

RELAZIONE GEOTECNICA art. 26 DPR 207/2010

DICEMBRE 2018

Progettazione definitiva ed esecutiva della passerella ciclo pedonale del Fosso dei Molini, Località Casone, Castagneto Carducci.

PROGETTO DEFINITIVO

PASSERELLA CICLOPEDONALE FOSSO DEI MOLINI

traversando la maremma



Dario Menichetti



Comune di Castagneto Carducci
Via Carducci, Castagneto Carducci 57022 (LI)
R.U.P. Moreno Fusi tel. 0565 778 308
e_mail m.fusi@comune.castagneto-carducci.li.it

R.T.P. AARC.it Studio + Geol Rafanelli
via G.M. Terreni, 32 LIVORNO 57122
tel +3905861690806 fax +390586014808
e_mail aarc@aarc.it web www.aarc.it

Realizzazione di passerella ciclopedonale sul fosso dei Molini, località Casone, Comune di Castagneto Carducci

Committente:
Comune di Castagneto Carducci

Relazione geotecnica

RELAZIONE GEOTECNICA

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. 14/01/2008 - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**
- **Circolare n. 617 del 02/02/2008**

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. 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 e il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e, quindi, fondazione-terreno.

Le risultanze dell'indagine in sito hanno evidenziato i seguenti strati di terreno, come dalla Relazione Geologica del Geol. Carlo Rafanelli:

SPONDA DESTRA			
stratigrafia	tipologia	Cu	φ'
da p.c. a -3,20	rilevato	0,40 kg/cm ²	30°
da -3,20 a -6,40	argille sabbiose o argille limose	0,30 kg/cm ³	25°

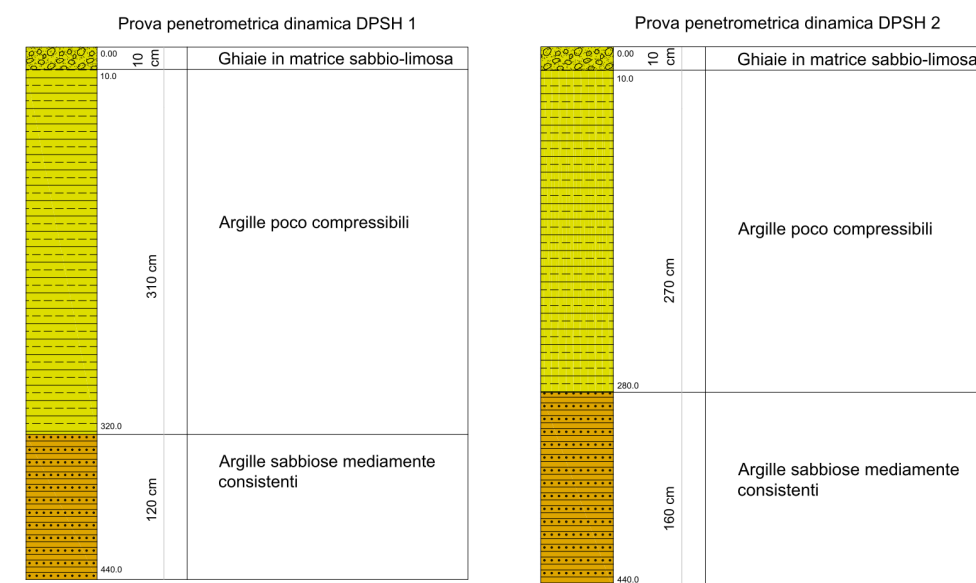
da -6,40 a -9,70	argille e argille limose da poco a mediamente consistenti	0,20 kg/cm ⁴	21°
da -9,70 a -13,90	sabbie da fini a grossolane	-	32°
da -13,90 a -19,30	argille mediamente consistenti	0,41 kg/cm ⁶	31°
da -19,30 a -20,70	argille debolmente sabbiose	-	-
da -20,70 a -21,70	sabbie in variabile matrice limo-argillosa	-	-
da -21,70 a -23,20	argille limose	-	-
SPONDA SINISTRA			
stratigrafia	tipologia	Cu	φ'
da p.c. a -2,80	rilevato	0,40 kg/cm ²	30°
da -2,80 a -5,60	argille sabbiose o argille limose	0,30 kg/cm ³	25°
da -5,60 a -8,00	argille sabbiose e sabbie argillose mediamente consistenti	0,20 kg/cm ⁴	27°
da -8,00 a -13,20	sabbie da fini a grossolane	-	32°
da -13,20 a -19,00	argille mediamente consistenti	0,41 kg/cm ⁶	31°
da -19,00 a -20,80	argille debolmente sabbiose	-	-
da -20,80 a -21,70	sabbie in variabile matrice limo-argillosa	-	-
da -21,70 a -22,80	argille limose	-	-

Di seguito si riportano stralci di cartografia per l'inquadramento cartografico del sito.

Inoltre come si evince **dalla nota integrativa n.II** alla documentazione geologica allegata agli atti del Geol. Carlo Rafanelli:

“Per quanto sopra ed in relazione alla parametrizzazione geotecnica individuata nella Relazione geologica agli Atti, da ritenersi comunque valida a tutti gli effetti, si ritiene la nuova soluzione fondazionale migliorativa, non tanto per l'aspetto del carico indotto ai terreni interessati quanto per il minore impatto che la realizzazione della medesima comporterà per il rilevato arginale. A

*tale proposito preme ricordare come in sede di campagna geognostica sia stata eseguita la caratterizzazione degli argini minima necessaria per poter eventualmente supportare anche una fondazione di tipo superficiale nella parametrizzazione riportata nella Relazione geologica. Di seguito, per mera praticità di consultazione, si ripropone l'interpretazione stratigrafica associata alle prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH1 e DPSH2) eseguite a partire dalla sommità dei rilevati arginali nei punti d'inserimento delle spalle della passerella pedonale in progetto. Nelle **Immagini 1 e 2** seguenti si riportano gli schemi delle interpretazioni stratigrafiche delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH1 e DPSH2 eseguite dalla Geologica Toscana s.n.c di Poggibonsi ed interpretate nella stratigrafia definitivamente proposta dal sottoscritto.*



Immagini 1 (sx) e 2 (dx): Corrette interpretazioni stratigrafiche delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti eseguite sugli argini del Fosso dei Molini da considerarsi in sostituzione dei medesimi schemi riportati rispettivamente nelle Figure 5 e 6 del Report Tecnico della Geologica Toscana s.n.c..

Ancora una volta per mera praticità di consultazione, si riporta altresì il modello stratigrafico e caratterizzazione geotecnica ricavati dalle prove eseguite, con i parametri geotecnici corrispondenti ai valori caratteristici per ciascun orizzonte individuato, per la destra e per la sinistra idraulica.”

Sponda in destra idraulica (Sondaggio S1, DPSH1, CTP3/DPSH3)

Da p.c. a - 3,20 m da p.c.:	rilevato arginale (ORIZZONTE ZERO); $\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 30^\circ c_u = 0,40 \text{ kg/cm}^2$;
da -3,20 m a -6,40 m da p.c.:	argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti (ORIZZONTE 1): $\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 25^\circ c_u = 0,30 \text{ kg/cm}^2$;
da -6,40 m a -9,70 m da p.c.:	argille e argille limose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro (ORIZZONTE 2): $\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 21^\circ c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;
da -9,70 m a -13,90 m da p.c.:	sabbie da fini a grossolane di colore variabile da grigio chiaro a grigio scuro con livelli sabbio-argillosi random (ORIZZONTE 3): $\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 32^\circ$;
da -13,90 m a -19,30 m da p.c.:	argille mediamente consistenti di colore grigio-bluastro con resti fossili (ORIZZONTE 4): $\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 31^\circ c' = 0,18 \text{ kg/cm}^2 c_u = 0,41 \text{ kg/cm}^2$;
da -19,30 m a -20,70 m da p.c.:	argille debolmente sabbiose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro con fossili (ORIZZONTE 5);
da -20,70 m a -21,70 m da p.c.:	sabbie in variabile matrice limo-argillosa da grigio piombo a grigio chiaro con fossili (ORIZZONTE 6);
da -21,70 m a -23,20 m da p.c.:	argille limose grigio verdi molto consistenti con abbondanti resti fossili (ORIZZONTE 7).

Sponda in sinistra idraulica (Sondaggio S2, DPSH2)

Da p.c. a - 2,80 m da p.c.:	rilevato arginale (ORIZZONTE ZERO); $\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 30^\circ c_u = 0,40 \text{ kg/cm}^2$;
da -2,80 m a -5,60 m da p.c.:	argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti (ORIZZONTE 1): $\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 25^\circ c_u = 0,30 \text{ kg/cm}^2$;
da -5,60 m a -8,00 m da p.c.:	argille e argille sabbiose mediamente consistenti color grigio scuro (ORIZZONTE 2): $\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 21^\circ c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;
da -8,00 m a -10,80 m da p.c.:	argille sabbiose e sabbie argillose mediamente consistenti color grigio nocciola (ORIZZONTE 2A): $\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 27^\circ c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;
da -10,80 m a -13,20 m da p.c.:	sabbie da fini a grossolane di colore variabile da grigio chiaro a grigio scuro con livelli sabbio-argillosi random (ORIZZONTE 3): $\gamma = 1900 - 2000 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 32^\circ$;

da -13,20 m a -19,00 m da p.c.:

$$\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3$$

argille mediamente consistenti di colore grigio-bluastro con resti fossili (**ORIZZONTE 4**):

$$\varphi' = 31^\circ c' = 0,18 \text{ kg/cm}^2 c_u = 0,41 \text{ kg/cm}^2$$

da -19,00 m a -20,80 m da p.c.:

argille debolmente sabbiose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro con fossili (**ORIZZONTE 5**);

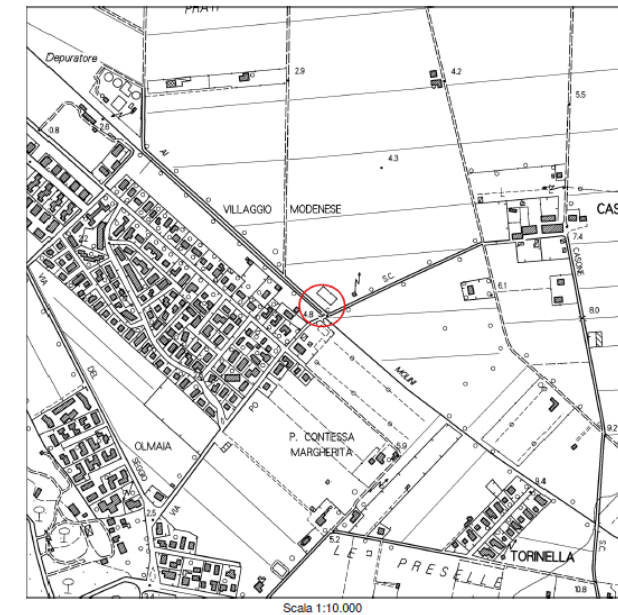
da -20,80 m a -21,70 m da p.c.:

sabbie in variabile matrice limo-argillosa da grigio piombo a grigio chiaro con fossili (**ORIZZONTE 6**);


da -21,70 m a -22,80 m da p.c.:

argille limose grigio verdi molto consistenti con abbondanti resti fossili (**ORIZZONTE 7**).

Carta di inquadramento topografico



Legenda

 Ubicazione dell'area di studio

Fattori geomorfologici antropici significativi

- Terrazzamenti
- Area ferroviaria
- Viabilità principale
- Impianto di depurazione

Fattori geomorfologici

- Reticolo idrografico
- Paleoalvei
- Laghi e Bacini d'acqua
- Corsi d'acqua

Domini geologici principali

- Depositi continentali
- Formazioni geologiche di origine marina



Scala 1:10.000

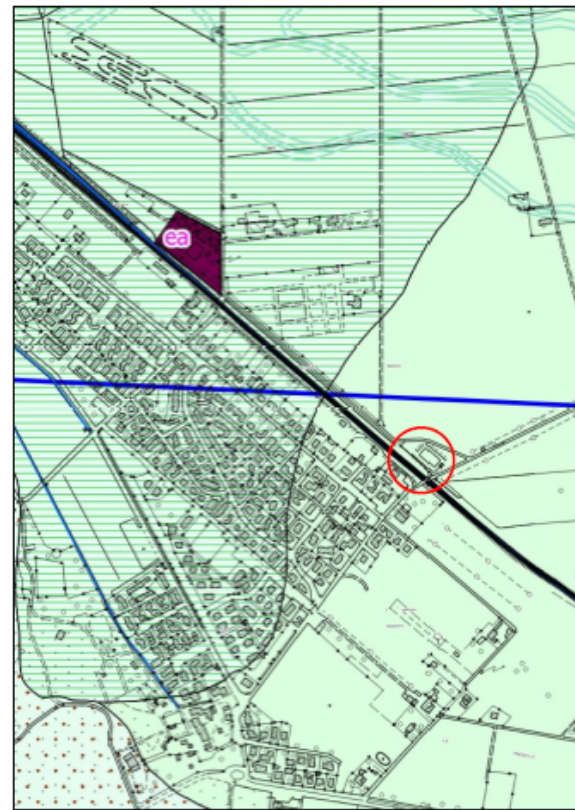
Legenda

- Area in studio

**ogica
al Piano Strutturale**



Carta Geologica
estratto della cartografia di Variante al P



Scala 1:10.000

Legenda

- Area in studio

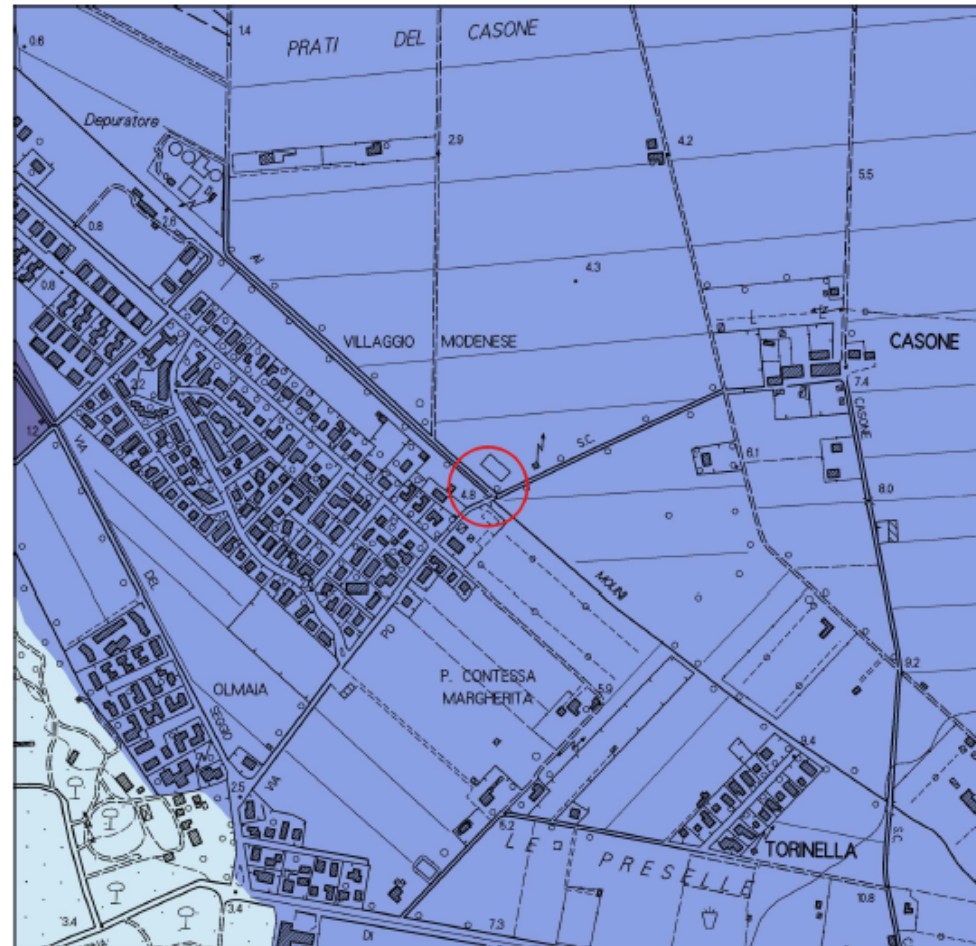
DEPOSITI OLOCENICI

- b - Depositi alluvionali attuali OLOCENE
- bna - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati OLOCENE
- da - Depositi eolici OLOCENE
- ea - Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati OLOCENE
- e3a - Depositi palustri OLOCENE
- e4a - Depositi torbosi OLOCENE
- g2a - Depositi di spiaggia OLOCENE

DEPOSITI DEL PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE





- bnb - Depositi alluvionali terrazzati PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE
- e1b - Depositi lagunari PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE
- e2b - Depositi lacustri PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE
- e3b - Depositi palustri PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE

Carta del PGRA Distretto Appennino Settentrionale
Adottato con D.C.I. dell'AdB Arno n. 235/2016

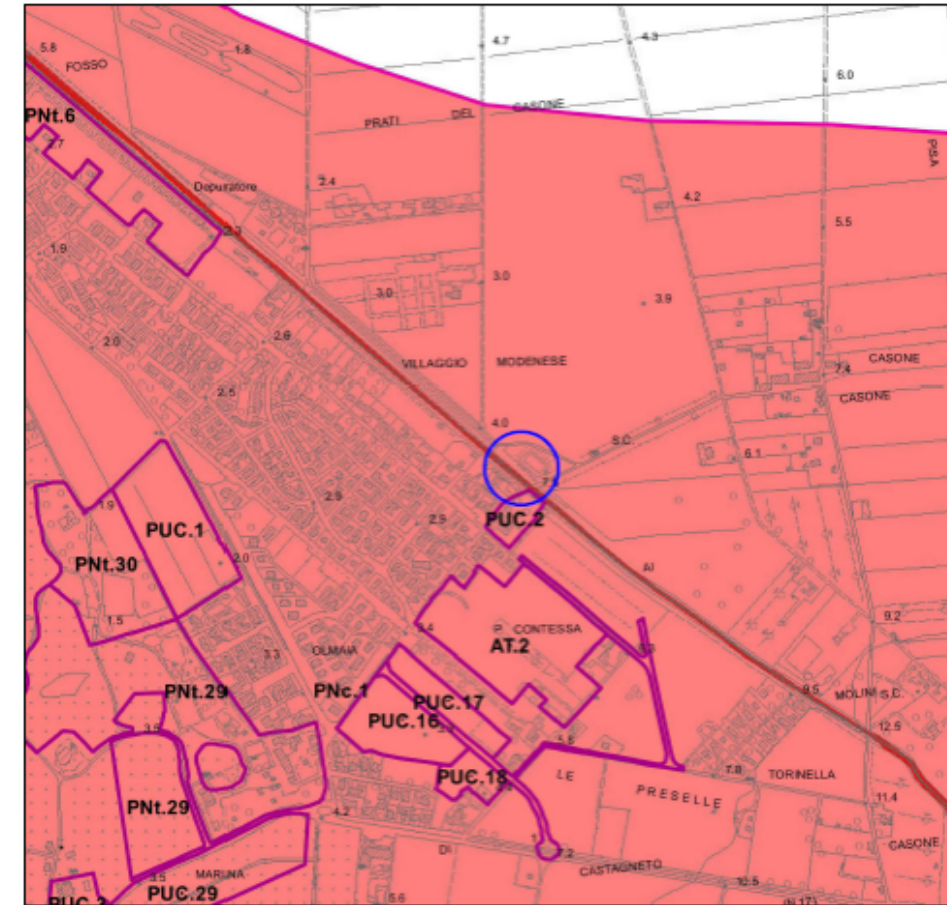


Scala 1:5.000

Legenda

-  Ubicazione dell'area di studio
-  P1 - pericolosità bassa (alluvioni rare di estrema intensità)
-  P2 - pericolosità media (alluvioni poco frequenti)
-  P3 - pericolosità elevata (alluvioni frequenti)

Carta della Pericolosità Sismica
estratto della cartografia di Variante al Piano Strutturale

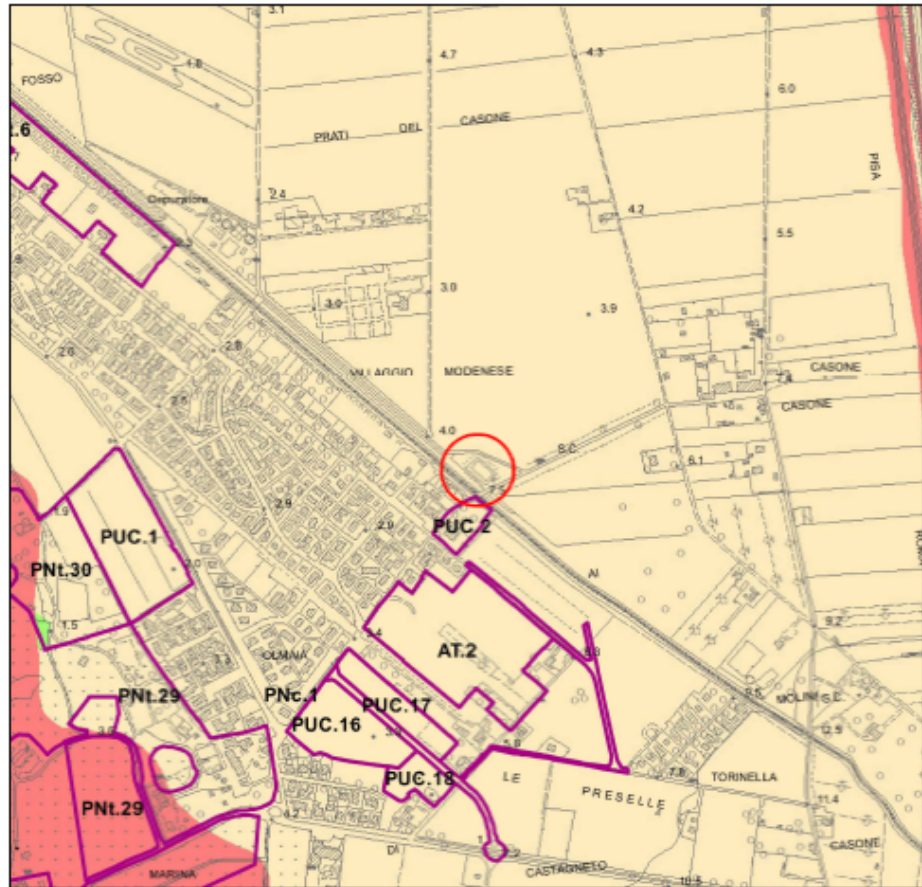


Scala 1:5.000

Legenda

-  Area in studio
 -  Limite di indagine
 -  Aree di previsione urbanistica e numero di scheda
- Classi di pericolosità sismica**
-  S.2 - Pericolosità sismica media
 -  S.3 - Pericolosità sismica elevata
 -  S.4 - Pericolosità sismica molto elevata

Carta della Pericolosità Geomorfologica
 estratto della cartografia di Variante al Piano Strutturale



Scala 1:5.000

Legenda

- Area in studio
 - Aree di previsione urbanistica e numero di scheda
- Classi di pericolosità geologica**
- G.1 - Pericolosità geologica bassa
 - G.2 - Pericolosità geologica media
 - G.3 - Pericolosità geologica elevata
 - G.4 - Pericolosità geologica molto elevata

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per determinare le caratteristiche del litotipo presente nell'area in esame, la resistenza meccanica del terreno d'imposta e le caratteristiche geotecniche del terreno dove verranno intestate le fondazioni della passerella ciclopedonale in progetto, sono stati effettuati 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, corredati da 4 *Standard penetration test* (SPT) e dal prelievo di 1 campione *Shelby* indisturbato e 3 prove penetrometriche (CPT e DPSH) (vedi fig. seguito).

I sondaggi sono stati eseguiti con impianto semovente operante a carotaggio continuo a rotazione ed avanzamento a secco con sistema ad aste e carotiere del diametro di mm 101 (rivestimento, quando necessario, con tubo in ferro del diametro di mm 127, infisso a rotazione con circolazione d'acqua).

I sondaggi sono stati spinti alla profondità prevista dal capitolato e utile agli scopi dell'indagine ciascuno per 20 ml complessivi.

I sondaggi sono stati eseguiti per comprendere con elevata accuratezza le caratteristiche geotecniche del terreno.

Stratigrafia del sondaggio

Nelle fig. che seguono è possibile vedere le stratigrafie dei sondaggi effettuati.



Scala 1:1.000

FIG. 2
UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEONOSTICHE E GEOFISICHE

- **S2** SONDAGGIO GEONOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO
- ▲ **DPH1** PROVA PENETROMETRICA DINAMICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO
- ▲ **CPT3/DPH3** PROVA PENETROMETRICA STATICO-DINAMICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO
- **MASW** TRACCIA DELLO STENDIMENTO DI SISMICA DI TIPO MASW



COMMITTENTE: AMM. COM. DI CASTAGNETO CARDUCCI METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO										
SONDAGGIO N°: 2		QUOTA INIZIO: P.C.		LOCALITA': MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI						
PROFON. mt	QUOTA	STRATIG.	CAMPIONE	PROF. CAMP.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% CAROT.	S.P.T.	POKET PENETR. Kg/cm²	VANE TEST Kg/cm²	FALDA
1					Da mt 0,00 a mt 0,50 massicciata di riporto ghiaioso. Da mt 0,50 a mt 2,80 argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti con un passaggio ghiaioso tra mt 2,50 e mt 2,80.					
2										
3										
4					Da mt 2,80 a mt 5,20 argille e argille sabbiose mediamente consistenti color grigio scuro. Da mt 3,50 a mt 4,40 passaggio sabbio-argilloso.					
5										
6					Da mt 5,20 a mt 8,00 argille sabbiose e sabbie argillose mediamente consistenti color grigio-nocciola.					
7							2-4-6 (7,00)			
8					Da mt 8,00 a mt 10,40 sabbie da fini a grossolane di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro, con livelli sabbio-argillosi random.	90%				
9										
10										
11					Da mt 10,40 a mt 16,20 argille mediamente consistenti di colore grigio scuro-azzurro con resti fossili.		15-11-8 (10,20)			
12										
13										
14										
15										
16										
17					Da mt 16,20 a mt 18,00 argille debolmente sabbiose da debolmente consistenti a moderatamente consistenti di colore grigio scuro con resti fossili.					
18										
19					Da mt 18,00 a mt 18,90 sabbie in variabile matrice limo-argillosa di colore da grigio plumbo con resti fossili.					
20					Da mt 18,90 a mt 20,00 argille e argille limose grigio-verdi molto consistenti e con abbondanti resti fossili.					

Data: 02.08.2018

COMMITTENTE: AMM. COM. DI CASTAGNETO CARDUCCI METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO SONDAGGIO N°: 1 QUOTA INIZIO: P.C. LOCALITA': MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI									
PROFON. mt	QUOTA	STRATIG.	CAMPIONE	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% CAROT.	S.P.T.	POKET PENETR. Kg/cmq	VANE TEST Kg/cmq	FALDA
1				Da mt 0,00 a mt 0,20 massicciata di riporto.					
2				Da mt 0,20 a mt 3,20 argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti con resti carboniosi.					
3						1-2-2 (3,00)			
4				Da mt 3,20 a mt 5,70 argille e argille limose mediamente consistenti color grigio scuro.					
5									
6				Da mt 5,70 a mt 6,50 argille e argille limose poco consistenti e plastiche di colore grigio scuro. Resti fossili sul fondo.					
7				Da mt 6,50 a mt 10,70 sabbie da fini a grossolane di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro, talvolta giallastre, con livelli sabbio-argillosi random. Presenza di fossili.	90%				
8									
9									
10									
11				Da mt 10,70 a mt 16,10 argille mediamente consistenti di colore grigio scuro-bluastro con resti fossili. Si nota un passaggio sabbio-argilloso tra mt 13,70 e mt 14,30.		8-9-8 (10,50)			
12									
13									
14									
15									
16				Da mt 16,10 a mt 17,50 argille debolmente sabbiose da debolmente consistenti a moderatamente consistenti di colore grigio scuro con fossili.					
17									
18				Da mt 17,50 a mt 18,50 sabbie in variabile matrice limo-argillosa di colore da grigio piombo a grigio chiaro, con fossili.					
19				Da mt 18,50 a mt 20,00 argille e argille limose grigio-verdi molto consistenti e con abbondanti resti fossili.					
20									

CARICO LIMITE DI FONDAZIONE SUPERFICIALI SUI 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, in modo che la superficie del terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento. Il secondo meccanismo, è caratterizzato dalla 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. Questo ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite, in quanto la curva dei cedimenti in funzione del carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente. Il 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:

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

Indice di rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza critico "I_{r,crit}", avente la seguente espressione:

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[\left(3,3 - 0,45 \frac{B}{L} \right) \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}}{2}$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidezza si mantiene 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 :

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

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

- se $I_r > I_{r,crit}$ si ha che $\Psi_\gamma = \Psi_q = \Psi_c = 1$.

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

- E_{ed} è il modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione;
- ν è il coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione;
- k_0 è il coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione;
- φ è l'angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa;
- c' è la coesione in termini di tensioni efficaci;
- σ' è la tensione litostatica effettiva a profondità $D+B/2$;
- L è la luce delle singole travi di fondazione;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;
- B è la larghezza della trave di fondazione.

Definito il meccanismo di rottura si passa al calcolo del carico limite modellando il terreno come mezzo rigido perfettamente plastico. L'espressione del carico limite è la seguente:

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

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

- N_q, N_c, N_γ , sono i fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno;
- s_q, s_c, s_γ , sono i coefficienti che rappresentano il fattore di forma;
- d_q, d_c, d_γ , sono i coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento;
- i_q, i_c, i_γ , sono i coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico;

- γ_1 è il peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa;
- γ_2 è il peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa.

Si dimostra, per fondazioni aventi larghezza modesta, che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di "B", secondo sia VESIC che 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, il Meyerhof, consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto (A_f) tra fondazione e terreno (B, L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

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

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

Formulazione di Hansen (1970) :

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

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

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

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

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

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

- 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) :

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

- 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 :

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

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

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

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

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

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

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

- 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 :

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

- 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 $\frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$

- se H è parallela al lato B si ha:

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

- se H è parallela al lato L si ha:

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

- 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);
- **α₁, α₂** esponenti di potenza che variano tra 2 e 5.

Nel caso in cui il cuneo di fondazione è interessato da falda idrica, il valore di γ_2 nella formula trinomia assume la seguente espressione:

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

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- γ è il peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa;
- γ_{sat} è il peso per unità di volume saturo del terreno sottostante il piano di posa;
- **z** è la profondità della falda dal piano di posa;
- **h_c** è l'altezza del cuneo di rottura della fondazione.

Tutto ciò descritto 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 l'algoritmo implementato è il seguente:

- 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 e 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 valore scaturisce dall'applicazione della formula trinomia alla quota iesima dello strato, il secondo deriva dalla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato in esame;
- il minimo dei valori come sopra determinati sarà assunto come valore massimo della capacità portante della fondazione stratificata.

In forma analitica il procedimento su esposto può essere formulato nel seguente modo:

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

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

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

4. CARICO LIMITE DI FONDAZIONE

Per la determinazione del carico limite, fra i vari strati interessati dal cono di rottura, 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 che può variare da un valore minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un valore massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) è calcolato nel seguente modo:

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

È chiaro che se il valore di RQD è molto basso, quindi ci troviamo nel caso di roccia molto fratturata, 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 del Terzaghi (1943) e quella di Stagg-Zienkiewicz (1968) e 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} è il carico limite calcolato dell'ammasso roccioso;
- q''_{ult} è il carico limite calcolato alla Terzaghi o alla Stagg-Zienkiewicz.

L'equazione trinomia del carico limite nel caso in esame assume la seguente formulazione:

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

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

$$s_c = 1.0 \text{ per fondazioni di tipo nastriforme} \quad s_c = 1.3 \text{ per fondazioni di tipo quadrato;}$$

$$s_\gamma = 1.0 \text{ per fondazioni di tipo nastriforme} \quad s_\gamma = 0.8 \text{ per fondazioni di tipo quadrato.}$$

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

Formulazione di Terzaghi (1943) :

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

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) :

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

5. 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 alle due componenti ora citate può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercitata sulla fondazione, questa però fino ad un massimo del 30%. In forma analitica il procedimento su esposto può essere formulato 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);
- δ 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.

Va da se che tale tipo di verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele al lato della base 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; il primo è il **metodo di Boussinesq**, il secondo è il **metodo di Westergaard** e infine il terzo è il **metodo di Mindlin**, tutti basati sulla teoria del continuo elastico. Il secondo metodo differisce dal primo per la presenza del coefficiente di Poisson “ ν ”, quindi meglio si adatta ai terreni stratificati. Il terzo metodo differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico (i primi due pongono il carico esclusivamente sulla frontiera), quindi meglio si presta al caso di fondazioni poste a una profondità di una certa importanza (il metodo risulta equivalente a quello di Boussinesq nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico). L'algoritmo implementato, basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, cioè:

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

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.

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

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

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.

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; il tutto al fine della determinazione della variazione dello stato tensionale verticale “ $\Delta\sigma_v$ ”. Una nota esplicitiva va fatta sul valore da assegnare a “ Q ”, esso va definito, nel caso di pressione, 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, in special modo nella fase di esercizio, una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi. Nell'evolversi della fase di cedimento, il terreno passa da uno stato di sforzo corrente (dovuto al peso proprio) a uno nuovo, per effetto del carico addizionale applicato. La variazione dello stato tensionale di cui sopra, 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 quello verticale. Nonostante che la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che modellare il terreno (ai fini del calcolo dei cedimenti) come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. Diversi sono i metodi esistenti in letteratura per il calcolo dei cedimenti (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) quelli implementati vengono di seguito descritti.

Il 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 stato tensionale verticale alla profondità "zi" 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 tale metodo si basa sull'ipotesi edometrica, quindi l'approssimazione del risultato è tanto migliore quanto più ridotto è il rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la dimensione in pianta delle fondazioni. Tuttavia lo stesso è dotato di ottima approssimazione anche nel caso di strati deformabili di spessore notevole.

Il metodo dell'elasticità, che si basa sulle note relazioni:

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

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 "zi" 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 (valore minimo per $w_{Imp.}$ e valore massimo per $w_{Lib.}$) del cedimento elastico per la fondazione in esame.

SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

Di seguito, 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 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 in cui l'elemento è un sottoinsieme di elementi costituenti lo stesso allineamento, rappresenta la dimensione dello sviluppo longitudinale dell'insieme.

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 in cui l'elemento è un sottoinsieme di elementi costituenti un'unica macrostruttura, rappresenta il numero identificativo della stessa. Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento nel quale sono riportate le caratteristiche geometriche del plinto equivalente alla Macro in esame.

Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali :

per tipologie travi e plinti superficiali:

- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- 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 valore dell'eccentricità del carico Normale agente sul piano di fondazione nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- Ecc. L valore dell'eccentricità del carico Normale agente sul piano di fondazione nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.Taglio B valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- S.Taglio L valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.Normale valore del carico Normale agente sul piano di fondazione;
- T.T.min minimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale;
- T.T.max massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale.

per tipologia platea:

- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- 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 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento;
- Press. N2 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento;
- Press. N3 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento;
- Press. N4 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento;
- S.Taglio X valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela all'asse X del riferimento globale;
- S.Taglio Y valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela all'asse Y del riferimento globale.

Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento nel quale sono riportate le Macro Azioni (integrale delle azioni applicate sui singoli elementi platea) del plinto equivalente alla Macro in esame.

Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- Strato Rot. strato nel quale si attinge il minor valore di portanza rispetto al numero di

strati interessati dal cuneo di rottura;

- Ver.TB valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- S.T.B / TB rapporto tra lo sforzo di taglio agente e il valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0);
- Ver.TL valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.T.L / TL rapporto tra lo sforzo di taglio agente e il valore limite della resistenza a scorrimento nella 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;
- Qlim q valore del termine relativo al sovraccarico nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim g valore del termine relativo alla larghezza della base di fondazione nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim c valore del termine relativo alla coesione nella 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 T valore della capacità portante relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Tale valore risulta non nullo 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);
- QLIM valore della capacità portante totale quale somma di Qlim q, Qlim g, Qlim c e di Qres T (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile);
- T.T. / QLIM rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale e il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è < 1.0).

Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento nel quale sono riportate le verifiche di portanza del plinto equivalente alla Macro 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

wLib.).

Parametri di calcolo

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

Per terreni sciolti: Vesic
Per terreni lapidei: Terzaghi

Combinazioni di carico da approccio progettuale TIPO 1

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 : 20.00 %
Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea : 20.00 %

Effetti inerziali (Paolucci-Pecker):

Coeff. sismico orizzontale $K_h = 0.021$

Angolo d'attrito alla quota di fond. = 35.0

Fattore correttivo $Z_c = 0.993$

Fattore correttivo $Z_q = 0.989$

Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE e SLD 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

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

Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per $\tan(\phi)$ (statico) : 1

Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per c' (statico) : 1

Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per C_u (statico) : 1

Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per $\tan(\phi)$ (sismico) : 1

Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per c' (sismico) : 1

Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per C_u (sismico) : 1

Coeff. R1 capacità portante : 1.00

Coeff. R2 capacità portante : 1.80

Coeff. R3 capacità portante : 2.30

Coeff. R1 scorrimento : 1.00

Coeff. R2 scorrimento : 1.10

Coeff. R3 scorrimento : 1.10

Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali :

Fattore per l'adesione $6 < C_a < 10$: 8

Fattore per attrito ter.-fond. $5 < \Delta < 10$: 7

Frazione di spinta passiva f_{Sp} : 30.00 %

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

Metodo di calcolo tensioni superficiali : Boussinesq

Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali : Bulbi isolati

Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno : Cedimenti edometrici

Elemento	Tipologia	Indice Strat.	Prof. Fon.	Dia. Eq.	Spessore	Superficie	Vert. Elem.
		n°	cm	cm	cm	m^2	n°
PLATEA N° 1	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4
PLATEA N° 2	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4
PLATEA N° 3	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4
PLATEA N° 4	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4
PLATEA N° 5	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4
PLATEA N° 6	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4
PLATEA N° 7	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4
PLATEA N° 8	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4
PLATEA N° 9	Platea	001	60.00	184.80	60.00	1.848	4

PLATEA N° 10 Platea 001 60.00 184.80 60.00 1.848 4

Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni SLU sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. GammaRD = 1.10

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportate le sole combinazioni maggiormente gravose per ogni verifica.

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni SLU sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. GammaRD = 1.10

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportate le sole combinazioni maggiormente gravose per ogni verifica.

ELEMENTO : PLATEA N° 1

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
<i>n°</i>			<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>daN/cmq</i>
067	SLV A2	Si	-0.3	-0.2	-85.6	26.0	-1116.2	-0.169	-0.185
068	SLV A2	Si	-0.4	0.0	-37.9	-11.7	-1241.4	-0.190	-0.205
075	SLV A2	Si	-0.3	-0.1	-111.1	11.7	-1074.2	-0.164	-0.177

Cmb	Strato Rot.	Ver. TB	S.T.B / TB	Ver. TL	S.T.L / TL	Sgm. Lt.Qlim q	Qlim g	Qlim c	Qres T	QLIM	T.T. / QLIM
<i>n°</i>	<i>n°</i>	<i>daN</i>		<i>daN</i>		<i>daN/cmqdaN/cmqdaN/cm</i>	<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>		<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>
067/SLV A2	1 di 1	10732.2	0.009	10732.2	0.003	0.000 0.000	-0.211	-22.641	0.000	-22.852	0.009
068/SLV A2	1 di 1	10784.7	0.004	10784.7	0.001	0.000 0.000	-0.212	-22.717	0.000	-22.929	0.010
075/SLV A2	1 di 1	10743.7	0.011	10743.7	0.001	0.000 0.000	-0.211	-22.600	0.000	-22.811	0.009

ELEMENTO : PLATEA N° 2

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
<i>n°</i>			<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>daN/cmq</i>
067	SLV A2	Si	0.0	0.4	14.4	42.4	-493.1	-0.135	-0.146
068	SLV A2	Si	0.0	0.4	-6.0	24.7	-556.4	-0.151	-0.165
070	SLV A2	Si	0.0	0.4	-5.7	66.1	-512.6	-0.140	-0.151

Cmb	Strato Rot.	Ver. TB	S.T.B / TB	Ver. TL	S.T.L / TL	Sgm. Lt.Qlim q	Qlim g	Qlim c	Qres T	QLIM	T.T. / QLIM
<i>n°</i>	<i>n°</i>	<i>daN</i>		<i>daN</i>		<i>daN/cmqdaN/cmqdaN/cm</i>	<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>		<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>
067/SLV A2	1 di 1	5968.5	0.003	5968.5	0.008	0.000 0.000	-0.218	-22.165	0.000	-22.383	0.007
068/SLV A2	1 di 1	5975.5	0.001	5975.5	0.005	0.000 0.000	-0.219	-22.212	0.000	-22.430	0.008
070/SLV A2	1 di 1	5974.8	0.001	5974.8	0.012	0.000 0.000	-0.217	-22.104	0.000	-22.321	0.007

ELEMENTO : PLATEA N° 3

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
<i>n°</i>			<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>daN/cmq</i>
060	SLV A2	Si	0.0	2.2	-28.3	82.9	-606.0	-0.074	-0.092
065	SLV A2	Si	0.1	2.2	31.2	63.0	-561.3	-0.068	-0.086
070	SLV A2	Si	0.0	1.9	-12.4	138.8	-578.8	-0.072	-0.087

Cmb	Strato Rot.	Ver. TB	S.T.B / TB	Ver. TL	S.T.L / TL	Sgm. Lt.Qlim q	Qlim g	Qlim c	Qres T	QLIM	T.T. / QLIM
<i>n°</i>	<i>n°</i>	<i>daN</i>		<i>daN</i>		<i>daN/cmqdaN/cmqdaN/cm</i>	<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>		<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>
060/SLV A2	1 di 1	12043.2	0.003	12043.2	0.008	0.000 0.000	-0.218	-22.181	0.000	-22.399	0.005
065/SLV A2	1 di 1	12025.7	0.003	12025.7	0.006	0.000 0.000	-0.218	-22.204	0.000	-22.422	0.004
070/SLV A2	1 di 1	12124.8	0.001	12124.8	0.013	0.000 0.000	-0.217	-22.118	0.000	-22.336	0.004

ELEMENTO : PLATEA N° 4

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
<i>n°</i>			<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>daN/cmq</i>
060	SLV A2	Si	0.1	4.1	-46.7	120.1	-2315.4	-0.206	-0.269
072	SLV A2	Si	0.1	4.5	0.5	75.7	-2392.8	-0.211	-0.282
074	SLV A2	Si	0.1	4.1	4.5	199.9	-2114.8	-0.189	-0.247

Cmb	Strato Rot.	Ver. TB	S.T.B / TB	Ver. TL	S.T.L / TL	Sgm. Lt.Qlim q	Qlim g	Qlim c	Qres T	QLIM	T.T. / QLIM
<i>n°</i>	<i>n°</i>	<i>daN</i>		<i>daN</i>		<i>daN/cmqdaN/cmqdaN/cm</i>	<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>		<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>
060/SLV A2	1 di 1	16454.4	0.003	16454.4	0.008	0.000 0.000	-0.166	-24.348	0.000	-24.514	0.012
072/SLV A2	1 di 1	16376.5	0.000	16376.5	0.005	0.000 0.000	-0.166	-24.385	0.000	-24.551	0.013
074/SLV A2	1 di 1	16357.0	0.000	16357.0	0.013	0.000 0.000	-0.165	-24.282	0.000	-24.447	0.011

ELEMENTO : PLATEA N° 5

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
<i>n°</i>			<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>daN/cmq</i>
060	SLV A2	Si	-0.3	4.2	-325.2	-159.1	-7202.3	-0.196	-0.271
068	SLV A2	Si	-0.3	5.8	-161.1	-77.6	-7419.3	-0.201	-0.283
070	SLV A2	Si	-0.3	5.3	-601.5	-59.6	-6534.7	-0.179	-0.246

Cmb	Strato Rot.	Ver. TB	S.T.B / TB	Ver. TL	S.T.L / TL	Sgm. Lt.Qlim q	Qlim g	Qlim c	Qres T	QLIM	T.T. / QLIM
<i>n°</i>	<i>n°</i>	<i>daN</i>		<i>daN</i>		<i>daN/cmqdaN/cmqdaN/cm</i>	<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>		<i>daN/cm</i>	<i>daN/cm</i>
060/SLV A2	1 di 1	54657.7	0.007	54657.7	0.003	0.000 0.000	-0.177	-22.538	0.000	-22.715	0.013

068/SLV A2 1 di 1 54383.2 0.003 54383.2 0.002 0.000 0.000 -0.177-22.598 0.000-22.776 0.014

070/SLV A2 1 di 1 54390.2 0.012 54390.2 0.001 0.000 0.000 -0.176-22.436 0.000-22.612 0.012

ELEMENTO : PLATEA N° 6

Cmb Tipologia Sismica 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/cmq daN/cmq

060 SLV A2 Si -0.2 10.6 -81.2 143.8 -3610.6 -0.170 -0.253

068 SLV A2 Si -0.1 11.4 -37.6 42.1 -3606.9 -0.167 -0.256

070 SLV A2 Si -0.1 9.5 -31.5 304.2 -3275.7 -0.157 -0.225

Cmb Strato Rot. Ver. TB S.T.B / TB Ver. TL S.T.L / TL Sgm. Lt.Qlim q Qlim g Qlim c Qres T QLIM T.T. / QLIM

n° n° daN daN daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq

060/SLV A2 1 di 1 28298.9 0.003 28298.9 0.006 0.000 0.000 -0.179-22.534 0.000-22.713 0.012

068/SLV A2 1 di 1 28173.8 0.001 28173.8 0.002 0.000 0.000 -0.180-22.568 0.000-22.747 0.012

070/SLV A2 1 di 1 28442.2 0.001 28442.2 0.012 0.000 0.000 -0.178-22.469 0.000-22.647 0.011

ELEMENTO : PLATEA N° 7

Cmb Tipologia Sismica 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/cmq daN/cmq

067 SLV A2 Si -0.2 2.3 -239.4 99.9 -3383.9 -0.140 -0.158

068 SLV A2 Si -0.3 2.3 -113.8 -43.1 -3843.9 -0.157 -0.180

070 SLV A2 Si -0.2 1.2 -431.1 -40.2 -3573.7 -0.147 -0.165

Cmb Strato Rot. Ver. TB S.T.B / TB Ver. TL S.T.L / TL Sgm. Lt.Qlim q Qlim g Qlim c Qres T QLIM T.T. / QLIM

n° n° daN daN daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq

067/SLV A2 1 di 1 38925.2 0.007 38925.2 0.003 0.000 0.000 -0.175-22.848 0.000-23.023 0.008

068/SLV A2 1 di 1 38994.9 0.003 38994.9 0.001 0.000 0.000 -0.175-22.913 0.000-23.089 0.009

070/SLV A2 1 di 1 39188.6 0.012 39188.6 0.001 0.000 0.000 -0.174-22.751 0.000-22.925 0.008

ELEMENTO : PLATEA N° 8

Cmb Tipologia Sismica 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/cmq daN/cmq

060 SLV A2 Si -0.1 10.6 -73.5 143.9 -2530.4 -0.117 -0.175

065 SLV A2 Si -0.1 12.5 77.0 60.1 -2154.3 -0.096 -0.151

070 SLV A2 Si -0.1 10.2 -30.7 304.5 -2360.8 -0.111 -0.162

Cmb Strato Rot. Ver. TB S.T.B / TB Ver. TL S.T.L / TL Sgm. Lt.Qlim q Qlim g Qlim c Qres T QLIM T.T. / QLIM

n° n° daN daN daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq

060/SLV A2 1 di 1 28035.4 0.003 28035.4 0.006 0.000 0.000 -0.179-22.534 0.000-22.712 0.008

065/SLV A2 1 di 1 27710.5 0.003 27710.5 0.002 0.000 0.000 -0.180-22.539 0.000-22.719 0.007

070/SLV A2 1 di 1 28090.6 0.001 28090.6 0.012 0.000 0.000 -0.178-22.467 0.000-22.645 0.008

ELEMENTO : PLATEA N° 9

Cmb Tipologia Sismica 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/cmq daN/cmq

060 SLV A2 Si -0.3 -7.8 -232.9 -93.8 -2404.2 -0.093 -0.123

065 SLV A2 Si -0.4 -3.5 -144.5 103.6 -2108.0 -0.085 -0.101

070 SLV A2 Si -0.3 -8.3 -431.8 -40.3 -2276.7 -0.088 -0.116

Cmb Strato Rot. Ver. TB S.T.B / TB Ver. TL S.T.L / TL Sgm. Lt.Qlim q Qlim g Qlim c Qres T QLIM T.T. / QLIM

n° n° daN daN daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq

060/SLV A2 1 di 1 37482.7 0.007 37482.7 0.003 0.000 0.000 -0.174-22.846 0.000-23.021 0.006

065/SLV A2 1 di 1 38179.0 0.004 38179.0 0.003 0.000 0.000 -0.175-22.895 0.000-23.070 0.005

070/SLV A2 1 di 1 37428.9 0.013 37428.9 0.001 0.000 0.000 -0.173-22.739 0.000-22.912 0.006

ELEMENTO : PLATEA N° 10

Cmb Tipologia Sismica 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/cmq daN/cmq

060 SLV A2 Si -0.4 -0.1 -46.5 -16.9 -785.6 -0.184 -0.200

068 SLV A2 Si -0.4 0.0 -29.5 -7.6 -811.3 -0.190 -0.206

070 SLV A2 Si -0.3 0.0 -77.4 -6.6 -725.2 -0.171 -0.183

Cmb Strato Rot. Ver. TB S.T.B / TB Ver. TL S.T.L / TL Sgm. Lt.Qlim q Qlim g Qlim c Qres T QLIM T.T. / QLIM

n° n° daN daN daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq daN/cmq

060/SLV A2 1 di 1 7003.9 0.007 7003.9 0.003 0.000 0.000 -0.211-22.671 0.000-22.882 0.010

068/SLV A2 1 di 1 7015.7 0.005 7015.7 0.001 0.000 0.000 -0.212-22.710 0.000-22.922 0.010

070/SLV A2 1 di 1 7003.1 0.012 7003.1 0.001 0.000 0.000 -0.211-22.600 0.000-22.811 0.009

VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI :

ELEMENTO : PLATEA N° 1

Cmb Tipologia Sismica 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/cmq daN/cmq

024 SLE rare No -0.3 -0.1 -71.5 0.8 -1109.2 -0.170 -0.183

026 SLE rare No -0.3 -0.1 -76.6 -0.6 -1193.4 -0.182 -0.197

Cedimento massimo = -0.00 cm in Cmb n° 026

Cedimento minimo = -0.00 cm in Cmb n° 024

Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti
		n°	daN/cm ^q	mm	n°	daN/cm ^q	mm	n°	daN/cm ^q	mm
024/SLE rareNo	0.0 CE	0.0	-0.177	-0.02	52.5 CE	-0.176	-0.02	104.9 CE	-0.175	-6.36
	0.0 SX	0.0	-0.183	-0.02	52.5 SX	-0.182	-0.02	104.9 SX	-0.181	-4.15
	0.0 DX	0.0	-0.171	-0.02	52.5 DX	-0.170	-0.02	104.9 DX	-0.170	-6.61
026/SLE rareNo	0.0 CE	0.0	-0.191	-0.02	52.5 CE	-0.190	-0.02	104.9 CE	-0.188	-6.83
	0.0 SX	0.0	-0.197	-0.02	52.5 SX	-0.196	-0.02	104.9 SX	-0.195	-4.91
	0.0 DX	0.0	-0.184	-0.02	52.5 DX	-0.183	-0.02	104.9 DX	-0.182	-7.42

ELEMENTO : PLATEA N° 2

Cmb	Tipologia	Sismica	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 ^q	daN/cm ^q
024	SLE rare	No	0.0	0.4	0.7	39.2	-501.5	-0.137	-0.148
026	SLE rare	No	0.0	0.4	-0.2	42.2	-538.6	-0.147	-0.159

Cedimento massimo = -0.00 cm in Cmb n° 026

Cedimento minimo = -0.00 cm in Cmb n° 024

Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti
		n°	daN/cm ^q	mm	n°	daN/cm ^q	mm	n°	daN/cm ^q	mm
024/SLE rareNo	0.0 CE	0.0	-0.137	-0.02	29.3 CE	-0.143	-0.02	58.6 CE	-0.148	-6.83
	0.0 SX	0.0	-0.138	-0.02	29.3 SX	-0.143	-0.02	58.6 SX	-0.148	-5.45
	0.0 DX	0.0	-0.137	-0.02	29.3 DX	-0.143	-0.02	58.6 DX	-0.148	-6.55
026/SLE rareNo	0.0 CE	0.0	-0.147	-0.02	29.3 CE	-0.153	-0.02	58.6 CE	-0.159	-7.36
	0.0 SX	0.0	-0.148	-0.02	29.3 SX	-0.154	-0.02	58.6 SX	-0.159	-5.87
	0.0 DX	0.0	-0.147	-0.02	29.3 DX	-0.153	-0.02	58.6 DX	-0.159	-7.05

ELEMENTO : PLATEA N° 3

Cmb	Tipologia	Sismica	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 ^q	daN/cm ^q
022	SLE rare	No	0.0	2.2	2.4	82.9	-551.8	-0.067	-0.084
028	SLE rare	No	0.0	2.1	0.3	88.2	-594.4	-0.073	-0.090

Cedimento massimo = -0.09 cm in Cmb n° 028

Cedimento minimo = -0.06 cm in Cmb n° 022

Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti
		n°	daN/cm ^q	mm	n°	daN/cm ^q	mm	n°	daN/cm ^q	mm
022/SLE rareNo	0.0 CE	0.0	-0.068	-0.02	61.3 CE	-0.075	-0.02	122.5 CE	-0.084	-2.67
	0.0 SX	0.0	-0.067	-0.02	61.3 SX	-0.075	-0.02	122.5 SX	-0.084	-2.12
	0.0 DX	0.0	-0.068	-0.02	61.3 DX	-0.075	-0.02	122.5 DX	-0.084	-2.30
028/SLE rareNo	0.0 CE	0.0	-0.073	-0.02	61.3 CE	-0.080	-0.02	122.5 CE	-0.090	-2.86
	0.0 SX	0.0	-0.073	-0.02	61.3 SX	-0.080	-0.02	122.5 SX	-0.090	-2.49
	0.0 DX	0.0	-0.073	-0.02	61.3 DX	-0.081	-0.02	122.5 DX	-0.090	-2.72

ELEMENTO : PLATEA N° 4

Cmb	Tipologia	Sismica	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 ^q	daN/cm ^q
024	SLE rare	No	0.1	3.8	-0.3	119.9	-2107.5	-0.190	-0.244
026	SLE rare	No	0.1	4.4	-1.0	128.6	-2316.9	-0.205	-0.273

Cedimento massimo = -0.00 cm in Cmb n° 026

Cedimento minimo = -0.07 cm in Cmb n° 024

Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti
		n°	daN/cm ^q	mm	n°	daN/cm ^q	mm	n°	daN/cm ^q	mm
024/SLE rareNo	0.0 CE	0.0	-0.190	-0.02	49.4 CE	-0.201	-0.02	98.7 CE	-0.213	-4.31
	148.1 CE	0.0	-0.226	-0.02	197.5 CE	-0.239	-0.02	0.0 SX	-0.190	-7.55
	49.4 SX	0.0	-0.199	-0.02	98.7 SX	-0.211	-0.02	148.1 SX	-0.223	-3.31
	197.5 SX	0.0	-0.235	-0.02	0.0 DX	-0.190	-0.02	49.4 DX	-0.202	-5.47
	98.7 DX	0.0	-0.215	-0.02	148.1 DX	-0.229	-0.02	197.5 DX	-0.244	-1.70
026/SLE rareNo	0.0 CE	0.0	-0.205	-0.02	49.4 CE	-0.218	-0.02	98.7 CE	-0.234	-5.06
	148.1 CE	0.0	-0.250	-0.02	197.5 CE	-0.268	-0.02	0.0 SX	-0.205	-8.49
	49.4 SX	0.0	-0.217	-0.02	98.7 SX	-0.231	-0.02	148.1 SX	-0.247	-3.95
	197.5 SX	0.0	-0.263	-0.02	0.0 DX	-0.205	-0.02	49.4 DX	-0.220	-5.93
	98.7 DX	0.0	-0.236	-0.02	148.1 DX	-0.254	-0.02	197.5 DX	-0.273	-2.12

ELEMENTO : PLATEA N° 5

Cmb	Tipologia	Sismica	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/cmq	daN/cmq
024	SLE rare	No	-0.3	7.9	-317.1	-6.0	-6353.8	-0.174	-0.242
026	SLE rare	No	-0.3	5.3	-341.6	-2.7	-7184.4	-0.195	-0.273

Cedimento massimo = -0.05 cm in Cmb n° 026

Cedimento minimo = -0.03 cm in Cmb n° 024

Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto			Cedimenti			Nodo	Car.Netto	Cedimenti
			daN/cmq	mm	mm	mm	mm				
024/SLE rareNo	0.0 CE	-0.209	-0.02	64.4 CE	-0.200	-0.02	128.8 CE	-0.191	-2.48		
	193.2 CE	-0.184	-0.02	257.6 CE	-0.181	-0.02	322.0 CE	-0.181	-2.35		
	386.4 CE	-0.187	-0.02	450.8 CE	-0.197	-0.02	515.2 CE	-0.209	-3.00		
	579.6 CE	-0.223	-0.02	644.0 CE	-0.236	-0.02	0.0 SX	-0.214	-1.27		
	64.4 SX	-0.205	-0.02	128.8 SX	-0.197	-0.02	193.2 SX	-0.190	-1.75		
	257.6 SX	-0.187	-0.02	322.0 SX	-0.187	-0.02	386.4 SX	-0.193	-1.79		
	450.8 SX	-0.203	-0.02	515.2 SX	-0.216	-0.02	579.6 SX	-0.230	-2.41		
	644.0 SX	-0.242	-0.02	0.0 DX	-0.203	-0.02	64.4 DX	-0.194	-2.11		
	128.8 DX	-0.185	-0.02	193.2 DX	-0.178	-0.02	257.6 DX	-0.175	-1.70		
	322.0 DX	-0.175	-0.02	386.4 DX	-0.181	-0.02	450.8 DX	-0.190	-1.92		
026/SLE rareNO	0.0 CE	-0.243	-0.02	64.4 CE	-0.232	-0.02	128.8 CE	-0.219	-2.85		
	193.2 CE	-0.210	-0.02	257.6 CE	-0.204	-0.02	322.0 CE	-0.204	-2.63		
	386.4 CE	-0.209	-0.02	450.8 CE	-0.219	-0.02	515.2 CE	-0.233	-3.34		
	579.6 CE	-0.249	-0.02	644.0 CE	-0.264	-0.02	0.0 SX	-0.250	-1.66		
	64.4 SX	-0.239	-0.02	128.8 SX	-0.227	-0.02	193.2 SX	-0.217	-2.00		
	257.6 SX	-0.212	-0.02	322.0 SX	-0.212	-0.02	386.4 SX	-0.217	-2.01		
	450.8 SX	-0.228	-0.02	515.2 SX	-0.242	-0.02	579.6 SX	-0.258	-2.69		
	644.0 SX	-0.273	-0.02	0.0 DX	-0.236	-0.02	64.4 DX	-0.224	-2.66		
	128.8 DX	-0.212	-0.02	193.2 DX	-0.202	-0.02	257.6 DX	-0.196	-1.92		
	322.0 DX	-0.196	-0.02	386.4 DX	-0.201	-0.02	450.8 DX	-0.211	-2.36		
515.2 DX	-0.225	-0.02	579.6 DX	-0.240	-0.02	644.0 DX	-0.255	-4.49			

ELEMENTO : platea N° 6

Cmb	Tipologia	Sismica	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/cmq	daN/cmq
024	SLE rare	No	-0.1	9.8	-0.3	135.4	-3079.1	-0.147	-0.212
026	SLE rare	No	-0.1	10.9	-1.6	146.8	-3523.9	-0.165	-0.247

Cedimento massimo = -0.05 cm in Cmb n° 026

Cedimento minimo = -0.03 cm in Cmb n° 024

Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto			Cedimenti			Nodo	Car.Netto	Cedimenti
			daN/cmq	mm	mm	mm	mm				
024/SLE rareNo	0.0 CE	-0.02	-0.02	58.4 CE	-0.157	-0.02	116.7 CE	-0.165	-2.18		
	175.1 CE	-0.02	-0.02	233.5 CE	-0.185	-0.02	291.9 CE	-0.196	-2.67		
	350.2 CE	-0.02	-0.02	0.0 SX	-0.150	-0.02	58.4 SX	-0.158	-1.64		
	116.7 SX	-0.02	-0.02	175.1 SX	-0.176	-0.02	233.5 SX	-0.187	-1.76		
	291.9 SX	-0.02	-0.02	350.2 SX	-0.212	-0.02	0.0 DX	-0.147	-2.90		
	58.4 DX	-0.02	-0.02	116.7 DX	-0.163	-0.02	175.1 DX	-0.172	-1.67		
	233.5 DX	-0.02	-0.02	291.9 DX	-0.193	-0.02	350.2 DX	-0.206	-3.03		
	026/SLE rareNo	0.0 CE	-0.02	-0.02	58.4 CE	-0.177	-0.02	116.7 CE	-0.187	-2.48	
	175.1 CE	-0.02	-0.02	233.5 CE	-0.212	-0.02	291.9 CE	-0.227	-3.30		
	350.2 CE	-0.02	-0.02	0.0 SX	-0.169	-0.02	58.4 SX	-0.179	-1.85		
026/SLE rareNo	116.7 SX	-0.02	-0.02	175.1 SX	-0.202	-0.02	233.5 SX	-0.216	-2.03		
	291.9 SX	-0.02	-0.02	350.2 SX	-0.247	-0.02	0.0 DX	-0.165	-3.46		
	58.4 DX	-0.02	-0.02	116.7 DX	-0.185	-0.02	175.1 DX	-0.196	-1.91		
	233.5 DX	-0.02	-0.02	291.9 DX	-0.224	-0.02	350.2 DX	-0.239	-3.52		

ELEMENTO : PLATEA N° 7

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
024	SLE rare	No	-0.2	3.0	-226.0	3.9	-3428.9	-0.141	-0.161
026	SLE rare	No	-0.2	1.3	-243.7	-2.1	-3752.8	-0.154	-0.174

Cedimento massimo = -0.04 cm in Cmb n° 026

Cedimento minimo = -0.13 cm in Cmb n° 024

Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti
		n°	daN/cmq	mm	n°	daN/cmq	mm	n°	daN/cmq	mm

024/SLE rareNo	0.0 CE	-0.02	-0.02	76.8 CE	-0.145	-0.02	153.7 CE	-0.145	-1.75
	230.5 CE	-0.02	-0.02	307.3 CE	-0.150	-0.02	384.1 CE	-0.154	-3.50
	461.0 CE	-0.02	-0.02	0.0 SX	-0.152	-0.02	76.8 SX	-0.149	-1.66
	153.7 SX	-0.02	-0.02	230.5 SX	-0.150	-0.02	307.3 SX	-0.154	-1.56
	384.1 SX	-0.02	-0.02	461.0 SX	-0.161	-0.02	0.0 DX	-0.145	-2.52
	76.8 DX	-0.02	-0.02	153.7 DX	-0.141	-0.02	230.5 DX	-0.142	-1.26
	307.3 DX	-0.02	-0.02	384.1 DX	-0.150	-0.02	461.0 DX	-0.152	-6.74
026/SLE rareNo	0.0 CE	-0.02	-0.02	76.8 CE	-0.162	-0.02	153.7 CE	-0.159	-2.12
	230.5 CE	-0.02	-0.02	307.3 CE	-0.163	-0.02	384.1 CE	-0.166	-3.78
	461.0 CE	-0.02	-0.02	0.0 SX	-0.171	-0.02	76.8 SX	-0.166	-1.85
	153.7 SX	-0.02	-0.02	230.5 SX	-0.165	-0.02	307.3 SX	-0.168	-1.70
	384.1 SX	-0.02	-0.02	461.0 SX	-0.174	-0.02	0.0 DX	-0.163	-2.83
	76.8 DX	-0.02	-0.02	153.7 DX	-0.154	-0.02	230.5 DX	-0.155	-1.55
	307.3 DX	-0.02	-0.02	384.1 DX	-0.161	-0.02	461.0 DX	-0.163	-7.24

ELEMENTO : PLATEA N° 8

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max	
<i>n°</i>			<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>daN/cmq</i>	
022	SLE rare	No	-0.1	11.2	4.4	140.6	-2174.5	-0.100	-0.150	
026	SLE rare	No	-0.1	11.8	-0.4	146.9	-2417.8	-0.109	-0.169	
Cedimento massimo = -0.05 cm in Cmb n° 026										
Cedimento minimo = -0.05 cm in Cmb n° 022										
Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti
		<i>n°</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>mm</i>	<i>n°</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>mm</i>	<i>n°</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>mm</i>
022/SLE rareNo	0.0 CE	-0.02	-0.02	58.4 CE	-0.108	-0.02	116.7 CE	-0.116	-1.39	
	175.1 CE	-0.02	-0.02	233.5 CE	-0.132	-0.02	291.9 CE	-0.140	-2.05	
	350.2 CE	-0.02	-0.02	0.0 SX	-0.102	-0.02	58.4 SX	-0.110	-0.83	
	116.7 SX	-0.02	-0.02	175.1 SX	-0.125	-0.02	233.5 SX	-0.133	-1.15	
	291.9 SX	-0.02	-0.02	350.2 SX	-0.150	-0.02	0.0 DX	-0.100	-1.41	
	58.4 DX	-0.02	-0.02	116.7 DX	-0.115	-0.02	175.1 DX	-0.122	-1.07	
	233.5 DX	-0.02	-0.02	291.9 DX	-0.139	-0.02	350.2 DX	-0.147	-2.90	
026/SLE rareNo	0.0 CE	-0.02	-0.02	58.4 CE	-0.120	-0.02	116.7 CE	-0.128	-1.54	

175.1 CE	-0.02	-0.02	233.5 CE	-0.147	-0.02	291.9 CE	-0.157	-2.30
350.2 CE	-0.02	-0.02	0.0 SX	-0.113	-0.02	58.4 SX	-0.122	-1.05
116.7 SX	-0.02	-0.02	175.1 SX	-0.139	-0.02	233.5 SX	-0.149	-1.29
291.9 SX	-0.02	-0.02	350.2 SX	-0.169	-0.02	0.0 DX	-0.109	-1.54
58.4 DX	-0.02	-0.02	116.7 DX	-0.127	-0.02	175.1 DX	-0.135	-1.18
233.5 DX	-0.02	-0.02	291.9 DX	-0.155	-0.02	350.2 DX	-0.165	-3.46

ELEMENTO : PLATEA N° 9

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
<i>n°</i>			<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>daN/cmq</i>
022	SLE rare	No	-0.3	-5.3	-230.7	7.9	-2129.3	-0.084	-0.104
028	SLE rare	No	-0.3	-6.8	-241.4	1.4	-2313.5	-0.091	-0.116
Cedimento massimo = -0.09 cm in Cmb n° 028									
Cedimento minimo = -0.05 cm in Cmb n° 022									

Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti
		<i>n°</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>mm</i>	<i>n°</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>mm</i>	<i>n°</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>mm</i>
022/SLE rareNo	0.0 CE	-0.101	-0.02	76.8 CE	-0.097	-0.02	153.7 CE	-0.094	-1.01	
	230.5 CE	-0.091	-0.02	307.3 CE	-0.089	-0.02	384.1 CE	-0.089	-1.28	
	461.0 CE	-0.089	-0.02	0.0 SX	-0.104	-0.02	76.8 SX	-0.101	-0.80	
	153.7 SX	-0.097	-0.02	230.5 SX	-0.095	-0.02	307.3 SX	-0.093	-0.70	
	384.1 SX	-0.093	-0.02	461.0 SX	-0.093	-0.02	0.0 DX	-0.098	-0.46	
	76.8 DX	-0.094	-0.02	153.7 DX	-0.090	-0.02	230.5 DX	-0.087	-0.67	
	307.3 DX	-0.085	-0.02	384.1 DX	-0.084	-0.02	461.0 DX	-0.084	-2.38	
028/SLE rareNo	0.0 CE	-0.112	-0.02	76.8 CE	-0.107	-0.02	153.7 CE	-0.102	-1.10	
	230.5 CE	-0.098	-0.02	307.3 CE	-0.096	-0.02	384.1 CE	-0.095	-1.56	
	461.0 CE	-0.095	-0.02	0.0 SX	-0.116	-0.02	76.8 SX	-0.111	-1.02	
	153.7 SX	-0.106	-0.02	230.5 SX	-0.103	-0.02	307.3 SX	-0.100	-0.75	
	384.1 SX	-0.099	-0.02	461.0 SX	-0.100	-0.02	0.0 DX	-0.109	-0.59	
	76.8 DX	-0.103	-0.02	153.7 DX	-0.098	-0.02	230.5 DX	-0.094	-0.73	
	307.3 DX	-0.092	-0.02	384.1 DX	-0.091	-0.02	461.0 DX	-0.091	-2.56	

ELEMENTO : PLATEA N° 10

Cmb	Tipologia	Sismica	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
<i>n°</i>			<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN</i>	<i>daN/cmq</i>	<i>daN/cmq</i>
024	SLE rare	No	-0.3	0.0	-46.4	0.5	-723.9	-0.171	-0.183
026	SLE rare	No	-0.4	0.0	-49.7	-0.4	-781.6	-0.184	-0.198

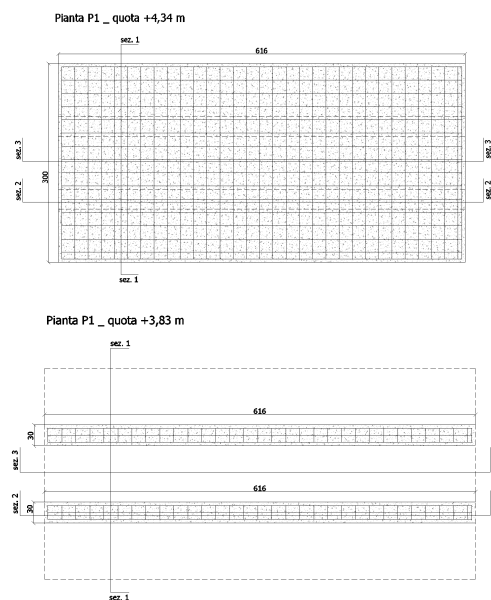
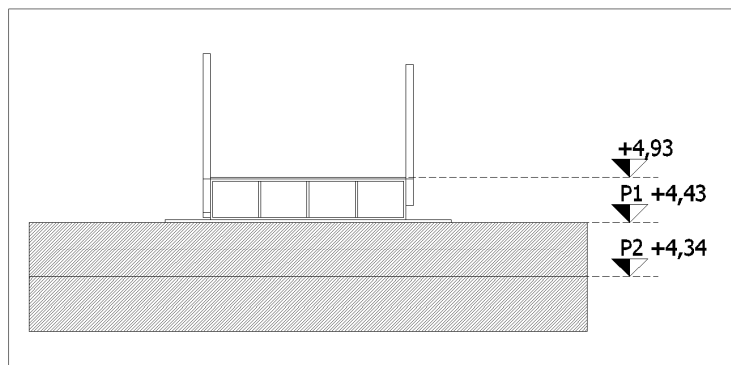
Cedimento massimo = -0.00 cm in Cmb n° 026

Cedimento minimo = -0.00 cm in Cmb n° 024

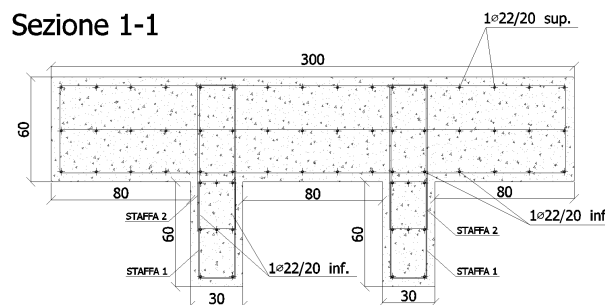
Cmb	Sismico	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti	Nodo	Car.Netto	Cedimenti
024/SLE rareNo		0.0 CE	-0.177	-0.02	34.1 CE	-0.177	-0.02	68.2 CE	-0.177	-8.01
		0.0 SX	-0.183	-0.02	34.1 SX	-0.183	-0.02	68.2 SX	-0.183	-5.56
		0.0 DX	-0.171	-0.02	34.1 DX	-0.171	-0.02	68.2 DX	-0.171	-9.19
026/SLE rareNo		0.0 CE	-0.191	-0.02	34.1 CE	-0.191	-0.02	68.2 CE	-0.191	-8.96
		0.0 SX	-0.198	-0.02	34.1 SX	-0.198	-0.02	68.2 SX	-0.197	-6.01
		0.0 DX	-0.184	-0.02	34.1 DX	-0.184	-0.02	68.2 DX	-0.184	-9.90

CONCLUSIONI

Nell'ambito della realizzazione della passerella in progetto, verrà impiegata una fondazione superficiale su platea con dimensioni in pianta di 616cm x 300cm, di forma rettangolare di spessore 60cm con due nervature sottostanti, il piano di posa della platea sarà a circa 70cm dalla testa dell'argine.



Sezione 1-1



I parametri geotecnici e la categoria di sottosuolo utilizzati per le verifiche sono stati ricavati dalla relazione geologica specificatamente eseguita a supporto dell'intervento in progetto, opportunamente corretti secondo l'approccio progettuale considerato.

Metodo di calcolo

Con riferimento al DM 14/01/2008, par. 6.4.2.1, per il calcolo del carico limite con relativo fattore di sicurezza e per l'analisi dei cedimenti nel tempo, viene utilizzato l'Approccio 2 e le verifiche sono state eseguite tramite il software 2S/.

Verifica

Il software utilizzato suddivide la platea in 10 elementi o sottoplatee distinte tra loro e considera le combinazioni di carico più gravose in termini di sollecitazioni indotte sui terreni di fondazione.

Ai fini della valutazione della capacità portante, per ogni elemento e combinazione di carico nel tabulato di calcolo vengono riportate:

- ✓ le tensioni minime (T.T.min) e massime (T.T. max) allo S.L.U., da intendersi come valore di E_d ai sensi del DM 14/01/2018;
- ✓ le relative QLIM, da intendersi come valore di R_d ai sensi del DM 17/01/2018;
- ✓ il rapporto T.T./QLIM, da intendersi quindi come E_d/R_d ai sensi del DM 17/01/2018.

Ai sensi del Paragrafo 2.3 del DM 14/01/2008 la verifica di capacità portante risulta soddisfatta quando $R_d \geq E_d$, ovvero $E_d/R_d \leq 1$; con riferimento al tabulato di calcolo del software utilizzato, tale condizione è rispettata quando $T.T./QLIM \leq 1$.

Come si evince dal tabulato di calcolo tale condizione è sempre verificata per ogni sottoplatea con elevati margini di sicurezza, **in quanto si ottiene il seguente valore massimo di T.T./QLIM (Ed/Rd) corrispondente alla Platea 5, combinazione 068/SLV A2** (evidenziata in rosso nel tabulato di calcolo):

Ed/ Rd = 0.014 (≤ 1) verificata

Ed = 0.014 Rd

Rd = 1/0.014 Ed

Rd = 71.428 Ed

Rd \geq Ed verificata

Per quanto riguarda la valutazione dei cedimenti nel tempo, dai calcoli eseguiti risulta un **cedimento massimo pari a 9.90 mm corrispondente alla Platea 10, combinazione 026/SLE** (evidenziata in rosso nel tabulato di calcolo), da ritenersi ampiamente compatibile con la destinazione d'uso della struttura oggetto di verifica e di entità tale da non compromettere la funzionalità e la stabilità dell'argine nel tratto interessato dalle lavorazioni previste.

Le trattazioni riportate nel presente elaborato tecnico sono a nostro avviso quelle necessarie e sufficienti all'ottemperanza alle integrazioni richieste dagli Uffici competenti del Genio Civile Valdarno inferiore e costa sede di Livorno di seguito riportate.

1) *integrare la relazione geotecnica con le sollecitazioni indotte sull'argine dalla realizzazione della) fondazione della passerella, in particolare:*

- *eseguire la verifica di stabilità globale dell'argine includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni della passerella;*

- *verificare la coerenza stratigrafica e dei parametri geotecnici dell'argine e dei terreni di fondazione con quanto riportato nella relazione geotecnica allegata al progetto;*

2) *chiarire se il plinto agisce da fondazione o da collegamento passerella-pali e renderlo chiaro graficamente*

In fede
Dario Menichetti arch.