



STUDIO CARANI E PIERONI INGG ASS

RELAZIONE GEOTECNICA

Oggetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI N°18 ALLOGGI DI ERP
DISPOSTI SU DUE BLOCCHI IN LINEA - *PROGETTO STRUTTURALE*
BLOCCO B

Ubicazione: Pisa, via Pietrasantina

Proprietà: Comune di Pisa

Progettista: Dott. Ing. Stefano Carani

**Resp del
Procedimento:** Geom Walter Costa

codice CUP: H59C12000090002



Sommario

REPORT DEL PROGRAMMA DI CALCOLO.....	3
Normativa di riferimento	3
Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni.....	4
Fondazioni superficiali	4
Caratterizzazione	4
Geotecnica.....	6
Elenco colonne stratigrafiche	6
Elenco unità geotecniche	7
Report grafico complessivo	11
<i>Figura numero 1: Colonna stratigrafica numero 1</i>	13
Fondazioni superficiali.....	14
Verifiche capacità portante	14
Cedimenti	16



REPORT DEL PROGRAMMA DI CALCOLO

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.
- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.
- D.M. del 17/1/2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare n. 617 del 2/2/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/1/2008.

Unità di mLe unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti



Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni

Fondazioni superficiali

Generali	
Generali	
Condizioni di calcolo per terreni coesivi	Sia drenate che non drenate
Calcolo di a' dal rapporto con c'	1.00
Calcolo di a_u dal rapporto con c_u	1.00
Calcolo di σ' dal rapporto con ϕ'	1.00
Considera l'angolo di attrito in deformazione piana per fondazioni nastriformi	No
Calcolo dei parametri rappresentativi per terreni stratificati	Media pesata
-Calcola i valori medi dell'angolo di attrito secondo la sua tangente	No
Capacità portante in condizioni statiche	
Calcolo della capacità portante per rottura generale	Terzaghi (1943)
-Combinazione dei fattori di forma e di inclinazione del carico	Considera solo i fattori di forma
-Considera gli effetti dell'eccentricità del carico con un unico fattore riduttivo	No
Considera eccentricità e inclinazione dei carichi attraverso domini di interazione	No
Calcolo della capacità portante per rottura locale	Si
	Vesic (1975)
Calcolo della capacità portante per rottura per punzonamento	Si
Calcolo della capacità portante per scorrimento	Si
Calcolo della capacità portante per sollevamento	Si
Capacità portante in condizioni sismiche	
Calcolo della capacità portante per rottura generale	Metodo scelto per le condizioni statiche
Calcolo della capacità portante per scorrimento	Si
-Percentuale di spinta passiva mobilitata <%>	0.00
Cedimenti	
Cedimenti	Terzaghi (1955)
-Costante di sottofondo standardizzata k_1	200000.00
Considera pressioni di esercizio al netto delle tensioni litostatiche	No
Limita costante di sottofondo ad un valore	No

Caratterizzazione

Specifici	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Informazioni preliminari										
Coefficiente di uniformità	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Pari a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Definizione della composizione granulometrica, per terreni incoerenti	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Sabbia fine uniforme	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Sabbia fine ben gradata - sabbia media uniforme										
-Sabbia media ben gradata - sabbia grossa uniforme										
-Sabbia e ghiaia - ghiaia media										
Definizione indici compressibilità edometrica, per terreni coesivi	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Indice di compressione (Cc)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Indice di ricomprensione (Cr)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



-Considera incremento preconsolidazione costante	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Pari a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Correggi NSPT se la misura è sottofalda	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Densità relativa											
Correlata con prove SPT											
-Terzaghi e Peck (1948)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
-Gibbs e Holtz (1957)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Meyerhof (1957)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Schultze e Menzenbach (1961)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Bazaara (1967)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Marcuson e Bieganousky (1977)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Skempton (1986)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Correlata con prove CPT											
-Schmertmann (1976)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
-Jamolkowski et al. (1985)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Baldi et al. (1986)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Elaborazione dei risultati											
-Valore medio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Valore minore											
Angolo d'attrito											
Correlato con prove SPT											
-Terzaghi e Peck (1948)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
-Schmertmann (1975)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Wolff (1989)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Hatanaka e Uchida (1996)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Road Bridge Specification	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Owasaki e Iwasaki	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Japanese National Railway	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Peck-Hanson e Thornburn	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-De Mello	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Correlato con prove CPT											
-Robertson e Campanella (1983)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
-Durgunoglu e Mitchell	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Caquot	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Correlata con proprietà indice											
-In funzione della densità relativa, per terreni incoerenti	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-In funzione dell'indice di plasticità, per terreni coesivi	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Elaborazione dei risultati											
-Valore medio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Valore minore											
Coesione non drenata											
Correlata con prove SPT											
-Hara et al. (1971)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
-Stroud (1974)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Correlata con prove CPT											
-Mayne e Kemper (1988)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
-Lunne e Eide	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Correlata con proprietà indice											
-Bjerrum e Simons (1960)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Skempton (1953)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Calcolata da $\sigma'v_0$ con moltiplicatore pari a	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Pari a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Elaborazione dei risultati											
-Valore medio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Valore minore											



Caratteristiche litostatiche										
Grado di sovraconsolidazione										
-Correlato con prove SPT										
-Mayne e Kemper (1988)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Correlato con prove CPT										
-Mayne e Kemper (1988)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
-Elaborazione dei risultati										
-Valore medio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Valore minore										
Coefficiente di spinta a riposo										
-Calcolo di k_0 (NC)										
-Jaky (1936)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Brooker e Ireland (1965)										
-Alpan (1967)										
-Massarsch (1979)										
-Correlato con Dr										
-Calcolato dal coefficiente di Poisson										
-Calcolo di α										
-Pari a										
-Kulhawy (1989)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Alpan (1967) per terreni coesivi										
-Alpan (1967) per terreni incoerenti										
-Correlato con Dr										
Parametri elastici										
Correlati con prove GFS										
Correlati con prove SPT										
-Stroud e Butler (1975)										
-Stroud (1989)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Schmertmann (1978)										
-Farrent										
-Menzenbach e Malcev										
-D'Appolonia										
-Schulze e Menzenbach										
-Crespellani e Vannucchi										
-Ohsaki e Iwasaki, per sabbie										
-Ohsaki e Iwasaki, per sabbie con fini										
Correlati con prove CPT										
-Schmertmann (1977)										
-Robertson e Campanella (1983)										
-Kulhawy e Mayne (1990)										
-Rix e Stokoe (1992)										
-Mayne e Rix (1993)										
Fattore correttivo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Geotecnica

Elenco colonne stratigrafiche

Simbologia

St.	=Strato
z	=Profondità della superficie superiore dello strato
Unità geotecnica	=Unità geotecnica
Class.	=Classificazione
	Coes. = Coesivo
	Inc. = Incoerente
	Roc. = Roccia
	N. c. = Non classificato



Colonna stratigrafica numero 1

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.
1	0.00	1 strato 1	Coes.	2	1.00	2 strato 2	N. c.	3	2.20	3 strato 3	N. c.
4	3.50	4 strato 4	N. c.	5	4.20	5 strato 5	N. c.	6	8.00	6 strato 6	N. c.
7	11.00	7 strato 7	N. c.	8	12.50	8 strato 8	N. c.	9	17.00	9 strato 9	N. c.
10	22.00	10 strato 10	N. c.								

Falda a profondità: 1.50 m

Elenco unità geotecniche

1 strato 1:

Classificazione: Coesivo

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1850.00$ daN/mc

- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 1850.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 15.00$ grad

- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq

- Coesione non drenata: $c_u = 2500.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 2.65

- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.95$

calcolato utilizzando le seguenti opzioni:

-Calcolo di k_0 Jaky(1936)

-Calcolo di α Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 5100000.00$ daN/mq

- Modulo elastico tangenziale: $G = 1700000.00$ daN/mq

- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$

- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.47$

- Modulo edometrico: $E_{\text{ed}} = 260000.00$ daN/mq

- Modulo elastico non drenato: $E_u = 830000.00$ daN/mq

2 strato 2:

Classificazione: Non classificato

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1850.00$ daN/mc

- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 1900.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 22.00$ grad

- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq

- Coesione non drenata: $c_u = 2900.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 2.65

- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.90$

calcolato utilizzando le seguenti opzioni:

-Calcolo di k_0 Jaky(1936)

-Calcolo di α Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 5100000.00$ daN/mq

- Modulo elastico tangenziale: $G = 1700000.00$ daN/mq

- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$

- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.47$

- Modulo edometrico: $E_{\text{ed}} = 380000.00$ daN/mq

- Modulo elastico non drenato: $E_u = 830000.00$ daN/mq

3 strato 3:



Classificazione: Non classificato

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1850.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 2200.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 22.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq
- Coesione non drenata: $c_u = 4600.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 3.96
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 1.05$
calcolato utilizzando le seguenti opzioni:
 - Calcolo di k_0 Jaky(1936)
 - Calcolo di α Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 5100000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 1734690.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.47$
- Modulo edometrico: $E_{\text{ed}} = 770000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 5204080.00$ daN/mq

4 strato 4:

Classificazione: Non classificato

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1800.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 1900.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 28.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq
- Coesione non drenata: $c_u = 2600.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 1.90
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.72$
calcolato utilizzando le seguenti opzioni:
 - Calcolo di k_0 Jaky(1936)
 - Calcolo di α Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 5400000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 1800000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.49$
- Modulo edometrico: $E_{\text{ed}} = 210000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 135000.00$ daN/mq

5 strato 5:

Classificazione: Non classificato

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1800.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 1900.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 23.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq
- Coesione non drenata: $c_u = 2600.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 1.45
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.70$
calcolato utilizzando le seguenti opzioni:
 - Calcolo di k_0 Jaky(1936)
 - Calcolo di α Kulhawy (1989)



Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 5400000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 1800000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.49$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 260000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 1350000.00$ daN/mq

6 strato 6:

Classificazione: Non classificato

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1800.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{sat} = 1900.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 34.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq
- Coesione non drenata: $c_u = 7300.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: $OCR = 2.97$
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.81$
calcolato utilizzando le seguenti opzioni:
 - Calcolo di k_0 Jaky(1936)
 - Calcolo di α Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 8400000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 2800000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.49$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 1910000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 1390000.00$ daN/mq

7 strato 7:

Classificazione: Non classificato

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\square = 1800.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\square_{sat} = 1900.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\square' = 28.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq
- Coesione non drenata: $c_u = 2000.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: $OCR = 1.00$
- Coeff. di spinta a riposo: $\square_0 = 0.53$
calcolato utilizzando le seguenti opzioni:
 - Calcolo di k_0 Jaky(1936)
 - Calcolo di \square Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 42900000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 14500000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$
- Coeff. di Poisson: $\square = 0.49$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 60000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 40000.00$ daN/mq

8 strato 8:

Classificazione: Non classificato



Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1800.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 1900.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 28.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq
- Coesione non drenata: $c_u = 2400.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 1.00
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.53$
calcolato utilizzando le seguenti opzioni:
 - Calcolo di k_0 Jaky(1936)
 - Calcolo di κ_0 Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 42900000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 14500000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.49$
- Modulo edometrico: $E_{\text{ed}} = 80000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 40000.00$ daN/mq

9 strato 9:

Classificazione: Non classificato

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1900.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 2000.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 36.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq
- Coesione non drenata: $c_u = 13900.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 3.06
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.80$
calcolato utilizzando le seguenti opzioni:
 - Calcolo di k_0 Jaky(1936)
 - Calcolo di α Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 42900000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 14500000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.48$
- Modulo edometrico: $E_{\text{ed}} = 2880000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 40000.00$ daN/mq

10 strato 10:

Classificazione: Non classificato

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1800.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 1900.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 27.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq
- Coesione non drenata: $c_u = 6900.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 1.37
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.63$
calcolato utilizzando le seguenti opzioni:
 - Calcolo di k_0 Jaky(1936)
 - Calcolo di α Kulhawy (1989)

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 22600000.00$ daN/mq



- Modulo elastico tangenziale: $G = 7600000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.49$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 760000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 40000.00$ daN/mq

Report grafico complessivo

Colonna stratigrafica numero 1

Simbologia

St.	=Strato
z	=Profondità della superficie superiore dello strato
Unità geotecnica	=Unità geotecnica
Class.	=Classificazione
	Coes. = Coesivo
	Inc. = Incoerente
	Roc. = Roccia
	N. c. = Non classificato
γ	=Peso specifico del terreno naturale
γ_{sat}	=Peso specifico del terreno saturo
D_r	=Densità relativa
I_p	=Indice di plasticità
ϕ'	=Angolo di attrito efficace
c'	=Coesione efficace
c_u	=Coesione non drenata
OCR	=Grado di sovraconsolidazione
κ_0	=Coeff. di spinta a riposo
Crit.	=Criterio di progetto

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	γ <daN/mc>	γ_{sat} <daN/mc>	D_r	I_p	ϕ' <grad>	c' <daN/mq>	c_u <daN/mq>	OCR	κ_0	Crit.
1	0.00	1 strato 1	Coes.	1850.00	1850.00			15.00	0.00	2500.00	2.65	0.95	1
2	1.00	2 strato 2	N. c.	1850.00	1900.00			22.00	0.00	2900.00	2.65	0.90	1
3	2.20	3 strato 3	N. c.	1850.00	2200.00			22.00	0.00	4600.00	3.96	1.05	1
4	3.50	4 strato 4	N. c.	1800.00	1900.00			28.00	0.00	2600.00	1.90	0.72	1
5	4.20	5 strato 5	N. c.	1800.00	1900.00			23.00	0.00	2600.00	1.45	0.70	1
6	8.00	6 strato 6	N. c.	1800.00	1900.00			34.00	0.00	7300.00	2.97	0.81	1
7	11.00	7 strato 7	N. c.	1800.00	1900.00			28.00	0.00	2000.00	1.00	0.53	1
8	12.50	8 strato 8	N. c.	1800.00	1900.00			28.00	0.00	2400.00	1.00	0.53	1
9	17.00	9 strato 9	N. c.	1900.00	2000.00			36.00	0.00	13900.00	3.06	0.80	1
10	22.00	10 strato 10	N. c.	1800.00	1900.00			27.00	0.00	6900.00	1.37	0.63	1

Simbologia

St.	=Strato
z	=Profondità della superficie superiore dello strato
Unità geotecnica	=Unità geotecnica
Class.	=Classificazione
	Coes. = Coesivo
	Inc. = Incoerente
	Roc. = Roccia
	N. c. = Non classificato
γ	=Peso specifico del terreno naturale
γ_{sat}	=Peso specifico del terreno saturo
D_r	=Densità relativa
I_p	=Indice di plasticità
ϕ'	=Angolo di attrito efficace
c'	=Coesione efficace
c_u	=Coesione non drenata
OCR	=Grado di sovraconsolidazione



STUDIO CARANI E PIERONI INGG ASS

κ_0 =Coeff. di spinta a riposo
Crit. =Criterio di progetto

St.	z <m>	E <daN/mq>	G <daN/mq>	k_j	ν	E_{cd} <daN/mq>	E_u <daN/mq>	Crit.
1	0.00	5100000.00	1700000.00	0.00	0.47	260000.00	830000.00	1
2	1.00	5100000.00	1700000.00	0.00	0.47	380000.00	830000.00	1
3	2.20	5100000.00	1734690.00	0.00	0.47	770000.00	5204080.00	1
4	3.50	5400000.00	1800000.00	0.00	0.49	210000.00	135000.00	1
5	4.20	5400000.00	1800000.00	0.00	0.49	260000.00	1350000.00	1
6	8.00	8400000.00	2800000.00	0.00	0.49	1910000.00	1390000.00	1
7	11.00	42900000.00	14500000.00	0.00	0.49	60000.00	40000.00	1
8	12.50	42900000.00	14500000.00	0.00	0.49	80000.00	40000.00	1
9	17.00	42900000.00	14500000.00	0.00	0.48	2880000.00	40000.00	1
10	22.00	22600000.00	7600000.00	0.00	0.49	760000.00	40000.00	1

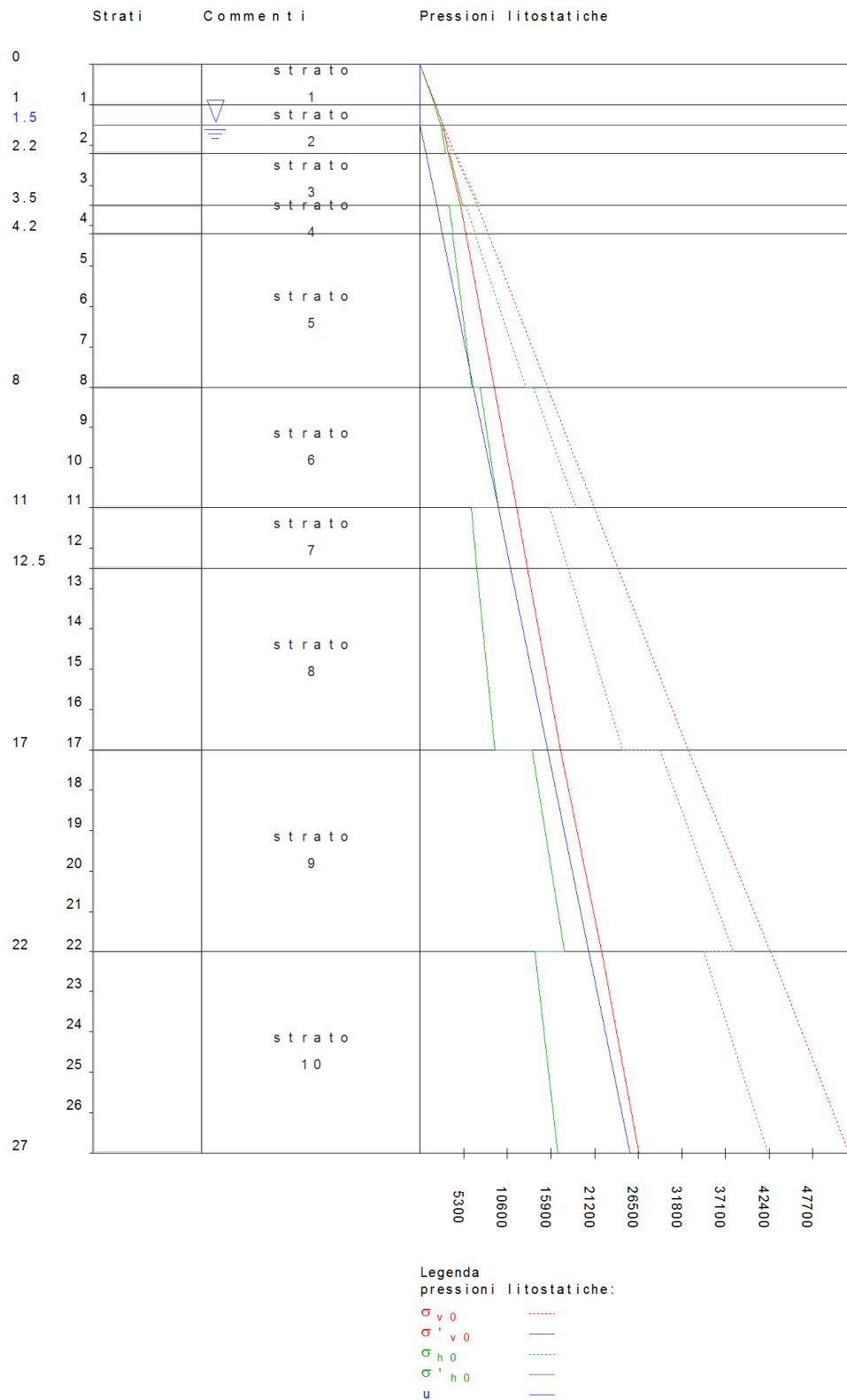


Figura numero 1: Colonna stratigrafica numero 1

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 1.00$;

Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.30$;



Permanenti non strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;
Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$;
Variabili, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;
Variabili, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$.

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito $\gamma_M = 1.00$;
Coesione efficace $\gamma_M = 1.00$;
Coesione non drenata $\gamma_M = 1.00$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante $\gamma_R = 2.30$;
Scorrimento $\gamma_R = 1.10$;

Fondazioni superficiali

Simbologia

B = Base della fondazione
L = Lunghezza della fondazione ($L > B$)
D = Profondità del piano di posa della fondazione
 β = Inclinazione del piano di campagna
 η = Inclinazione del piano di posa della fondazione
 γ_r = Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
 $\sigma_{v0,f}$ = Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
 φ'_r = Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
 c'_r = Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
 N_q = Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
 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
 s_c = Fattore di forma relativo alla coesione
 s_g = Fattore di forma relativo al peso del terreno
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N = Sforzo normale
M_x = Momento intorno all'asse X
M_y = Momento intorno all'asse Y
B' = Base della fondazione reagente
L' = Lunghezza della fondazione reagente
 q_{lim} = Pressione limite
 R_d = Resistenza di progetto (Carico limite)
Sic. = Sicurezza a rottura
T_x = Taglio in dir. X
T_y = Taglio in dir. Y

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Terzaghi

Platea n. 911

$B=15.58$ <m> $L=26.57$ <m> $D=1.85$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=933.76$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,f}=3440.00$ <daN/mq>



Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_i=27.06$ <grad> $c'_i=0.00$ <daN/mq>
 $N_q=16.00$ $N_c=29.36$ $N_g=11.63$ $s_c=1.30$ $s_g=0.80$

CC	N <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
17	4205460.00	2233610.00	1712010.00	14.52	25.75	118072.00	19192700.00	4.56
21	3867850.00	1347790.00	920680.00	14.88	26.09	119658.00	20201800.00	5.22

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

Platea n. 911

$B=15.58$ <m> $L=26.57$ <m> $D=1.85$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=933.76$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=3440.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_i=27.06$ <grad> $c'_i=0.00$ <daN/mq>
 $N_q=16.00$ $N_c=29.36$ $N_g=11.63$ $s_c=1.30$ $s_g=0.80$

CC	N <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
1	3002580.00	1719270.00	1699920.00	14.43	25.43	117711.00	18789800.00	6.26
3	3002570.00	1378030.00	1635210.00	14.66	25.48	118698.00	19278300.00	6.42
5	3002580.00	2069660.00	1317220.00	14.20	25.69	116698.00	18510500.00	6.16
7	3002580.00	2028740.00	924488.00	14.23	25.95	116816.00	18753900.00	6.25
9	3002570.00	1723500.00	1699410.00	14.43	25.43	117699.00	18784400.00	6.26
11	3002570.00	1382250.00	1634700.00	14.66	25.48	118686.00	19272900.00	6.42
13	3002580.00	2073880.00	1316710.00	14.20	25.69	116686.00	18505100.00	6.16
15	3002580.00	2032960.00	923975.00	14.23	25.95	116804.00	18748400.00	6.24

Verifiche di capacità portante per rottura per punzonamento

Platea n. 911

Verifiche in condizioni drenate

Verifiche rispettate $I_r(524.05) \geq I_{rcrit}(71.29)$

Verifiche di capacità portante per rottura per scorrimento

Platea n. 911

$B=15.58$ <m> $L=26.57$ <m> $D=1.85$ <m>

Verifiche in condizioni drenate

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	R_d <daN>	Sic.
1	3002580.00	-205539.00	-92239.80	1102840.00	4.90
3	3002570.00	-189228.00	37869.50	1102830.00	5.71
5	3002580.00	-86400.20	-225004.00	1102840.00	4.58
7	3002580.00	32029.80	-208693.00	1102840.00	5.22



9	3002570.00	-205539.00	-92239.80	1102840.00	4.90
11	3002570.00	-189228.00	37869.50	1102830.00	5.71
13	3002580.00	-86400.20	-225004.00	1102840.00	4.58
15	3002580.00	32029.80	-208693.00	1102840.00	5.22

Cedimenti

Metodo utilizzato: Terzaghi (1955)

Simbologia

B = Base della fondazione

L = Lunghezza della fondazione (L>B)

k_1 = Costante di sottofondo standardizzata

k_w = Costante di sottofondo

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

N = Sforzo normale

q_{es} = Pressione di esercizio

Ced = Cedimento calcolato

Platea n. 911

B=15.58 <m> L=26.57 <m> $k_1=200000.00$ <daN/mc> $k_w=51944.10$ <daN/mc>

CC	N <daN>	q_{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	3002110.00	7253.08	13.96
1	2729190.00	6593.72	12.69
2	2729190.00	6593.71	12.69
3	3002110.00	7253.08	13.96
3	2729190.00	6593.71	12.69
4	2729190.00	6593.71	12.69
5	3002110.00	7253.08	13.96
5	2729190.00	6593.72	12.69
6	2729190.00	6593.71	12.69
7	3002110.00	7253.08	13.96
7	2729190.00	6593.71	12.69
8	2729190.00	6593.71	12.69
9	3002110.00	7253.08	13.96
9	2729190.00	6593.72	12.69
10	2729190.00	6593.71	12.69
11	3002110.00	7253.08	13.96
11	2729190.00	6593.71	12.69
12	2729190.00	6593.71	12.69
13	3002110.00	7253.08	13.96
13	2729190.00	6593.72	12.69
14	2729190.00	6593.71	12.69
15	3002110.00	7253.08	13.96
15	2729190.00	6593.71	12.69
16	2729190.00	6593.71	12.69
17	4204790.00	10158.80	19.56
18	3026120.00	7311.09	14.07
19	2814030.00	6798.68	13.09
20	2729190.00	6593.71	12.69
21	3867430.00	9343.71	17.99

La condizione di carico 17, relativa allo stato limite ultimo in assenza di sisma, non è rappresentativa per i cedimenti, considerato che le relative azioni non agiscono sulla struttura per durate tali da poter incrementare effettivamente i cedimenti. Anche la condizione di carico 21, relativa alla condizione eccezionale, non è significativa ai fini dei cedimenti.

Le condizioni di carico da prendere in considerazione sono la n. 19 e la n. 20, relative allo stato limite do esercizio frequente e quasi permanente.

Tenuto conto che la fondazione risulta parzialmente compensata (in quanto è previsto uno scavo di profondità pari a circa 200 cm e fondazioni a platea con muri perimetrali estesi fino al solaio del piano terra) sul piano di imposta delle fondazioni si ha una diminuzione di pressione litostatica di circa 3600 DaN/mq; di conseguenza anche i cedimenti effettivi saranno prevedibilmente inferiori a quelli calcolati (vedi tabella sopra riportata).

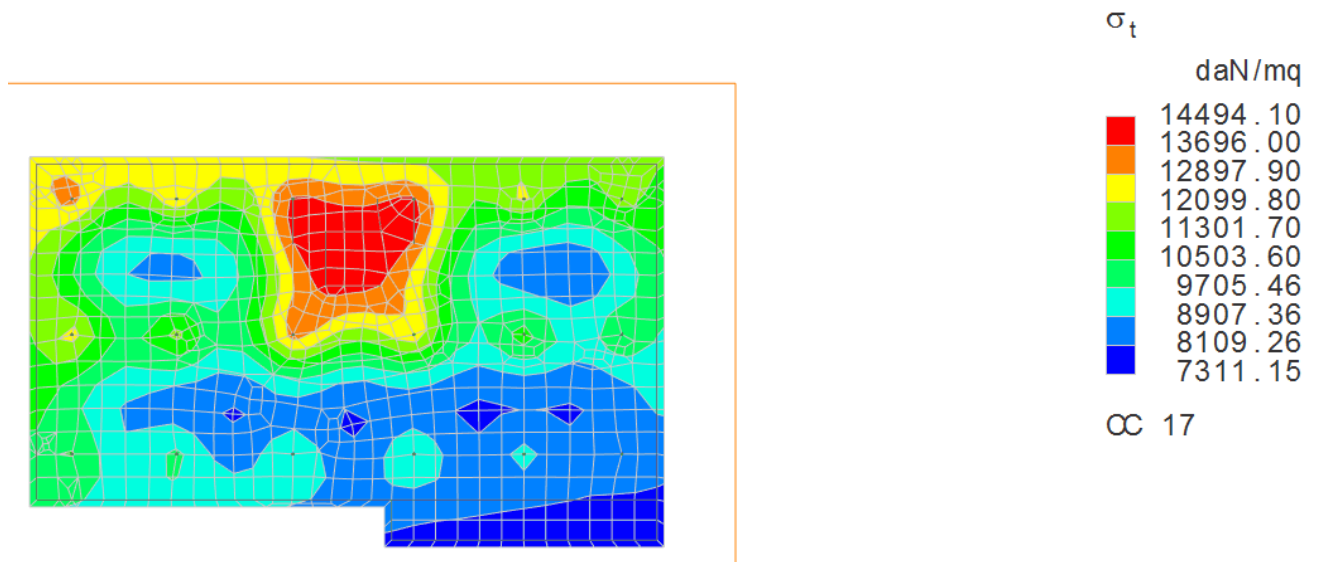
Rispetto al cedimento calcolato per le condizioni di carico n. 19 e 20, pari a circa 13 cm, si può stimare che durante la realizzazione dell'edificio si manifesti almeno il 30% (pari a circa 4 cm) del cedimento complessivo a lungo termine; pertanto durante la vita utile dell'intera struttura sono prevedibili ulteriori cedimenti di entità presumibilmente inferiori ai 10 cm.

Da tenere in opportuna evidenza la necessità di raccordare gli ingressi/uscite degli impianti dall'edificio (in particolare fognature e tubazioni rigide) e le finiture nelle zone di perimetro (ad esempio marciapiedi) in modo tale da consentire reciproci spostamenti differenziali senza danneggiamenti.

Si raccomanda inoltre che appena ultimati i lavori di scavo si proceda con la realizzazione della platea e della struttura in elevazione, onde evitare il detensionamento del terreno di fondazione con conseguente diminuzione del benefico effetto della compensazione dei carichi in fondazione.

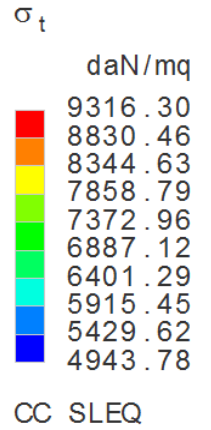
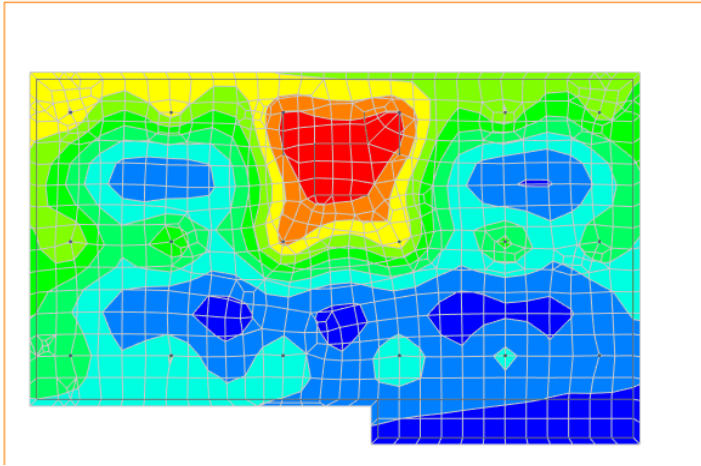
Di seguito si riportano le mappe delle tensioni sul terreno, per varie combinazioni di carico. Si precisa che i valori riportati non sono decurtati della parziale compensazione dei carichi litostatici che - come detto - incide per circa 3600 DaN/mq.

TENSIONI SUL TERRENO - comb carico 17 SLU

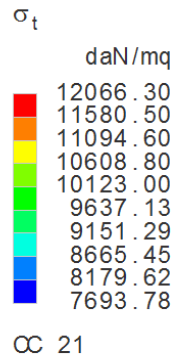
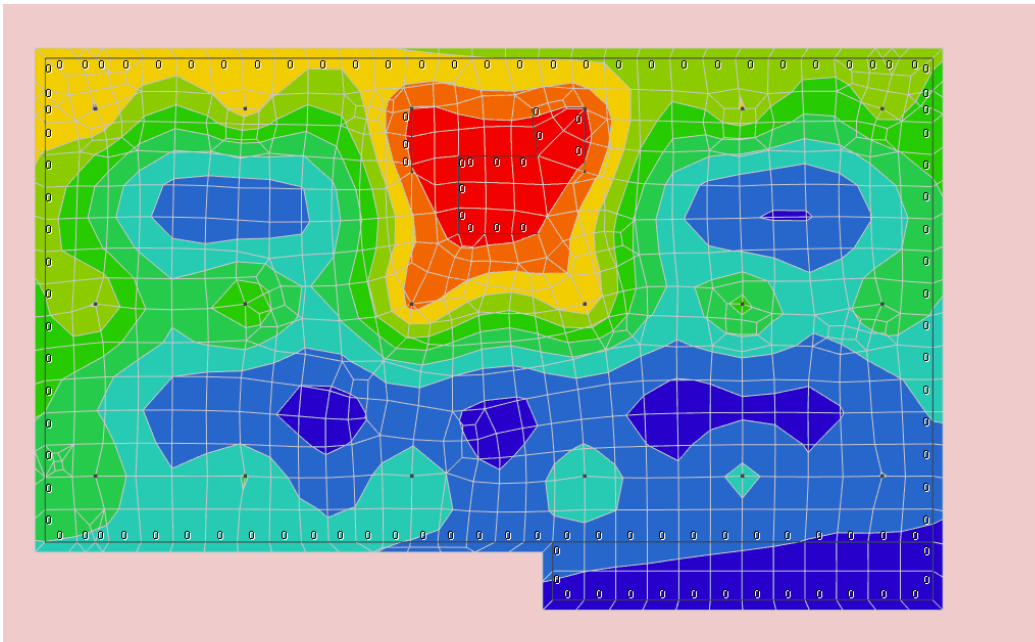




TENSIONI SUL TERRENO - comb carico 20 SLE Q



TENSIONI SUL TERRENO - comb carico 21 SLU



Pisa, 8 novembre 2018

Ing. Stefano Carani