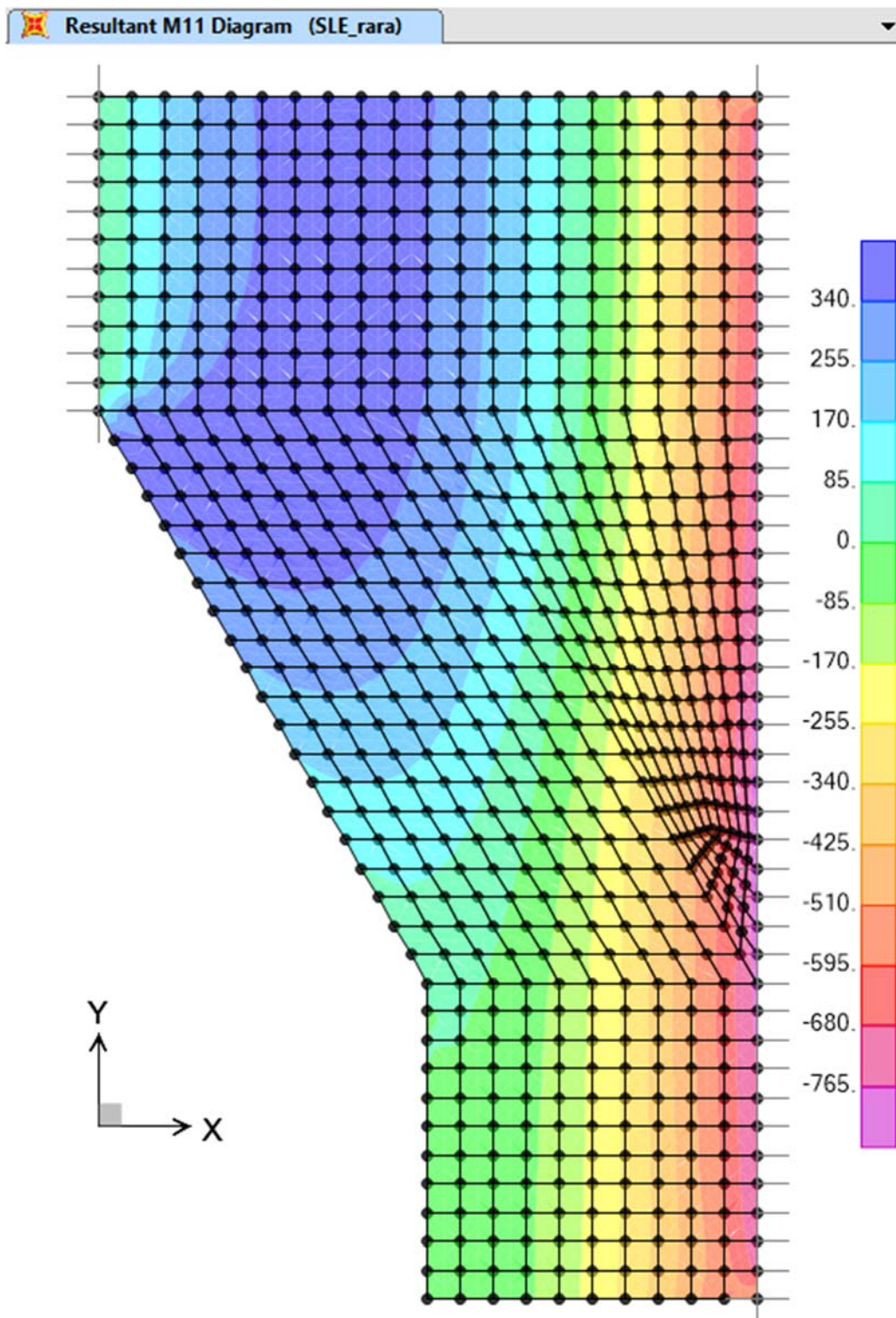


Figura 9-19. SLE.rara – Soletta superiore – Momenti M11

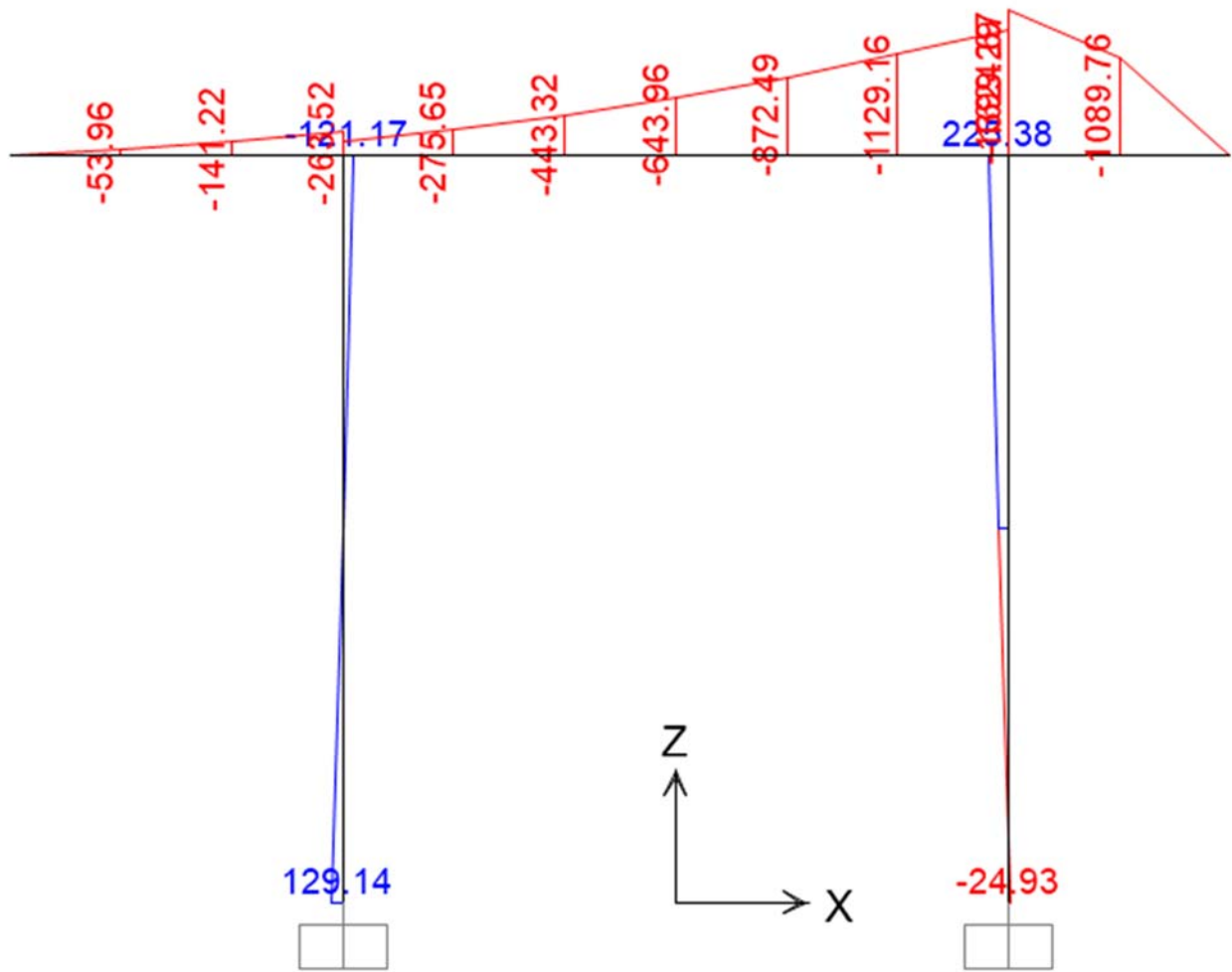


Figura 9-20. SLE.rara – Colonne e trave – Momenti Med

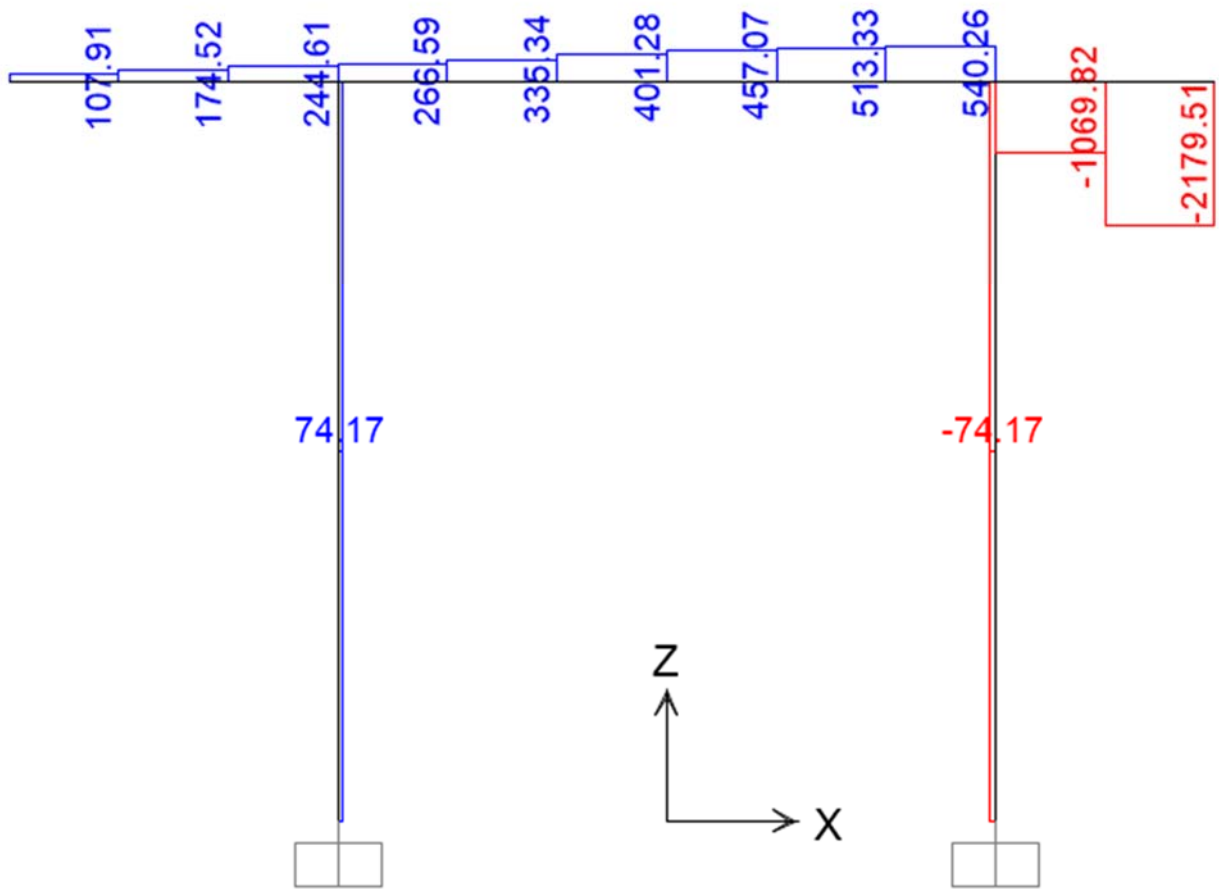


Figura 9-21. SLE.rara – Colonne e trave – Tagli Ved

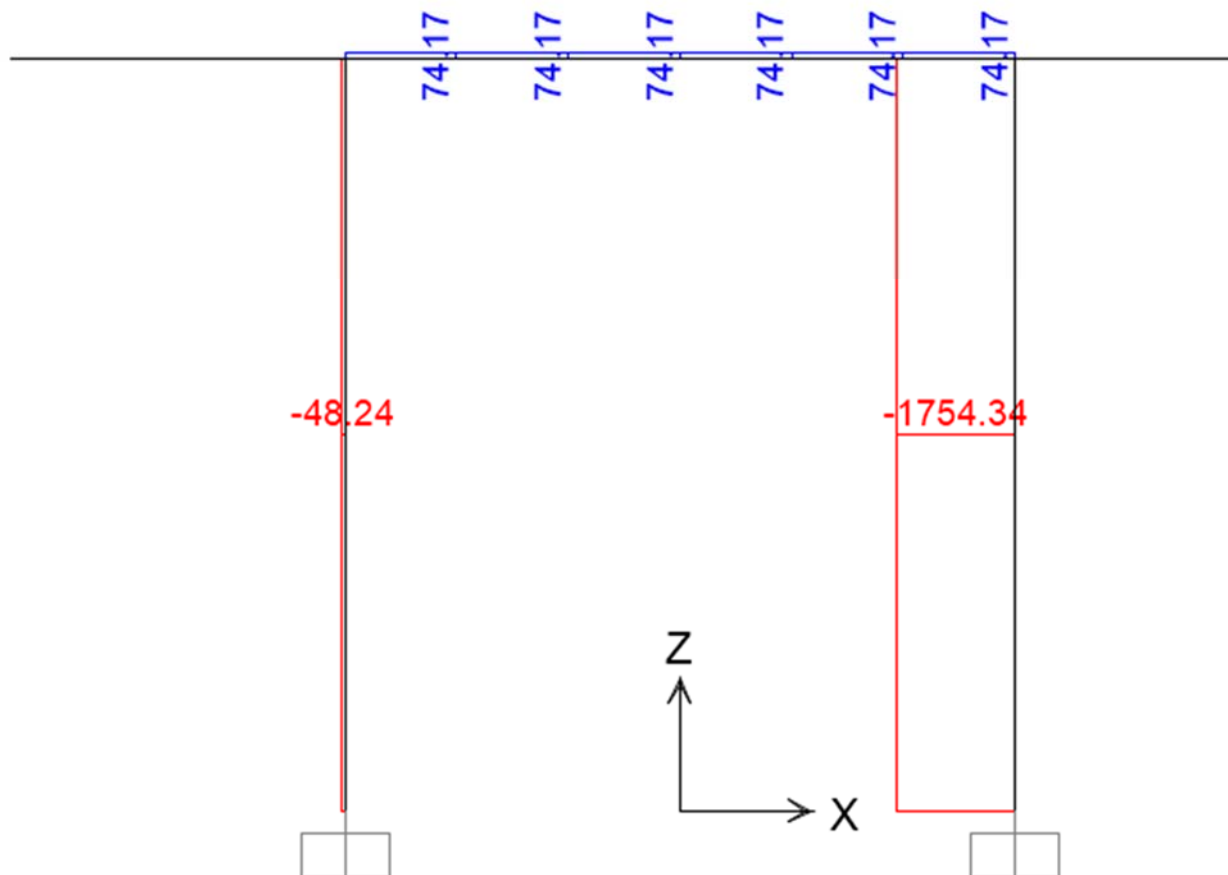


Figura 9-22. SLE.rara – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

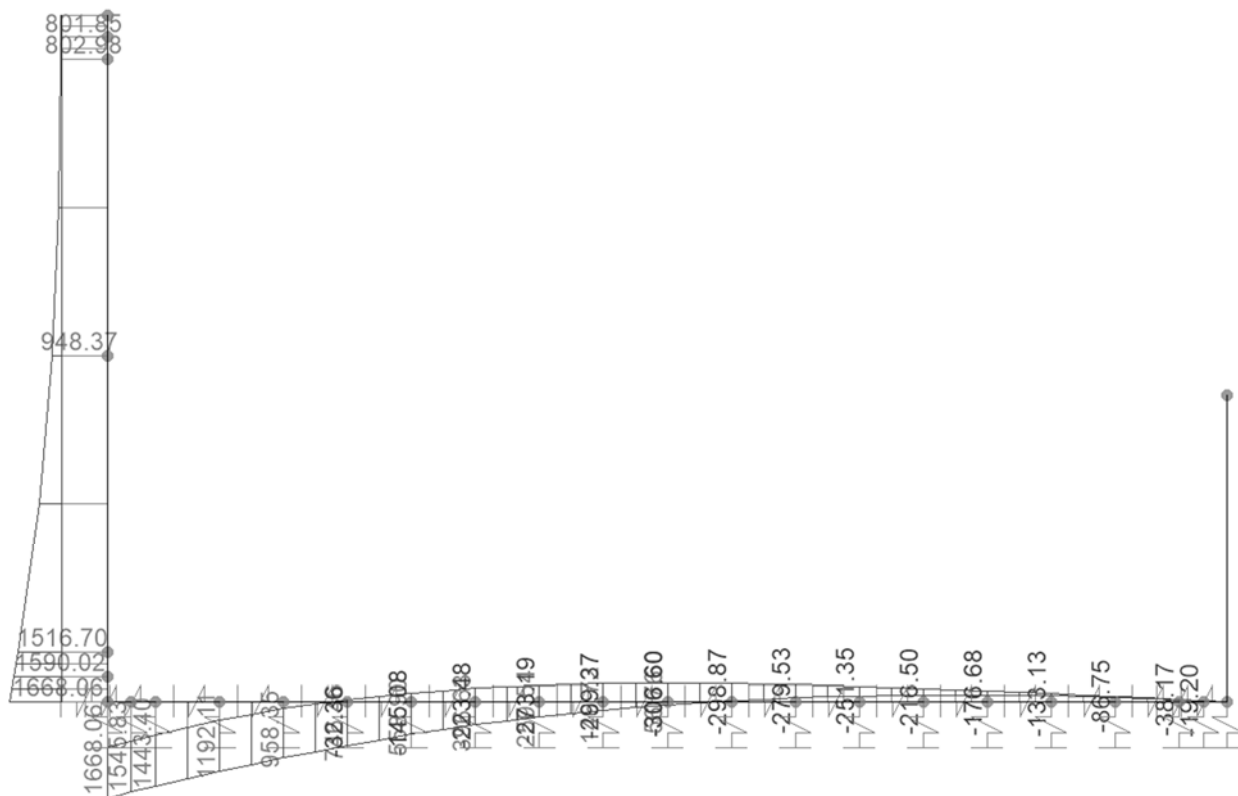


Figura 9-23. SLE.rara – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

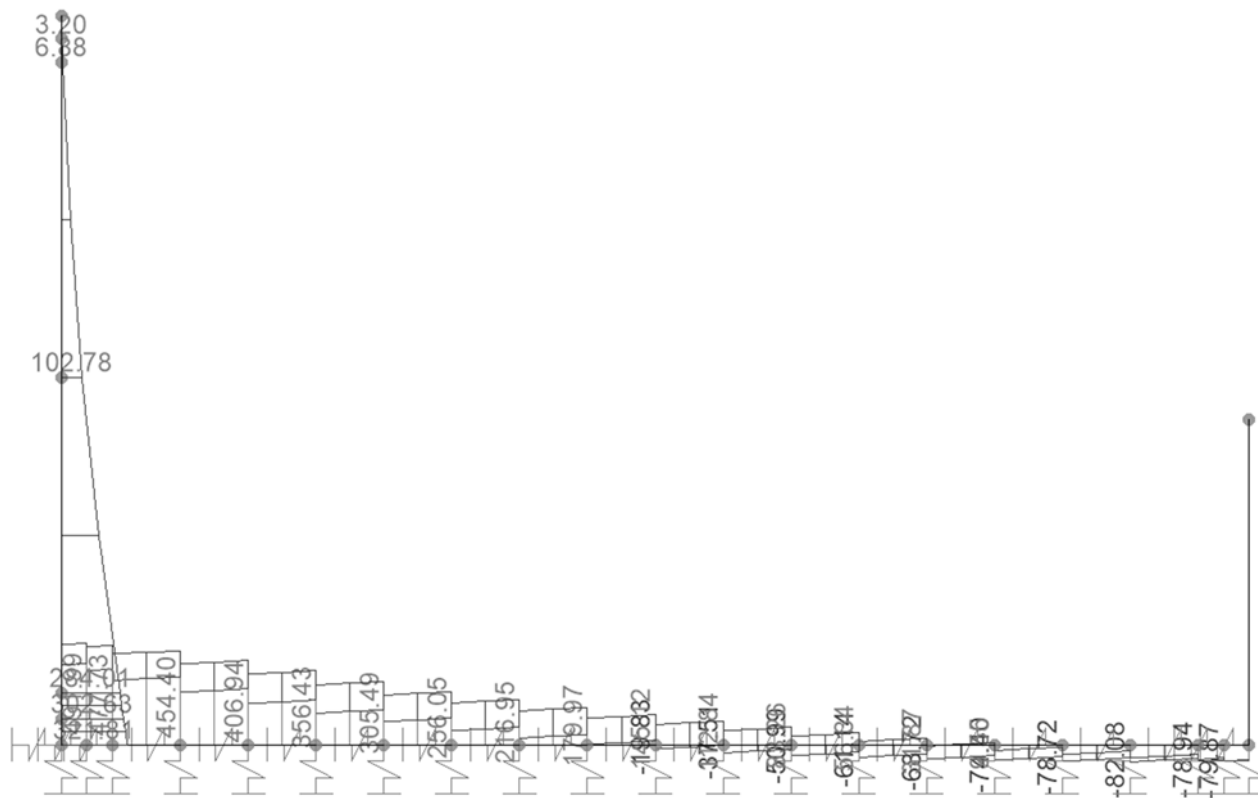


Figura 9-24. SLE.rara – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved



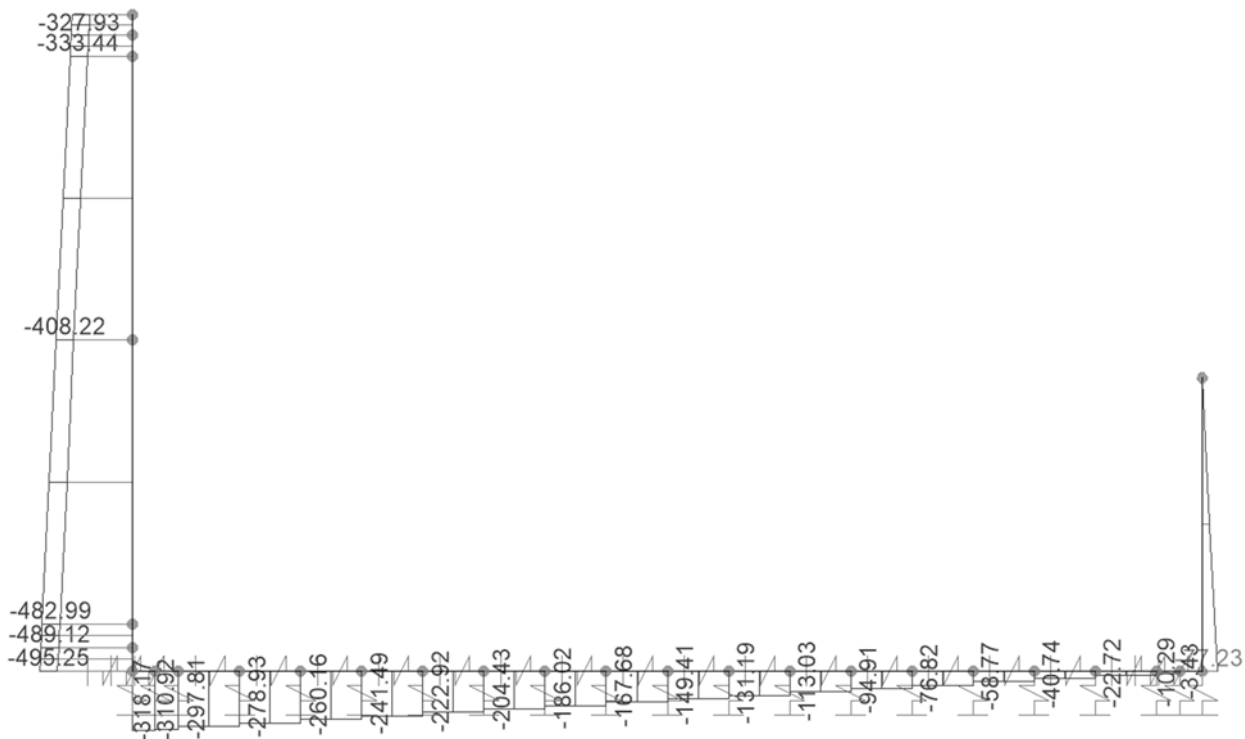


Figura 9-25. SLE.rara – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned

**9.2.4 SLE frequente**

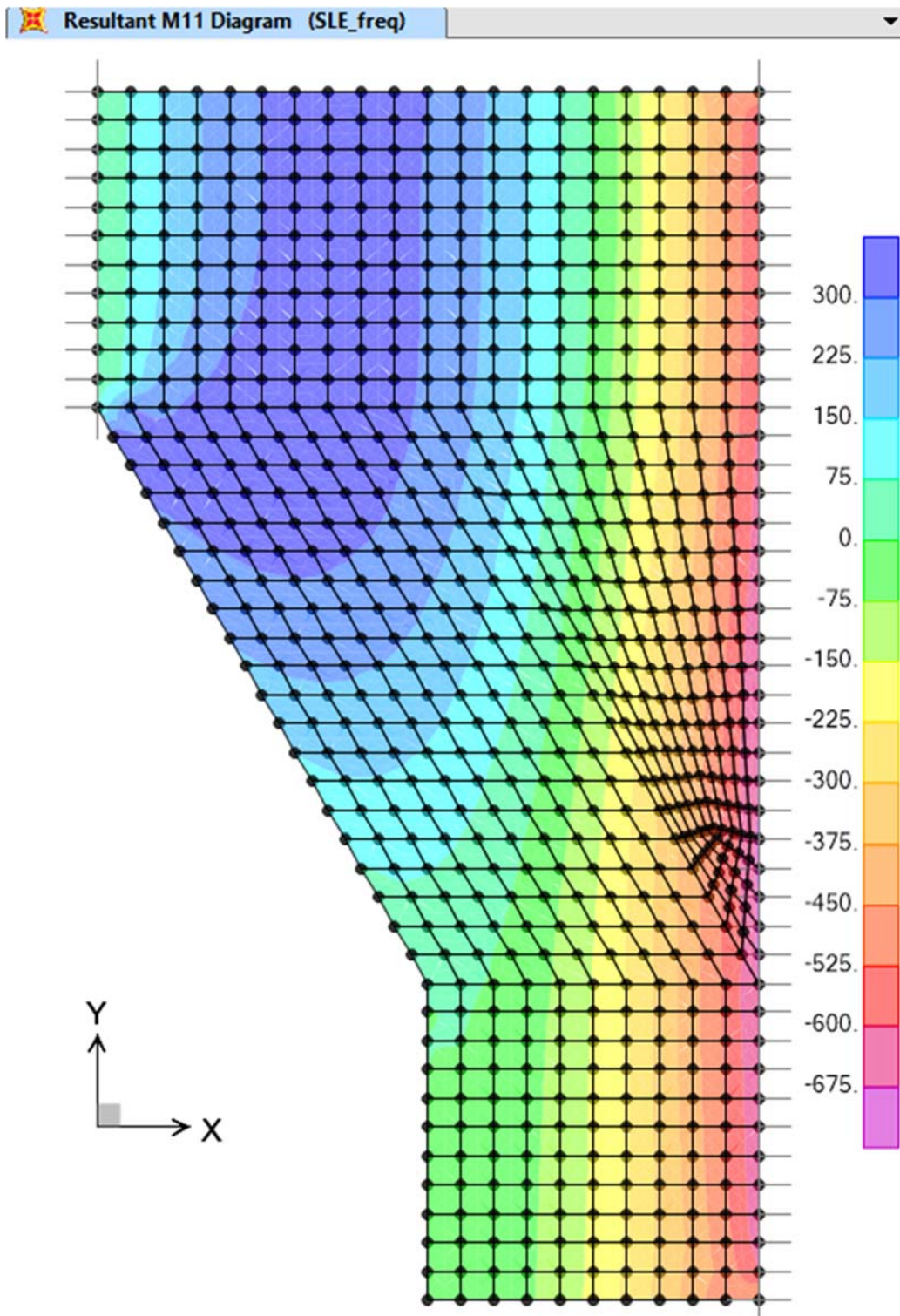


Figura 9-26. SLE.freq – Soletta superiore – Momenti M11

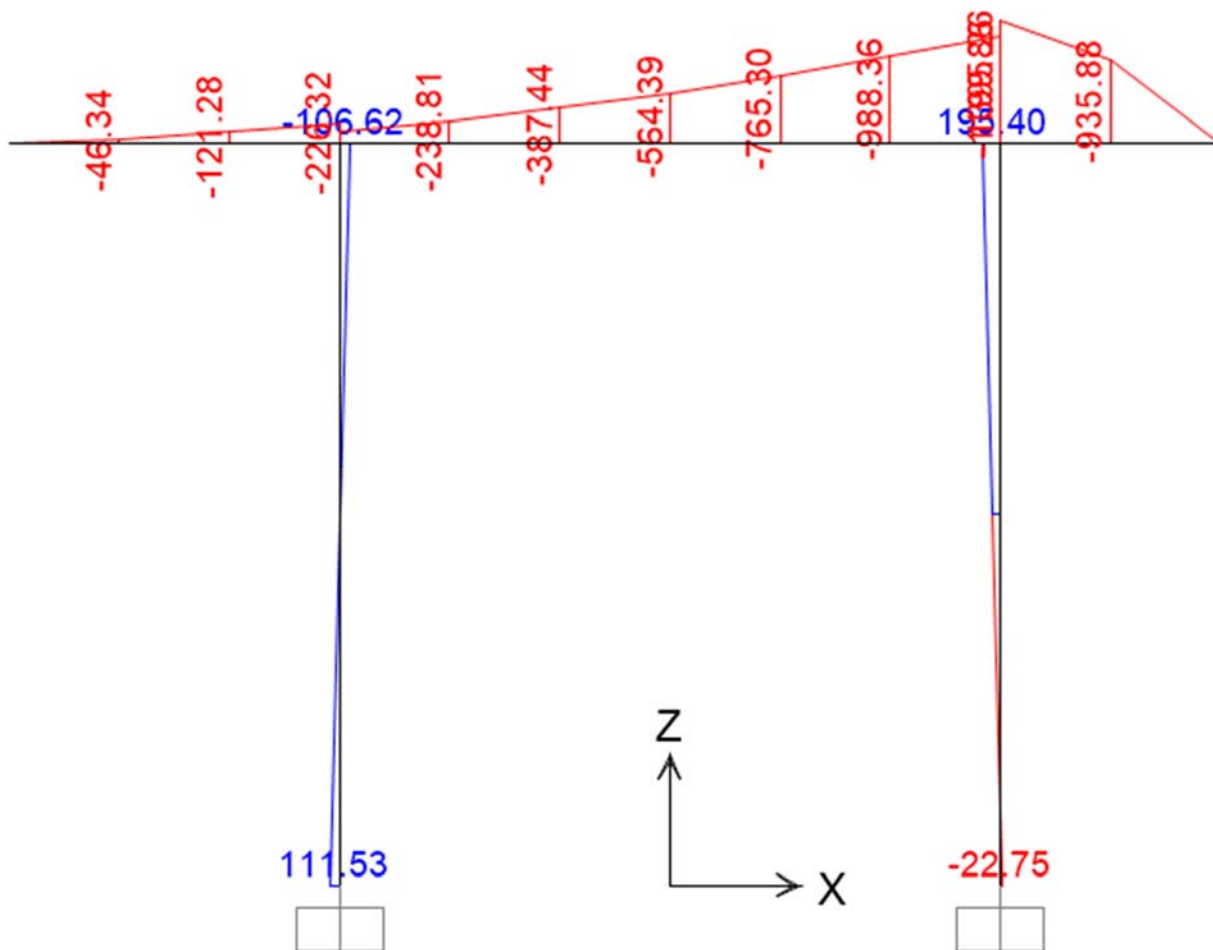


Figura 9-27. SLE.freq – Colonne e trave – Momenti Med

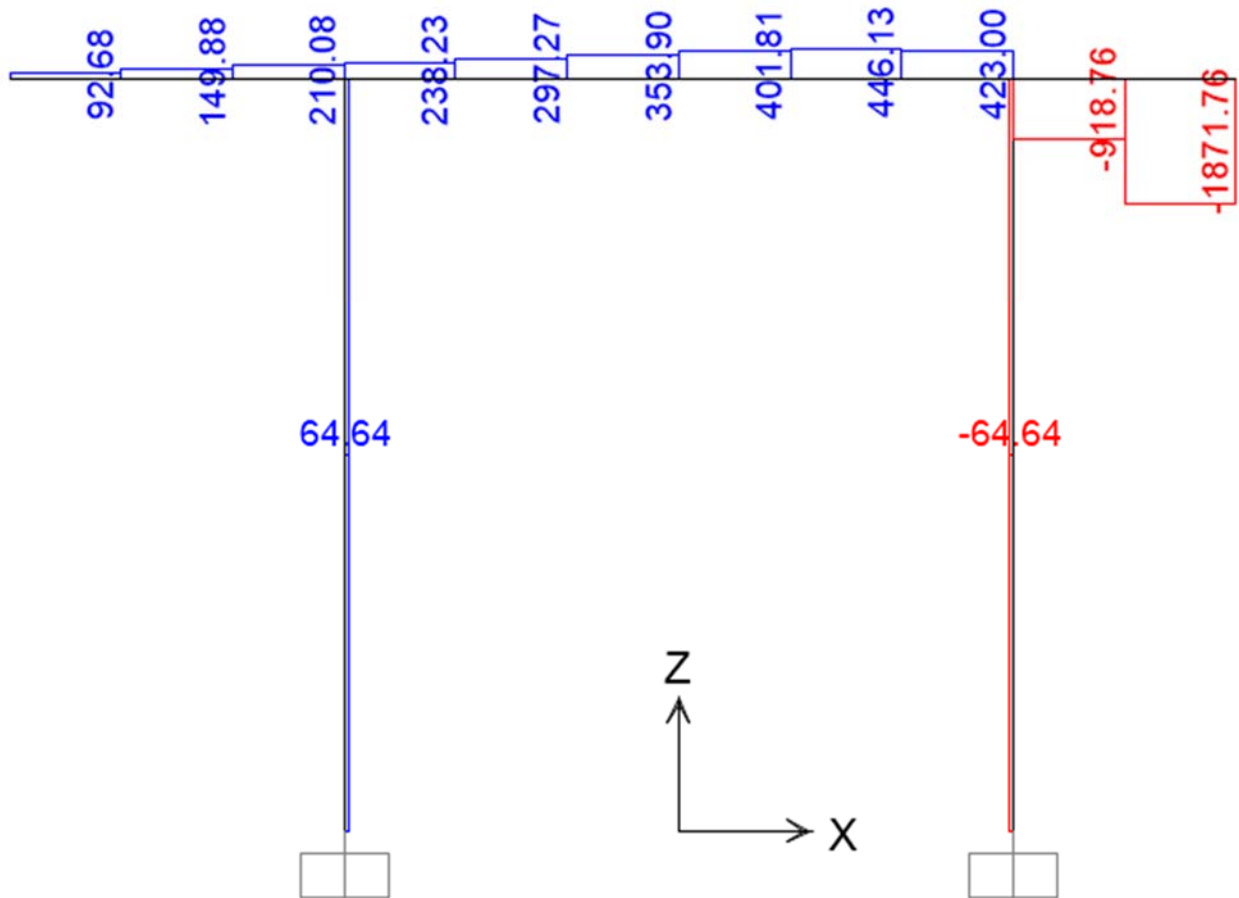


Figura 9-28. SLE.freq – Colonne e trave – Tagli Ved

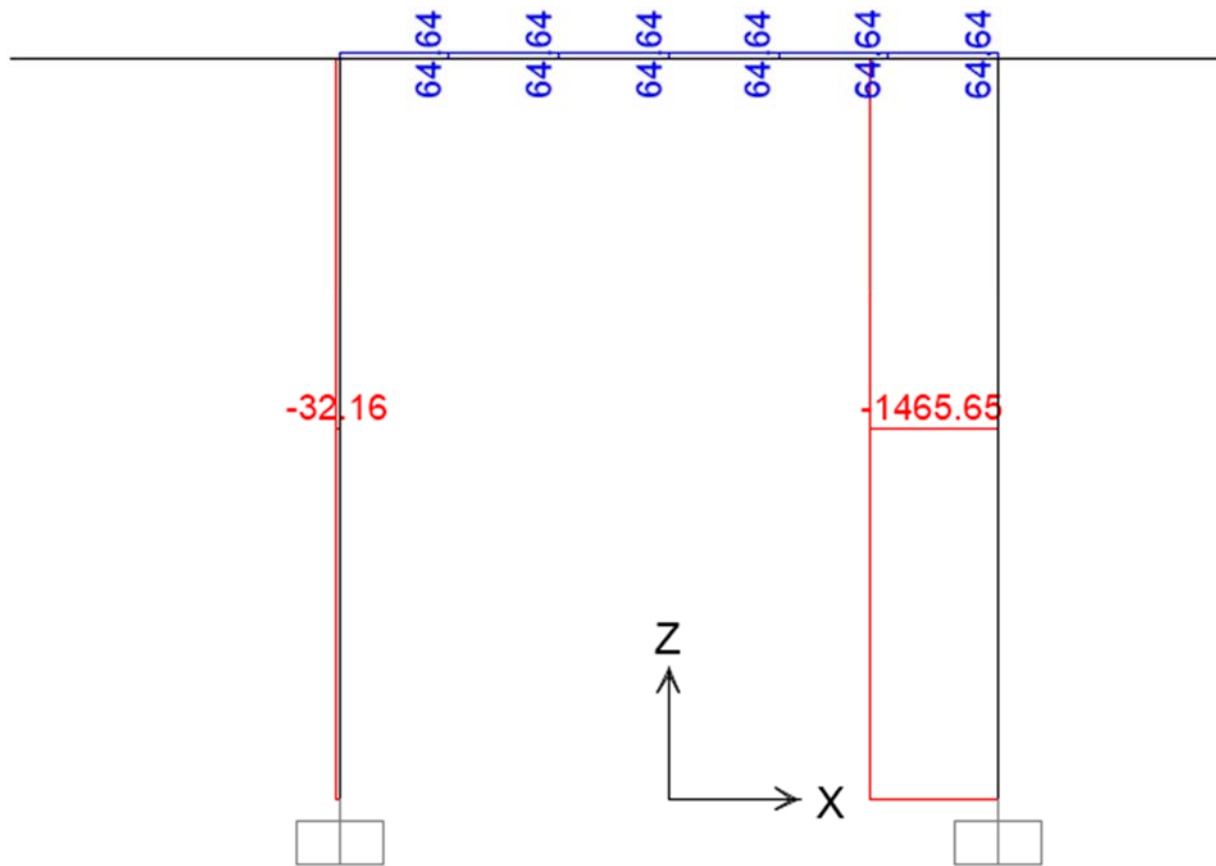


Figura 9-29. SLE.freq – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

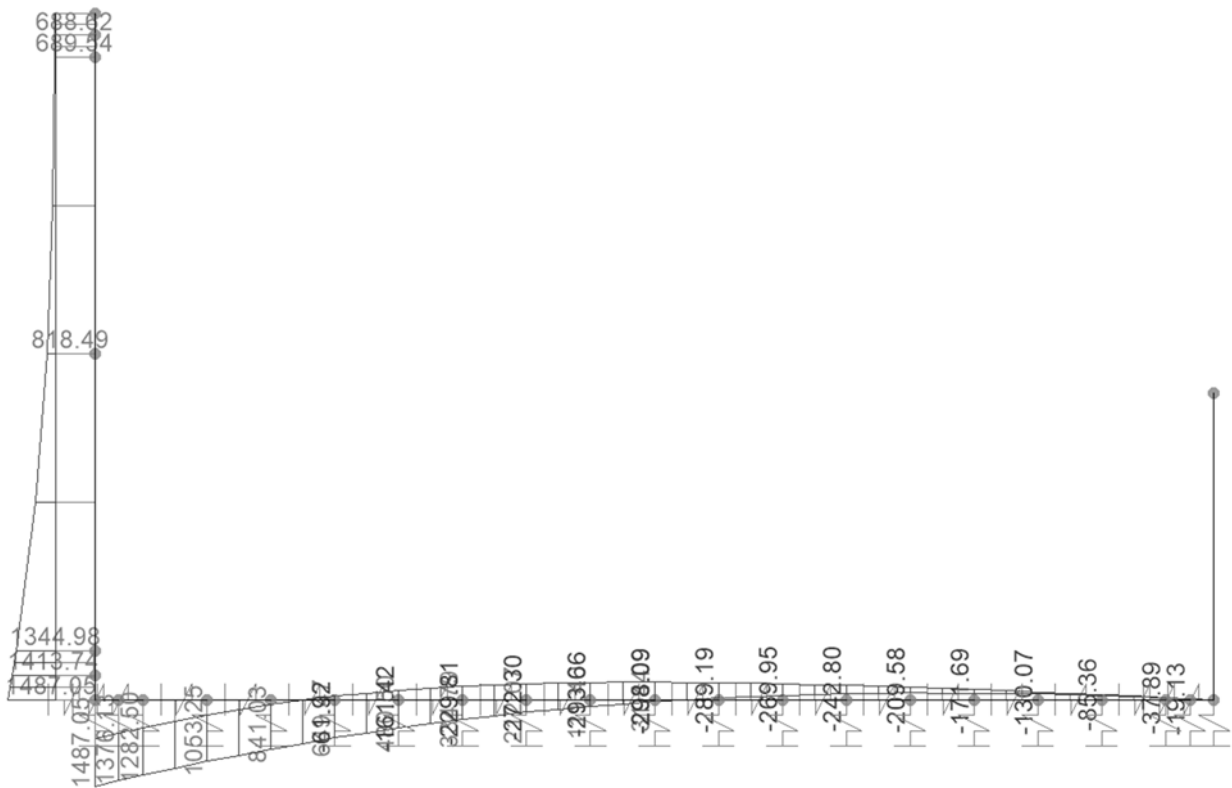


Figura 9-30. SLE.freq – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

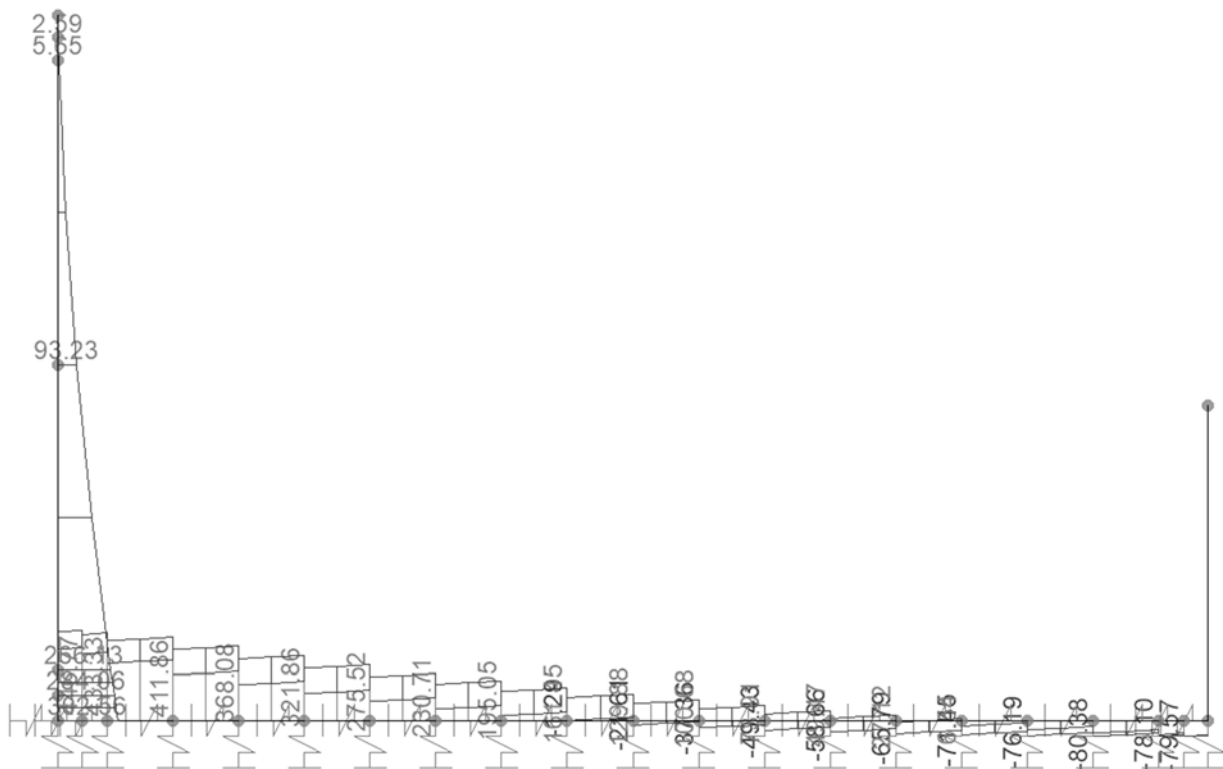


Figura 9-31. SLE.freq – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

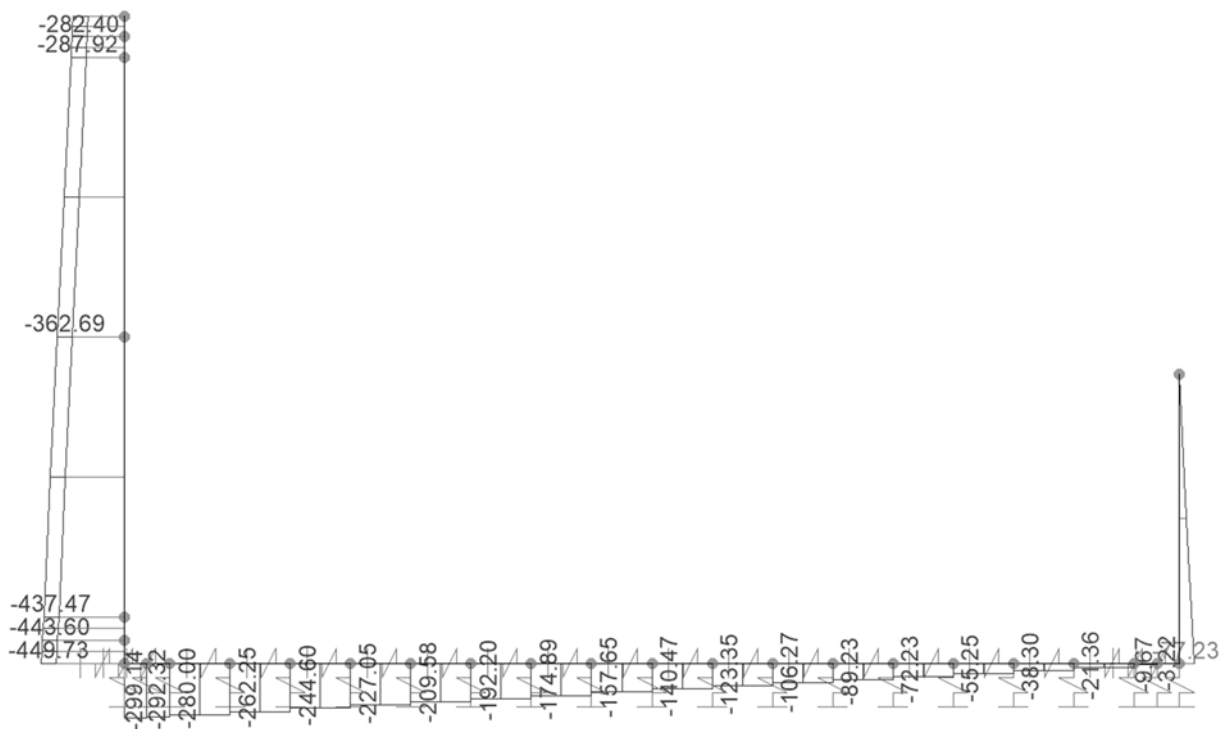


Figura 9-32. SLE.freq – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned

**9.2.5 SLE quasi permanente**

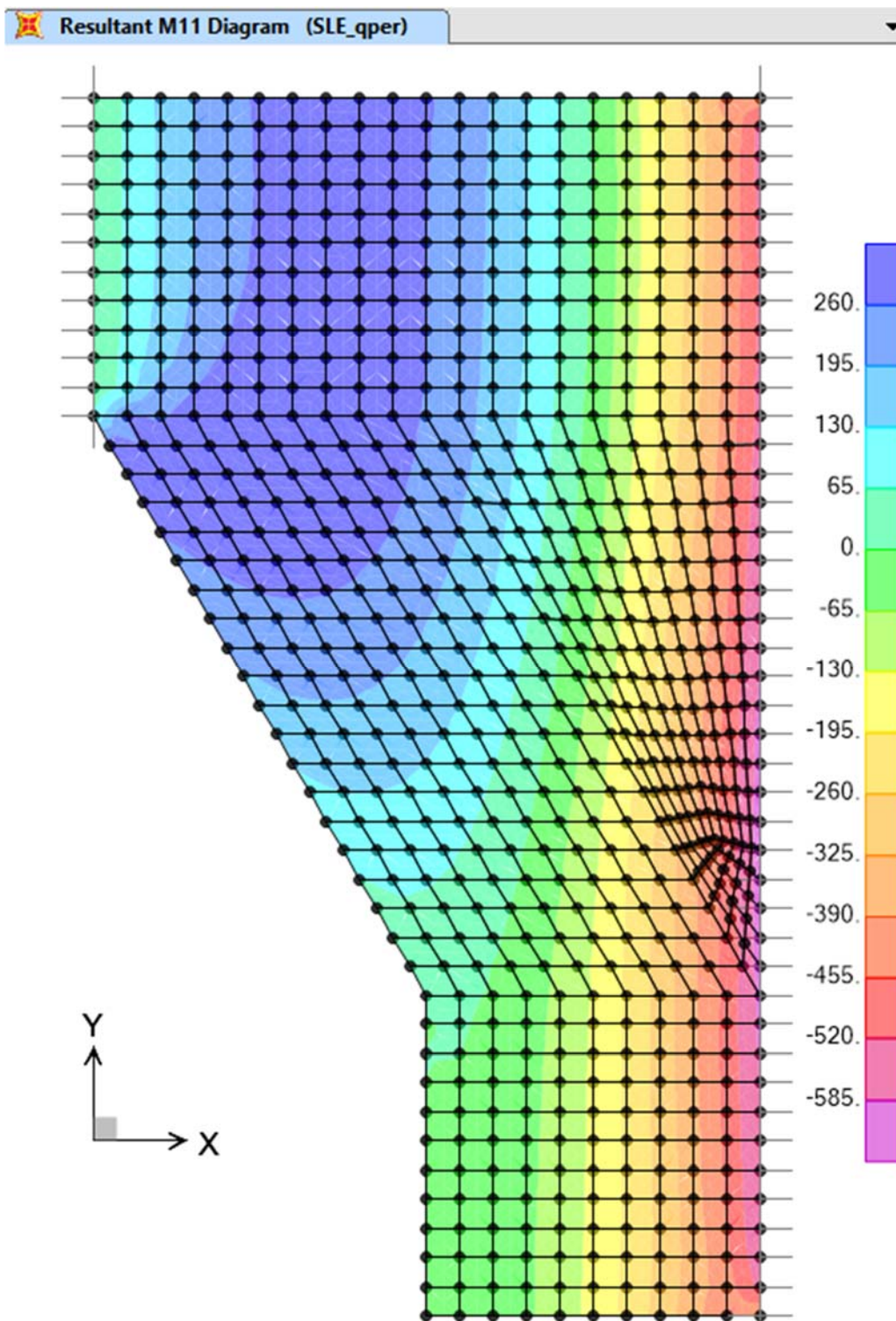


Figura 9-33. SLE.qperm – Soletta superiore – Momenti M11



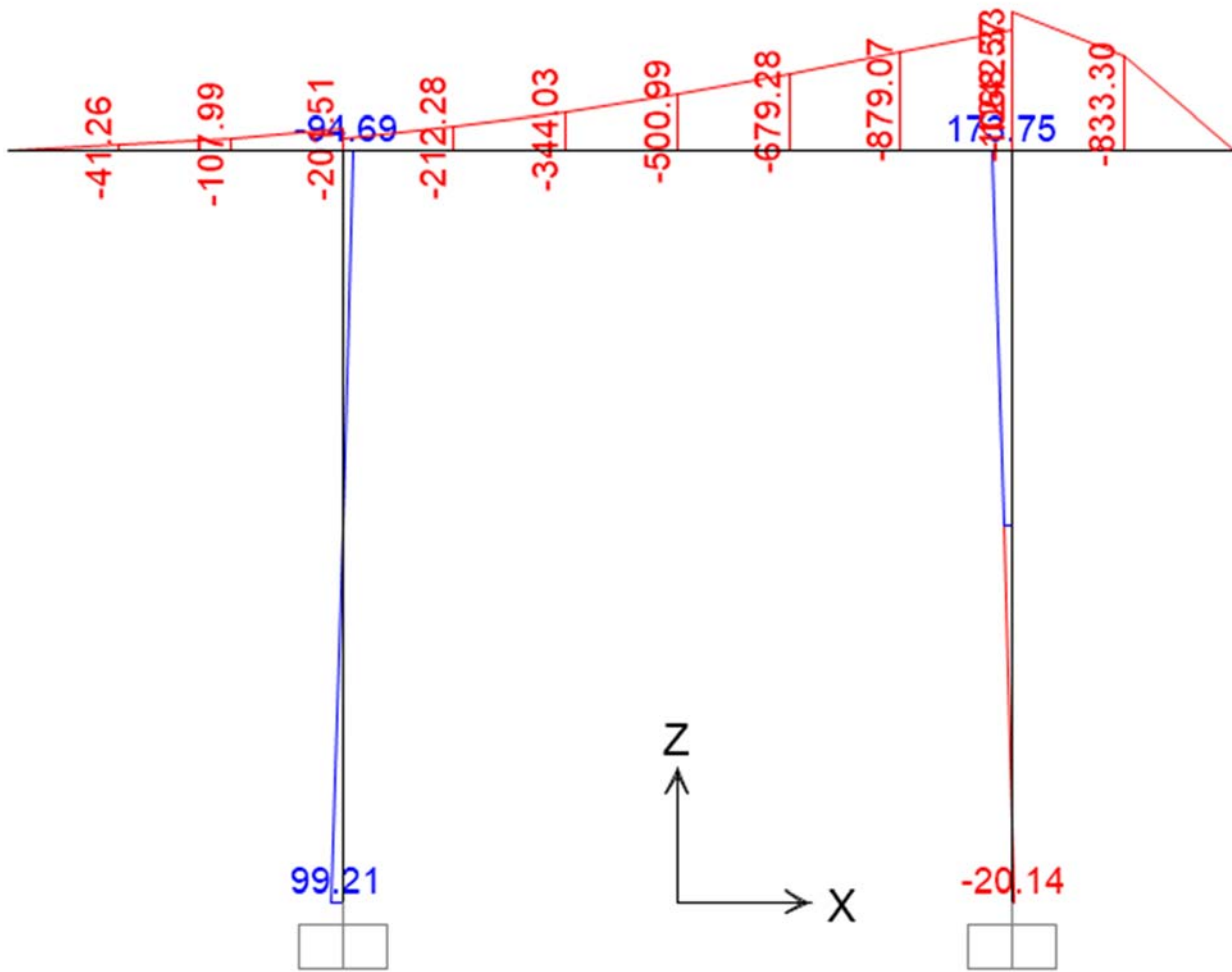


Figura 9-34. SLE.qperm – Colonne e trave – Momenti Med

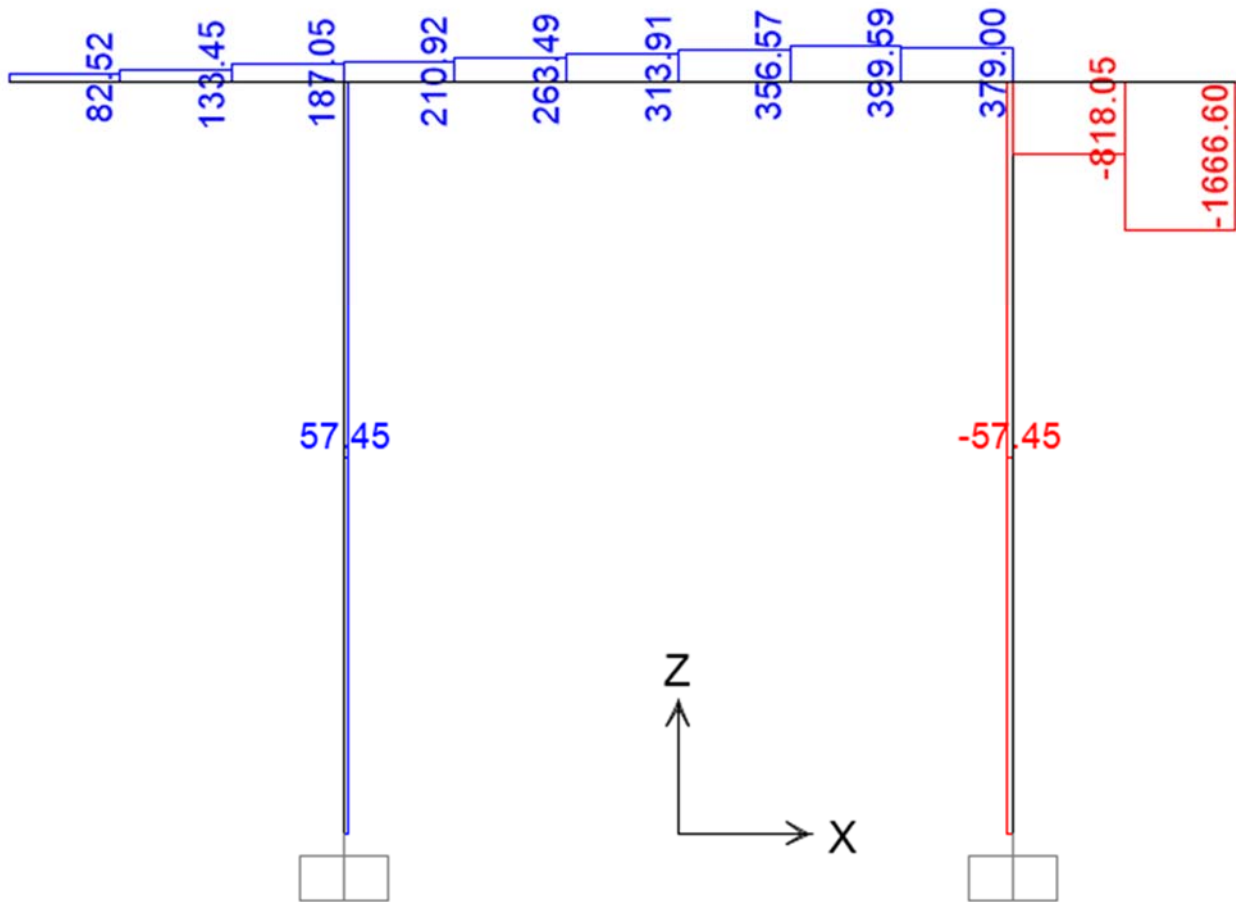


Figura 9-35. SLE.qperm – Colonne e trave – Tagli Ved

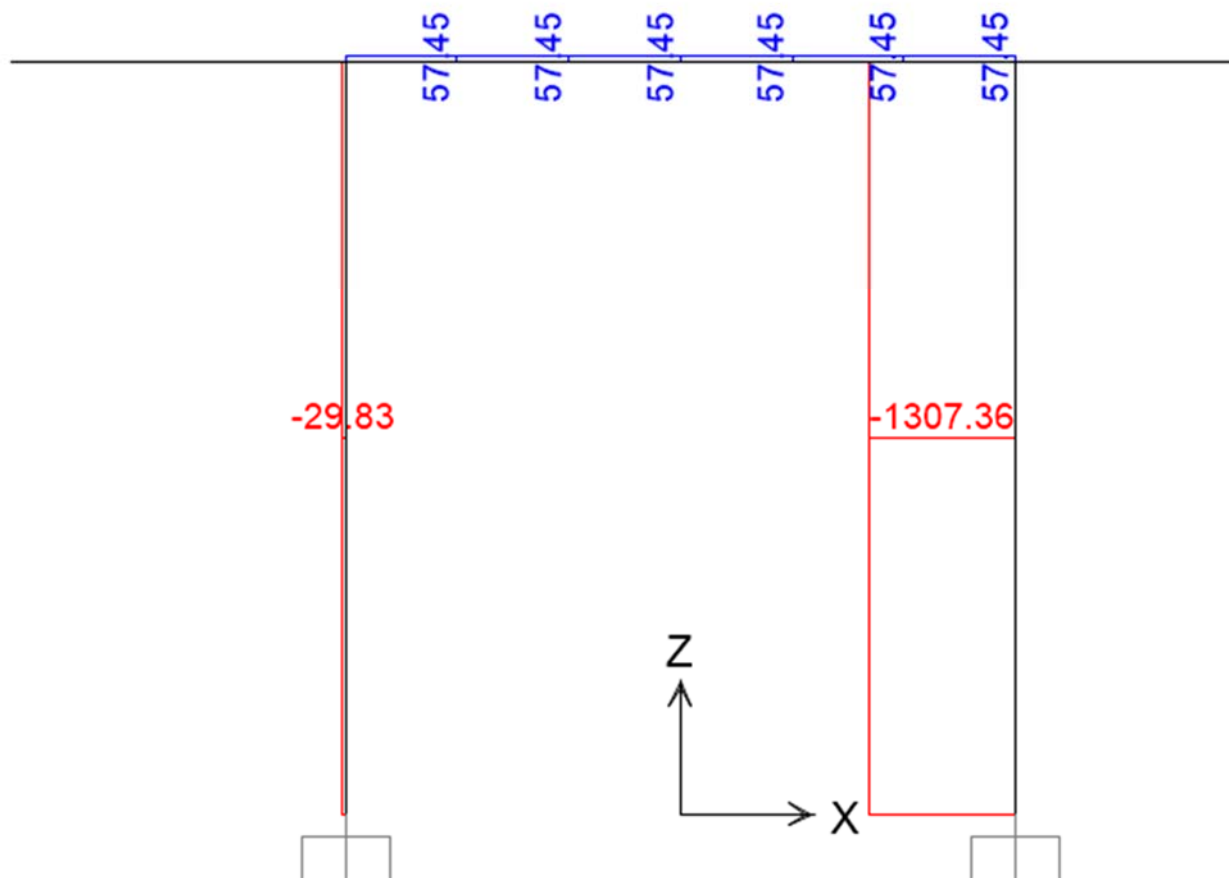


Figura 9-36. SLE.qperm – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

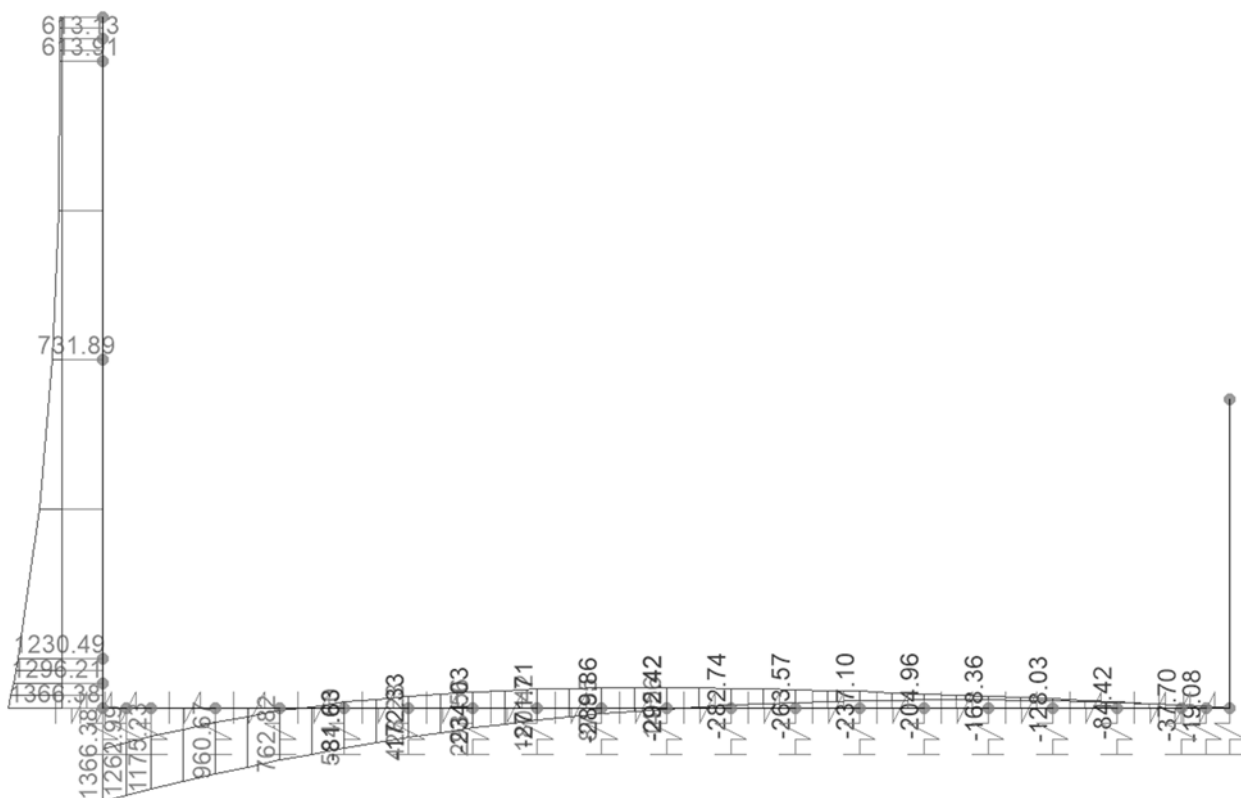


Figura 9-37. SLE.qperm – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

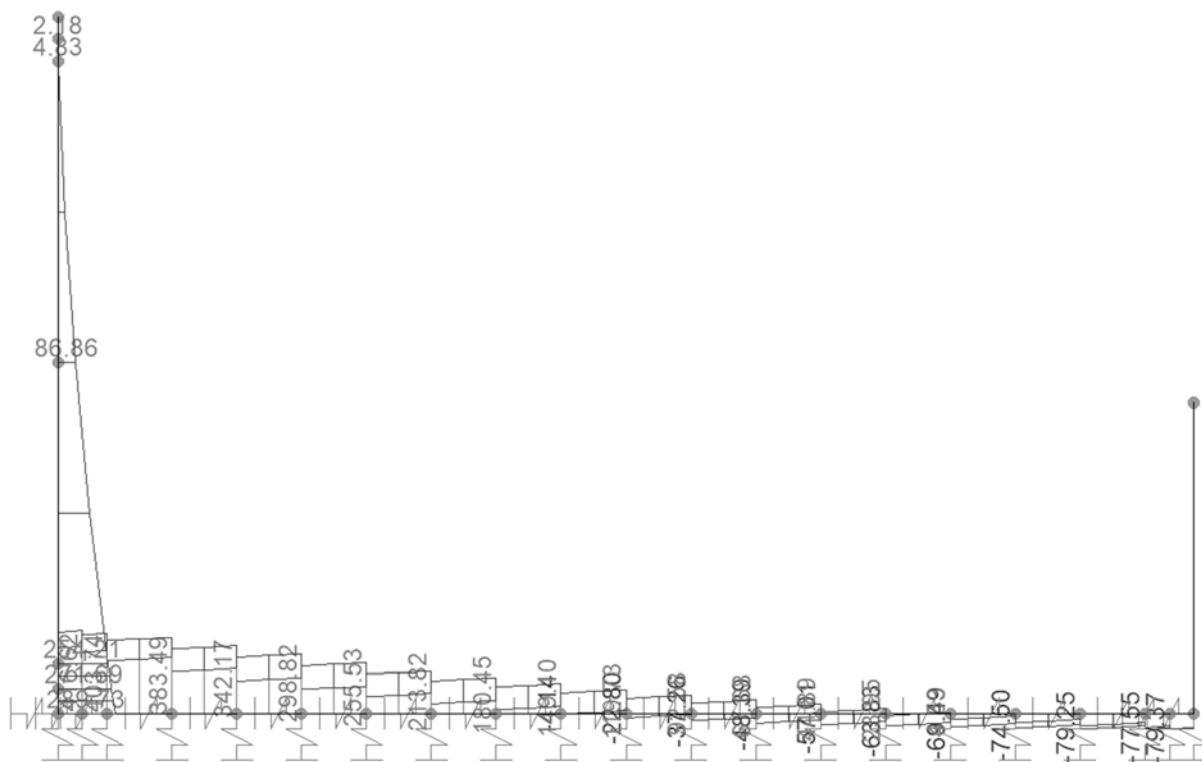


Figura 9-38. SLE.qperm – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

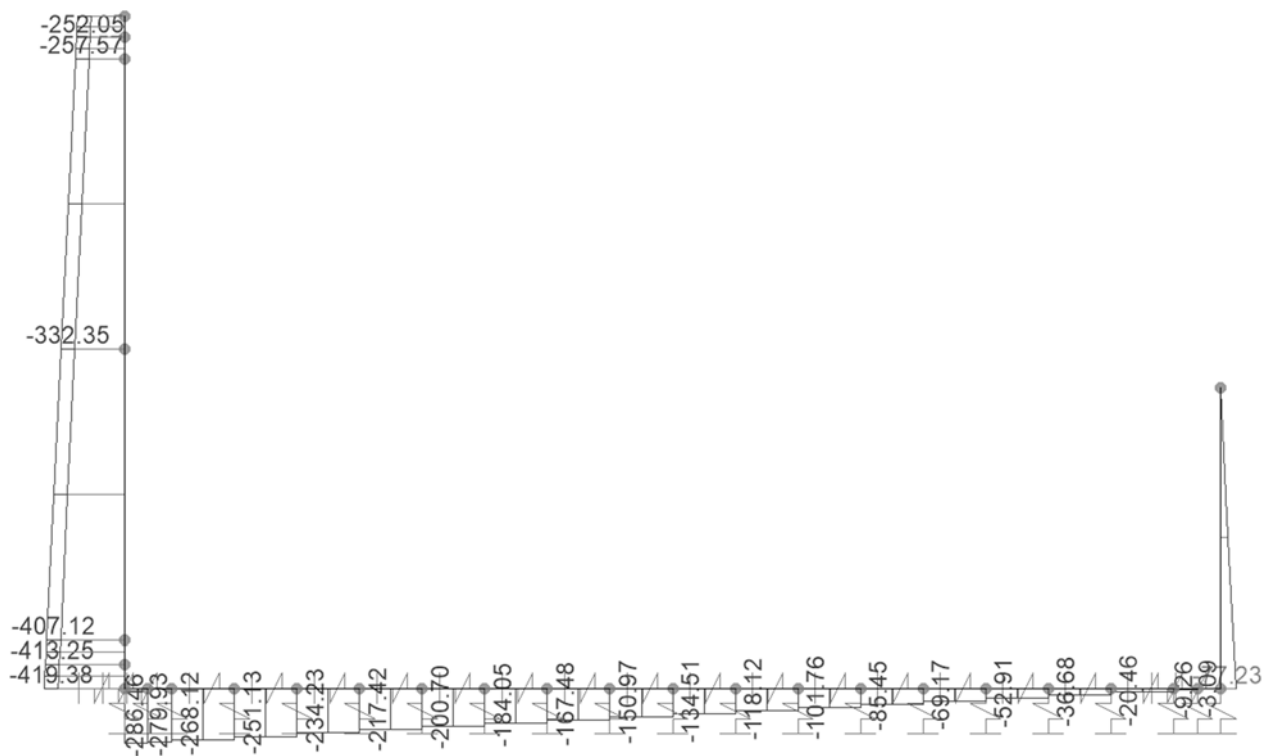


Figura 9-39. SLE.qperm – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned

## 9.3 VERIFICHE STRUTTURALI

### 9.3.1 Soletta Superiore – appoggio

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck} =$	45	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	35	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	19.83	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	34077	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	<b>B450C</b>	$E_s =$	200000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} =$	1.96		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\emptyset$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	900	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.	5	16	1005	137
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	0
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	20	3142	818
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore				$\Sigma$	9456	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-S		-1150.00	390.00	1840.05	1.60

##### Taglio

Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	n° braccia	$s =$	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-S	442.88	0.00	0.00	442.88	1.14

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

##### Comb. caratteristica

$\sigma_c =$  21.0 N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio-S		-825.00	1593.30	1.93

##### Comb. Quasi perm.

$\sigma_c =$  15.8 N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	appoggio-S		-623.00	1593.30	2.56

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 5.87$        $\phi_{eq} = 20.00$   
 $k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente       $k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio-S		-708.00	159	197	6315

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	234272	0.03	0.05%	370.94	0.18	OK

Comb. Quasi perm.       $k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio-S	0.00	-623.00	140	197	6315

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	234287	0.03	0.04%	370.95	0.16	OK

**9.3.2 Soletta Superiore – campata**

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	$R_{ck} = 45$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 35$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 19.83$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 34077$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.21$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	900	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.			-	0
$N_{Ed}$ positivo di compressione			5	16	1005	778
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	20	3142	818
y distanza dell'armatura dal lembo superiore			$\Sigma$		9456	mm <sup>2</sup>

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Rd}$	$\underline{M}_{Rd}$
--------------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------------------

		[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	M <sub>Ed</sub>
SLU	campata		580.00	0.00	1223.92	2.11

Taglio Elemento non armato a taglio

$\phi_{\text{staffe}} =$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b =$  n° braccia  $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	campata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	campata		417.00	1071.59	2.57

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	campata		318.00	1071.59	3.37

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile  
 $\alpha_e = 5.87$   $\phi_{eq} = 18.86$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	campata		358.00	120	225	4147

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	225158	0.02	0.04%	391.66	0.14	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	campata	0.00	318.00	107	225	4147



Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$W_d$ [mm]	Verifica
QPER	225163	0.02	0.03%	391.66	0.13	OK

### 9.3.3 Soletta Superiore – campata, sezione 2

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	$R_{ck} =$	45	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	35	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	19.83	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	34077	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s =$	200000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} =$	1.96		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\emptyset$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	900	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.			-	0
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	0
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	20	3142	818
y distanza dell'armatura dal lembo superiore				$\Sigma$	8451	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	campata		465.00	0.00	943.24	2.03

##### Taglio

Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	n° braccia	$s =$	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	campata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	campata		333.00	839.30	2.52

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$M_{Rd}$	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
--------------	-----------	----------	----------	----------	-------------------------

		[kN]	[kNm]	[kNm]	M <sub>Ed</sub>
QPER	campata		255.00	839.30	3.29

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 5.87$        $\phi_{eq} = 20.00$   
 $k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$

#### Comb. Frequente

$k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	campata		286.00	122	200	3142

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	205000	0.02	0.04%	466.66	0.17	OK

#### Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	campata	0.00	255.00	109	200	3142

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	205000	0.02	0.03%	466.66	0.15	OK

### 9.3.4 Colonna

Si riportano di seguito le verifiche eseguite con un'armatura minima necessaria. Tuttavia, per uniformità di progetto, si è scelto di omogenizzare le armature di questa zona alle armature (maggiori) presenti nelle sezioni successive. Si ritiene che tale scelta sia a favore di sicurezza ed a favore di una maggiore omogeneità e semplicità di costruzione delle sezioni che compongono l'opera in oggetto.

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	R <sub>ck</sub> = 40	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ck</sub> = 32	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		f <sub>cd</sub> = 18.13	N/mm <sup>2</sup>
		E <sub>c</sub> = 33346	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> = 3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	E <sub>s</sub> = 200000	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> = 450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		f <sub>yd</sub> = 391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B = 700	mm base	n.	$\phi$ (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
---------	---------	----	-------------	--------------------------------------	--------

H =	700	mm	13	26	6902	73	
c =	60	mm coprifer.	13	26	6902	125	
N <sub>Ed</sub> positivo di compressione			13	26	6902	575	
M <sub>Ed</sub> positivo se tende le fibre inferiori della sezione			13	26	6902	627	
y distanza dell'armatura dal lembo superiore			Σ			27608	mm <sup>2</sup>

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

*Flessione*

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	UP.0	2383.74	1001.10	157.94	3295.00	3.29
SLV	UP.0	2105.26	1269.34	293.23	3249.78	2.56
SLU	UP.1	55.19	980.99	186.48	2817.76	2.87
SLV	UP.1	-3.73	1209.79	352.18	2803.16	2.32
SLU	DOWN.0	2515.13	1534.14	157.94	3316.43	2.16
SLV	DOWN.0	2246.36	2259.00	293.23	3272.72	1.45
SLU	DOWN.1	216.53	1610.35	186.48	2856.00	1.77
SLV	DOWN.1	148.06	2398.38	352.18	2840.38	1.18

*Taglio*

$\phi_{staffe} =$	8	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	2	n° braccia	$s =$	150	mm passo

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	UP.0	578.96	377.65	1512.70	578.96	3.67
SLV	UP.0	578.96	377.65	1512.70	578.96	1.97
SLU	UP.1	342.82	377.65	1268.41	377.65	2.03
SLV	UP.1	334.74	377.65	1260.58	377.65	1.07
SLU	DOWN.0	578.96	377.65	1512.70	578.96	3.67
SLV	DOWN.0	578.96	377.65	1512.70	578.96	1.97
SLU	DOWN.1	364.95	377.65	1291.30	377.65	2.03
SLV	DOWN.1	355.56	377.65	1281.58	377.65	1.07

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	UP.0	1754.34	747.55	2057.58	2.75
RARA	UP.1	48.24	731.43	2266.16	3.10
RARA	DOWN.0	1885.89	1155.80	2042.69	1.77
RARA	DOWN.1	209.58	1214.50	2245.75	1.85

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	M <sub>Rd</sub>	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
--------------	-----------	-----------------	-----------------	-----------------	-------------------------

		[kN]	[kNm]	[kNm]	M <sub>Ed</sub>
QPER	UP.0	1307.36	578.20	1544.14	2.67
QPER	UP.1	29.83	567.20	1700.43	3.00
QPER	DOWN.0	1438.92	880.42	1529.24	1.74
QPER	DOWN.1	191.16	923.67	1680.01	1.82

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.00$        $\phi_{eq} = 26.00$

$k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$

*Comb. Frequente*

$k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	UP.0	1465.65	638.85	93	486	6902
FREQ	UP.1	32.16	628.16	178	333	6902
FREQ	DOWN.0	1597.20	959.37	114	464	6902
FREQ	DOWN.1	193.50	1005.33	174	374	6902

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	205686	0.03	0.03%	335.72	0.09	OK
FREQ	205686	0.03	0.06%	291.52	0.16	OK
FREQ	205686	0.03	0.03%	291.52	0.10	OK
FREQ	205686	0.03	0.05%	291.52	0.16	OK

*Comb. Quasi perm.*

$k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	UP.0	1307.36	578.20	85.32	483	13804
QPER	UP.1	29.83	567.20	160.70	333	13804
QPER	DOWN.0	1438.92	880.42	105.70	378	13804
QPER	DOWN.1	191.16	923.67	159.20	294	13804

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	205686	0.07	0.03%	269.86	0.08	OK
QPER	205686	0.07	0.07%	269.86	0.18	OK
QPER	205686	0.07	0.04%	225.66	0.09	OK
QPER	205686	0.07	0.07%	225.66	0.15	OK

### 9.3.5 Trave – appoggio

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck} = 40$	$N/mm^2$	$f_{ck} = 32$	$N/mm^2$
$\gamma_c =$	<b>1.5</b>	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	$N/mm^2$
		$E_c = 33346$	$N/mm^2$	$f_{ctm} = 3.02$	$N/mm^2$
Acciaio	<b>B450C</b>	$E_s = 200000$	$N/mm^2$	$f_{yk} = 450$	$N/mm^2$
$\gamma_s =$	<b>1.15</b>	$\varepsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	$N/mm^2$

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	<b>1000</b>	mm base	n.	<b>10</b>	$\varnothing$ (mm)	<b>24</b>	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	<b>4524</b>	y (mm)	<b>84</b>
H =	<b>1350</b>	mm altezza		<b>10</b>	<b>26</b>		<b>5309</b>		<b>132</b>	
c =	<b>72</b>	mm coprifer.					-		<b>0</b>	
$N_{Ed}$ positivo di compressione				<b>5</b>	<b>24</b>		<b>2262</b>		<b>1266</b>	
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione							$\Sigma$ 12095	mm <sup>2</sup>		

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio		-2264.99	1491.46	4394.40	1.94
SLV	appoggio		-2049.33	1333.63	4394.40	2.14

##### Taglio

$\phi_{staffe} = 10$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 4$  n° braccia       $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio	622.65	1767.45	3596.03	1767.45	1.19
SLV	appoggio	622.65	1767.45	3596.03	1767.45	1.33

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica       $\sigma_c = 19.2$   $N/mm^2$        $\sigma_s = 360.0$   $N/mm^2$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio		-1624.67	3748.22	2.31

Comb. Quasi perm.       $\sigma_c = 14.4$   $N/mm^2$        $\sigma_s = 360.0$   $N/mm^2$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	appoggio		-1242.33	3748.21	3.02

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive      armatura poco sensibile

$$\alpha_e = 6.00 \quad \phi_{eq} = 24.00$$

$$k_1 = 0.8 \quad k_2 = 0.5 \quad k_3 = 3.4 \quad k_4 = 0.425$$

Comb. Frequente

$$k_t = 0.6 \quad w_{lim} = 0.2 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	σ <sub>s</sub> [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio		-1395.26	134	208	9833

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>eff</sub>	ε <sub>sm</sub>	Δ <sub>smax</sub> [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	380821	0.03	0.04%	402.81	0.16	OK

Comb. Quasi perm.

$$k_t = 0.4 \quad w_{lim} = 0.2 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	σ <sub>s</sub> [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio	0.00	-1242.33	119	207	9833

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>eff</sub>	ε <sub>sm</sub>	Δ <sub>smax</sub> [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	380989	0.03	0.04%	402.88	0.14	OK

### 9.3.6 Trave – estremità

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	R <sub>ck</sub> = 40	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ck</sub> = 32	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>c</sub> =	1.5	α <sub>cc</sub> = 0.85		f <sub>cd</sub> = 18.13	N/mm <sup>2</sup>
		E <sub>c</sub> = 33346	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> = 3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	E <sub>s</sub> = 200000	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> = 450	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>s</sub> =	1.15	ε' <sub>se</sub> = 1.96		f <sub>yd</sub> = 391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B = 1000	mm base	n.	∅(mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H = 1350	mm altezza	10	24	4524	84
c = 72	mm coprifer.	10	26	5309	132
N <sub>Ed</sub> positivo di compressione				-	0
M <sub>Ed</sub> positivo se tende le fibre inferiori della sezione		5	24	2262	1266
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore		Σ		12095	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

*Flessione*

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	estremità		0.00	3038.52	0.00	0.00
SLV	estremità		0.00	2765.02	0.00	0.00

*Taglio*

$\phi_{staffe} = 10$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 4$  n° braccia       $s = 100$  mm passo

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	estremità	622.65	3534.91	3596.03	3534.91	1.16
SLV	estremità	622.65	3534.91	3596.03	3534.91	1.28

**9.3.7 Piedritto Sx – appoggio inferiore e campata**

*Caratteristiche meccaniche dei materiali*

Calcestruzzo	C32/40	R <sub>ck</sub> = 40	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ck</sub> = 32	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		f <sub>cd</sub> = 18.13	N/mm <sup>2</sup>
		E <sub>c</sub> = 33346	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> = 3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	E <sub>s</sub> = 200000	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> = 450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		f <sub>yd</sub> = 391.3	N/mm <sup>2</sup>

*Caratteristiche geometriche della sezione*

B = 1000	mm base	n.	$\phi$ (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H = 1000	mm altezza	5	24	2262	72
c = 60	mm coprifer.			-	0
N <sub>Ed</sub> positivo di compressione		10	26	5309	880
M <sub>Ed</sub> positivo se tende le fibre inferiori della sezione		10	24	4524	928
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore				$\Sigma$ 12095	mm <sup>2</sup>

*Verifiche agli Stati Limite Ultimi*

*Flessione*

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	SX-app-DO	490.28	2287.27	383.42	3315.81	1.45
SLV	SX-app-DO	139.44	2885.95	528.00	3193.02	1.11
SLU	Campata	403.25	1315.68	138.76	3285.35	2.50
SLV	Campata	151.81	1447.31	247.58	3197.35	2.21

*Taglio*

$\phi_{staffe} = 8$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 3.3$  n° braccia       $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub>	V <sub>Rd,s</sub>	V <sub>Rd,c</sub>	V <sub>Rd</sub>	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
--------------	-----------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------	-------------------------

		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	V <sub>Ed</sub>
SLU	SX-app-DO	600.35	693.34	2716.48	693.34	1.81
SLV	SX-app-DO	550.88	693.34	2665.30	693.34	1.31
SLU	Campata	588.08	693.34	2703.78	693.34	5.00
SLV	Campata	552.63	693.34	2667.11	693.34	2.80

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	M <sub>Rd</sub>	M <sub>Rd</sub>
		[kN]	[kNm]	[kNm]	M <sub>Ed</sub>
RARA	SX-app-DO	399.75	1668.06	2772.02	1.66
RARA	Campata	312.72	948.37	2744.27	2.89

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	M <sub>Rd</sub>	M <sub>Rd</sub>
		[kN]	[kNm]	[kNm]	M <sub>Ed</sub>
QPER	SX-app-DO	346.35	1366.38	2332.22	1.71
QPER	Campata	259.32	731.89	2345.77	3.21

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile  
 $\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 25.04$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	$\sigma_s$	x	A <sub>s</sub>
		[kN]	[kNm]	[MPa]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]
FREQ	SX-app-DO	367.71	1487.05	185	398	9833
FREQ	Campata	280.68	818.49	99	409	9833

Combinazione	A <sub>c,eff</sub>	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$	w <sub>d</sub>	Verifica
	[mm <sup>2</sup> ]			[mm]	[mm]	
FREQ	200746	0.05	0.07%	246.70	0.17	OK
FREQ	197106	0.05	0.03%	245.13	0.07	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	$\sigma_s$	x	A <sub>s</sub>
		[kN]	[kNm]	[MPa]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]
QPER	SX-app-DO	346.35	1366.38	170	398	9833
QPER	Campata	259.32	731.89	88	410	9833

Combinazione	A <sub>c,eff</sub>	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$	w <sub>d</sub>	Verifica
--------------	--------------------	--------------	-----------------	------------------	----------------	----------



	[mm <sup>2</sup> ]			[mm]	[mm]	
QPER	200511	0.05	0.07%	246.60	0.17	OK
QPER	196671	0.05	0.03%	244.94	0.07	OK

### 9.3.8 Piedritto Sx – appoggio superiore

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck} =$	40	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	32	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	18.13	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	33346	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	<b>B450C</b>	$E_s =$	200000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} =$	1.96		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	5	24	2262	72
c =	60	mm coprifer.			-	0
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	0
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	24	4524	928
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore			$\Sigma$		6786	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	SX-app-UP	317.44	1117.41	9.28	1683.81	1.51
SLV	SX-app-UP	184.00	992.83	52.49	1627.77	1.64

##### Taglio

Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$	mm	$\alpha =$	90	$^{\circ}$ inclinazione staffa
$n_b =$	n <sup>o</sup> braccia	s =	400	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	SX-app-UP	454.85	0.00	0.00	454.85	49.00
SLV	SX-app-UP	436.04	0.00	0.00	436.04	8.31

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c =$  19.2 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	SX-app-UP	226.91	801.50	1443.37	1.80

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
	QPER	SX-app-UP	173.51	612.89	1423.81

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali **aggressive** armatura **poco sensibile**

$\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 24.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	SX-app-UP	194.87	688.34	162	303	4524

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	180000	0.03	0.05%	366.34	0.18	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	SX-app-UP	173.51	612.89	144	303	4524

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	180000	0.03	0.04%	366.34	0.16	OK

### 9.3.9 Piedritto Dx

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	R <sub>ck</sub> = 40	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ck</sub> = 32	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85	f <sub>cd</sub> = 18.13	N/mm <sup>2</sup>
		E <sub>c</sub> = 33346	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> = 3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	<b>B450C</b>	E <sub>s</sub> = 200000	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> = 450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} =$	1.96	f <sub>yd</sub> = 391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\phi$ (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	10	24	4524	72
c =	60	mm coprifer.			-	0

$N_{Ed}$  positivo di compressione

$M_{Ed}$  positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

10	24	-	0
4524	928		
$\Sigma$		9048	mm <sup>2</sup>

### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	app-DO	72.18	536.78	62.16	1574.15	2.93
SLV	app-DO	49.35	799.46	117.39	1564.11	1.96

#### Taglio

$\phi_{staffe} = 10$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 2.5$  n° braccia       $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	app-DO	420.27	812.50	2655.49	812.50	13.07
SLV	app-DO	417.05	812.50	2652.16	812.50	6.92

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica

$\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	app-DO	69.86	404.83	1400.33	3.46

Comb. Quasi perm.

$\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	app-DO	63.72	307.89	1398.04	4.54

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni

ambientali aggressive

armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.00$        $\phi_{eq} = 24.00$   
 $k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente

$k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	app-DO	64.50	335.11	81	276	4524

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
--------------	-----------------------------------	--------------	-----------------	-------------------------	---------------	----------

FREQ	180000	0.03	0.02%	366.34	0.09	OK
------	--------	------	-------	--------	------	----

Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	app-DO	63.72	307.89	74	278	4524

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	180000	0.03	0.02%	366.34	0.08	OK

### 9.3.10 Soletta Inferiore – estremo sinistro

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	$R_{ck} = 45$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 35$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 19.83$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 34077$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.21$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 210000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} = 1.86$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	5	24	2262	84
c =	72	mm coprifer.			-	0
$N_{Ed}$ positivo di compressione			10	26	5309	863
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	26	5309	915
y distanza dell'armatura dal lembo superiore					$\Sigma$ 12881	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-S		2287.27	603.47	3324.86	1.45
SLV	appoggio-S		2285.95	569.75	3324.86	1.45

##### Taglio

$\phi_{staffe} = 10$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 2.50$  n° braccia       $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-S	557.87	802.13	2856.00	802.13	1.33
SLV	appoggio-S	557.87	802.13	2856.00	802.13	1.41

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
	RARA	appoggio-S		1668.06	2786.47

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
	QPER	appoggio-S		1366.38	2593.54

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.16$   $\phi_{eq} = 26.00$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

$k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio-S	0.00	1487.05	191	378	10619

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	207262	0.05	0.07%	286.87	0.19	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio-S	0.00	1366.38	176	378	10619

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	207381	0.05	0.07%	286.92	0.20	OK

### 9.3.11 Soletta Inferiore – campata

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo C35/45  $R_{ck} = 45$  N/mm<sup>2</sup>  $f_{ck} = 35$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\gamma_c = 1.5$   $\alpha_{cc} = 0.85$   $f_{cd} = 19.83$  N/mm<sup>2</sup>

		$E_c =$	34077	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s =$	210000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se}$	1.86		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\emptyset$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	5	24	2262	84
c =	72	mm coprifer.	5	20	1571	132
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	0
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	26	5309	915
y distanza dell'armatura dal lembo superiore				$\Sigma$	9142	mm <sup>2</sup>

### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	campata		-416.56	201.69	1257.96	3.02
SLV	campata		-205.66	134.72	1257.96	6.12

#### Taglio

Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	n° braccia	$s =$	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	campata	397.21	0.00	0.00	397.21	1.97
SLV	campata	397.21	0.00	0.00	397.21	2.95

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c =$  21.0 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	campata		-306.60	1092.00	3.56

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c =$  15.8 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	campata		-292.42	1092.00	3.73

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

	Condizioni ambientali	molto aggressive	armatura	poco sensibile
$\alpha_e =$	6.16	$\phi_{eq} =$	26.00	

$k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$

*Comb. Frequente*

$k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	campata		-298.09	98	283	3833

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	239016	0.02	0.03%	520.44	0.15	OK

*Comb. Quasi perm.*

$k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	campata	0.00	-292.42	96	283	3833

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	239017	0.02	0.03%	520.44	0.14	OK

## 9.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riporta di seguito la verifica a capacità portante con il seguente significato delle simbologie:

- Bx                   Larghezza fondazione in direzione x
- By                   Larghezza fondazione in direzione y
- H                    Altezza della fondazione
- p.p. fond           Peso proprio della fondazione
- $\gamma_{Gpp}$            Coefficiente di sicurezza peso proprio della fondazione
- $N_{Ed, i}$             Azione verticale sollecitante nella direzione i (x,y)
- $H_{Ed, i}$             Azione orizzontale sollecitante nella direzione i (x,y)
- $M_{Ed, i}$             Azione flettente sollecitante nella direzione i (x,y)
- $e_i$                  Eccentricità del carico in direzione i (x,y)
- $\gamma_c$                Coefficiente di sicurezza coesione
- $\gamma_\phi$                Coefficiente di sicurezza angolo attrito
- $\gamma_R$                Coefficiente di sicurezza R
- $c'_{k, d}$             Coesione caratteristica o di progetto
- $\Phi_{k, d}$             Angolo attrito terreno caratteristico o di progetto
- $\gamma_{ak, d}$            Peso specifico acqua di falda, valore caratteristico o di progetto
- $\gamma_{1k, d}$            Peso specifico terreno sopra falda, valore caratteristico o di progetto
- $\gamma_{2k, d}$            Peso specifico terreno sotto falda, valore caratteristico o di progetto
- z                    Dislivello tra piano campagna e quota falda
- Df                   Dislivello tra piano campagna e piano di posa fondazione
- q'                   Pressione permanente a livello piano di posa
- L'                   Lunghezza della fondazione
- $N_q$                 Meyerof

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

- $N_\gamma$                Vesic

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

- $N_c$                 Meyerof

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

- $s_q$                 Fattore di forma

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

- $s_\gamma$                Fattore di forma

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

- $s_c$                 Fattore di forma

$$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$$



- m

$$H \text{ parallelo a } B \ m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

$$H \text{ parallelo a } L \ m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

-  $i_q$

Fattore inclinazione del carico

$$i_q = \left(1 - \frac{V}{N + A_f c \cot \varphi}\right)^m$$

-  $i_\gamma$

Fattore inclinazione del carico

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{V}{N + A_f c \cot \varphi}\right)^{m+1}$$

-  $i_c$

Fattore inclinazione del carico

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan \varphi}$$

-  $d_q$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$$

$$\text{se } \frac{D}{B} < 1 \ k = \frac{D}{B}$$

$$\text{se } \frac{D}{B} > 1 \ k = \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

-  $d_\gamma$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_\gamma = 1$$

-  $d_c$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_c = 1 + 0.4k$$

-  $\varepsilon$

Angolo d'inclinazione del piano di posa rispetto l'orizzontale

-  $b_q$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_q = (1 - \varepsilon \tan \varphi)^2$$

-  $b_\gamma$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_\gamma = b_q$$

-  $b_c$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \tan \varphi}$$

-  $\omega$

Angolo d'inclinazione del piano campagna rispetto l'orizzontale

-  $g_q$

Fattore inclinazione piano campagna

$$g_q = (1 - \tan \omega)^2$$

- $g_\gamma$  Fattore inclinazione piano campagna

$$g_\gamma = g_q$$

- $g_c$  Fattore inclinazione piano campagna

$$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \tan \varphi}$$

- $Q_{lim}$  Capacità portante

$$Q_{lim} = (c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma) B_x B_y$$

- $R_d$  Capacità portante di progetto

$$R_d = \frac{Q_{lim}}{\gamma_R}$$

- $CS$  Coefficiente di sicurezza capacità portante

$$CS = \frac{R_d}{N_{Ed}}$$

- $\delta_{fond}$  Angolo d'attrito terreno – fondazione ( $2/3 \Phi$ )

- $\gamma_{RH}$  Coefficiente di sicurezza R allo scorrimento

- Resistenza allo scorrimento

$$R_d = \frac{N_{Ed} \tan \delta_{fond} + c B' L'}{\gamma_{RH}}$$

- $CS$  Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

$$CS = \frac{R_d}{H_{Ed}}$$

### 9.1.1 Capacità portante e verifica a scorrimento

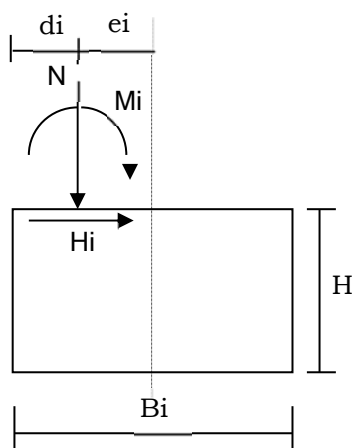
$B_x =$	12.50	m
$B_y =$	1.00	m
$H =$	1.00	m
p.p.fond =	0.00	kN
$\gamma_{Gpp} =$	1.00	

#### SOLLECITAZIONI

Comb	SLU1
------	------

Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione

$N_G =$	1275.10	kN
$H_{G;x} =$	434.44	kN
$M_{G;x} =$	2566.44	kNm
$H_{G;y} =$	0.00	kN
$M_{G;y} =$	0.00	kNm
$N_Q =$	0.00	kN
$H_{Q;x} =$	0.00	kN
$M_{Q;x} =$	0.00	kNm
$H_{Q;y} =$	0.00	kN
$M_{Q;y} =$	0.00	kNm
$d_x =$	6.25	m
$e_x =$	0.00	m
$d_y =$	0.50	m
$e_y =$	0.00	m



Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto

$N_G =$	1275.10	kN
$H_{G;x} =$	434.44	kN
$M_{G;x} =$	3000.88	kNm
$H_{G;y} =$	0.00	kN
$M_{G;y} =$	0.00	kNm
$N_Q =$	0.00	kN
$H_{Q;x} =$	0.00	kN
$M_{Q;x} =$	0.00	kNm
$H_{Q;y} =$	0.00	kN
$M_{Q;y} =$	0.00	kNm

Sollecitazioni di verifica:

$\gamma_G =$	1.00	
$\gamma_Q =$	1.00	
$N_{Ed} =$	1275.10	kN
$H_{Ed;x} =$	434.44	kN
$M_{Ed;x} =$	3000.88	kNm
$e_x =$	2.35	m
$B'x =$	7.79	m
$H_{Ed;y} =$	0.00	kN
$M_{Ed;y} =$	0.00	kNm

=  $B_x - 2e_x$  = larghezza efficace di fondazione

$e_y =$	0.00	m	
$B'y =$	1.00	m	= $B_y - 2e_y$ = larghezza efficace di fondazione

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	SLU1	
$\gamma_{c'}$ =	1.00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1.00	
$\gamma_{R,v}$ =	2.30	
$\gamma_Y$ =	1.00	
$c'_k$ =	0.00	= coesione
$\varphi_k$ =	33.00	= angolo di attrito del terreno
$\gamma_{ak}$ =	10.00	= peso di volume effettivo dell'acqua di falda
$\gamma_{1k}$ =	20.00	= peso di volume effettivo del terreno SOPRA il piano di posa
$\gamma_{2k}$ =	20.00	= peso di volume effettivo del terreno SOTTO il piano di posa
$c'_d$ =	0.00	
$\varphi_d$ =	33°	
$\gamma_{ad}$ =	10.00	
$\gamma_{1d}$ =	20.00	
$\gamma_{2d}$ =	20.00	
$z$ =	11.36	= dislivello tra piano campagna e quota falda
$D_f$ =	5.36	= dislivello tra piano campagna e piano di posa
$q' = q_0$ =	107.20	= pressione permanente ai bordi della fondazione
$B'$ =	1.00	m
$L'$ =	7.79	m

### VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	SLU1	
$N_{Ed}$ =	1275.10	kN carico verticale
$V_{Ed}$ =	434.44	kN carico orizzontale direzione x
$N_q$ =	26.09	
$N_\gamma$ =	35.19	
$N_c$ =	38.64	
$s_q$ =	1.08	coefficienti di forma
$s_\gamma$ =	0.95	
$s_c = s_c^0$ =	1.09	
$m = m^0$ =	1.11	inclinazione del carico
$i_q$ =	0.63	
$i_\gamma$ =	0.41	
$i_c$ =	0.00	
$d_q$ =	1.19	profondità piano di posa
$d_\gamma$ =	1.00	
$d_c = d_c^0$ =	1.28	
$\varepsilon$ =	0.00	inclinazione piano di posa rispetto l'orizzontale
$b_q$ =	1.00	
$b_\gamma$ =	1.00	

$b_c =$	1.00		
$\omega =$	30.00	inclinazione piano campagna rispetto l'orizzontale	
$g_q =$	0.18		
$g_r =$	0.18		
$g_c =$	0.15		
$Q_{lim} =$	3894.33	kN	Carico limite
$R_d =$	1693.19	kN	Resistenza di progetto
$N_{Ed} =$	1275.10	kN	carico verticale
Verifica	<b>ok</b>		
CS =	1.33		

		M1	M2	
Angolo di attrito terreno	$\phi_k =$	33.00	27.45	
Angolo di attrito terra-opera	$\delta_{fond} =$	33.00	27.45	
Coesione efficace	$c'_k =$	0.00	0.00	kPa
Coesione non drenata	$c_{uk} =$	0.00	0.00	kPa
	$\gamma_{R,h} =$	1.1	1.1	

Tipo	Comb	Azione <b>N</b> kN	B' m	L' m	Resistenza allo scorrimento	Azioni sollecitanti <b>Vx</b> kN	Verifica <b>dir x</b>	CS <b>dir x</b>
M1	SLU1	-1275.10	1.00	7.79	752.78	434.44	<b>ok</b>	1.73
M1	STR212	-724.53	1.00	12.37	427.74	408.46	<b>ok</b>	1.05
M1	STR54	-910.74	1.00	12.17	537.67	434.44	<b>ok</b>	1.24

## 10 SEZIONE 02

### 10.1 MODELLO FEM

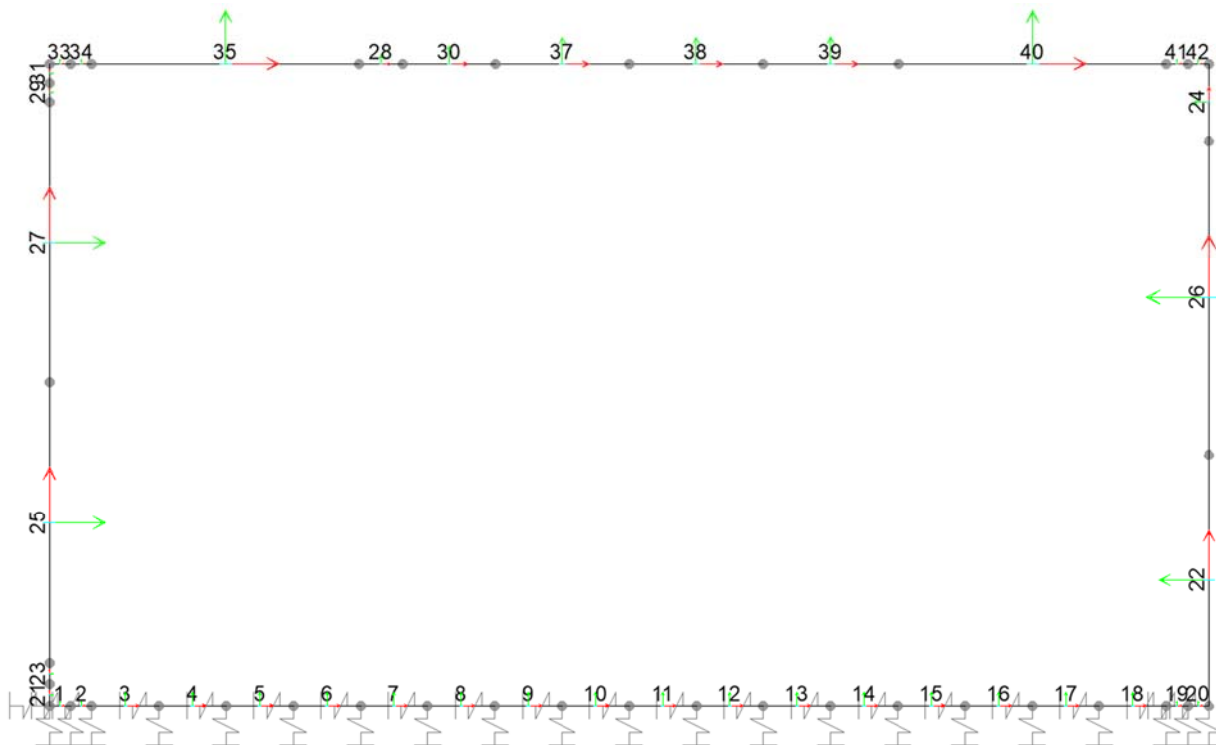


Figura 10-1 – GA04 – S2 – Modello FEM



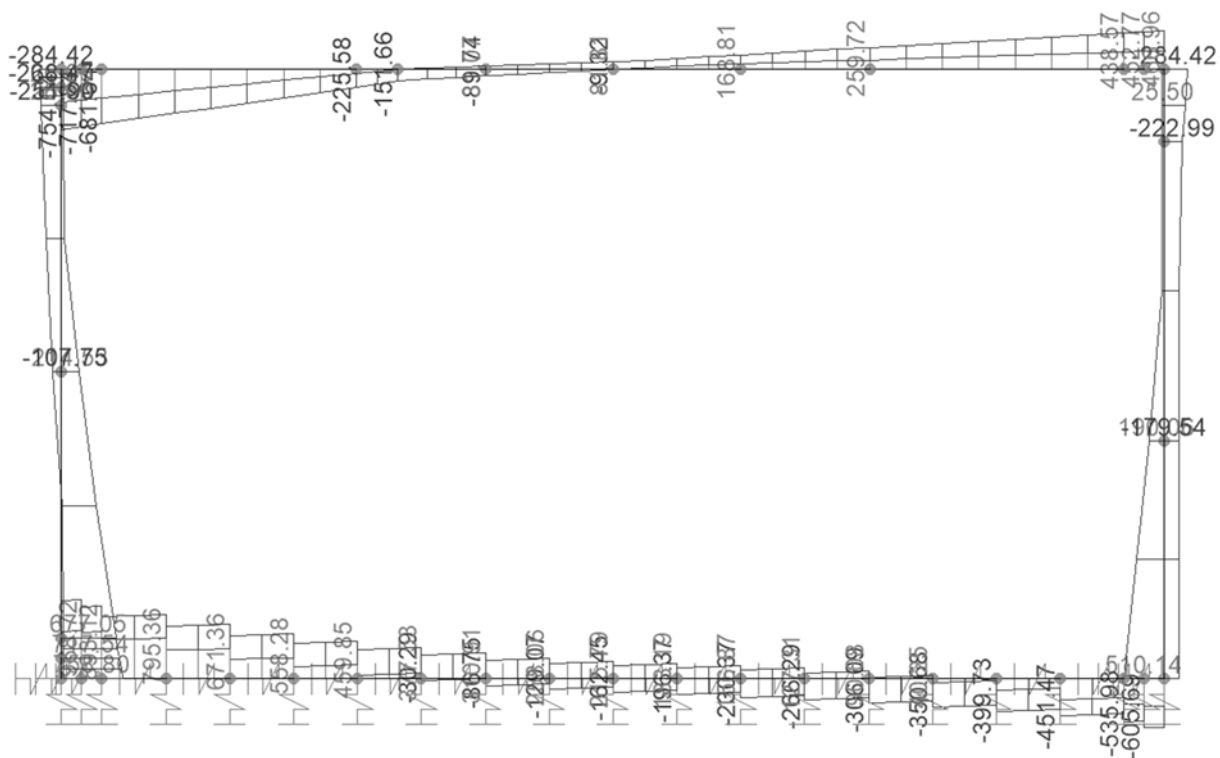


Figura 10-4 – GA04 – S2 – SLU – Ved



10.2.2 SLV

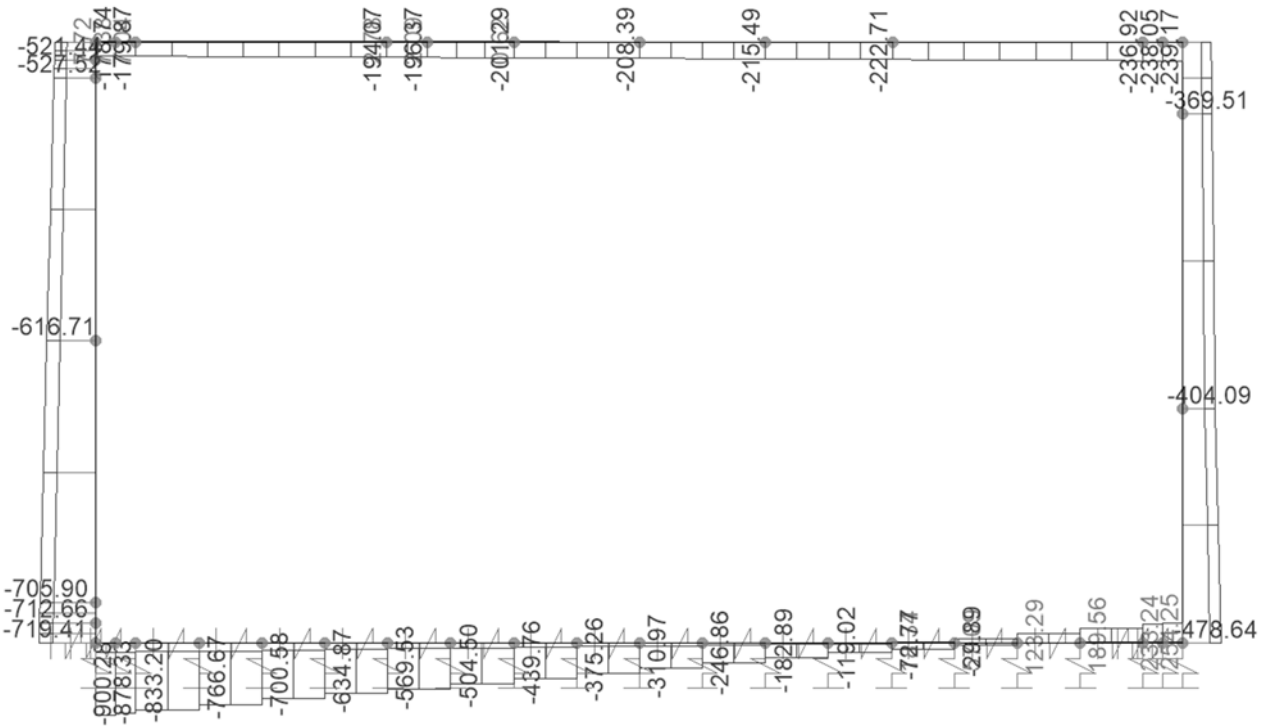


Figura 10-5 – GA04 – S2 – SLV – Ned

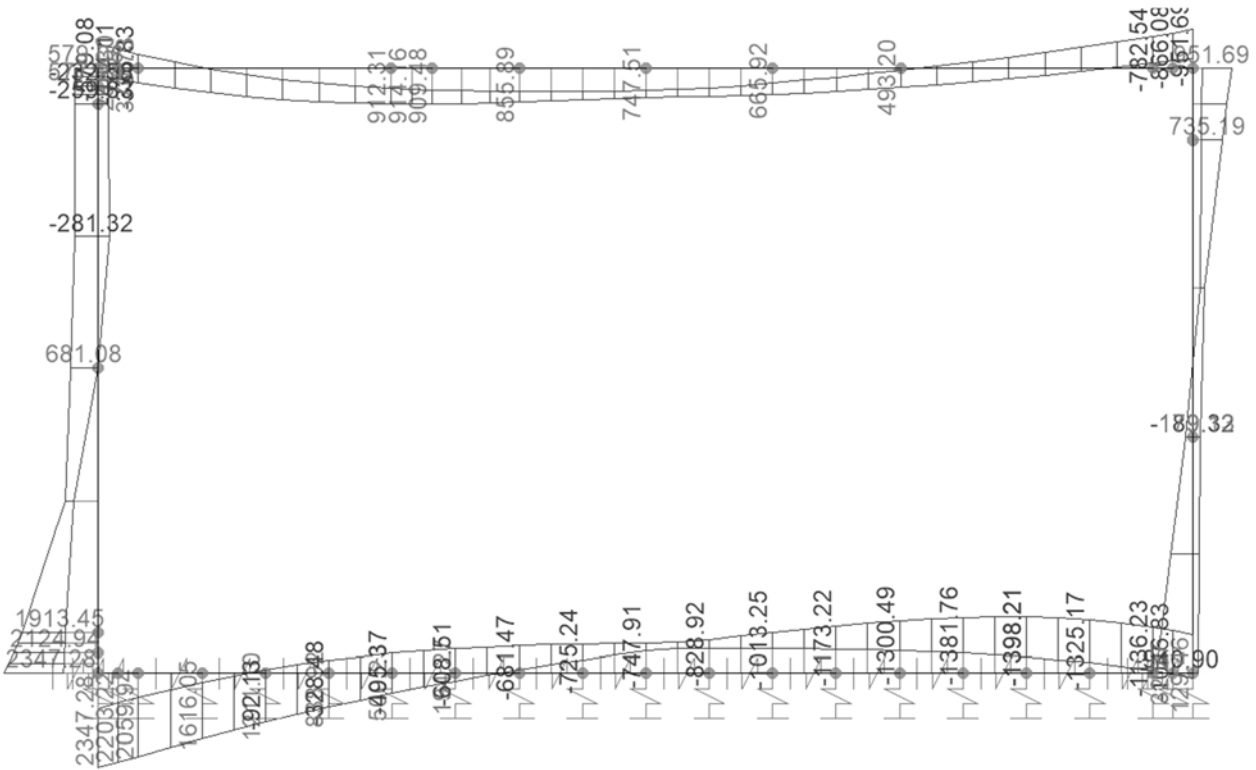


Figura 10-6 – GA04 – S2 – SLV – Med

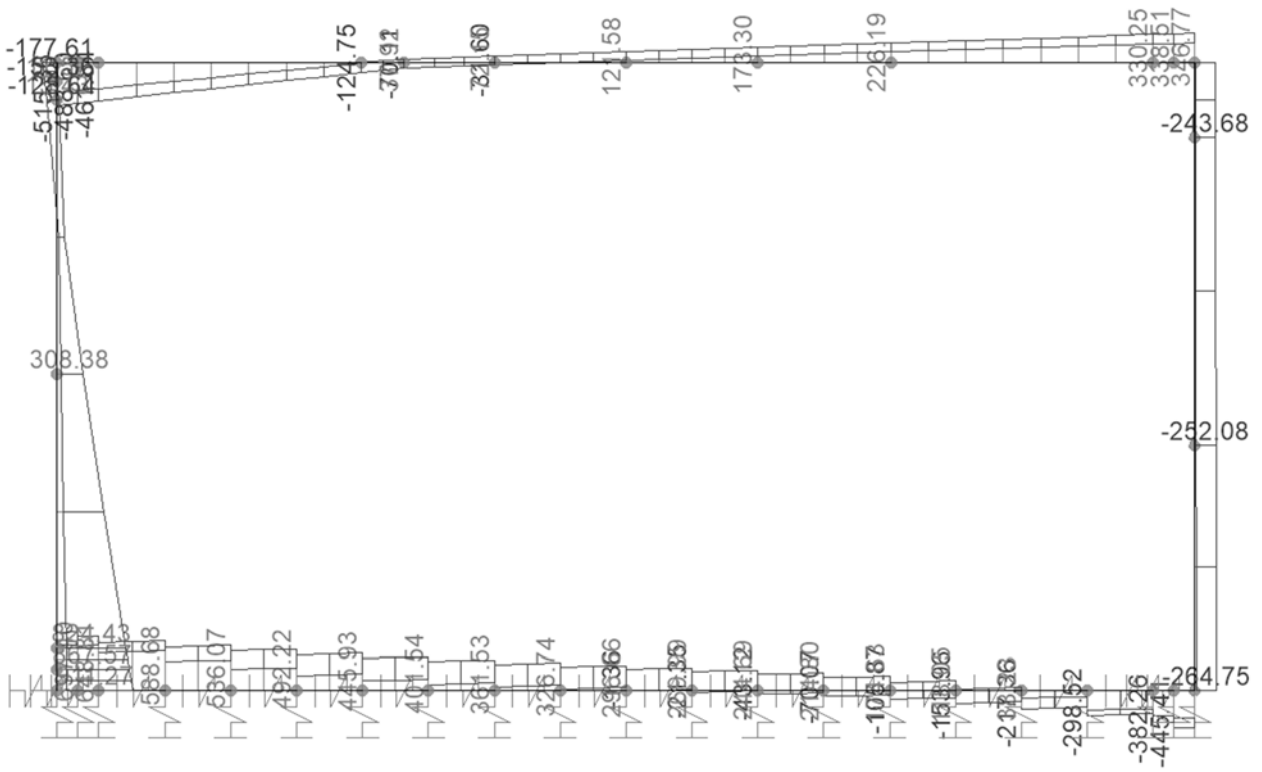


Figura 10-7 – GA04 – S2 – SLV – Ved

### 10.2.3 SLE rara

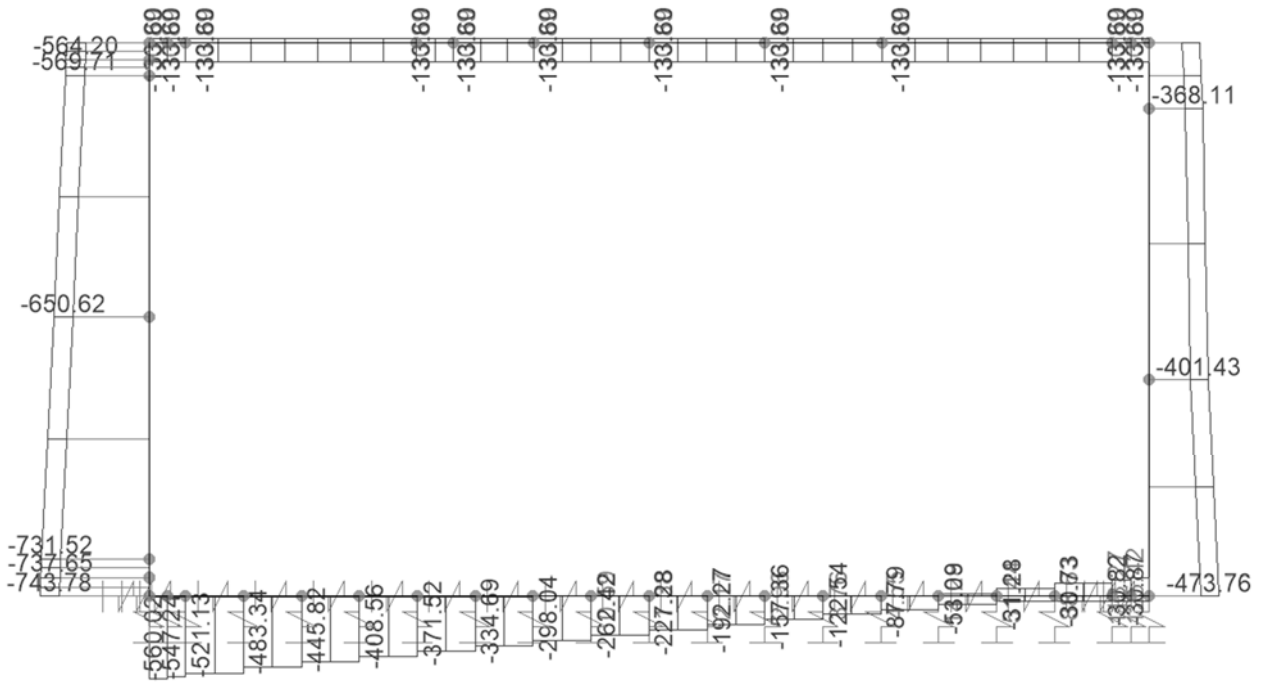


Figura 10-8 – GA04 – S2 – SLE.rara – Ned

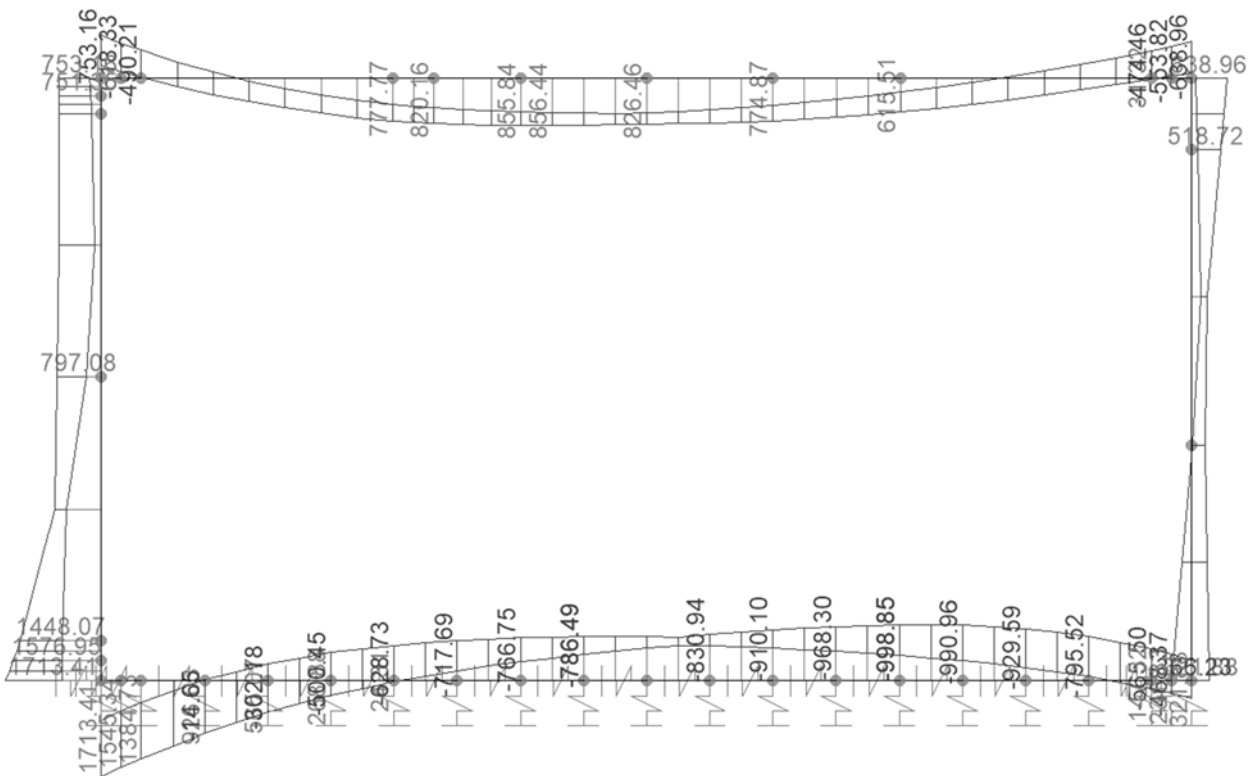


Figura 10-9 – GA04 – S2 – SLE.rara – Med





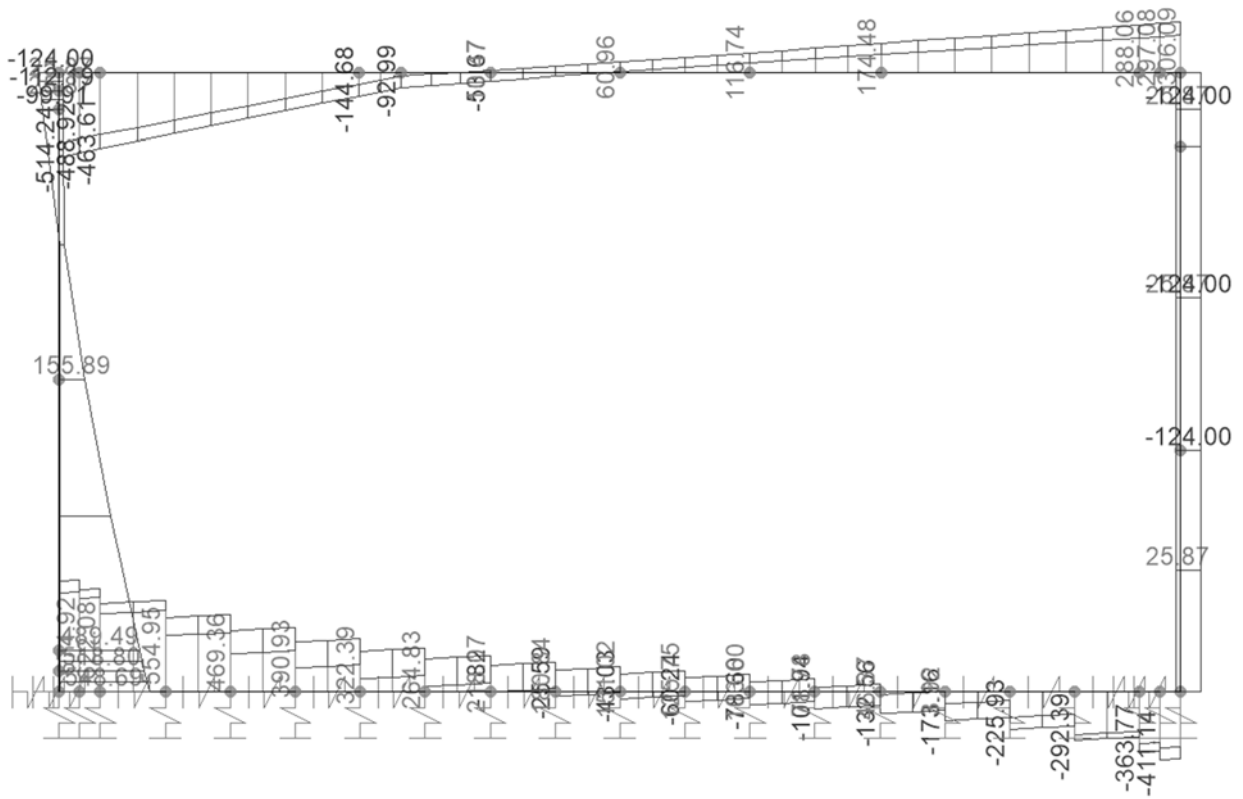


Figura 10-13 – GA04 – S2 – SLE.frequente – Ved

### 10.2.5 SLE quasi permanente

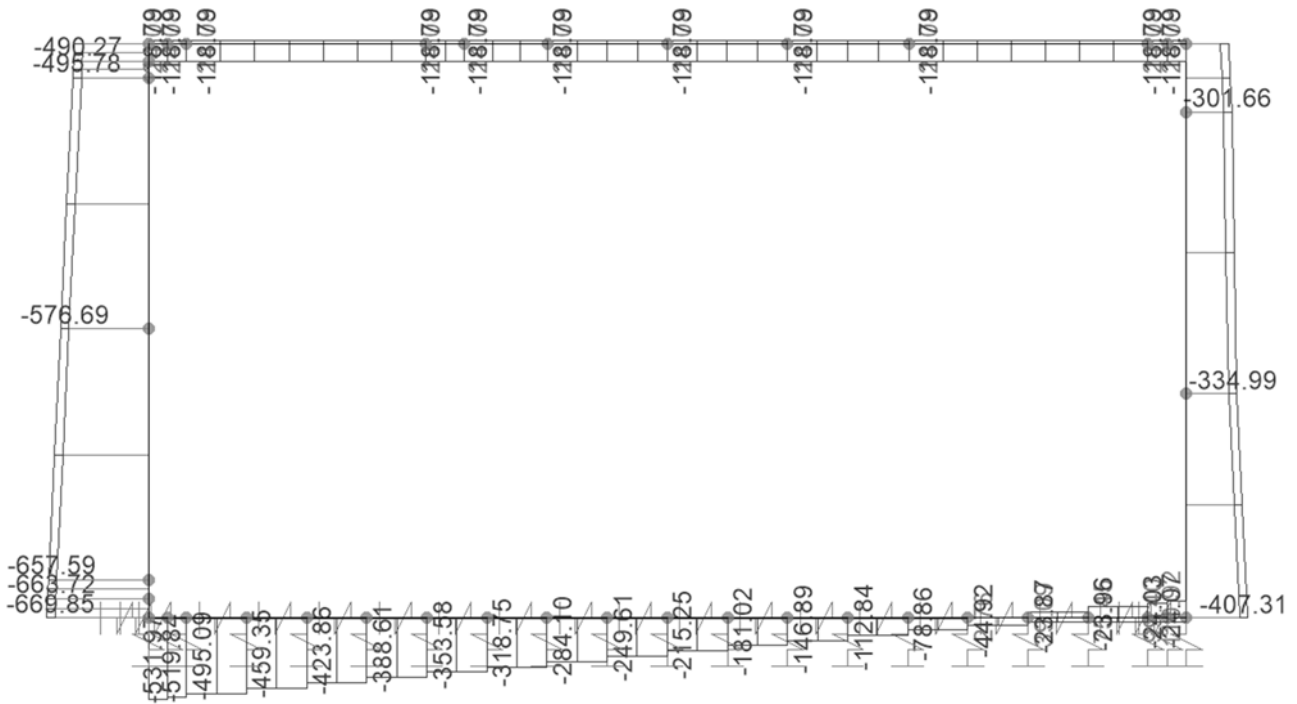


Figura 10-14 – GA04 – S2 – SLE.quasi permanente – Ned

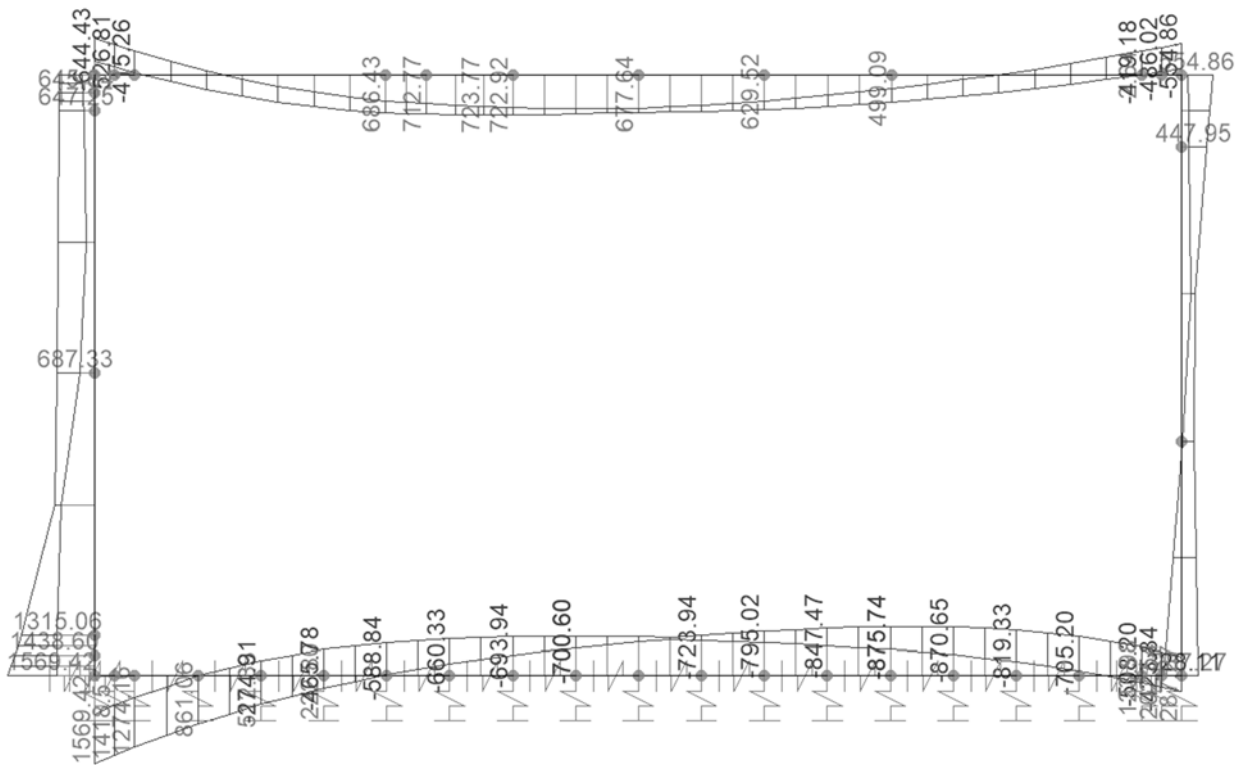


Figura 10-15 – GA04 – S2 – SLE.quasi permanente – Med

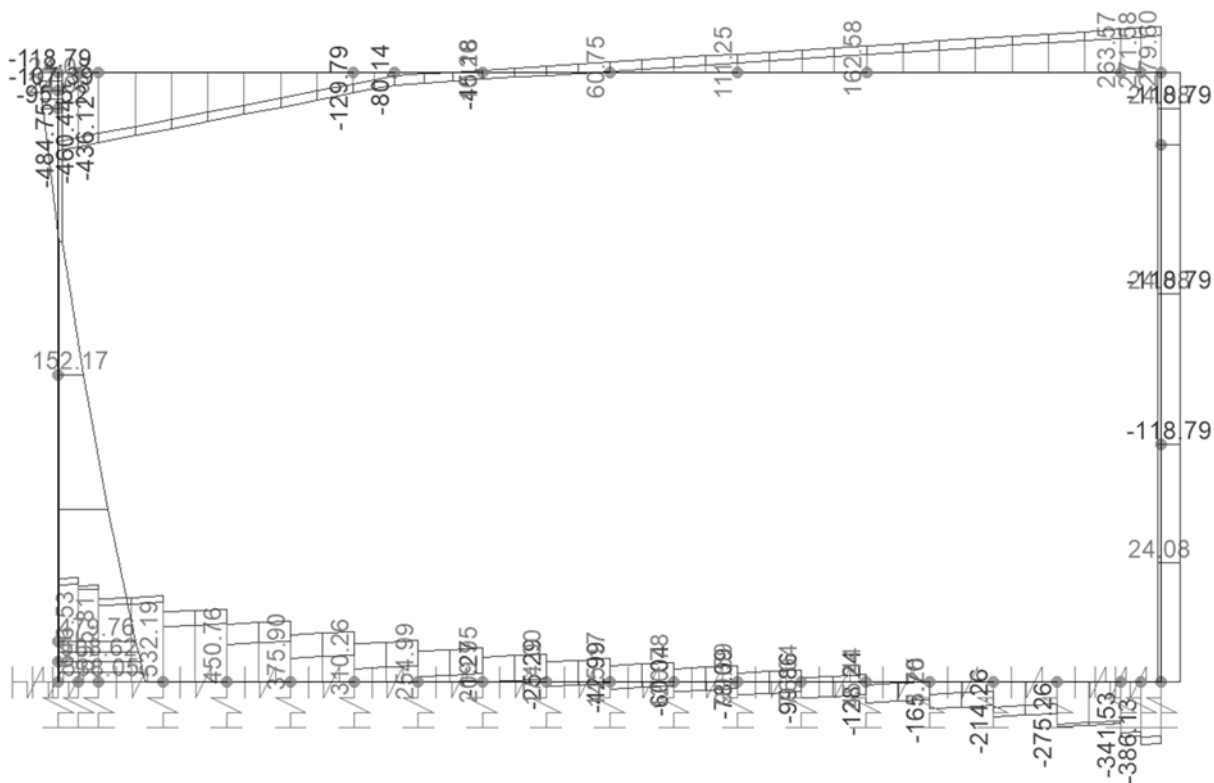


Figura 10-16 – GA04 – S2 – SLE.quasi permanente – Ved



## 10.3 VERIFICHE STRUTTURALI

### 10.3.1 Piedritto Sx – appoggio inferiore

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck} =$	40	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	32	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	18.13	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	33346	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	<b>B450C</b>	$E_s =$	200000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} =$	1.96		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	5	24	2262	72
c =	60	mm coprifer.			-	
$N_{Ed}$ positivo di compressione			10	24	4524	875
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione y distanza dell'armatura dal lembo superiore			10	26	5309	927
			$\Sigma$		12095	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	SX-app-DO	593.60	2301.71	677.05	3347.92	1.45
SLV	SX-app-DO	543.29	2347.28	824.43	3334.59	1.42

##### Taglio

$\phi_{staffe} =$	10	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	3.3	n° braccia	$s =$	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	SX-app-DO	614.92	1083.34	2731.55	1083.34	1.60
SLV	SX-app-DO	607.83	1083.34	2724.21	1083.34	1.31

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c =$  19.2 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	SX-app-DO	613.25	1713.41	2853.85	1.67

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c =$  14.4 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
--------------	-----------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------------

QPER	SX-app-DO	614.41	1569.42	2294.98	1.46
------	-----------	--------	---------	---------	------

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni

ambientali

aggressive

armatura

poco sensibile

$$\alpha_e = 6.00$$

$$\phi_{eq} = 25.04$$

$$k_1 = 0.8$$

$$k_2 = 0.5$$

$$k_3 = 3.4$$

$$k_4 = 0.425$$

Comb. Frequente

$$k_t = 0.6$$

$$w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	SX-app-DO	614.20	1623.53	192	413	9833

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	195634	0.05	0.07%	247.89	0.18	OK

Comb. Quasi perm.

$$k_t = 0.4$$

$$w_{lim} = 0.2 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	SX-app-DO	614.41	1569.42	185	415	9833

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	195129	0.05	0.08%	247.67	0.19	OK

### 10.3.2 Piedritto Sx – appoggio superiore e campata

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c = 1.5$		$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s = 1.15$		$\varepsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B = 1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H = 1000	mm altezza	5	24	2262	72
c = 60	mm coprifer.			-	
$N_{Ed}$ positivo di compressione				-	

$M_{Ed}$  positivo se tende le fibre inferiori della sezione

10

26

5309

927

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

$\Sigma$  7571 mm<sup>2</sup>

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	SX-app-UP	408.50	1254.99	251.90	1966.97	1.57
SLU	Campata	500.44	1073.73	107.75	2002.29	1.86
SLV	SX-app-UP	363.88	579.08	128.64	1949.80	3.37
SLV	Campata	452.99	681.08	308.38	1984.07	2.91

Taglio

Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b =$  n° braccia  $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	SX-app-UP	490.17			490.17	1.95
SLU	Campata	503.13			503.13	4.67
SLV	SX-app-UP	483.88			483.88	3.76
SLV	Campata	496.44			496.44	1.61

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica

$\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	SX-app-UP	428.15	753.16	1739.84	2.31
RARA	Campata	520.09	797.08	1773.51	2.23

Comb. Quasi perm.

$\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	SX-app-UP	429.31	644.43	1740.26	2.70
QPER	Campata	521.25	687.33	1773.94	2.58

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive

armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 26.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente

$k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
--------------	-----------	------------------	-------------------	---------------------	-----------	-----------------------------

FREQ	SX-app-UP	429.10	686.03	121	362	5309
FREQ	Campata	521.04	730.46	124	372	5309

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$W_d$ [mm]	Verifica
FREQ	182500	0.03	0.04%	355.93	0.13	OK
FREQ	182500	0.03	0.04%	355.93	0.13	OK

Comb. Quasi perm.

$$k_t = 0.4 \quad W_{lim} = 0.2 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	SX-app-UP	429.31	644.43	111	366	5309
QPER	Campata	521.25	687.33	114	377	5309

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$W_d$ [mm]	Verifica
QPER	182500	0.03	0.03%	355.93	0.12	OK
QPER	182500	0.03	0.03%	355.93	0.12	OK

### 10.3.3 Piedritto Dx

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	10	24	4524	72
c =	60	mm coprifer.			-	
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	24	4524	928
y distanza dell'armatura dal lembo superiore				$\Sigma$	9048	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	DX-app-UP	222.03	857.99	284.42	1640.00	1.91
SLU	Campata	277.41	329.49	190.06	1664.32	5.05
SLU	DX-app-DO	349.74	1227.07	510.14	1696.06	1.38

SLV	DX-app-UP	228.54	951.69	239.17	1642.86	1.73
SLV	Campata	277.47	189.67	252.08	1664.34	8.78
SLV	DX-app-DO	342.39	-940.90	264.75	1692.84	1.80

Taglio

$\phi_{\text{staffe}} = 10$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 3.3$  n° braccia       $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	DX-app-UP	441.40	1083.34	2677.35	1083.34	3.81
SLU	Campata	449.21	1083.34	2685.43	1083.34	5.70
SLU	DX-app-DO	459.41	1083.34	2695.98	1083.34	2.12
SLV	DX-app-UP	442.32	1083.34	2678.30	1083.34	4.53
SLV	Campata	449.22	1083.34	2685.44	1083.34	4.30
SLV	DX-app-DO	458.37	1083.34	2694.91	1083.34	4.09

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica       $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	DX-app-UP	224.50	638.96	1457.92	2.28
RARA	Campata	279.89	245.49	1478.55	6.02
RARA	DX-app-DO	352.21	-366.28	1505.48	4.11

Comb. Quasi perm.       $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	DX-app-UP	224.16	554.86	1457.79	2.63
QPER	Campata	279.55	216.22	1478.42	6.84
QPER	DX-app-DO	351.87	-328.11	1505.35	4.59

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive      armatura poco sensibile  
 $\alpha_e = 6.00$        $\phi_{eq} = 24.00$   
 $k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente       $k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	DX-app-UP	223.95	585.47	131	296	4524
FREQ	Campata	279.34	227.69	33	400	4524
FREQ	DX-app-DO	351.66	293.15	43	396	4524

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	180000	0.03	0.04%	366.34	0.14	OK
FREQ	180000	0.03	0.01%	366.34	0.04	OK
FREQ	180000	0.03	0.01%	366.34	0.05	OK

Comb. Quasi perm.

$$k_t = 0.4 \quad w_{lim} = 0.2 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	DX-app-UP	224.16	554.86	123	299	4524
QPER	Campata	279.55	216.22	30	409	4524
QPER	DX-app-DO	351.87	-328.11	52	379	4524

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	180000	0.03	0.04%	366.34	0.13	OK
QPER	180000	0.03	0.01%	366.34	0.03	OK
QPER	180000	0.03	0.02%	366.34	0.06	OK

### 10.3.4 Colonna

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 210000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.86$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	700	mm base			
H =	700	mm altezza			
c =	60	mm coprifer.			
$N_{Ed}$ positivo di compressione					
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione					
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore					
				$\Sigma$	34482 mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	UP	732.27	2089.21	668.96	3600.67	1.72
SLU	DOWN	832.24	988.46	570.19	3621.28	3.66
SLV	UP	745.05	2205.56	731.05	3603.31	1.63

SLV	DOWN	832.40	569.00	756.24	3621.31	6.36
-----	------	--------	--------	--------	---------	------

Taglio

$\phi_{\text{staffe}} = 10$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 2$  n° braccia       $s = 100$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	UP	435.68	885.11	1364.47	885.11	1.32
SLU	DOWN	449.39	885.11	1378.65	885.11	1.55
SLV	UP	437.43	885.11	1366.28	885.11	1.21
SLV	DOWN	449.41	885.11	1378.67	885.11	1.17

**Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio**

Comb. caratteristica       $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	UP	739.69	1556.17	2508.78	1.61
RARA	DOWN	839.66	736.48	2495.51	3.39

Comb. Quasi perm.       $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	UP	738.67	1343.86	1857.19	1.38
QPER	DOWN	838.64	648.67	1845.06	2.84

**Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione**

Condizioni ambientali aggressive      armatura poco sensibile  
 $\alpha_e = 6.30$        $\phi_{eq} = 28.00$   
 $k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente       $k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	UP	738.04	1421.60	183	406	17241
FREQ	DOWN	838.01	683.06	70	451	17241

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	234353	0.07	0.07%	268.70	0.19	OK
FREQ	234353	0.07	0.02%	268.70	0.05	OK

Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	UP	738.67	1343.86	172.10	400	17241
QPER	DOWN	838.64	648.67	69.09	425	17241

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	272690	0.06	0.07%	279.29	0.19	OK
QPER	272690	0.06	0.02%	279.29	0.06	OK

### 10.3.5 Trave

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

$B = 1000$	mm base	n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$y$ (mm)
$H = 1350$	mm altezza	5	24	2262	84
$c = 72$	mm coprifer.			-	
$N_{Ed}$ positivo di compressione		5	24	2262	1266
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione					
$y$ e distanza dell'armatura dal lembo superiore		$\Sigma$		4524	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio		372.56	745.13	1059.23	2.84
SLU	campata		186.28		1059.23	5.69
SLV	appoggio		277.13	554.26	1059.23	3.82
SLV	campata		138.57		1059.23	7.64

##### Taglio

$\phi_{staffe} = 10$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 4$  n° braccia  $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio	417.17	1767.45	3596.03	1767.45	2.37



SLU	campata					
SLV	appoggio	417.17	1767.45	3596.03	1767.45	3.19
SLV	campata					

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio		276.08	956.32	3.46
RARA	campata		138.04	956.32	6.93

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	appoggio		226.25	956.32	4.23
QPER	campata		113.12	956.32	8.45

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 24.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio		246.12	92	242	2262
FREQ	campata		123.06	46	242	2262

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	210000	0.01	0.03%	623.59	0.17	OK
FREQ	210000	0.01	0.01%	623.59	0.09	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio		226.25	84	242	2262
QPER	campata		113.12	42	242	2262

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	210000	0.01	0.03%	623.59	0.16	OK

QPER	210000	0.01	0.01%	623.59	0.08	OK
------	--------	------	-------	--------	------	----

### 10.3.6 Soletta Inferiore – appoggi

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck} =$	45	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	35	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	19.83	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	34077	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	<b>B450C</b>	$E_s =$	210000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} =$	1.86		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1000	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.			-	
$N_{Ed}$ positivo di compressione			10	28	6158	858
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	28	6158	914
y distanza dell'armatura dal lembo superiore			$\Sigma$		17624	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-D	-168.49	1227.07	451.48	3794.35	3.09
SLU	appoggio-S	18.19	2301.71	795.36	3865.42	1.68
SLV	appoggio-D	-254.25	-940.90	298.52	1684.09	1.79
SLV	appoggio-S	114.87	2347.28	588.68	3902.28	1.66

##### Taglio

$\phi_{staffe} =$	10	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	2.50	n° braccia	$s =$	200	mm passo
					400

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-D	562.68	802.13	2856.00	802.13	1.78
SLU	appoggio-S	588.66	802.13	2858.62	802.13	1.01
SLV	appoggio-D	407.39	802.13	2856.00	802.13	2.69
SLV	appoggio-S	602.12	802.13	2872.54	802.13	1.36

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c =$  21.0 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio-D	-125.42	-366.23	1519.09	4.15
RARA	appoggio-S	5.74	1713.41	3234.04	1.89

Comb. Quasi perm.

$\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	appoggio-D		-328.11	1568.68	4.78
QPER	appoggio-S	6.25	1569.42	3020.88	1.92

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni

ambientali

molto aggressive

armatura

poco sensibile

$\alpha_e = 6.16$

$\phi_{eq} = 28.00$

$k_1 = 0.8$

$k_2 = 0.5$

$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

Comb. Frequente

$k_t = 0.6$

$w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio-D		-336.86	77	377	12315
FREQ	appoggio-S	4.47	1623.53	180	377	12315

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	207822	0.06	0.02%	277.53	0.06	OK
FREQ	207715	0.06	0.06%	277.49	0.18	OK

Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$

$w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio-D		-328.11	75	377	12315
QPER	appoggio-S	6.25	1569.42	174	377	12315

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	207821	0.06	0.02%	277.53	0.06	OK
QPER	207669	0.06	0.07%	277.47	0.19	OK

### 10.3.7 Soletta Inferiore – campata

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	R <sub>ck</sub> = 45	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ck</sub> = 35	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85	f <sub>cd</sub> = 19.83	N/mm <sup>2</sup>
		E <sub>c</sub> = 34077	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> = 3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	E <sub>s</sub> = 200000	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> = 450	N/mm <sup>2</sup>

$$\gamma_s = 1.15 \quad \varepsilon'_{se} = 1.96 \quad f_{yd} = 391.3 \quad \text{N/mm}^2$$

### Caratteristiche geometriche della sezione

			n.	ø(mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
B =	1000	mm base				
H =	1000	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.	5	24	2262	137
N <sub>Ed</sub> positivo di compressione					-	
M <sub>Ed</sub> positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	28	6158	914
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore					Σ 13729	mm <sup>2</sup>

### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Flessione

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	campata	5.55	-1347.09	306.09	2470.45	1.83
SLV	campata	-57.09	-1398.21	153.96	2446.05	1.75

#### Taglio Elemento non armato a taglio

$$\phi_{staffe} = \text{mm} \quad \alpha = 90 \quad \text{° inclinazione staffa}$$

$$n_b = \text{n° braccia} \quad s = 200 \quad \text{mm passo} \quad \#DIV/0!$$

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	campata	499.16			499.16	1.63
SLV	campata	490.44			490.44	3.19

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0 \quad \text{N/mm}^2 \quad \sigma_s = 360.0 \quad \text{N/mm}^2$

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	campata	-2.96	-998.85	2122.38	2.12

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8 \quad \text{N/mm}^2 \quad \sigma_s = 360.0 \quad \text{N/mm}^2$

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	campata		-875.74	2123.47	2.42

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$$\alpha_e = 5.87 \quad \phi_{eq} = 28.00$$

$$k_1 = 0.8 \quad k_2 = 0.5 \quad k_3 = 3.4 \quad k_4 = 0.425$$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6 \quad w_{lim} = 0.2 \quad \text{mm}$

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	σ <sub>s</sub> [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	campata	4.39	-923.33	156	278	7571

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>eff</sub>	ε <sub>sm</sub>	Δ <sub>smax</sub> [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	240546	0.03	0.05%	396.03	0.18	OK

Comb. Quasi perm.

$$k_t = 0.4 \quad w_{lim} = 0.2 \text{ mm}$$

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	σ <sub>s</sub> [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	campata		-875.74	148	278	7571

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>eff</sub>	ε <sub>sm</sub>	Δ <sub>smax</sub> [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	240720	0.03	0.05%	396.14	0.20	OK

### 10.3.8 Soletta Superiore – appoggi

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	R <sub>ck</sub> = 45	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ck</sub> = 35	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>c</sub> =	1.5	α <sub>cc</sub> = 0.85		f <sub>cd</sub> = 19.83	N/mm <sup>2</sup>
		E <sub>c</sub> = 34077	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> = 3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	E <sub>s</sub> = 200000	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> = 450	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>s</sub> =	1.15	ε'_{se} = 1.96		f <sub>yd</sub> = 391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	ø(mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	900	mm altezza	10	24	4524	84
c =	72	mm coprifer.	5	20	1571	132
			10	24	4524	816
			Σ		10619	mm <sup>2</sup>

N<sub>Ed</sub> positivo di compressione

M<sub>Ed</sub> positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-D	-25.50	-857.99	438.57	1766.58	2.06
SLU	appoggio-S	-25.50	-1254.99	681.64	1766.58	1.41
SLV	appoggio-D	-1.41	-951.69	330.25	1774.93	1.87
SLV	appoggio-S	-17.06	-579.08	461.84	1769.50	3.06

Taglio

$\phi_{\text{staffe}} = 10$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 2.5$  n° braccia       $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-D	434.16	715.69	2548.24	715.69	1.63
SLU	appoggio-S	434.16	715.69	2548.24	715.69	1.05
SLV	appoggio-D	437.49	715.69	2548.24	715.69	2.17
SLV	appoggio-S	435.33	715.69	2548.24	715.69	1.55

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica       $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio-D	30.89	-638.96	1537.93	2.41
RARA	appoggio-S	-30.89	-753.16	1517.61	2.01

Comb. Quasi perm.       $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	appoggio-D		-554.86	1527.77	2.75
QPER	appoggio-S		-644.43	1527.77	2.37

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive      armatura poco sensibile

$\alpha_e = 5.87$        $\phi_{eq} = 24.00$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$   
 $k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$

Comb. Frequente       $k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio-D		-585.47	137	233	6095
FREQ	appoggio-S		-686.03	161	233	6095

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	222403	0.03	0.04%	393.68	0.16	OK
FREQ	222402	0.03	0.05%	393.68	0.19	OK

Comb. Quasi perm.       $k_t = 0.4$        $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_s$	$x$	$A_s$
--------------	-----------	----------	----------	------------	-----	-------

		[kN]	[kNm]	[MPa]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio-D		-554.86	130	233	6095
QPER	appoggio-S		-644.43	151	233	6095

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>eff</sub>	ε <sub>sm</sub>	Δ <sub>smax</sub> [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	222412	0.03	0.04%	393.69	0.15	OK
QPER	222363	0.03	0.05%	393.66	0.19	OK

### 10.3.9 Soletta Superiore - campata

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	R <sub>ck</sub> = 45	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ck</sub> = 35	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>c</sub> =	1.5	α <sub>cc</sub> = 0.85		f <sub>cd</sub> = 19.83	N/mm <sup>2</sup>
		E <sub>c</sub> = 34077	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> = 3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	E <sub>s</sub> = 210000	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> = 450	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>s</sub> =	1.15	ε' <sub>se</sub> = 1.86		f <sub>yd</sub> = 391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	∅(mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	900	mm altezza	10	24	4524	84
c =	72	mm coprifer.			-	
N <sub>Ed</sub> positivo di compressione			5	20	1571	768
M <sub>Ed</sub> positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	24	4524	816
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore			Σ		10619	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	campata	-25.50	1148.57	89.74	1767.24	1.54
SLV	campata	-2.00	914.16	127.75	1775.40	1.94

##### Taglio

Elemento non armato a taglio

φ <sub>staffe</sub> =	mm	α =	90	° inclinazione staffa
n <sub>b</sub> =	n° braccia	s =	200	mm passo

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	campata	434.16			434.16	4.84
SLV	campata	437.40			437.40	3.42

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

*Comb. caratteristica*  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
	<b>RARA</b>	<b>campata</b>	<b>-30.89</b>	<b>856.44</b>	<b>1517.61</b>

*Comb. Quasi perm.*  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
	<b>QPER</b>	<b>campata</b>		<b>722.92</b>	<b>1527.77</b>

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali **molto aggressive** armatura **poco sensibile**

$\alpha_e = 6.16$   $\phi_{eq} = 22.82$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

*Comb. Frequente*  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
	<b>FREQ</b>	<b>campata</b>		<b>773.76</b>	<b>181</b>	<b>269</b>

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	210235	0.03	0.05%	344.64	0.18	<b>OK</b>

*Comb. Quasi perm.*  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
	<b>QPER</b>	<b>campata</b>		<b>722.92</b>	<b>169</b>	<b>269</b>

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	210242	0.03	0.06%	344.64	0.19	<b>OK</b>



## 10.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riporta di seguito la verifica a capacità portante con il seguente significato delle simbologie:

- Bx                   Larghezza fondazione in direzione x
- By                   Larghezza fondazione in direzione y
- H                    Altezza della fondazione
- p.p. fond           Peso proprio della fondazione
- $\gamma_{Gpp}$            Coefficiente di sicurezza peso proprio della fondazione
- $N_{Ed, i}$             Azione verticale sollecitante nella direzione i (x,y)
- $H_{Ed, i}$             Azione orizzontale sollecitante nella direzione i (x,y)
- $M_{Ed, i}$             Azione flettente sollecitante nella direzione i (x,y)
- $e_i$                  Eccentricità del carico in direzione i (x,y)
- $\gamma_c$                Coefficiente di sicurezza coesione
- $\gamma_\phi$               Coefficiente di sicurezza angolo attrito
- $\gamma_R$               Coefficiente di sicurezza R
- $c'_{k, d}$             Coesione caratteristica o di progetto
- $\Phi_{k, d}$             Angolo attrito terreno caratteristico o di progetto
- $\gamma_{ak, d}$           Peso specifico acqua di falda, valore caratteristico o di progetto
- $\gamma_{1k, d}$           Peso specifico terreno sopra falda, valore caratteristico o di progetto
- $\gamma_{2k, d}$           Peso specifico terreno sotto falda, valore caratteristico o di progetto
- z                    Dislivello tra piano campagna e quota falda
- Df                   Dislivello tra piano campagna e piano di posa fondazione
- q'                   Pressione permanente a livello piano di posa
- L'                   Lunghezza della fondazione
- $N_q$                 Meyerof

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

- $N_\gamma$               Vesic

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

- $N_c$                 Meyerof

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

- $s_q$                 Fattore di forma

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

- $s_\gamma$              Fattore di forma

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

- $s_c$                 Fattore di forma

$$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$$

- m

$$H \text{ parallelo a } B \ m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

$$H \text{ parallelo a } L \ m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

-  $i_q$

Fattore inclinazione del carico

$$i_q = \left(1 - \frac{V}{N + A_f c \cot \varphi}\right)^m$$

-  $i_\gamma$

Fattore inclinazione del carico

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{V}{N + A_f c \cot \varphi}\right)^{m+1}$$

-  $i_c$

Fattore inclinazione del carico

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan \varphi}$$

-  $d_q$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$$

$$\text{se } \frac{D}{B} < 1 \ k = \frac{D}{B}$$

$$\text{se } \frac{D}{B} > 1 \ k = \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

-  $d_\gamma$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_\gamma = 1$$

-  $d_c$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_c = 1 + 0.4k$$

-  $\varepsilon$

Angolo d'inclinazione del piano di posa rispetto l'orizzontale

-  $b_q$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_q = (1 - \varepsilon \tan \varphi)^2$$

-  $b_\gamma$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_\gamma = b_q$$

-  $b_c$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \tan \varphi}$$

-  $\omega$

Angolo d'inclinazione del piano campagna rispetto l'orizzontale

-  $g_q$

Fattore inclinazione piano campagna

$$g_q = (1 - \tan \omega)^2$$

- $g_\gamma$  Fattore inclinazione piano campagna

$$g_\gamma = g_q$$

- $g_c$  Fattore inclinazione piano campagna

$$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \tan \varphi}$$

- $Q_{lim}$  Capacità portante

$$Q_{lim} = (c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma) B_x B_y$$

- $R_d$  Capacità portante di progetto

$$R_d = \frac{Q_{lim}}{\gamma_R}$$

- $CS$  Coefficiente di sicurezza capacità portante

$$CS = \frac{R_d}{N_{Ed}}$$

- $\delta_{fond}$  Angolo d'attrito terreno – fondazione ( $2/3 \Phi$ )

- $\gamma_{RH}$  Coefficiente di sicurezza R allo scorrimento

- Resistenza allo scorrimento

$$R_d = \frac{N_{Ed} \tan \delta_{fond} + c B' L'}{\gamma_{RH}}$$

- $CS$  Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

$$CS = \frac{R_d}{H_{Ed}}$$

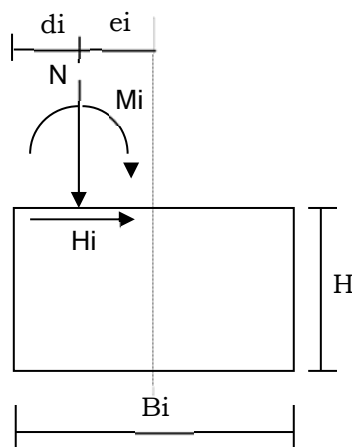
### 10.4.1 Capacità portante e verifica a scorrimento

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

$B_x =$	14.60	m
$B_y =$	1.00	m
$H =$	0.00	m
p.p.fond =	0.00	kN
$\gamma_{Gpp} =$	1.00	

#### SOLLECITAZIONI

Comb	STR10*	
<i>Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione</i>		
$N_G =$	1566.37	kN
$H_{G;x} =$	-866.55	kN
$M_{G;x} =$	-1259.38	kNm
$H_{G;y} =$	0.00	kN
$M_{G;y} =$	0.00	kNm
$N_Q =$	0.00	kN
$H_{Q;x} =$	0.00	kN
$M_{Q;x} =$	0.00	kNm
$H_{Q;y} =$	0.00	kN
$M_{Q;y} =$	0.00	kNm
$d_x =$	7.30	m
$e_x =$	0.00	m
$d_y =$	0.50	m
$e_y =$	0.00	m



#### *Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto*

$N_G =$	1566.37	kN
$H_{G;x} =$	-866.55	kN
$M_{G;x} =$	-1259.38	kNm
$H_{G;y} =$	0.00	kN
$M_{G;y} =$	0.00	kNm
$N_Q =$	0.00	kN
$H_{Q;x} =$	0.00	kN
$M_{Q;x} =$	0.00	kNm
$H_{Q;y} =$	0.00	kN
$M_{Q;y} =$	0.00	kNm

#### *Sollecitazioni di verifica:*

$\gamma_G =$	1.00	
$\gamma_Q =$	1.00	
$N_{Ed} =$	1566.37	kN
$H_{Ed;x} =$	866.55	kN
$M_{Ed;x} =$	1259.38	kNm
$e_x =$	0.80	m
$B'x =$	12.99	m

=  $B_x - 2e_x$  = larghezza efficace di fondazione

$H_{Ed,y} =$	0.00	kN	
$M_{Ed,y} =$	0.00	kNm	
$e_y =$	0.00	m	
$B'y =$	1.00	m	= $B_y - 2e_y$ = larghezza efficace di fondazione

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	STR10*	
$\gamma_c =$	1.00	
$\gamma_\phi =$	1.00	
$\gamma_{R,v} =$	2.30	
$\gamma_\gamma =$	1.00	
$c'_k =$	0.00	= coesione
$\varphi_k =$	33.00	= angolo di attrito del terreno
$\gamma_{ak} =$	10.00	= peso di volume effettivo dell'acqua di falda
$\gamma_{1k} =$	20.00	= peso di volume effettivo del terreno SOPRA il piano di posa
$\gamma_{2k} =$	20.00	= peso di volume effettivo del terreno SOTTO il piano di posa
$c'_d =$	0.00	
$\varphi_d =$	33°	
$\gamma_{ad} =$	10.00	
$\gamma_{1d} =$	20.00	
$\gamma_{2d} =$	20.00	
$z =$	11.36	= dislivello tra piano campagna e quota falda
$D_f =$	4.75	= dislivello tra piano campagna e piano di posa
$q' = q_0 =$	95.00	= pressione permanente ai bordi della fondazione
$B' =$	1.00	m
$L' =$	12.99	m

### VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	STR10*	
$N_{Ed} =$	1566.37	kN carico verticale
$V_{Ed} =$	866.55	kN carico orizzontale direzione x
$N_q =$	26.09	
$N_\gamma =$	35.19	
$N_c =$	38.64	
$s_q =$	1.05	coefficienti di forma
$s_\gamma =$	0.97	
$s_c = s_c^0 =$	1.05	
$m = m^0 =$	1.07	inclinazione del carico
$i_q =$	0.42	
$i_\gamma =$	0.19	
$i_c =$	0.00	
$d_q =$	1.10	profondità piano di posa
$d_\gamma =$	1.00	
$d_c = d_c^0 =$	1.15	
$\varepsilon =$	0.00	inclinazione piano di posa rispetto l'orizzontale
$b_q =$	1.00	

$b_{\gamma} =$	1.00	
$b_c =$	1.00	
$\omega =$	30.00	inclinazione piano campagna rispetto l'orizzontale
$g_q =$	0.18	
$g_{\gamma} =$	0.18	
$g_c =$	0.15	
$Q_{lim} =$	3767.34	kN Carico limite
$R_d =$	1637.98	kN Resistenza di progetto
$N_{Ed} =$	1566.37	kN carico verticale
Verifica	<b>ok</b>	
CS =	1.05	

		M1	M2	
Angolo di attrito terreno	$\phi_k =$	33.00	27.45	
Angolo di attrito terra-opera	$\delta_{fond} =$	33.00	27.45	
Coesione efficace	$c'_k =$	0.00	0.00	kPa
Coesione non drenata	$c_{uk} =$	0.00	0.00	kPa
	$\gamma_{R,h} =$	1.1	1.1	

Tipo	Comb	Azione N kN	B' m	L' m	Resistenza allo scorrimento	Azioni sollecitanti Vx kN	Verifica dir x	CS dir x
M1	STR10*	-1566.37	1.00	12.99	924.74	866.55	ok	1.07
M1	STR86	-2015.38	1.00	13.93	1189.82	866.55	ok	1.37

\*Nella verifica a scorrimento in questione è stato considerato anche il peso permanente portato dalle opere di finiture interne alla galleria (pavimentazione stradale e riempimento misto-cementato, valutati sulla sezione di spessore minimo e larghezza minima a favore di sicurezza)

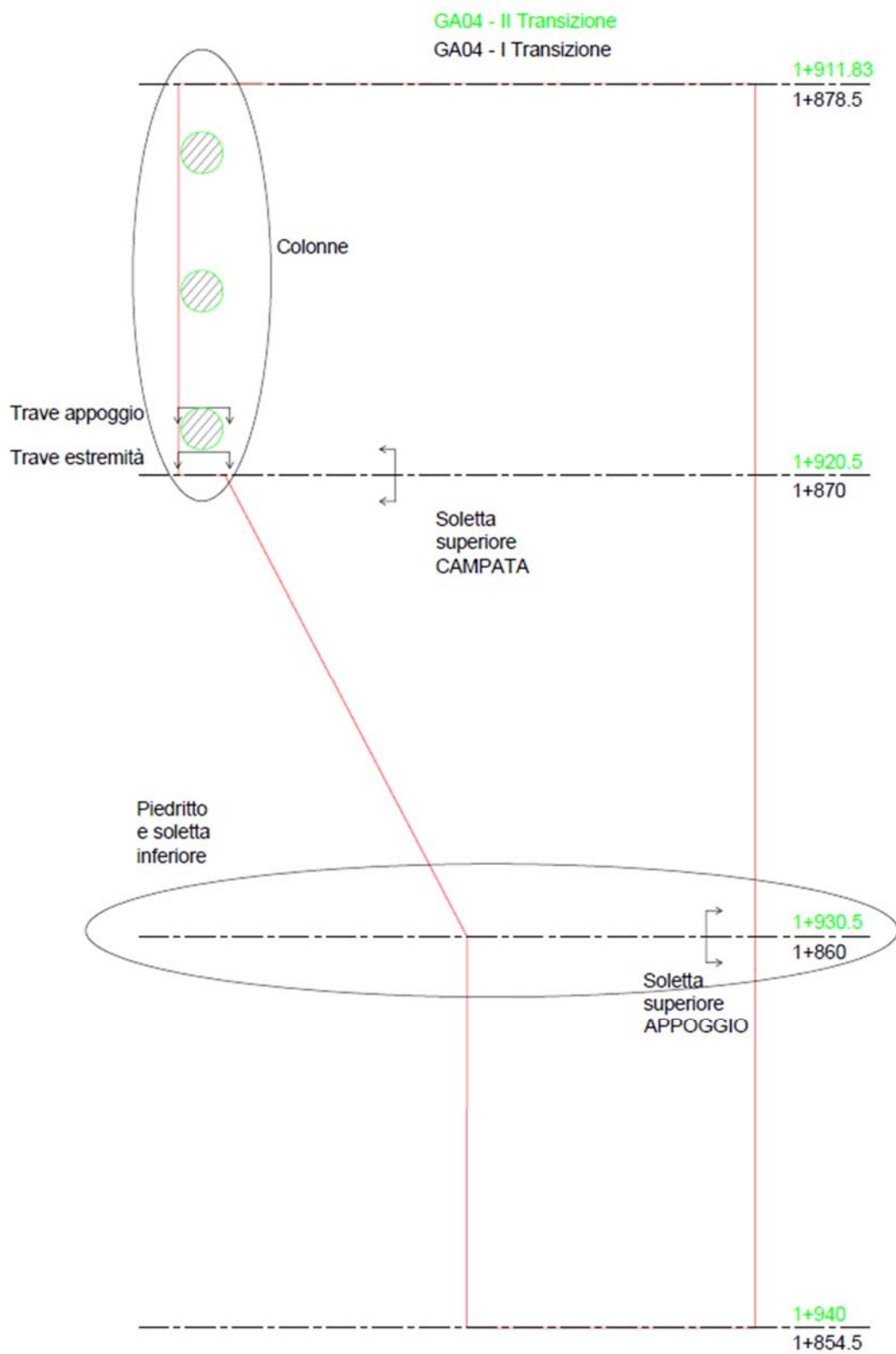
## 11 SEZIONE DI TRANSIZIONE STRANS 2: DA S2 A TRATTO FINALE

### 11.1 MODELLO SLU

Fermo restando l'obiettivo dell'equilibrio tra accuratezza del modello e costi computazionali, la strategia adottata per investigare le azioni sul tratto di transizione vede una combinazione di più modelli bi-dimensionali. Si è modellata dapprima la soletta superiore, includendo tutto il tratto compreso tra i due giunti di dilatazione longitudinali. Sono stati applicati vincoli di incastro in corrispondenza del piedritto e di semplice appoggio in corrispondenza di trave e pilastri.

Si sono quindi applicate le reazioni vincolari ottenute dal primo modello ai due modelli della sottostruttura: le due colonne con la trave in sommità ed il piedritto con la platea di fondazione. Ottenuta una stima delle sollecitazioni interne caratterizzanti il tratto in oggetto si è proceduto al dimensionamento e verifica.

Viene di seguito riportata una rappresentazione schematica della localizzazione delle sezioni considerate per il dimensionamento degli elementi del tratto di transizione. Individuate le sezioni dimensionanti, si sono scalate le armature seguendo l'andamento delle sollecitazioni derivanti dalla modellazione del tratto di transizione, mantenendo sempre il criterio di "inviluppo" con le armature delle sezioni adiacenti.





### 11.1.1 Soletta superiore

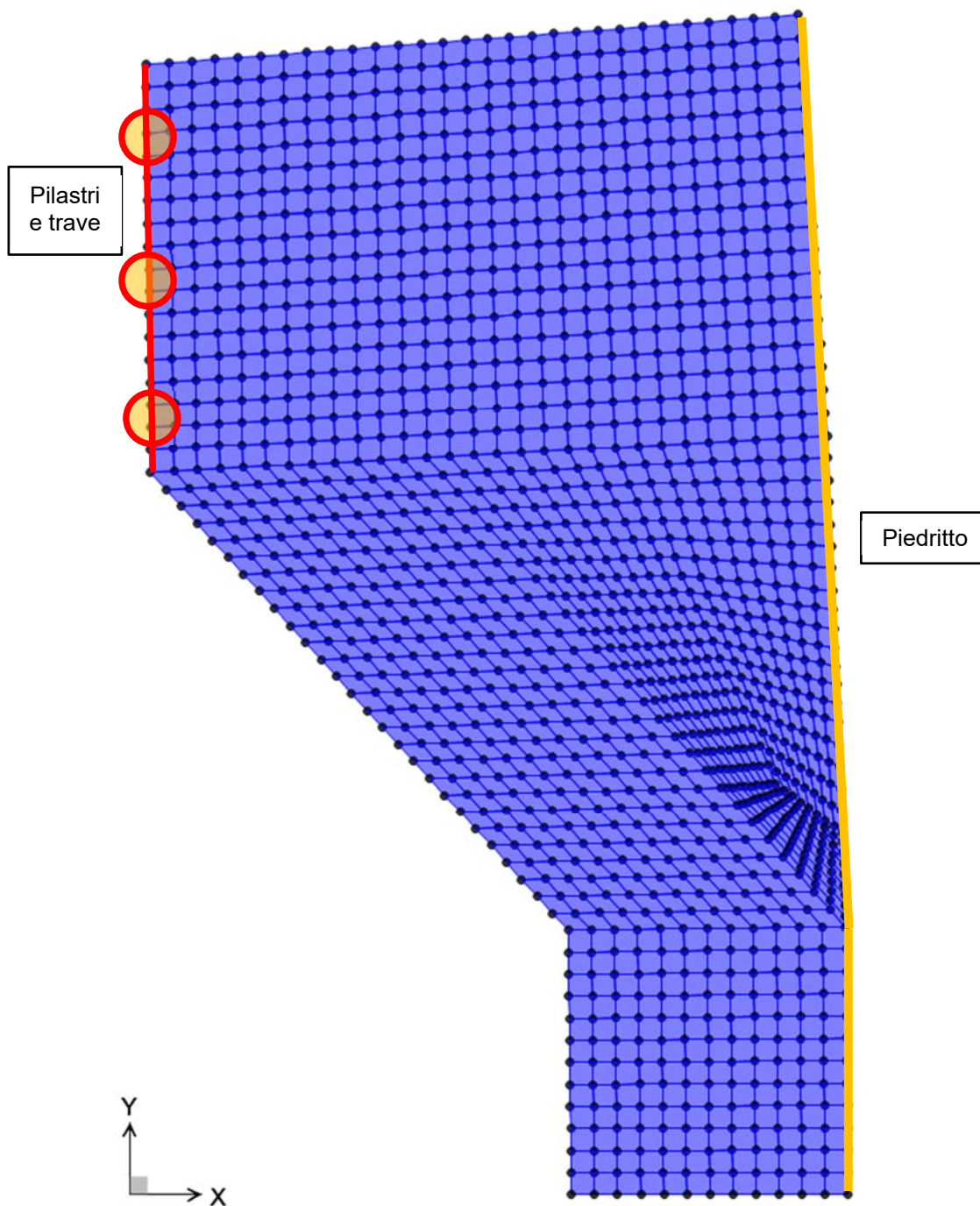


Figura 11-1. Modello bidimensionale soletta superiore - sezione di transizione 2.

### 11.1.2 Pilastri terminali e trave longitudinale

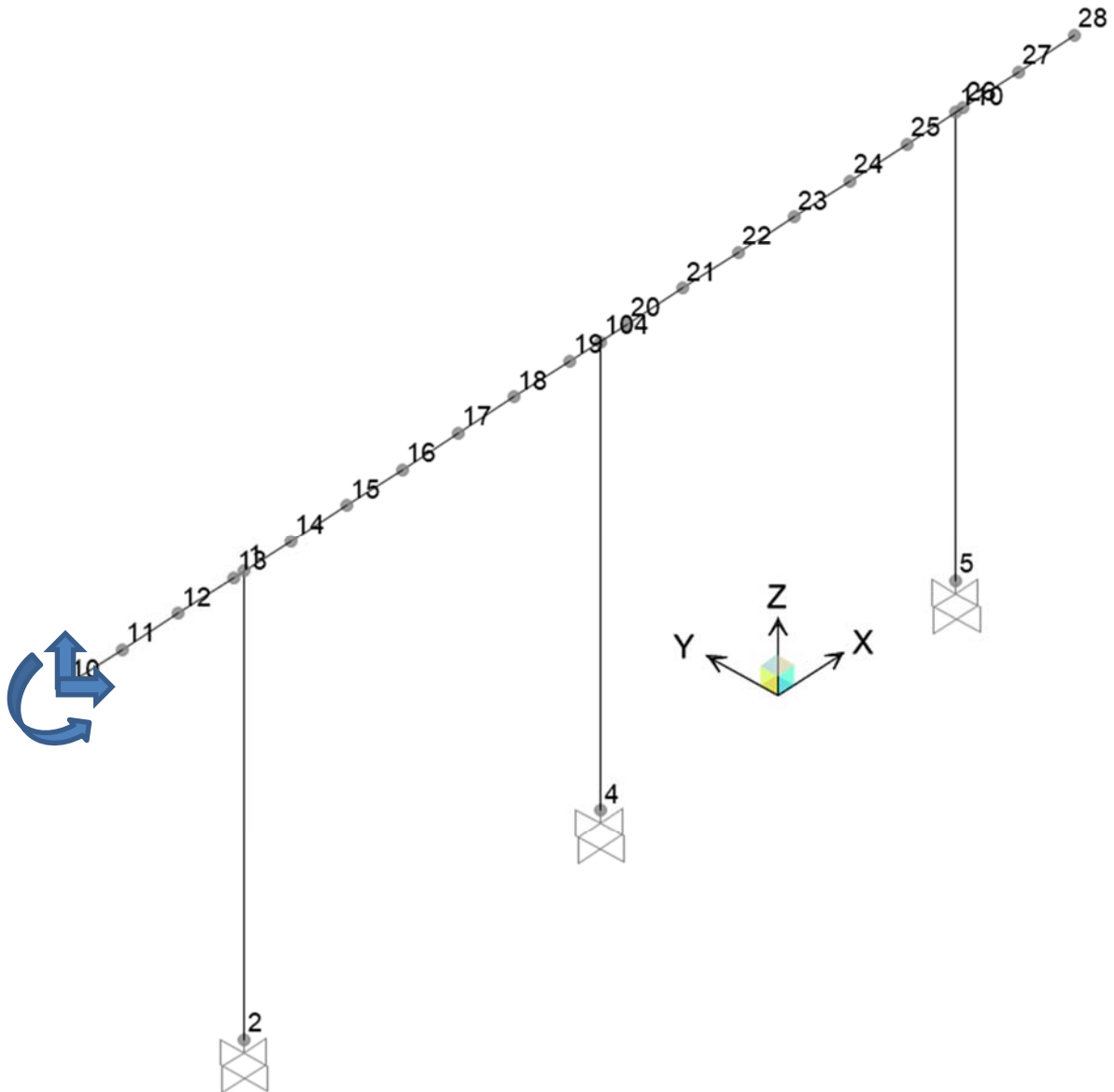


Figura 11-2. Modello piano pilastri terminali e trave longitudinale soprastante – sezione di transizione 2.

### 11.1.3 Piedritto e platea di fondazione

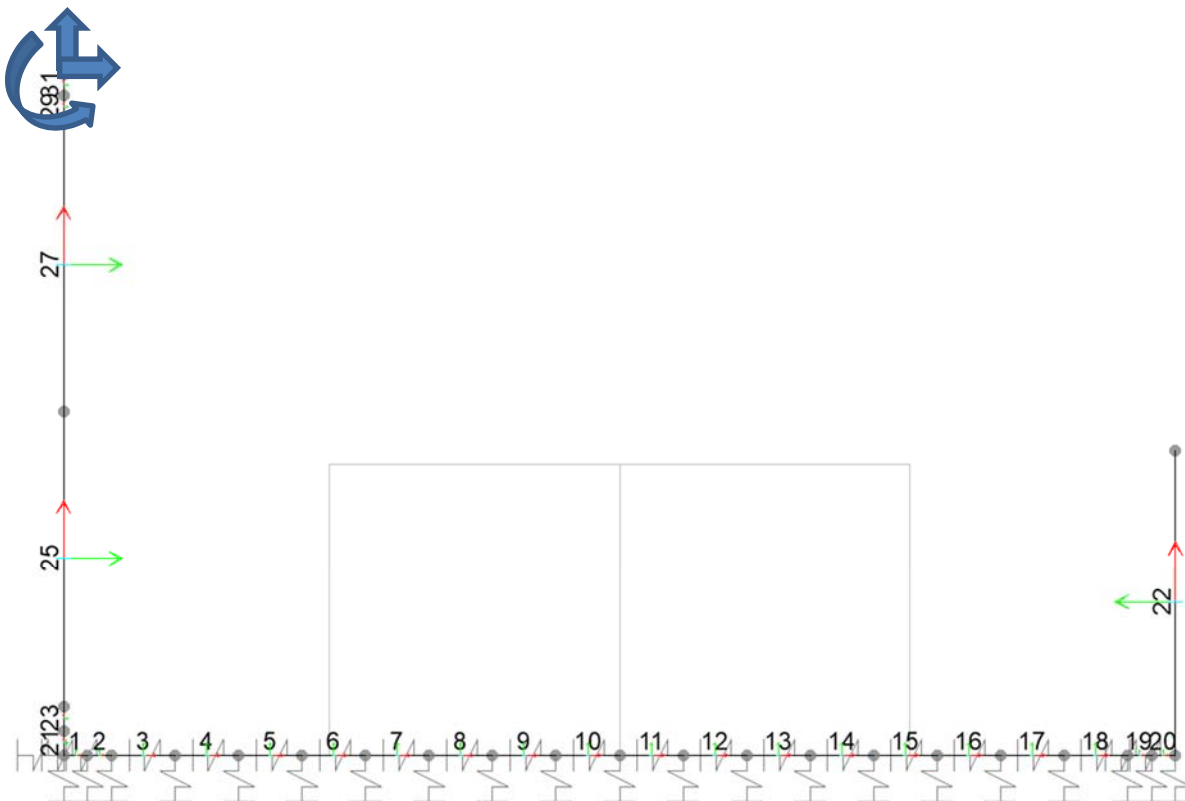


Figura 11-3. Modello unifilare del piedritto e platea di fondazione – sezione di transizione 2.

## 11.2 SOLLECITAZIONI

### 11.2.1 SLU

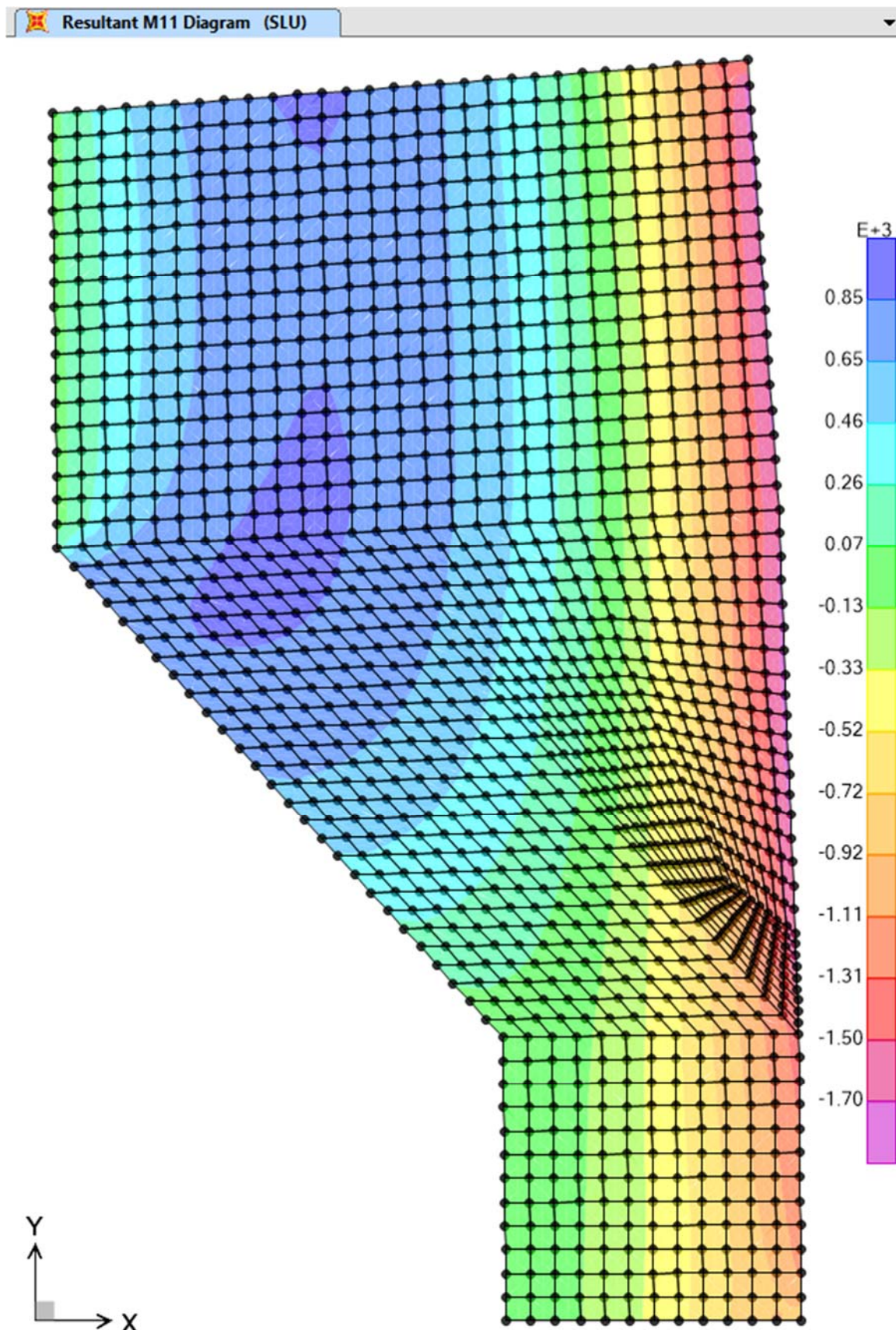


Figura 11-4. SLU – Soletta superiore – Momenti M11

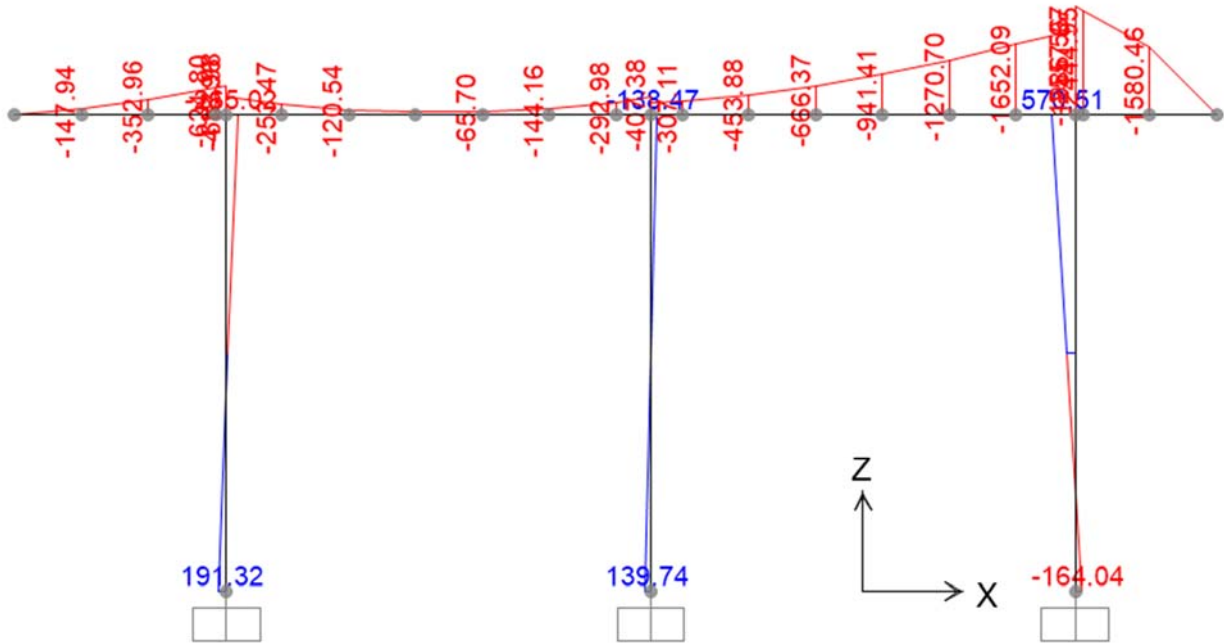


Figura 11-5. SLU – Colonne e trave – Momenti Med 1

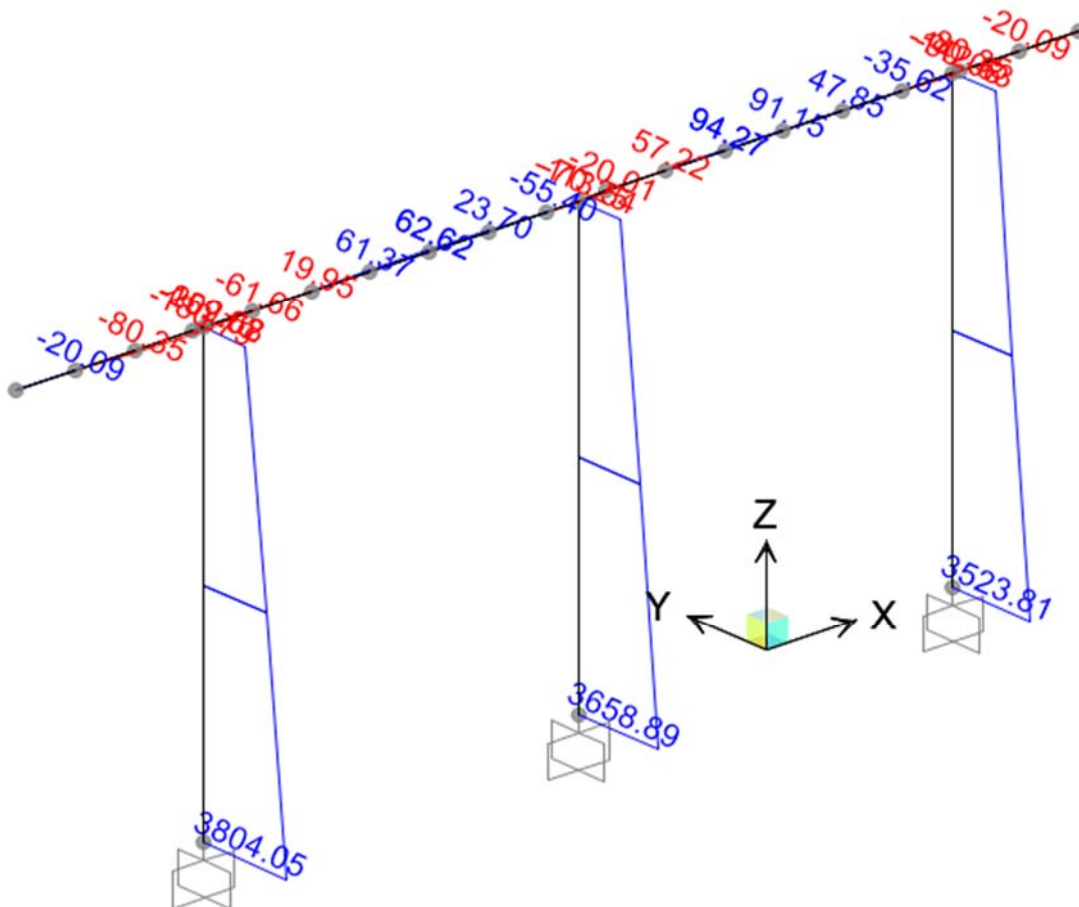


Figura 11-6. SLU – Colonne e trave – Momenti Med 2

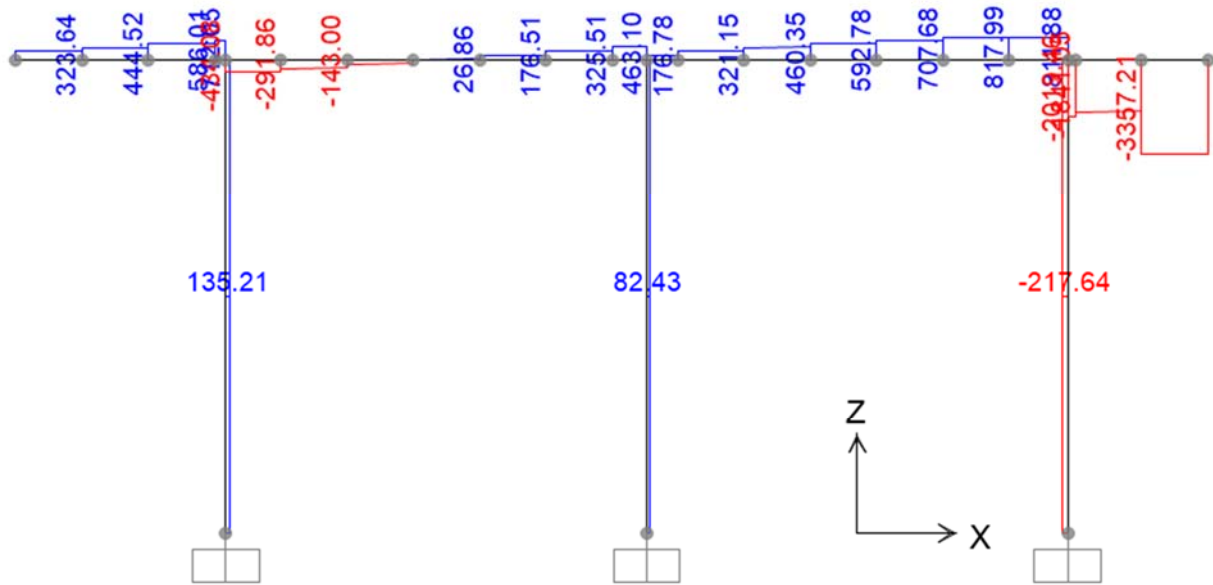


Figura 11-7. SLU – Colonne e trave – Tagli Ved

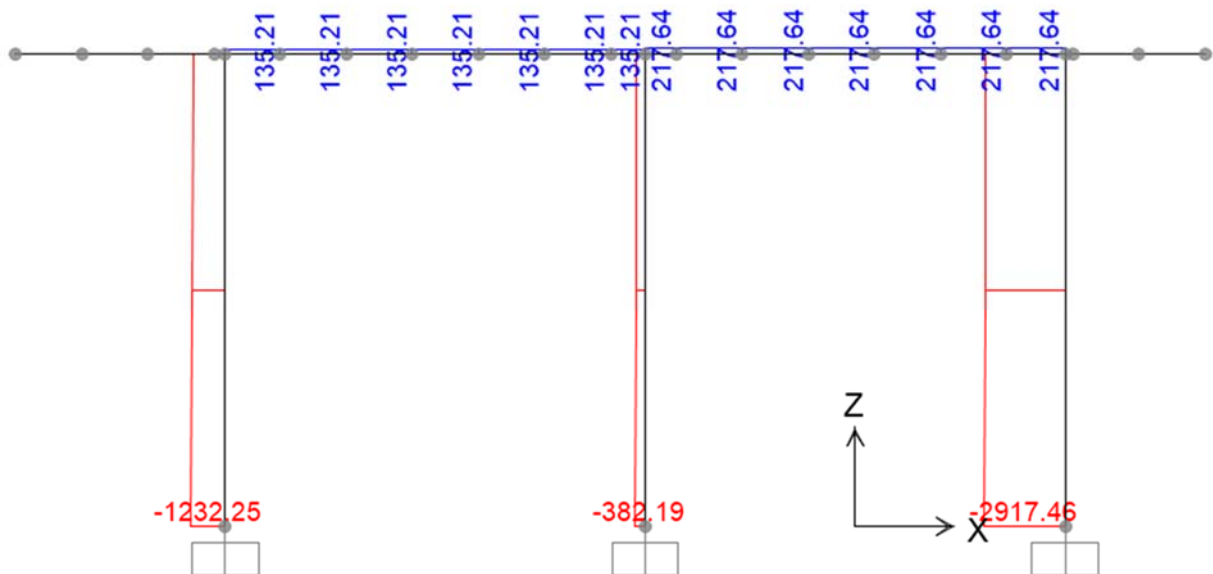


Figura 11-8. SLU – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

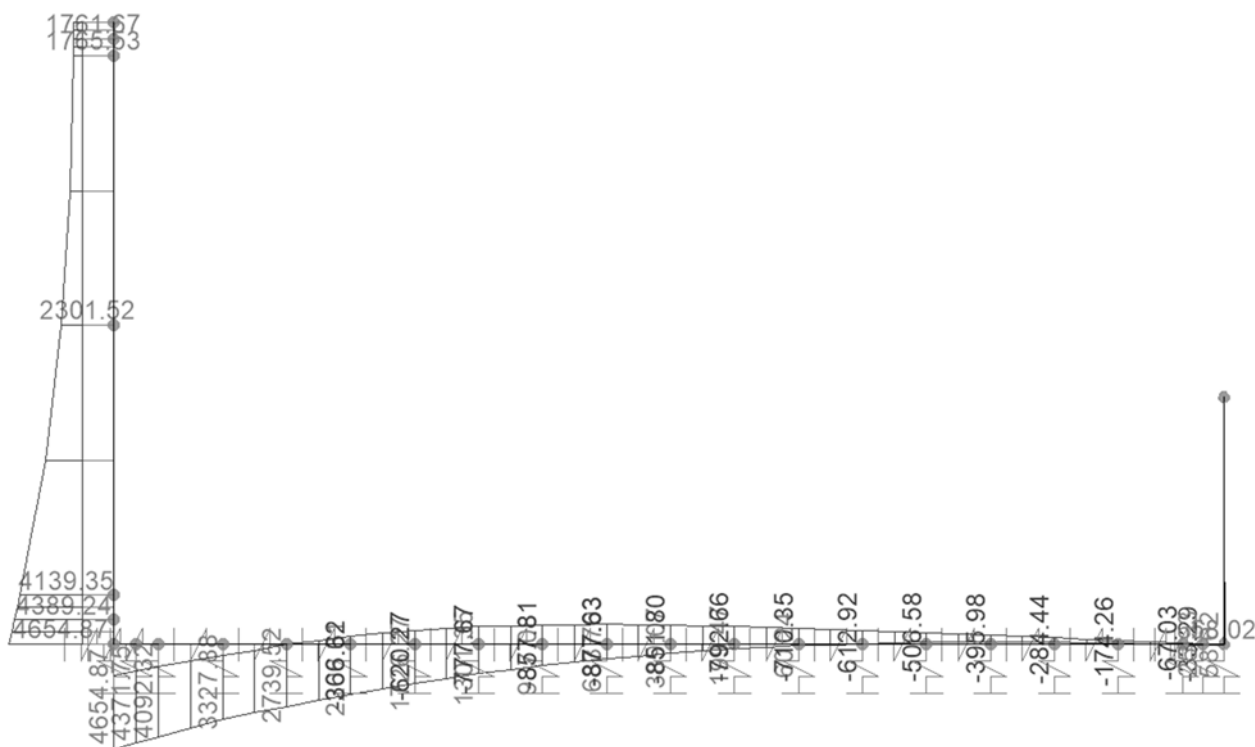


Figura 11-9. SLU – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

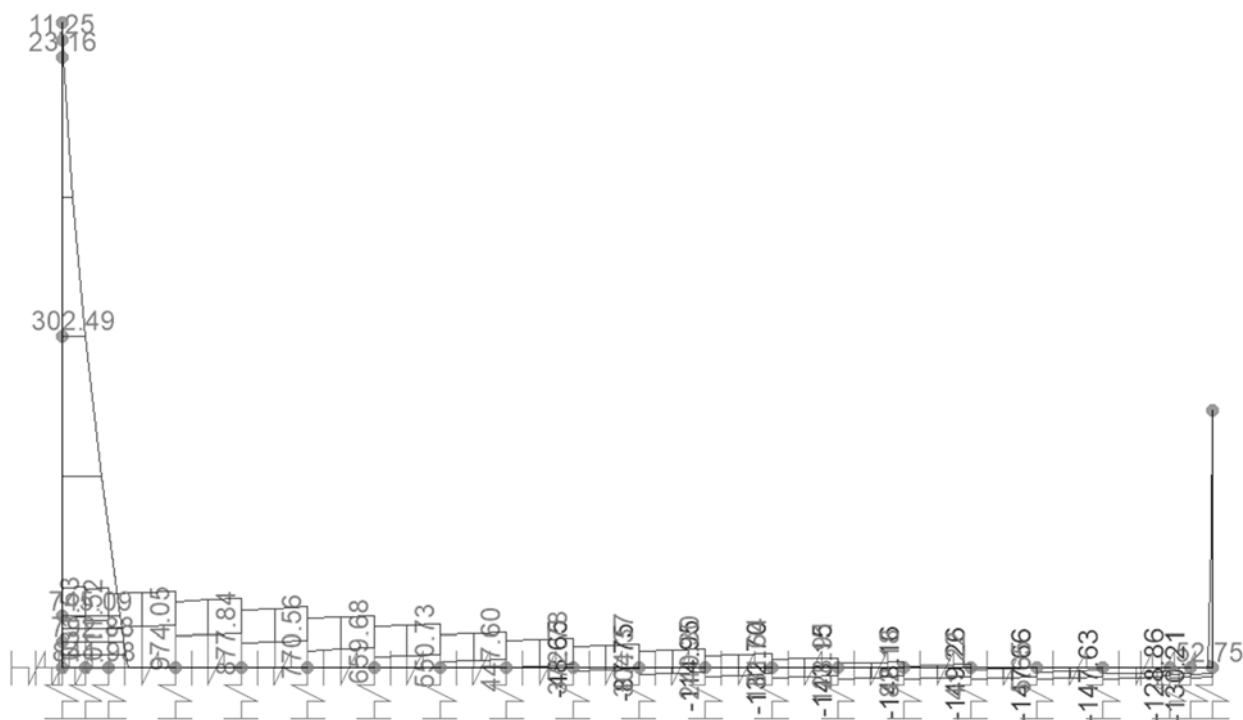


Figura 11-10. SLU – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

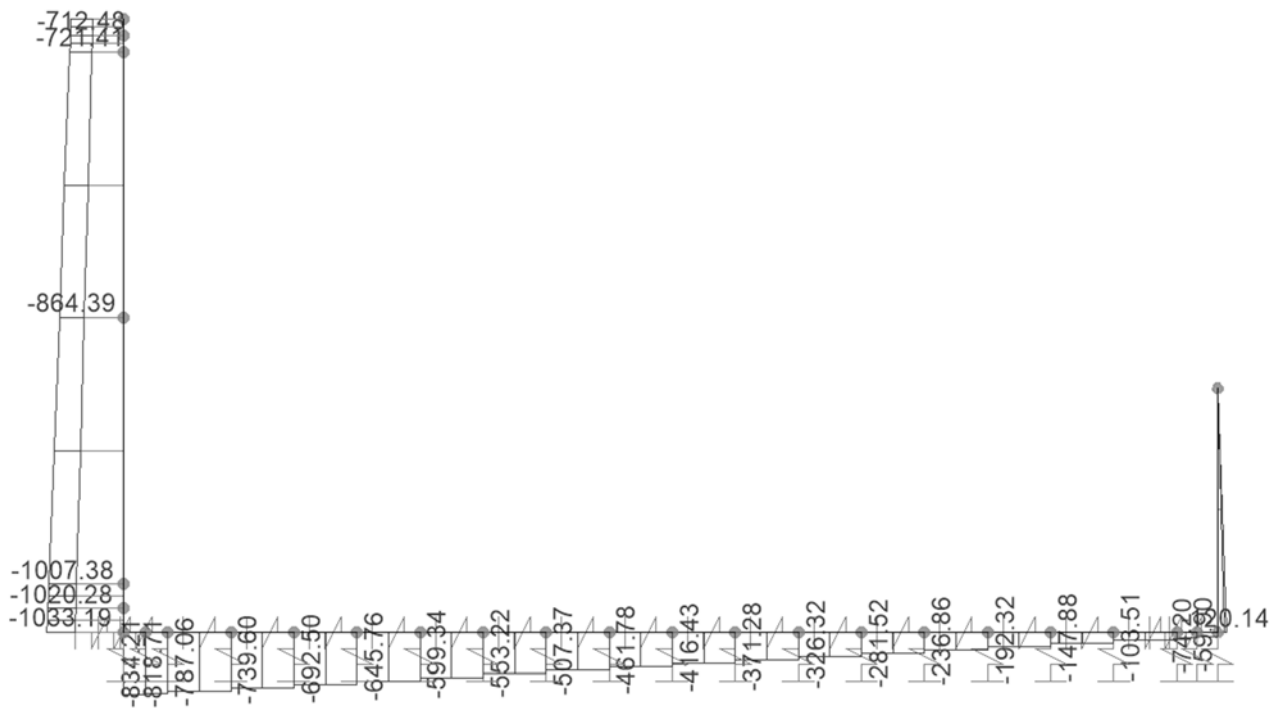


Figura 11-11. SLU – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned



**11.2.2 SLV**

Resultant M11 Diagram (SLV - Max)

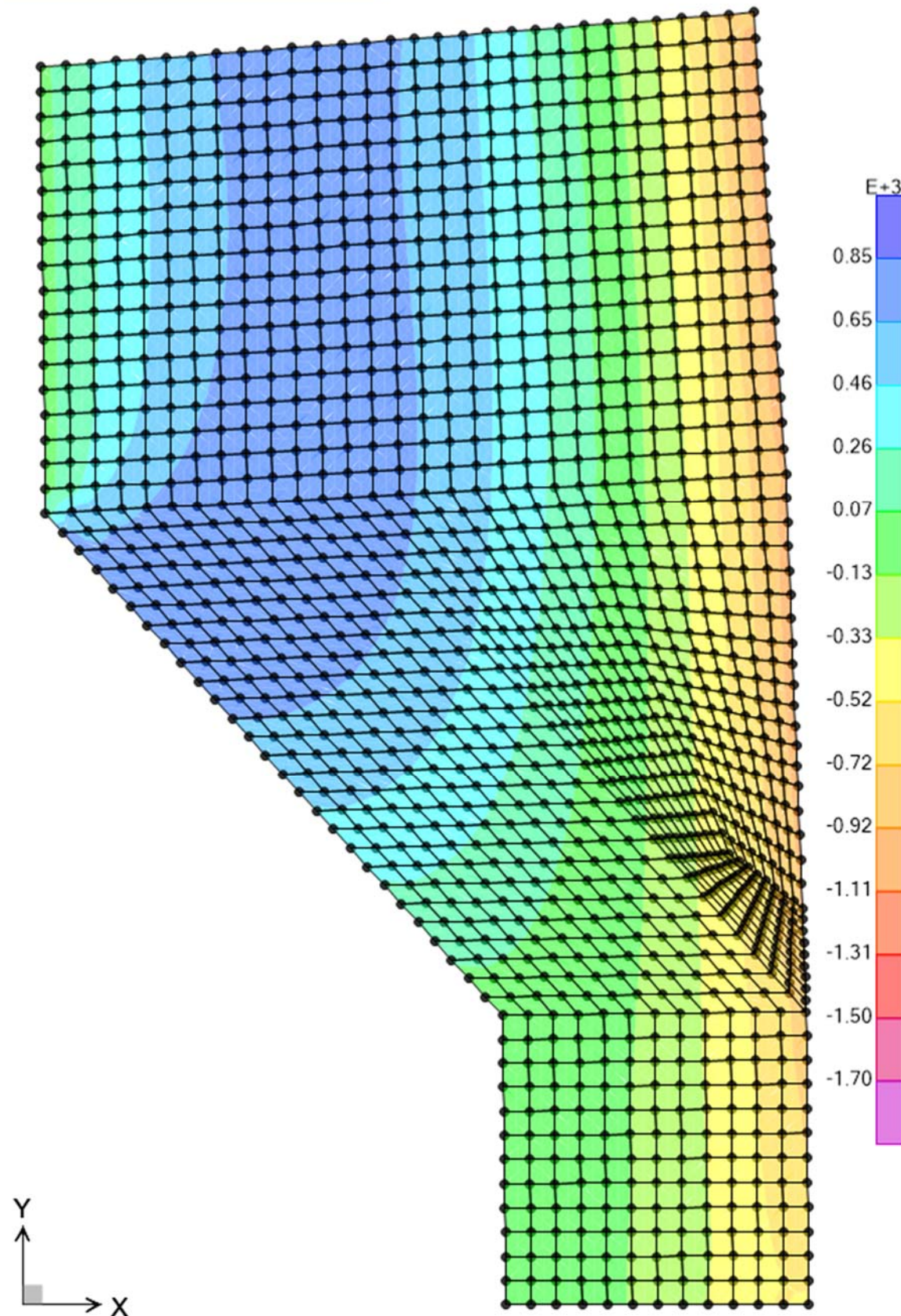


Figura 11-12. SLV – Soletta superiore – Momenti M11, MAX

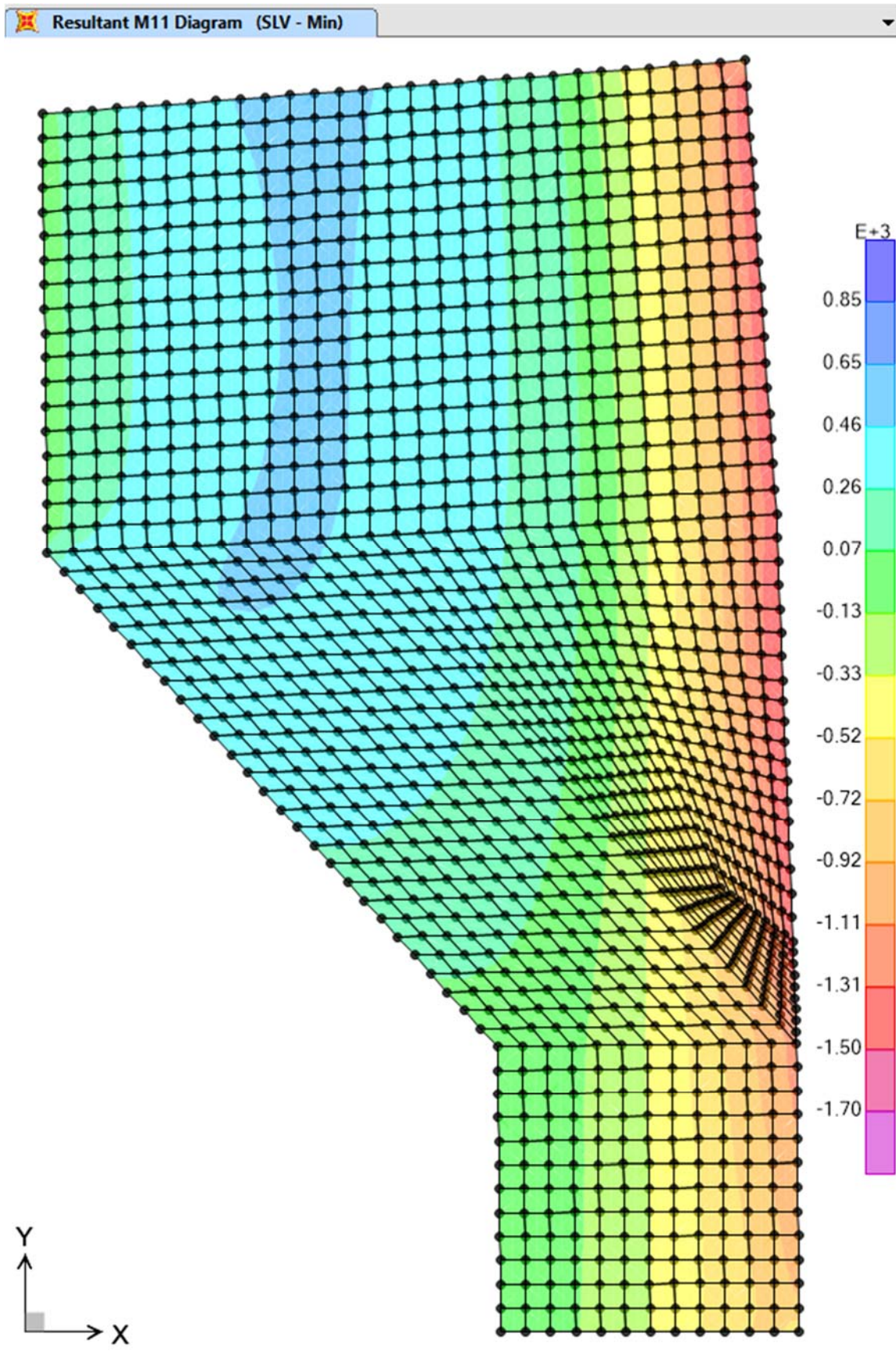


Figura 11-13. SLV – Soletta superiore – Momenti M11, MIN

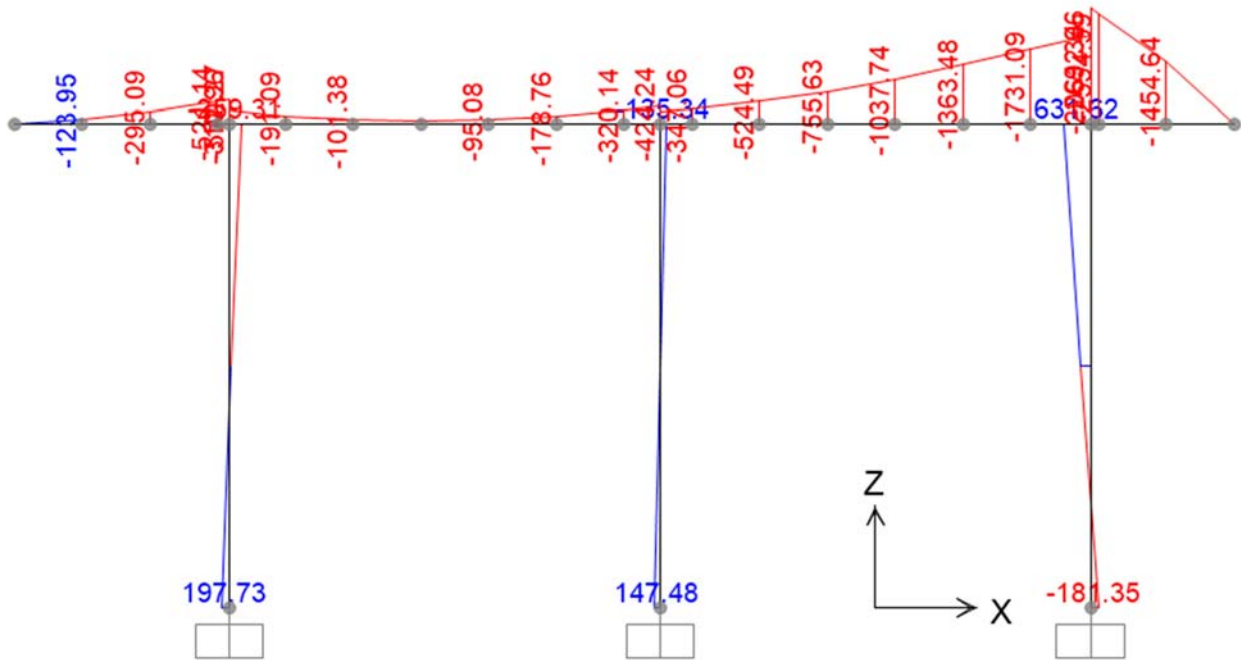


Figura 11-14. SLV – Colonne e trave – Momenti Med 1

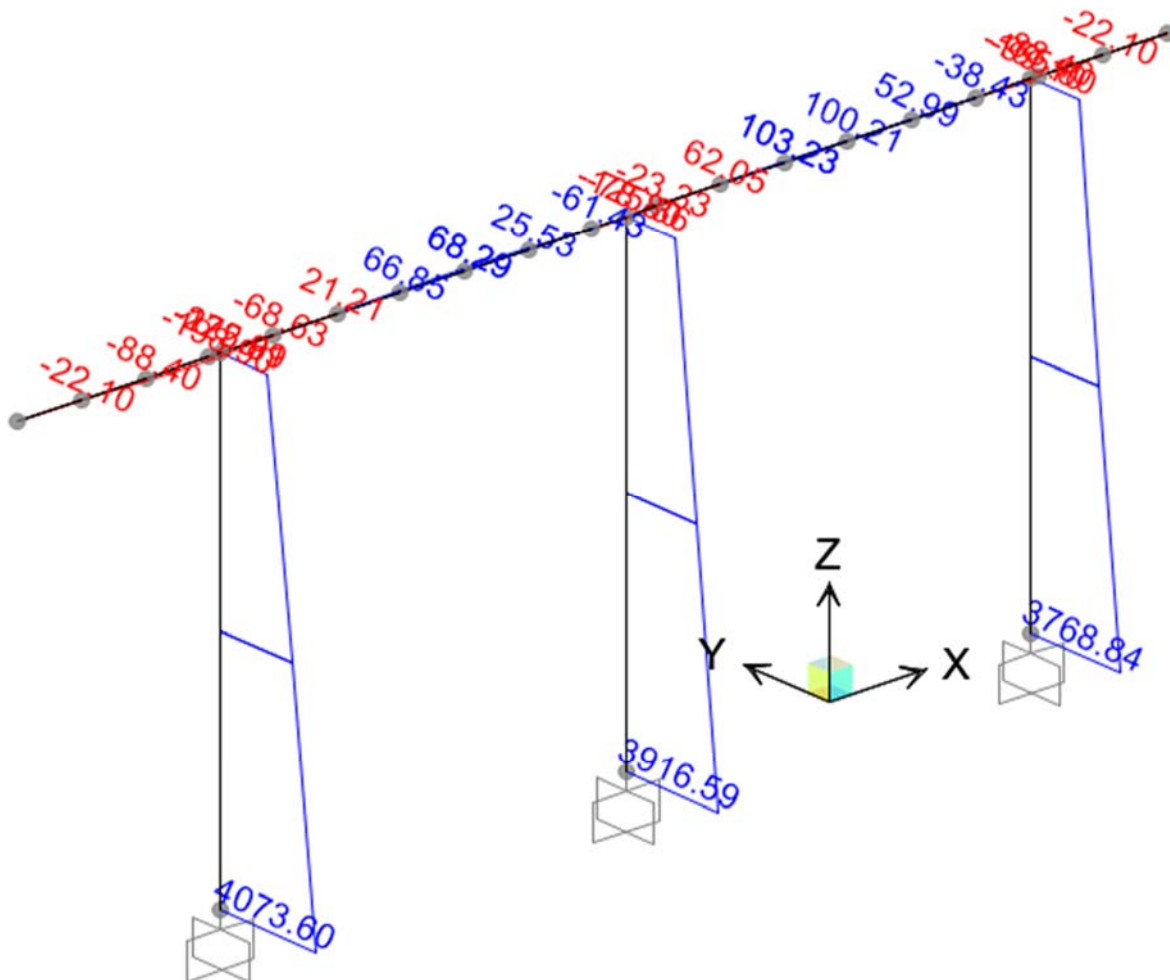


Figura 11-15. SLV – Colonne e trave – Momenti Med 2

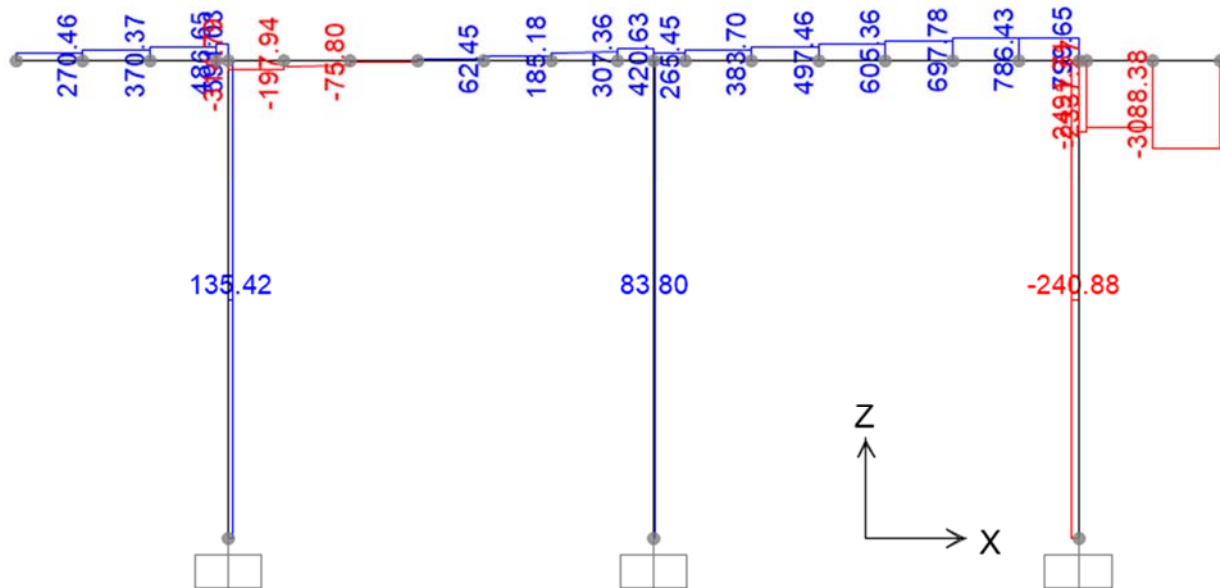


Figura 11-16. SLV – Colonne e trave – Tagli Ved

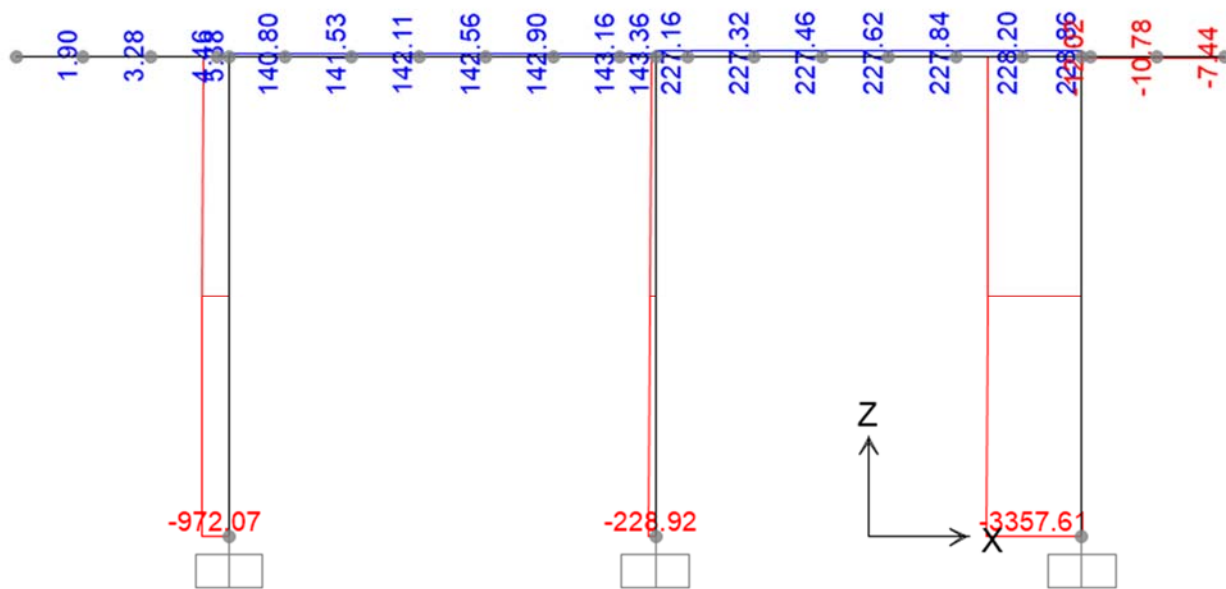


Figura 11-17. SLV – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

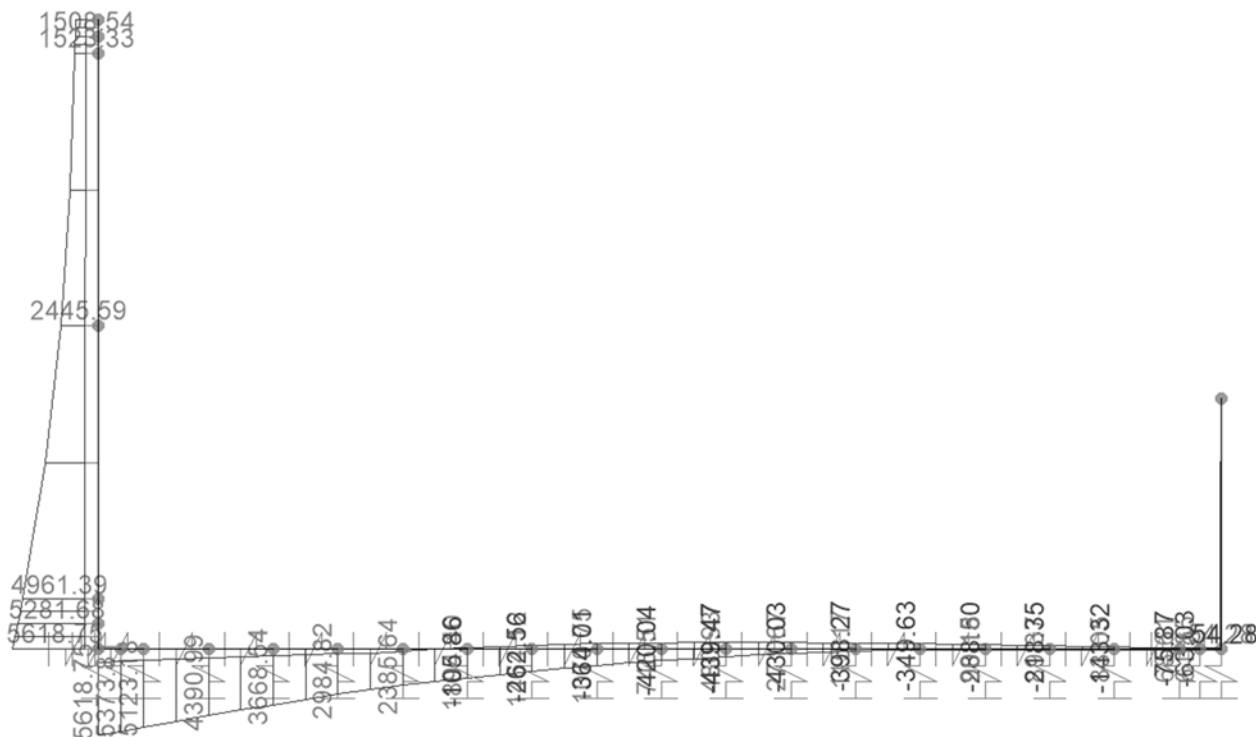


Figura 11-18. SLV – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

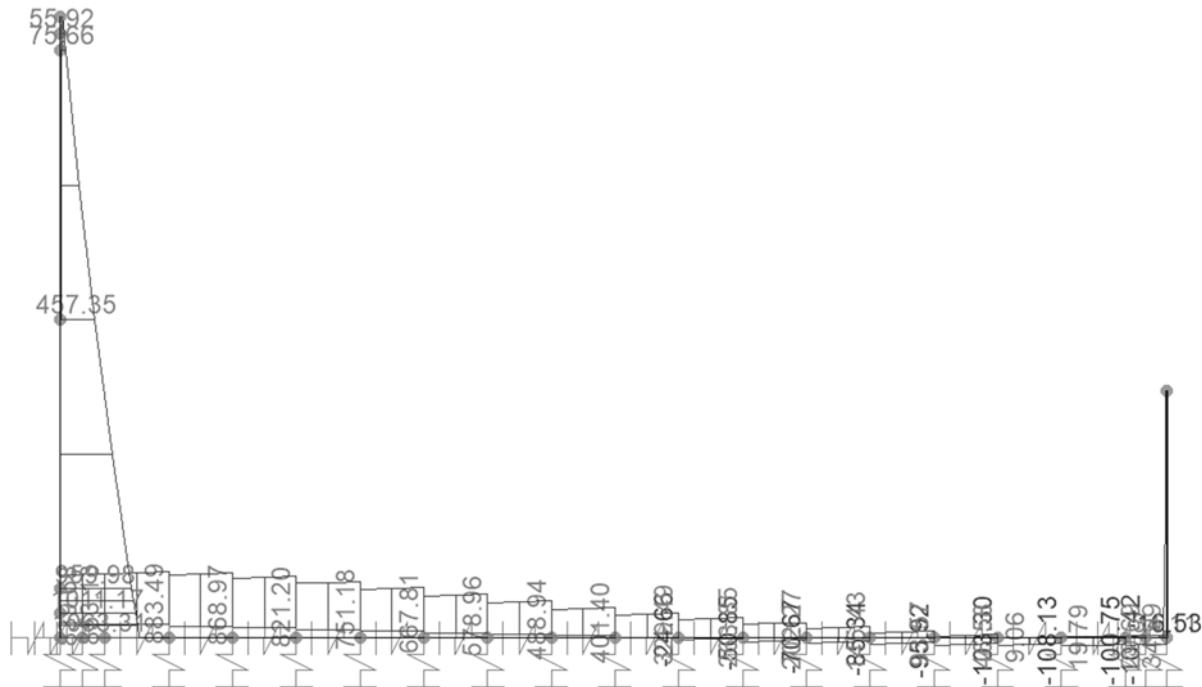


Figura 11-19. SLV – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

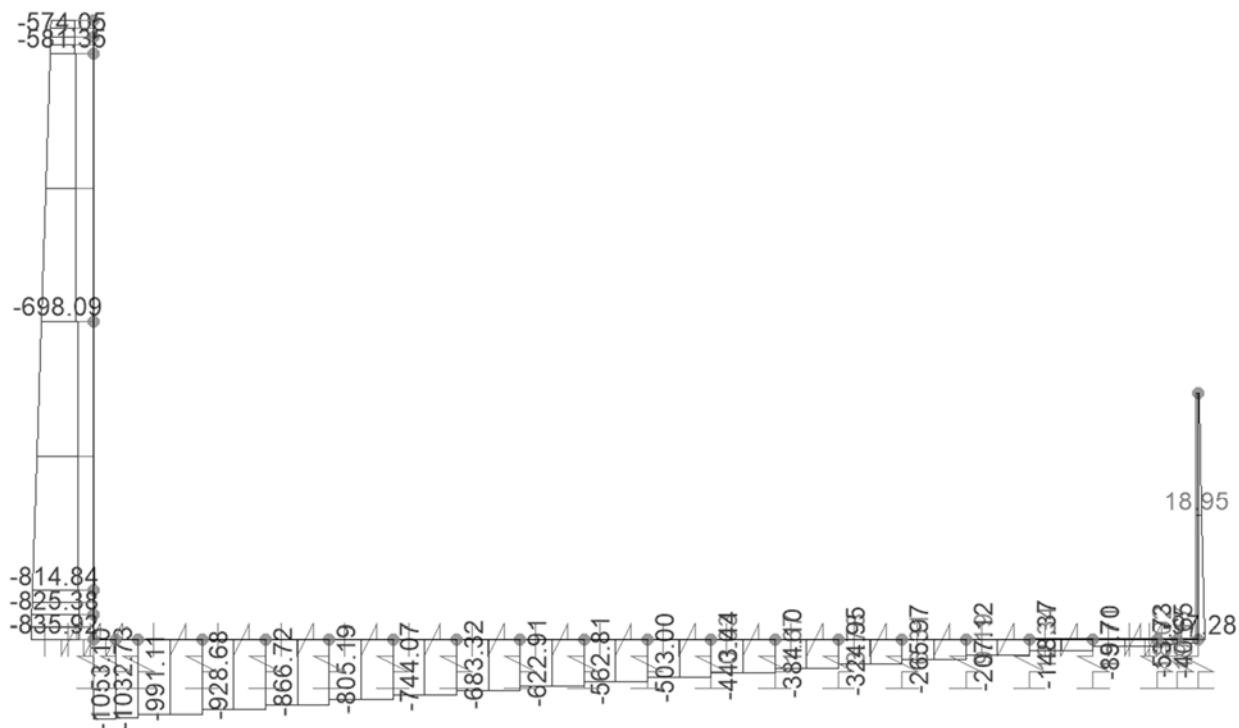


Figura 11-20. SLV – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned

### 11.2.3 SLE rara

Resultant M11 Diagram (SLE\_rara)

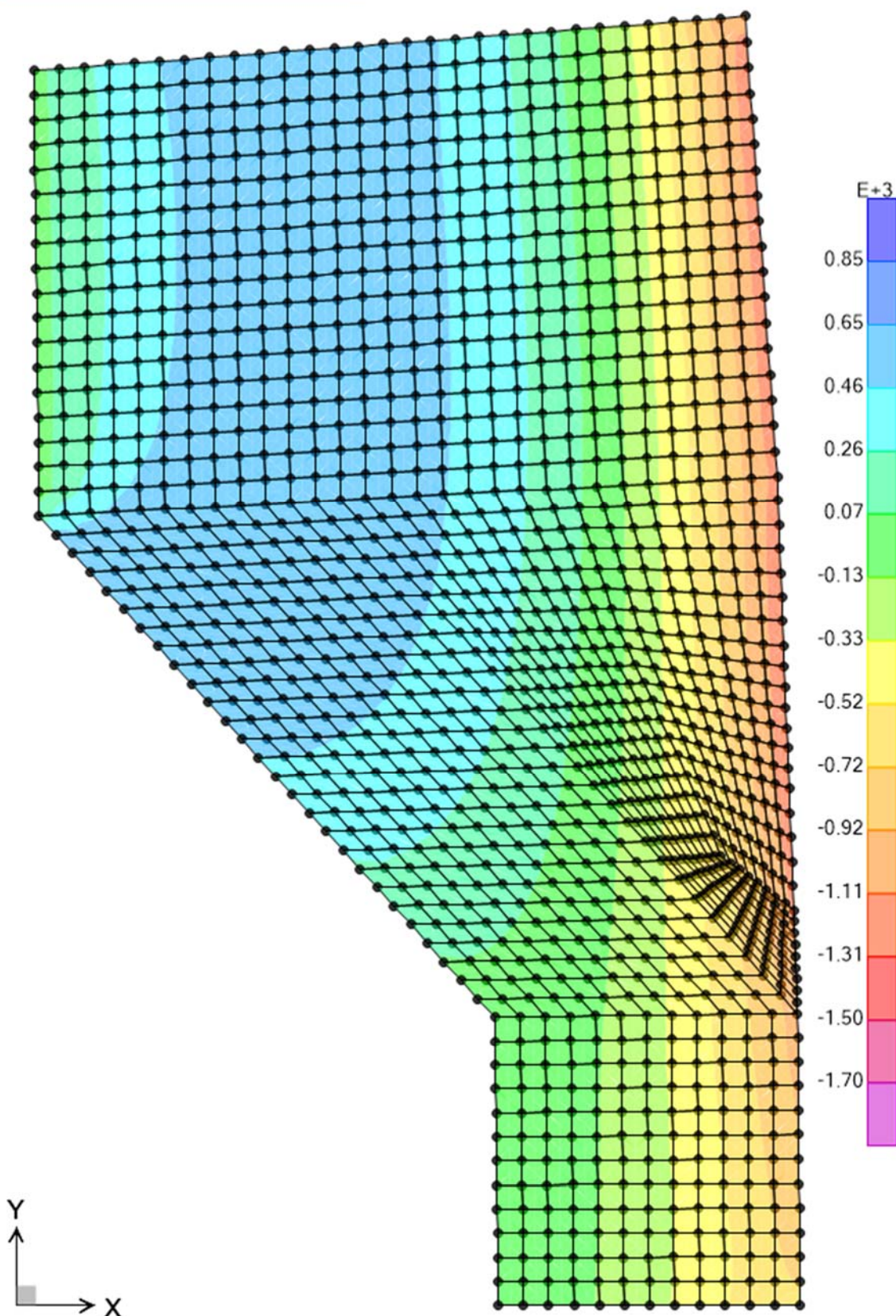


Figura 11-21. SLE.rara – Soletta superiore – Momenti M11

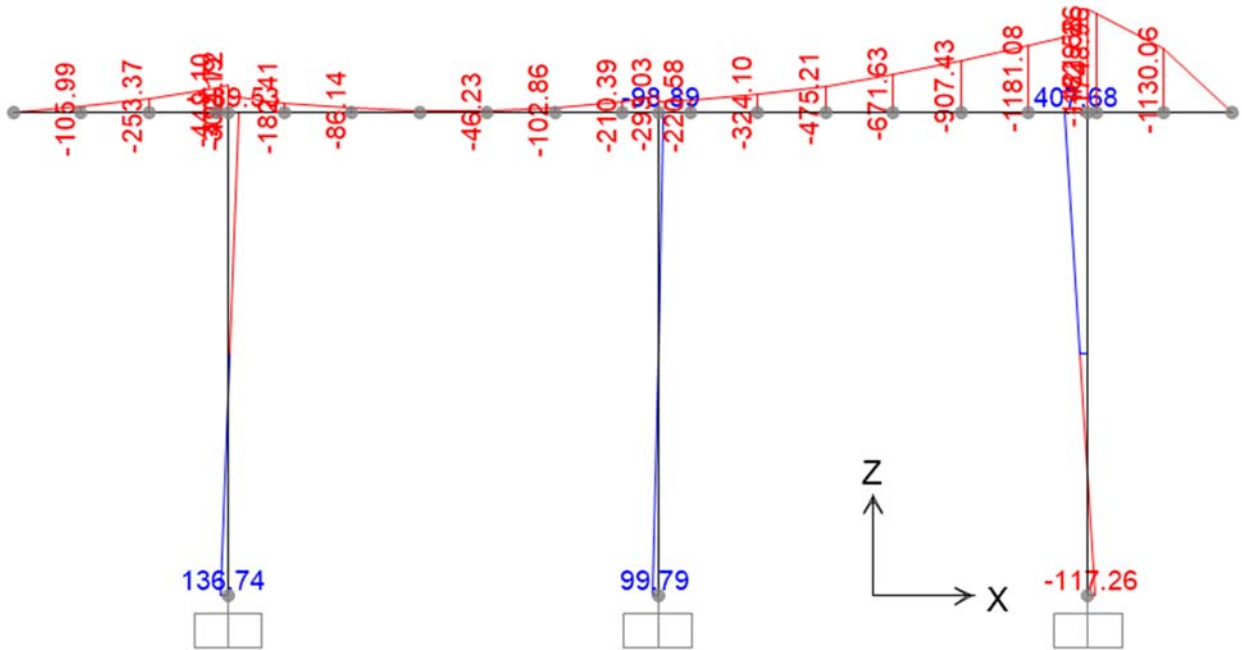


Figura 11-22. SLE.rara – Colonne e trave – Momenti Med 1

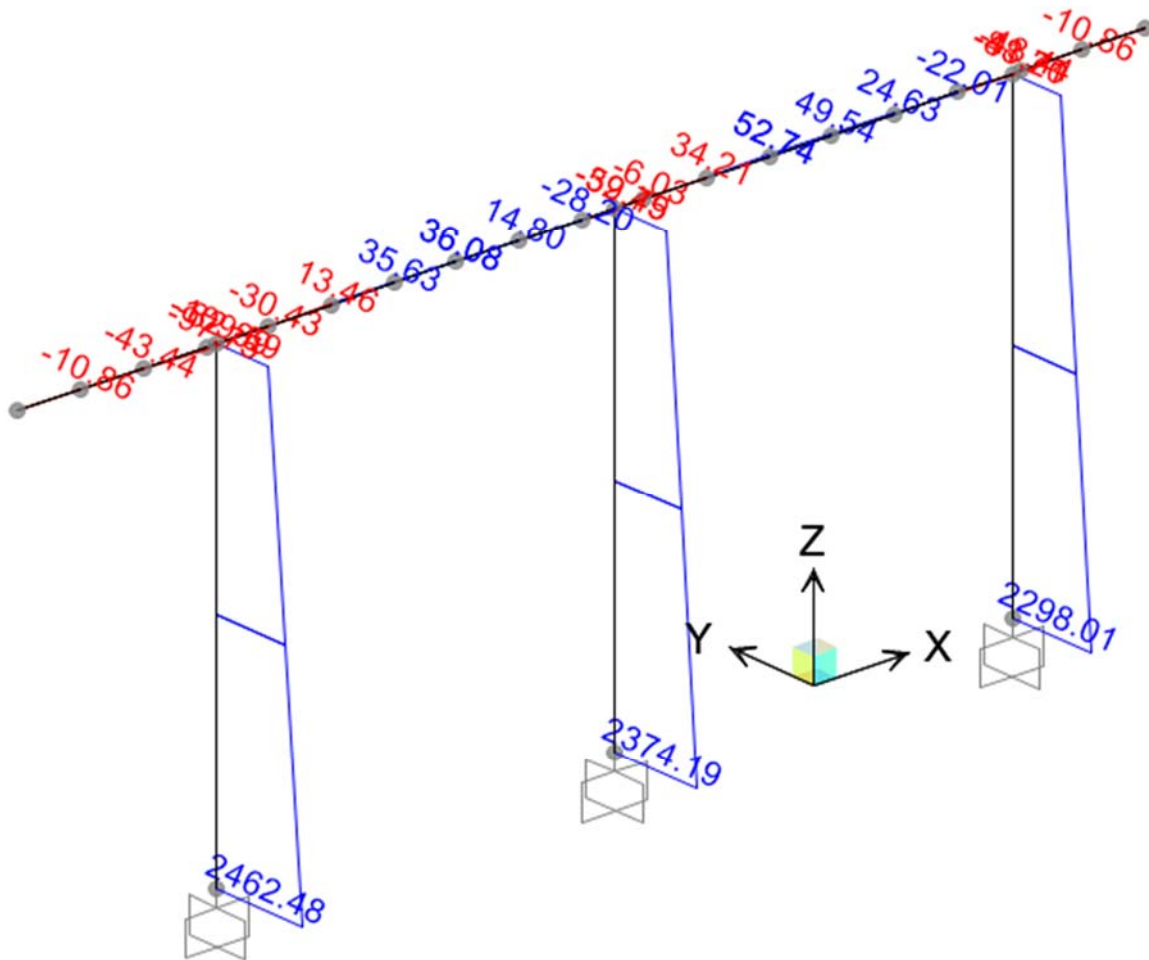


Figura 11-23. SLE.rara – Colonne e trave – Momenti Med 2



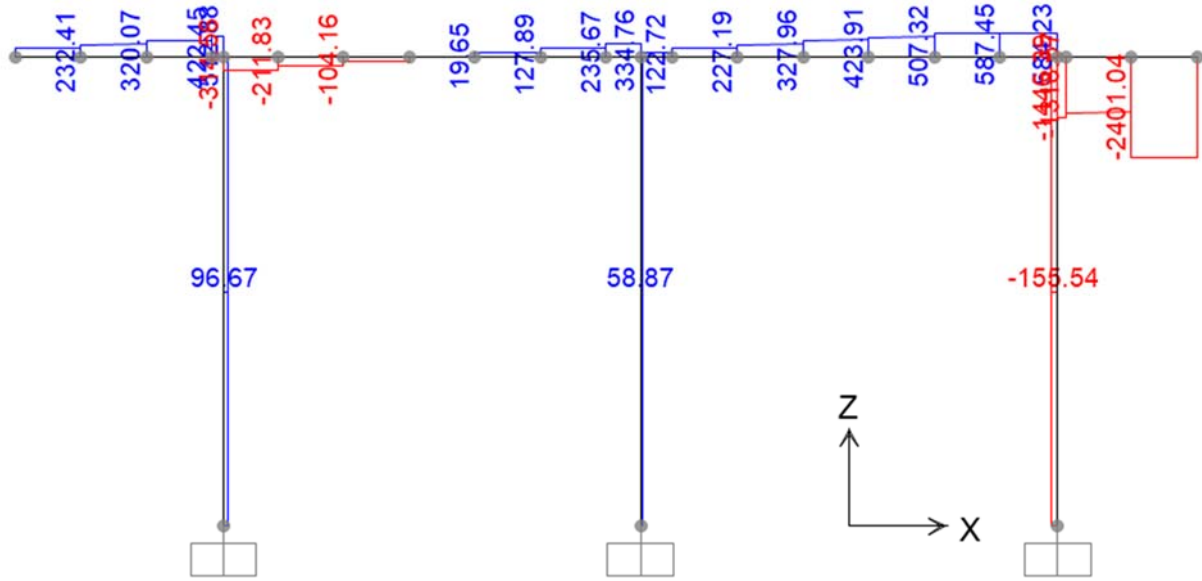


Figura 11-24. SLE.rara – Colonne e trave – Tagli Ved

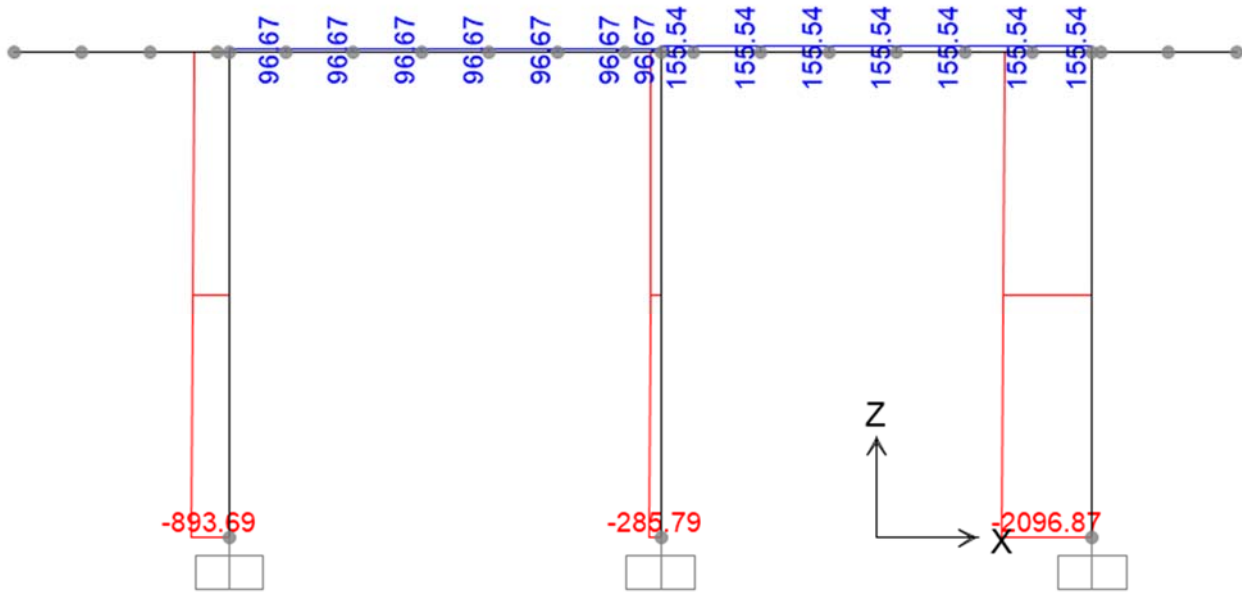


Figura 11-25. SLE.rara – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

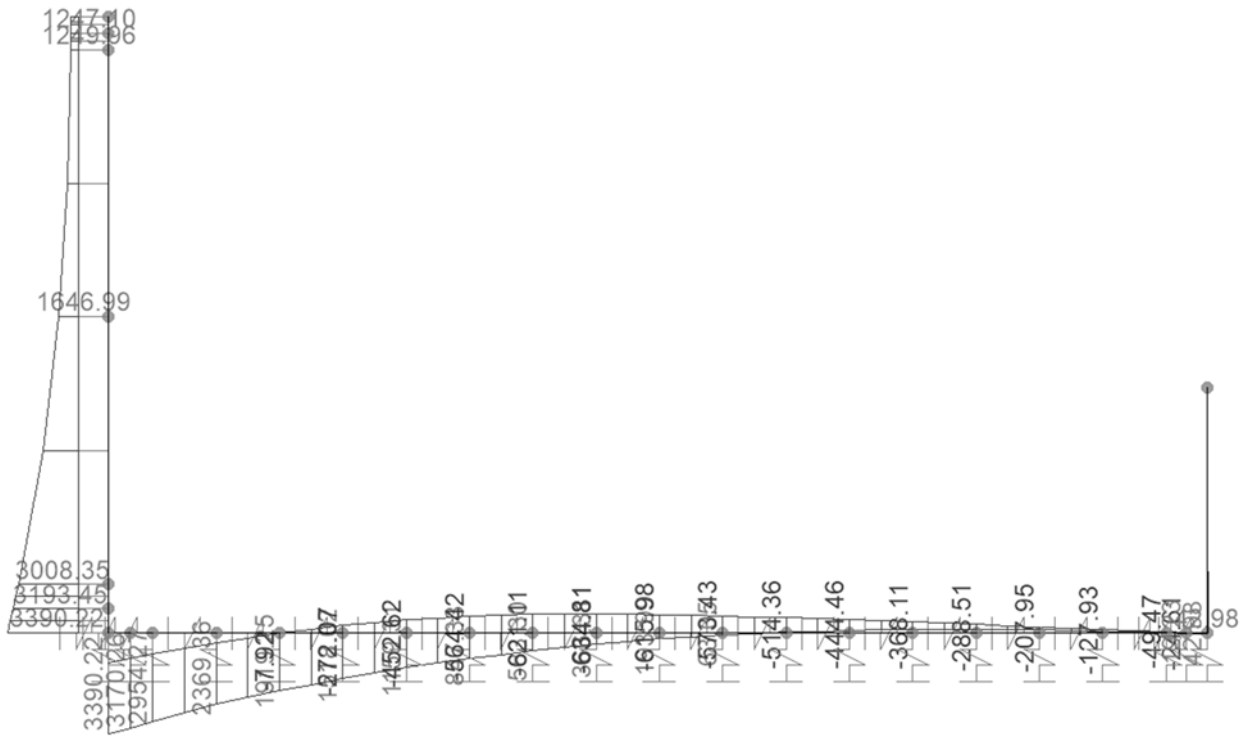


Figura 11-26. SLE.rara – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

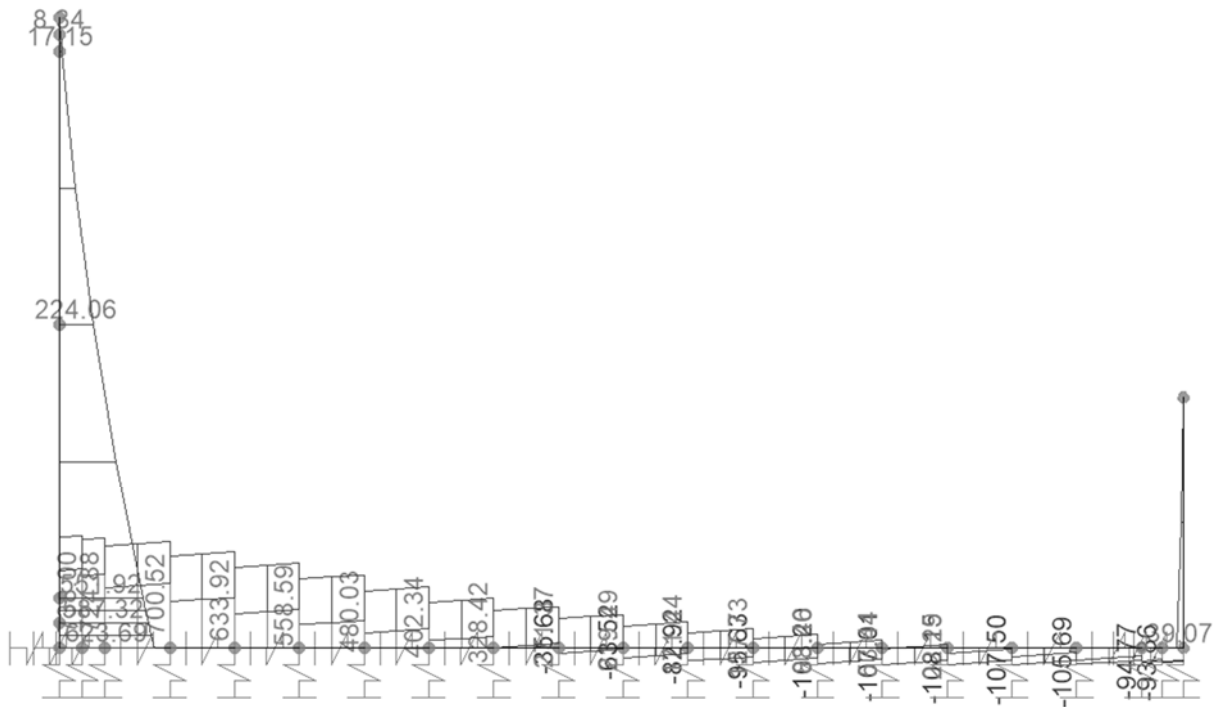


Figura 11-27. SLE.rara – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

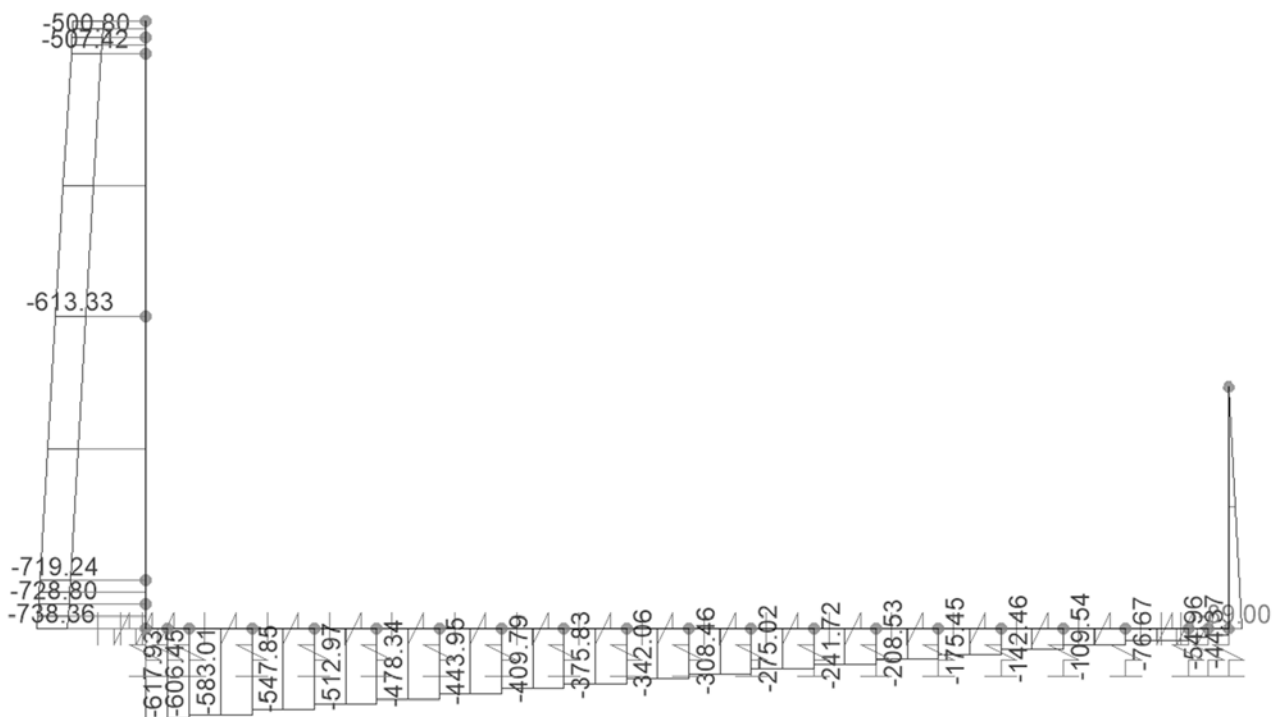


Figura 11-28. SLE.rara – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned

**11.2.4 SLE frequente**

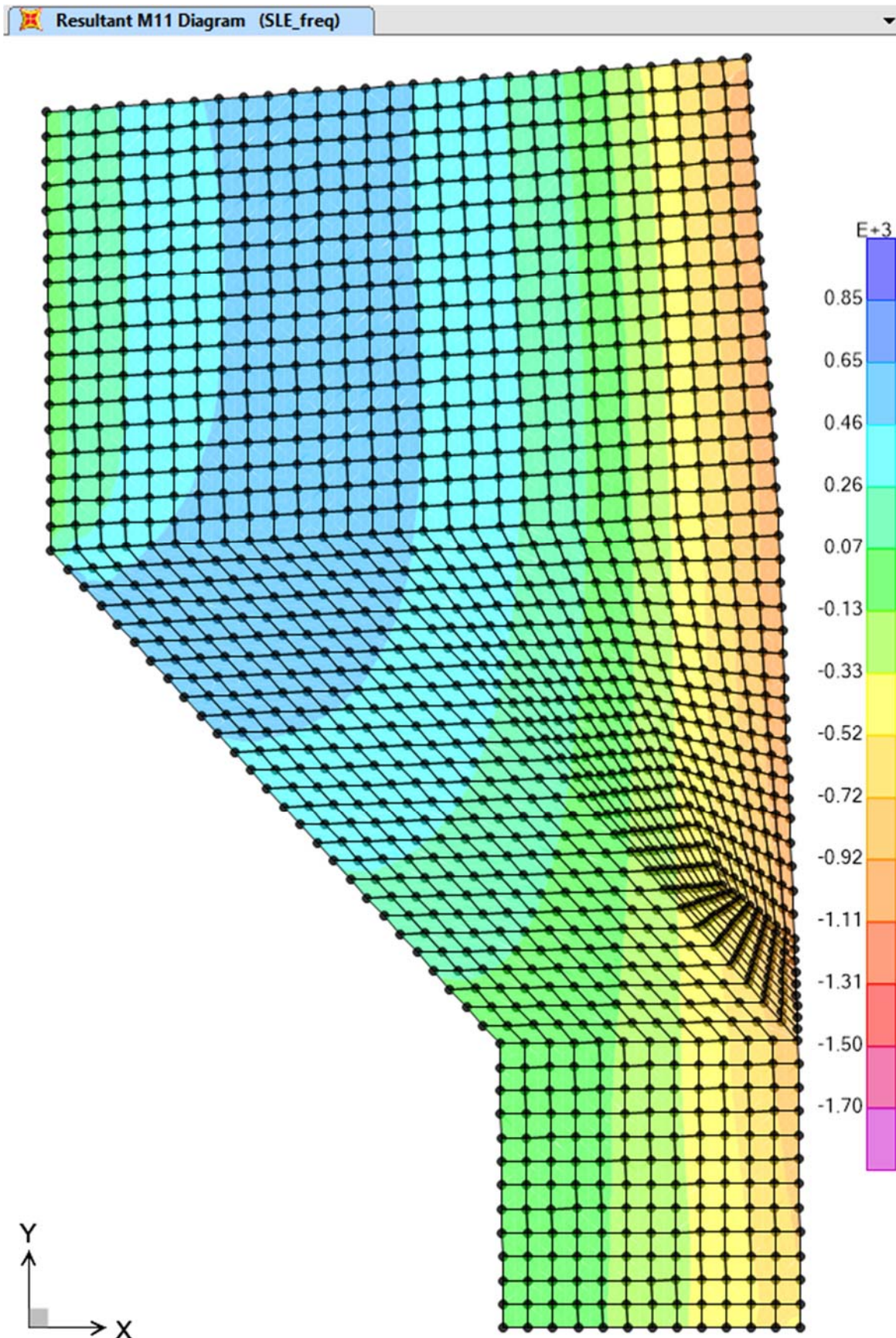


Figura 11-29. SLE.freq – Soletta superiore – Momenti M11

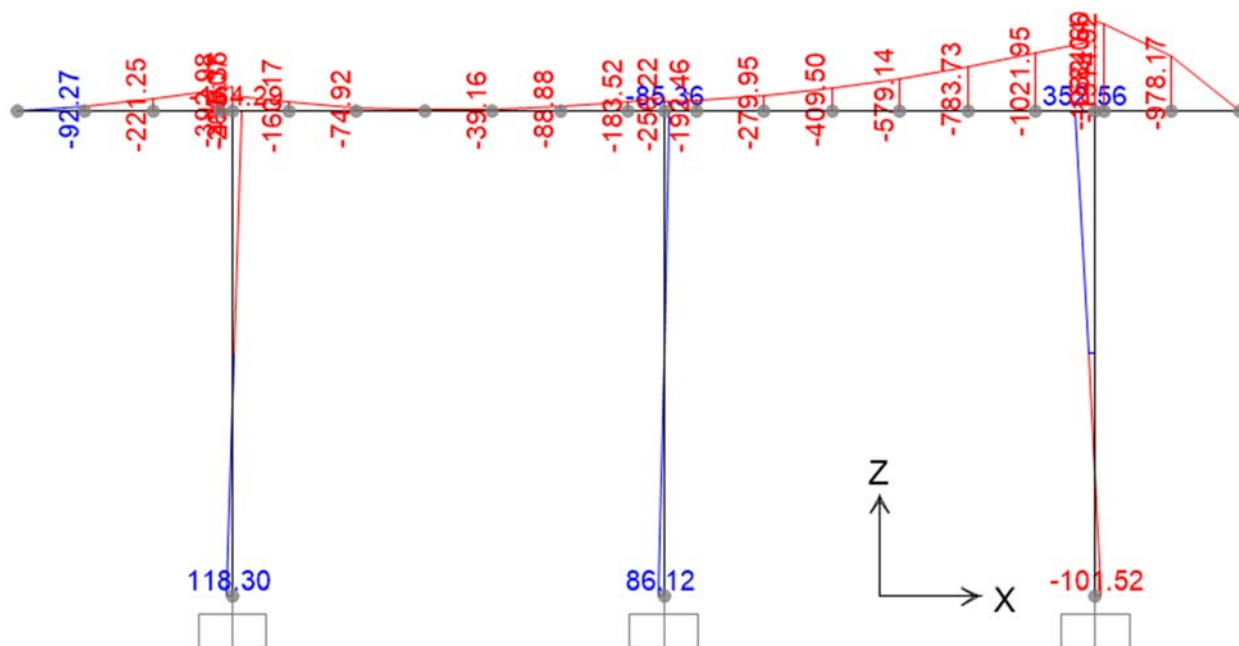


Figura 11-30. SLE.freq – Colonne e trave – Momenti Med 1

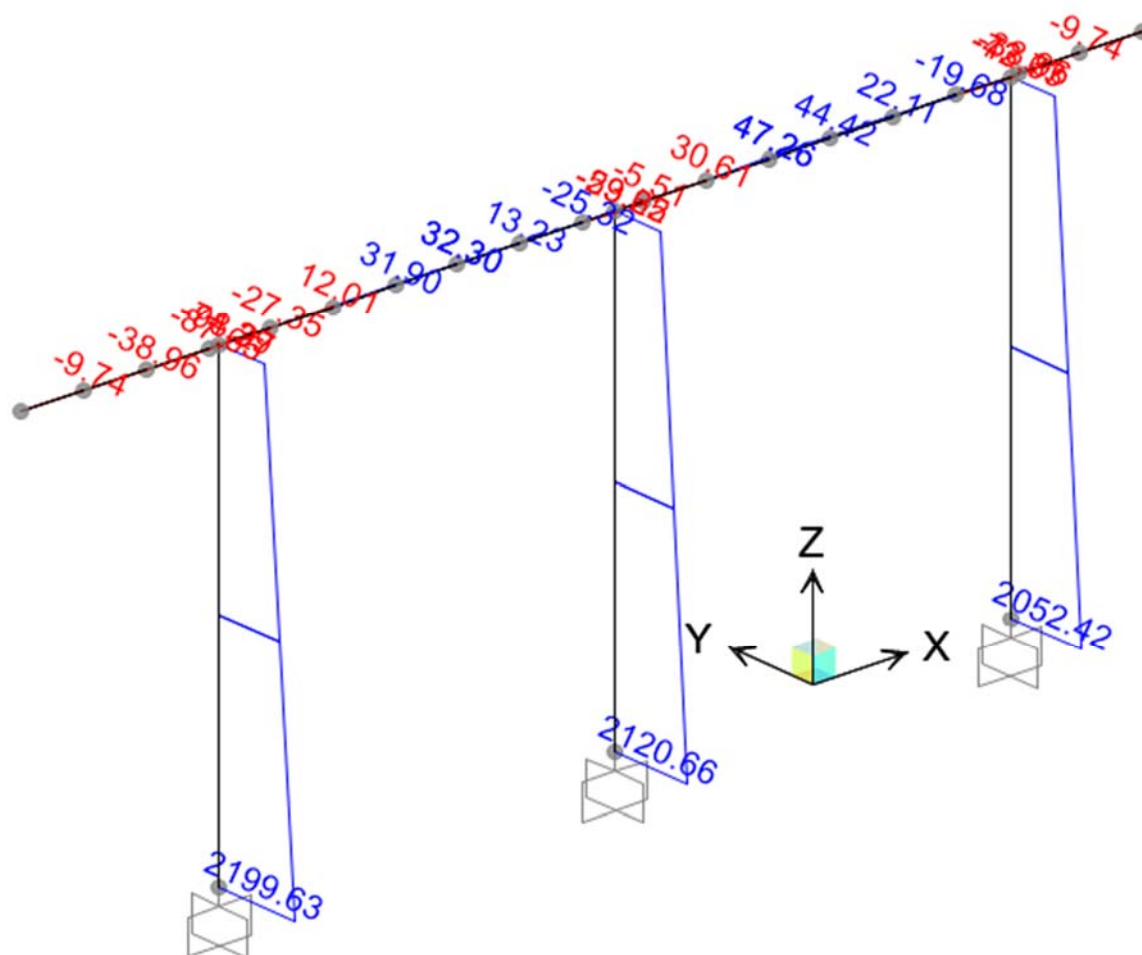


Figura 11-31. SLE.freq – Colonne e trave – Momenti Med 2

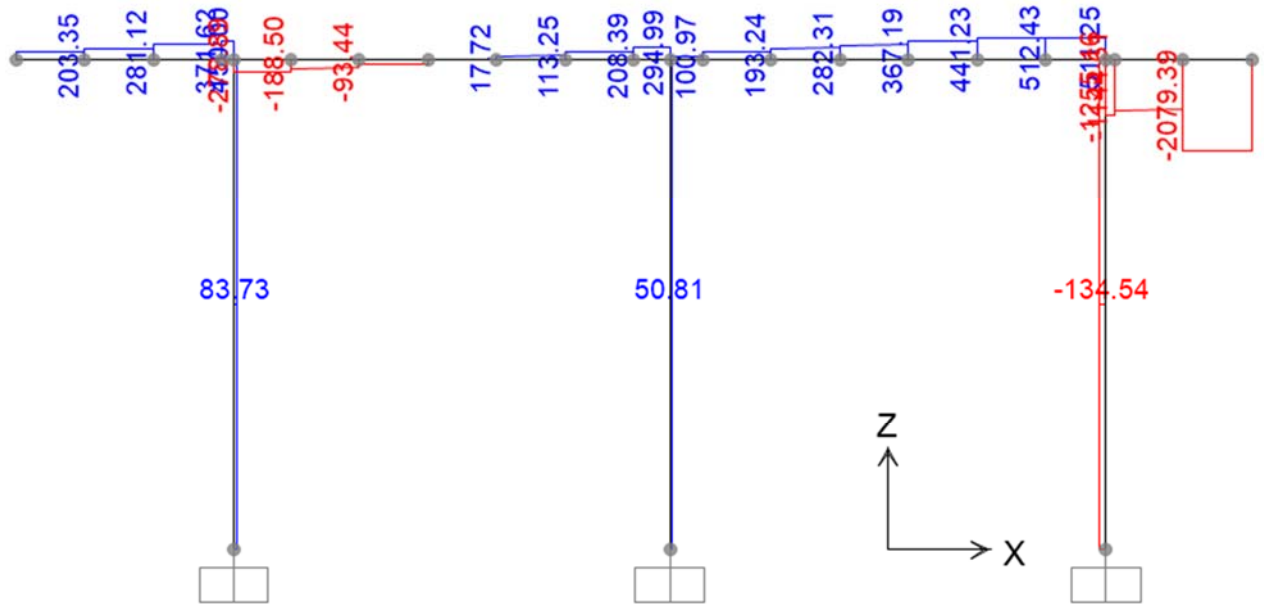


Figura 11-32. SLE.freq – Colonne e trave – Tagli Ved

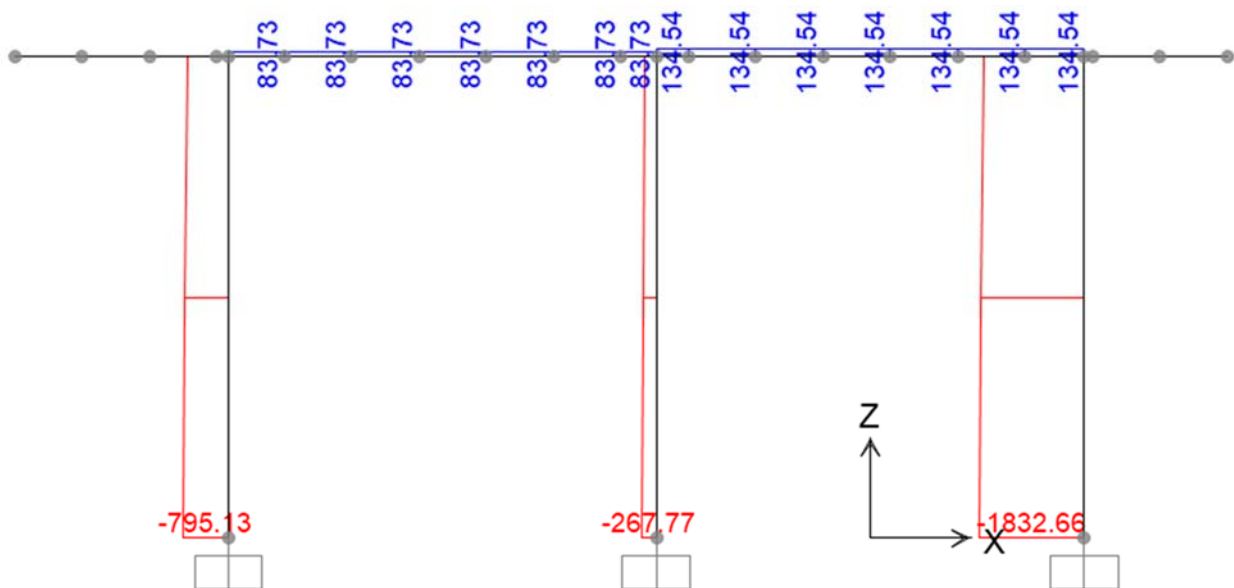


Figura 11-33. SLE.freq – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

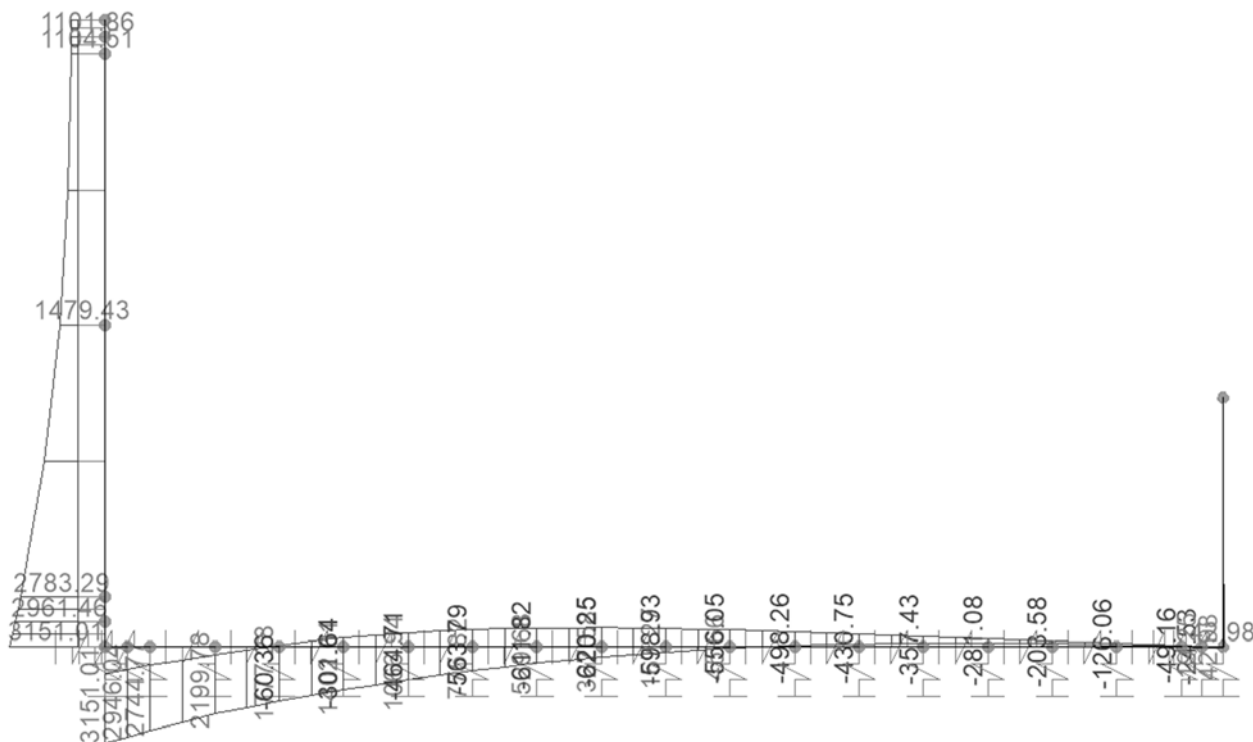


Figura 11-34. SLE.freq – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

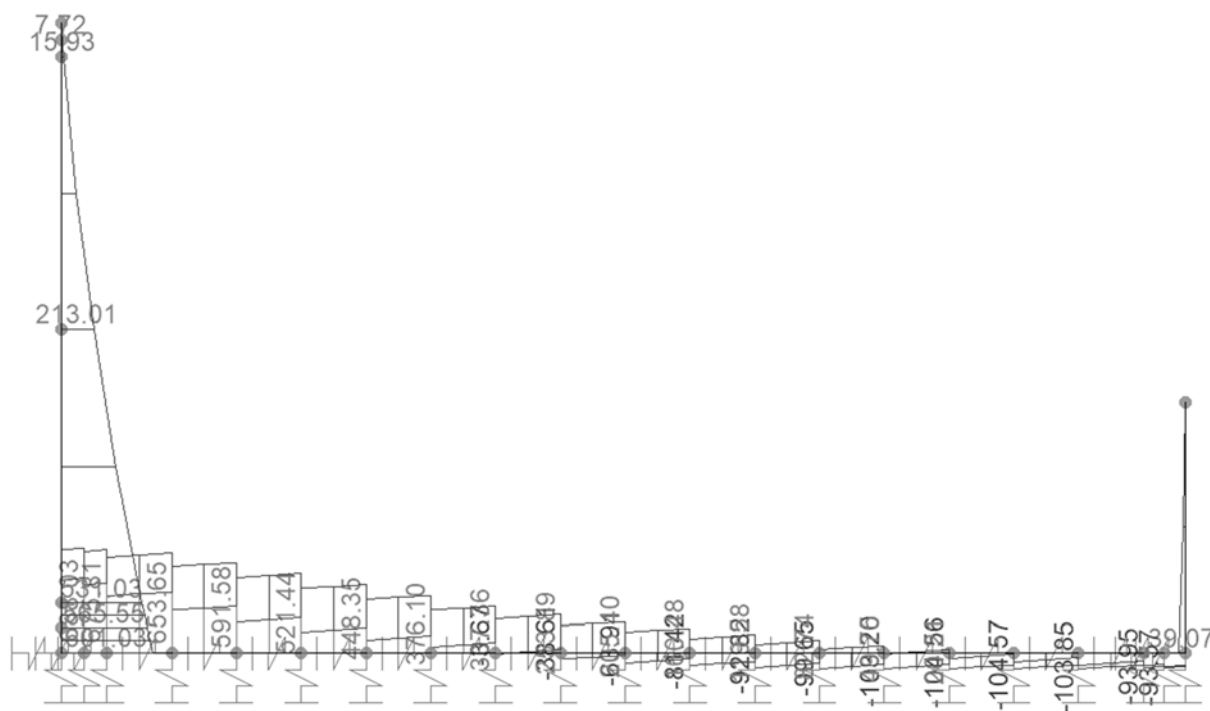


Figura 11-35. SLE.freq – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

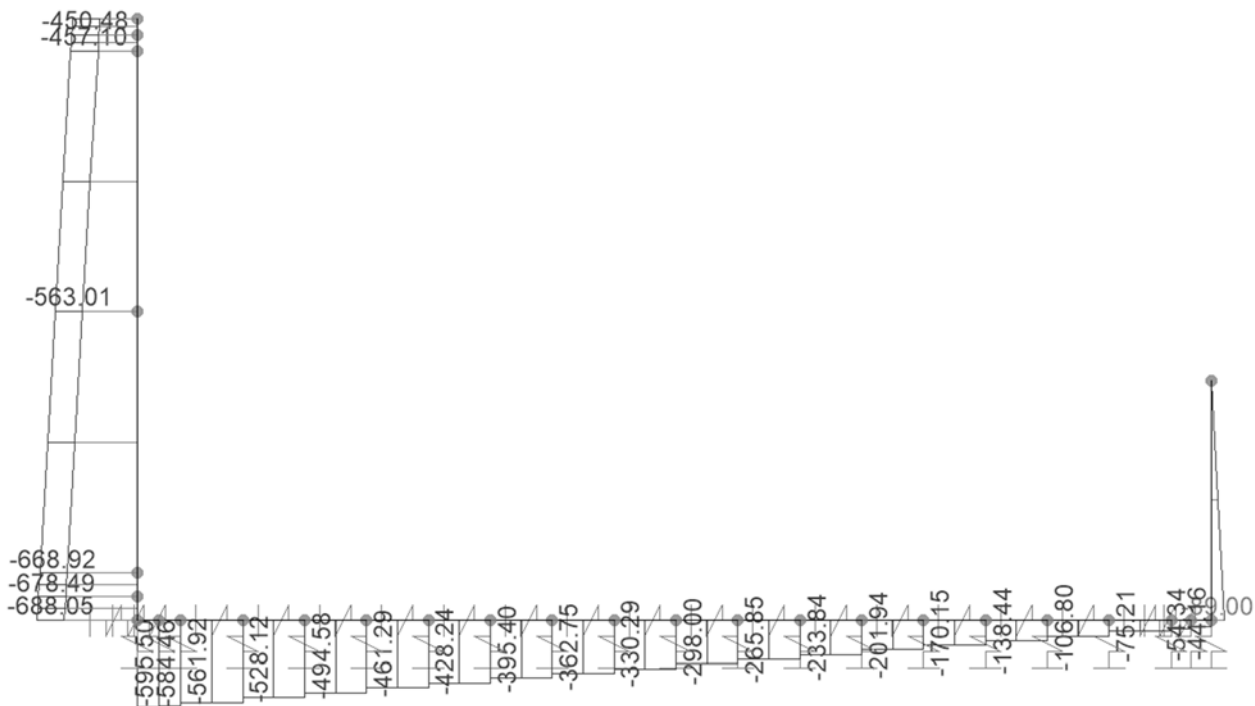


Figura 11-36. SLE.freq – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned



### 11.2.5 SLE quasi permanente

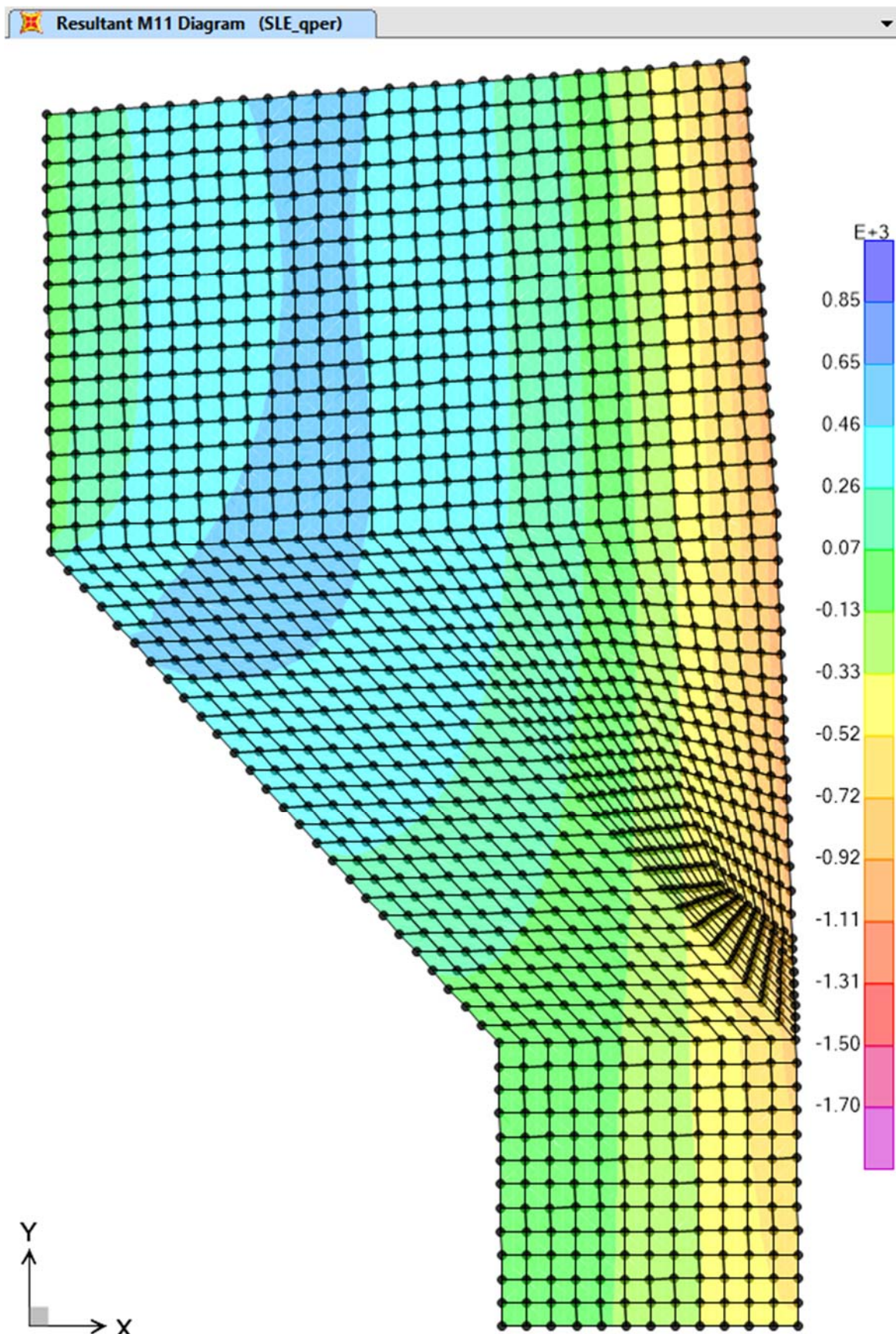


Figura 11-37. SLE.qperm – Soletta superiore – Momenti M11

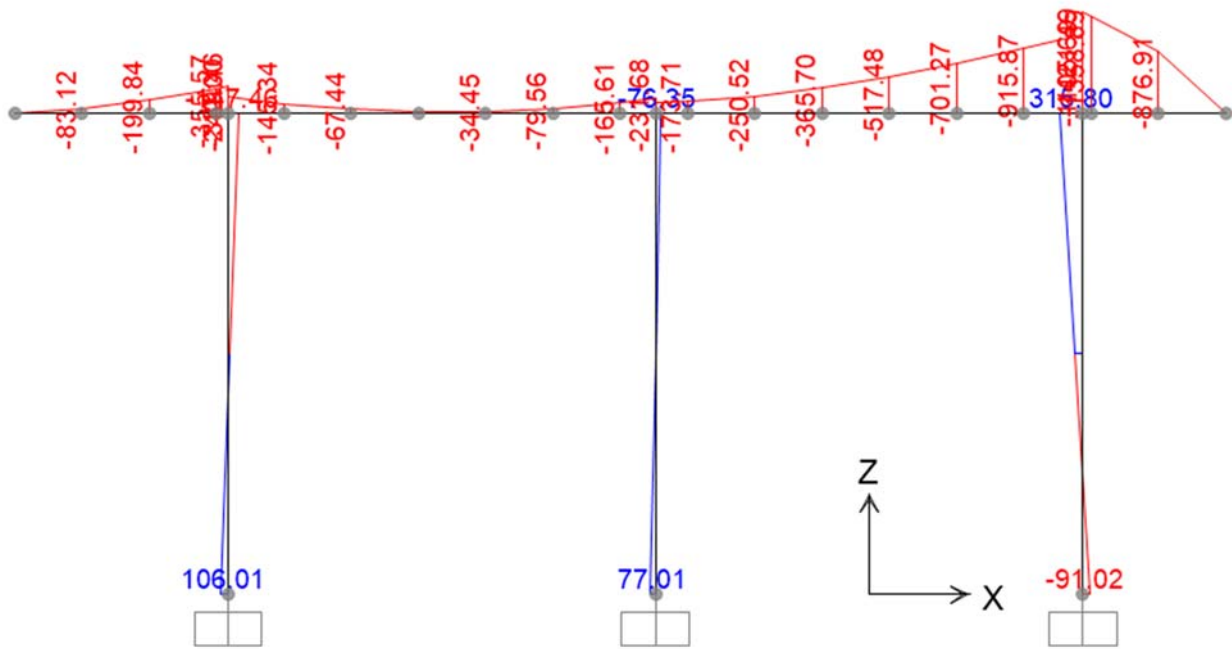


Figura 11-38. SLE.qperm – Colonne e trave – Momenti Med 1

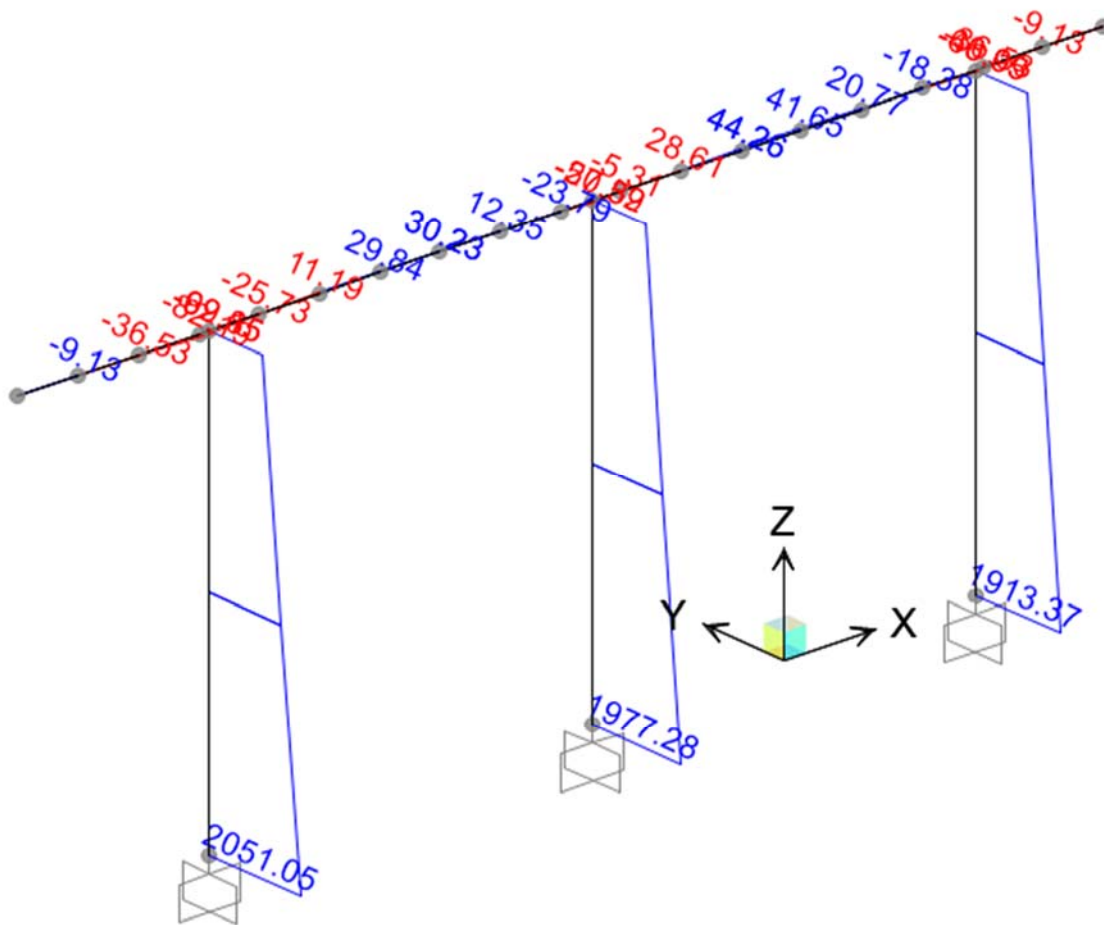


Figura 11-39. SLE.qperm – Colonne e trave – Momenti Med 2

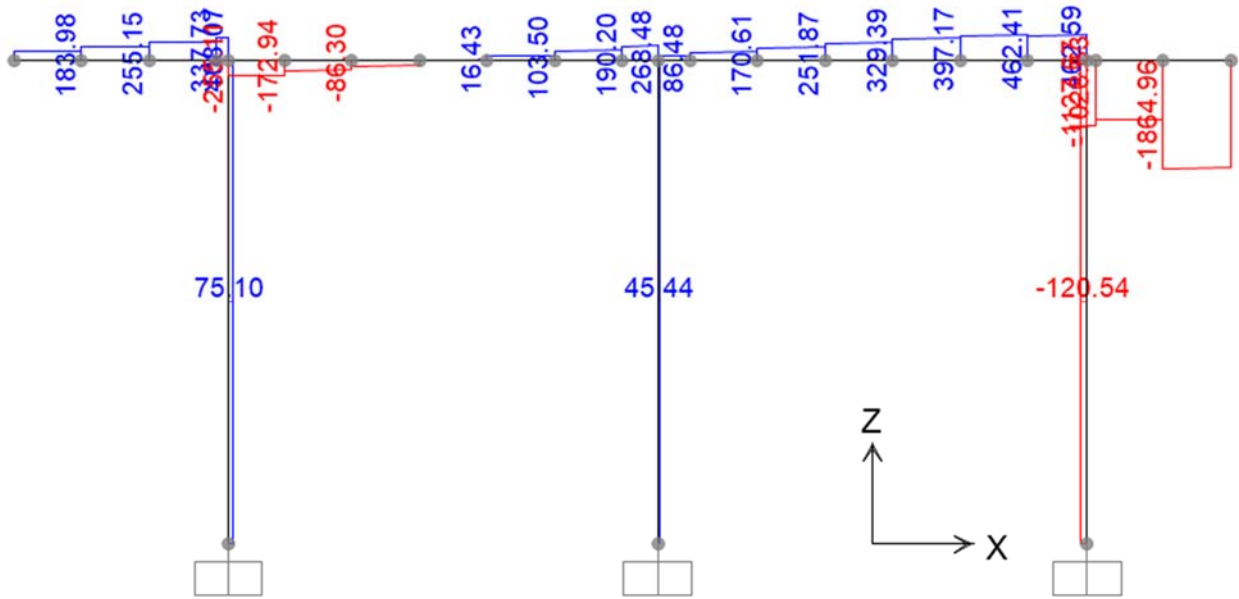


Figura 11-40. SLE.qperm – Colonne e trave – Tagli Ved

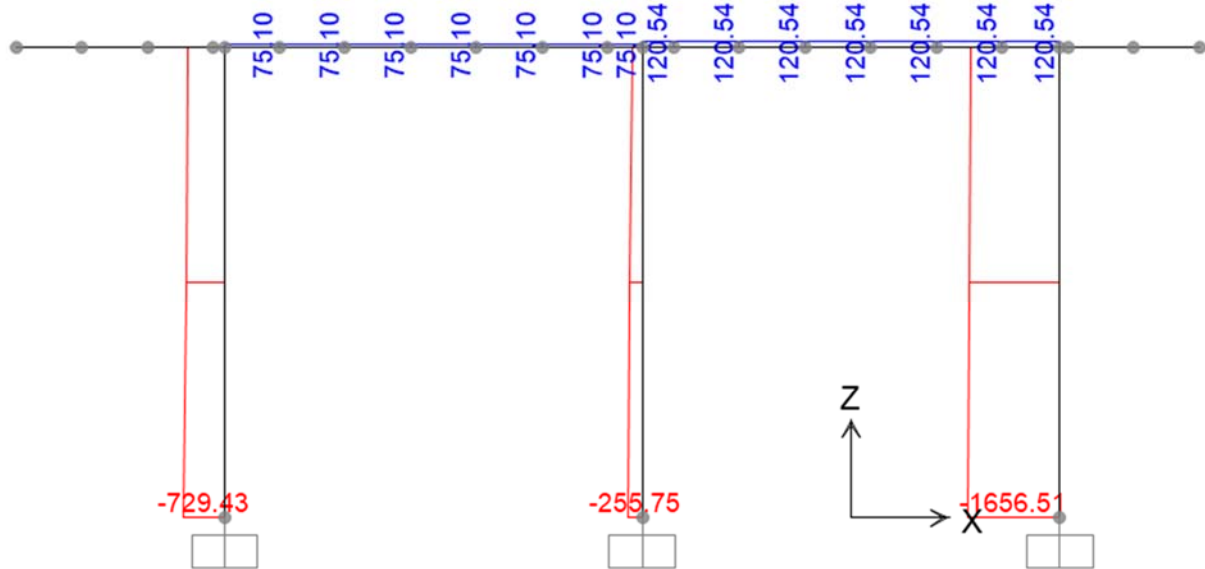


Figura 11-41. SLE.qperm – Colonne e trave – Sforzi assiali Ned

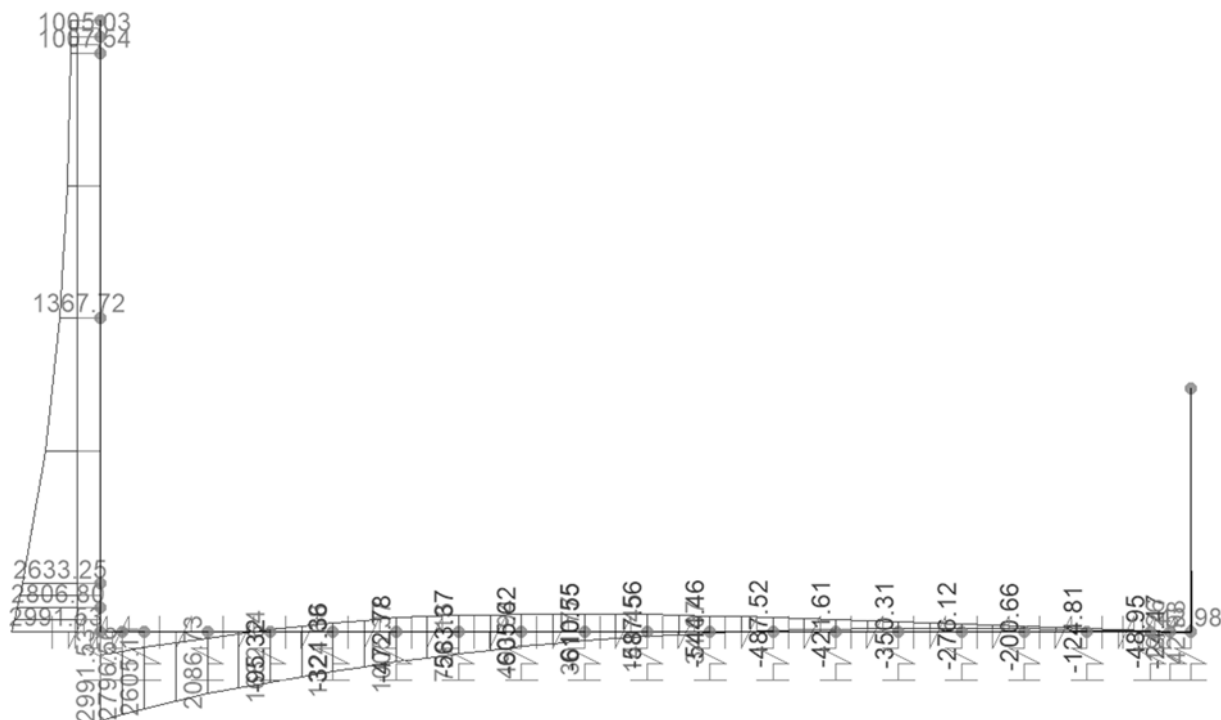


Figura 11-42. SLE.qperm – Piedritto e platea di fondazione – Momenti Med

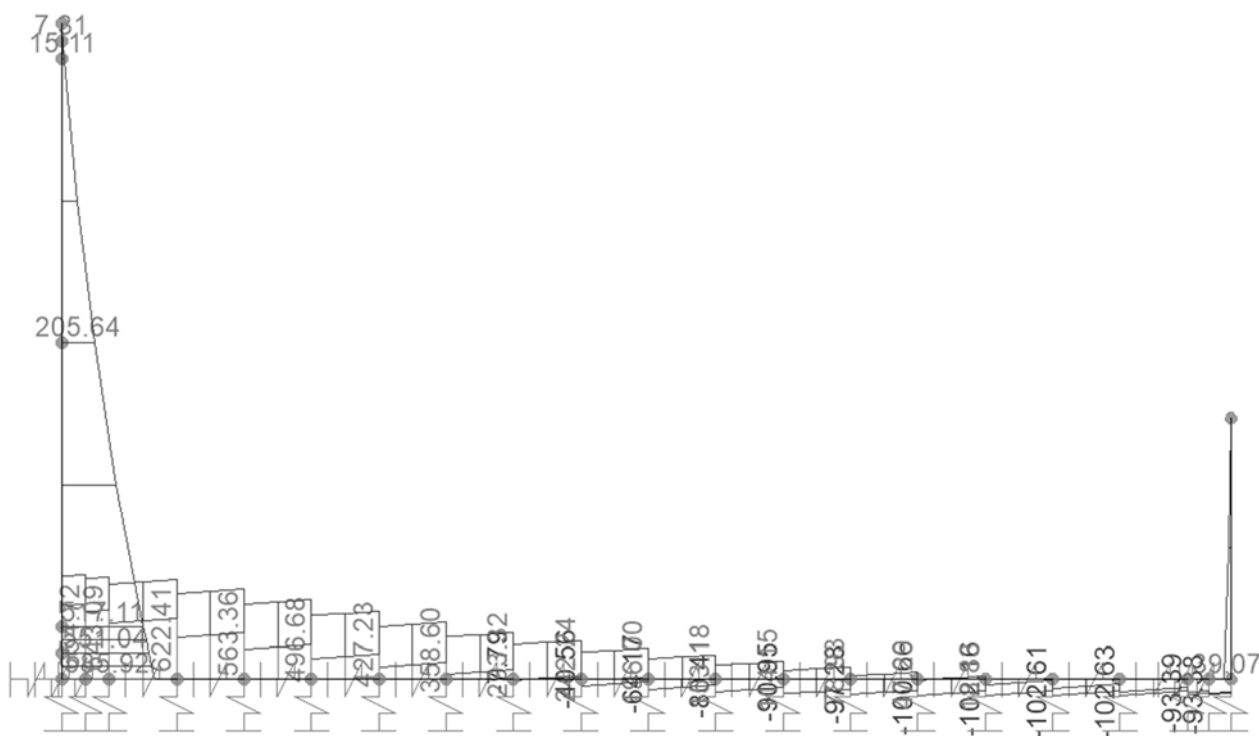


Figura 11-43. SLE.qperm – Piedritto e platea di fondazione – Tagli Ved

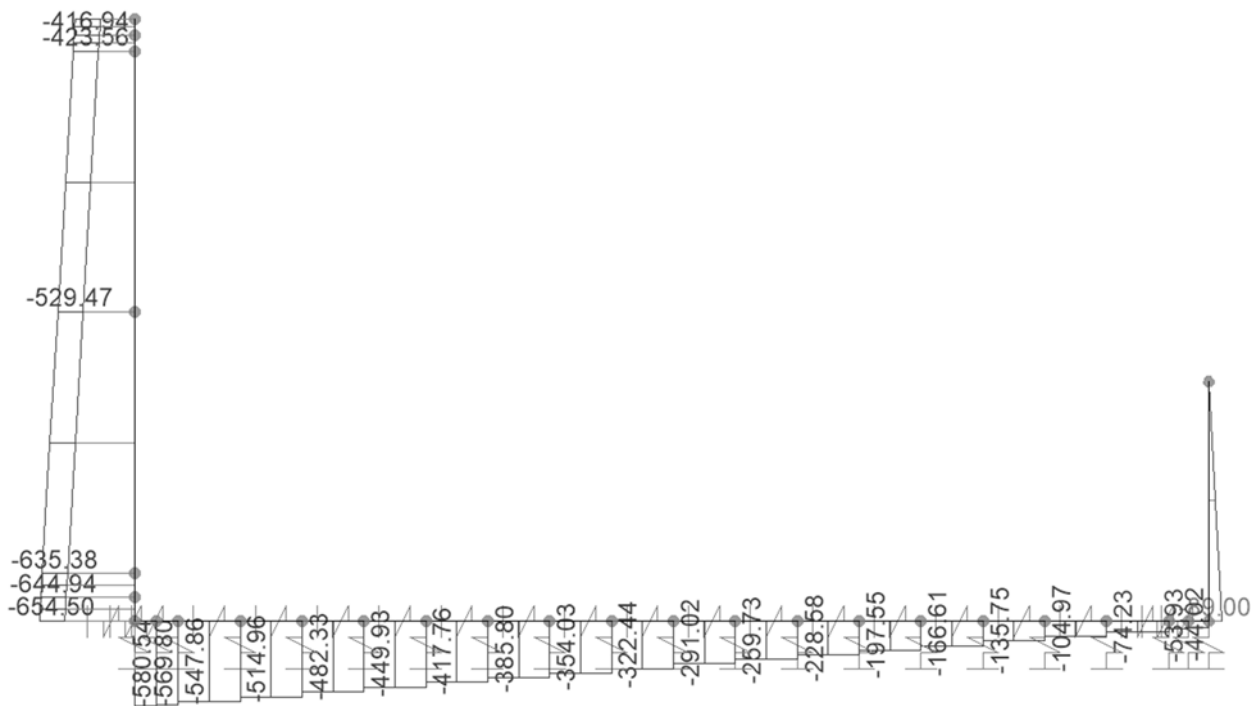


Figura 11-44. SLE.qperm – Piedritto e platea di fondazione – Sforzi assiali Ned

## 11.3 VERIFICHE STRUTTURALI

### 11.3.1 Soletta Superiore – appoggio

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck} =$	45	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} =$	35	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85		$f_{cd} =$	19.83	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	34077	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	<b>B450C</b>	$E_s =$	200000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} =$	1.96		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	900	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.	10	26	5309	137
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	0
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	20	3142	818
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore			$\Sigma$		13760	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-S		-1763.00	950.00	2936.91	1.67
SLV	appoggio-S		-1502.00	850.00	2936.91	1.96

##### Taglio

$\phi_{staffe} =$	12	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	3.3	n° braccia	$s =$	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-S	526.66	1374.13	2548.24	1374.13	1.45
SLV	appoggio-S	526.66	1374.13	2548.24	1374.13	1.62

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c =$  21.0 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio-S		-1248.00	2451.93	1.96

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c =$  15.8 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
--------------	-----------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------------

QPER	appoggio-S	-	1006.00	2213.09	2.20
------	------------	---	---------	---------	------

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 5.87$   $\phi_{eq} = 20.00$

$k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

#### Comb. Frequente

$k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio-S		-1102.00	161	187	10619

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	237661	0.04	0.05%	320.90	0.17	OK

#### Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio-S	0.00	-1006.00	147	187	10619

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta s_{max}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	237544	0.04	0.06%	320.86	0.18	OK

### 11.3.2 Soletta Superiore – campata

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	$R_{ck} = 45$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 35$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 19.83$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 34077$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.21$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	900	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.			-	0
$N_{Ed}$ positivo di compressione			5	24	2262	763
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	26	5309	815

y distanza dell'armatura dal lembo superiore  $\Sigma$  12881 mm<sup>2</sup>

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

*Flessione*

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	campata		879.00	0.00	2169.08	2.47
SLU	app-Sx		0.00	400.00	0.00	0.00
SLV	campata		791.00	0.00	2169.08	2.74

*Taglio* Elemento non armato a taglio

$\phi_{staffe} =$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
mm  
 $n_b =$  n° braccia  $s = 200$  passo

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	campata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLU	app-Sx	418.01	0.00	0.00	418.01	1.05
SLV	campata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	campata		629.00	1864.22	2.96

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	campata		488.00	1864.22	3.82

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile  
 $\alpha_e = 5.87$   $\phi_{eq} = 25.37$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	campata		544.00	105	289	7571

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	203680	0.04	0.03%	320.02	0.10	OK



--	--	--	--	--	--	--

Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	campata	0.00	488.00	94	289	7571

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$W_d$ [mm]	Verifica
QPER	203691	0.04	0.03%	320.02	0.09	OK

### 11.3.3 Colonna

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c = 1.5$		$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s = 1.15$		$\epsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B = 785	mm base	n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H = 785	mm altezza	16	28	9852	74
c = 60	mm coprifer.	16	28	9852	130
$N_{Ed}$ positivo di compressione		16	28	9852	655
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione		16	28	9852	711
y distanza dell'armatura dal lembo superiore		$\Sigma$		39408	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	UP.0	2831.34	1922.28	474.53	5282.87	2.75
SLU	UP.1	296.07	1967.36	501.19	4670.70	2.37
SLU	UP.2	1146.13	1928.76	555.64	4880.01	2.53
SLU	DOWN.0	2917.46	3523.81	474.53	5300.00	1.50
SLU	DOWN.1	382.19	3658.89	501.19	4693.47	1.28
SLU	DOWN.2	1232.25	3804.05	555.64	4900.38	1.29
SLV	UP.0	3291.36	2009.82	521.19	5370.00	2.67
SLV	UP.1	162.68	2053.08	552.15	4635.40	2.26
SLV	UP.2	905.82	2009.97	611.45	4823.27	2.40
SLV	DOWN.0	3357.61	3768.84	521.19	5382.50	1.43
SLV	DOWN.1	228.92	3916.59	552.15	4652.94	1.19
SLV	DOWN.2	972.07	4073.60	611.45	4838.90	1.19

Taglio

$\phi_{\text{staffe}} = 10$  mm       $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 2$  n° braccia       $s = 150$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	UP.0	726.27	668.44	1921.68	726.27	1.53
SLU	UP.1	457.68	668.44	1643.83	668.44	1.33
SLU	UP.2	575.44	668.44	1765.65	668.44	1.20
SLU	DOWN.0	726.27	668.44	1921.68	726.27	1.53
SLU	DOWN.1	469.61	668.44	1656.17	668.44	1.33
SLU	DOWN.2	587.37	668.44	1778.00	668.44	1.20
SLV	UP.0	726.27	668.44	1921.68	726.27	1.39
SLV	UP.1	439.20	668.44	1624.71	668.44	1.21
SLV	UP.2	542.15	668.44	1731.21	668.44	1.09
SLV	DOWN.0	726.27	668.44	1921.68	726.27	1.39
SLV	DOWN.1	448.38	668.44	1634.21	668.44	1.21
SLV	DOWN.2	551.33	668.44	1740.71	668.44	1.09

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica       $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	UP.0	2030.62	1421.30	3363.18	2.37
RARA	UP.1	219.61	1468.74	3641.94	2.48
RARA	UP.2	827.44	1450.18	3545.09	2.44
RARA	DOWN.0	2096.87	2298.01	3353.60	1.46
RARA	DOWN.1	285.79	2374.19	3631.39	1.53
RARA	DOWN.2	893.69	2462.48	3534.54	1.44

Comb. Quasi perm.       $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>       $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	UP.0	1590.27	1176.69	2512.65	2.14
QPER	UP.1	189.50	1215.46	2727.50	2.24
QPER	UP.2	663.19	1199.74	2652.03	2.21
QPER	DOWN.0	1656.52	1913.37	2503.08	1.31
QPER	DOWN.1	255.75	1977.28	2716.95	1.37
QPER	DOWN.2	729.44	2051.05	2641.48	1.29

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive      armatura poco sensibile  
 $\alpha_e = 6.00$        $\phi_{eq} = 28.00$   
 $k_1 = 0.8$        $k_2 = 0.5$        $k_3 = 3.4$        $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente       $k_t = 0.6$        $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	σ <sub>s</sub> [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	UP.0	1766.41	1266.48	96	524	9852
FREQ	UP.1	201.52	1308.54	141	423	9852
FREQ	UP.2	728.89	1291.84	125	455	9852
FREQ	DOWN.0	1832.66	2052.42	181	482	9852
FREQ	DOWN.1	267.77	2120.66	229	421	9852
FREQ	DOWN.2	795.13	2199.63	224	439	9852

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>eff</sub>	ε <sub>sm</sub>	Δ <sub>smax</sub> [mm]	W <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	205686	0.05	0.03%	303.38	0.09	OK
FREQ	205686	0.05	0.05%	255.78	0.12	OK
FREQ	205686	0.05	0.04%	255.78	0.10	OK
FREQ	205686	0.05	0.07%	255.78	0.17	OK
FREQ	205686	0.05	0.09%	255.78	0.23	OK
FREQ	205686	0.05	0.09%	255.78	0.22	OK

Comb. Quasi perm.

k<sub>t</sub> = 0.4

w<sub>lim</sub> = 0.2 mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	σ <sub>s</sub> [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	UP.0	1590.27	1176.69	90.67	520	19704
QPER	UP.1	189.50	1215.46	130.40	423	19704
QPER	UP.2	663.19	1199.74	116.30	454	19704
QPER	DOWN.0	1656.52	1913.37	170.30	480	19704
QPER	DOWN.1	255.75	1977.28	213.50	421	19704
QPER	DOWN.2	729.44	2051.05	209.30	439	19704

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>eff</sub>	ε <sub>sm</sub>	Δ <sub>smax</sub> [mm]	W <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	205686	0.10	0.04%	253.69	0.09	OK
QPER	205686	0.10	0.06%	253.69	0.14	OK
QPER	205686	0.10	0.05%	206.09	0.10	OK
QPER	205686	0.10	0.08%	206.09	0.15	OK
QPER	205686	0.10	0.10%	206.09	0.20	OK
QPER	205686	0.10	0.09%	206.09	0.20	OK

### 11.3.4 Trave – 1° appoggio dx – estremità

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	R <sub>ck</sub> =	40	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ck</sub> =	32	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>c</sub> =	1.5	α <sub>cc</sub> =	0.85		f <sub>cd</sub> =	18.13	N/mm <sup>2</sup>
		E <sub>c</sub> =	33346	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>ctm</sub> =	3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	E <sub>s</sub> =	200000	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> =	450	N/mm <sup>2</sup>

$$\gamma_s = 1.15 \quad \varepsilon'_{se} = 1.96 \quad f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

### Caratteristiche geometriche della sezione

			n.	ø(mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
B =	1000	mm base				
		mm				
H =	1350	altezza	10	24	4524	84
c =	72	mm coprifer.	10	26	5309	132
N <sub>Ed</sub> positivo di compressione					-	0
M <sub>Ed</sub> positivo se tende le fibre inferiori della sezione			5	24	2262	1266
y distanza dell'armatura dal lembo superiore					Σ 12095	mm <sup>2</sup>

### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Flessione

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	app-dx		-2557.07	2019.46	4394.40	1.72
SLV	app-dx		-2692.96	2491.71	4394.40	1.63
SLU	estremità		0.00	3357.21	0.00	0.00
SLV	estremità		0.00	3088.38	0.00	0.00

#### Taglio

$$\phi_{staffe} = 10 \text{ mm} \quad \alpha = 90 \text{ }^\circ \text{ inclinazione staffa}$$

$$n_b = 4 \text{ n}^\circ \text{ braccia} \quad s = 100 \text{ mm passo}$$

Combinazione	posizione	V <sub>Rd,0</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	app-dx	622.65	3534.91	3596.03	3534.91	1.75
SLV	app-dx	622.65	3534.91	3596.03	3534.91	1.42
SLU	estremità	622.65	3534.91	3596.03	3534.91	1.05
SLV	estremità	622.65	3534.91	3596.03	3534.91	1.14

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2 \text{ N/mm}^2$   $\sigma_s = 360.0 \text{ N/mm}^2$

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	app-dx		-1829.26	3748.22	2.05

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4 \text{ N/mm}^2$   $\sigma_s = 360.0 \text{ N/mm}^2$

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	app-dx		-1421.49	3748.21	2.64

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$$\alpha_e = 6.00 \quad \phi_{eq} = 24.00$$

$$k_1 = 0.8 \quad k_2 = 0.5 \quad k_3 = 3.4 \quad k_4 = 0.425$$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	app-dx		-1584.60	152	208	9833

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	380827	0.03	0.05%	402.81	0.18	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	app-dx	0.00	-1421.49	136	207	9833

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	380924	0.03	0.04%	402.85	0.17	OK

### 11.3.5 Trave – 1° appoggio sx

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B = 1000 mm base  
H = 1350 mm altezza  
c = 72 mm coprifer.

n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
10	24	4524	84
10	26	5309	132
		-	0
5	24	2262	1266

$N_{Ed}$  positivo di compressione

$M_{Ed}$  positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

$\Sigma$  12095 mm<sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	app-sx		-2121.88	824.66	4394.40	2.07
SLV	app-sx		-2206.94	811.65	4394.40	1.99

##### Taglio

$\phi_{staffe} = 10$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b = 4$  n° braccia  $s = 200$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$	$V_{Rd,s}$	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd}$	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
--------------	-----------	------------	------------	------------	----------	-------------------------

		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	V <sub>Ed</sub>
SLU	app-sx	622.65	1767.45	3596.03	1767.45	2.14
SLV	app-sx	622.65	1767.45	3596.03	1767.45	2.18

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	app-sx		-1518.27	3748.22	2.47

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	app-sx		-1180.59	3748.21	3.17

#### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 24.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	app-sx		-1315.66	126	207	9833

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	380870	0.03	0.04%	402.83	0.15	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	app-sx	0.00	-1180.59	113	207	9833

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	380935	0.03	0.03%	402.86	0.14	OK

### 11.3.6 Piedritto – appoggio inferiore

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo C32/40  $R_{ck} = 40$  N/mm<sup>2</sup>  $f_{ck} = 32$  N/mm<sup>2</sup>

$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85	$f_{cd} =$	18.13	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c =$	33346		3.02	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s =$	200000		450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} =$	1.96		391.3	N/mm <sup>2</sup>

### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base
H =	1200	mm altezza
c =	60	mm coprifer.

$N_{Ed}$  positivo di compressione

$M_{Ed}$  positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
5	24	2262	72
10	28	6158	1014
10	28	6158	1070
10	28	6158	1126
		$\Sigma$ 20735	mm <sup>2</sup>

### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	SX-app-DO	652.28	4654.87	757.09	6656.19	1.43
SLV	SX-app-DO	193.24	5618.75	959.98	6559.86	1.17

#### Taglio

$\phi_{staffe} =$	10	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	3.3	n° braccia	$s =$	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	SX-app-DO	725.24	1313.83	3303.88	1313.83	1.74
SLV	SX-app-DO	659.83	1313.83	3236.21	1313.83	1.37

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c =$  19.2 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	SX-app-DO	531.75	3390.22	4908.61	1.45

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c =$  14.4 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s =$  360.0 N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	SX-app-DO	480.05	2991.53	3664.17	1.22

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

$$\alpha_e = 6.00 \quad \phi_{eq} = 28.00$$

$$k_1 = 0.8 \quad k_2 = 0.5 \quad k_3 = 3.4 \quad k_4 = 0.425$$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	SX-app-DO	500.73	3151.01	195	549	12315

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	217119	0.06	0.08%	240.32	0.18	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	SX-app-DO	480.05	2991.53	185	549	12315

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	217033	0.06	0.08%	240.29	0.19	OK

### 11.3.7 Piedritto – appoggio superiore e campata

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)	
H =	1200	mm altezza	5	24	2262	72	
c =	60	mm coprifer.			-	0	
$N_{Ed}$ positivo di compressione			5	28	3079	1070	
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	28	6158	1126	
y e distanza dell'armatura dal lembo superiore			$\Sigma$			11498	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	SX-app-UP	408.09	1760.41	23.16	3869.85	2.20



SLV	SX-app-UP	250.55	1498.13	75.66	3798.51	2.54
SLU	Campata	527.24	2301.52	302.49	3923.50	1.70
SLV	Campata	235.21	2445.59	457.35	3791.55	1.55

Taglio Elemento non armato a taglio

$\phi_{\text{staffe}} =$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
 $n_b =$  n° braccia  $s = 400$  mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	SX-app-UP	632.63	0.00	0.00	632.63	27.31
SLV	SX-app-UP	610.18	0.00	0.00	610.18	8.06
SLU	Campata	649.61	0.00	0.00	649.61	2.15
SLV	Campata	607.99	0.00	0.00	607.99	1.33

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$M_{Rd}$	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
		[kN]	[kNm]	[kNm]	
RARA	SX-app-UP	287.57	1246.18	3280.66	2.63
RARA	Campata	406.72	1646.99	3326.76	2.02

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$M_{Rd}$	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
		[kN]	[kNm]	[kNm]	
QPER	SX-app-UP	235.86	1004.22	3214.50	3.20
QPER	Campata	355.01	1367.72	3195.24	2.34

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 28.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	SX-app-UP	256.54	1101.00	113	450	9236
FREQ	Campata	375.70	1479.43	151	453	9236

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	250013	0.04	0.03%	285.25	0.10	OK

FREQ	248855	0.04	0.05%	284.65	0.13	OK
------	--------	------	-------	--------	------	----

Comb. Quasi perm.

$k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	SX-app-UP	235.86	1004.22	103	450	9236
QPER	Campata	355.01	1367.72	139	454	9236

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	249910	0.04	0.03%	285.19	0.09	OK
QPER	248544	0.04	0.05%	284.49	0.14	OK

### 11.3.8 Piedritto DX

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	$R_{ck} = 40$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 32$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 18.13$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 33346$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.02$	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B = 1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H = 1000	mm altezza	5	24	2262	72
c = 60	mm coprifer.			-	0
$N_{Ed}$ positivo di compressione				-	0
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione		5	24	2262	928
y distanza dell'armatura dal lembo superiore				$\Sigma$ 4524	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	DOWN	52.59	20.26	31.17	798.23	39.40
SLV	DOWN	-13.03	12.15	20.16	769.06	63.30

##### Taglio

$\phi_{staffe} = 8$	mm	$\alpha = 90$	° inclinazione staffa
$n_b = 3.3$	n° braccia	$s = 200$	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$

SLU	DOWN	336.16	693.34	2652.64	693.34	22.24
SLV	DOWN	326.91	693.34	2644.97	693.34	34.40

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 19.2$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
	RARA	DOWN	52.59	15.01	716.20

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 14.4$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
	QPER	DOWN	52.59	15.01	716.20

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

$\alpha_e = 6.00$   $\phi_{eq} = 24.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.3$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	DOWN	52.59	15.01	1	733	2262

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
FREQ	89158	0.03	0.00%	364.82	0.00	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]
QPER	DOWN	52.59	15.01	1	733	2262

Combinazione	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	w <sub>d</sub> [mm]	Verifica
QPER	89158	0.03	0.00%	364.82	0.00	OK

### 11.3.9 Soletta Inferiore – estremo sinistro

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo C35/45  $R_{ck} = 45$  N/mm<sup>2</sup>  $f_{ck} = 35$  N/mm<sup>2</sup>

$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} =$	0.85	$f_{cd} =$	19.83	N/mm <sup>2</sup>	
		$E_c =$	34077	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} =$	3.21	N/mm <sup>2</sup>
Acciaio	B450C	$E_s =$	210000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\varepsilon'_{se} =$	1.86		$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>

### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\varnothing$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1300	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.	10	28	6158	1102
$N_{Ed}$ positivo di compressione			10	28	6158	1158
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	28	6158	1214
y distanza dell'armatura dal lembo superiore			$\Sigma$		23782	mm <sup>2</sup>

### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	appoggio-S		4654.87	974.05	7499.66	1.61
SLV	appoggio-S		5618.75	883.49	7499.66	1.33

#### Taglio

$\phi_{staffe} =$	10	mm	$\alpha =$	90	° inclinazione staffa
$n_b =$	2.50	n° braccia	s =	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	appoggio-S	677.20	1061.44	3779.28	1061.44	1.09
SLV	appoggio-S	677.20	1061.44	3779.28	1061.44	1.20

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	appoggio-S		3390.22	6104.84	1.80

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	appoggio-S		2991.53	5206.64	1.74

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile

$$\alpha_e = 6.16 \quad \phi_{eq} = 28.00$$

$$k_1 = 0.8 \quad k_2 = 0.5 \quad k_3 = 3.4 \quad k_4 = 0.425$$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	appoggio-S	0.00	3151.01	185	527	12315

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	257767	0.05	0.06%	296.83	0.19	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	x [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	appoggio-S	0.00	2991.53	176	528	12315

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	257423	0.05	0.07%	296.70	0.20	OK

### 11.3.10 Soletta Inferiore – campata

#### Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C35/45	$R_{ck} = 45$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ck} = 35$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c =$	1.5	$\alpha_{cc} = 0.85$		$f_{cd} = 19.83$	N/mm <sup>2</sup>
		$E_c = 34077$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{ctm} = 3.21$	N/mm <sup>2</sup>

Acciaio	B450C	$E_s = 200000$	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} = 450$	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_s =$	1.15	$\epsilon'_{se} = 1.96$		$f_{yd} = 391.3$	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base	n.	$\phi$ (mm)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	y (mm)
H =	1300	mm altezza	10	26	5309	85
c =	72	mm coprifer.			-	0
$N_{Ed}$ positivo di compressione					-	0
$M_{Ed}$ positivo se tende le fibre inferiori della sezione			10	28	6158	1214
y distanza dell'armatura dal lembo superiore				$\Sigma$	11467	mm <sup>2</sup>

#### Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### Flessione

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU	campata		-877.63	275.06	2376.42	2.71

SLV	campata		-439.47	202.01	2376.42	5.41
-----	---------	--	---------	--------	---------	------

Taglio Elemento non armato a taglio

$\phi_{\text{staffe}} =$  mm  $\alpha = 90$  ° inclinazione staffa  
mm  
 $n_b =$  n° braccia  $s = 200$  passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU	campata	511.58	0.00	0.00	511.58	1.86
SLV	campata	511.58	0.00	0.00	511.58	2.53

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica  $\sigma_c = 21.0$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA	campata		-634.81	2128.87	3.35

Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 15.8$  N/mm<sup>2</sup>  $\sigma_s = 360.0$  N/mm<sup>2</sup>

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPER	campata		-610.55	2128.87	3.49

### Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali molto aggressive armatura poco sensibile  
 $\alpha_e = 5.87$   $\phi_{eq} = 28.00$   
 $k_1 = 0.8$   $k_2 = 0.5$   $k_3 = 3.4$   $k_4 = 0.425$

Comb. Frequente  $k_t = 0.6$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
FREQ	campata		-620.25	105	345	5309

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\epsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
FREQ	212500	0.02	0.03%	435.32	0.14	OK

Comb. Quasi perm.  $k_t = 0.4$   $w_{lim} = 0.2$  mm

Combinazione	posizione	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\sigma_s$ [MPa]	$x$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]
QPER	campata	0.00	-610.55	103	345	5309

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{eff}$	$\varepsilon_{sm}$	$\Delta_{smax}$ [mm]	$w_d$ [mm]	Verifica
QPER	212500	0.02	0.03%	435.32	0.13	OK

## 11.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riporta di seguito la verifica a capacità portante con il seguente significato delle simbologie:

- Bx                   Larghezza fondazione in direzione x
- By                   Larghezza fondazione in direzione y
- H                    Altezza della fondazione
- p.p. fond           Peso proprio della fondazione
- $\gamma_{Gpp}$            Coefficiente di sicurezza peso proprio della fondazione
- $N_{Ed, i}$             Azione verticale sollecitante nella direzione i (x,y)
- $H_{Ed, i}$             Azione orizzontale sollecitante nella direzione i (x,y)
- $M_{Ed, i}$             Azione flettente sollecitante nella direzione i (x,y)
- $e_i$                  Eccentricità del carico in direzione i (x,y)
- $\gamma_c$                Coefficiente di sicurezza coesione
- $\gamma_\phi$               Coefficiente di sicurezza angolo attrito
- $\gamma_R$               Coefficiente di sicurezza R
- $c'_{k, d}$             Coesione caratteristica o di progetto
- $\Phi_{k, d}$             Angolo attrito terreno caratteristico o di progetto
- $\gamma_{ak, d}$           Peso specifico acqua di falda, valore caratteristico o di progetto
- $\gamma_{1k, d}$           Peso specifico terreno sopra falda, valore caratteristico o di progetto
- $\gamma_{2k, d}$           Peso specifico terreno sotto falda, valore caratteristico o di progetto
- z                    Dislivello tra piano campagna e quota falda
- Df                   Dislivello tra piano campagna e piano di posa fondazione
- q'                   Pressione permanente a livello piano di posa
- L'                   Lunghezza della fondazione
- $N_q$                 Meyerof

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

- $N_\gamma$               Vesic

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

- $N_c$                 Meyerof

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

- $s_q$                 Fattore di forma

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

- $s_\gamma$               Fattore di forma

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

- $s_c$                 Fattore di forma

$$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$$



- m

$$H \text{ parallelo a } B \ m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

$$H \text{ parallelo a } L \ m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

-  $i_q$

Fattore inclinazione del carico

$$i_q = \left(1 - \frac{V}{N + A_f c \cot\varphi}\right)^m$$

-  $i_\gamma$

Fattore inclinazione del carico

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{V}{N + A_f c \cot\varphi}\right)^{m+1}$$

-  $i_c$

Fattore inclinazione del carico

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan\varphi}$$

-  $d_q$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_q = 1 + 2 \tan\varphi (1 - \sin\varphi)^2 k$$

$$\text{se } \frac{D}{B} < 1 \ k = \frac{D}{B}$$

$$\text{se } \frac{D}{B} > 1 \ k = \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

-  $d_\gamma$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_\gamma = 1$$

-  $d_c$

Fattore profondità del piano di posa

$$d_c = 1 + 0.4k$$

-  $\varepsilon$

Angolo d'inclinazione del piano di posa rispetto l'orizzontale

-  $b_q$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_q = (1 - \varepsilon \tan\varphi)^2$$

-  $b_\gamma$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_\gamma = b_q$$

-  $b_c$

Fattore inclinazione piano di posa

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \tan\varphi}$$

-  $\omega$

Angolo d'inclinazione del piano campagna rispetto l'orizzontale

-  $g_q$

Fattore inclinazione piano campagna

$$g_q = (1 - \tan\omega)^2$$

- $g_\gamma$  Fattore inclinazione piano campagna

$$g_\gamma = g_q$$

- $g_c$  Fattore inclinazione piano campagna

$$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \tan \varphi}$$

- $Q_{lim}$  Capacità portante

$$Q_{lim} = (c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma) B_x B_y$$

- $R_d$  Capacità portante di progetto

$$R_d = \frac{Q_{lim}}{\gamma_R}$$

- $CS$  Coefficiente di sicurezza capacità portante

$$CS = \frac{R_d}{N_{Ed}}$$

- $\delta_{fond}$  Angolo d'attrito terreno – fondazione ( $2/3 \Phi$ )

- $\gamma_{RH}$  Coefficiente di sicurezza R allo scorrimento

- Resistenza allo scorrimento

$$R_d = \frac{N_{Ed} \tan \delta_{fond} + c B' L'}{\gamma_{RH}}$$

- $CS$  Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

$$CS = \frac{R_d}{H_{Ed}}$$

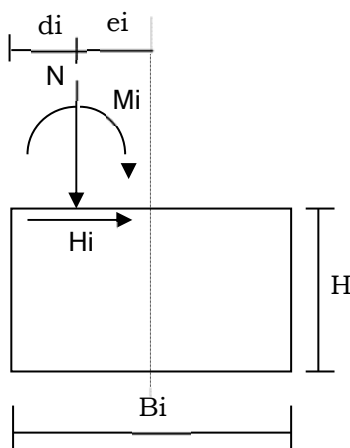
### 11.4.1 Capacità portante e verifica a scorrimento

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

$B_x =$	15.73	m
$B_y =$	1.00	m
$H =$	1.00	m
p.p.fond =	0.00	kN
$\gamma_{Gpp} =$	1.00	

#### SOLLECITAZIONI

Comb	STR50*	
<i>Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione</i>		
$N_G =$	1625.18	kN
$H_{G,x} =$	802.91	kN
$M_{G,x} =$	453.91	kNm
$H_{G,y} =$	0.00	kN
$M_{G,y} =$	0.00	kNm
$N_Q =$	0.00	kN
$H_{Q,x} =$	0.00	kN
$M_{Q,x} =$	0.00	kNm
$H_{Q,y} =$	0.00	kN
$M_{Q,y} =$	0.00	kNm
$d_x =$	7.87	m
$e_x =$	0.00	m
$d_y =$	0.50	m
$e_y =$	0.00	m



#### Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto

$N_G =$	1625.18	kN
$H_{G,x} =$	802.91	kN
$M_{G,x} =$	1256.82	kNm
$H_{G,y} =$	0.00	kN
$M_{G,y} =$	0.00	kNm
$N_Q =$	0.00	kN
$H_{Q,x} =$	0.00	kN
$M_{Q,x} =$	0.00	kNm
$H_{Q,y} =$	0.00	kN
$M_{Q,y} =$	0.00	kNm

#### Sollecitazioni di verifica:

$\gamma_G =$	1.00	
$\gamma_Q =$	1.00	
$N_{Ed} =$	1625.18	kN
$H_{Ed,x} =$	802.91	kN
$M_{Ed,x} =$	1256.82	kNm
$e_x =$	0.77	m
$B'x =$	14.18	m
$H_{Ed,y} =$	0.00	kN

=  $B_x - 2e_x$  = larghezza efficace di fondazione

$M_{Ed,y} =$	0.00	kNm	
$e_y =$	0.00	m	
$B'y =$	1.00	m	= $B_y - 2e_y$ = larghezza efficace di fondazione

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	STR50*	
$\gamma_c =$	1.00	
$\gamma_{\phi} =$	1.00	
$\gamma_{R,v} =$	2.30	
$\gamma_r =$	1.00	
$c'_k =$	0.00	= coesione
$\varphi_k =$	33.00	= angolo di attrito del terreno
$\gamma_{ak} =$	10.00	= peso di volume effettivo dell'acqua di falda
$\gamma_{1k} =$	20.00	= peso di volume effettivo del terreno SOPRA il piano di posa
$\gamma_{2k} =$	20.00	= peso di volume effettivo del terreno SOTTO il piano di posa
$c'_d =$	0.00	
$\varphi_d =$	33°	
$\gamma_{ad} =$	10.00	
$\gamma_{1d} =$	20.00	
$\gamma_{2d} =$	20.00	
$z =$	11.36	= dislivello tra piano campagna e quota falda
$D_f =$	4.75	= dislivello tra piano campagna e piano di posa
$q' = q_0 =$	95.00	= pressione permanente ai bordi della fondazione
$B' =$	1.00	m
$L' =$	14.18	m

### VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	STR50*	
$N_{Ed} =$	1625.18	kN carico verticale
$V_{Ed} =$	802.91	kN carico orizzontale direzione x
$N_q =$	26.09	
$N_r =$	35.19	
$N_c =$	38.64	
$s_q =$	1.05	coefficienti di forma
$s_r =$	0.97	
$s_c = s_c^0 =$	1.05	
$m = m^0 =$	1.07	inclinazione del carico
$i_q =$	0.48	
$i_r =$	0.24	
$i_c =$	0.00	
$d_q =$	1.09	profondità piano di posa
$d_r =$	1.00	
$d_c = d_c^0 =$	1.13	
$\varepsilon =$	0.00	inclinazione piano di posa rispetto l'orizzontale
$b_q =$	1.00	
$b_r =$	1.00	

$b_c =$	1.00	
$\omega =$	30.00	inclinazione piano campagna rispetto l'orizzontale
$g_q =$	0.18	
$g_r =$	0.18	
$g_e =$	0.15	
$Q_{lim} =$	4967.51	kN Carico limite
$R_d =$	2159.79	kN Resistenza di progetto
$N_{Ed} =$	1625.18	kN carico verticale
Verifica	<b>ok</b>	
CS =	1.33	

		M1	M2	
Angolo di attrito terreno	$\phi_k =$	33.00	27.45	
Angolo di attrito terra-opera	$\delta_{fond} =$	33.00	27.45	
Coesione efficace	$c'_k =$	0.00	0.00	kPa
Coesione non drenata	$c_{uk} =$	0.00	0.00	kPa
	$\gamma_{R,h} =$	1.1	1.1	

Tipo	Comb	Azione <b>N</b> kN	B' m	L' m	Resistenza allo scorrimento	Azioni sollecitanti <b>Vx</b> kN	Verifica <b>dir x</b>	CS <b>dir x</b>
M1	STR50*	-1625.18	1.00	14.18	959.46	802.91	<b>ok</b>	1.19
M1	STR10*	-1368.40	1.00	15.10	807.86	802.91	<b>ok</b>	1.01
M1	STR50*	-1368.40	1.00	15.10	807.86	802.91	<b>ok</b>	1.01

\*Nella verifica a scorrimento in questione è stato considerato anche il peso permanente portato dalle opere di finiture interne alla galleria (pavimentazione stradale e riempimento misto-cementato, valutati sulla sezione di spessore minimo e larghezza minima a favore di sicurezza)

## 12 VERIFICA DI STABILITÀ DEL PENDIO

Si riporta la verifica della sezione più gravosa per tutta la galleria, A118, corrispondente alla progressiva pk +960,22.

I carichi considerati sono:

- Carico stradale pari a 20kPa;
- Carico neve pari a 3.13kPa;
- Sisma  $k_H = a_g(g) \cdot S_S \cdot S_T \cdot \beta_m = 0.167 \cdot 1.2 \cdot 1.2 \cdot 0.38 = 0.091$
- •  $k_v = 0.5 \cdot k_H = 0.046$

La seguente immagine riporta il modello di calcolo

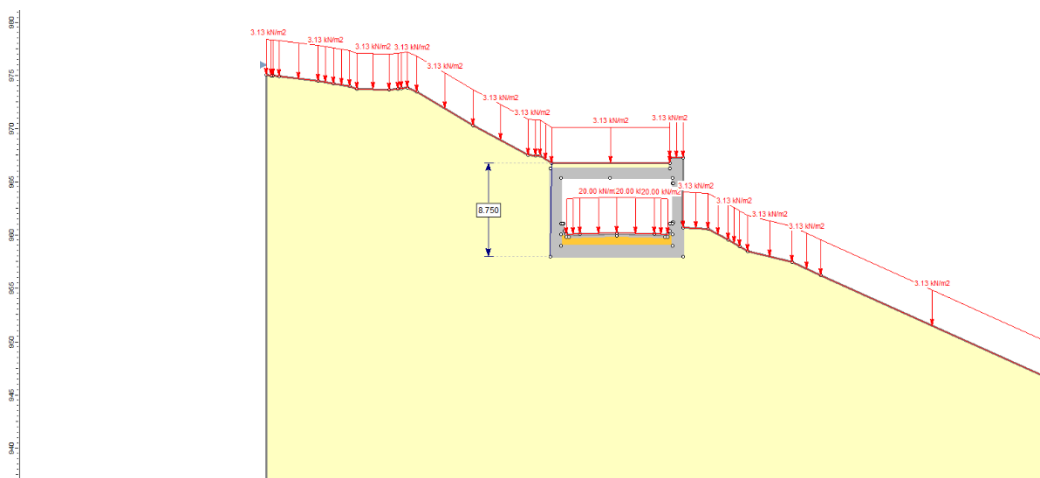


Figura 12-1: Modello di calcolo – GA03

### 12.1 CONDIZIONI STATICHE – GEOTECNICA A2+M2

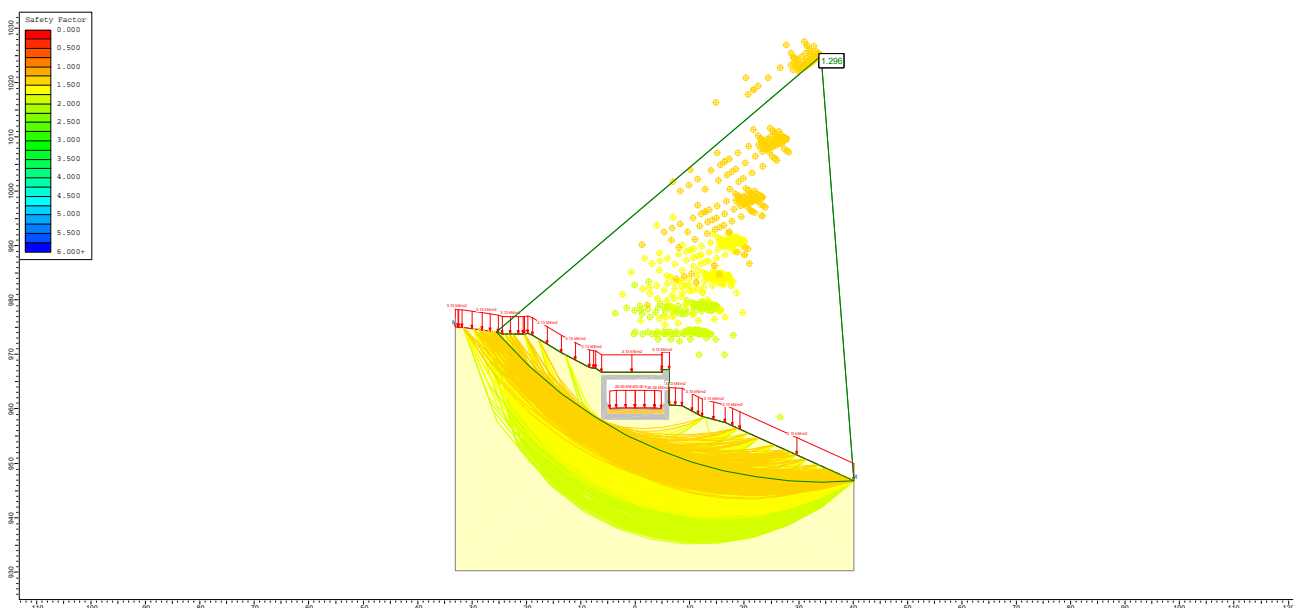


Figura 12-2 – Verifica di stabilità globale - Statica – A2+M2

Il coefficiente di sicurezza risulta:  $FS = 1.296 > 1.0$ .

La verifica è quindi soddisfatta.

## 12.2 CONDIZIONI SISMICHE

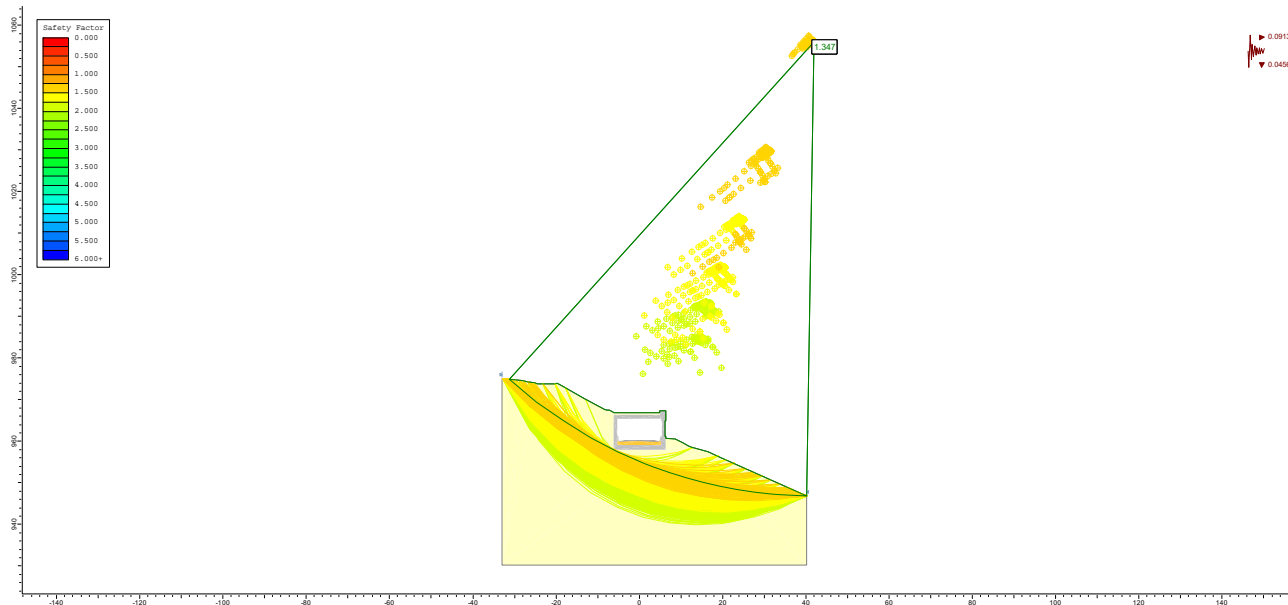


Figura 12-3 – Verifica di stabilità globale – Sismica

Il coefficiente di sicurezza risulta:  $FS = 1.347 > 1.0$ .

La verifica è quindi soddisfatta.

## 13 APPENDICE A

Si riportano le azioni di carico utilizzate per la definizione delle combinazioni con le relative sigle e descrizioni esplicative.

Azione di Carico	Descrizione	
DEAD	Peso Proprio	PERMANENTE
PERM	Carico permanente della pavimentazione, del ricoprimento e del massetto di protezione dell'impermeabilizzazione in cls	
TERRENO	Carico del terreno sui piedini di fondazione (se presenti)	
RITIRO	Effetto Ritiro Differenziale	TERMICA RIT
TEMP_U	Variazione termica uniforme (+)	
GRAD_A	Variazione termica non uniforme (gradiente $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ; $+2.5/-2.5^{\circ}\text{C}$ )	
GRAD_B	Variazione termica non uniforme (gradiente $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ; $-2.5/+2.5^{\circ}\text{C}$ )	SPINTE DELLE TERRE
SP_SX_M1_K0	Spinta del terreno sul ritto sinistro in condizioni a riposo ( $k_0$ ) con parametri della combinazione A1, M1, R1	
SP_DX_M1_K0	Spinta del terreno sul ritto destro in condizioni a riposo ( $k_0$ ) con parametri della combinazione A1, M1, R1	TRAFFICO VEICOLARE
TR_TA_A	Schema di carico 1 - Carico $Q_{1k}$ – Posizione: Mezzeria Soletta Superiore	
TR_TA_B	Schema di carico 1 - Carico $Q_{1k}$ – Posizione: Prossimità ritto	
TR_UD	Schema di carico 1 - Carico $q_{1k}$ – Posizione: Soletta Superiore	
SP_TR_TA_SX_M1_K0	Spinta del Carico $Q_{1k}$ sul ritto sinistro in condizioni a riposo ( $k_0$ ) con parametri della combinazione A1, M1, R1	
SP_TR_TA_DX_M1_K0	Spinta del Carico $Q_{1k}$ sul ritto destro in condizioni a riposo ( $k_0$ ) con parametri della combinazione A1, M1, R2	
SP_TR_UD_SX_M1_K0	Spinta del Carico $q_{1k}$ sul ritto sinistro in condizioni a riposo ( $k_0$ ) con parametri della combinazione A1, M1, R1	
SP_TR_UD_DX_M1_K0	Spinta del Carico $q_{1k}$ sul ritto destro in condizioni a riposo ( $k_0$ ) con parametri della combinazione A1, M1, R1	
FRENATURA	Azione longitudinale di frenamento	SISMICA
QUAKE_X	Azione sismica nella direzione U1 (orizzontale)	
QUAKE_Z	Azione sismica nella direzione U3 – Concorde con il verso dell'asse z (verticale)	
QUAKE_Z_PERM	Azione inerziale nella direzione U3 del ricoprimento (considerata solo se sfavorevole)	
INCR_SP_SX	Incremento sismico della spinta del terreno sul ritto sinistro	

Le singole combinazioni implementate sono riportate di seguito esplicitando i coefficienti attribuiti alle varie voci di carico. Si noti che la definizione delle combinazioni è di carattere **generale**: non tutte le voci di carico incluse nelle combinazioni hanno carichi effettivamente inseriti nel modello per la specifica opera. Per conoscere i carichi effettivamente considerati relativamente alla specifica opera si rimanda al paragrafo dedicato alla descrizione dei carichi.



## A.1 COMBO SLU

Combo SLU	DEAD	PERM	TERRENO	RITIRO	TEMP_U	GRAD_A	GRAD_B	SP_SX_M1_K0	SP_DX_M1_K0	TR_TA_A	TR_TA_B	TR_UD	SP_TR_TA_SX_M1_K0	SP_TR_UD_SX_M1_K0	FRENATURA
STR1	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.00	1.00	1.35		1.35			
STR2	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.35	1.35		1.35		1.35	
STR3	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.35	1.35		1.35		1.35	
STR4	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.35	1.35		1.35		1.35	
STR5	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.35	1.35		1.35		1.35	
STR6	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.00	1.35		1.35		1.35	
STR7	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00	1.35		1.35		1.35	
STR8	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.00	1.35		1.35		1.35	
STR9	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00	1.35		1.35		1.35	
STR10	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00					1.35	
STR11	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.00		1.35		1.35			
STR12	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.35		1.35		1.35	
STR13	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.35		1.35		1.35	
STR14	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.35		1.35		1.35	
STR15	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.35		1.35		1.35	
STR16	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.35		1.35		1.35	
STR17	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.35		1.35		1.35	
STR18	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.35		1.35		1.35	
STR19	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.35		1.35		1.35	
STR20	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72		1.35						1.35	
STR21	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35			
STR22	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35		1.35		1.35	
STR23	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35		1.35	
STR24	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35		1.35		1.35	
STR25	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35		1.35	
STR26	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35		1.35		1.35	
STR27	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35		1.35	
STR28	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35		1.35		1.35	
STR29	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35		1.35	
STR30	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72								1.35	
STR31	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35			
STR32	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35		1.35		1.35	
STR33	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35		1.35	
STR34	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35		1.35		1.35	
STR35	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35		1.35	
STR36	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35		1.35		1.35	
STR37	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35		1.35		1.35	
STR38	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35		1.35		1.35	

STR39	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72			1.35	1.35	1.35
STR40	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72					1.35
STR41	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72	1.00	1.00	1.35	1.35	
STR42	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.35	1.35	1.35
STR43	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.35	1.35	1.35
STR44	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.35	1.35	1.35
STR45	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.35	1.35	1.35
STR46	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.00	1.35	1.35
STR47	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00	1.35	1.35
STR48	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.00	1.35	1.35
STR49	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00	1.35	1.35
STR50	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00		1.35
STR51	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.00		1.35	1.35
STR52	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.35	1.35
STR53	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.35	1.35
STR54	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.35	1.35
STR55	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.35	1.35
STR56	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.35	1.35
STR57	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.35	1.35
STR58	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.35	1.35
STR59	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.35	1.35
STR60	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72		1.35			1.35
STR61	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR62	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35	1.35
STR63	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR64	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35	1.35
STR65	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR66	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35	1.35
STR67	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR68	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35	1.35
STR69	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR70	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72					1.35
STR71	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR72	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35	1.35
STR73	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR74	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35	1.35
STR75	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR76	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35	1.35
STR77	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR78	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.35	1.35
STR79	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.35	1.35
STR80	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72					1.35
STR81	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72	1.00	1.00		1.35	
STR82	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.35	1.35	1.35
STR83	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.35	1.35	1.35

STR84	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.35		1.35	1.35	1.35
STR85	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.35		1.35	1.35	1.35
STR86	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.00		1.35	1.35	1.35
STR87	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00		1.35	1.35	1.35
STR88	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.00		1.35	1.35	1.35
STR89	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00		1.35	1.35	1.35
STR90	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00			1.35	1.35
STR91	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.00				1.35	
STR92	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35			1.35	1.35	1.35
STR93	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35			1.35	1.35	1.35
STR94	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35			1.35	1.35	1.35
STR95	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35			1.35	1.35	1.35
STR96	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35			1.35	1.35	1.35
STR97	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35			1.35	1.35	1.35
STR98	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35			1.35	1.35	1.35
STR99	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35			1.35	1.35	1.35
STR100	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72		1.35				1.35	1.35
STR101	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72						1.35	
STR102	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72				1.35	1.35	1.35
STR103	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72					1.35	1.35	1.35
STR104	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72				1.35	1.35	1.35
STR105	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72					1.35	1.35	1.35
STR106	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72				1.35	1.35	1.35
STR107	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72					1.35	1.35	1.35
STR108	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72				1.35	1.35	1.35
STR109	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72					1.35	1.35	1.35
STR110	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72						1.35	1.35
STR111	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72						1.35	
STR112	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72				1.35	1.35	1.35
STR113	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72					1.35	1.35	1.35
STR114	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72				1.35	1.35	1.35
STR115	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72					1.35	1.35	1.35
STR116	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72				1.35	1.35	1.35
STR117	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72					1.35	1.35	1.35
STR118	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72				1.35	1.35	1.35
STR119	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72					1.35	1.35	1.35
STR120	1.00	1.00	1.00	1.20	-0.72	0.72						1.35	1.35
STR121	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.35	1.01	0.54	0.54	1.35
STR122	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.35	1.01	0.54	0.54	1.35
STR123	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.35	1.01	0.54	0.54	1.35
STR124	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.35	1.01	0.54	0.54	1.35
STR125	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.00	1.01	0.54	0.54	1.35
STR126	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00	1.01	0.54	0.54	1.35
STR127	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35	1.00	1.01	0.54	0.54	1.35
STR128	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35	1.00	1.01	0.54	0.54	1.35

STR129	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.01	0.54	0.54	1.35
STR130	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.01	0.54	0.54	1.35
STR131	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.01	0.54	0.54	1.35
STR132	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.01	0.54	0.54	1.35
STR133	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.01	0.54	0.54	1.35
STR134	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.01	0.54	0.54	1.35
STR135	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72	1.35		1.01	0.54	0.54	1.35
STR136	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72		1.35		1.01	0.54	0.54	1.35
STR137	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.01	0.54	0.54	1.35
STR138	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.01	0.54	0.54	1.35
STR139	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.01	0.54	0.54	1.35
STR140	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.01	0.54	0.54	1.35
STR141	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.01	0.54	0.54	1.35
STR142	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.01	0.54	0.54	1.35
STR143	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.01	0.54	0.54	1.35
STR144	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.01	0.54	0.54	1.35
STR145	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.01	0.54	0.54	1.35
STR146	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.01	0.54	0.54	1.35
STR147	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.01	0.54	0.54	1.35
STR148	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.01	0.54	0.54	1.35
STR149	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.01	0.54	0.54	1.35
STR150	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.01	0.54	0.54	1.35
STR151	1.35	1.35	1.35	1.20	0.72		0.72			1.01	0.54	0.54	1.35
STR152	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.72	0.72				1.01	0.54	0.54	1.35
STR153	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.00	1.00	1.01	0.54		
STR154	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35	1.35	1.01	0.54	0.54	
STR155	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.35	1.01	0.54	0.54	
STR156	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35	1.35	1.01	0.54	0.54	
STR157	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.35	1.01	0.54	0.54	
STR158	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35	1.00	1.01	0.54	0.54	
STR159	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.00	1.01	0.54	0.54	
STR160	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35	1.00	1.01	0.54	0.54	
STR161	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.00	1.01	0.54	0.54	
STR162	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.00				0.54
STR163	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.00		1.01	0.54		
STR164	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35		1.01	0.54	0.54	
STR165	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35		1.01	0.54	0.54	
STR166	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35		1.01	0.54	0.54	
STR167	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35		1.01	0.54	0.54	
STR168	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35		1.01	0.54	0.54	
STR169	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35		1.01	0.54	0.54	
STR170	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35		1.01	0.54	0.54	
STR171	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35		1.01	0.54	0.54	
STR172	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20		1.35					0.54
STR173	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20				1.01	0.54		

STR174	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR175	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR176	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR177	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR178	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR179	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR180	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR181	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR182	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20			0.54		
STR183	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54			
STR184	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR185	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR186	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR187	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR188	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR189	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR190	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR191	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.01	0.54	0.54		
STR192	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20			0.54		
STR193	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.00	1.00	1.01	0.54	
STR194	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.35	1.35	1.01	0.54	0.54
STR195	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.35	1.35	1.01	0.54	0.54
STR196	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.35	1.35	1.01	0.54	0.54
STR197	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.35	1.35	1.01	0.54	0.54
STR198	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.35	1.00	1.01	0.54	0.54
STR199	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.35	1.00	1.01	0.54	0.54
STR200	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.35	1.00	1.01	0.54	0.54
STR201	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.35	1.00	1.35	0.54	0.54
STR202	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20	1.35	1.00			0.54
STR203	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.00		1.01	0.54	
STR204	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.35		1.01	0.54	0.54
STR205	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.35		1.01	0.54	0.54
STR206	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.35		1.01	0.54	0.54
STR207	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.35		1.01	0.54	0.54
STR208	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.35		1.01	0.54	0.54
STR209	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.35		1.01	0.54	0.54
STR210	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	1.35		1.01	0.54	0.54
STR211	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	1.35		1.35	0.54	0.54
STR212	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20	1.35				0.54
STR213	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.01	0.54	
STR214	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20			1.01	0.54	0.54
STR215	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.01	0.54	0.54
STR216	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20			1.01	0.54	0.54
STR217	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.01	0.54	0.54
STR218	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20			1.01	0.54	0.54

STR219	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.01	0.54	0.54	
STR220	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20		1.01	0.54	0.54	
STR221	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.35	0.54	0.54	
STR222	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20					0.54	
STR223	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.01	0.54		
STR224	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20		1.01	0.54	0.54	
STR225	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.01	0.54	0.54	
STR226	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20		1.01	0.54	0.54	
STR227	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.01	0.54	0.54	
STR228	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20		1.01	0.54	0.54	
STR229	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.01	0.54	0.54	
STR230	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20		1.01	0.54	0.54	
STR231	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20			1.35	0.54	0.54	
STR232	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20					0.54	
STR233	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.00	1.00	0.54		
STR234	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35	1.35	0.54	1.01	0.54
STR235	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.35	0.54	1.01	0.54
STR236	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35	1.35	0.54	1.01	0.54
STR237	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.35	0.54	1.01	0.54
STR238	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35	1.00	0.54	1.01	0.54
STR239	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.00	0.54	1.01	0.54
STR240	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35	1.00	0.54	1.01	0.54
STR241	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.00	0.54	1.01	0.54
STR242	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20		1.35	1.00		1.01	0.54
STR243	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.00		0.54		
STR244	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35		0.54	1.01	0.54
STR245	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35		0.54	1.01	0.54
STR246	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35		0.54	1.01	0.54
STR247	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35		0.54	1.01	0.54
STR248	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35		0.54	1.01	0.54
STR249	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35		0.54	1.01	0.54
STR250	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20	1.35		0.54	1.01	0.54
STR251	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20		1.35		0.54	1.01	0.54
STR252	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20		1.35			1.01	0.54
STR253	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20				0.54		
STR254	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20			0.54	1.01	0.54
STR255	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20				0.54	1.01	0.54
STR256	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20			0.54	1.01	0.54
STR257	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20				0.54	1.01	0.54
STR258	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20			0.54	1.01	0.54
STR259	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20				0.54	1.01	0.54
STR260	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20		1.20			0.54	1.01	0.54
STR261	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20				0.54	1.01	0.54
STR262	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20					1.01	0.54
STR263	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20				0.54		

STR264	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.54	1.01	0.54
STR265	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	0.54	1.01	0.54
STR266	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.54	1.01	0.54
STR267	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	0.54	1.01	0.54
STR268	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.54	1.01	0.54
STR269	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	0.54	1.01	0.54
STR270	1.35	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.54	1.01	0.54
STR271	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.20	1.20	0.54	1.01	0.54
STR272	1.00	1.00	1.00	1.20	-1.20	1.20		1.01	0.54

## A.2 combo sIE – RARA

Combo SIE - rara	DEAD	PERM	TERRENO	RITIRO	TEMP_U	GRAD_A	GRAD_B	SP_SX_M1_K0	SP_DX_M1_K0	TR_TA_A	TR_TA_B	TR_UD	SP_TR_TA_SX_M1_K0	SP_TR_UD_SX_M1_K0	FRENATURA
RARA1	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00	1.00		1.00			
RARA2	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00	1.00		1.00		1.00	
RARA3	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00	1.00		1.00		1.00	
RARA4	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00	1.00		1.00		1.00	
RARA5	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00	1.00		1.00		1.00	
RARA6	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00					1.00	
RARA7	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00		1.00		1.00			
RARA8	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00		1.00		1.00		1.00	
RARA9	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00		1.00		1.00		1.00	
RARA10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00		1.00		1.00		1.00	
RARA11	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00		1.00		1.00		1.00	
RARA12	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00						1.00	
RARA13	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				1.00		1.00			
RARA14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60			1.00		1.00		1.00	
RARA15	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				1.00		1.00		1.00	
RARA16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60			1.00		1.00		1.00	
RARA17	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				1.00		1.00		1.00	
RARA18	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60								1.00	
RARA19	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				1.00		1.00			
RARA20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60			1.00		1.00		1.00	
RARA21	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				1.00		1.00		1.00	
RARA22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60			1.00		1.00		1.00	
RARA23	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				1.00		1.00		1.00	
RARA24	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60								1.00	
RARA25	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00		1.00	1.00			
RARA26	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	
RARA27	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	
RARA28	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	
RARA29	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00		1.00	1.00		1.00	
RARA30	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00					1.00	
RARA31	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00			1.00	1.00			
RARA32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00			1.00	1.00		1.00	
RARA33	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00			1.00	1.00		1.00	
RARA34	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00			1.00	1.00		1.00	
RARA35	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00			1.00	1.00		1.00	
RARA36	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00						1.00	
RARA37	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00	1.00			
RARA38	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60				1.00	1.00		1.00	



RARA39	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60			1.00	1.00	1.00		
RARA40	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60		1.00	1.00	1.00		
RARA41	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60			1.00	1.00	1.00		
RARA42	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						1.00	
RARA43	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60			1.00	1.00			
RARA44	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60		1.00	1.00	1.00		
RARA45	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60			1.00	1.00	1.00		
RARA46	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60		1.00	1.00	1.00		
RARA47	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60			1.00	1.00	1.00		
RARA48	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						1.00	
RARA49	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00		1.00		
RARA50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00		1.00	1.00	
RARA51	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00		1.00	1.00	
RARA52	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00		1.00	1.00	
RARA53	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00		1.00	1.00	
RARA54	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00		1.00	1.00	
RARA55	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00			1.00		
RARA56	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00			1.00	1.00	
RARA57	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00			1.00	1.00	
RARA58	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00			1.00	1.00	
RARA59	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00			1.00	1.00	
RARA60	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00			1.00	1.00	
RARA61	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00		
RARA62	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60				1.00	1.00	
RARA63	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00	1.00	
RARA64	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60				1.00	1.00	
RARA65	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00	1.00	
RARA66	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00	1.00	
RARA67	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00		
RARA68	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60				1.00	1.00	
RARA69	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00	1.00	
RARA70	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60				1.00	1.00	
RARA71	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00	1.00	
RARA72	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60					1.00	1.00	
RARA73	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	1.00
RARA74	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	1.00
RARA75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	1.00
RARA76	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	1.00
RARA77	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00		0.75	0.40	0.40	1.00
RARA78	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00		0.75	0.40	0.40	1.00
RARA79	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00		0.75	0.40	0.40	1.00
RARA80	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00		0.75	0.40	0.40	1.00
RARA81	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60			0.75	0.40	0.40	1.00
RARA82	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				0.75	0.40	0.40	1.00
RARA83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60			0.75	0.40	0.40	1.00

RARA84	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				0.75	0.40	0.40	1.00
RARA85	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60			0.75	0.40	0.40	1.00
RARA86	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				0.75	0.40	0.40	1.00
RARA87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60			0.75	0.40	0.40	1.00
RARA88	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60				0.75	0.40	0.40	1.00
RARA89	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00	0.75	0.40		
RARA90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	
RARA91	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	
RARA92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	
RARA93	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	
RARA94	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00			0.40	
RARA95	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.75	0.40		
RARA96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA97	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA99	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA100	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00				0.40	
RARA101	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.75	0.40		
RARA102	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.75	0.40	0.40	
RARA103	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.75	0.40	0.40	
RARA104	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.75	0.40	0.40	
RARA105	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.75	0.40	0.40	
RARA106	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00						0.40	
RARA107	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.75	0.40		
RARA108	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.75	0.40	0.40	
RARA109	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.75	0.40	0.40	
RARA110	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.75	0.40	0.40	
RARA111	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.75	0.40	0.40	
RARA112	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00						0.40	
RARA113	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00	0.75	0.40		
RARA114	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	
RARA115	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	
RARA116	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	
RARA117	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00	0.75	0.40	0.40	
RARA118	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00			0.40	
RARA119	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.75	0.40		
RARA120	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA121	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA122	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA123	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA124	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00				0.40	
RARA125	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.75	0.40		
RARA126	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.75	0.40	0.40	
RARA127	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.75	0.40	0.40	
RARA128	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.75	0.40	0.40	

RARA129	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00			0.75	0.40	0.40	
RARA130	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00					0.40	
RARA131	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00			0.75	0.40		
RARA132	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA133	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00			0.75	0.40	0.40	
RARA134	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00		0.75	0.40	0.40	
RARA135	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00			0.75	0.40	0.40	
RARA136	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00					0.40	
RARA137	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00		0.40		
RARA138	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.40	0.75	0.40
RARA139	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00	0.40	0.75	0.40
RARA140	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.40	0.75	0.40
RARA141	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00	0.40	0.75	0.40
RARA142	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00	1.00		0.75	0.40
RARA143	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.40		
RARA144	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00		0.40	0.75	0.40
RARA145	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.40	0.75	0.40
RARA146	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00		0.40	0.75	0.40
RARA147	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00		0.40	0.75	0.40
RARA148	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00		1.00			0.75	0.40
RARA149	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.40		
RARA150	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.40	0.75	0.40
RARA151	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.40	0.75	0.40
RARA152	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.40	0.75	0.40
RARA153	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.40	0.75	0.40
RARA154	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00					0.75	0.40
RARA155	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.40		
RARA156	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.40	0.75	0.40
RARA157	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.40	0.75	0.40
RARA158	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00			0.40	0.75	0.40
RARA159	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00				0.40	0.75	0.40
RARA160	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00					0.75	0.40

### A.3 combo sIE – frequente

Combo sIE - frequente	DEAD	PERM	TERRENO	RITIRO	TEMP_U	GRAD_A	GRAD_B	SP_SX_M1_K0	SP_DX_M1_K0	TR_TA_A	TR_TA_B	TR_UD	SP_TR_TA_SX_M1_K0	SP_TR_UD_SX_M1_K0	FRENATURA
FREQ1	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00	0.75		0.40			
FREQ2	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00	1.00	0.75		0.40		0.40	
FREQ3	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00	0.75		0.40		0.40	
FREQ4	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00	1.00	0.75		0.40		0.40	
FREQ5	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00	0.75		0.40		0.40	
FREQ6	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00					0.40	
FREQ7	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00		0.75		0.40			
FREQ8	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00		0.75		0.40		0.40	
FREQ9	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00		0.75		0.40		0.40	
FREQ10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00		0.75		0.40		0.40	
FREQ11	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00		0.75		0.40		0.40	
FREQ12	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00						0.40	
FREQ13	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50				0.75		0.40			
FREQ14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50			0.75		0.40		0.40	
FREQ15	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50				0.75		0.40		0.40	
FREQ16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50			0.75		0.40		0.40	
FREQ17	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50				0.75		0.40		0.40	
FREQ18	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50								0.40	
FREQ19	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50				0.75		0.40			
FREQ20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50			0.75		0.40		0.40	
FREQ21	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50				0.75		0.40		0.40	
FREQ22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50			0.75		0.40		0.40	
FREQ23	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50				0.75		0.40		0.40	
FREQ24	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50								0.40	
FREQ25	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00		0.75	0.40			
FREQ26	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00	1.00		0.75	0.40		0.40	
FREQ27	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00		0.75	0.40		0.40	
FREQ28	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00	1.00		0.75	0.40		0.40	
FREQ29	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00		0.75	0.40		0.40	
FREQ30	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00					0.40	
FREQ31	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00			0.75	0.40			
FREQ32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00			0.75	0.40		0.40	
FREQ33	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00			0.75	0.40		0.40	
FREQ34	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00			0.75	0.40		0.40	
FREQ35	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00			0.75	0.40		0.40	
FREQ36	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00						0.40	
FREQ37	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50					0.75	0.40			
FREQ38	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50				0.75	0.40		0.40	

FREQ39	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50			0.75	0.40	0.40			
FREQ40	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50		0.75	0.40	0.40			
FREQ41	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50			0.75	0.40	0.40			
FREQ42	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50						0.40		
FREQ43	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50			0.75	0.40				
FREQ44	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50		0.75	0.40	0.40			
FREQ45	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50			0.75	0.40	0.40			
FREQ46	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50		0.75	0.40	0.40			
FREQ47	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50			0.75	0.40	0.40			
FREQ48	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50						0.40		
FREQ49	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00		0.40			
FREQ50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00	1.00		0.40	0.75	0.40	
FREQ51	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00		0.40	0.75	0.40	
FREQ52	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00	1.00		0.40	0.75	0.40	
FREQ53	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00		0.40	0.75	0.40	
FREQ54	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00			0.75	0.40	
FREQ55	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00			0.40			
FREQ56	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00			0.40	0.75	0.40	
FREQ57	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00			0.40	0.75	0.40	
FREQ58	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00			0.40	0.75	0.40	
FREQ59	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00			0.40	0.75	0.40	
FREQ60	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00				0.75	0.40	
FREQ61	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50					0.40			
FREQ62	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50				0.40	0.75	0.40	
FREQ63	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50					0.40	0.75	0.40	
FREQ64	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50				0.40	0.75	0.40	
FREQ65	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50					0.40	0.75	0.40	
FREQ66	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50						0.75	0.40	
FREQ67	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50					0.40			
FREQ68	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50				0.40	0.75	0.40	
FREQ69	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50					0.40	0.75	0.40	
FREQ70	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50				0.40	0.75	0.40	
FREQ71	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50					0.40	0.75	0.40	
FREQ72	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50						0.75	0.40	
FREQ73	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00	1.00		0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ74	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00		0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00	1.00		0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ76	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00	1.00		0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ77	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00			0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ78	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00			0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ79	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50	1.00			0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ80	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50		1.00			0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ81	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50				0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ82	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50					0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50				0.75	0.40	0.40	0.75

FREQ84	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50			0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ85	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50		0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ86	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50			0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50		0.50		0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ88	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.50	0.50			0.75	0.40	0.40	0.75
FREQ89	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00			
FREQ90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00			
FREQ91	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00			
FREQ92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00			
FREQ93	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00				
FREQ94	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00				
FREQ95	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00				
FREQ96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00				
FREQ97	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						
FREQ98	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60					
FREQ99	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						
FREQ100	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60					
FREQ101	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						
FREQ102	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60					
FREQ103	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						
FREQ104	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60					
FREQ105	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00			
FREQ106	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00			
FREQ107	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00			
FREQ108	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00			
FREQ109	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00				
FREQ110	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00				
FREQ111	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00				
FREQ112	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00				
FREQ113	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						
FREQ114	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60					
FREQ115	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						
FREQ116	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60					
FREQ117	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						
FREQ118	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60					
FREQ119	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60						
FREQ120	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60					
FREQ121	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00			
FREQ122	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00			
FREQ123	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00	1.00			
FREQ124	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00	1.00			
FREQ125	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00				
FREQ126	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00				
FREQ127	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60		1.00				
FREQ128	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60		0.60	1.00				

FREQ129	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
FREQ130	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60
FREQ131	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
FREQ132	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60
FREQ133	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
FREQ134	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60
FREQ135	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
FREQ136	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60

#### A.4 combo sIE – quasi permanente

COMBO SIE - qperm	DEAD	PERM	TERRENO	RITIRO	TEMP_U	GRAD_A	GRAD_B	SP_SX_M1_K0	SP_DX_M1_K0
QPER1	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1
QPER2	1	1	1	1	0.5		0.5	1	1
QPER3	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1
QPER4	1	1	1	1	0.5		0.5	1	1
QPER5	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1
QPER6	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	
QPER7	1	1	1	1	0.5		0.5	1	
QPER8	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	
QPER9	1	1	1	1	0.5		0.5	1	
QPER10	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	
QPER11	1	1	1	1	-0.5	0.5			
QPER12	1	1	1	1	0.5		0.5		
QPER13	1	1	1	1	-0.5	0.5			
QPER14	1	1	1	1	0.5		0.5		
QPER15	1	1	1	1	-0.5	0.5			
QPER16	1	1	1	1	-0.5	0.5			
QPER17	1	1	1	1	0.5		0.5		
QPER18	1	1	1	1	-0.5	0.5			
QPER19	1	1	1	1	0.5		0.5		
QPER20	1	1	1	1	-0.5	0.5			



## A.5 combo SLV

COMBO SLV	DEAD	PERM	TERRENO	RITIRO	TEMP_U	GRAD_A	GRAD_B	SP_SX_M1_K0	SP_DX_M1_K0	QUAKE_X	QUAKE_Z	QUAKE_Z_PERM	INCR_SP_SX
SLV1	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	1	0.3	0.3	1
SLV2	1	1	1	1	0.5		0.5	1	1	1	0.3	0.3	1
SLV3	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	1	0.3	0.3	1
SLV4	1	1	1	1	0.5		0.5	1	1	1	0.3	0.3	1
SLV5	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	1	0.3	0.3	1
SLV6	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		1	0.3	0.3	1
SLV7	1	1	1	1	0.5		0.5	1		1	0.3	0.3	1
SLV8	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		1	0.3	0.3	1
SLV9	1	1	1	1	0.5		0.5	1		1	0.3	0.3	1
SLV10	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		1	0.3	0.3	1
SLV11	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	0.3	0.3	1
SLV12	1	1	1	1	0.5		0.5			1	0.3	0.3	1
SLV13	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	0.3	0.3	1
SLV14	1	1	1	1	0.5		0.5			1	0.3	0.3	1
SLV15	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	0.3	0.3	1
SLV16	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	0.3	0.3	1
SLV17	1	1	1	1	0.5		0.5			1	0.3	0.3	1
SLV18	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	0.3	0.3	1
SLV19	1	1	1	1	0.5		0.5			1	0.3	0.3	1
SLV20	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	0.3	0.3	1
SLV21	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	1	-0.3		1
SLV22	1	1	1	1	0.5		0.5	1	1	1	-0.3		1
SLV23	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	1	-0.3		1
SLV24	1	1	1	1	0.5		0.5	1	1	1	-0.3		1
SLV25	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	1	-0.3		1
SLV26	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		1	-0.3		1
SLV27	1	1	1	1	0.5		0.5	1		1	-0.3		1
SLV28	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		1	-0.3		1
SLV29	1	1	1	1	0.5		0.5	1		1	-0.3		1
SLV30	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		1	-0.3		1
SLV31	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	-0.3		1
SLV32	1	1	1	1	0.5		0.5			1	-0.3		1
SLV33	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	-0.3		1
SLV34	1	1	1	1	0.5		0.5			1	-0.3		1
SLV35	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	-0.3		1
SLV36	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	-0.3		1
SLV37	1	1	1	1	0.5		0.5			1	-0.3		1
SLV38	1	1	1	1	-0.5	0.5				1	-0.3		1

SLV39	1	1	1	1	0.5	0.5			1	-0.3	1	
SLV40	1	1	1	1	-0.5	0.5			1	-0.3	1	
SLV41	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	0.3	1	0.3
SLV42	1	1	1	1	0.5	0.5		1	1	0.3	1	0.3
SLV43	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	0.3	1	0.3
SLV44	1	1	1	1	0.5	0.5		1	1	0.3	1	0.3
SLV45	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	0.3	1	0.3
SLV46	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		0.3	1	0.3
SLV47	1	1	1	1	0.5	0.5		1		0.3	1	0.3
SLV48	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		0.3	1	0.3
SLV49	1	1	1	1	0.5	0.5		1		0.3	1	0.3
SLV50	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		0.3	1	0.3
SLV51	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV52	1	1	1	1	0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV53	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV54	1	1	1	1	0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV55	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV56	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV57	1	1	1	1	0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV58	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV59	1	1	1	1	0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV60	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	1	0.3
SLV61	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	0.3	-1	0.3
SLV62	1	1	1	1	0.5	0.5		1	1	0.3	-1	0.3
SLV63	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	0.3	-1	0.3
SLV64	1	1	1	1	0.5	0.5		1	1	0.3	-1	0.3
SLV65	1	1	1	1	-0.5	0.5		1	1	0.3	-1	0.3
SLV66	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		0.3	-1	0.3
SLV67	1	1	1	1	0.5	0.5		1		0.3	-1	0.3
SLV68	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		0.3	-1	0.3
SLV69	1	1	1	1	0.5	0.5		1		0.3	-1	0.3
SLV70	1	1	1	1	-0.5	0.5		1		0.3	-1	0.3
SLV71	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV72	1	1	1	1	0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV73	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV74	1	1	1	1	0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV75	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV76	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV77	1	1	1	1	0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV78	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV79	1	1	1	1	0.5	0.5				0.3	-1	0.3
SLV80	1	1	1	1	-0.5	0.5				0.3	-1	0.3