



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA
LECCE



COMUNE
LECCE



COMUNE
CAMPI
SALENTINA



COMUNE
GUAGNANO



COMUNE
SQUINZANO



COMUNE
SURBO



COMUNE
TREPUIZZI



PROVINCIA
BRINDISI



COMUNE
CELLINO
SAN MARCO



COMUNE
S.DONACI

15_Lecce - Realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, da ubicarsi in agro di Lecce e Surbo (LE)

Potenza nominale DC 40,69 MW e potenza nominale AC 42,00 MW



PROGETTO DEFINITIVO

Proc. AU n. APCX6V5

PROGETTISTA:



Via Imperatore Traiano n.4 - 70126 Bari

Prof. Ing. Alberto Ferruccio PICCINNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288

Ing. Giovanni VITONE
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.3313

Ing. Giocchino ANGARANO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.5970

Ing. Luigi FANELLI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7428

COMMITTENTE:

NEW SOLAR 04 S.R.L.
Via Enzo Estrafallaces 26 - 73100 Lecce (LE)

Legale Rappresentante
Prof. Franco RICCIATO

Consulenza specialistica:

Ing. Nicola CONTURSI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.9000

Coordinamento al progetto:



Viale Svevia n.7 - 73100 LECCE
tel. +39 0832 36985 - Fax +39 0832 361468
mail: prosvetasrl@gmail.com pec: prosveta@pec.it

Direttore Tecnico
Ing. Francesco ROLLO

APCX6V5_RelazioneGeotecnica

Codice	Elaborato	Relazione geotecnica Strutture portapanelli, basamenti, cabina di raccolta	
B.16b			
1	Giugno - 2024	Emesso per integrazione volontaria	SCALA
0	Dicembre - 2023	Emesso per Progetto Definitivo	FORMATO ELABORATO Pdf
REV	DATA	NOTE	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Normative di riferimento	3
3.	Indagini in sito e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione	4
3.1	Categoria di sottosuolo	5
4.	Carico limite di fondazioni superficiali su terreni	6
5.	Carico limite di fondazioni superficiali su roccia.....	11
6.	Verifica a rottura per scorrimento di fondazioni superficiali	12
7.	Determinazione delle tensioni indotte nel terreno	13
8.	Calcolo dei cedimenti della fondazione.....	14
9.	Simbologia adottata nei tabulati di calcolo.....	15
10.	Tabulati di calcolo	18
10.1	Archivio stratigrafie.....	18
10.2	Archivio terreni	19
10.3	Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali	19
10.4	Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali.....	22
10.5	Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali.....	23

Codice	Titolo	Pag. 1 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWp E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWac

1. Premessa

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare i criteri utilizzati per definire il comportamento meccanico dei volumi di terreno (volume significativo) influenzati, direttamente o indirettamente, dalle fondazioni delle opere da realizzarsi per l'impianto fotovoltaico previsto nell'ambito del Progetto Definitivo "Realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, da ubicarsi in agro di Surbo e Lecce (LE)".

L'opera si compone di un basamento avente dimensioni in pianta paria 6,20 x 2,70 m e spessore 30 cm.

Codice	Titolo	Pag. 2 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

2. 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**

Codice	Titolo	Pag. 3 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

3. Indagini in sito e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Il presente paragrafo si pone l'obiettivo di illustrare i risultati delle indagini geologiche eseguite, nonché l'interpretazione dei risultati ottenuti. Dal quadro generale, in tal modo scaturito, si definiscono le caratteristiche della fondazione da adottare e il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e, quindi, fondazione-terreno.

Si riporta di seguito uno specchietto riassuntivo dei parametri adottati per l'esecuzione delle verifiche geotecniche.

Parametri geotecnici del calcare

Si attribuiscono allo strato di terreno i seguenti parametri geotecnici (Sp. Strato 5,00 m)

- Peso di volume γ	1600 Kg/m ³
- Peso di volume saturo γ_s	1800 Kg/m ³
- Angolo di attrito φ	32°
- Coesione c	0,0 daN/cm ²
- Modulo di poisson ν	0,31
- Modulo Elastico E_y	4500 daN/cm ²

In via cautelativa per le verifiche geotecniche è stato assunto un valore di coesione nullo.

Codice	Titolo	Pag. 4 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

3.1 Categoria di sottosuolo

Per quanto riguarda l'individuazione della categoria di sottosuolo, i risultati della prova MASW hanno permesso di determinare il valore delle velocità delle onde sismiche di taglio. Il valore di $V_{s,eq}$ che si calcola, al di sotto del piano di posa della fondazione, mediante la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

- h_i = spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N = numero di strati;
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s;

nel caso specifico questi terreni hanno fornito una classificazione in categoria *A* ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17/01/2018

Le caratteristiche della superficie topografica fanno rientrare l'area in categoria T1 = Superficie pianeggiante, si assume quindi un coefficiente di amplificazione pari a $ST= 1$.

Codice	Titolo	Pag. 5 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

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 rigidezza " I_r " così definito:

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

Per la determinazione del modulo di rigidezza 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 rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza 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 rigidezza 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 rigidezza, 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 :

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

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

- 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
- ν coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- k_0 coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione
- φ angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- c' coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- σ' 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

Codice	Titolo	Pag. 6 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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_γ , fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno
- s_q, s_c, s_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- d_q, d_c, d_γ , coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- i_q, i_c, i_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- γ_1 peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- γ_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_r) 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)

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

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

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

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

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

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

- se $\varphi = 0$ si ha:

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

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

Codice	Titolo	Pag. 7 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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

Formulazione di Vesic (1975)

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

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

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

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

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

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

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

- 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 di Brinch-Hansen

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

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

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

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

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

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

Codice	Titolo	Pag. 8 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

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

- 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

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

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

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

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

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

- se H è parallela al lato B si ha:

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

- se H è parallela al lato L si ha:

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

- 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)
- α_1, α_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 γ_2 nella formula trinomia assume la seguente espressione:

Codice	Titolo	Pag. 9 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- γ peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- γ_{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

Codice	Titolo	Pag. 10 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

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 nastroforme $s_c = 1.3$ per fondazioni di tipo quadrato;
- $s_\gamma = 1.0$ per fondazioni di tipo nastroforme $s_\gamma = 0.8$ per fondazioni di tipo quadrato.

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

Formulazione di Terzaghi (1943)

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

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

φ	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)

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

Codice	Titolo	Pag. 11 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

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

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)
- δ angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% dell'angolo di attrito)
- 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.

Codice	Titolo	Pag. 12 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

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

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 "Δσ_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.

Codice	Titolo	Pag. 13 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

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_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$ modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_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_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- E_i modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_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 $w_{Lib.}$).

Codice	Titolo	Pag. 14 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

Codice	Titolo	Pag. 15 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

- 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

Codice	Titolo	Pag. 16 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWp E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWac

- 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 $w_{Lib.}$)

Codice	Titolo	Pag. 17 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

10. Tabulati di calcolo

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Brinch - Hansen
- 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 Fc (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fc (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (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 ϕ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. M1 per Tan ϕ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu 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 fSp: 30,00 %
- 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: sovrapposizione dei bulbi
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti elastici

10.1 Archivio stratigrafie

Codice	Titolo	Pag. 18 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 2

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 / Terreno agrario	Assente
2	da -100,0 a -1200,0 cm	1100,0 cm	002 / Calcare	Assente

10.2 Archivio terreni

Indice / Descrizione terreno: **001 / Terreno agrario**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,600 E-3	1,700 E-3	18,000	0,000	30,000	30,000	30,0	0,360	0,00

Indice / Descrizione terreno: **002 / Calcare**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,800 E-3	1,900 E-3	30,000	0,000	500,000	500,000	60,0	0,330	0,00

10.3 Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Dia. Eq. cm	Spessore cm	Superficie cm ²	Vertici n. per elem.	Macro n.
Platea n. 1	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 2	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 3	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 4	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 5	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 6	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 7	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 8	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 9	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 10	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 11	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 12	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 13	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 14	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 15	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 16	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 17	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 18	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 19	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 20	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 21	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 22	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 23	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 24	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 25	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 26	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 27	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 28	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 29	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 30	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 31	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 32	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1

Codice	Titolo	Pag. 19 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 163	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 164	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 165	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 166	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 167	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 168	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 169	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 170	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 171	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 172	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 173	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 174	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 175	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 176	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 177	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 178	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 179	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Platea n. 180	Platea	001	100.000	34.411	30.000	930.000	4	1
Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon.	Base Eq.	Spessore	Lung. Eq.	Lung. Travata Eq.	
Macro n. 1	Macro-Platea	001	cm 100.000	cm 216.000	cm 30.000	cm 496.000	cm 496.000	

10.4 Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. $\Gamma_{RD} = 1.10$
 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 γ_R 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**:

$$Sgm. Lt \text{ (tens. litostatica)} = -0.4967 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} = Q_{lim c} + Q_{lim q} + Q_{lim g} + Q_{res P} = 0.0000 + 1.7761 + 2.1230 + 0.0000$$

$$Q_{max} / Q_{lim} = 0.3588 / 3.8991 = 0,092 \text{ Ok (Cmb. n. 001)}$$

$$TB / TB_{lim} = 0.0 / 21898.9 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 001)}$$

$$TL / TL_{lim} = 0.0 / 13800.2 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 002)}$$

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 ²	T.T. max daN/cm ²
001	SLU STR	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-59757.3	-0.3557	-0.3588
002	SLU STR	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-38241.0	-0.2275	-0.2299

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

$$Sgm. Lt \text{ (tens. litostatica)} = -0.4967 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} = Q_{lim c} + Q_{lim q} + Q_{lim g} + Q_{res P} = 0.0000 + 1.7750 + 2.1205 + 0.0000$$

$$Q_{max} / Q_{lim} = 0.2706 / 3.8955 = 0,069 \text{ Ok (Cmb. n. 025)}$$

$$TB / TB_{lim} = 15.2 / 15083.8 = 0,001 \text{ Ok (Cmb. n. 025)}$$

$$TL / TL_{lim} = 16.0 / 14629.8 = 0,001 \text{ Ok (Cmb. n. 015)}$$

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 ²	T.T. max daN/cm ²
015	SLV A1	Si	-0.005	-0.017	-4.2	-14.6	-40919.4	-0.2435	-0.2459
025	SLV A1	Si	-0.016	0.005	-13.8	4.4	-40919.4	-0.2435	-0.2460

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

$$Sgm. Lt \text{ (tens. litostatica)} = -0.4967 \text{ daN/cm}^2$$

Codice	Titolo	Pag. 22 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWp E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWac

$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 1.7757 + 2.1221 + 0.0000$

$Q_{max} / Q_{lim} = 0.2705 / 3.8978 = 0,069$ Ok (Cmb. n. 055)

$TB / TB_{lim} = 5.6 / 15083.8 = 0,000$ Ok (Cmb. n. 061)

$TL / TL_{lim} = 5.6 / 14629.8 = 0,000$ Ok (Cmb. n. 047)

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 ²	T.T. max daN/cm ²
047	SLD	Si	-0.001	-0.004	-1.5	-5.1	-40919.4	-0.2435	-0.2459
055	SLD	Si	-0.004	-0.001	-5.1	-1.5	-40919.4	-0.2435	-0.2459
061	SLD	Si	-0.004	0.001	-5.1	1.5	-40919.4	-0.2435	-0.2459

10.5 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 ²	T.T. max daN/cm ²
003	SLE rare	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-41589.0	-0.2475	-0.2499
005	SLE q.p.	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-40919.4	-0.2435	-0.2459

Cedimento massimo a espansione laterale impedita = -0.020 cm in Cmb n. 003

Cedimento minimo a espansione laterale impedita = -0.001 cm in Cmb n. 005

Cedimento massimo a espansione laterale libera = -0.024 cm in Cmb n. 003

Cedimento minimo a espansione laterale libera = -0.001 cm in Cmb n. 005

Codice	Titolo	Pag. 23 di 23
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Normative di riferimento	3
3.	Indagini in sito e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione	4
3.1	Categoria di sottosuolo	5
4.	Carico limite di fondazioni superficiali su terreni	6
5.	Carico limite di fondazioni superficiali su roccia.....	11
6.	Verifica a rottura per scorrimento di fondazioni superficiali	12
7.	Determinazione delle tensioni indotte nel terreno	13
8.	Calcolo dei cedimenti della fondazione.....	14
9.	Simbologia adottata nei tabulati di calcolo.....	15
10.	Tabulati di calcolo	18
10.1	Archivio stratigrafie.....	18
10.2	Archivio terreni	19
10.3	Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali	19
10.4	Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali.....	29
10.5	Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali.....	30

Codice	Titolo	Pag. 1 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWp E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWac

1. Premessa

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare i criteri utilizzati per definire il comportamento meccanico dei volumi di terreno (volume significativo) influenzati, direttamente o indirettamente, dalle fondazioni delle opere da realizzarsi per l'impianto fotovoltaico previsto nell'ambito del Progetto Definitivo "Realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, da ubicarsi in agro di Surbo e Lecce (LE)".

L'opera si compone di un basamento avente dimensioni in pianta paria 13,90 x 4,40 m e spessore 30 cm.

Codice	Titolo	Pag. 2 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

2. 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**

Codice	Titolo	
B.16b	Relazione geotecnica	Pag. 3 di 30

3. Indagini in sito e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Il presente paragrafo si pone l'obiettivo di illustrare i risultati delle indagini geologiche eseguite, nonché l'interpretazione dei risultati ottenuti. Dal quadro generale, in tal modo scaturito, si definiscono le caratteristiche della fondazione da adottare e il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e, quindi, fondazione-terreno.

Si riporta di seguito uno specchietto riassuntivo dei parametri adottati per l'esecuzione delle verifiche geotecniche.

Parametri geotecnici del calcare

Si attribuiscono allo strato di terreno i seguenti parametri geotecnici (Sp. Strato 5,00 m)

- Peso di volume γ	1600 Kg/m ³
- Peso di volume saturo γ_s	1800 Kg/m ³
- Angolo di attrito φ	32°
- Coesione c	0,0 daN/cm ²
- Modulo di poisson ν	0,31
- Modulo Elastico E_y	4500 daN/cm ²

In via cautelativa per le verifiche geotecniche è stato assunto un valore di coesione nullo.

Codice	Titolo	Pag. 4 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

3.1 Categoria di sottosuolo

Per quanto riguarda l'individuazione della categoria di sottosuolo, i risultati della prova MASW hanno permesso di determinare il valore delle velocità delle onde sismiche di taglio. Il valore di $V_{s,eq}$ che si calcola, al di sotto del piano di posa della fondazione, mediante la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

- h_i = spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N = numero di strati;
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s;

nel caso specifico questi terreni hanno fornito una classificazione in categoria *A* ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17/01/2018

Le caratteristiche della superficie topografica fanno rientrare l'area in categoria T1 = Superficie pianeggiante, si assume quindi un coefficiente di amplificazione pari a $ST= 1$.

Codice	Titolo	Pag. 5 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

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 rigidezza " I_r " così definito:

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

Per la determinazione del modulo di rigidezza 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 rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza 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 rigidezza 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 rigidezza, 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 :

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

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

- 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
- ν coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- k_0 coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione
- φ angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- c' coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- σ' 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

Codice	Titolo	Pag. 6 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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_γ , fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno
- s_q, s_c, s_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- d_q, d_c, d_γ , coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- i_q, i_c, i_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- γ_1 peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- γ_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_r) 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)

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

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

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

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

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

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

- se $\varphi = 0$ si ha:

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

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

Codice	Titolo	
B.16b	Relazione geotecnica	Pag. 7 di 30

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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

Formulazione di Vesic (1975)

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

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

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

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

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

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

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

- 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 di Brinch-Hansen

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

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

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

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

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

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

Codice	Titolo	Pag. 8 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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

- 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

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

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

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

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

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

- se H è parallela al lato B si ha:

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

- se H è parallela al lato L si ha:

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

- 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)
- α_1, α_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 γ_2 nella formula trinomia assume la seguente espressione:

Codice	Titolo	Pag. 9 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- γ peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- γ_{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

Codice	Titolo	Pag. 10 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

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)

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

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

φ	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)

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

Codice	Titolo	Pag. 11 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

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

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)
- δ angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% dell'angolo di attrito)
- 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.

Codice	Titolo	Pag. 12 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

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

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 "Δσ_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.

Codice	Titolo	Pag. 13 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

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_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$ modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_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_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- E_i modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_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 $w_{Lib.}$).

Codice	Titolo	Pag. 14 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

Codice	Titolo	Pag. 15 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

- 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.

Codice	Titolo	Pag. 16 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWp E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWac

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 $w_{Lib.}$)

Codice	Titolo	Pag. 17 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

10. Tabulati di calcolo

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Brinch - Hansen
- 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 Fc (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fc (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (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 ϕ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. M1 per Tan ϕ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu 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 fSp: 30,00 %
- 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: sovrapposizione dei bulbi
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti elastici

10.1 Archivio stratigrafie

Codice	Titolo	Pag. 18 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 2

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 / Terreno agrario	Assente
2	da -100,0 a -1200,0 cm	1100,0 cm	002 / Calcare	Assente

10.2 Archivio terreni

Indice / Descrizione terreno: **001 / Terreno agrario**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,600 E-3	1,700 E-3	18,000	0,000	30,000	30,000	30,0	0,360	0,00

Indice / Descrizione terreno: **002 / Calcare**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,800 E-3	1,900 E-3	30,000	0,000	500,000	500,000	60,0	0,330	0,00

10.3 Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Dia. Eq. cm	Spessore cm	Superficie cm ²	Vertici n. per elem.	Macro n.
Platea n. 1	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 2	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 3	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 4	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 5	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 6	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 7	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 8	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 9	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 10	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 11	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 12	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 13	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 14	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 15	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 16	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 17	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 18	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 19	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 20	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 21	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 22	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 23	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 24	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 25	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 26	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 27	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 28	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 29	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 30	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 31	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 32	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1

Codice	Titolo	Pag. 19 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 33	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 34	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 35	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 36	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 37	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 38	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 39	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 40	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 41	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 42	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 43	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 44	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 45	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 46	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 47	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 48	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 49	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 50	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 51	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 52	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 53	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 54	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 55	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 56	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 57	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 58	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 59	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 60	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 61	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 62	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 63	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 64	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 65	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 66	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 67	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 68	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 69	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 70	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 71	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 72	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 73	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 74	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 75	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 76	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 77	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 78	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 79	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 80	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 81	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 82	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 83	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 84	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 85	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 86	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 87	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 88	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 89	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 90	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 91	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 92	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 93	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 94	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 95	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 96	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1

Codice	Titolo	Pag. 20 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 97	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 98	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 99	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 100	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 101	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 102	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 103	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 104	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 105	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 106	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 107	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 108	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 109	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 110	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 111	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 112	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 113	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 114	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 115	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 116	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 117	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 118	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 119	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 120	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 121	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 122	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 123	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 124	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 125	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 126	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 127	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 128	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 129	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 130	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 131	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 132	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 133	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 134	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 135	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 136	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 137	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 138	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 139	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 140	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 141	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 142	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 143	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 144	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 145	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 146	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 147	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 148	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 149	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 150	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 151	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 152	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 153	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 154	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 155	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 156	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 157	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 158	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 159	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 160	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1

Codice	Titolo	Pag. 21 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 161	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 162	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 163	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 164	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 165	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 166	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 167	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 168	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 169	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 170	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 171	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 172	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 173	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 174	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 175	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 176	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 177	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 178	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 179	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 180	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 181	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 182	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 183	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 184	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 185	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 186	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 187	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 188	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 189	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 190	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 191	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 192	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 193	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 194	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 195	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 196	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 197	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 198	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 199	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 200	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 201	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 202	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 203	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 204	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 205	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 206	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 207	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 208	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 209	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 210	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 211	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 212	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 213	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 214	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 215	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 216	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 217	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 218	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 219	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 220	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 221	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 222	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 223	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 224	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1

Codice	Titolo	Pag. 22 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 225	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 226	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 227	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 228	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 229	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 230	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 231	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 232	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 233	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 234	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 235	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 236	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 237	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 238	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 239	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 240	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 241	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 242	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 243	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 244	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 245	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 246	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 247	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 248	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 249	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 250	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 251	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 252	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 253	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 254	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 255	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 256	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 257	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 258	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 259	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 260	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 261	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 262	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 263	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 264	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 265	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 266	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 267	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 268	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 269	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 270	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 271	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 272	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 273	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 274	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 275	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 276	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 277	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 278	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 279	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 280	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 281	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 282	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 283	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 284	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 285	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 286	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 287	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 288	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 289	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 290	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 291	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 292	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 293	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 294	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 295	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 296	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 297	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 298	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 299	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 300	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 301	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 302	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 303	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 304	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 305	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 306	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 307	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 308	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 309	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 310	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 311	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 312	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 313	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 314	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 315	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 316	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 317	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 318	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 319	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 320	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 321	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 322	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 323	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 324	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 325	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 326	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 327	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 328	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 329	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 330	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 331	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 332	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 333	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 334	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 335	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 336	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 337	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 338	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 339	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 340	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 341	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 342	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 343	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 344	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 345	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 346	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 347	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 348	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 349	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 350	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 351	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 352	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1

Codice	Titolo	Pag. 24 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 353	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 354	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 355	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 356	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 357	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 358	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 359	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 360	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 361	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 362	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 363	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 364	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 365	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 366	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 367	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 368	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 369	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 370	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 371	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 372	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 373	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 374	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 375	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 376	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 377	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 378	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 379	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 380	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 381	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 382	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 383	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 384	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 385	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 386	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 387	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 388	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 389	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 390	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 391	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 392	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 393	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 394	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 395	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 396	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 397	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 398	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 399	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 400	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 401	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 402	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 403	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 404	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 405	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 406	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 407	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 408	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 409	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 410	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 411	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 412	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 413	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 414	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 415	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 416	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1

Codice	Titolo	Pag. 25 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 417	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 418	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 419	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 420	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 421	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 422	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 423	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 424	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 425	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 426	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 427	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 428	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 429	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 430	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 431	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 432	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 433	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 434	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 435	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 436	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 437	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 438	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 439	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 440	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 441	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 442	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 443	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 444	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 445	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 446	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 447	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 448	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 449	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 450	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 451	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 452	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 453	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 454	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 455	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 456	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 457	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 458	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 459	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 460	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 461	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 462	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 463	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 464	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 465	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 466	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 467	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 468	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 469	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 470	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 471	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 472	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 473	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 474	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 475	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 476	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 477	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 478	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 479	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 480	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1

Codice	Titolo	Pag. 26 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 481	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 482	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 483	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 484	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 485	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 486	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 487	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 488	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 489	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 490	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 491	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 492	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 493	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 494	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 495	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.687	4	1
Platea n. 496	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 497	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 498	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 499	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 500	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 501	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 502	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 503	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.687	4	1
Platea n. 504	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 505	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 506	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 507	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 508	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 509	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 510	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 511	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 512	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 513	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 514	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 515	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 516	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 517	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 518	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 519	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 520	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 521	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 522	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 523	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 524	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 525	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 526	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 527	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 528	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 529	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 530	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 531	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 532	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 533	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 534	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 535	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 536	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 537	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 538	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 539	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 540	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 541	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 542	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 543	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 544	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1

Codice	Titolo	Pag. 27 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 545	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 546	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 547	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 548	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 549	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 550	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 551	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 552	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 553	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 554	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 555	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 556	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 557	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 558	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 559	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 560	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 561	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 562	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 563	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 564	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 565	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 566	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 567	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 568	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 569	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 570	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 571	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 572	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 573	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 574	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 575	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 576	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 577	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 578	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 579	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 580	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 581	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 582	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 583	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 584	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 585	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 586	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 587	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.687	4	1
Platea n. 588	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 589	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 590	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 591	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 592	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 593	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 594	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 595	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.687	4	1
Platea n. 596	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 597	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 598	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.691	4	1
Platea n. 599	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 600	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 601	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 602	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 603	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 604	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 605	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 606	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 607	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 608	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1

Codice	Titolo	Pag. 28 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Platea n. 609	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 610	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 611	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 612	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 613	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.689	4	1
Platea n. 614	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 615	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 616	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 617	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 618	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 619	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 620	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 621	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 622	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 623	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 624	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 625	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 626	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 627	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 628	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 629	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 630	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 631	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.688	4	1
Platea n. 632	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.692	4	1
Platea n. 633	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 634	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 635	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 636	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 637	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 638	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 639	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 640	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 641	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.686	4	1
Platea n. 642	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 643	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Platea n. 644	Platea	001	100.000	34.773	30.000	949.690	4	1
Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Base Eq. cm	Spessore cm	Lung. Eq. cm	Lung. Travata Eq. cm	
Macro n. 1	Macro-Platea	001	100.000	352.000	30.000	1112.000	1112.000	

10.4 Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. $\Gamma_{RD} = 1.10$
 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 γ_R 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) = -0.7087 daN/cm²

$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 1.5971 + 3.1713 + 0.0000$

$Q_{max} / Q_{lim} = 0.3571 / 4.7684 = 0,075$ Ok (Cmb. n. 001)

$TB / TB_{lim} = 0.0 / 77964.7 = 0,000$ Ok (Cmb. n. 001)

$TL / TL_{lim} = 0.0 / 49061.2 = 0,000$ Ok (Cmb. n. 002)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
-----	------	-------	--------	--------	-------------	-------------	------------	----------	----------

Codice	Titolo	Pag. 29 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
001	SLU STR	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-216698.2	-0.3530	-0.3571
002	SLU STR	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-138463.3	-0.2254	-0.2285

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.7087 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 1.5966 + 3.1698 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.2691 / 4.7664 = 0,056 Ok (Cmb. n. 031)

TB / TBlim = 22.9 / 53537.2 = 0,000 Ok (Cmb. n. 028)

TL / TLLim = 23.4 / 52304.8 = 0,000 Ok (Cmb. n. 015)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
015	SLV A1	Si	-0.002	-0.011	-6.2	-21.3	-148248.9	-0.2414	-0.2446
028	SLV A1	Si	0.008	0.003	20.8	6.4	-148248.9	-0.2414	-0.2446
031	SLV A1	Si	-0.008	-0.003	-20.8	-6.4	-148249.0	-0.2414	-0.2446

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.7087 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 1.5969 + 3.1708 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.2690 / 4.7677 = 0,056 Ok (Cmb. n. 058)

TB / TBlim = 8.2 / 53537.1 = 0,000 Ok (Cmb. n. 058)

TL / TLLim = 8.2 / 52304.8 = 0,000 Ok (Cmb. n. 053)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
053	SLD	Si	0.000	0.001	-2.2	7.5	-148248.8	-0.2414	-0.2445
058	SLD	Si	0.001	0.000	7.5	-2.2	-148248.8	-0.2414	-0.2446

10.5 Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

Elemento: Platea n. 1

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
003	SLE rare	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-150695.2	-0.2454	-0.2485
005	SLE q.p.	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-148248.9	-0.2414	-0.2445

Cedimento massimo a espansione laterale impedita = -0.025 cm in Cmb n. 003

Cedimento minimo a espansione laterale impedita = -0.001 cm in Cmb n. 005

Cedimento massimo a espansione laterale libera = -0.029 cm in Cmb n. 003

Cedimento minimo a espansione laterale libera = -0.001 cm in Cmb n. 005

Codice	Titolo	Pag. 30 di 30
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Normative di riferimento	3
3.	Indagini in sito e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione	4
3.1	Categoria di sottosuolo	5
4.	Carico limite di fondazioni superficiali su terreni	6
5.	Carico limite di fondazioni superficiali su roccia.....	11
6.	Verifica a rottura per scorrimento di fondazioni superficiali	12
7.	Determinazione delle tensioni indotte nel terreno	13
8.	Calcolo dei cedimenti della fondazione.....	14
9.	Simbologia adottata nei tabulati di calcolo.....	15
10.	Tabulati di calcolo	18
10.1	Archivio stratigrafie.....	18
10.2	Archivio terreni	19
10.3	Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali	19
10.4	Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali.....	51
10.5	Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali.....	51

Codice	Titolo	Pag. 1 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWp E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWac

1. Premessa

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare i criteri utilizzati per definire il comportamento meccanico dei volumi di terreno (volume significativo) influenzati, direttamente o indirettamente, dalle fondazioni delle opere da realizzarsi per l'impianto fotovoltaico previsto nell'ambito del Progetto Definitivo "Realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, da ubicarsi in agro di Surbo e Lecce (LE)".

L'opera si compone di un basamento avente dimensioni in pianta paria 25,20 x 7,10 m e spessore 30 cm.

Codice	Titolo	Pag. 2 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

2. 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**

Codice	Titolo	
B.16b	Relazione geotecnica	Pag. 3 di 52

3. Indagini in sito e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Il presente paragrafo si pone l'obiettivo di illustrare i risultati delle indagini geologiche eseguite, nonché l'interpretazione dei risultati ottenuti. Dal quadro generale, in tal modo scaturito, si definiscono le caratteristiche della fondazione da adottare e il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e, quindi, fondazione-terreno.

Si riporta di seguito uno specchietto riassuntivo dei parametri adottati per l'esecuzione delle verifiche geotecniche.

Parametri geotecnici del calcare

Si attribuiscono allo strato di terreno i seguenti parametri geotecnici (Sp. Strato 5,00 m)

- Peso di volume γ	1600 Kg/m ³
- Peso di volume saturo γ_s	1800 Kg/m ³
- Angolo di attrito φ	32°
- Coesione c	0,0 daN/cm ²
- Modulo di poisson ν	0,31
- Modulo Elastico E_y	4500 daN/cm ²

In via cautelativa per le verifiche geotecniche è stato assunto un valore di coesione nullo.

Codice	Titolo	Pag. 4 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

3.1 Categoria di sottosuolo

Per quanto riguarda l'individuazione della categoria di sottosuolo, i risultati della prova MASW hanno permesso di determinare il valore delle velocità delle onde sismiche di taglio. Il valore di $V_{s,eq}$ che si calcola, al di sotto del piano di posa della fondazione, mediante la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove:

- h_i = spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N = numero di strati;
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s;

nel caso specifico questi terreni hanno fornito una classificazione in categoria *A* ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17/01/2018

Le caratteristiche della superficie topografica fanno rientrare l'area in categoria T1 = Superficie pianeggiante, si assume quindi un coefficiente di amplificazione pari a $ST= 1$.

Codice	Titolo	Pag. 5 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

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 rigidezza " I_r " così definito:

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

Per la determinazione del modulo di rigidezza 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 rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza 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 rigidezza 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 rigidezza, 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 :

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

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

- 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
- ν coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- k_0 coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione
- φ angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- c' coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- σ' 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

Codice	Titolo	Pag. 6 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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_γ , fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno
- s_q, s_c, s_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- d_q, d_c, d_γ , coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- i_q, i_c, i_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- γ_1 peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- γ_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_r) 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)

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

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

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

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

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

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

- se $\varphi = 0$ si ha:

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

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

Codice	Titolo	
B.16b	Relazione geotecnica	Pag. 7 di 52

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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

Formulazione di Vesic (1975)

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

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

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

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

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

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

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

- 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 di Brinch-Hansen

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

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

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

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

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

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

Codice	Titolo	Pag. 8 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

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

- 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

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

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

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

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

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

- se H è parallela al lato B si ha:

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

- se H è parallela al lato L si ha:

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

- 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)
- α_1, α_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 γ_2 nella formula trinomia assume la seguente espressione:

Codice	Titolo	Pag. 9 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

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

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- γ peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- γ_{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

Codice	Titolo	Pag. 10 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

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 nastroforme $s_c = 1.3$ per fondazioni di tipo quadrato;
- $s_\gamma = 1.0$ per fondazioni di tipo nastroforme $s_\gamma = 0.8$ per fondazioni di tipo quadrato.

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

Formulazione di Terzaghi (1943)

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

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

φ	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)

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

Codice	Titolo	Pag. 11 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

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

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)
- δ angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% dell'angolo di attrito)
- 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.

Codice	Titolo	Pag. 12 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

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

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 "Δσ_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.

Codice	Titolo	Pag. 13 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

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_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$ modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_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_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- E_i modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_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 $w_{Lib.}$).

Codice	Titolo	Pag. 14 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

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:

Codice	Titolo	Pag. 15 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

- 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.

Codice	Titolo	Pag. 16 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWp E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWac

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 $w_{Lib.}$)

Codice	Titolo	Pag. 17 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

10. Tabulati di calcolo

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Brinch - Hansen
- 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 Fc (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fc (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (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 ϕ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. M1 per Tan ϕ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu 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 fSp: 30,00 %
- 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: sovrapposizione dei bulbi
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti elastici

10.1 Archivio stratigrafie

Codice	Titolo	
B.16b	Relazione geotecnica	Pag. 18 di 52

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
 POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 2

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 / Terreno agrario	Assente
2	da -100,0 a -1200,0 cm	1100,0 cm	002 / Calcare	Assente

10.2 Archivio terreni

Indice / Descrizione terreno: **001 / Terreno agrario**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,600 E-3	1,700 E-3	18,000	0,000	30,000	30,000	30,0	0,360	0,00

Indice / Descrizione terreno: **002 / Calcare**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,800 E-3	1,900 E-3	30,000	0,000	500,000	500,000	60,0	0,330	0,00

10.3 Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Dia. Eq. cm	Spessore cm	Superficie cm ²	Vertici n. per elem.	Macro n.
Platea n. 1	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 2	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 3	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 4	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 5	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 6	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 7	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 8	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 9	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 10	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 11	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 12	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 13	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 14	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 15	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 16	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 17	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 18	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 19	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 20	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 21	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 22	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 23	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 24	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 25	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 26	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 27	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 28	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 29	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 30	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 31	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1
Platea n. 32	Platea	001	100.000	33.615	30.000	887.499	4	1

Codice	Titolo	Pag. 19 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWP E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWAC

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Base Eq. cm	Spessore cm	Lung. Eq. cm	Lung. Travata Eq. cm
Macro n. 1	Macro-Platea	001	100.000	568.000	30.000	2016.000	2016.000

10.4 Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. $\Gamma_{RD} = 1.10$
 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 γ_R 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**:

$$S_{gm.Lt} \text{ (tens. litostatica)} = -1.0454 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 1.5082 + 4.7881 + 0.0000$$

$$Q_{max} / Q_{lim} = 0.3602 / 6.2963 = 0,057 \text{ Ok (Cmb. n. 001)}$$

$$TB / TB_{lim} = 0.0 / 145547.6 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 002)}$$

$$TL / TL_{lim} = 0.0 / 142495.3 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 002)}$$

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 ²	T.T. max daN/cm ²
001	SLU STR	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-633723.5	-0.3518	-0.3602
002	SLU STR	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-404903.1	-0.2245	-0.2309

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

$$S_{gm.Lt} \text{ (tens. litostatica)} = -1.0454 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 1.5078 + 4.7859 + 0.0000$$

$$Q_{max} / Q_{lim} = 0.2717 / 6.2937 = 0,043 \text{ Ok (Cmb. n. 007)}$$

$$TB / TB_{lim} = 65.6 / 154556.7 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 012)}$$

$$TL / TL_{lim} = 54.5 / 152208.5 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 032)}$$

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 ²	T.T. max daN/cm ²
007	SLV A1	Si	0.010	-0.003	59.6	-14.9	-433530.2	-0.2405	-0.2470
012	SLV A1	Si	-0.010	0.003	-59.6	14.9	-433529.8	-0.2405	-0.2470
032	SLV A1	Si	-0.003	0.008	-17.9	49.6	-433529.0	-0.2405	-0.2470

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

$$S_{gm.Lt} \text{ (tens. litostatica)} = -1.0454 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 1.5081 + 4.7873 + 0.0000$$

$$Q_{max} / Q_{lim} = 0.2717 / 6.2954 = 0,043 \text{ Ok (Cmb. n. 039)}$$

$$TB / TB_{lim} = 22.4 / 154556.7 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 044)}$$

$$TL / TL_{lim} = 19.3 / 152208.6 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 066)}$$

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 ²	T.T. max daN/cm ²
039	SLD	Si	0.002	0.000	20.4	-5.3	-433529.8	-0.2405	-0.2470
044	SLD	Si	-0.002	0.000	-20.4	5.3	-433529.8	-0.2405	-0.2470
066	SLD	Si	0.001	0.001	6.1	17.5	-433529.5	-0.2405	-0.2470

10.5 Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

Codice	Titolo	Pag. 51 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	

PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICA) - 15_LECCE
POTENZA NOMINALE DC PARI A 40,69 MWp E POTENZA NOMINALE AC PARI A 42,00 MWac

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 ²	T.T. max daN/cm ²
003	SLE rare	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-440687.2	-0.2445	-0.2509
005	SLE q.p.	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-433530.1	-0.2405	-0.2469

Cedimento massimo a espansione laterale impedita = -0.025 cm in Cmb n. 003

Cedimento minimo a espansione laterale impedita = -0.001 cm in Cmb n. 005

Cedimento massimo a espansione laterale libera = -0.029 cm in Cmb n. 003

Cedimento minimo a espansione laterale libera = -0.001 cm in Cmb n. 005

Codice	Titolo	Pag. 52 di 52
B.16b	Relazione geotecnica	