

# IMPIANTO AGRI-NATURALISTICO-VOLTAICO (ANaV) CERIGNOLA SAN GIOVANNI IN FONTE

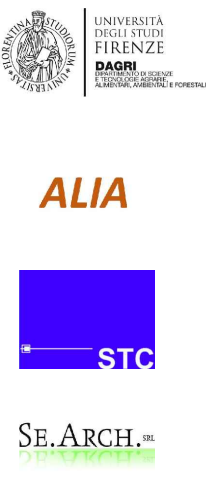




REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA DI FOGGIA  
COMUNE di CERIGNOLA

Progetto per la realizzazione dell'impianto (ANaV)  
per la produzione di energia elettrica da fonte solare della  
potenza complessiva di 99,42 MW, sito nel comune di Cerignola,  
località "San Giovanni in Fonte" e relative opere di connessione  
nei comuni di Stornarella, Orta Nova e Stornara (FG)

## PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:	Titolo:
Rel. 12b	Relazione Geotecnica, Sismica - SSE

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.a.	A4	Y1CRT40_RelazioneGeotecnica_12b

Progettazione:	Committente:
 <p><b>Università degli Studi di Firenze</b> Dr. Enrico Palchetti Piazzale delle Cascine, 18 - 50121 Firenze Centralino +39 055 2755800 enrico.palchetti@unifi.it - dagri@pec.unifi.it</p> <p><b>ALIA SOCIETA' SEMPLICE</b> Prof. Arch. Giovanni Campeol Piazza delle Istituzioni, 22 - 31100 Treviso Tel. 0422 235343 alia@aliavalutazioni.it - aliasocieta@pec.it</p> <p><b>Studio Tecnico Calcarella</b> Dott. ing. Fabio Calcarella Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce Mob. 340 9243575 fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu</p> <p><b>SE.ARCH. S.r.l.</b> Dott. Stefano Di Stefano Via del Vigneto, 21 - 39100 Bolzano (BZ) - Italia serviziarcheologia@pec.it</p>	 <p><b>Industrial service S.r.l.</b> Via Aliano, 25 - 71042 Bolzano (BZ) - Italia Tel. 0885 542 07 74 info@industrial-service.it</p> <p><b>TOZZI GREEN S.p.a.</b> Via Brigata Ebraica, 50 - 48123 Mezzano (RA) Tel 0544 525311 Fax 0544 525319 info@tozzigreen.com - tozzi.re@legalmail.it www.tozzigreen.com</p>
Consulenza Scientifica:	
 <p><b>Politecnico di Bari</b> Dip. Meccanica Matematica e Management Prof. Ing. Riccardo Amirante via Orabona 4 - 70126 Bari amirante@poliba.it</p>	

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Marzo 2021	Prima emissione	STC	FC	Tozzi Green

1. PREMESSA .....	2
2. INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE .....	4
3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	6
4. CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI .....	6
5. CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA.....	10
6. VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	11
7. DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO .....	12
8. CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE.....	13
9. SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO .....	14
10. PARAMETRI DI CALCOLO .....	16
11. ARCHIVIO STRATIGRAFIE .....	17
12. ARCHIVIO TERRENI .....	17
13. DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	17
14. VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	21
15. VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	22

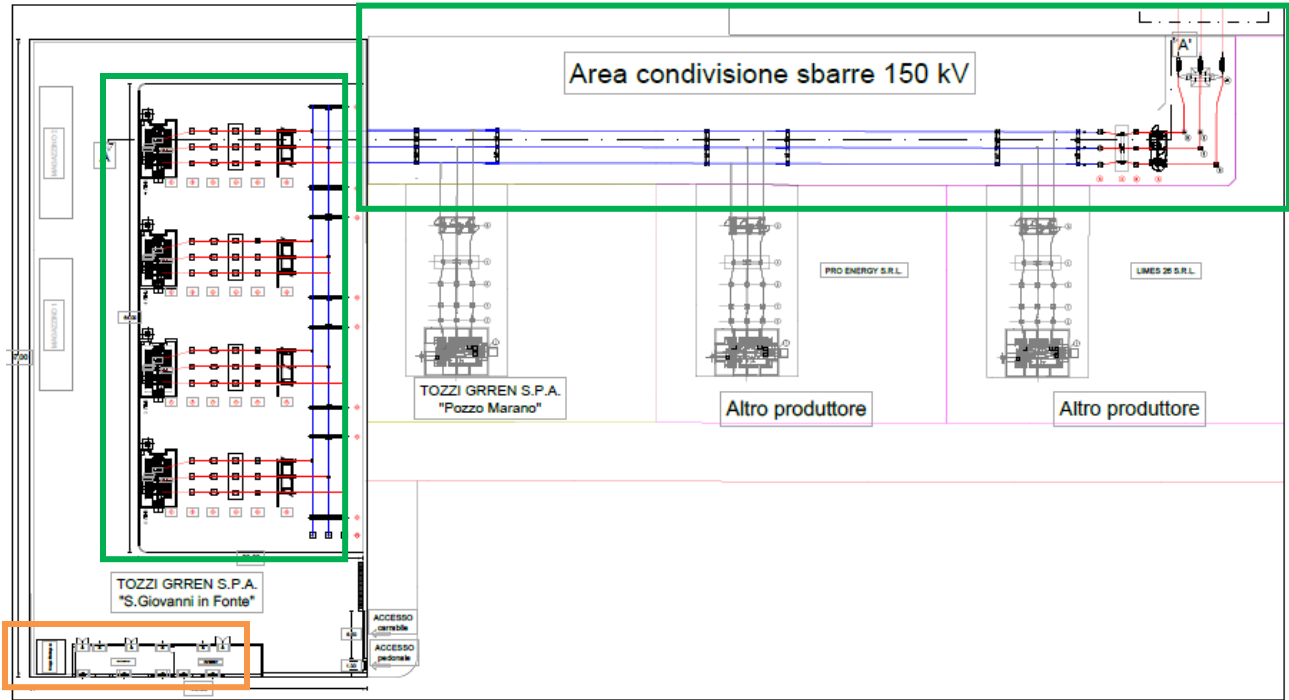
## 1. PREMESSA

La finalità della presente relazione è quella di definire il comportamento meccanico del volume di terreno e gli aspetti geotecnici relativi alle strutture di fondazione utili per la progettazione definitiva di un impianto Agro-Naturalistico-Voltaico (A.Na.V.) nel territorio di Cerignola (FG), in località San Giovanni in Fonte. La SSE è invece posizionata nel territorio comunale di Stornara (FG).



***Inquadramento su ortofoto***

In particolare, in questa relazione, saranno indagate le strutture di fondazione relative all'area di ubicazione della Sottostazione Elettrica Utente (SSE) con particolare riferimento alle fondazioni profonde costituite da una platea su pali per il locale tecnico e plinti per le apparecchiature elettromeccaniche.

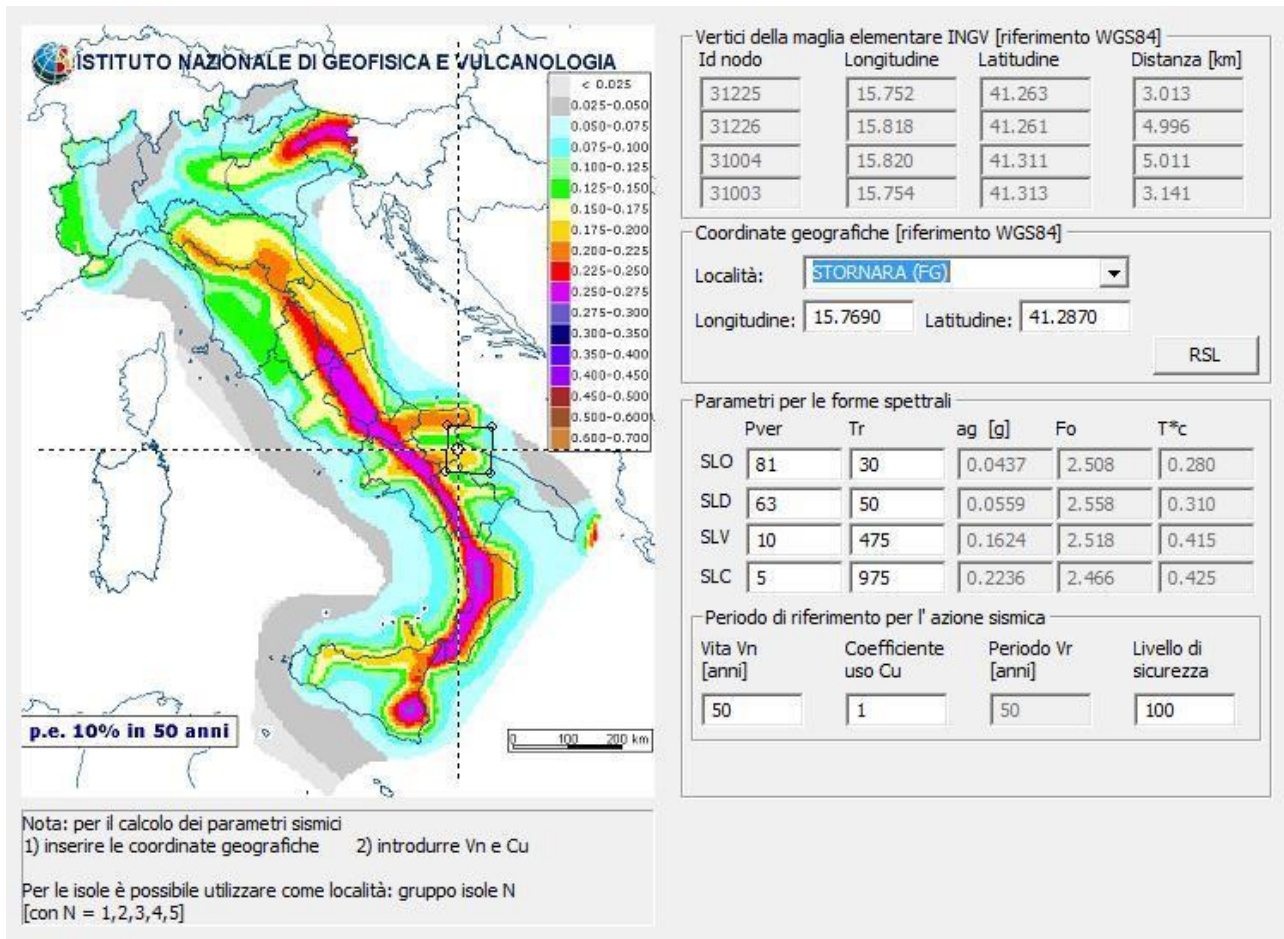


***Area della Stazione Elettrica (in arancione la Stazione Utente, in verde sbarre e stalli)***

## 2. INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

### Pericolosità sismica

La definizione della pericolosità sismica di base secondo le NTC 2018 si determina attraverso un griglia regolare che copre tutto il territorio nazionale. Nei nodi della griglia l'INGV ha calcolato l'accelerazione sismica massima attesa e in conformità a quest'ultima sono calcolati i parametri di pericolosità sismica.



### Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeomorfologico

L'area interessata dal progetto è posizionata ad una quota topografica compresa tra 155 e 160 metri s.l.m. L'area oggetto di studio ricade nella Piana del Tavoliere di Capitanata, che presenta una morfologia sub-pianeggiante. L'intera area del Tavoliere è ricoperta da depositi quaternari, in prevalenza di facies alluvionale. Si tratta di depositi clastici sabbioso-ghiaioso, a luoghi alternati a strati di materiale fino. La formazione sabbiosa con intercalazioni ghiaiose è mascherata da una copertura di terreno vegetale della

potenza di circa un metro.

I rilievi di superficie eseguiti e i sondaggi geognostici hanno portato ad escludere la presenza di falde superficiali nei primi 5.0-6.0 metri di profondità, che possano quindi interferire con le opere fondali dell'impianto.

La successione stratigrafica ricostruita nelle due aree di indagini attraverso i sondaggi nell'area di impianto e la Masw con il suo profilo sismo stratigrafico hanno portato ad osservare che strati graficamente e simicamente le due aree sono confrontabili.

Nei primi 6.0-10.0 metri si hanno limi argillosi e sabbiosi, seguono ghiaie sabbiose; ad una profondità di 17.0-20.0 metri si hanno delle sabbie limose fini.

L'analisi di laboratorio eseguita su un campione indisturbato prelevato a 2.0 metri ha permesso di caratterizzare il terreno fondale dell'impianto; sono risultati i seguenti parametri meccanici utili ai fini di eventuali calcoli:

Angolo di attrito	28.8 °
Peso di volume	1.68 gr/cmc
Coesione	0.09 kg/cmq

Le nuove norme tecniche ordinano che, nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, per tener conto di eventuali indeterminazione, si devono dividere i valori dei parametri geotecnici, per i coefficienti parziali, risultando i seguenti parametri caratteristici di progetto:

Parametro al quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_m$ <i>limi sabbiosi</i>	
	M1	M2
Tan $\phi'$	28.8	23.74
Cu	0.09	0.072
$\gamma$	1.68	1.68

Tan  $\phi'$  = tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°);  
 $\gamma$  = peso dell'unità di volume (g/cmc);  $c'$  = coesione non drenata (kg/cmq)

Con l'indagine Masw è stato ricavato l'andamento delle Vs e da qui calcolato il valore della Vs,eq risultato di 342 m/s.

Il suolo di fondazione rientra, pertanto, nella categoria C, di Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m.

La categoria topografica è la T1.

### 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

In quanto di seguito riportato viene fatto esplicito riferimento alle seguenti Normative:

- **LEGGE n° 64 del 02/02/1974.** "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.";
- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988.** "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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.";
- **D.M. LL.PP. del 16/01/1996.** "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.";
- **Circolare Ministeriale LL.PP. n° 65/AA.GG. del 10/04/1997.** "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.";
- **Eurocodice 1 - Parte 1** - "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Basi di calcolo -.";
- **Eurocodice 7 - Parte 1** - "Progettazione geotecnica - Regole generali -.";
- **Eurocodice 8 - Parte 5** - "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici -.";
- **D.M. 17/01/2018 - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**
- **Circolare n. 7 del 21/01/2019**

### 4. CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione (inteso come valore asintotico del diagramma carico-cedimento) si fa riferimento a due principali meccanismi di rottura: il "meccanismo generale" e quello di "punzonamento". Il primo è caratterizzato dalla formazione di una superficie di scorrimento: il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto, conseguentemente il terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento. Il secondo meccanismo è caratterizzato dall'assenza di una superficie di scorrimento ben definita: il terreno sotto la fondazione si comprime ed in corrispondenza della superficie del terreno circostante la fondazione si osserva un abbassamento generalizzato. Quest'ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite in quanto la curva cedimenti-carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente. Vesic ha studiato il fenomeno della rottura per punzonamento assimilando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura per carico limite all'espansione di una cavità cilindrica. In questo caso il fenomeno risulta retto da un indice di rigidità " $I_r$ " così definito:

$$I_r = \frac{G}{c' + \sigma' \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}$$

Per la determinazione del modulo di rigidità a taglio si utilizzeranno le seguenti relazioni:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}; \quad E = E_{ed} \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \quad \nu = \frac{k_0}{1 + k_0}; \quad k_0 = 1 - \operatorname{sen}(\varphi).$$

L'indice di rigidità viene confrontato con l'indice di rigidità critico " $I_{r,crit}$ ":

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[ \left( 3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \operatorname{ctg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}}{2}$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidità è minore di quello critico. Tale teoria comporta l'introduzione di coefficienti correttivi all'interno della formula trinomia del carico limite detti "coefficienti di punzonamento" i quali sono funzione dell'indice di rigidità, dell'angolo d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

- se  $I_r < I_{r,crit}$  si ha :

$$\Psi_\gamma = \Psi_q = e^{\left[ \left( 0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \cdot \text{tg}(\varphi) + \frac{3.07 \cdot \text{sen}(\varphi) \cdot \log_{10}(2 \cdot I_r)}{1 + \text{sen}(\varphi)} \right]} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_\gamma = \Psi_q = 1$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \text{tg}(\varphi)} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.6 \cdot \log_{10}(I_r)$$

- se  $I_r > I_{r,crit}$  si ha che  $\psi_\gamma = \psi_q = \psi_c = 1$ .

Il significato dei simboli adottati nelle equazioni sopra riportate è il seguente:

- $E_{ed}$  modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione
- $\nu$  coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- $k_0$  coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione
- $\varphi$  angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- $c'$  coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- $\sigma'$  tensione litostatica effettiva a profondità  $D+B/2$
- $L$  luce delle singole travi di fondazione
- $D$  profondità del piano di posa della fondazione a partire dal piano campagna
- $B$  larghezza della trave di fondazione

Definito il meccanismo di rottura, il calcolo del carico limite viene eseguito modellando il terreno come un mezzo rigido perfettamente plastico con la seguente espressione:

$$q_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \Psi_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \Psi_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma.$$

Il significato dei termini presenti nella relazione trinomia sopra riportata è il seguente:

- $N_q, N_c, N_\gamma$ , fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno  $\varphi$  del terreno
- $s_q, s_c, s_\gamma$ , coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- $d_q, d_c, d_\gamma$ , coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- $i_q, i_c, i_\gamma$ , coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- $\gamma_1$  peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- $\gamma_2$  peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa

Per fondazioni aventi larghezza modesta si dimostra che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di "B", sia secondo Vesic che secondo de Beer, il valore limite è prossimo a quello di una fondazione profonda. Bowles per fondazioni di larghezza maggiore di 2.00 metri propone il seguente fattore riduttivo:

$$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \log_{10} \left( \frac{B}{2} \right) \quad \text{dove "B" va espresso in metri.}$$

Questa relazione risulta particolarmente utile per fondazioni larghe con rapporto D/B basso (platee e simili), caso nel quale il terzo termine dell'equazione trinomia è predominante.

Nel caso di carico eccentrico Meyerhof consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto ( $A_f$ ) tra fondazione e terreno (B, L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

$$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B \quad L_{rid} = L - 2 \cdot e_L \quad \text{dove } e_B, e_L \text{ sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.}$$

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

### Formulazione di Hansen (1970)

$$N_q = \text{tg}^2 \left( \frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\varphi)} \quad N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg}(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot c \cdot \text{tg}(\varphi)$$

- se  $\varphi \neq 0$  si ha:



$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \cdot (1 - \operatorname{sen}(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

dove:  $\operatorname{se} \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}$ ,  $\operatorname{se} \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{D}{B}\right)$

$$i_q = \left[ 1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^{\alpha_1} \quad i_\gamma = \left[ 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^{\alpha_2} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

- se  $\varphi = 0$  si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

### Formulazione di Vesic (1975)

$$N_q = \operatorname{tg}^2\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)$$

- se  $\varphi \neq 0$  si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \cdot (1 - \operatorname{sen}(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

dove:  $\operatorname{se} \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}$ ,  $\operatorname{se} \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{D}{B}\right)$

$$i_q = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

dove:  $m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$   $m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$

- se  $\varphi = 0$  si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

### Formulazione di Brinch-Hansen

$$N_q = \operatorname{tg}^2\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)$$

- se  $\varphi \neq 0$  si ha:

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))} \quad s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))} \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{L}{B}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se  $\varphi = 0$  si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

### Formulazione Eurocodice 7

$$N_q = \operatorname{tg}^2\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)$$

- se  $\varphi \neq 0$  si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \sin(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = \frac{s_q \cdot (N_q - 1)}{N_q - 1}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{D}{B}\right)$$

- se H è parallela al lato B si ha:

$$i_q = \left[ 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^3 \quad i_\gamma = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^3 \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se H è parallela al lato L si ha:

$$i_q = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \quad i_\gamma = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se  $\varphi = 0$  si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

Si ricorda che per le relazioni sopra riportate nel caso in cui  $\varphi = 0 \Rightarrow N_q = 1.0, N_\gamma = 1.0$  e  $N_c = 2 + \pi$ .

Il significato dei termini presenti nelle relazioni su descritte è il seguente:

- $V$  componente verticale del carico agente sulla fondazione
- $H$  componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo  $B$  che lungo  $L$ )
- $c_a$  adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- $\alpha_1, \alpha_2$  esponenti di potenza che variano tra 2 e 5

Nel caso in cui il cuneo di fondazione sia interessato da falda idrica il valore di  $\gamma_2$  nella formula trinomia assume la seguente espressione:

$$\gamma_2 = \frac{\gamma \cdot z + \gamma_{sat} \cdot (h_c - z)}{h_c} \quad h_c = \frac{B}{2} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{90 + \varphi}{2}\right)$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $\gamma$  peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- $\gamma_{sat}$  peso per unità di volume saturo del terreno sottostante il piano di posa
- $z$  profondità della falda dal piano di posa
- $h_c$  altezza del cuneo di rottura della fondazione

Tutto ciò che è stato detto sopra è valido nell'ipotesi di terreno con caratteristiche geotecniche omogenee. Nella realtà i terreni costituenti il piano di posa delle fondazioni sono quasi sempre composti, o comunque riconducibili, a formazioni di terreno omogenee di spessore variabile che si sovrappongono (caso di terreni stratificati). In queste condizioni i parametri vengono determinati con la seguente procedura:

- viene determinata l'altezza del cuneo di rottura in funzione delle caratteristiche geotecniche degli strati attraversati; quindi si determinano il numero degli strati interessati da esso
- in corrispondenza di ogni superficie di separazione, partendo da quella immediatamente sottostante il piano di posa della fondazione, fino a raggiungere l'altezza del cuneo di rottura, viene determinata la capacità portante di ogni singolo strato come somma di due valori: il primo dato dall'applicazione della formula trinomia alla quota  $i$ -esima dello strato; il secondo dato dalla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato in esame
- il minimo di questi due valori sarà assunto come valore massimo della capacità portante della fondazione stratificata

Si può formulare il procedimento anche in forma analitica:

$$q'_{ult} = [q''_{ult} + q_{resT}]_{\min} = \left[ q''_{ult} + \frac{p}{A_f} (P_V \cdot K_s \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + d \cdot c) \right]_{\min}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $q''_{ult}$  carico limite per un'ipotetica fondazione posta alla quota dello strato interessato
- $p$  perimetro della fondazione
- $P_V$  spinta verticale del terreno dal piano di posa allo strato interessato
- $K_s$  coefficiente di spinta laterale del terreno
- $d$  distanza dal piano di posa allo strato interessato

## 5. CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA

Per la determinazione del carico limite nel caso di presenza di ammasso roccioso bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice  $RQD$  (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice può variare da un minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) ed è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100\text{mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}$$

Se il valore di  $RQD$  è molto basso la roccia è molto fratturata ed il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto utilizzando tutte le formulazioni sopra descritte.

Per ricavare la capacità portante di rocce non assimilabili ad ammassi di terreno sciolto sono state implementate due formulazioni: quella di Terzaghi (1943) e quella di Stagg-Zienkiewicz (1968), entrambe correlate all'indice  $RQD$ . In definitiva il valore della capacità portante sarà espresso dalla seguente relazione:

$$q'_{ult} = q''_{ult} \cdot RQD^2$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $q'_{ult}$  carico limite dell'ammasso roccioso
- $q''_{ult}$  carico limite calcolato alla Terzaghi o alla Stagg-Zienkiewicz

In questo caso l'equazione trinomia del carico limite assume la seguente forma:

$$q''_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c \cdot s_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I termini presenti nell'equazione hanno lo stesso significato già visto in precedenza; i coefficienti di forma assumeranno i seguenti valori:

$s_c = 1.0$  per fondazioni di tipo nastriforme

$s_c = 1.3$  per fondazioni di tipo quadrato;

$s_\gamma = 1.0$  per fondazioni di tipo nastriforme

$s_\gamma = 0.8$  per fondazioni di tipo quadrato.

I fattori adimensionali di portanza a seconda della formulazione adottata saranno:

#### Formulazione di Terzaghi (1943)

$$N_q = \frac{e^{2 \left( 0.75\pi - \frac{\varphi}{2} \right) \text{tg}(\varphi)}}{2 \cdot \cos^2 \left( \frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)} \quad N_\gamma = \frac{\text{tg}(\varphi)}{2} \left( \frac{K_{p\gamma}}{\cos^2(\varphi)} - 1 \right) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\varphi)$$

$\text{se } \varphi = 0 \Rightarrow N_c = 1.5 \cdot \pi + 1$

$\varphi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$K_{p\gamma}$	10.8	12.2	14.7	18.6	25.0	35.0	52.0	82.0	141.0	298.0	800.0

#### Formulazione di Stagg-Zienkiewicz (1968)

$$N_q = \text{tg}^6 \left( \frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \quad N_\gamma = N_q + 1 \quad N_c = 5 \cdot \text{tg}^4 \left( \frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)$$

## 6. VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa bisogna effettuare anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti: la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale, oltre a queste due componenti, può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercita sulla fondazione fino ad un massimo del 30%. La formulazione analitica della verifica può essere esposta nel seguente modo:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd} = N_{Sd} \cdot \text{tg}(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $T_{Sd}$  componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- $N_{Sd}$  componente verticale del carico agente sulla fondazione
- $c_a$  adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- $\delta$  angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- $S_p$  spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione
- $f_{Sp}$  percentuale di partecipazione della spinta passiva
- $A_f$  superficie di contatto del piano di posa della fondazione

La verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele alla base della fondazione che per quelle ortogonali.

## 7. DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

Ai fini del calcolo dei cedimenti è essenziale conoscere lo stato tensionale indotto nel terreno a varie profondità da un carico applicato in superficie. Tale determinazione viene eseguita ipotizzando che il terreno si comporti come un mezzo continuo, elastico-lineare, omogeneo e isotopo. Tale assunzione, utilizzata per la determinazione della variazione delle tensioni verticali dovuta all'applicazione di un carico in superficie, è confortata dalla letteratura (Morgenstern e Phukan) perché la non linearità del materiale poco influenza la distribuzione delle tensioni verticali. Per ottenere un profilo verticale di pressioni si possono utilizzare tre metodi di calcolo: quello di Boussinesq, quello di Westergaard oppure quello di Mindlin; tutti basati sulla teoria del continuo elastico. Il metodo di Westergaard differisce da quello di Boussinesq per la presenza del coefficiente di Poisson "ν", quindi si adatta meglio ai terreni stratificati. Il metodo di Mindlin differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico mentre i primi due lo pongono esclusivamente sulla frontiera quindi si presta meglio al caso di fondazioni molto profonde. Nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico il metodo di Mindlin risulta equivalente a quello di Boussinesq. Le espressioni analitiche dei tre metodi di calcolo sono:

$$\text{Boussinesq} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{3 \cdot Q \cdot z^3}{2 \cdot \pi \cdot (r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} \quad \text{Westergaard} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot z^2} \cdot \frac{\sqrt{1-2 \cdot \nu}}{\sqrt{2-2 \cdot \nu}} \cdot \left( \frac{1-2 \cdot \nu}{2-2 \cdot \nu} + \frac{r^2}{z^2} \right)^{\frac{3}{2}}$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $Q$  carico puntiforme applicato sulla frontiera del mezzo
- $r$  proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- $z$  proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

$$\text{Mindlin} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{8 \cdot \pi \cdot (1-\nu) \cdot D^2} \left( \frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{A^3} + \frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{B^3} - \frac{3 \cdot (m-1)^3}{A^5} - \frac{30 \cdot m \cdot (m+1)^3}{B^7} - \frac{3 \cdot (3-4 \cdot \nu) \cdot m \cdot (m+1)^2 - 3 \cdot (m+1) \cdot (5 \cdot m-1)}{B^5} \right)$$

$$n = \frac{r}{D}; \quad m = \frac{z}{D}; \quad A^2 = n^2 + (m-1)^2; \quad B^2 = n^2 + (m+1)^2$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $Q$  carico puntiforme applicato sulla frontiera o all'interno del mezzo
- $D$  proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dalla frontiera del mezzo
- $r$  proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- $z$  proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

Basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, l'algoritmo implementato esegue un'integrazione delle equazioni di cui sopra lungo la verticale di ogni punto notevole degli elementi fondali estesa a tutte le aree di carico presenti sulla superficie del terreno; questo consente di determinare la variazione dello stato tensionale verticale " $\Delta\sigma_v$ ". Bisogna sottolineare che, nel caso di pressione, "Q" va definito come "pressione netta", ossia la pressione in eccesso rispetto a quella geostatica esistente che può essere sopportata con sicurezza alla profondità "D" del piano di posa delle fondazioni. Questo perché i cedimenti sono causati solo da incrementi netti di pressione che si aggiungono all'esistente pressione geostatica.

## 8. CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni assume una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi, in special modo nella fase di esercizio. Nell'evolversi della fase di cedimento il terreno passa da uno stato di sforzo corrente dovuto al peso proprio ad uno nuovo dovuto all'effetto del carico addizionale applicato. Questa variazione dello stato tensionale produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno, nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento che nel caso in esame è verticale. Nonostante la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che ai fini del calcolo dei cedimenti modellare il terreno come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. In letteratura sono descritti diversi metodi per il calcolo dei cedimenti ma si ricorda che, qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi. Nel seguito vengono descritte le teorie implementate:

**Metodo edometrico**, che si basa sulla nota relazione:

$$w_{ed} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_{ed,i}} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $\Delta\sigma_{v,i}$  variazione dello stato tensionale verticale alla profondità "z<sub>i</sub>" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$  modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo
- $\Delta z_i$  spessore dello strato i-esimo

Si ricorda che questo metodo si basa sull'ipotesi edometrica quindi l'accuratezza del risultato è maggiore quando il rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la dimensione in pianta delle fondazioni è ridotto, tuttavia il metodo edometrico consente una buona approssimazione anche nel caso di strati deformabili di spessore notevole.

**Metodo dell'elasticità**, che si basa sulle note relazioni:

$$w_{imp.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \Delta z_i \quad w_{Lib.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \frac{1-2 \cdot \nu^2}{1-\nu} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $w_{imp.}$  cedimento in condizioni di deformazione laterale impedita
- $w_{Lib.}$  cedimento in condizioni di deformazione laterale libera
- $\Delta\sigma_{v,i}$  variazione stato tensionale verticale alla profondità "z<sub>i</sub>" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_i$  modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo
- $\Delta z_i$  spessore dello strato i-esimo

La doppia formulazione adottata consente di ottenere un intervallo di valori del cedimento elastico per la fondazione in esame (valore minimo per  $w_{imp.}$  e valore massimo per  $w_{Lib.}$ ).

## 9. SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

### ***Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali***

*per tipologie travi e plinti superficiali:*

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna
- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
- Altezza altezza della sezione trasversale dell'elemento
- Lung. Elem. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento
- Lung. Travata nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta la dimensione dello sviluppo longitudinale del macroelemento

*per tipologia platea:*

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna
- Dia. Eq. diametro del cerchio equivalente alla superficie dell'elemento
- Spessore spessore dell'elemento
- Superficie superficie dell'elemento
- Vert. Elem. Numero dei vertici che costituiscono l'elemento
- Macro nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta il numero del macroelemento

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un'ulteriore riga nella quale sono riportate le caratteristiche geometriche del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

### ***Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali***

*per tipologie travi e plinti superficiali:*

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- Ecc. B eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- Ecc. L eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Taglio B sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- S.Taglio L sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Normale carico normale agente sul piano di fondazione
- T.T.min minimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale
- T.T.max massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale

*per tipologia platea:*

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- Press. N1 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento
- Press. N2 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento
- Press. N3 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento
- Press. N4 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento
- S.Taglio X sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse X del riferimento globale
- S.Taglio Y sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse Y del riferimento globale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le macroazioni (integrale delle azioni applicate sui singoli elementi che compongono la platea) agenti sul plinto equivalente alla macro/platea in esame.

**Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali**

- Cmb numero della combinazione di carico
- Qlim capacità portante totale data dalla somma di  $Q_{lim\ q}$ ,  $Q_{lim\ g}$ ,  $Q_{lim\ c}$  e di  $Q_{res\ P}$  (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile)
- $Q_{lim\ q}$  termine relativo al sovraccarico della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{lim\ g}$  termine relativo alla larghezza della base di fondazione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{lim\ c}$  termine relativo alla coesione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{res\ P}$  termine relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Diverso da zero solo nel caso di terreni stratificati dove lo strato di rottura è diverso dal primo (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{max} / Q_{lim}$  rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale ed il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è  $< 1.0$ ).
- $T_{Blim}$  valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- $T_B / T_{Blim}$  rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è  $< 1.0$ )
- $T_{Llim}$  valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- $T_L / T_{Llim}$  rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è  $< 1.0$ )
- Sgm. Lt. tensione litostatica agente alla quota del piano di posa dell'elemento fondale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le verifiche di portanza del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

**Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali**



- Cmb numero della combinazione di carico e tipologia
- Nodo vertice dell'elemento in cui viene calcolato il cedimento
- Car. Netto valore del carico netto applicato sulla superficie del terreno
- Cedimento/i valore del cedimento (nel caso di calcolo di cedimenti elastici i valori riportati sono due, il primo corrisponde al cedimento  $w_{Imp.}$ , mentre il secondo al cedimento  $w_{Lib.}$ )

## 10. PARAMETRI DI CALCOLO

### Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Vesic
- Per terreni lapidei: Terzaghi

### Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Riduzione dimensioni per eccentricità: si
- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: si
- Fattori di punzonamento (Vesic): si
- Fattore riduzione effetto piastra (Bowles): si
- Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea: 20,0 %
- Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea: 20,0 %

### Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (sismico): 3,00

### Combinazioni di carico:

#### APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $C_u$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (sismico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (sismico): 1
- Coeff. M1 per  $C_u$  (sismico): 1
  
- Coeff. R3 capacità portante (statico e sismico): 2,30
- Coeff. R3 scorrimento (statico e sismico): 1,10

### Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali:

- Fattore per l'adesione ( $6 < Ca < 10$ ): 8
- Fattore per attrito terreno-fondazione ( $5 < \Delta < 10$ ): 7
- Frazione di spinta passiva  $f_{Sp}$ : 50,00 %
- Coeff. resistenza sulle sup. laterali: 1,30

### Metodi e parametri per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni superficiali:

- Metodo di calcolo tensioni superficiali: Boussinesq
- Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali: Boussinesq
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti edometrici

## 11. ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1  
Numero strati: 5  
Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -100,0 cm	100,0 cm	001 / Sabbia sciolta	Assente
2	da -100,0 a -500,0 cm	400,0 cm	005 / Limo argilloso	Assente
3	da -500,0 a -1000,0 cm	500,0 cm	002 / Sabbia limosa compatta	Assente
4	da -1000,0 a -1760,0 cm	760,0 cm	004 / Ghiaia e sabbia compatta	Assente
5	da -1760,0 a -3000,0 cm	1240,0 cm	002 / Sabbia limosa compatta	Assente

## 12. ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: **001 / Sabbia sciolta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1,500 E-3	1,900 E-3	24,000	0,000	55,929	100,000	60,0	0,372	1,00

Indice / Descrizione terreno: **005 / Limo argilloso**

Comportamento del terreno: condizione non drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1,800 E-3	2,000 E-3	0,500	100,000	100,000	60,0	0,500	0,50

Indice / Descrizione terreno: **002 / Sabbia limosa compatta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1,600 E-3	2,000 E-3	26,000	0,050	89,250	150,000	60,0	0,360	0,95

Indice / Descrizione terreno: **004 / Ghiaia e sabbia compatta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1,900 E-3	2,100 E-3	34,000	0,000	219,047	300,000	60,0	0,306	1,00

## 13. DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon.	Dia. Eq.	Spessore	Superficie	Vertici	Macro
			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	n. per elem.	n.
Platea n. 1	Platea	001	20.000	94.861	40.000	7067.431	4	1
Platea n. 2	Platea	001	20.000	96.294	40.000	7282.648	4	1
Platea n. 3	Platea	001	20.000	92.207	40.000	6677.555	4	1
Platea n. 4	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.822	4	1
Platea n. 5	Platea	001	20.000	92.731	40.000	6753.708	4	1
Platea n. 6	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 7	Platea	001	20.000	93.494	40.000	6865.310	4	1
Platea n. 8	Platea	001	20.000	93.473	40.000	6862.229	4	1
Platea n. 9	Platea	001	20.000	70.957	40.000	3954.453	4	1
Platea n. 10	Platea	001	20.000	96.472	40.000	7309.637	4	1
Platea n. 11	Platea	001	20.000	94.827	40.000	7062.490	4	1

## Dott. Ing. Fabio CALCARELLA

Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce  
P. IVA 04433020759

Platea n. 12	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.684	4	1
Platea n. 13	Platea	001	20.000	93.060	40.000	6801.666	4	1
Platea n. 14	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 15	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.354	4	1
Platea n. 16	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.684	4	1
Platea n. 17	Platea	001	20.000	96.852	40.000	7367.353	4	1
Platea n. 18	Platea	001	20.000	90.443	40.000	6424.576	4	1
Platea n. 19	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.365	4	1
Platea n. 20	Platea	001	20.000	93.651	40.000	6888.311	4	1
Platea n. 21	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 22	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.354	4	1
Platea n. 23	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.820	4	1
Platea n. 24	Platea	001	20.000	94.830	40.000	7062.844	4	1
Platea n. 25	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.354	4	1
Platea n. 26	Platea	001	20.000	95.818	40.000	7210.790	4	1
Platea n. 27	Platea	001	20.000	92.233	40.000	6681.277	4	1
Platea n. 28	Platea	001	20.000	91.535	40.000	6580.559	4	1
Platea n. 29	Platea	001	20.000	92.130	40.000	6666.349	4	1
Platea n. 30	Platea	001	20.000	91.690	40.000	6602.932	4	1
Platea n. 31	Platea	001	20.000	96.706	40.000	7345.104	4	1
Platea n. 32	Platea	001	20.000	95.042	40.000	7094.517	4	1
Platea n. 33	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.690	4	1
Platea n. 34	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 35	Platea	001	20.000	97.511	40.000	7467.932	4	1
Platea n. 36	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 37	Platea	001	20.000	70.958	40.000	3954.456	4	1
Platea n. 38	Platea	001	20.000	93.084	40.000	6805.141	4	1
Platea n. 39	Platea	001	20.000	70.957	40.000	3954.453	4	1
Platea n. 40	Platea	001	20.000	96.591	40.000	7327.553	4	1
Platea n. 41	Platea	001	20.000	96.400	40.000	7298.696	4	1
Platea n. 42	Platea	001	20.000	96.459	40.000	7307.647	4	1
Platea n. 43	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.376	4	1
Platea n. 44	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.689	4	1
Platea n. 45	Platea	001	20.000	90.534	40.000	6437.450	4	1
Platea n. 46	Platea	001	20.000	93.454	40.000	6859.376	4	1
Platea n. 47	Platea	001	20.000	93.103	40.000	6808.027	4	1
Platea n. 48	Platea	001	20.000	93.192	40.000	6820.962	4	1
Platea n. 49	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 50	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 51	Platea	001	20.000	70.958	40.000	3954.456	4	1
Platea n. 52	Platea	001	20.000	90.722	40.000	6464.265	4	1
Platea n. 53	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.696	4	1
Platea n. 54	Platea	001	20.000	91.535	40.000	6580.550	4	1
Platea n. 55	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.375	4	1
Platea n. 56	Platea	001	20.000	93.796	40.000	6909.748	4	1
Platea n. 57	Platea	001	20.000	92.830	40.000	6768.063	4	1
Platea n. 58	Platea	001	20.000	91.476	40.000	6572.138	4	1
Platea n. 59	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 60	Platea	001	20.000	94.326	40.000	6988.042	4	1
Platea n. 61	Platea	001	20.000	93.943	40.000	6931.418	4	1
Platea n. 62	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.689	4	1
Platea n. 63	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 64	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.355	4	1
Platea n. 65	Platea	001	20.000	95.599	40.000	7177.874	4	1
Platea n. 66	Platea	001	20.000	70.957	40.000	3954.453	4	1
Platea n. 67	Platea	001	20.000	94.996	40.000	7087.596	4	1
Platea n. 68	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 69	Platea	001	20.000	97.387	40.000	7448.886	4	1
Platea n. 70	Platea	001	20.000	93.429	40.000	6855.719	4	1
Platea n. 71	Platea	001	20.000	96.775	40.000	7355.542	4	1
Platea n. 72	Platea	001	20.000	93.514	40.000	6868.267	4	1
Platea n. 73	Platea	001	20.000	70.958	40.000	3954.456	4	1
Platea n. 74	Platea	001	20.000	96.314	40.000	7285.657	4	1
Platea n. 75	Platea	001	20.000	95.844	40.000	7214.652	4	1
Platea n. 76	Platea	001	20.000	70.957	40.000	3954.453	4	1
Platea n. 77	Platea	001	20.000	90.520	40.000	6435.432	4	1

Cell. +39 340 924 3575

studiocalcarella@gmail.com - fabio.calcarella@gmail.com

## Dott. Ing. Fabio CALCARELLA

Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce  
P. IVA 04433020759

---

Platea n. 78	Platea	001	20.000	69.264	40.000	3767.995	4	1
Platea n. 79	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.374	4	1
Platea n. 80	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.689	4	1
Platea n. 81	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 82	Platea	001	20.000	91.535	40.000	6580.568	4	1
Platea n. 83	Platea	001	20.000	93.494	40.000	6865.310	4	1
Platea n. 84	Platea	001	20.000	96.346	40.000	7290.507	4	1
Platea n. 85	Platea	001	20.000	93.932	40.000	6929.795	4	1
Platea n. 86	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 87	Platea	001	20.000	94.112	40.000	6956.336	4	1
Platea n. 88	Platea	001	20.000	97.419	40.000	7453.739	4	1
Platea n. 89	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.375	4	1
Platea n. 90	Platea	001	20.000	95.684	40.000	7190.691	4	1
Platea n. 91	Platea	001	20.000	96.890	40.000	7373.043	4	1
Platea n. 92	Platea	001	20.000	93.514	40.000	6868.267	4	1
Platea n. 93	Platea	001	20.000	93.629	40.000	6885.131	4	1
Platea n. 94	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.690	4	1
Platea n. 95	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 96	Platea	001	20.000	95.177	40.000	7114.643	4	1
Platea n. 97	Platea	001	20.000	91.535	40.000	6580.550	4	1
Platea n. 98	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 99	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.363	4	1
Platea n. 100	Platea	001	20.000	96.421	40.000	7301.889	4	1
Platea n. 101	Platea	001	20.000	96.657	40.000	7337.692	4	1
Platea n. 102	Platea	001	20.000	91.930	40.000	6637.538	4	1
Platea n. 103	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 104	Platea	001	20.000	90.673	40.000	6457.199	4	1
Platea n. 105	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 106	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.355	4	1
Platea n. 107	Platea	001	20.000	95.781	40.000	7205.242	4	1
Platea n. 108	Platea	001	20.000	96.708	40.000	7345.440	4	1
Platea n. 109	Platea	001	20.000	93.511	40.000	6867.730	4	1
Platea n. 110	Platea	001	20.000	91.581	40.000	6587.243	4	1
Platea n. 111	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.365	4	1
Platea n. 112	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 113	Platea	001	20.000	92.138	40.000	6667.596	4	1
Platea n. 114	Platea	001	20.000	92.579	40.000	6731.512	4	1
Platea n. 115	Platea	001	20.000	93.494	40.000	6865.309	4	1
Platea n. 116	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 117	Platea	001	20.000	91.810	40.000	6620.225	4	1
Platea n. 118	Platea	001	20.000	90.311	40.000	6405.709	4	1
Platea n. 119	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 120	Platea	001	20.000	69.264	40.000	3767.995	4	1
Platea n. 121	Platea	001	20.000	92.128	40.000	6666.079	4	1
Platea n. 122	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 123	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 124	Platea	001	20.000	70.957	40.000	3954.453	4	1
Platea n. 125	Platea	001	20.000	94.959	40.000	7082.103	4	1
Platea n. 126	Platea	001	20.000	96.810	40.000	7360.962	4	1
Platea n. 127	Platea	001	20.000	93.454	40.000	6859.375	4	1
Platea n. 128	Platea	001	20.000	70.957	40.000	3954.453	4	1
Platea n. 129	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 130	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.363	4	1
Platea n. 131	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 132	Platea	001	20.000	93.719	40.000	6898.325	4	1
Platea n. 133	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 134	Platea	001	20.000	96.621	40.000	7332.195	4	1
Platea n. 135	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 136	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 137	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 138	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 139	Platea	001	20.000	93.138	40.000	6813.017	4	1
Platea n. 140	Platea	001	20.000	96.008	40.000	7239.435	4	1
Platea n. 141	Platea	001	20.000	94.163	40.000	6963.891	4	1
Platea n. 142	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.365	4	1
Platea n. 143	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.822	4	1

---

Cell. +39 340 924 3575

studiocalcarella@gmail.com - fabio.calcarella@gmail.com

## Dott. Ing. Fabio CALCARELLA

Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce  
P. IVA 04433020759

---

Platea n. 144	Platea	001	20.000	93.517	40.000	6868.703	4	1
Platea n. 145	Platea	001	20.000	92.006	40.000	6648.457	4	1
Platea n. 146	Platea	001	20.000	96.810	40.000	7360.962	4	1
Platea n. 147	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.684	4	1
Platea n. 148	Platea	001	20.000	93.999	40.000	6939.634	4	1
Platea n. 149	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 150	Platea	001	20.000	95.523	40.000	7166.520	4	1
Platea n. 151	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.687	4	1
Platea n. 152	Platea	001	20.000	93.494	40.000	6865.309	4	1
Platea n. 153	Platea	001	20.000	70.958	40.000	3954.456	4	1
Platea n. 154	Platea	001	20.000	93.473	40.000	6862.229	4	1
Platea n. 155	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.690	4	1
Platea n. 156	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 157	Platea	001	20.000	70.782	40.000	3934.964	4	1
Platea n. 158	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 159	Platea	001	20.000	92.604	40.000	6735.201	4	1
Platea n. 160	Platea	001	20.000	90.577	40.000	6443.607	4	1
Platea n. 161	Platea	001	20.000	91.535	40.000	6580.559	4	1
Platea n. 162	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.365	4	1
Platea n. 163	Platea	001	20.000	91.575	40.000	6586.271	4	1
Platea n. 164	Platea	001	20.000	96.664	40.000	7338.777	4	1
Platea n. 165	Platea	001	20.000	93.494	40.000	6865.310	4	1
Platea n. 166	Platea	001	20.000	96.595	40.000	7328.280	4	1
Platea n. 167	Platea	001	20.000	91.684	40.000	6602.094	4	1
Platea n. 168	Platea	001	20.000	70.782	40.000	3934.964	4	1
Platea n. 169	Platea	001	20.000	96.594	40.000	7328.007	4	1
Platea n. 170	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.690	4	1
Platea n. 171	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 172	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.696	4	1
Platea n. 173	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.689	4	1
Platea n. 174	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 175	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 176	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 177	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.683	4	1
Platea n. 178	Platea	001	20.000	94.276	40.000	6980.600	4	1
Platea n. 179	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.820	4	1
Platea n. 180	Platea	001	20.000	97.379	40.000	7447.674	4	1
Platea n. 181	Platea	001	20.000	92.153	40.000	6669.794	4	1
Platea n. 182	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.365	4	1
Platea n. 183	Platea	001	20.000	70.957	40.000	3954.453	4	1
Platea n. 184	Platea	001	20.000	91.447	40.000	6567.876	4	1
Platea n. 185	Platea	001	20.000	92.466	40.000	6715.125	4	1
Platea n. 186	Platea	001	20.000	96.874	40.000	7370.559	4	1
Platea n. 187	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 188	Platea	001	20.000	95.818	40.000	7210.790	4	1
Platea n. 189	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 190	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 191	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 192	Platea	001	20.000	92.373	40.000	6701.557	4	1
Platea n. 193	Platea	001	20.000	93.177	40.000	6818.848	4	1
Platea n. 194	Platea	001	20.000	70.982	40.000	3957.143	4	1
Platea n. 195	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.822	4	1
Platea n. 196	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 197	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 198	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.365	4	1
Platea n. 199	Platea	001	20.000	70.958	40.000	3954.454	4	1
Platea n. 200	Platea	001	20.000	94.883	40.000	7070.779	4	1
Platea n. 201	Platea	001	20.000	96.794	40.000	7358.418	4	1
Platea n. 202	Platea	001	20.000	70.957	40.000	3954.453	4	1
Platea n. 203	Platea	001	20.000	90.314	40.000	6406.220	4	1
Platea n. 204	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 205	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 206	Platea	001	20.000	94.645	40.000	7035.360	4	1
Platea n. 207	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 208	Platea	001	20.000	93.665	40.000	6890.460	4	1
Platea n. 209	Platea	001	20.000	96.852	40.000	7367.353	4	1

---

Cell. +39 340 924 3575

studiocalcarella@gmail.com - fabio.calcarella@gmail.com

Platea n. 210	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.365	4	1
Platea n. 211	Platea	001	20.000	96.712	40.000	7345.942	4	1
Platea n. 212	Platea	001	20.000	96.874	40.000	7370.557	4	1
Platea n. 213	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 214	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 215	Platea	001	20.000	94.334	40.000	6989.166	4	1
Platea n. 216	Platea	001	20.000	95.919	40.000	7226.032	4	1
Platea n. 217	Platea	001	20.000	93.494	40.000	6865.310	4	1
Platea n. 218	Platea	001	20.000	93.494	40.000	6865.309	4	1
Platea n. 219	Platea	001	20.000	91.479	40.000	6572.577	4	1
Platea n. 220	Platea	001	20.000	96.459	40.000	7307.568	4	1
Platea n. 221	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.365	4	1
Platea n. 222	Platea	001	20.000	71.869	40.000	4056.687	4	1
Platea n. 223	Platea	001	20.000	70.958	40.000	3954.454	4	1
Platea n. 224	Platea	001	20.000	96.853	40.000	7367.354	4	1
Platea n. 225	Platea	001	20.000	72.056	40.000	4077.821	4	1
Platea n. 226	Platea	001	20.000	95.351	40.000	7140.743	4	1
Platea n. 227	Platea	001	20.000	93.331	40.000	6841.344	4	1
Platea n. 228	Platea	001	20.000	93.494	40.000	6865.310	4	1
Platea n. 229	Platea	001	20.000	96.497	40.000	7313.342	4	1
Platea n. 230	Platea	001	20.000	50.463	40.000	2000.000	3	1
Platea n. 231	Platea	001	20.000	50.463	40.000	2000.000	3	1
Platea n. 232	Platea	001	20.000	49.325	40.000	1910.855	3	1
Platea n. 233	Platea	001	20.000	48.965	40.000	1883.026	3	1
Platea n. 234	Platea	001	20.000	48.965	40.000	1883.026	3	1
Platea n. 235	Platea	001	20.000	49.325	40.000	1910.855	3	1

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon.	Base Eq.	Spessore	Lung. Eq.	Lung. Travata Eq.
Macro n. 1	Macro-Platea	001	cm 20.000	cm 416.000	cm 40.000	cm 2136.000	cm 2136.000

## 14. VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura. Le azioni trasmesse in fondazione, relative alle combinazioni di tipo sismico, non saranno amplificate in quanto determinate ipotizzando un comportamento non dissipativo.

La verifica nei confronti dello Stato Limite di Danno viene eseguita determinando il carico limite della fondazione per le corrispondenti azioni di SLD, impiegando i coefficienti parziali gammaR di cui alla tabella 7.11.II.

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportati solo i casi maggiormente gravosi per ogni tipo di combinazione e le relative verifiche.

### Macro platea: 1

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.1500 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.1382 + 1.0589 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.3070 / 1.1971 = 0,256 Ok (Cmb. n. 002)

TB / TBlim = 0.1 / 71288.8 = 0,000 Ok (Cmb. n. 004)

TL / TLlim = 0.0 / 70732.7 = 0,000 Ok (Cmb. n. 004)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
002	SLU STR	No	cm 5.397	cm 0.000	daN 0.1	daN 0.0	daN -324665.6	daN/cm <sup>2</sup> -0.1976	daN/cm <sup>2</sup> -0.3070
004	SLU STR	No	cm 5.242	cm 0.000	daN 0.1	daN 0.0	daN -257215.5	daN/cm <sup>2</sup> -0.1556	daN/cm <sup>2</sup> -0.2448

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.1500 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.0900 + 0.2824 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.3065 / 0.3725 = 0,823 Ok (Cmb. n. 013)

TB / TBlim = 46561.9 / 61949.1 = 0,752 Ok (Cmb. n. 005)

TL / TLlim = 44822.6 / 61726.0 = 0,726 Ok (Cmb. n. 021)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
005	SLV A1	Si	103.250	22.621	46561.9	13560.9	-223768.1	-0.0904	-0.2989
013	SLV A1	Si	103.250	22.473	46561.8	13310.3	-223768.1	-0.0942	-0.3065
021	SLV A1	Si	35.073	74.930	13968.8	44822.6	-224514.0	0.0029	-0.3915

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.1500 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.1198 + 0.7510 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.2484 / 0.8708 = 0,285 Ok (Cmb. n. 051)

TB / TBlim = 16790.9 / 62130.4 = 0,270 Ok (Cmb. n. 041)

TL / TLlim = 16168.9 / 61780.4 = 0,262 Ok (Cmb. n. 053)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
041	SLD	Si	41.108	8.014	16790.9	4875.6	-224428.6	-0.1199	-0.2143
051	SLD	Si	-28.998	7.986	-16790.8	4875.6	-225238.9	-0.1288	-0.2484
053	SLD	Si	16.514	27.005	5037.4	16168.9	-224712.3	-0.0958	-0.2616

## 15. VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

**Elemento: Platea n. 1**

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
070	SLE rare	No	5.992	0.000	0.0	0.0	-224833.8	-0.1401	-0.2073
071	SLE rare	No	5.470	0.000	0.1	0.0	-246421.6	-0.1504	-0.2323

Cedimento massimo = -0.448 cm in Cmb n. 071

Cedimento minimo = -0.037 cm in Cmb n. 070