



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.C.25.IT.W.09458.13.002.00

PAGE

1 di/of 36

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# INTEGRALE RICOSTRUZIONE DELL' IMPIANTO EOLICO "CALTAVUTURO1", UBICATO NEL COMUNE DI CALTAVUTURO (PA)

## PROGETTO DEFINITIVO

### Relazione di calcolo pre-dimensionamento fondazioni

File: GRE.EEC.C.25.IT.W.09458.13.002.00 - Calcolo pre-dimensionamento fondazioni.docx

00	14/04/2023	Prima emissione	A.Filiberti	G.Alfano	P.Polinelli
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

#### GRE VALIDATION

Name (GRE)	Name (GRE)	Name (GRE)
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Caltavuturo1	GRE CODE																			
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION								
	GRE	EEC	C	2	5	I	T	W	0	9	4	5	8	1	3	0	0	2	0	0
CLASSIFICATION	PUBLIC				UTILIZATION SCOPE	BASIC DESIGN														

This document is property of Enel Green Power Italia s.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Italia s.r.l.

## INDEX

1. INTRODUZIONE .....	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE .....	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
3. NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO CONSULTATE .....	6
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	7
5. MATERIALI .....	9
5.1. CALCESTRUZZO ARMATO .....	9
5.1.1. MAGRONE.....	9
5.1.2. BASAMENTI DI FONDAZIONE .....	9
5.2. ACCIAIO DI ARMATURA .....	9
6. PARAMETRI GEOTECNICI .....	11
6.1. PARAMETRI INTRODOTTI NEL MODELLO AD E.F. ....	11
7. PRE-DIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI .....	12
7.1. FONDAZIONE PER TV – TA – SEZIONATORE – SCARICATORE – INTERRUTTORE .....	12
7.2. FONDAZIONE PER TRASFORMATORE .....	23
7.3. VERIFICHE RIBALTAMENTO E SCORRIMENTO .....	36
8. CONCLUSIONI .....	36

## **1. INTRODUZIONE**

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Italia Srl ("EGP Italia") di redigere il progetto definitivo per il potenziamento dell'esistente impianto eolico ubicato nel Comune di Caltavuturo (PA), costituito da 20 turbine eoliche (WTG), di potenza 0,85 MW ciascuna, per un totale di 17 MW installati.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto viene convogliata tramite cavidotto interrato MT, alla Sottostazione di trasformazione MT/AT "Contrada Colla centrale", ubicata in adiacenza della Stazione E-Distribuzione "Caltavuturo" collegata mediante stazione elettrica di Terna alla linea 150 kV "Caracoli - Caltanissetta".

La soluzione di connessione che verrà adottata per il nuovo impianto in progetto ricalcherà l'esistente, previo il potenziamento della linea AT "Caracoli- Caltanissetta" come previsto da STMG.

L'intervento in progetto prevede l'integrale ricostruzione dell'impianto, tramite l'installazione di nuove turbine eoliche, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, che consente di ridurre il numero di macchine da 20 a 6, diminuendo in questo modo l'impatto visivo, in particolare il cosiddetto "effetto selva". Inoltre, la maggior efficienza dei nuovi aerogeneratori comporta un aumento considerevole dell'energia specifica prodotta, riducendo in maniera proporzionale la quantità di CO2 equivalente.

### **1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE**

Enel Green Power Italia Srl., in qualità di soggetto proponente del progetto, è una società del Gruppo Enel che si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili facente capo a Enel Green Power Spa.

Il Gruppo Enel, tramite la controllata Enel Green Power Spa, è presente in 28 Paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di oltre 14 GW.

### **1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE**

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare il pre-dimensionamento delle fondazioni delle apparecchiature elettromeccaniche presenti nella Sottostazione di trasformazione MT/AT.

La presente progettazione definitiva è stata sviluppata sui dati geotecnici e topografici e dimensioni e pesi di apparecchiature elettromeccaniche esistenti sul mercato. All'atto della progettazione esecutiva e costruttiva l'Appaltatore dovrà provvedere all'integrazione/ulteriore definizione dei dati disponibili e all'adeguamento delle opere a tali integrazioni e alle forniture delle opere elettromeccaniche che intende proporre a EGP.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito si trova nella provincia di Palermo ed interessa il territorio del comune di Caltavuturo.

L'area è identificata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 37°48'34,35"N
- Longitudine: 13°56'32,94"E

L'impianto in progetto ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Comune di Caltavuturo: n° 23, n° 29, n° 30

L'area di progetto ricade all'interno del foglio I.G.M. in scala 1:25.000 codificato 259-II-NE, denominato "Caltavuturo".

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.

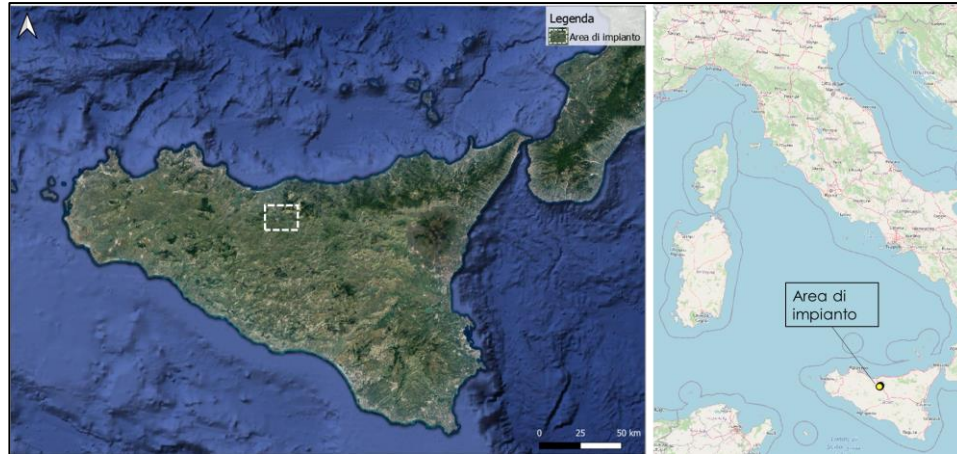


Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

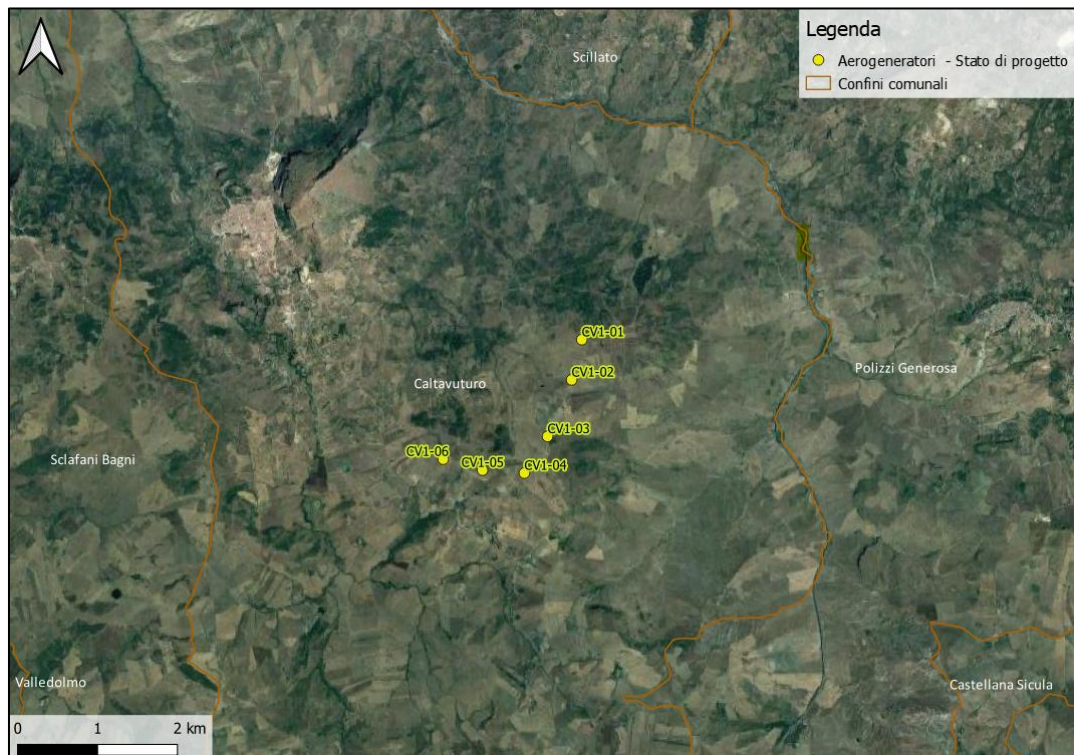


Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto

Si riporta invece in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle WTG di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33 N:

**Tabella 1: Coordinate aerogeneratori**

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
<b>CV1 01</b>	Caltavuturo	406489,80	4185156,00	805
<b>CV1 02</b>	Caltavuturo	406363,04	4184651,96	799
<b>CV1 03</b>	Caltavuturo	406061,14	4183943,01	869
<b>CV1 04</b>	Caltavuturo	405770,85	4183483,46	909
<b>CV1 05</b>	Caltavuturo	405247,00	4183520,00	905
<b>CV1 06</b>	Caltavuturo	404755,00	4183658,00	868

### **3.       NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO CONSULTATE**

Di seguito sono elencati i principali riferimenti Normativi a cui si farà riferimento nella presente relazione.

D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»".

Circolare n.7 Reg. Atti Int. CONSUP del 21.01.2019 "Istruzioni per l'applicazione dello "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018

UNI EN 1990. Criteri generali di progettazione strutturale.

UNI EN 1991-1-1 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici

UNI EN 1991-1-3 Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve

UNI EN 1991-1-4 Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento

UNI EN 1991-1-6 Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione

UNI EN 1997-1 Parte 1: Progettazione geotecnica. Regole generali

UNI EN 1997-2 Parte 2: Progettazione geotecnica. Indagini e prove nel sottosuolo.

UNI EN 1998-1 Parte 1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

UNI EN 1992-1-1 Parte 1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Regole generali e regole per gli edifici



#### 4. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere in progetto sono costituite dai basamenti di fondazione per le apparecchiature elettromeccaniche presenti nella Sottostazione di trasformazione MT/AT. Le apparecchiature elettromeccaniche di cui i basamenti sono oggetto di pre-dimensionamento sono le seguenti:

- Scaricatore;
- TA;
- Interruttore;
- TV;
- Sezionatore;
- Trasformatore.

Si riporta la planimetria elettromeccanica e le relative sezioni estratte dall'elaborato "GRE.EEC.D.74.IT.W.09458.16.002.01 - PLANIMETRIA Elettromeccanica SOTTOSTAZIONE MT/AT".

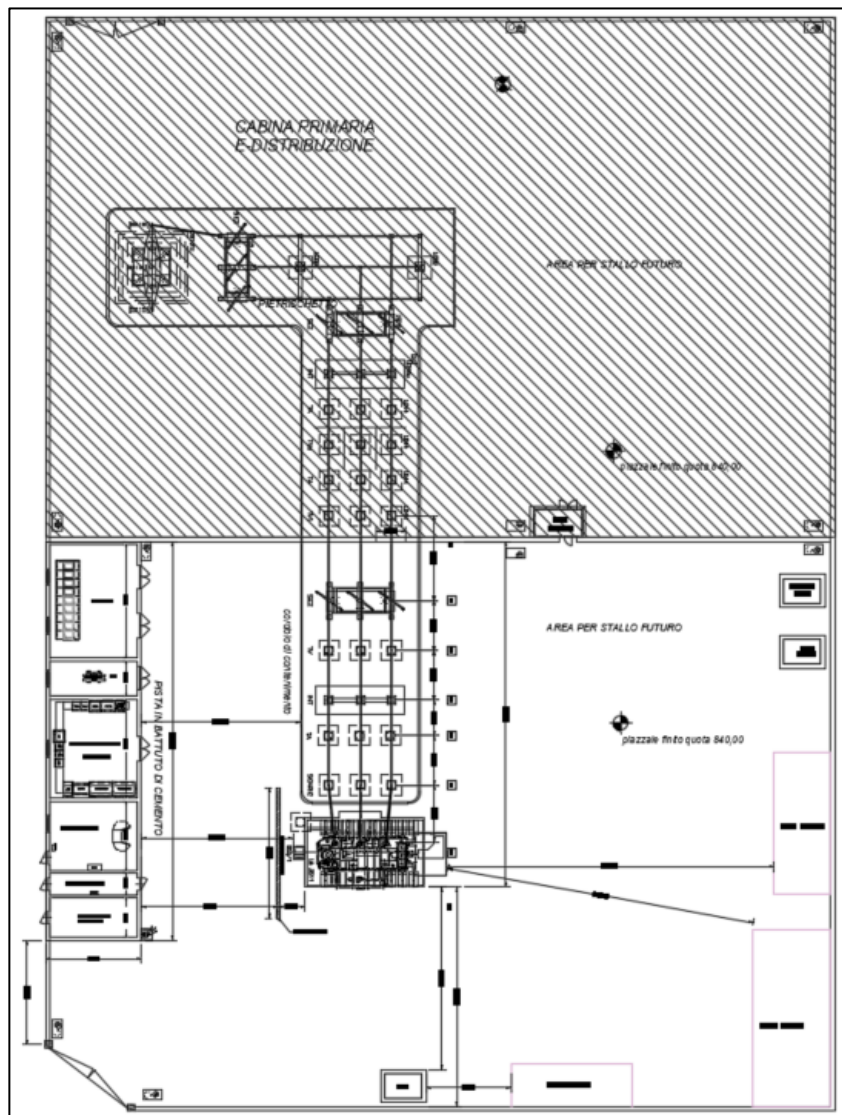


Figura 2-3: Planimetria elettromeccanica

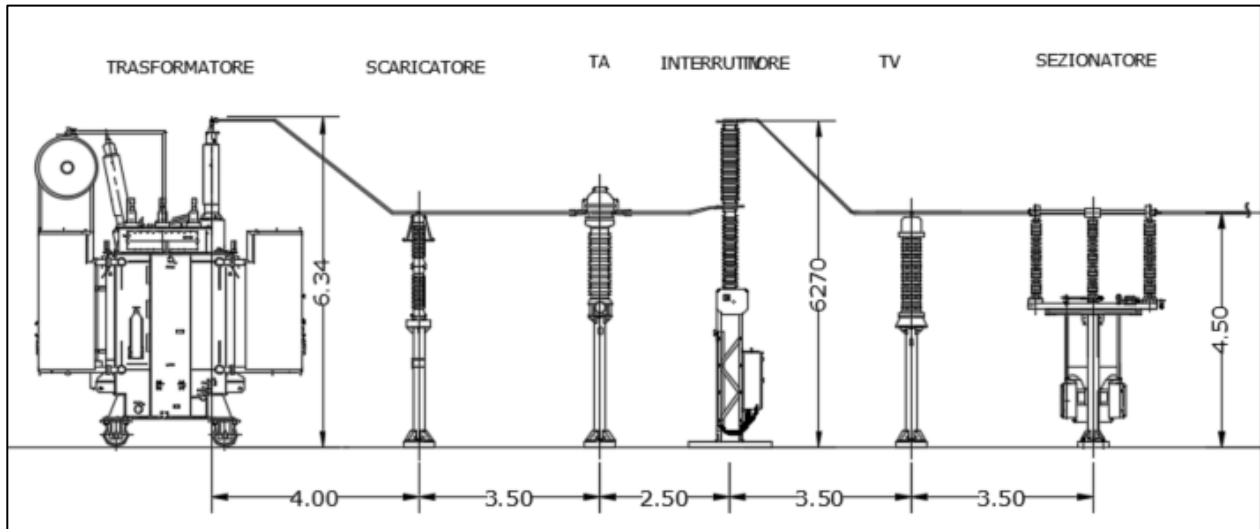


Figura 2-4: Sezione A-A



## **5. MATERIALI**

### **5.1. CALCESTRUZZO ARMATO**

#### **5.1.1. MAGRONE**

Il getto di magrone posto al fine di realizzare il piano di fondazioni, plinti, e di tutte le opere che ne necessitano è realizzato con calcestruzzo di classe di resistenza C12/15 e presenta le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$E_{cm} = 27000 \text{ MPa};$$

$$\nu = 0.20;$$

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3;$$

$$f_{ck} = 12 \text{ MPa};$$

$$f_{cd} = 6.8 \text{ MPa } (0.85f_{ck}/1.5)$$

#### **5.1.2. BASAMENTI DI FONDAZIONE**

Il calcestruzzo previsto per la realizzazione degli elementi di fondazione è di classe di resistenza C32/40 e presenta le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$E_{cm} = 34661 \text{ MPa};$$

$$\nu = 0.20;$$

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3;$$

$$f_{ck} = 32 \text{ MPa};$$

$$f_{cd} = 18.13 \text{ MPa } (=0.85f_{ck}/1.5)$$

Classe di consistenza: S4 (slump tra 16 e 21 cm)

Classe di esposizione: XC4 (ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua)

Dimensione massima aggregato: 25 mm

Massimo rapporto a/c: 0.5

Minimo contenuto in cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

Copriferro netto: 40 mm

#### **5.2. ACCIAIO DI ARMATURA**

L'acciaio impiegato per le armature di strutture in calcestruzzo armato deve essere di tipo B450C e presentare le seguenti caratteristiche:

$$E = 200000 \text{ MPa};$$

$$\nu = 0.30;$$

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1};$$



**Engineering & Construction**



GRE CODE

**GRE.EEC.C.25.IT.W.09458.13.002.00**

PAGE

10 di/of 36

$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ ;

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ ;

$f_{uk} = 540 \text{ Mpa}$ .

## 6. PARAMETRI GEOTECNICI

Le informazioni contenute nell'elaborato GRE.EEC.R.73.IT.W.11633.12.006 "Relazione geologica - geotecnica" mostrano che l'area in esame, nello strato superficiale, fino a profondità compatibili con gli scavi per le opere in progetto, è costituita da argilla limosa. Per il predimensionamento si considerano quindi i parametri geotecnici propri di questa litologia, riportati nella tabella sottostante estrapolata dalla relazione geologica.

**Tabella 2: Parametri fisico meccanici degli strati superficiali**

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	19,0
Coesione non drenata, $c_u$ [kPa]	100 (da circa 2,00 m a circa 5,00 m)
Coesione efficace, $c'$ [kPa]	25
Angolo d'attrito, $\phi'$ [°]	15
Modulo di Young non drenato, $E_u$ [MPa]	45
Modulo di Young drenato, $E'$ [MPa]	9
Coefficiente di Poisson, $\nu'$ [-]	0,2

Non essendo noti i dati geologico-geotecnici sitospecifici, prima dello sviluppo delle successive fasi progettuali occorrerà effettuare una campagna di prove con lo scopo di verificare le effettive litologie presenti ed i relativi parametri.

### 6.1. PARAMETRI INTRODOTTI NEL MODELLO AD E.F.

Data la natura del terreno e la sua massima portanza, si è deciso di dimensionare le platee di fondazione come "struttura su suolo alla Winkler" con valore di rigidità  $k_w = 12000$  kN/m<sup>3</sup>.

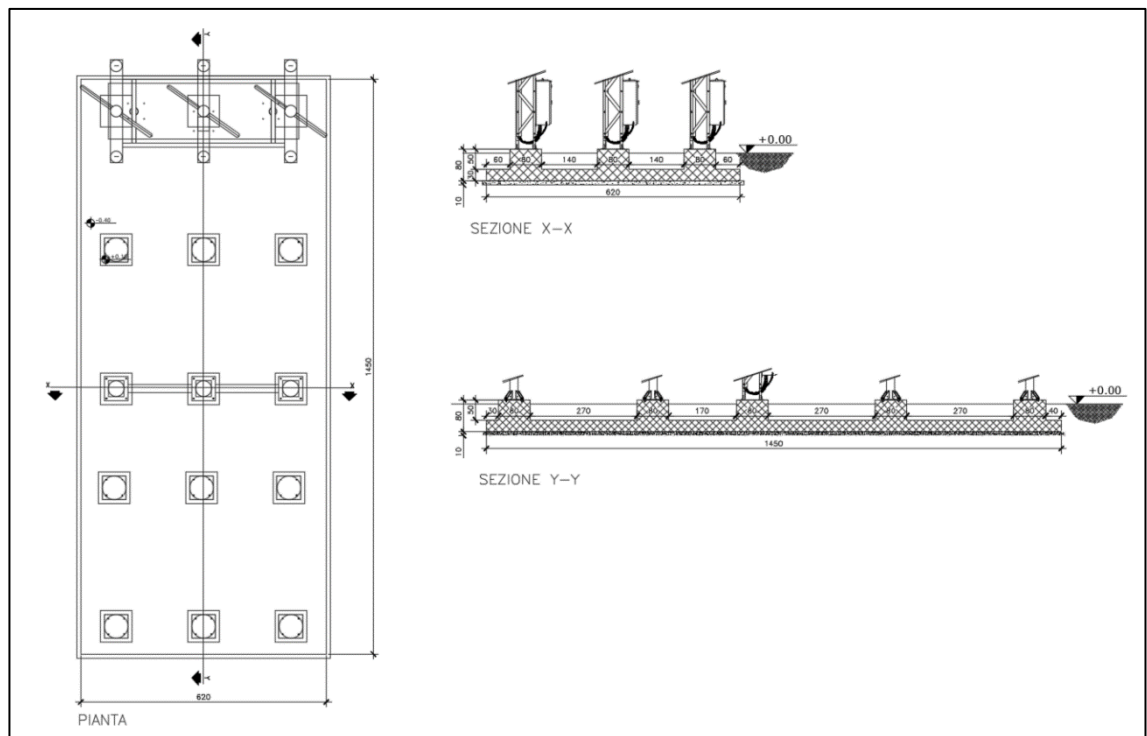
Nei capitoli successivi sono riportati i valori delle azioni sollecitanti derivanti dal calcolo con modello ad Elementi Finiti che fanno riferimento a quanto sopra descritto.

## 7. PRE-DIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI

Nel presente paragrafo viene fornito il pre-dimensionamento delle fondazioni delle varie apparecchiature presenti nella Sottostazione MT/AT.

### 7.1. FONDAZIONE PER TV – TA – SEZIONATORE – SCARICATORE – INTERRUETTORE

Per le strutture TV, TA, sezionatore, scaricatore ed interruttore si prevede un'unica platea di fondazione di dimensioni 14.5x6.2 m e spessore 0.30 m. In corrispondenza delle strutture verranno realizzati dei baggioli a base quadrata 0.8 x 0.8 m e altezza 0.5 m. Il piano di imposta della fondazione è a quota -0.70 m da piano campagna. La fondazione verrà realizzata in modo tale da emergere di soli 0.10 m al di fuori del piano calpestio. Al di sotto della fondazione verrà posato uno strato di calcestruzzo magro di spessore pari a 0.10 m. Si riporta la vista planimetrica e sezioni nelle due direzioni della fondazione.



**Figura 2-5: Fondazione per scaricatore – TV – TA – sezionatore – scaricatore – interruttore**

I carichi utilizzati per il pre-dimensionamento della platea di fondazione sono quelli derivanti dalla modellazione delle strutture di sostegno delle apparecchiature elettriche riportati nell'elaborato "GRE.EEC.C.25.IT.W.09458.13.001.00 - Calcolo pre-dimensionamento strutture delle apparecchiature elettriche".

Di seguito immagini rappresentative delle sollecitazioni flettenti, nelle due direzioni principali X ed Y sia all'estremo superiore che inferiore.

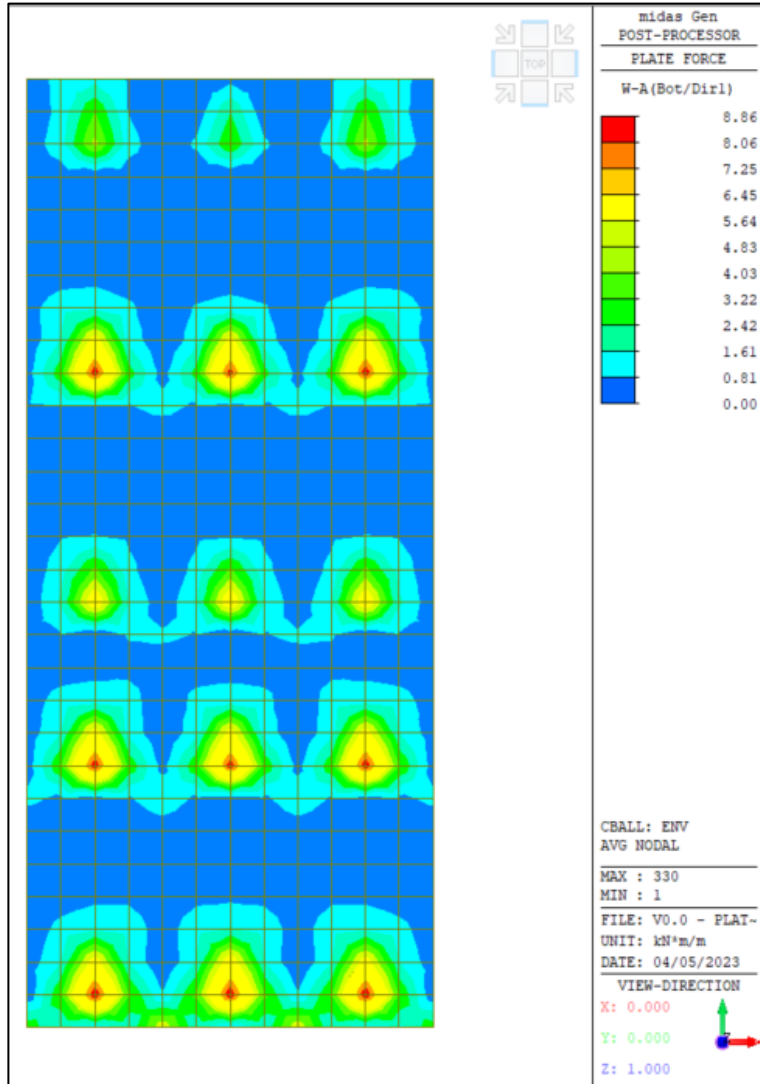


Figura 2-6: Sollecitazioni flettenti – Involuppo SLU - Bottom, Direzione X [kN; m]

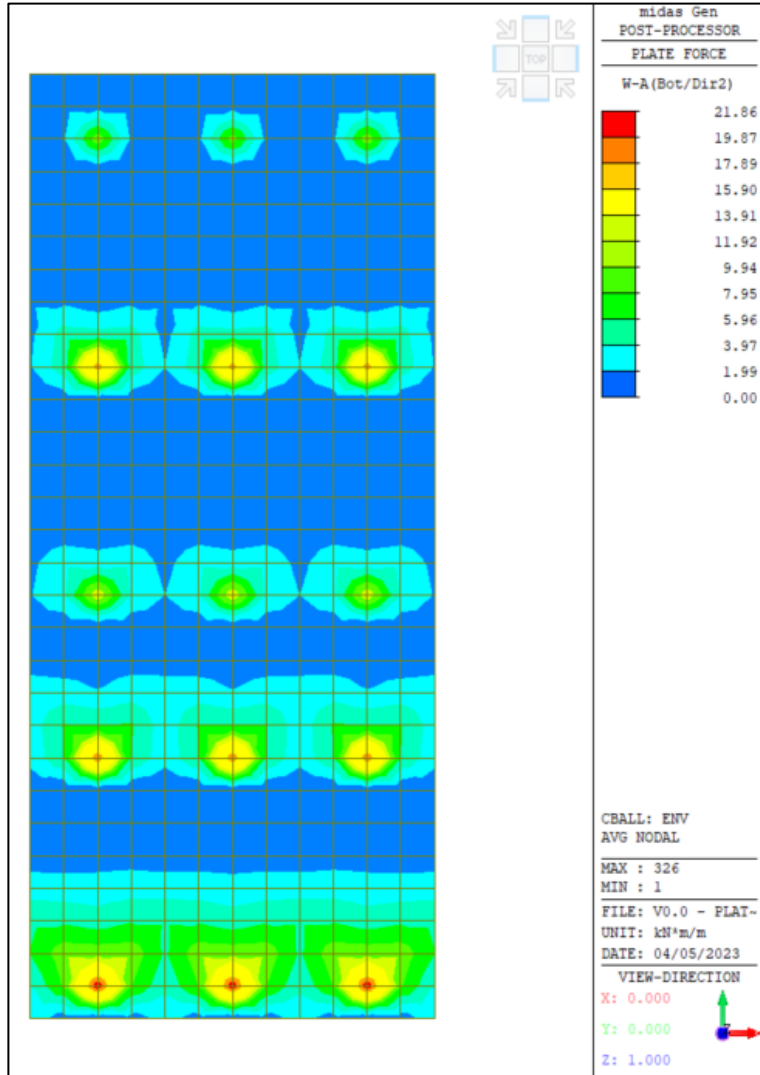


Figura 2-7: Sollecitazioni flettenti – Involuppo SLU - Bottom, Direzione Y [kN; m]

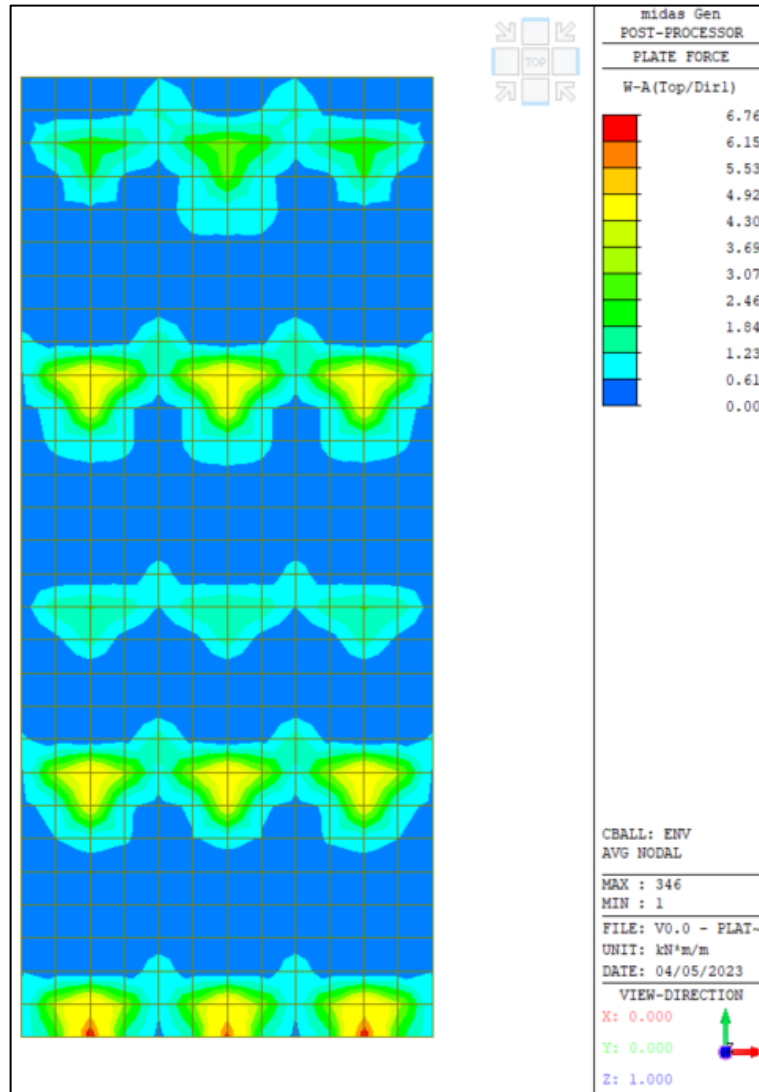


Figura 2-8: Sollecitazioni flettenti – Involuppo SLU - Top, Direzione X [kN; m]



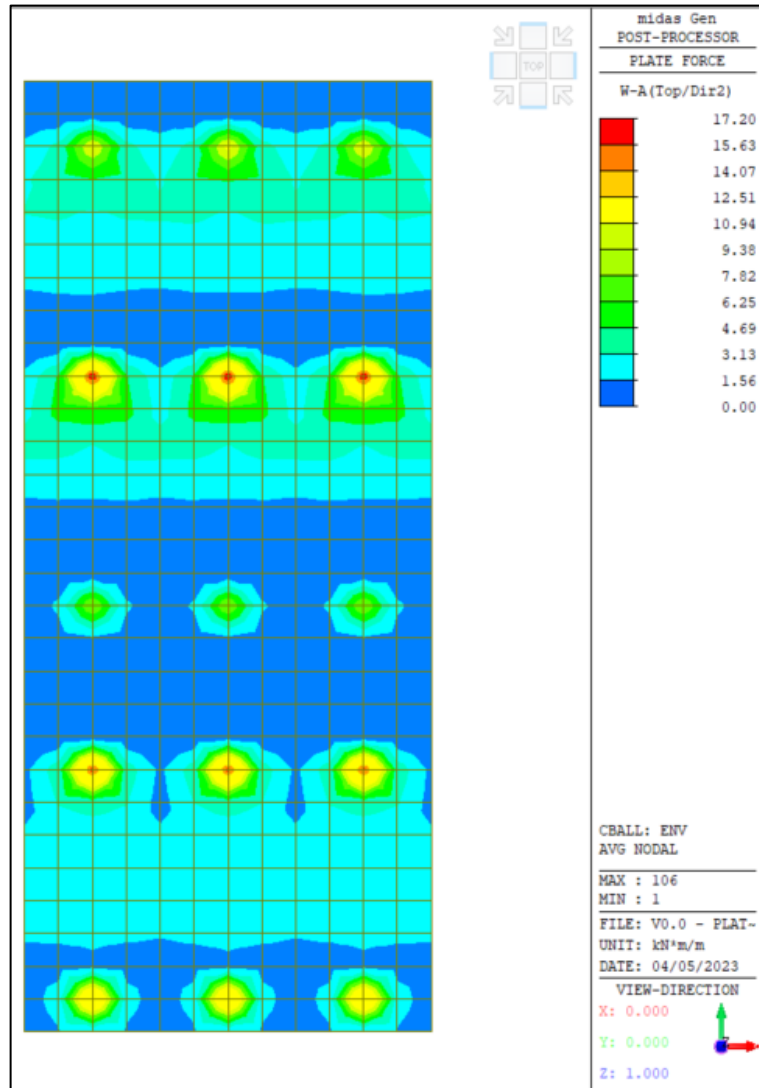


Figura 2-9: Sollecitazioni flettenti – Involuppo SLU - Top, Direzione Y [kN; m]

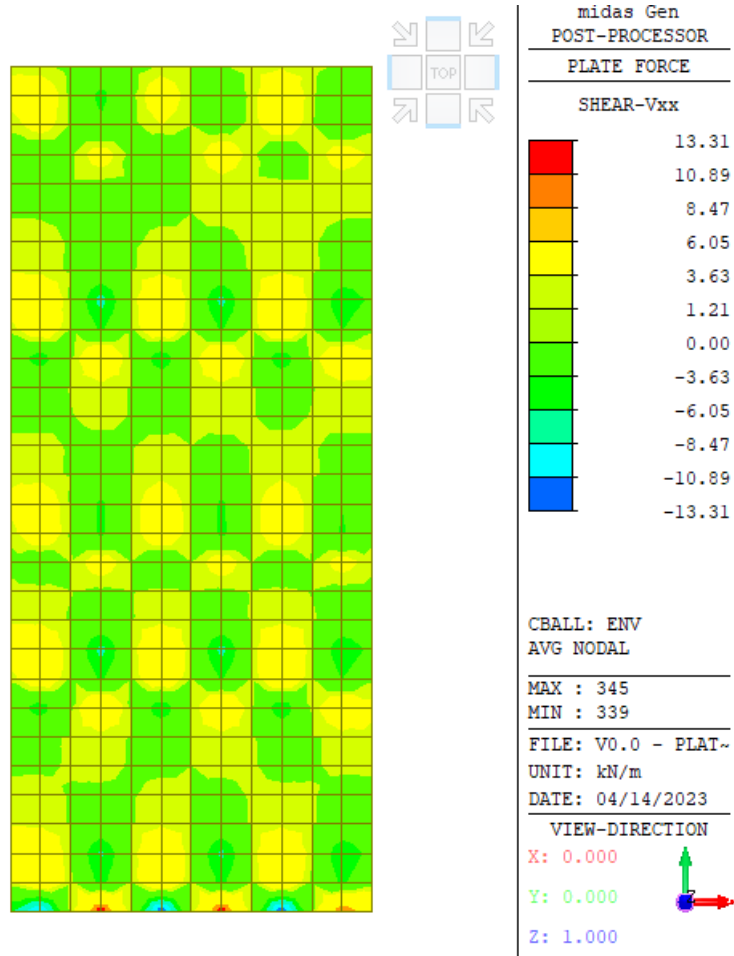


Figura 2-10: Sollecitazioni taglianti Vxx – Involuppo SLU - [kN]

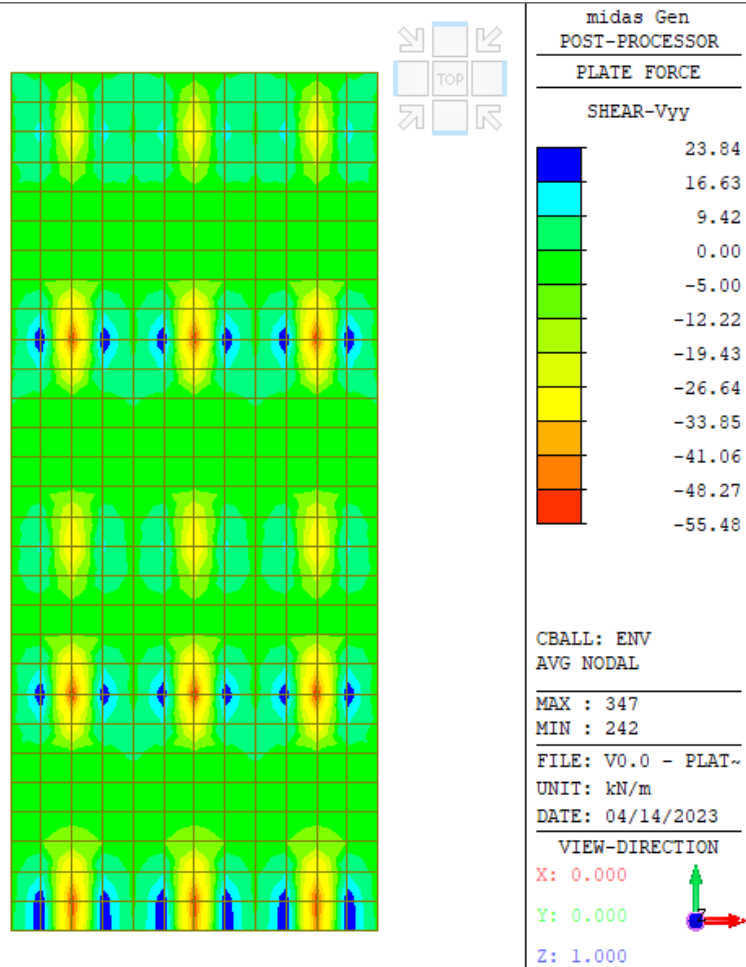


Figura 2-11: Sollecitazioni taglianti Vyy – Involuppo SLU - [kN]

Disponendo armatura diffusa  $\Phi 12/20$  in entrambe le direzioni, sia superiormente che inferiormente si ottiene un momento resistente pari a  $MRd = 60.14$  kNm, di cui si riporta il calcolo.

Con riferimento alla massima sollecitazione riscontrata  $MEd = 21.86$  kNm si ottiene un coefficiente di sicurezza  $C.S. = MEd / MRd = 0.36$ .

Titolo : Platea

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	4
2	5,65	26

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

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

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> 60,14 kN m

σ<sub>c</sub> -18,13 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3,5 ‰  
ε<sub>s</sub> 29,71 ‰  
d 26 cm  
x 2,74 x/d 0,1054  
δ 0,7

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

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

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
M-curvatura  
 Precompresso

Materiali

B450C		C32/40	
ε <sub>su</sub>	67,5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3,5 ‰
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0,8
ε <sub>syd</sub>	1,957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	12,25
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0,7333
		τ <sub>c1</sub>	2,114

Tale quantitativo di armatura è superiore al minimo indicato da Normativa, pari allo 0.1% dell'area della sezione trasversale della platea, sia inferiormente sia superiormente (§7.2.5 delle NTC2018).

INPUT			
<b>Geometria</b>			
Base	b =	100,00	cm
Altezza	h =	30,00	cm
Copriferro	c =	4,00	cm
Altezza utile	d =	23,80	cm
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f <sub>ctm</sub> =	3,10	MPa
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f <sub>yk</sub> =	450,00	MPa
Armatura tesa disposta	As	5,65	cm²
<b>CALCOLO AREA MINIMA</b>			
<b>Parametri calcolati</b>			
Area di calcestruzzo	Ac =	3,000,00	cm²
Percentuale di armatura disposta	ρ =	0,2	%

Per i plinti a base quadrata si prevedono N°16 Φ14 ferri di ripresa longitudinali (pari a Φ14/20), ed armatura trasversale di Φ12/15.

Si verifica che non è necessario disporre armatura a taglio:

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DI SEZIONI IN C.A. - NTC2018**

**Caratteristiche dei materiali**

$f_{ck}$		MPa	32	
$\alpha_{cc}$			0.85	
$\gamma_c$			1.5	
$f_{cd}$	resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo	MPa	18.13	$\alpha_{cc} \cdot f_{cd} / \gamma_c$
$\gamma_s$			1.15	
$f_{y,wd}$		MPa	391.30	$f_{y,d} / \gamma_s$

**Caratteristiche della sezione resistente**

$V_{Ed}$	taglio sollecitante di progetto	kN	55	
$b_w$	larghezza della sezione	cm	100	
$h$	altezza totale della sezione	cm	30	
$c$	copriferro netto	cm	4.8	
$d$	altezza utile della sezione	cm	25.2	$h - c$
$d^*$		cm	22.68	$0.9 d$
$k$			1.891	$\min[1.0 + \sqrt{(20/d)}, 2.0]$
$A_{sl}$	area di armatura longitudinale tesa	cm <sup>2</sup>	5.65	
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa		0.0019	
$A_{sw}$	area di armatura a taglio disposta	cm <sup>2</sup>	1.57	
$s$	spaziatura staffe	cm	25	

**Controllo necessità di armatura a taglio**

$V_{Rdc1}$		kN	104.06	$[0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] / \gamma_c \cdot b_w \cdot d$
$V_{Rdc2}$		kN	129.73	$[0.035 \cdot k^{3/2} \cdot \sqrt{f_{ck}}] \cdot b_w \cdot d$
$V_{Rdc}$	resistenza della sezione non armata a taglio	kN	129.73	$\max[V_{Rdc1}, V_{Rdc2}]$
$V_{Ed} / V_{Rdc}$	non è necessario prevedere l'armatura a taglio $V_{Rdc} > V_{Ed}$			

Si riportano le massime pressioni agenti sul terreno per l'involuppo delle combinazioni allo Stato Limite Ultimo:

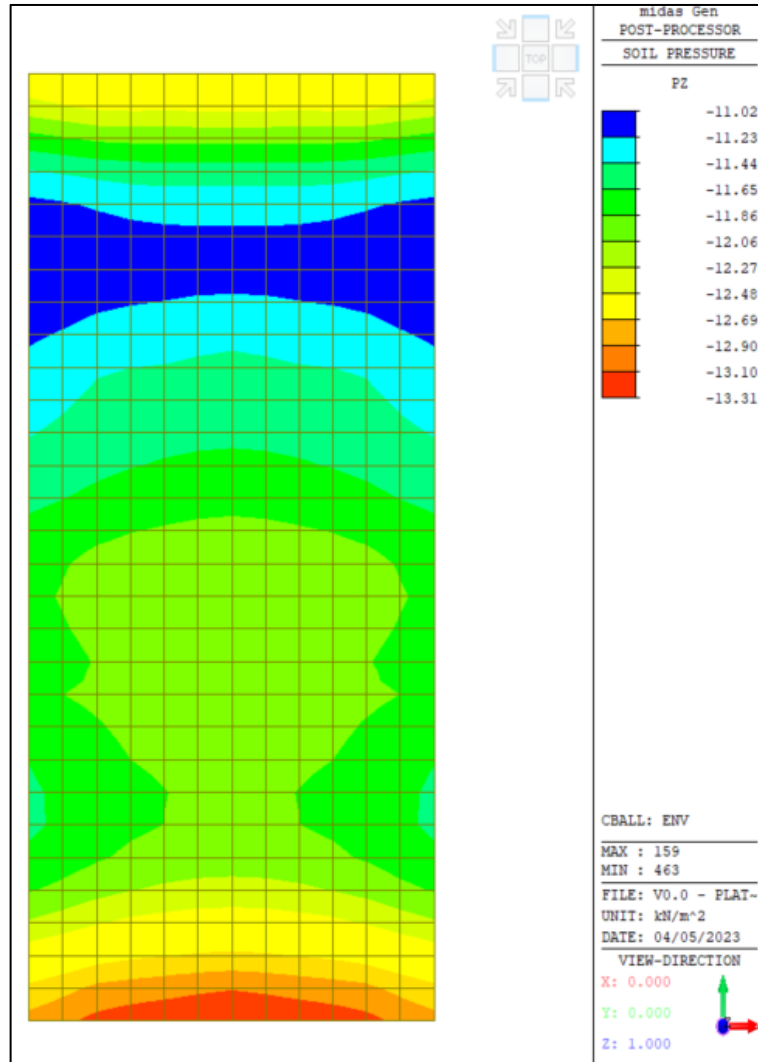


Figura 2-12: Pressioni – involucro SLU [kPa]

La massima pressione al suolo è pari a 13.31 kPa, compatibile con la capacità portante del del terreno assunto per l'analisi.

Si riportano i massimi cedimenti della fondazione per l'involuppo delle combinazioni allo Stato Limite Ultimo:

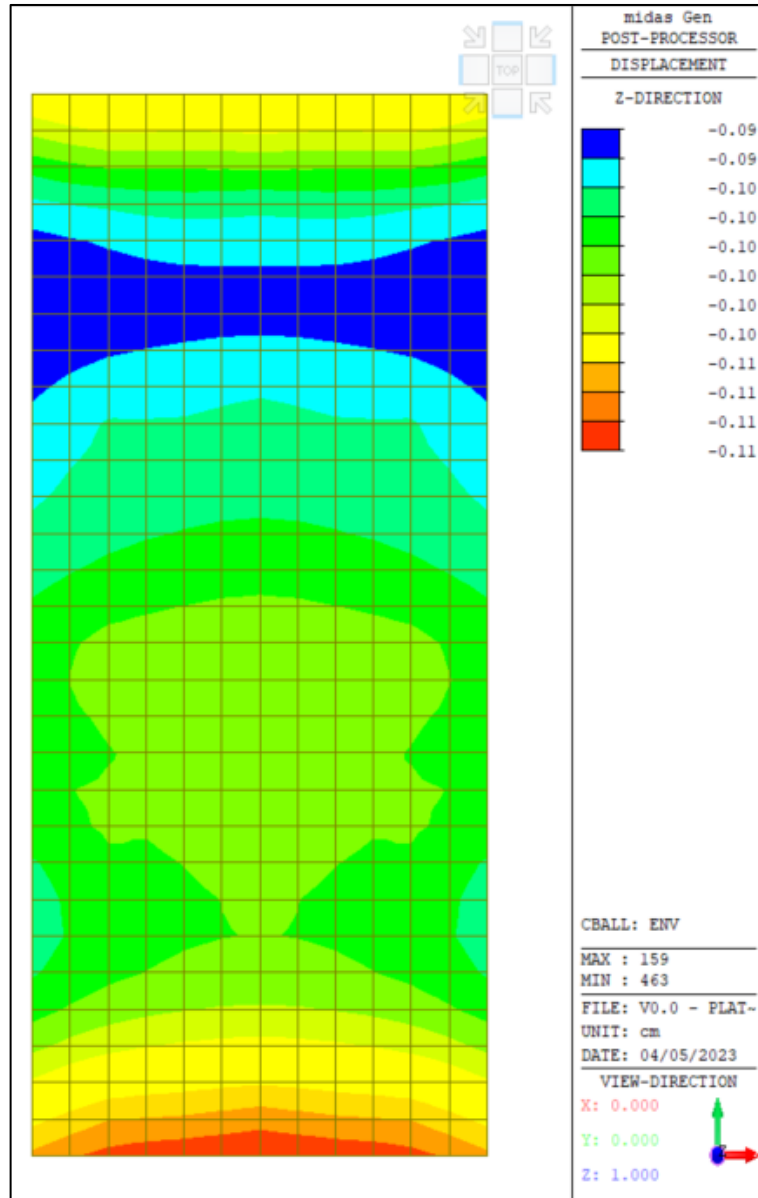


Figura 2-13: Cedimenti – involucro SLU [cm]

I cedimenti differenziali risultano pari a 0.11 cm, compatibili con le condizioni di esercizio della struttura.



## 7.2. FONDAZIONE PER TRASFORMATORE

La fondazione del trasformatore ad olio è costituita da una platea di fondazione in calcestruzzo armato gettata in opera di dimensioni in pianta 8.8 x 6.4 m ed altezza 0.40 m. A distanza di 1.60 m dall'estremità della platea si predispongono due travi di base 0.60 m ed altezza 1.35 m sulle quali verranno installati i binari su cui poggerà il trasformatore. Si delimitano in questo modo tre vasche per la raccolta dell'olio che potrebbe fuoriuscire dal trasformatore, in aggiunta all'acqua piovana. A chiusura delle vasche verrà posato un grigliato elettrosaldato ricoperto da ciottoli.

Il piano di imposta della fondazione è a quota -1.75 m da piano campagna. La fondazione verrà realizzata in modo tale da emergere di soli 0.10 m al di fuori del piano di calpestio. Al di sotto della fondazione verrà posato uno strato di calcestruzzo magro di spessore pari a 0.10 m. Si riporta la vista planimetrica e sezioni nelle due direzioni della fondazione.

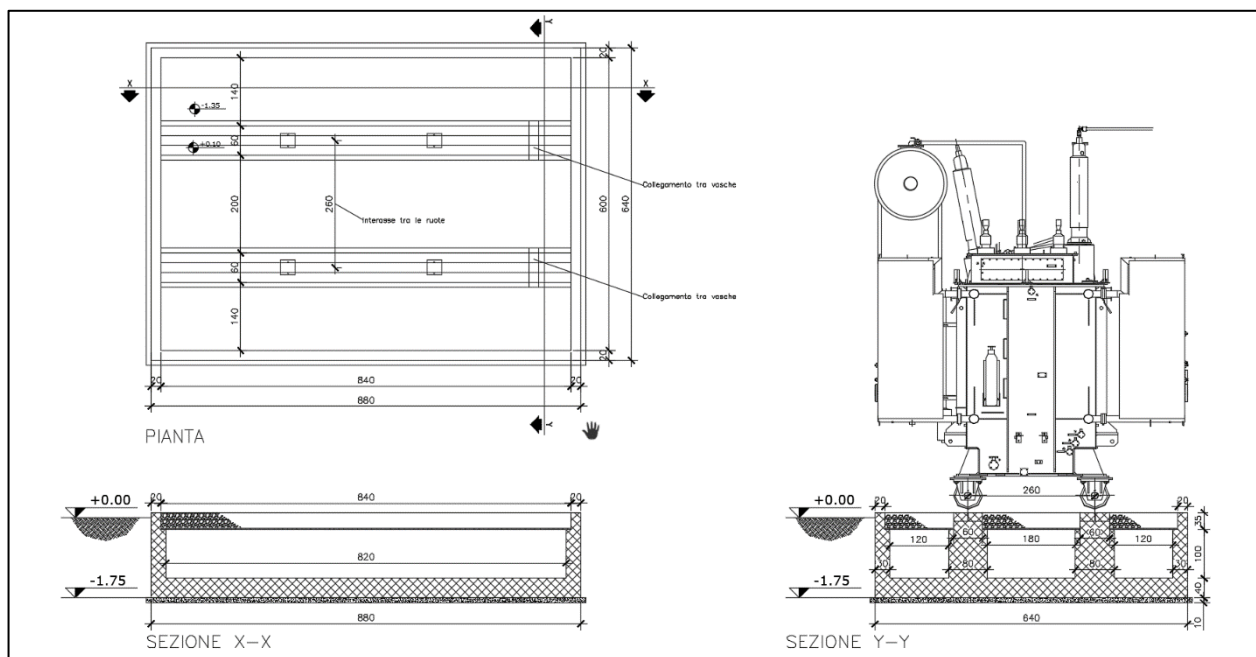


Figura 2-14: Trasformatore: pianta e sezioni fondazione

### CARICHI

#### Carichi permanenti (G1+G2)

I carichi permanenti si dividono in strutturali e non strutturali e comprendono il peso proprio degli elementi e i carichi aggiuntivi dei componenti delle apparecchiature elettromeccaniche installate sulla struttura.

Per il dimensionamento preliminare della fondazione si assume che il trasformatore abbia un peso, stimato in via cautelativa, su indicazione di fornitori, pari a 100'000 kg a cui si aggiunge un peso di 30'000 kg di olio. Si considerano inoltre i pesi dei ciottoli (20 kN/mq) e del grigliato di copertura vasche (0.20 kN/mq).

Le modalità di applicazione dei carichi sono le seguenti:

- Peso proprio del trasformatore: concentrato sui punti di fissaggio delle ruote ai binari;
- Peso dell'olio, ghiaietto e grigliato: uniformemente distribuito come pressione sul fondo delle vasche.

### Azione della neve

Si riportano di seguito i parametri per il calcolo dell'azione della neve per il sito in esame:

AZIONI DELLA NEVE		NTC2018 § 3.4	
$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$			
	Zona III		
<b>as</b>	m	840	altitudine di riferimento del sito di costruzione
<b>q<sub>sk</sub></b>	kN/m <sup>2</sup>	2.07	valore di riferimento del carico della neve al suolo
<b>C<sub>E</sub></b>	Normale	1.00	coefficiente di esposizione
<b>C<sub>t</sub></b>		1.00	coefficiente termico

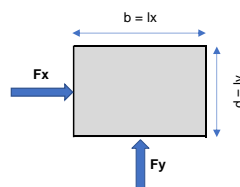
Il valore di carico da neve si considera agente sull'area coperta dal trasformatore (pari a 7 x 5 m) e trasferito alla fondazione come concentrato nei punti di appoggio.

L'azione agente su ciascun punto di appoggio è pari a 18.1 kN.

### Azione del vento

Si riportano di seguito i parametri per il calcolo dell'azione del vento per il sito in esame:

ZONA		4_Sicilia e provincia di Reggio Calabria
a <sub>S</sub>	m	840 quota sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione
a <sub>0</sub>	m	500 quota s.l.m. di riferimento
v <sub>b,0</sub>	m/s	28 velocità di riferimento del vento
k <sub>S</sub>		0.36
c <sub>a</sub>		1.2448 coefficiente d'altitudine
v <sub>b</sub>	C <sub>a</sub> · v <sub>b,0</sub>	34.8544 velocità di riferimento del vento per T <sub>R</sub> = 50 anni
T <sub>R</sub>	anni	50 periodo di ritorno di progetto dell'azione del vento
α <sub>R</sub>	$0.75 \cdot [1 - 0.2 \cdot \ln(-\ln(1 - 1/T_R))]^{0.5}$	1.00 coefficiente legato al periodo di ritorno di progetto
v <sub>r</sub>	α <sub>R</sub> · v <sub>b</sub>	34.85 velocità di riferimento del vento associata al tempo di ritorno di progetto
ρ	kg/m <sup>3</sup>	1.25 densità dell'aria
q <sub>p</sub>	$\frac{1}{2} \rho \cdot v_r^2$	0.76 pressione cinetica di picco
CLASSE DI RUGOSITÀ DEL TERRENO		D Aree prive di ostacoli
CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO		II
k <sub>r</sub>		0.19 fattore di terreno
z <sub>0</sub>	m	0.05 altezza di rugosità
z <sub>min</sub>	m	4 altezza minima
c <sub>t</sub>		1 coefficiente di topografia
c <sub>e,min</sub> (z)	C <sub>e</sub> (z <sub>min</sub> )	1.801 coefficiente di esposizione per z < z <sub>min</sub>



Si assimila il trasformatore ad un edificio rettangolare (di dimensioni 7x5x6.5 m), considerando l'azione del vento agente sopravento sulla parete di superficie maggiore, si ottiene un coefficiente di pressione c<sub>p</sub> = 0.70 ed una forza risultante di F<sub>y</sub> = 25.4 kN, che si considera applicata nel baricentro della parete.

Le azioni agenti su ciascun punto di appoggio sono:

$$F_y = 6.35 \text{ kN}$$

$$M_x = 20.6 \text{ kNm}$$

### Azione sismica

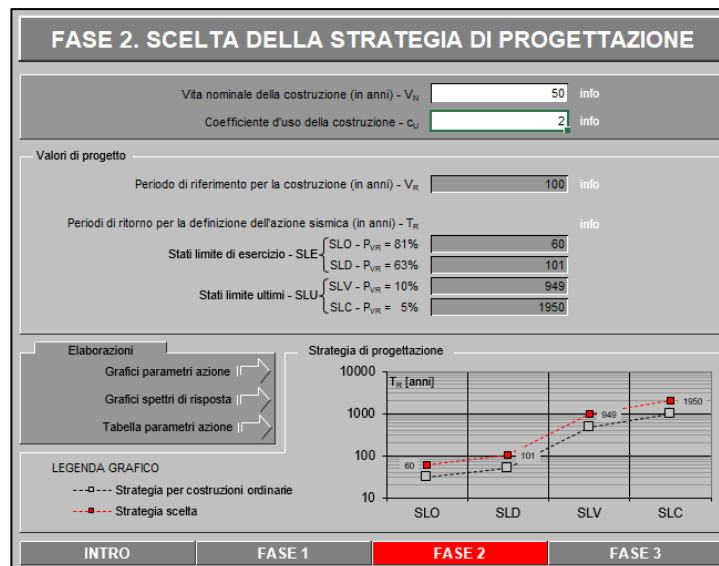
L'azione sismica è stimata determinando gli spettri in accelerazione di progetto, il sito di progetto è determinato tramite le coordinate geografiche:

- Latitudine: 37°48'34,35"N
- Longitudine: 13°56'32,94"E

Le opere sono da considerarsi di tipo "ordinario", la vita nominale  $V_N$  è assunta pari a 50 anni. L'opera è ritenuta di classe d'uso IV, a cui corrisponde un coefficiente  $C_U = 2$ . La vita di riferimento è quindi pari a:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 2 = 100 \text{ anni}$$

Da cui ne deriveranno i periodi di ritorno determinati nella seguente figura.



Per il sito di progetto si ottengono i seguenti parametri sismici:

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0.052	2.417	0.279
SLD	101	0.065	2.427	0.294
SLV	949	0.146	2.552	0.340
SLC	1950	0.183	2.587	0.348

Dalla relazioni geologica e geotecnica è stato rilevato che la Categoria di Sottosuolo che interessa il sito di progetto è la **B** mentre la Categoria Topografica è **T2**.

Si riportano di seguito le espressioni ed i parametri caratterizzanti lo spettro di risposta orizzontale allo SLV:

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (3 - \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Categoria di sottosuolo							B
Categoria topografica							T2
Coefficiente amplificazione stratigrafica						$S_s =$	1.2
Coefficiente di amplificazione topografica						$S_T =$	1.2
Coefficiente S			$S = S_s \cdot S_T$			S	1.4
Coefficiente $C_C$						$C_C$	1.4
Coefficiente di smorzamento viscoso						$\zeta$	5.00
$T_C$			$T_C = C_C \cdot T_C$			$T_C$	0.464 [s]
$T_B$			$T_B = T_C/3$			$T_B$	0.155 [s]
$T_D$			$T_D = 4.0 \cdot a_g/g + 1.6$			$T_D$	2.184 [s]

Considerata la tipologia strutturale adottata si è scelto di progettare la struttura come non dissipativa. Per il tipo di struttura si adotta un fattore di comportamento  $q = 1$  e, potendosi assumere  $K_R = 1$  si ha:

$$q = K_R \cdot q_0 = 1 \cdot 1 = 1$$

Per una stima approssimativa del periodo di vibrazione fondamentale si fa riferimento alla formula riportata nel paragrafo C7.3.2 della **Error! Reference source not found.**, assumendo  $C1 = 0.050$  e  $H = 6.5$  m.

$$T1 = C_1 \cdot H^{3/4} = 0.050 \cdot 4.07 = 0.20 \text{ s}$$

Si considera lo Stato Limite di Vita: la determinazione dello spettro SLV viene eseguita con riferimento al periodo di ritorno di 975 anni. Con i parametri precedentemente impostati si ottiene un valore di  $S_d = 0.54$  g. Considerando un peso sismico pari alla somma dei carichi permanenti, si ottiene una forzante sismica pari a:

$$F = 0.54 \cdot 9.806 \cdot 100000 = 530 \text{ kN}$$

Tale forza si assume agente nella direzione parallela al lato corto e ad una quota pari a 3.25 m di altezza.

Le azioni agenti su ciascun punto di appoggio sono:

$$F_y = 132 \text{ kN}$$

$$M_x = 430 \text{ kNm}$$

Si precisa che in questa fase progettuale i carichi attribuiti al trasformatore sono stati stimati sulle indicazioni di quanto reso disponibile da fornitori. Il dimensionamento della fondazione dovrà essere rivisto quando sarà noto il tipo di apparecchiatura effettivamente oggetto di installazione ed i relativi carichi (valore e tipologia).

**Combinazioni di carico**

Vengono introdotte le seguenti combinazioni di calcolo con gli opportuni coefficienti previsti da Normativa di cui si riporta sintesi in tabella 7.

Combinazione fondamentale SLU:

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

Combinazione sismica:

$$G1 + G2 + P + E + \psi_{21} * Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \dots$$

Combinazione rara SLE:

$$G1 + G2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} * Q_{k2} + \psi_{03} * Q_{k3}$$

Casi di carico	
Cat.	
G1	pesi permanenti strutturali
G2	pesi permanenti non strutturali
W	carichi da vento
E	sisma
S	neve

COMBO	TYPE		G1	G2	S	E	W
SLU1	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	1.50		0.90
SLU2	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.50
SISMA	Strength/Stress(Elastic)	Add	1.00	1.00		1.00	
SLEr1	Serviceability	Add	1.00	1.00	1.00		0.60
SLEr2	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50		1.00

E' stata inoltre introdotta una combinazione di involuppo delle combinazioni allo Stato Limite Ultimo.

## RISULTATI

Si riportano le sollecitazioni flettenti e taglianti nella platea e nelle travi di fondazione.

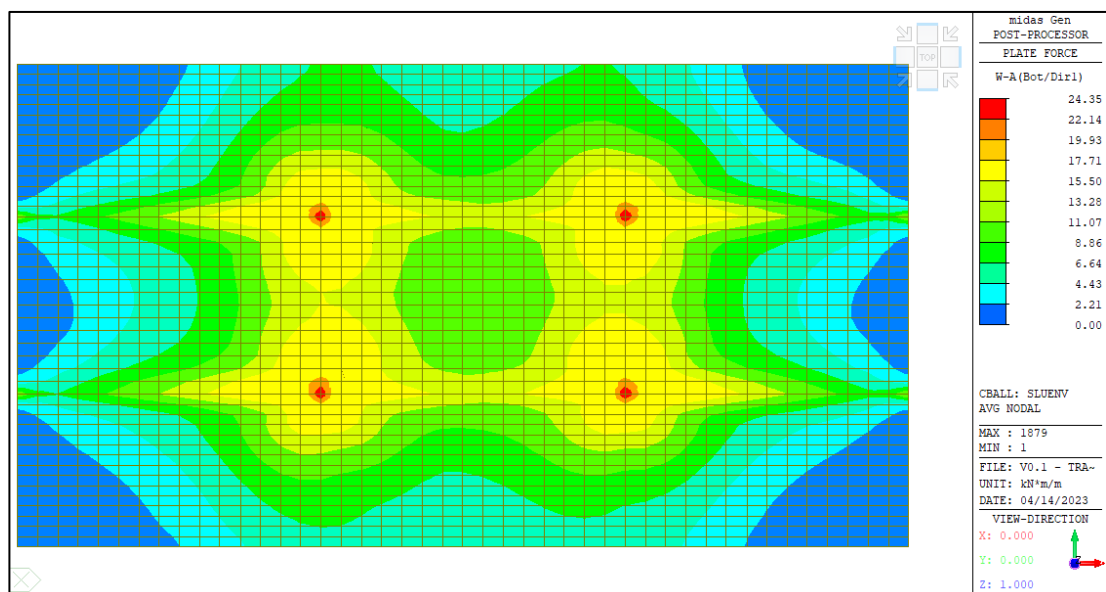


Figura 2-15: Sollecitazioni flettenti platea – Involuppo SLU - Bottom, Direzione X [kN; m]

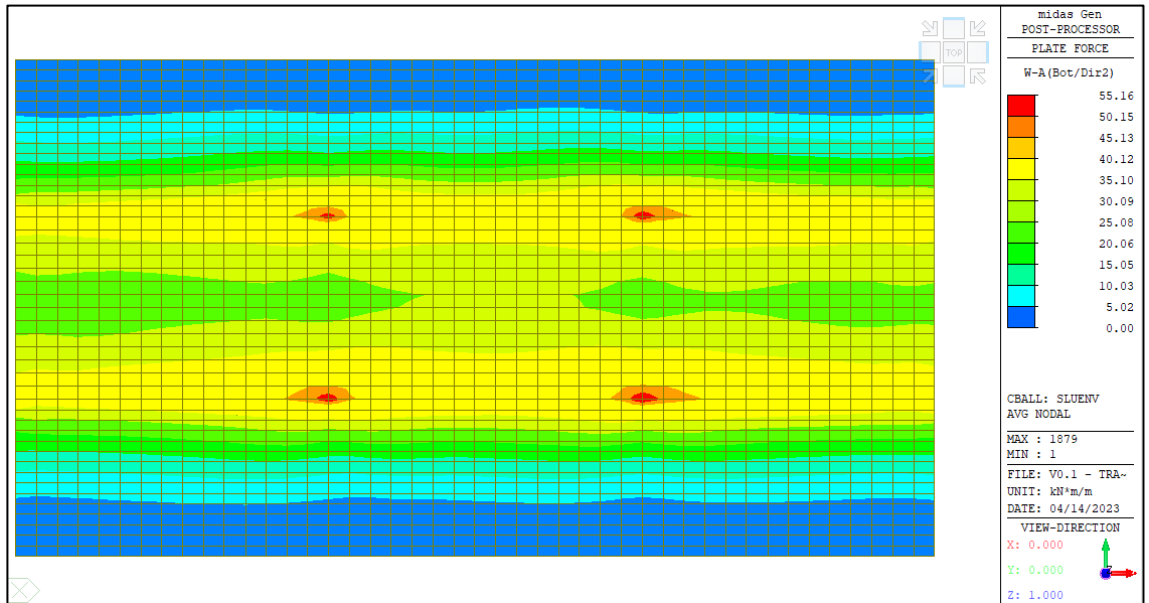


Figura 2-16: Sollecitazioni flettenti platea – Involuppo SLU - Bottom, Direzione Y [kN; m]

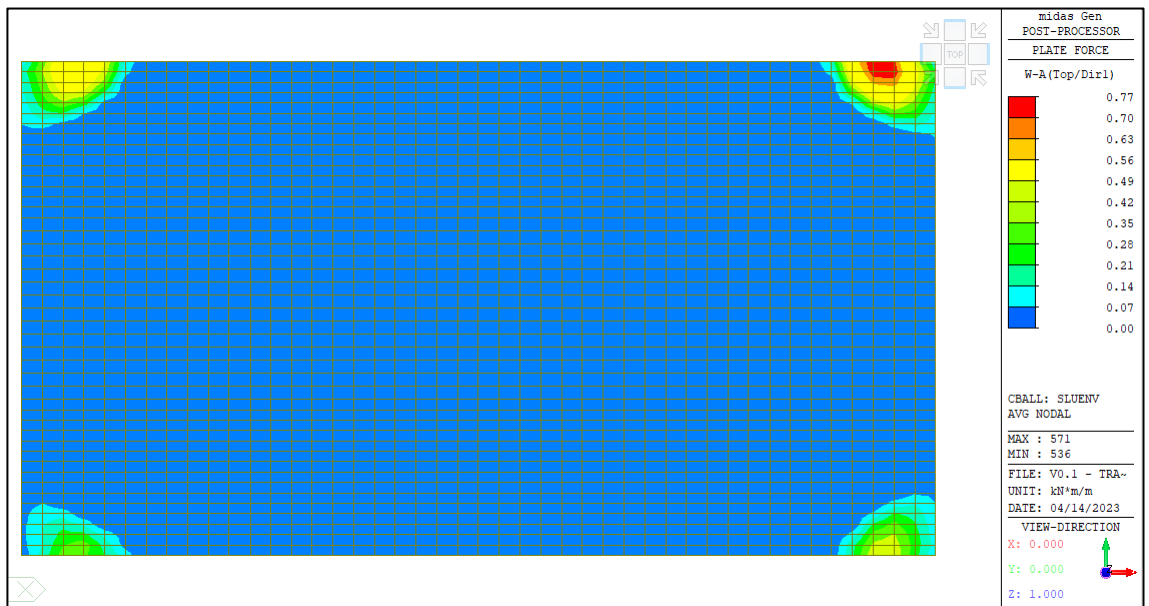


Figura 2-17: Sollecitazioni flettenti platea – Involuppo SLU - Top, Direzione X [kN; m]

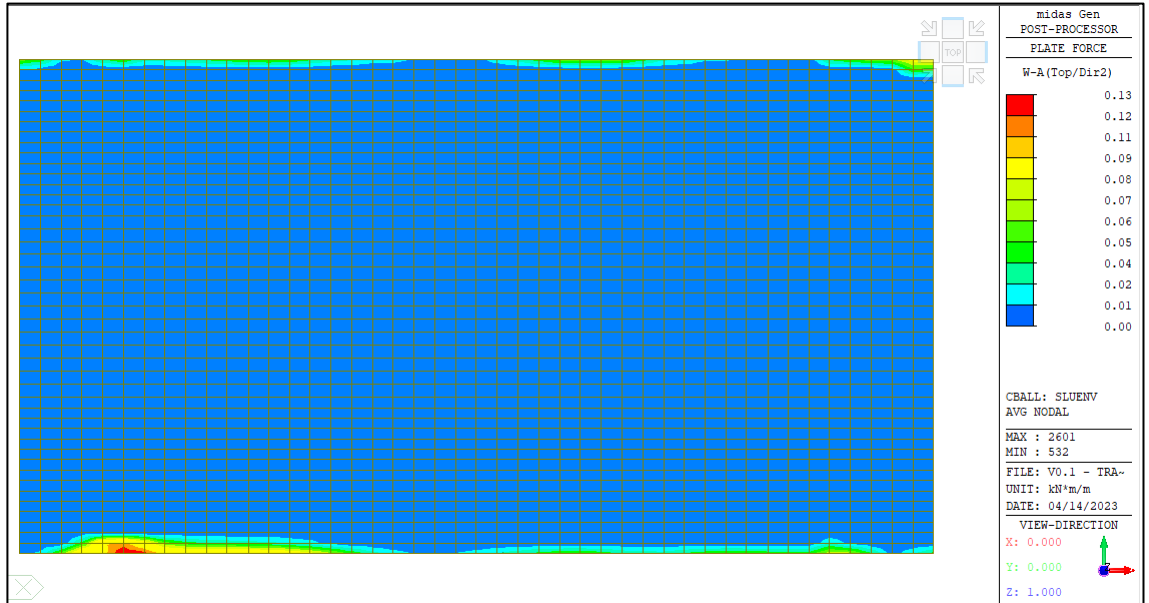


Figura 2-18: Sollecitazioni flettenti platea – Involuppo SLU - Top, Direzione Y [kN; m]

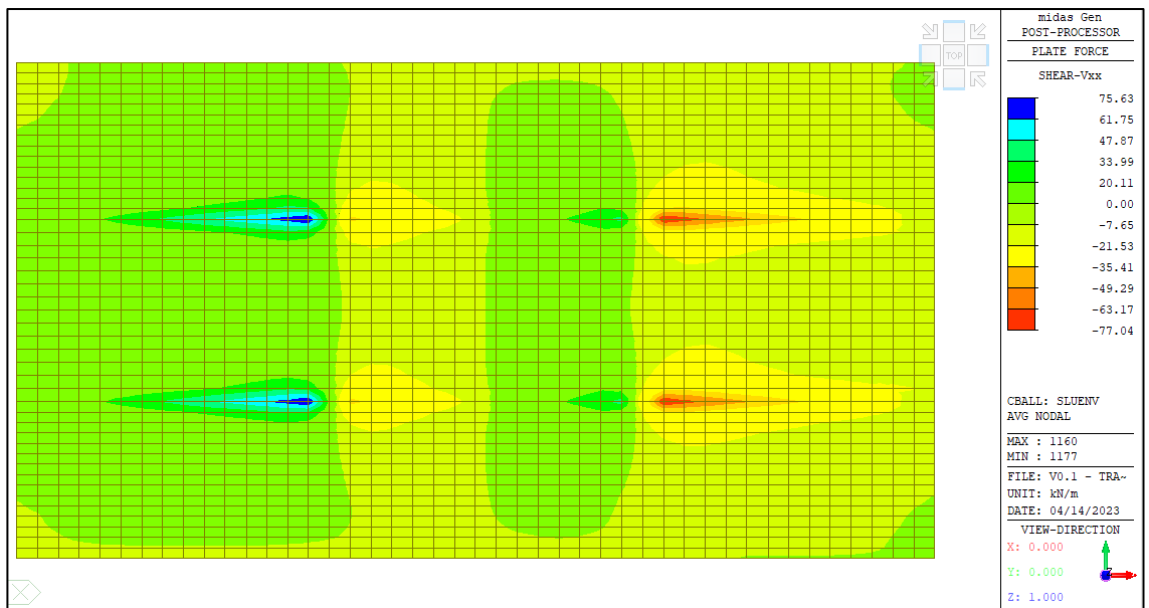


Figura 2-19: Sollecitazioni taglianti platea Vxx – Involuppo SLU [kN]



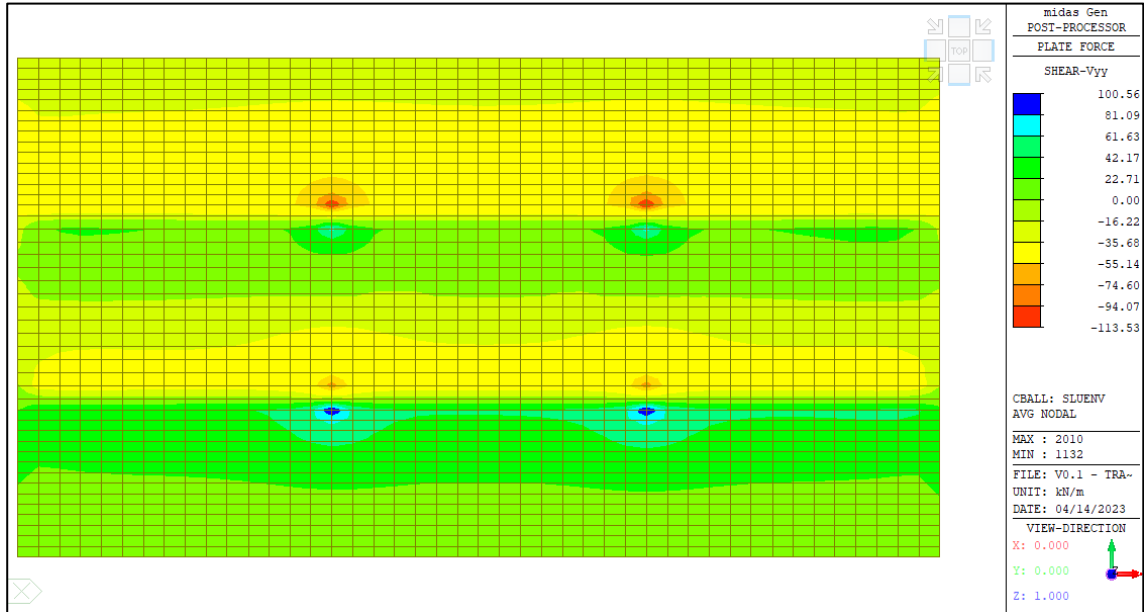


Figura 2-20: Sollecitazioni taglianti platea  $V_{yy}$  – Involuppo SLU [kN]

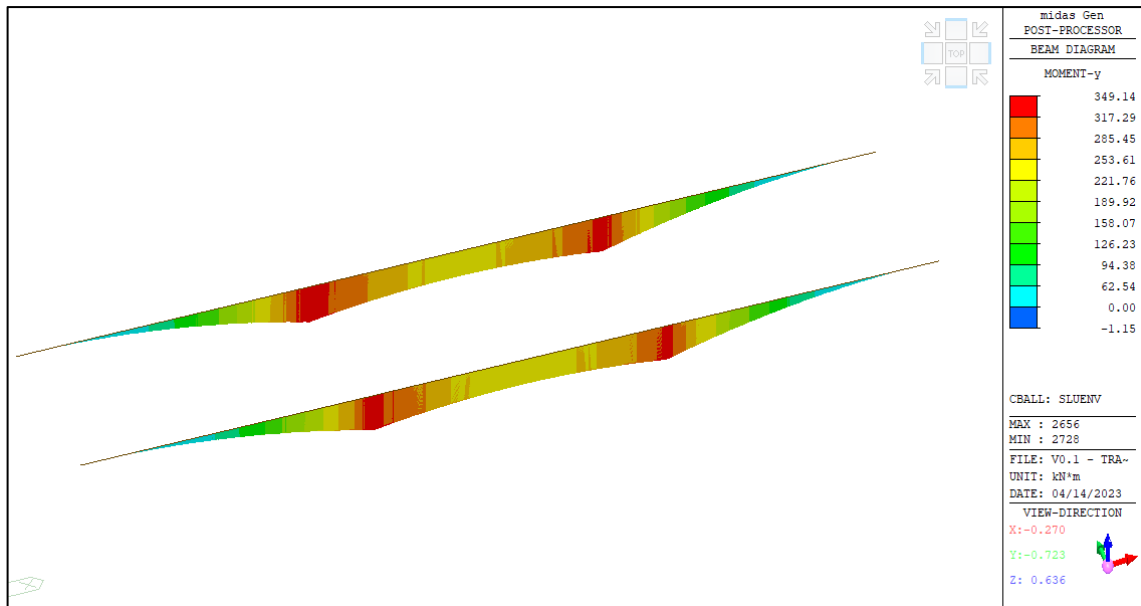


Figura 2-21: Sollecitazioni flettenti trave  $M_y$  – Involuppo SLU [kN; m]

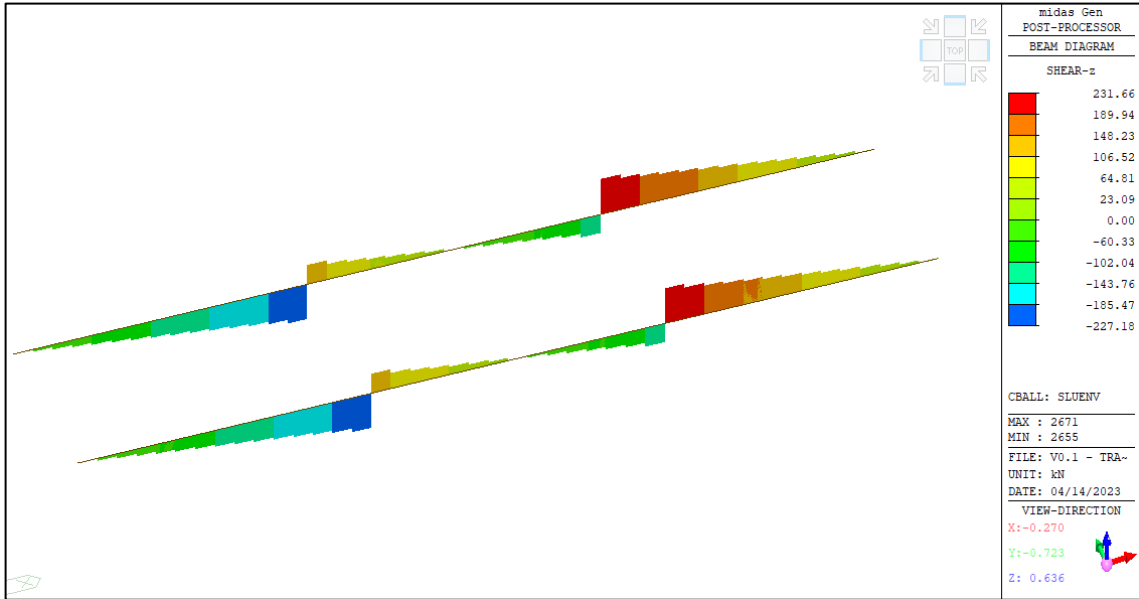


Figura 2-22: Sollecitazioni flettenti trave Fz – Involuppo SLU [kN]

Nella platea si prevede di disporre armatura diffusa  $\Phi 12/20$  in entrambe le direzioni, sia superiormente che inferiormente si ottiene un momento resistente pari a  $MRd = 82.78 \text{ kNm}$ , di cui si riporta il calcolo. In riferimento alla massima sollecitazione riscontrata  $MEd = 55.16 \text{ kNm}$  si ottiene un coefficiente di sicurezza  $C.S. = MEd / MRd = 0.67$ .

Titolo:		N° strati barre 2 Zoom		Tipo Sezione <input checked="" type="radio"/> Rettang.re <input type="radio"/> Trapezi <input type="radio"/> a T <input type="radio"/> Circolare <input type="radio"/> Rettangoli <input type="radio"/> Coord. <input type="radio"/> DXF	
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	5,65	4,6
			2	5,65	35,4
Sollecitazioni		P.to applicazione N		Tipo rottura	
S.L.U. Metodo n		<input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN 0 yN 0		Lato calcestruzzo - Acciaio snervato	
N <sub>Ed</sub>	0	0	0	0	0
M <sub>xEd</sub>	80,29	0	0	0	0
M <sub>yEd</sub>	0	0	0	0	0
Materiali		M <sub>xRd</sub> 82,78 kNm		Metodo di calcolo	
B450C	C32/40			<input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input type="radio"/> Metodo n	
$\epsilon_{su}$ 67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰	$\sigma_c$ -18,13 N/mm²	Tipo flessione		
$f_{yd}$ 391,3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3,5 ‰	$\sigma_s$ 391,3 N/mm²	<input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata		
$E_s$ 200.000 N/mm²	$f_{cd}$ 18,13	$\epsilon_c$ 3,5 ‰	N° rett. 100		
$E_s / E_c$ 15	$f_{cc} / f_{cd}$ 0,8	$\epsilon_{cs}$ 38,18 ‰	Calcola MRd Dominio M-N		
$\epsilon_{syd}$ 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12,25	d 35,4 cm	L <sub>0</sub> 0 cm Col. modello		
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	$\tau_{c0}$ 0,7333	x 2,973 x/d 0,08397	M-curvatura		
	$\tau_{c1}$ 2,114	$\delta$ 0,7	<input type="checkbox"/> Precompresso		

Tale quantitativo di armatura è superiore al minimo indicato da Normativa, pari allo 0.1% dell'area della sezione trasversale della platea, sia inferiormente sia superiormente (§7.2.5 delle NTC2018).

INPUT			
<b>Geometria</b>			
Base		b =	100.00 cm
Altezza		h =	40.00 cm
Copriferro		c =	4.00 cm
Altezza utile		d =	33.80 cm
Resistenza media a trazione calcestruzzo		$f_{ctm}$ =	3.10 MPa
Resistenza a snervamento dell'acciaio		$f_{yk}$ =	450.00 MPa
Armatura tesa disposta		$A_s$	5.65 cm <sup>2</sup>
<b>CALCOLO AREA MINIMA</b>			
<b>Parametri calcolati</b>			
Area di calcestruzzo		$A_c$ =	4,000.00 cm <sup>2</sup>
Percentuale di armatura disposta		$\rho$ =	0.14 %

Si verifica che non risulta necessario prevedere armatura a taglio.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DI SEZIONI IN C.A. - NTC2018			
<b>Caratteristiche dei materiali</b>			
$f_{ck}$	MPa	32	
$\alpha_{cc}$		0.85	
$\gamma_c$		1.5	
$f_{cd}$	resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo	MPa	18.13
$\gamma_s$		1.15	$a_{cc} \cdot f_{cd} / g_c$
$f_{y,wd}$	MPa	391.30	$f_{yd} / g_s$
<b>Caratteristiche della sezione resistente</b>			
$V_{Ed}$	taglio sollecitante di progetto	kN	85
$b_w$	larghezza della sezione	cm	100
$h$	altezza totale della sezione	cm	40
$c$	copriferro netto	cm	4.8
$d$	altezza utile della sezione	cm	35.2
$d^*$		cm	31.68
$k$			1.754
$A_{s1}$	area di armatura longitudinale tesa	cm <sup>2</sup>	5.65
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa		0.0014
$A_{sw}$	area di armatura a taglio disposta	cm <sup>2</sup>	1.57
$s$	spaziatura staffe	cm	25
<b>Controllo necessità di armatura a taglio</b>			
$V_{Rdc1}$		kN	122.48
$V_{Rdc2}$		kN	161.86
$V_{Rdc}$	resistenza della sezione non armata a taglio	kN	161.86
$V_{Ed} / V_{Rdc}$	non è necessario prevedere l'armatura a taglio $V_{Rdc} > V_{Ed}$		

Le travi di fondazione vengono armate superiormente ed inferiormente con 5  $\Phi 16$  longitudinali. Lungo il perimetro della trave, ad interasse 20 cm vengono poste ulteriori barre  $\Phi 16$  lungo tutta la lunghezza della trave. Risulta così soddisfatto il requisito da Normativa (§7.2.5 delle NTC2018).

INPUT			
<b>Geometria</b>			
Base		b =	60.00 cm
Altezza		h =	175.00 cm
Copriferro		c =	4.00 cm
Altezza utile		d =	168.80 cm
Resistenza media a trazione calcestruzzo		$f_{ctm}$ =	3.10 MPa
Resistenza a snervamento dell'acciaio		$f_{yk}$ =	450.00 MPa
Armatura tesa disposta		$A_s$	26.13 cm <sup>2</sup>
<b>CALCOLO AREA MINIMA</b>			
<b>Parametri calcolati</b>			
Area di calcestruzzo		$A_c$ =	10,500.00 cm <sup>2</sup>
Percentuale di armatura disposta		$\rho$ =	0.2 %

La verifica della sezione a flessione è soddisfatta.

**Titolo :**

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	60	175

N°	As [cm²]	d [cm]
1	8.04	5,2
2	8,04	169,8

**Tipologia Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="80,29"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura  
Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C		C32/40	
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/>	ε <sub>c2</sub>	<input type="text" value="2"/>
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391,3"/>	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3,5"/>
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200.000"/>	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="18,13"/>
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,8"/>
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,957"/>	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="12,25"/>
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/>	τ <sub>co</sub>	<input type="text" value="0,7333"/>
		τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="2,114"/>

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**

Retta  Deviata

N° rett.

L<sub>o</sub>  cm

Precompresso

Si dispone come armatura trasversale staffe Φ10/25 cm.

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DI SEZIONI IN C.A. - NTC2018**

**Caratteristiche dei materiali**

f <sub>ck</sub>		MPa	<input type="text" value="32"/>	
α <sub>cc</sub>			0.85	
γ <sub>c</sub>			1.5	
f <sub>cd</sub>	resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo	MPa	18.13	a <sub>cc</sub> · f <sub>cd</sub> / g <sub>c</sub>
γ <sub>s</sub>			1.15	
f <sub>y,wd</sub>		MPa	391.30	f <sub>yd</sub> / g <sub>s</sub>

**Caratteristiche della sezione resistente**

V <sub>Ed</sub>	taglio sollecitante di progetto	kN	<input type="text" value="85"/>	
b <sub>w</sub>	larghezza della sezione	cm	60	
h	altezza totale della sezione	cm	175	
c	copriferro netto	cm	4.8	
d	altezza utile della sezione	cm	170.2	h - c
d*		cm	153.18	0.9 d
k			1.343	min[1.0+√(20/d), 2.0]
A <sub>sl</sub>	area di armatura longitudinale tesa	cm <sup>2</sup>	<input type="text" value="5.65"/>	
ρ <sub>l</sub>	rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa		0.0005	
A <sub>sw</sub>	area di armatura a taglio disposta	cm <sup>2</sup>	<input type="text" value="1.57"/>	
s	spaziatura staffe	cm	25	

**Controllo necessità di armatura a taglio**

V <sub>Rdc1</sub>		kN	197.23	[ 0.18 · k · (100 · ρ <sub>l</sub> · f <sub>ck</sub> ) <sup>1/3</sup> ] / γ <sub>c</sub> · b <sub>w</sub> · d
V <sub>Rdc2</sub>		kN	314.61	[ 0.035 · k <sup>3/2</sup> · √(f <sub>ck</sub> ) ] · b <sub>w</sub> · d
V <sub>Rdc</sub>	resistenza della sezione non armata a taglio	kN	314.61	max[ V <sub>Rdc1</sub> , V <sub>Rdc2</sub> ]
V <sub>Ed</sub> / V <sub>Rdc</sub>	non è necessario prevedere l'armatura a taglio VRdc > VEd			

Si riportano le massime pressioni agenti sul terreno per l'involuppo delle combinazioni allo Stato Limite Ultimo:

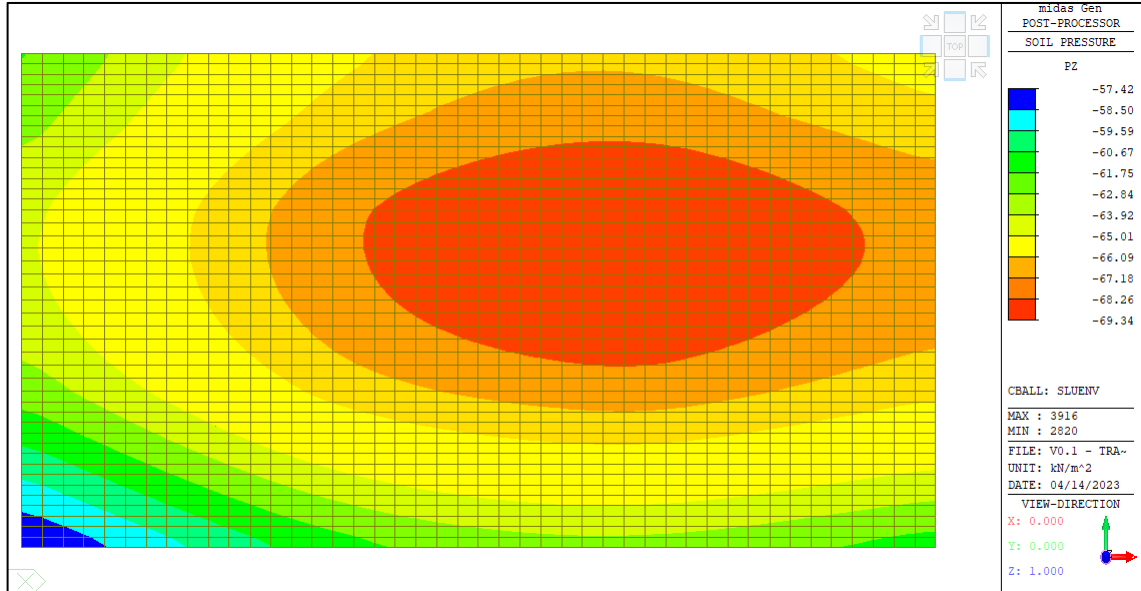


Figura 2-23: Pressioni platea - involucro SLU [kPa]

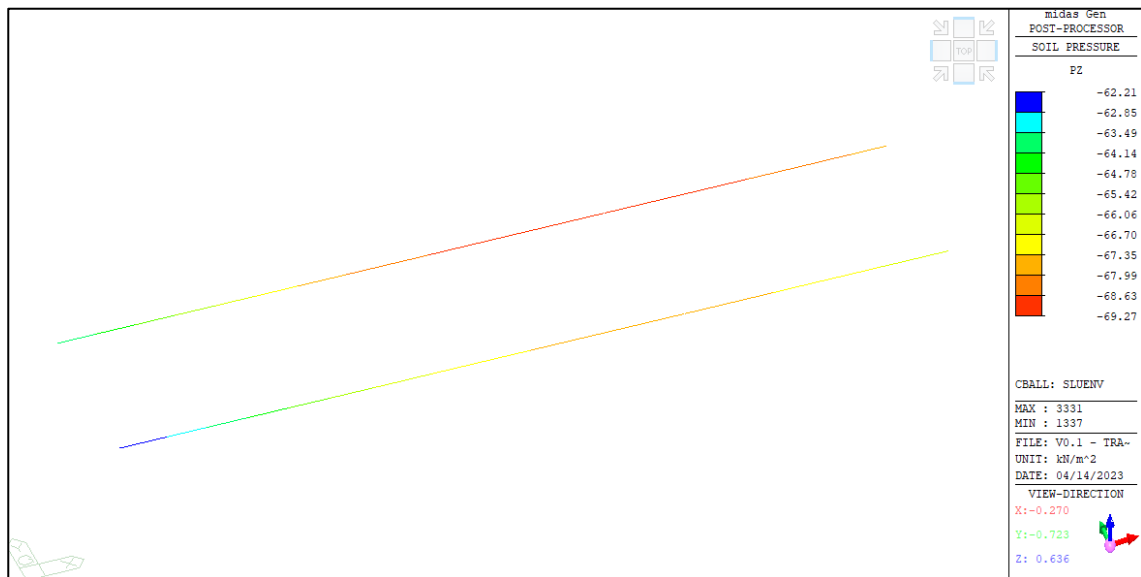


Figura 2-24: Pressioni travi - involucro SLU [kPa]

La massima pressione al suolo, pari a 69.3 kPa, compatibile con la capacità portante del del terreno assunto per l'analisi.

Si riportano i massimi cedimenti per l'involuppo delle combinazioni allo Stato Limite Ultimo:

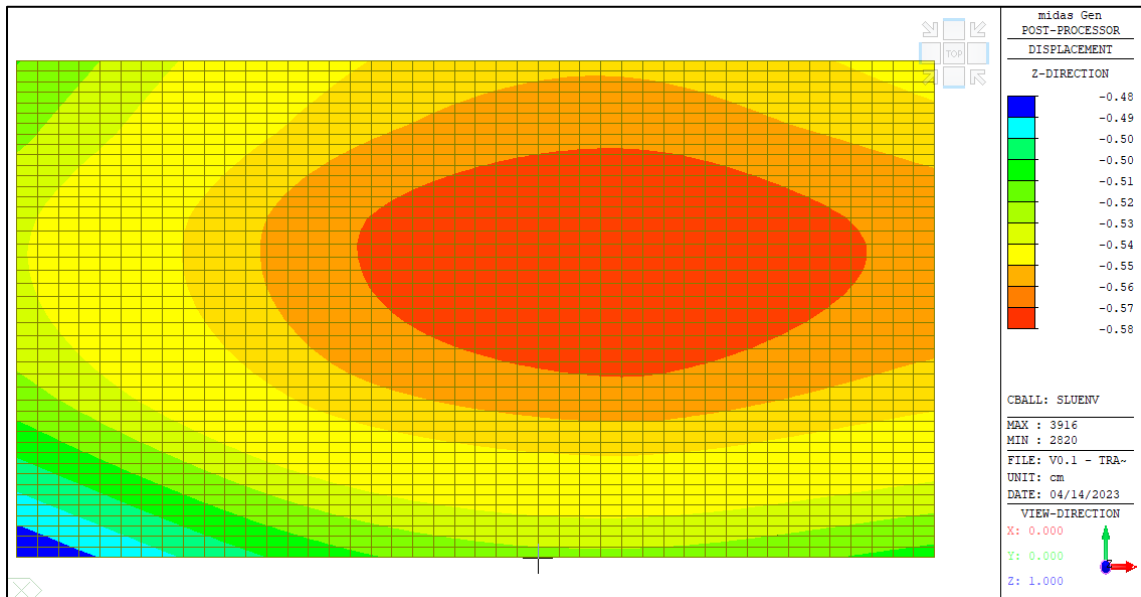


Figura 2-25: Cedimenti - involucro SLU [cm]

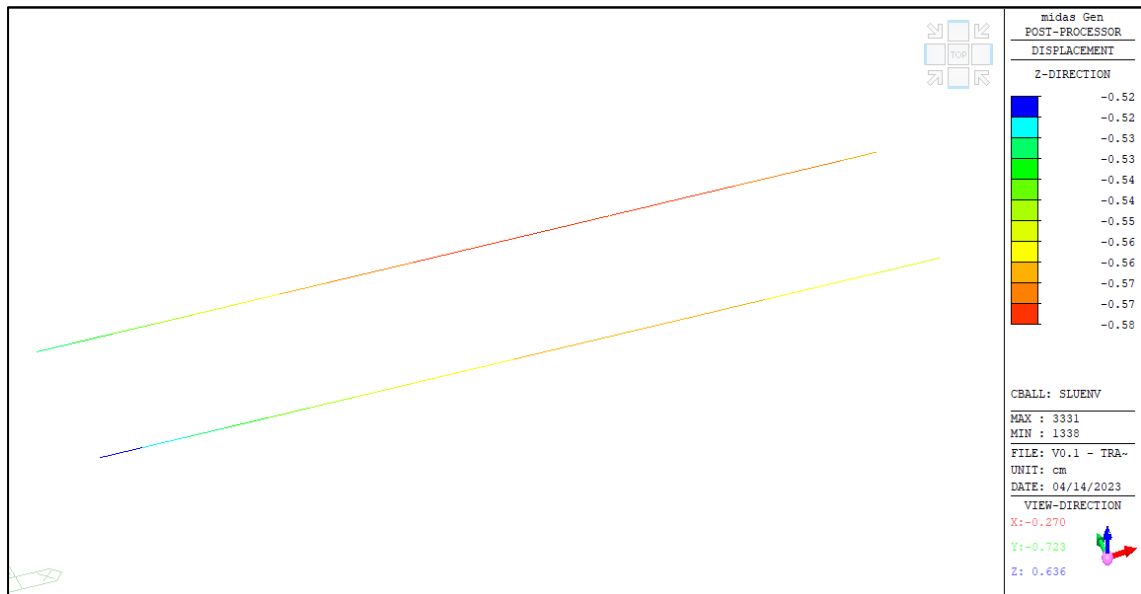


Figura 2-26: Cedimenti - involucro SLU [cm]

I cedimenti differenziali risultano pari a 0.58 cm, compatibili con le condizioni di esercizio della struttura.

### 7.3. VERIFICHE RIBALTAMENTO E SCORRIMENTO

- Verifica a Ribaltamento della platea di fondazione:

Per la platea di fondazione di cui al paragrafo 7.1, di seguito si riporta la verifica a ribaltamento per le combinazioni SLU ed SLV. Si fa riferimento ai coefficienti propri della colonna (EQU) 6.2.I.

Considerando i carichi delle combinazioni a SLU si ottiene:

$$M_{rib.} = 61.7 \text{ kNm}$$

$$M_{stab.} = 1881 \text{ kNm}$$

Ne consegue un coefficiente di sicurezza pari a 30.5, la verifica è quindi soddisfatta.

Considerando i carichi delle combinazioni a SLV si ottiene:

$$M_{rib.} = 212.3 \text{ kNm}$$

$$M_{stab.} = 1881 \text{ kNm}$$

Ne consegue un coefficiente di sicurezza pari a 8.87, la verifica è quindi soddisfatta.

- Verifica a Scorrimento della platea di fondazione:

Per la platea di fondazione di cui al paragrafo 7.1, di seguito si riporta la verifica a scorrimento per le combinazioni SLU ed SLV.

Per la combinazione SLU tale verifica viene condotta secondo quanto indicato al §6.4.2 delle NTC2018 applicando la combinazione A1+M1+R3 di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.I. Si ottiene:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \tan\phi}{V_{Ed}} = \frac{1060 \cdot 0.27}{21.6} = 13.4 \geq 1.1 - \text{Verifica soddisfatta}$$

Per la combinazione SLV tale verifica viene condotta secondo quanto riportato al §7.11.1. Si ottiene:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \tan\phi}{V_{Ed}} = \frac{1001 \cdot 0.27}{67.2} = 4.0 \geq 1.1 - \text{Verifica soddisfatta}$$

### 8. CONCLUSIONI

Il pre-dimensionamento delle opere è stato effettuato considerando le caratteristiche geometriche delle apparecchiature elettromeccaniche riportate nelle planimetrie delle figure 2-3 e 2-4, carichi stimati cautelativamente e parametri geotecnici preliminari.

I valori di cedimenti e pressione al suolo calcolati preliminarmente, sono risultati tali da non compromettere la funzionalità dell'impianto durante la sua fase operativa.

Una volta noti i reali carichi e parametri geotecnici di progetto si dovrà procedere ad una verifica del predimensionamento effettuato ed effettuare un successivo dimensionamento di dettaglio delle opere.