



Regione Siciliana

REGIONE SICILIA
 PROVINCIA DI ENNA
 COMUNE DI CENTURIFE (EN)



PROGETTO DEFINITIVO

Descrizione

Impianto agro-fotovoltaico denominato "San Todaro", di potenza pari a 50,89 MW_p in CC e relative opere di connessione, da realizzarsi in agro dei Comuni di Centuripe (EN) e Paternò (CT).

Titolo elaborato

RELAZIONE GEOTECNICA

File CEN.CEN.ENG.REL.010.00_Relazione Geotecnica.docx

Proponente



Solaria Promozione e Sviluppo Fotovoltaico srl
 Via Sardegna 38
 00187 Roma (RM)
solariapromozionesviluppofotovoltaicosrl@legalmail.it

Progettazione



00	24/05/2023	Emissione Definitiva	M.Pasciuccio	L.Spaccino A.Fata	V.Bretti
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

CLIENT CODE

IMP.			GROUP.			TYPE			PROGR.			REV	
C	E	N	E	N	G	R	E	L	0	1	0	0	0

Consulenze specialistiche

AGRONOMIA

ARCHEOLOGIA

GEOLOGIA

Indice

1.0	INDICAZIONI GENERALI	3
1.1	STRUTTURA.....	3
1.2	TERRENI E FONDAZIONE	3
1.3	NORME GENERALI DI RIFERIMENTO	3
2.0	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO.....	5
2.1	GENERALITÀ.....	5
2.2	DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE PER LA CABINA UTENTE.....	7
2.3	DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE PER LA CABINA SCADA.....	8
2.4	DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE PER LA CABINA DI RACCOLTA.....	9
2.5	DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE PER LA TRASFORMATION UNIT	10
3.0	CARICHI DI PROGETTO	11
4.0	INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	11
5.0	RISULTATI PLATEE CABINE	13
5.1	PLATEA CABINA UTENTE.....	13
5.2	PLATEA CABINA SCADA	15
5.3	PLATEA CABINA DI RACCOLTA.....	17
6.0	RISULTATI PLATEA TRASFORMATORE BT/36KV.....	19
7.0	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIONE MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ.....	21
8.0	INFORMAZIONI INTEGRATIVE SULL'USO DEI CODICI DI CALCOLO	21

1.0 INDICAZIONI GENERALI

1.1 Struttura

Legge 5 novembre 1971 N. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

Decreto Ministeriale 17/01/2018 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni.

Circolare Esplicativa 21/01/2019 – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018.

1.2 Terreni e fondazione

Decreto Ministeriale 17/01/2018 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni.

Circolare Esplicativa 21/01/2019 – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018.

D.M. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circ. MIN.LL.PP. N.30483 del 24 settembre 1988 - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre.

Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica" - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

1.3 Norme generali di riferimento

"Linee guida in materia di impianti agrivoltaici", Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'energia.

LEGGE 29 luglio 2021, n. 108 *"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime*



CODE

CEN.ENG.REL.010.00

PAGINA - PAGE

4 di/of 22

misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure”.

“Consultazione pubblica Misura PNRR Sviluppo Agrivoltaico: Piano di Ripresa e Resilienza, Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile), Investimento 1.1 (Sviluppo Agrivoltaico)”.

“Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima 2030 (PNIEC)”, Ministero dello Sviluppo Economico ([PNIEC finale 17012020.pdf \(mise.gov.it\)](#)).

D.Lgs. 8 novembre 2021, n. 199, di recepimento della direttiva UE 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, (*Direttiva RED II*).

2.0 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

2.1 Generalità

La presente relazione riguarda le verifiche preliminari lato geotecnico (GEO) delle fondazioni delle strutture previste il progetto definitivo del progetto definitivo, proposto da Solaria S.r.l., che prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "San Todaro", localizzato nel Comune di Centuripe (EN), della potenza pari a 50.895,90 kW_p.

L'impianto, installato a terra, con potenza nominale massima pari a 50,14 MW_{AC} è destinato ad essere collegato in antenna a 36 kV con la futura sezione a 36 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) a 380/150/36 kV di Paternò, previo ampliamento della stessa, come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) fornita dal distributore di rete.

L'agrivoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del presente progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi.

La presente relazione tecnica ha carattere preliminare ed i risultati riportati sono indicativi poiché basati su assunzioni fatte per i parametri geotecnici dei terreni di sito dove saranno realizzate le strutture; si rimanda alle successive fasi della progettazione per le quali dovranno essere effettuate campagne di indagini geognostiche in situ ed in laboratorio al fine di ottenere parametri geotecnici sito specifici.

Si rimanda inoltre alle specifiche tecniche dei produttori/fornitori delle componentistiche e delle strutture prefabbricate, scelti in fase successiva, per le caratteristiche delle stesse.

In linea generale, si prevede l'infissione delle strutture porta-moduli nel terreno mediante battipalo, per una profondità non inferiore ai 2,5 m.

Tuttavia, le fondazioni delle strutture porta moduli fotovoltaici, ed in particolare la lunghezza di infissione dei pali, saranno definite nelle successive fasi di progettazione (ingegneria di dettaglio), a seguito dell'individuazione del fornitore della struttura porta-moduli, della definizione finale delle caratteristiche tecniche e geometriche della struttura e dell'esecuzione di specifiche prove di campo (pull-out test).

Nel presente documento si riportano le indicazioni fornite circa la modellazione geotecnica dal documento CEN.ENG.REL.009_RELAZIONE GEOLOGICA, al quale si rimanda per i dettagli; tali indicazioni sono state utilizzate per le verifiche geotecniche delle platee di fondazione in cemento armato della cabina di raccolta, della cabina scada, della cabina utente e della trasformation unit previsti per la realizzazione dell'impianto oggetto di progettazione.

Si rimanda all'elaborato CEN.ENG.REL.002_RELAZIONE TECNICA per i dettagli riguardanti il layout di impianto ed all'elaborato CEN.ENG.REL.004_CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE per i dettagli riguardanti le verifiche ed il calcolo lato struttura (STR) delle opere in progetto.

Si riportano in sintesi le caratteristiche generali inserite nel codice di calcolo:

Intestazione del lavoro	Centuripe
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN – kg
Unita' di misura delle lunghezze	cm – m
Normativa	NTC 2018

2.2 Descrizione della fondazione per la cabina utente

Si prevede l'installazione di una cabina prefabbricata, non oggetto della presente relazione di calcolo, di dimensioni pari a:

- In pianta 6,7x14,4 m circa ed altezza di 3,3 m.

Pertanto, sarà realizzata una platea di fondazione dello spessore di 50 cm e di dimensioni in pianta pari a 7,7x15,4 m.

Si riportano i modelli di calcolo elaborati per le verifiche.

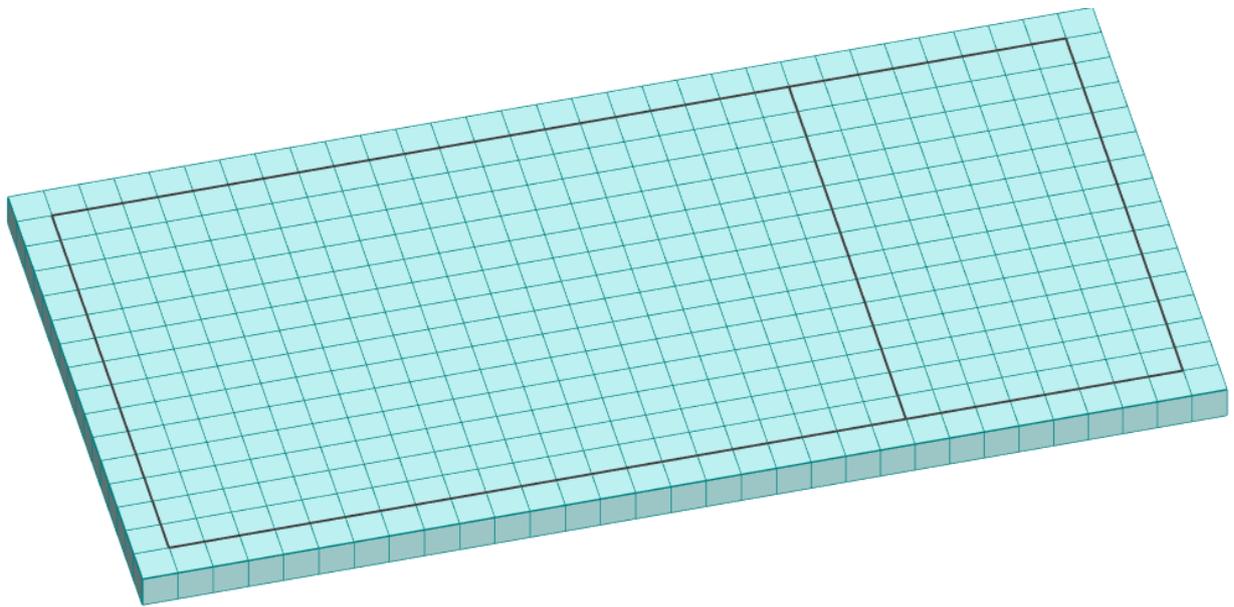


Figure 1: Platea cabina utente

MATERIALI UTILIZZATI

Cemento armato:

Classe C32/40

Peso specifico - $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

2.3 Descrizione della fondazione per la cabina scada

Si prevede l'installazione di una cabina prefabbricata, non oggetto della presente relazione di calcolo, di dimensioni pari a:

- In pianta 5,3x2,5 m circa ed altezza di 3,4 m.

Pertanto, sarà realizzata una platea di fondazione dello spessore di 50 cm e di dimensioni in pianta pari a 6,5x3,5 m.

Si riportano i modelli di calcolo elaborati per le verifiche.

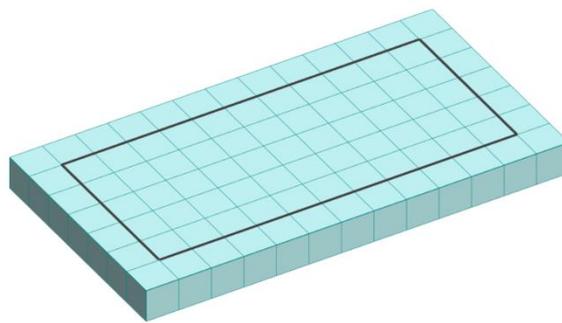


Figure 2: Platea cabina scada

MATERIALI UTILIZZATI

Cemento armato:

Classe C32/40

Peso specifico - $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

2.4 Descrizione della fondazione per la cabina di raccolta

Si prevede l'installazione di una cabina prefabbricata, non oggetto della presente relazione di calcolo, di dimensioni pari a:

- In pianta 6x20 m circa ed altezza di 3,4 m.

Pertanto, sarà realizzata una platea di fondazione dello spessore di 50 cm e di dimensioni in pianta pari a 7x21 m.

Si riportano i modelli di calcolo elaborati per le verifiche.

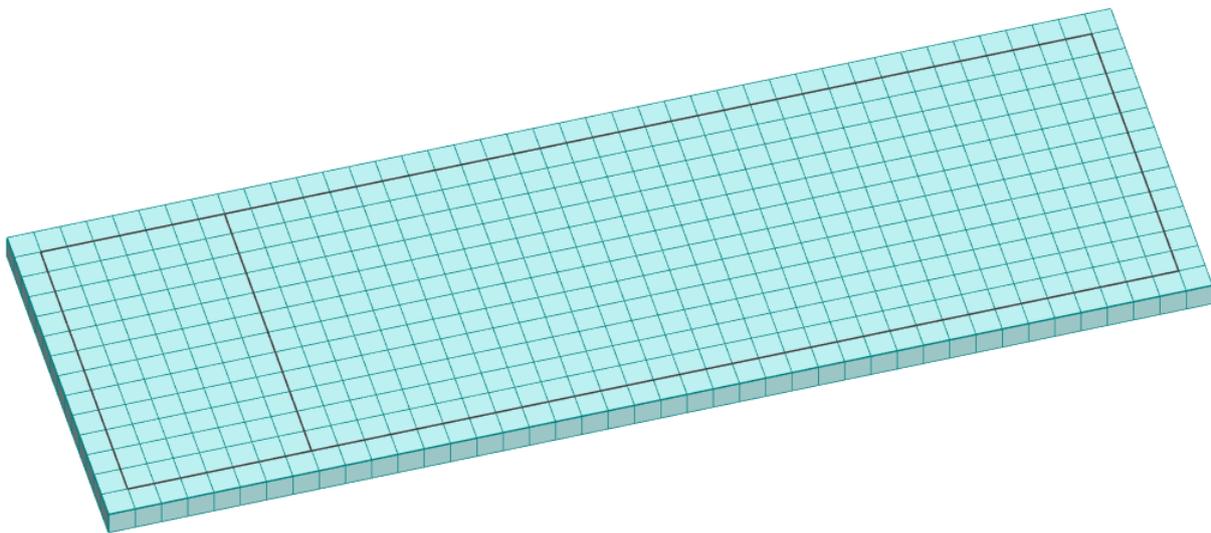


Figure 3: Platea cabina di raccolta

MATERIALI UTILIZZATI

Cemento armato:

Classe C32/40

Peso specifico - $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

2.5 Descrizione della fondazione per la trasformation unit

Per l'installazione della trasformation unit si prevede la realizzazione di una platea di fondazione di dimensioni in pianta di 4,4x18 m circa e spessore di 50 cm; per la raccolta di eventuali sversamenti di olio dovuto a rotture si prevede il posizionamento di un pozzetto interrato prefabbricato, non oggetto della presente relazione di calcolo.

Si riporta il modello di calcolo elaborato per le verifiche.

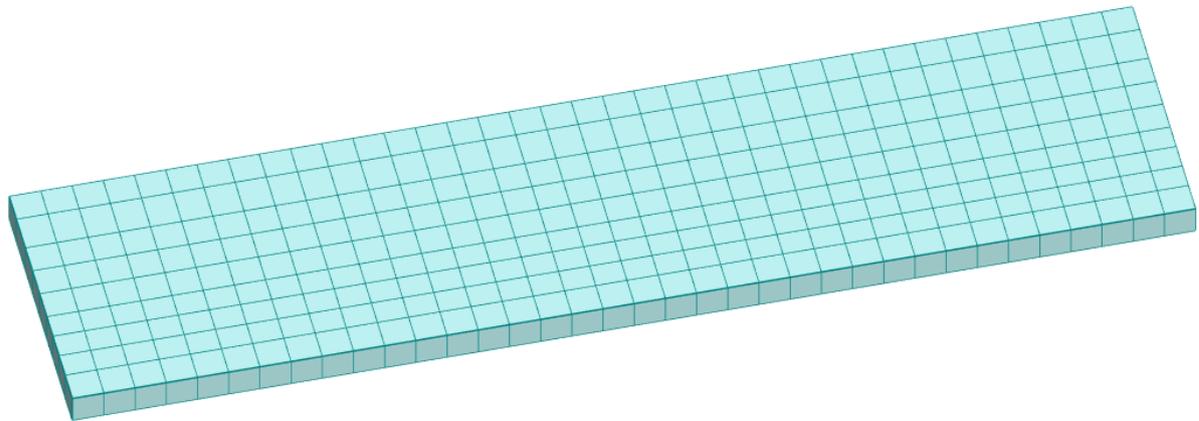


Figure 4: Platea Trasformatore BT/36kV

MATERIALI UTILIZZATI

Cemento armato:

Classe C32/40

Peso specifico - $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

3.0 CARICHI DI PROGETTO

Si rimanda all'elaborato CEN.ENG.REL.004_CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE per i carichi di progetto utilizzati per le verifiche lato struttura (STR) e lato geotecnico (GEO).

4.0 INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Non avendo al momento della presente progettazione alcuna indagine sul terreno idonea per individuarne le caratteristiche fisico-meccaniche si è fatto riferimento alle indicazioni riportate nella relazione geologica alla quale si rimanda per i dettagli.

Di seguito si riportano i parametri geotecnici indicati nella relazione geologica ed assunti per le verifiche lato geotecnico (GEO) per le fondazioni in progetto.

		Parametri geotecnici
<i>Argille limose di colore bruno giallastre, alterate, umide e plastiche con inclusi elementi litoidi di dimensioni da millimetrici - centimetrici a decimetrici.</i>	Peso di volume	$\gamma = 1.95 - 2,00 \text{ t/m}^3$
	Coesione non Drenata	$c_u = 60,00 - 80,00 \text{ KN/m}^2$
	Coesione Drenata	$c' = 20,00 - 24,00 \text{ KN/m}^2$
	Angolo D'attrito efficace	$\varphi' = 18,00^\circ - 21.00^\circ$
<i>Argille limose grigio-azzurre, asciutte, integre e consistenti con inclusi elementi litoidi</i>	Peso di volume	$\gamma = 2.00 - 2,08 \text{ t/m}^3$
	Coesione non Drenata	$c_u = 120,00 - 150,00 \text{ KN/m}^2$
	Coesione Drenata	$c' = 20,00 - 34,00 \text{ KN/m}^2$
	Angolo D'attrito efficace	$\varphi' = 19,00^\circ - 22.00^\circ$

Ai fini del calcolo e della definizione del modello geotecnico, non avendo nessuna informazione circa la stratigrafia di sito, si è assunto un modello geotecnico costituito da un unico strato di argilla limosa costituito dal primo litotipo indicato in tabella, prendendo come parametri geotecnici i valori minimi indicati.

L'elaborazione della prova MASW condotta in sito ha permesso l'individuazione dei diversi sismostrati all'interno dei primi 30 metri di profondità dal p.c., caratterizzati da diverse velocità delle onde sismiche di taglio Vs.

Le indagini condotte hanno riportato i seguenti valori:

- Masw1 Vs,eq = 390.02 m/s Categoria suolo "B"
- Masw2 Vs,eq = 389.02 m/s Categoria suolo "B"
- Masw3 Vs,eq = 284.01 m/s Categoria suolo "C"

Per le verifiche delle fondazioni oggetto del presente documento è stata scelta, cautelativamente dato che trattasi di calcolo preliminare, la categoria di sottosuolo più sfavorevole che, nel caso in esame, risulta essere la categoria C.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figure 5: Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018 – Tab. 3.2.II)

5.0 RISULTATI PLATEE CABINE

5.1 Platea cabina utente

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.

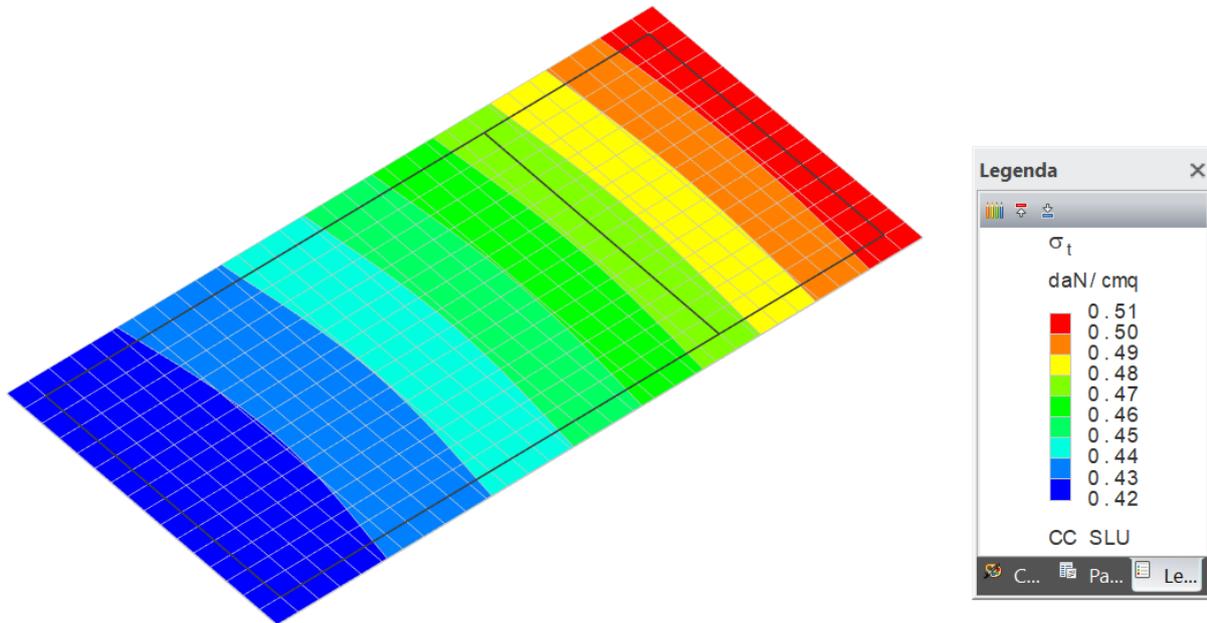


Figure 6: Tensioni sul terreno

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

Fondazioni superficiali

Simbologia

β	= Inclinazione del piano di campagna
γ_r	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
η	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\phi'_{r,z}$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,z}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
N_c	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N_q	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N_{q_0}	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R_d	= Resistenza di progetto (Carico limite)
$S_{y,plat}$	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
Tx	= Taglio in dir. X
Ty	= Taglio in dir. Y
b_c	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b_g	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
b_q	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c_{ur}	= Coesione non drenata rappresentativa del terreno di fondazione
$c'_{r,z}$	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
d_c	= Fattore di profondità relativo alla coesione
d_q	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
g_c	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g_g	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
g_q	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale



CODE

CEN.ENG.REL.010.00

PAGINA - PAGE

14 di/of 22

- i_c = Fattore di inclinazione relativo alla coesione
- i_g = Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
- i_q = Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
- q_{lim} = Pressione limite
- s_c = Fattore di forma relativo alla coesione
- s_g = Fattore di forma relativo al peso del terreno
- s_q = Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 3

$B=7.70$ <m> $L=15.40$ <m> $D=0.50$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1949.99$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=975.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=18.00$ <grad> $c'_r=1999.99$ <daN/mq>
 $N_q=5.26$ $N_c=13.10$ $N_g=4.07$ $g_q=1.00$ $g_c=1.00$ $g_g=1.00$
 $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$ $S_{y,plat}=0.85$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	d_q	d_c	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
1	539454.00	0.00	0.00	0.41	131187.00	7.70	14.91	1.10	1.20	0.90	1.02	1.02	1.00	1.00	1.00	61365.60	3063880.00	5.68

Verifiche in condizioni non drenate

$c_{ur}=5999.98$ <daN/mq>
 $N_q=1.00$ $N_c=5.14$ $g_c=1.00$ $b_c=1.00$ $S_{y,plat}=0.85$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_c	d_c	i_q	i_c	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
1	539454.00	0.00	0.00	0.41	131187.00	7.70	14.91	1.10	1.03	1.00	1.00	35894.00	1792130.00	3.32

5.2 Platea cabina SCADA

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.

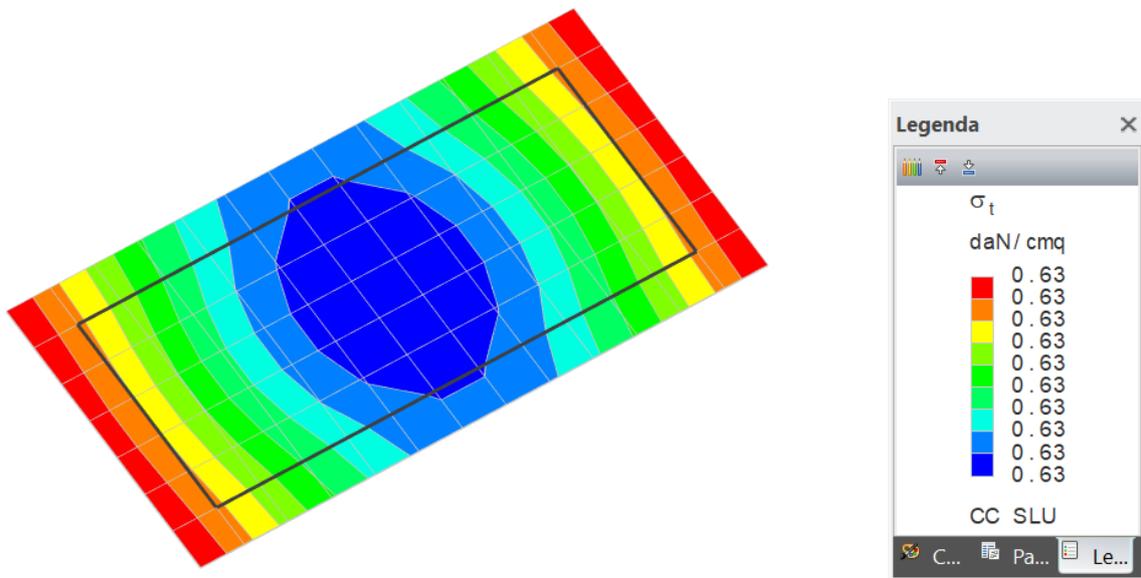


Figure 7: Tensioni sul terreno

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

Fondazioni superficiali

Simbologia

β	= Inclinazione del piano di campagna
γ_r	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
η	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\varphi'_{r,z}$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,z}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
N_c	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N_q	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N_q	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R_d	= Resistenza di progetto (Carico limite)
$S_{\gamma, plat}$	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
Tx	= Taglio in dir. X
Ty	= Taglio in dir. Y
b_c	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b_g	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
b_q	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c_{ur}	= Coesione non drenata rappresentativa del terreno di fondazione
$c'_{r,z}$	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
d_c	= Fattore di profondità relativo alla coesione
d_q	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
g_c	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g_g	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
g_q	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
i_c	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i_g	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
i_q	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
q_{lim}	= Pressione limite
s_c	= Fattore di forma relativo alla coesione
s_g	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
s_q	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale



CODE

CEN.ENG.REL.010.00

PAGINA - PAGE

16 di/of 22

Verifiche capacità portante**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 4

 $B=3.50$ <m> $L=6.50$ <m> $D=0.50$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1950.00$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=975.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

 $\phi'_r=18.00$ <grad> $c'_r=2000.00$ <daN/mq>
 $N_q=5.26$ $N_c=13.10$ $N_g=4.07$ $g_q=1.00$ $g_c=1.00$ $g_g=1.00$
 $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$ $S_{y,plat}=0.94$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	d _q	d _c	i _q	i _c	i _g	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	143206.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	6.50	1.10	1.20	0.90	1.04	1.05	1.00	1.00	1.00	50884.70	503316.00	3.51

Verifiche in condizioni non drenate

 $c_{ur}=6000.01$ <daN/mq>
 $N_q=1.00$ $N_c=5.14$ $g_c=1.00$ $b_c=1.00$ $S_{y,plat}=0.94$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _c	d _c	i _q	i _c	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	143206.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	6.50	1.11	1.06	1.00	1.00	37099.50	366963.00	2.56

5.3 Platea cabina di raccolta

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.

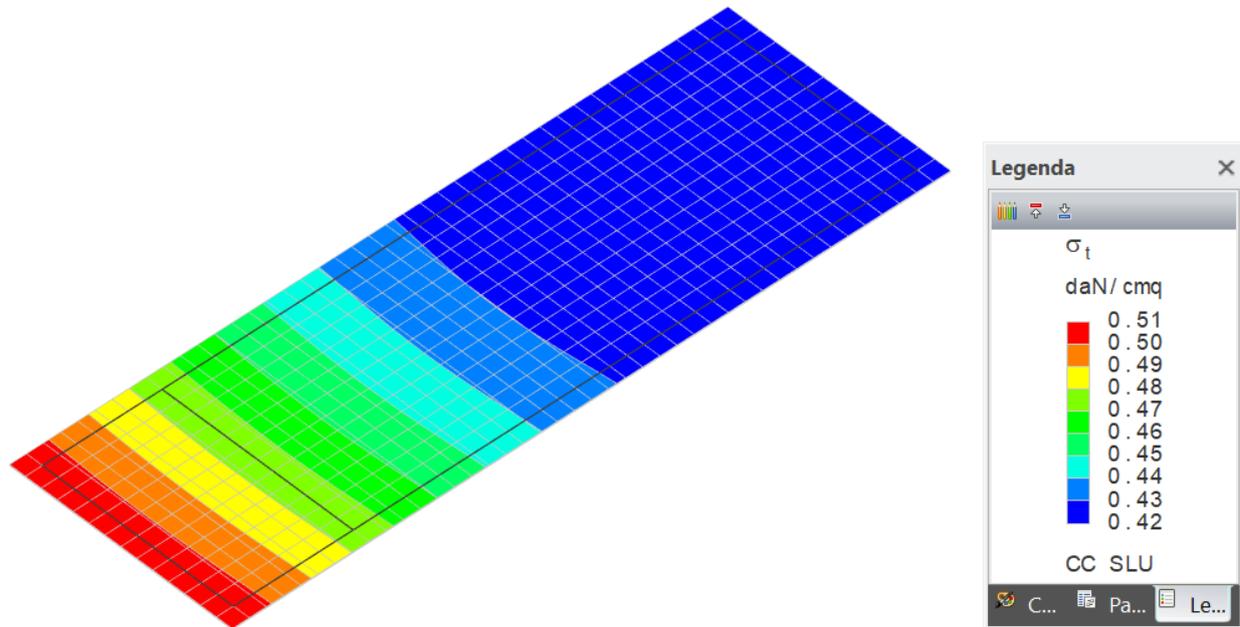


Figure 8: Tensioni sul terreno

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

Fondazioni superficiali

Simbologia

β	= Inclinazione del piano di campagna
γ_r	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
η	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
ϕ'_r	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,t}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
N _c	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N _g	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N _q	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R _d	= Resistenza di progetto (Carico limite)
S _{y,plat}	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
Tx	= Taglio in dir. X
Ty	= Taglio in dir. Y
D _c	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
D _g	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
D _q	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c _{ur}	= Coesione non drenata rappresentativa del terreno di fondazione
c' _r	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
d _c	= Fattore di profondità relativo alla coesione
d _q	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
g _c	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g _g	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
g _q	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
i _c	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i _g	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
i _q	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
q _{lim}	= Pressione limite



CODE

CEN.ENG.REL.010.00

PAGINA - PAGE

18 di/of 22

s_c = Fattore di forma relativo alla coesione
 s_g = Fattore di forma relativo al peso del terreno
 s_q = Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale

Verifiche capacità portante**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 3

$B=7.00$ <m> $L=21.00$ <m> $D=0.50$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_s=1950.00$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=975.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_s=18.00$ <grad> $c'_s=1999.99$ <daN/mq>
 $N_q=5.26$ $N_c=13.10$ $N_g=4.07$ $g_q=1.00$ $g_c=1.00$ $g_g=1.00$
 $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$ $S_{\gamma,plat}=0.86$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	d_q	d_c	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
1	653024.00	0.00	0.00	-0.08	-233869.00	7.00	20.28	1.07	1.13	0.93	1.02	1.03	1.00	1.00	1.00	58438.10	3607560.00	5.52

Verifiche in condizioni non drenate

$c_{ur}=5999.99$ <daN/mq>
 $N_q=1.00$ $N_c=5.14$ $g_c=1.00$ $b_c=1.00$ $S_{\gamma,plat}=0.86$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_c	d_c	i_q	i_c	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
1	653024.00	0.00	0.00	-0.08	-233869.00	7.00	20.28	1.07	1.03	1.00	1.00	34896.00	2154240.00	3.30

6.0 RISULTATI PLATEA TRASFORMATORE BT/36kV

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.

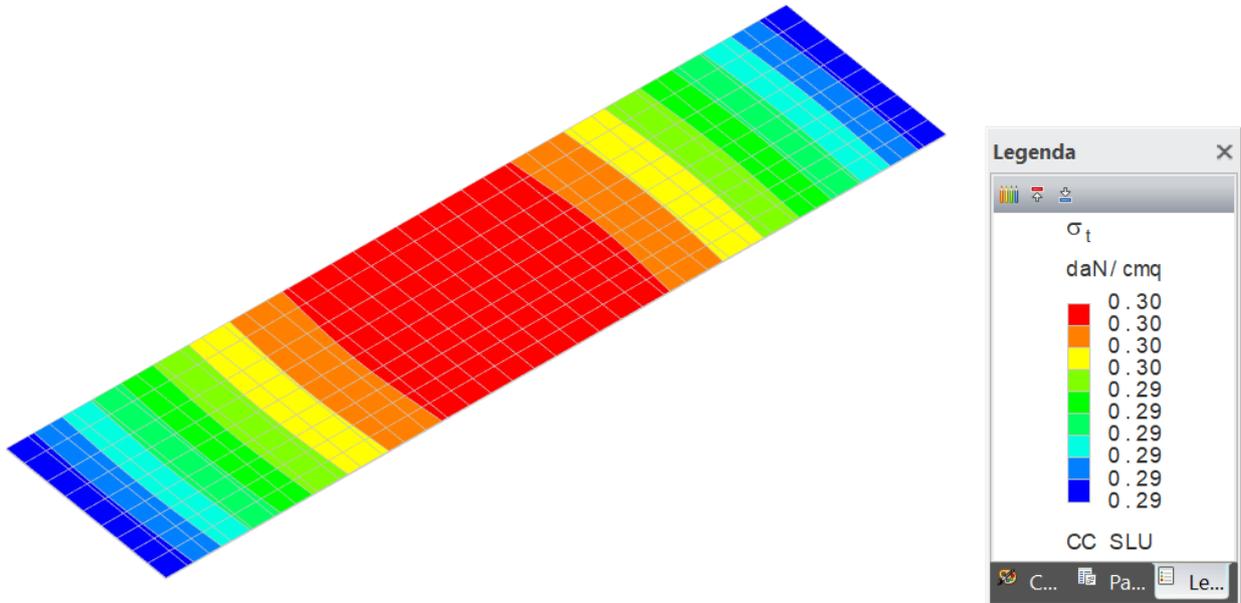


Figure 9: Tensioni sul terreno

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

Fondazioni superficiali

Simbologia

β	= Inclinazione del piano di campagna
γ_r	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
η	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
φ'_r	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,f}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
N _c	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N _q	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N _q	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R _d	= Resistenza di progetto (Carico limite)
$S_{\gamma, plat}$	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
T _x	= Taglio in dir. X
T _y	= Taglio in dir. Y
b _c	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
D _g	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
D _q	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c _{ur}	= Coesione non drenata rappresentativa del terreno di fondazione
c' _r	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
d _c	= Fattore di profondità relativo alla coesione
d _q	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
g _c	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g _g	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
g _q	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
i _c	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i _g	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
i _q	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
q _{lim}	= Pressione limite
s _c	= Fattore di forma relativo alla coesione
s _g	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
s _q	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale



CODE

CEN.ENG.REL.010.00

PAGINA - PAGE

20 di/of 22

Verifiche capacità portante**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 8

 $B=4.40$ <m> $L=18.00$ <m> $D=0.50$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1950.00$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=975.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

 $\phi'_r=18.00$ <grad> $c'_r=2000.00$ <daN/mq>
 $N_q=5.26$ $N_c=13.10$ $N_g=4.07$ $g_q=1.00$ $g_c=1.00$ $g_g=1.00$
 $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$ $S_{y,plat}=0.91$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	d _q	d _c	i _q	i _c	i _g	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	233700.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	4.40	18.00	1.05	1.09	0.95	1.04	1.04	1.00	1.00	1.00	50646.90	1744010.00	7.46

Verifiche in condizioni non drenate

 $c_{ur}=6000.02$ <daN/mq>
 $N_q=1.00$ $N_c=5.14$ $g_c=1.00$ $b_c=1.00$ $S_{y,plat}=0.91$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _c	d _c	i _q	i _c	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	233700.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	4.40	18.00	1.05	1.05	1.00	1.00	34803.70	1198460.00	5.13

7.0 VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIONE MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ

Il programma di calcolo utilizzato Modest è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

È stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati. Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate dalla Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.

8.0 INFORMAZIONI INTEGRATIVE SULL'USO DEI CODICI DI CALCOLO

Codice di calcolo adottato, solutore e affidabilità dei risultati

Titolo del codice di calcolo: Modest;

Autore, produttore e distributore: Tecnisoft s.a.s., via F. Ferrucci 203/C, 59100 Prato (PO);

Versione: Modest Versione 8.28

Estremi della licenza d'uso o di altra forma di autorizzazione all'uso: numero di licenza 7279

AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 17.01.2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore Tecnisoft s.a.s. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento Modest. Si fa presente che sul proprio sito è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione.

Si riporta nel seguito la dichiarazione di affidabilità fornita dalla software house.



Strumenti solidi come i vostri progetti

Tecnisoft s.a.s. di Papi Paolo Luca & C.
Via F. Ferrucci, 203/C - 59100 Prato
Tel. 0574 583421 - Fax 0574 592705
C.F. e P.IVA 01555190972
R.E.A. C.C.I.A.A. Prato n. 421503

DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITÀ DEL PROGRAMMA MODEST

Facendo seguito a quanto richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, la società Tecnisoft s.a.s. produttrice e distributrice del programma ModeSt, dichiara quanto segue.

Il programma ModeSt è un pre-post processore per solutori ad elementi finiti prodotti da altre società ed alle quali si rimanda per i relativi test di affidabilità. Si segnala comunque che i solutori supportati sono di riconosciuta fama nazionale e internazionale e di comprovata affidabilità (Xfinest, SAP2000) e che vengono distribuiti con i relativi test di validazione.

ModeSt contiene comunque al suo interno procedure che l'utente può attivare per il controllo di congruenza sui dati introdotti, procedure che riconoscono in automatico la presenza dei più tipici errori di modellazione.

Al termine del calcolo sono interrogabili sia numericamente che graficamente tutti i risultati, per consentire la valutazione della bontà della modellazione effettuata.

Le procedure di progettazione delle armature degli elementi in c.a. o di verifica degli elementi in acciaio, legno o muratura segnalano sempre le situazioni in cui non sono soddisfatte le condizioni di verifica previste dalla normativa ed implementate nel software. Anche in questo caso si possono effettuare controlli grafici e numerici su stati tensionali, domini di rottura, ecc.

Le procedure di progetto e verifica sono state testate con numerosi esempi reperiti in letteratura o risolti manualmente. Tali esempi sono riportati all'interno di un manuale fornito insieme al programma.

Prato, 30 maggio 2011

Tecnisoft s.a.s.
Socio Accomandatario

