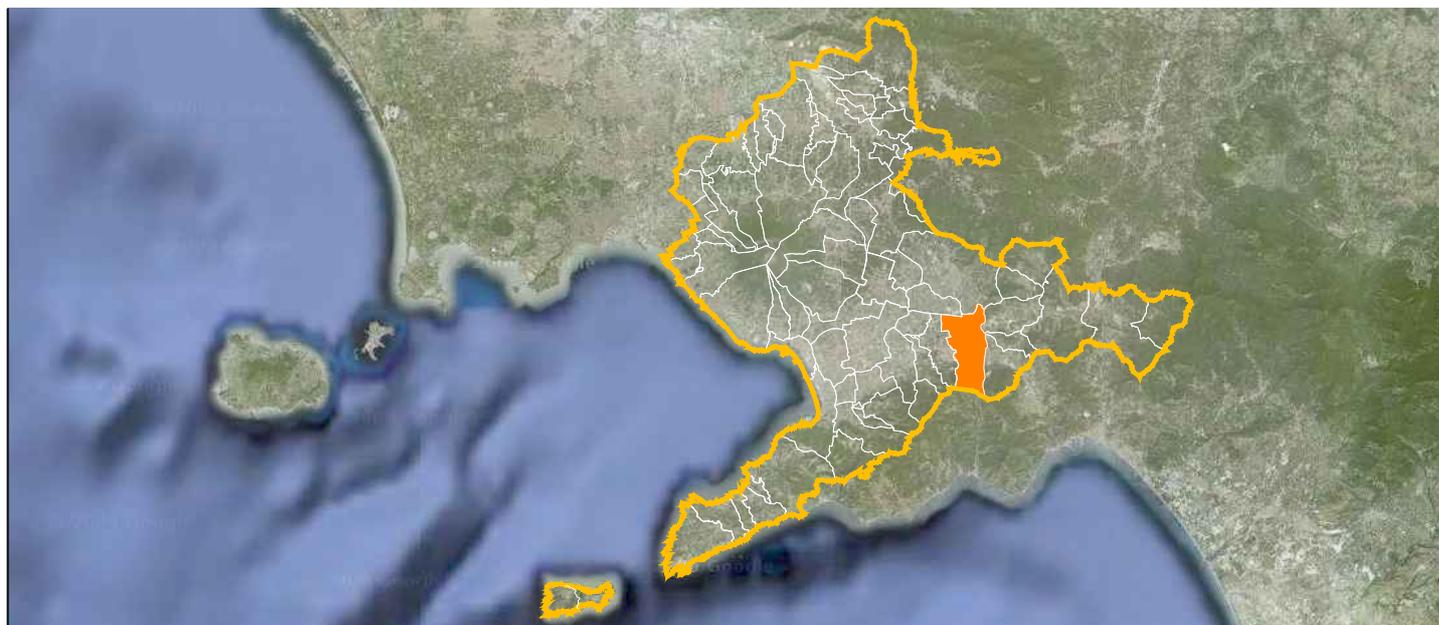




Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano  
Legge 02/12/2015



PROTOCOLLO D'INTESA REGIONE CAMPANIA, COMUNE DI NOCERA INFERIORE,  
ENTE D'AMBITO SARNESE-VESUVIANO, GORI SpA  
PROT. N. 17853 DEL 19/04/2018



**COMUNE DI NOCERA INFERIORE  
COMPLETAMENTO DELLA RETE FOGNARIA  
1° LOTTO - STRALCIO A**



INT 7308

PROGETTO ESECUTIVO

INGEGNERIA

Il Responsabile  
ing. Domenico Cesare

Elaborato:

G1.3

Titolo:

**SOLLEVAMENTO E DEVIATORE VIA SPERA  
Relazione geotecnica e sulle fondazioni**

Scala:

//

COLLABORATORI

STRUTTURE

ing. Fabio Iasevoli

Revisione

0

Motivo della revisione

EMISSIONE PER APPROVAZIONE

Data

Settembre 2019

IL PROGETTISTA  
ing. Domenico Cesare

IL RUP



**REALIZZAZIONE DI OPERE A COMPLETAMENTO DELLA RETE FOGNARIA  
NEL COMUNE DI NOCERA INFERIORE – 1° LOTTO - STRALCIO A  
CODICE INTERVENTO – INT 7308  
SOLLEVAMENTO E DERIVAZIONE IN VIA MANLIO SPERA**



**Relazione Geotecnica e delle Fondazioni**

*Il progettista strutturale*

**Sommario**

RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI .....	2
NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	2
INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE .....	2
CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI.....	3
Formulazione di Hansen (1970) .....	5
Formulazione di Vesic (1975).....	6
Formulazione di Brinch-Hansen .....	6
Formulazione Eurocodice 7 .....	7
VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI .....	8
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO .....	9
CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE .....	10
SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO.....	11
Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali .....	12
Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali .....	12
Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali .....	13
PARAMETRI DI CALCOLO .....	13
ARCHIVIO STRATIGRAFIE .....	15
ARCHIVIO TERRENI.....	15
VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI .....	15
VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	17
PROGETTAZIONE DELLE FONDAZIONI.....	17
CONCLUSIONI.....	27

## RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI

### 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**

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

La finalità della presente relazione è quella di definire il comportamento meccanico del volume di terreno (volume significativo) influenzato direttamente o indirettamente dalla costruzione di un manufatto e che a sua volta influenza il comportamento strutturale del manufatto stesso.

L'opera in c.c.a. da realizzare ricade nel Comune di Nocera Inferiore (SA) alla via M. Spera.

Il progetto consiste nella realizzazione di una struttura scatolare, a completamento della rete fognaria esistente, atta a ospitare un impianto di sollevamento e derivazione delle acque reflue. La struttura ha forma rettangolare di dimensioni in pianta pari a circa 5.00x3.10m, collegata, tramite un tubo di derivazione, a un'altra struttura scatolare in c.c.a. di dimensioni 1.80x1.80m, denominata manufatto di derivazione. I gusci di fondazione della vasca che ospita l'impianto di sollevamento, di spessore 50cm, sono posti a circa quota -4.70m e -3.30m, mentre la vasca che ospita l'impianto di derivazione è posta a quota circa -3.60m.

Ai fini del calcolo geotecnico e della verifica delle fondazioni relative alla vasca di sollevamento, è stata presa in considerazione una condizione di carico particolarmente sfavorevole. Essendo nella configurazione in opera presenti due piani di posa posti a quote differenti, le cui verifiche geotecniche risultavano ampiamente soddisfatte, si è proceduto ipotizzando una condizione in cui la platea e il terreno sottostante posta a quota -4.90m, portassero interamente i carichi agenti. A tal fine, si è

considerata la platea posta a quota -3.30m incernierata su un lato esterno e non collaborante come fondazione. Dai risultati, riportati in calce alla relazione, è emerso che, anche considerando la sola platea posta a -4.70m, le verifiche geotecniche risultano ancora soddisfatte.

Di seguito si illustrano 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 ed il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e fondazione-terreno.

Le prove penetrometriche, in generale, hanno lo scopo di ricostruire la stratigrafia (da un punto di vista meccanico) del sottosuolo, evidenziando strati a diverso "stato di addensamento" e quindi individuare la posizione di strati più compatti da utilizzare come possibili idonei piani di posa fondale.

Per quanto riguarda specificamente gli aspetti geosismici, il parametro fisico che è risultato essere più significativo e contemporaneamente facilmente misurabile è il Modulo di Taglio Dinamico  $G$ , ovvero la Velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s$  che caratterizzano il pacco di terreno più superficiale.

Il sito d'interesse, ossia Nocera Inferiore (SA) è ubicato nella zona della Piana del Sarno, la cui morfologia del territorio risulta alquanto variegata in quanto condizionata dalla litologia dei terreni affioranti. Si passa, infatti, da un ambito montuoso imponente, quale quello dei Monti Lattari a sud, ad uno di tipo collinare, della stessa natura, rappresentato dalle propaggini meridionali dei Monti di Sarno (dorsale di Monte Torricchio) a nord, ad aree pianeggianti di origine alluvionale. Queste ultime coprono la gran parte del territorio comunale con pendenze da 0 a 20% e risultano spesso molto urbanizzate.

- Il modello rappresentativo delle velocità con le profondità, inserisce l'area in una classe di sito di tipo **B** (D.M. 14/01/2008); per quanto riguarda le condizioni topografiche, l'area in oggetto è classificata come **T1**;
- Nel corso dei sopralluoghi e delle indagini, non sono emerse presenze di cavità nel sottosuolo.

La stratigrafia e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni verranno esplicitate nel corso della relazione

Di seguito si riportano alcuni cenni teorici relativi alle modalità di calcolo implementate e la descrizione della simbologia adottata nei tabulati.

## **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 " $I_{r,crit}$ ":

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

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 :

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

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

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

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

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

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

- $N_q, N_c, N_\gamma$ , fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno  $\varphi$  del terreno

- $s_q, s_c, s_\gamma$ , coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- $d_q, d_c, d_\gamma$ , coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- $i_q, i_c, i_\gamma$ , coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- $\gamma_1$  peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- $\gamma_2$  peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa

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

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

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

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

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

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

### Formulazione di Hansen (1970)

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

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

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

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

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

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

- se  $\varphi = 0$  si ha:

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

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

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

**Formulazione di Vesic (1975)**

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

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

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

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

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

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

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

- 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**

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

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

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

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

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

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

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

- 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:

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

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

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

- 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)
- $\alpha_1, \alpha_2$  esponenti di potenza che variano tra 2 e 5

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

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

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

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

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

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

Si può formulare il procedimento anche in forma analitica:

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

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

## VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

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

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

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

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

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

## 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 "u", quindi si adatta meglio ai terreni stratificati. Il metodo di Mindlin differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico mentre i primi due lo pongono esclusivamente sulla frontiera quindi si presta meglio al caso di fondazioni molto profonde. Nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico il metodo di Mindlin risulta equivalente a quello di Boussinesq. Le espressioni analitiche dei tre metodi di calcolo sono:

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

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

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

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

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

Q carico puntiforme applicato sulla frontiera o all'interno del mezzo

D proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dalla frontiera del mezzo

r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

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

## 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

- $\Delta z_i$  spessore dello strato i-esimo

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

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

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

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

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

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

## 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 tipologia platea:

Cmb numero della combinazione di carico

Tipologia tipologia della combinazione di carico

Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame

Press. N1 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento

Press. N2 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento

Press. N3 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento

Press. N4 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento

S.Taglio X sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse X del riferimento globale

S.Taglio Y sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse Y del riferimento globale

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

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

Cmb numero della combinazione di carico

Qlim capacità portante totale data dalla somma di  $Q_{lim\ q}$ ,  $Q_{lim\ g}$ ,  $Q_{lim\ c}$  e di  $Q_{res\ P}$  (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile)

$Q_{lim\ q}$  termine relativo al sovraccarico della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)

$Q_{lim\ g}$  termine relativo alla larghezza della base di fondazione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)

$Q_{lim\ c}$  termine relativo alla coesione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)

Qres 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  $< 1.0$ ).

$TB_{lim}$  valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento

$TB / TB_{lim}$  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  $< 1.0$ )

$TL_{lim}$  valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento

$TL / TL_{lim}$  rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è  $< 1.0$ )

Sgm. Lt. tensione litostatica agente alla quota del piano di posa dell'elemento fondale

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

## Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

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

## PARAMETRI DI CALCOLO

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

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

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

- Riduzione dimensioni per eccentricità: si
- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: si
- Fattori di punzonamento (Vesic): si

- Fattore riduzione effetto piastra (Bowles): si
- Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea: 20.0 %
- Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea: 20.0 %

**Effetti inerziali (Paolucci-Pecker):**

- Coeff. sismico orizzontale  $K_h = 0.06639$
- Angolo d'attrito alla quota di fond.= 20.0
- Fattore correttivo  $Z_c = 0.979$
- Fattore correttivo  $Z_q = 0.932$

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

- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (sismico): 3.00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (sismico): 3.00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (sismico): 3.00

**Combinazioni di carico:**

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

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

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

- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $C_u$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (sismico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (sismico): 1
- Coeff. M1 per  $C_u$  (sismico): 1
- Coeff. R3 capacità portante (statico): 2.30
- Coeff. R3 capacità portante (sismico)\*: 1.80
- Coeff. R3 scorrimento (statico e sismico): 1.10

(\*) Coeff. R3 sismico ridotto per calcolo del carico lim. con effetto delle azioni inerziali

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

- Fattore per l'adesione ( $6 < C_a < 10$ ): 8
- Fattore per attrito terreno-fondazione ( $5 < \Delta < 10$ ): 7
- Frazione di spinta passiva  $f_{Sp}$ : 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 edometrici

## ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nocera Inferiore-via Spera

Numero strati: 4

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -150,0 cm	150,0 cm	001 / Strato 1	Assente
2	da -150,0 a -600,0 cm	450,0 cm	002 / Strato 2	Assente
3	da -600,0 a -750,0 cm	150,0 cm	003 / Strato 3	Assente
4	da -750,0 a -930,0 cm	180,0 cm	004 / Strato 4	Assente

## ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: **001 / Strato 1**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1,613 E-3	1,800 E-3	27,000	0,000	19,674	32,000	20,0	0,353	0,00

Indice / Descrizione terreno: **002 / Strato 2**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1,613 E-3	1,900 E-3	27,000	0,000	19,674	32,000	20,0	0,353	0,00

Indice / Descrizione terreno: **003 / Strato 3**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1,422 E-3	1,700 E-3	27,000	0,000	25,207	41,000	20,0	0,353	0,00

Indice / Descrizione terreno: **004 / Strato 4**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1,520 E-3	1,800 E-3	25,000	0,000	16,745	29,000	20,0	0,366	0,00

## VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. GammaRD = 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 gammaR di cui alla tabella 7.11.II.

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

### Vasca di alloggiamento per impianto di sollevamento

Macro platea: 1

SOLLEVAMENTO E DERIVAZIONE VIA M. SPERA

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.7420 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.6282 + 0.3476 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.3211 / 4.9758 = 0,265 Ok (Cmb. n. 004)

TB / TBlim = 6448.2 / 27465.6 = 0,235 Ok (Cmb. n. 001)

TL / TLLim = 2464.2 / 18804.4 = 0,131 Ok (Cmb. n. 005)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
001	SLU STR	No	-9.615	2.331	6448.2	3203.4	-86298.0	-0.7294	-1.1886
004	SLU STR	No	-8.200	1.624	6337.9	3320.7	-99277.3	-0.8859	-1.3211
005	SLU STR	No	-8.311	2.641	3910.3	2464.2	-58596.2	-0.5086	-0.7936

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.7420 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.3954 + 0.3114 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.2673 / 4.7068 = 0,269 Ok (Cmb. n. 027)

TB / TBlim = 8113.8 / 20264.0 = 0,400 Ok (Cmb. n. 014)

TL / TLLim = 6947.2 / 21604.7 = 0,322 Ok (Cmb. n. 029)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
014	SLV A1	Si	-2.333	-1.263	7376.1	1197.9	-63609.1	-0.6294	-0.7570
027	SLV A1	Si	-9.602	13.128	3552.7	6343.9	-71799.4	-0.4408	-1.1521
029	SLV A1	Si	-6.457	13.871	5307.1	6315.6	-68013.1	-0.4581	-1.0551

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.7420 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.5747 + 0.3349 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.1651 / 4.9097 = 0,237 Ok (Cmb. n. 063)

TB / TBlim = 6899.5 / 21028.3 = 0,328 Ok (Cmb. n. 046)

TL / TLLim = 5242.7 / 21835.8 = 0,240 Ok (Cmb. n. 061)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
046	SLD	Si	-4.692	0.268	6272.3	1750.6	-66064.8	-0.6616	-0.8101
061	SLD	Si	-7.092	8.421	4984.5	4766.1	-68755.4	-0.5323	-0.9969
063	SLD	Si	-9.024	8.296	3890.8	4685.6	-71070.2	-0.5198	-1.0592

**Vasca di alloggiamento per impianto di derivazione**

**Macro platea: 3**

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.5695 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.7162 + 0.2501 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.2622 / 4.9664 = 0,254 Ok (Cmb. n. 004)

TB / TBlim = 0.0 / 6187.4 = 0,000 Ok (Cmb. n. 006)

TL / TLLim = 0.0 / 6607.6 = 0,000 Ok (Cmb. n. 008)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
004	SLU STR	No	1.069	-1.065	0.0	0.0	-26317.2	-1.0773	-1.2622
006	SLU STR	No	1.307	-1.302	0.0	0.0	-18938.1	-0.7604	-0.9231
008	SLU STR	No	1.220	-1.215	0.0	0.0	-20288.1	-0.8204	-0.9831

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.5695 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.1880 + 0.1626 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.4969 / 4.3506 = 0,344 Ok (Cmb. n. 022)

TB / TBlim = 1450.4 / 6150.0 = 0,236 Ok (Cmb. n. 011)

TL / TLLim = 1450.4 / 6150.0 = 0,236 Ok (Cmb. n. 027)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
011	SLV A1	Si	-10.166	2.376	-1318.5	396.0	-19035.2	-0.4531	-1.2391
022	SLV A1	Si	12.104	-4.306	1318.0	-395.3	-19042.5	-0.3320	-1.3608
027	SLV A1	Si	-2.373	10.170	-396.0	1318.5	-19035.2	-0.4531	-1.2391

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.5695 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.3990 + 0.1973 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.2723 / 4.5963 = 0,277 Ok (Cmb. n. 054)

TB / TBlim = 864.1 / 6150.6 = 0,140 Ok (Cmb. n. 043)

TL / TLim = 864.1 / 6150.6 = 0,140 Ok (Cmb. n. 059)

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 <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
043	SLD	Si	-5.156	0.873	-785.6	235.9	-19037.0	-0.6572	-1.0351
054	SLD	Si	7.095	-2.804	785.1	-235.5	-19040.8	-0.5361	-1.1566
059	SLD	Si	-0.869	5.160	-235.9	785.6	-19037.0	-0.6572	-1.0351

## VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

### Vasca di alloggiamento per impianto di sollevamento

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 <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
073	SLE rare	No	-9.088	2.456	4503.7	2464.2	-62997.4	-0.5383	-0.8618
076	SLE rare	No	-7.844	1.788	4430.1	2542.4	-71650.3	-0.6426	-0.9501

Cedimento massimo = -0.123 cm in Cmb n. 076

Cedimento minimo = -0.007 cm in Cmb n. 073

### Vasca di alloggiamento per impianto di derivazione

Elemento: Platea n. 3

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 <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
073	SLE rare	No	0.658	-0.656	0.0	0.0	-17096.9	-0.7230	-0.7969
076	SLE rare	No	1.037	-1.033	0.0	0.0	-19524.4	-0.8013	-0.9344

Cedimento massimo = -0.739 cm in Cmb n. 076

Cedimento minimo = -0.037 cm in Cmb n. 073

## PROGETTAZIONE DELLE FONDAZIONI

Il D.M.17/01/2018 - par: 7.2.5 prevede:

“Sia per CD“A” sia per CD“B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, una tra le seguenti:

quella derivante dall’analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo; quella trasferita dagli elementi soprastanti nell’ipotesi di comportamento strutturale dissipativo, amplificata di un coefficiente pari a 1,30 in CD“A” e 1,10 in CD“B”.

Nel contesto visualizzazione risultati e nella stampa della relazione sulle fondazioni PRO\_SAP mostra le sollecitazioni che derivano dall’analisi non incrementate sia in termini di pressioni sul terreno che in termini di sollecitazioni.

La progettazione degli elementi strutturali con proprietà fondazione è effettuata da PRO\_SAP (per travi e platee) o da PRO\_CAD Plinti (per plinti e pali di fondazione) incrementando le sollecitazioni delle combinazioni con sisma di un coefficiente pari 1.1 in CDB e 1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee. Per i bicchieri dei plinti di fondazione prefabbricati l’incremento delle sollecitazioni ha un fattore pari a 1.2 in CDB e 1.35 in CDA.

N.B.: se il fattore di struttura q è =1 la progettazione viene effettuata senza nessun incremento.

Le verifiche geotecniche vengono effettuate dal modulo geotecnico incrementando automaticamente le sollecitazioni del fattore 1.1 in CDB e 1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

N.B.: se il fattore di struttura q è =1 le verifiche geotecniche vengono effettuate senza nessun incremento.

### **Vasca di alloggiamento per impianto di sollevamento**

Macro Guscio	Spessore	Id Materiale	Id Criterio	Progettazione
	cm			
1	50.00	3	1	Singolo elemento

Nodo	Stato	x/d	V N/M	ver. rid	Af pr-	Af pr+Af	sec-Af	sec+	N x	N y	N xy	M x	M y	M xy
									daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	ok	0.09	0.2	7.39e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	59.2	52.5	-97.0	264.6	252.6	-67.7
2	ok	0.09	0.2	1.51e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	47.5	-28.5	-61.7	-782.2	-1199.1	557.2
3	ok	0.09	0.3	2.54e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-28.2	-129.8	-65.4	-2038.2	-3537.9	586.5
4	ok	0.09	0.4	3.55e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-105.7	-198.6	-69.9	-2569.7	-5670.6	460.3
5	ok	0.09	0.4	4.19e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-158.8	-238.3	-71.4	-2764.8	-7117.9	279.1
6	ok	0.09	0.4	4.42e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-181.2	-253.3	-70.9	-2820.4	-7695.1	76.0
7	ok	0.09	0.4	4.28e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-171.7	-245.0	68.2	-2769.9	-7341.7	-259.6
8	ok	0.09	0.4	3.77e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-131.5	-211.3	68.1	-2562.3	-6074.5	-454.8
9	ok	0.09	0.3	2.86e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-64.2	-146.7	65.6	-1998.3	-4007.3	-602.4
10	ok	0.09	0.2	1.81e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	10.5	-42.1	64.0	-719.2	-1532.7	-600.0
11	ok	0.09	0.2	8.39e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	31.1	55.8	99.5	105.7	-82.3	53.6
12	ok	0.09	0.2	1.49e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-28.4	28.6	-68.5	-1283.2	-738.3	570.4
13	ok	0.09	0.3	1.91e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-51.5	-54.1	-11.8	-1897.5	-1832.5	2181.4
14	ok	0.09	0.3	2.79e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-73.4	-122.4	25.2	-2175.9	-2905.7	1910.3
15	ok	0.09	0.3	3.39e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-94.7	-188.1	15.0	-2222.0	-4332.2	1385.5
16	ok	0.09	0.3	3.70e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-114.1	-227.9	-4.7	-2211.1	-5342.0	739.7
17	ok	0.09	0.3	3.74e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-124.7	-241.0	9.3	-2345.5	-5628.9	-5.7
18	ok	0.09	0.3	3.75e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-115.7	-234.6	9.6	-2185.4	-5500.2	-744.4
19	ok	0.09	0.3	3.50e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-99.1	-201.0	-10.7	-2144.1	-4606.5	-1415.8
20	ok	0.09	0.3	2.94e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-77.4	-138.5	-23.6	-2006.5	-3198.8	-1953.6
21	ok	0.09	0.3	2.07e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-51.8	-65.1	5.9	-1664.4	-1959.8	-2159.3
22	ok	0.09	0.2	1.60e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-35.6	33.5	66.7	-815.8	-811.9	-531.7
23	ok	0.09	0.3	2.67e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-132.2	-50.1	-73.1	-3775.3	-1969.2	604.7
24	ok	0.09	0.3	2.78e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-124.0	-83.1	20.7	-3061.3	-2079.9	1964.4
25	ok	0.09	0.2	2.83e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-123.4	-125.0	62.2	-2782.0	-2627.0	1131.0
26	ok	0.09	0.2	3.09e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-120.6	-168.3	53.9	-2602.2	-3256.3	696.5
27	ok	0.09	0.2	3.21e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-119.1	-200.2	32.4	-2513.8	-3743.7	320.0
28	ok	0.09	0.2	3.25e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-118.0	-213.9	5.5	-2483.1	-3943.9	-43.7
29	ok	0.09	0.2	3.23e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-117.9	-207.7	-21.3	-2482.6	-3807.6	-406.9
30	ok	0.09	0.2	3.11e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-116.8	-181.1	-44.1	-2487.4	-3354.3	-771.6
31	ok	0.09	0.2	2.83e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-117.0	-138.9	-55.4	-2484.2	-2699.0	-1151.2
32	ok	0.09	0.3	2.70e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-113.0	-88.1	-23.1	-2458.8	-2039.0	-1807.5
33	ok	0.09	0.2	2.60e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-123.4	-49.8	72.8	-2581.3	-1803.5	-530.0
34	ok	0.09	0.4	3.79e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-202.8	-128.7	-77.5	-6069.3	-2486.3	485.8
35	ok	0.09	0.3	3.41e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-192.7	-108.5	9.4	-4579.9	-2105.6	1487.2
36	ok	0.09	0.2	3.12e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-171.9	-125.0	52.3	-3471.5	-2425.7	740.4
37	ok	0.09	0.2	2.99e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-154.4	-151.9	46.4	-2915.9	-2690.6	368.8
38	ok	0.09	0.2	2.88e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-141.4	-175.4	28.6	-2665.2	-2888.9	128.2
39	ok	0.09	0.2	2.84e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-136.2	-186.9	4.8	-2583.4	-2960.9	-59.7
40	ok	0.09	0.2	2.87e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-136.3	-182.3	-18.6	-2608.3	-2882.3	-239.3
41	ok	0.09	0.2	2.92e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-143.1	-163.3	-37.6	-2724.5	-2656.9	-454.4
42	ok	0.09	0.2	2.92e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-155.2	-136.6	-45.6	-2983.4	-2326.4	-752.8
43	ok	0.09	0.3	3.13e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-168.4	-112.2	-10.2	-3542.9	-1900.9	-1308.7
44	ok	0.09	0.3	3.56e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-178.0	-126.0	77.0	-4129.8	-2059.0	-409.6
45	ok	0.09	0.4	4.47e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-245.2	-183.4	-78.2	-7693.9	-2666.5	314.0
46	ok	0.09	0.3	3.77e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-235.7	-130.9	-9.6	-5695.5	-2070.3	894.1
47	ok	0.09	0.3	3.31e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-207.9	-125.9	31.4	-4024.7	-2300.1	407.0
48	ok	0.09	0.2	2.98e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-183.3	-140.0	28.7	-3158.2	-2400.6	167.3
49	ok	0.09	0.2	2.70e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-164.4	-156.7	17.9	-2756.1	-2452.9	33.5
50	ok	0.09	0.2	2.53e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-156.3	-166.1	2.6	-2623.0	-2454.6	-51.8
51	ok	0.09	0.2	2.64e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-156.9	-163.3	-12.0	-2673.3	-2398.9	-128.8
52	ok	0.09	0.2	2.79e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-167.1	-150.7	-23.4	-2894.6	-2277.3	-239.3
53	ok	0.09	0.2	2.98e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-183.9	-136.6	-27.1	-3368.7	-2082.7	-420.4
54	ok	0.09	0.3	3.34e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-200.6	-133.8	7.0	-4294.9	-1749.5	-769.0
55	ok	0.09	0.3	4.09e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-207.8	-176.0	76.3	-5165.0	-2045.0	-264.2
56	ok	0.09	0.5	4.74e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-268.1	-209.4	-73.3	-8471.6	-2710.7	121.1







SOLLEVAMENTO E DERIVAZIONE VIA M. SPERA

127	ok	0.09	0.3	3.73e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-124.6	-233.4	-8.2	-2104.9	-5398.6	629.0							
128	ok	0.09	0.3	3.70e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-136.5	-240.6	23.5	-2166.3	-5699.7	-141.4							
129	ok	0.09	0.3	3.62e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-125.9	-223.3	2.5	-2245.1	-5305.1	-821.9							
130	ok	0.09	0.3	3.23e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-100.2	-181.7	-16.2	-2297.1	-4263.5	-1390.0							
131	ok	0.09	0.3	2.52e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-66.0	-115.7	-27.4	-2196.0	-2761.6	-1807.5							
132	ok	0.09	0.2	1.75e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-44.2	-40.6	-1.6	-1653.1	-1455.5	-1938.1							
133	ok	0.09	0.1	1.20e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-49.3	17.4	56.1	-992.6	-141.6	-220.2							
134	ok	0.09	0.2	7.17e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	57.8	41.1	87.8	245.6	239.9	62.2							
135	ok	0.09	0.2	1.53e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	52.6	-31.0	65.2	-809.8	-1064.3	-397.0							
136	ok	0.09	0.2	2.54e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-24.7	-126.9	72.6	-2114.5	-3311.4	-433.0							
137	ok	0.09	0.3	3.65e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-106.2	-194.4	79.1	-2643.8	-5411.3	-379.1							
138	ok	0.09	0.4	4.32e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-167.5	-234.8	80.8	-2794.2	-6871.0	-263.9							
139	ok	0.09	0.4	4.55e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-196.9	-250.9	77.5	-2791.6	-7476.8	-101.7							
140	ok	0.09	0.4	4.35e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-188.7	-239.8	-69.8	-2705.9	-7162.2	220.8							
141	ok	0.09	0.4	3.82e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-146.7	-207.6	-70.1	-2489.4	-5942.8	424.8							
142	ok	0.09	0.3	2.87e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	-74.8	-144.6	-67.1	-1947.3	-3926.3	600.7							
143	ok	0.09	0.2	1.70e-02	7.7	7.7	7.7	7.7	5.4	-43.2	-64.5	-725.6	-1498.5	623.3							
144	ok	0.09	0.2	8.54e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	28.4	67.6	-94.7	313.6	159.8	-34.9							
<b>Nodo</b>									<b>x/d</b>	<b>V N/M</b>	<b>ver. rid</b>	<b>Af pr-</b>	<b>Af pr+Af</b>	<b>sec-Af</b>	<b>sec+</b>	<b>N x</b>	<b>N y</b>	<b>N xy</b>	<b>M x</b>	<b>M y</b>	<b>M xy</b>
2159.28									-268.08	-253.30	-96.97	-8471.59	-7695.09	-							
2181.35		0.09	0.48	0.05	7.70	7.70	7.70	7.70	59.16	67.57	99.53	313.56	252.63								

Vasca di alloggiamento per impianto di derivazione

Macro Guscio	Spessore	Id Materiale	Id Criterio	Progettazione
	cm			
3	50.00	3	1	Singolo elemento

Nodo	Stato	x/d	V N/M	ver. rid	Af pr-	Af pr+Af	sec-Af	sec+	N x	N y	N xy	M x	M y	M xy							
									daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN							
1	ok	0.09	4.45e-02	3.57e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	0.8	-1.2	-20.1	-160.4	-175.5	-35.6							
2	ok	0.09	4.44e-02	3.61e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-1.5	-1.5	22.9	-145.4	-145.4	27.6							
3	ok	0.09	4.45e-02	3.53e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-0.7	-0.7	22.6	-148.4	-148.4	36.6							
4	ok	0.09	4.45e-02	3.57e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-1.1	-1.1	-22.8	-145.3	-148.5	-32.0							
30	ok	0.09	2.25e-02	6.39e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-17.9	-22.2	-17.8	137.0	-257.5	-61.5							
31	ok	0.09	2.81e-02	6.78e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-27.2	-29.5	-17.4	331.4	-338.1	-30.0							
32	ok	0.09	2.81e-02	6.80e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-27.3	-29.5	17.5	338.5	-340.4	27.5							
33	ok	0.09	2.27e-02	6.38e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-18.0	-22.2	17.9	151.4	-261.2	62.2							
45	ok	0.09	2.24e-02	6.38e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-18.0	-22.2	17.8	128.0	-257.2	57.8							
46	ok	0.09	2.81e-02	6.78e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-27.2	-29.5	17.5	320.9	-338.1	26.9							
47	ok	0.09	2.81e-02	6.79e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-27.3	-29.5	-17.4	328.0	-340.3	-24.7							
48	ok	0.09	2.26e-02	6.39e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-18.1	-22.2	-17.8	142.4	-260.8	-58.7							
60	ok	0.09	2.27e-02	6.38e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-22.2	-18.0	17.9	-261.2	151.4	62.2							
61	ok	0.09	2.81e-02	6.80e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-29.5	-27.3	17.5	-340.4	338.5	27.5							
62	ok	0.09	2.81e-02	6.78e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-29.5	-27.2	-17.4	-338.1	331.4	-30.0							
63	ok	0.09	2.25e-02	6.39e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-22.2	-17.9	-17.8	-257.5	137.0	-61.5							
64	ok	0.09	2.26e-02	6.39e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-22.2	-18.1	-17.8	-260.8	142.4	-58.7							
65	ok	0.09	2.81e-02	6.79e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-29.5	-27.3	-17.4	-340.3	328.0	-24.7							
66	ok	0.09	2.81e-02	6.78e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-29.5	-27.1	17.5	-338.1	320.9	26.9							
67	ok	0.09	2.24e-02	6.38e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-22.2	-18.0	17.8	-257.2	128.0	57.8							
68	ok	0.09	4.72e-02	5.31e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-20.0	-20.0	4.1	393.6	393.6	240.5							
69	ok	0.09	4.60e-02	5.32e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-20.1	-20.0	-4.2	371.4	378.2	-242.2							
70	ok	0.09	4.71e-02	5.11e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-21.3	-27.5	-4.9	558.7	500.8	-95.6							
71	ok	0.09	4.70e-02	5.10e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-21.4	-27.5	5.0	567.6	506.9	85.4							
72	ok	0.09	4.70e-02	5.10e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-27.5	-21.4	5.0	506.9	567.6	85.4							
73	ok	0.09	4.57e-02	5.10e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-27.5	-21.4	-4.9	478.8	552.5	-86.3							
74	ok	0.09	5.84e-02	3.93e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-24.6	-24.6	6.89e-02	745.3	751.4	-35.3							
75	ok	0.09	5.88e-02	3.93e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-24.6	-24.6	-4.66e-02	758.3	758.3	31.2							
76	ok	0.09	4.71e-02	5.11e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-27.5	-21.3	-4.9	500.9	558.7	-95.5							
77	ok	0.09	4.57e-02	5.10e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-27.5	-21.4	5.0	472.8	543.5	94.5							
78	ok	0.09	5.78e-02	3.93e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-24.6	-24.6	-3.36e-02	738.5	738.5	37.4							
79	ok	0.09	5.84e-02	3.93e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-24.6	-24.6	6.89e-02	751.5	745.3	-35.3							
80	ok	0.09	4.60e-02	5.32e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-20.0	-20.1	-4.2	378.3	371.4	-242.2							
81	ok	0.09	4.47e-02	5.31e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-20.1	-20.1	4.4	356.0	356.0	242.4							
82	ok	0.09	4.57e-02	5.10e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-21.4	-27.5	5.0	543.5	472.8	94.5							
83	ok	0.09	4.57e-02	5.10e-03	7.7	7.7	7.7	7.7	-21.4	-27.5	-4.9	552.6	478.8	-86.3							
<b>Nodo</b>									<b>x/d</b>	<b>V N/M</b>	<b>ver. rid</b>	<b>Af pr-</b>	<b>Af pr+Af</b>	<b>sec-Af</b>	<b>sec+</b>	<b>N x</b>	<b>N y</b>	<b>N xy</b>	<b>M x</b>	<b>M y</b>	<b>M xy</b>
									-29.53	-29.53	-22.77	-340.38	-340.38	-242.23							

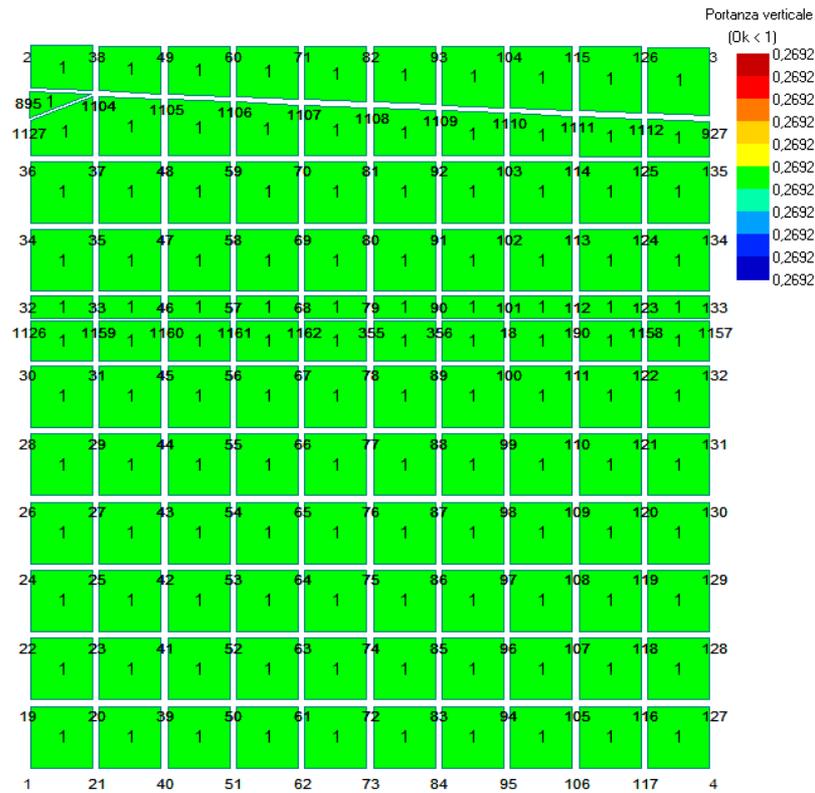
SOLLEVAMENTO E DERIVAZIONE VIA M. SPERA

		0.09	0.06	6.80e-03	7.70	7.70	7.70	7.70	0.81	-0.71	22.92	758.28	758.27	242.42
<b>Nodo</b>	<b>Stato</b>	<b>Max tau</b> daN/cm2	<b>Ver V pr</b>	<b>Ver V sec</b>	<b>Af V pr</b>	<b>Af V sec</b>	<b>V pr</b> daN/cm	<b>V sec</b> daN/cm						
1	ok	0.21												
2	ok	0.21												
3	ok	0.21												
4	ok	0.21												
30	ok	0.49												
31	ok	0.70												
32	ok	0.69												
33	ok	0.48												
45	ok	0.47												
46	ok	0.67												
47	ok	0.67												
48	ok	0.46												
60	ok	0.48												
61	ok	0.69												
62	ok	0.70												
63	ok	0.49												
64	ok	0.46												
65	ok	0.67												
66	ok	0.67												
67	ok	0.47												
68	ok	1.06												
69	ok	1.02												
70	ok	0.93												
71	ok	0.92												
72	ok	0.92												
73	ok	0.89												
74	ok	0.61												
75	ok	0.59												
76	ok	0.93												
77	ok	0.90												
78	ok	0.62												
79	ok	0.61												
80	ok	1.02												
81	ok	0.99												
82	ok	0.90												
83	ok	0.89												
<b>Nodo</b>		<b>Max tau</b> 1.06	<b>Ver V pr</b>	<b>Ver V sec</b>	<b>Af V pr</b>	<b>Af V sec</b>	<b>V pr</b>	<b>V sec</b>						

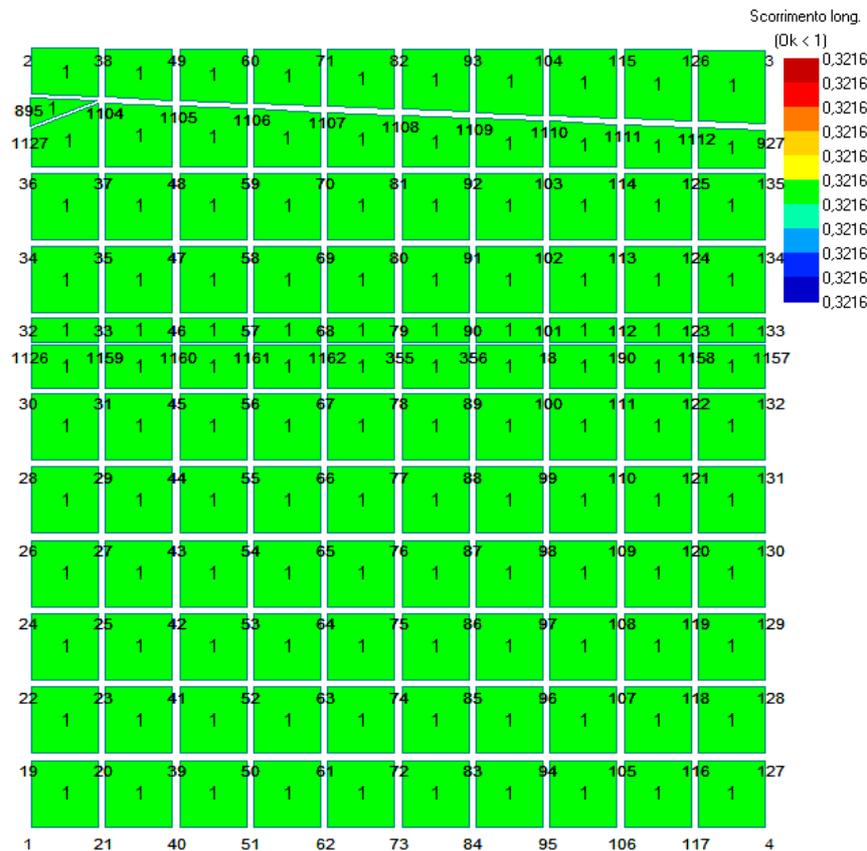
## Azioni su elementi D3

### Vasca per alloggiamento impianto di sollevamento

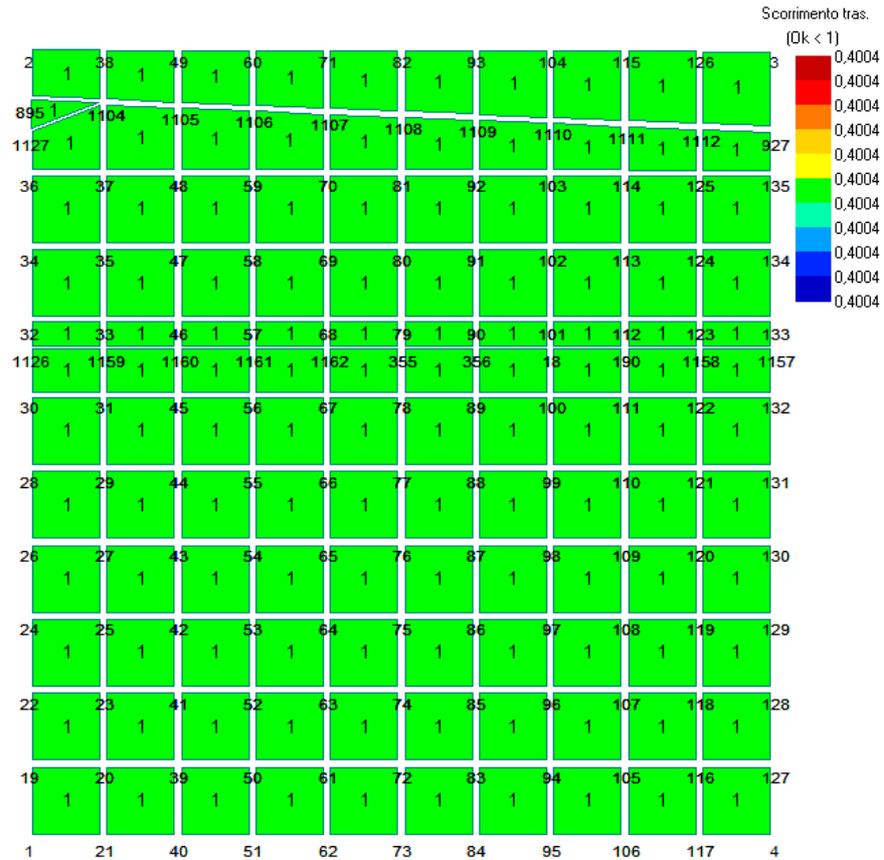
- Portanza verticale



- Scorrimento longitudinale

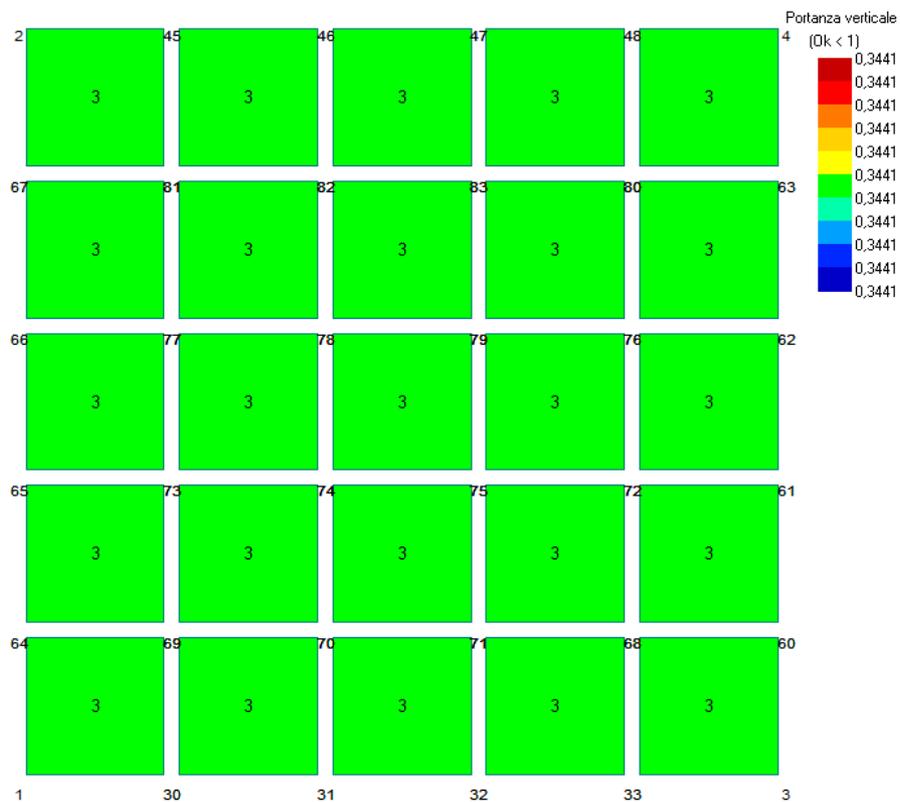


• Scorrimento trasversale

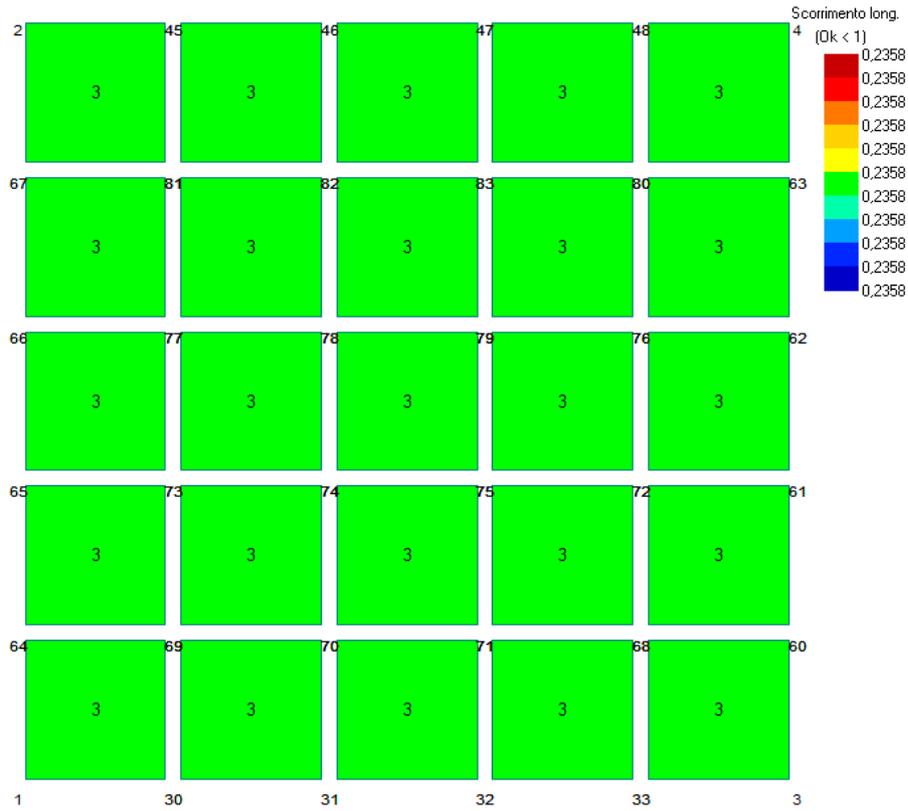


Vasca per alloggiamento impianto di derivazione

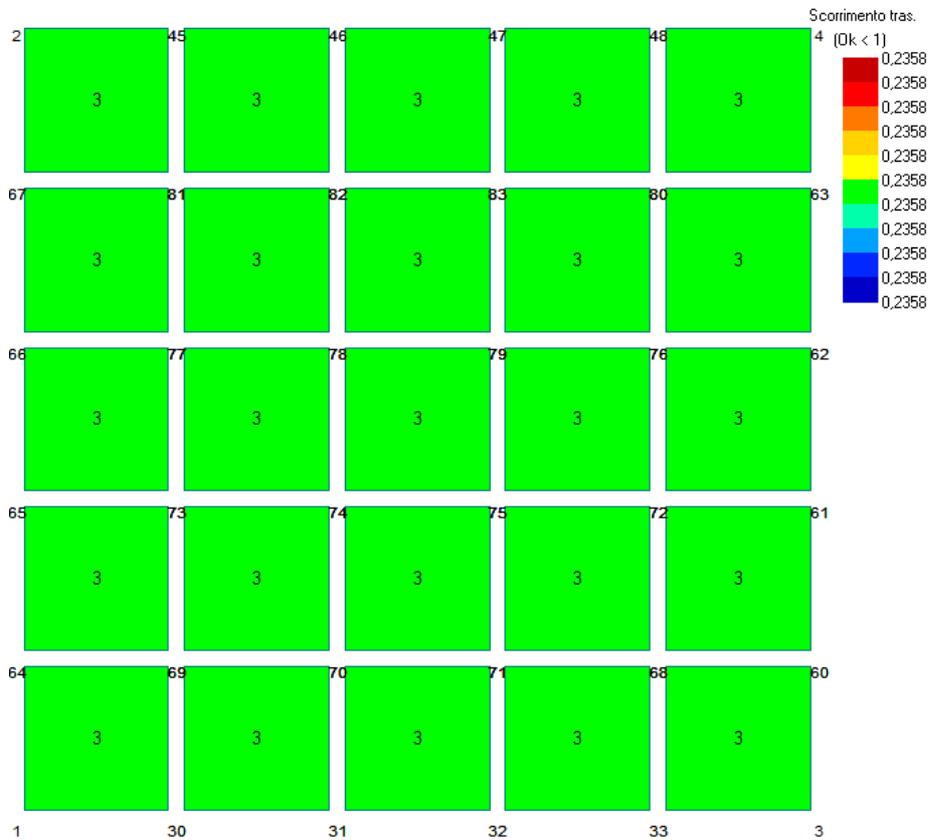
• Portanza verticale



• Scorrimento longitudinale



• Scorrimento trasversale



## CONCLUSIONI

La presente relazione geotecnica è stata redatta al fine di evidenziare le ragioni che hanno portato a diverse scelte progettuali.

La caratterizzazione geologica da un lato, le caratteristiche dimensionali, strutturali e le configurazioni di carico dall'altra, hanno reso possibile effettuare valutazioni che hanno conto del comportamento complessivo delle strutture e delle interazioni terreno-fondazione.

Dai calcoli geotecnici e dall'analisi di tutti i dati in possesso del sottoscritto, si può concludere che le sollecitazioni che la struttura trasmette sugli elementi di fondazione sono contenute entro le sollecitazioni ammissibili, ed anche le sollecitazioni, che le strutture di fondazione a loro volta scaricano sul terreno, rientrano nei valori ammissibili.

Inoltre da un punto di vista geologico, morfologico e idrogeologico, il sito in oggetto risulta idoneo ad accogliere gli interventi in progetto esistenti.

Per tutto quanto altro occorre si rimanda alla relazione di calcolo e geologica allegata.

**Il progettista strutturale**