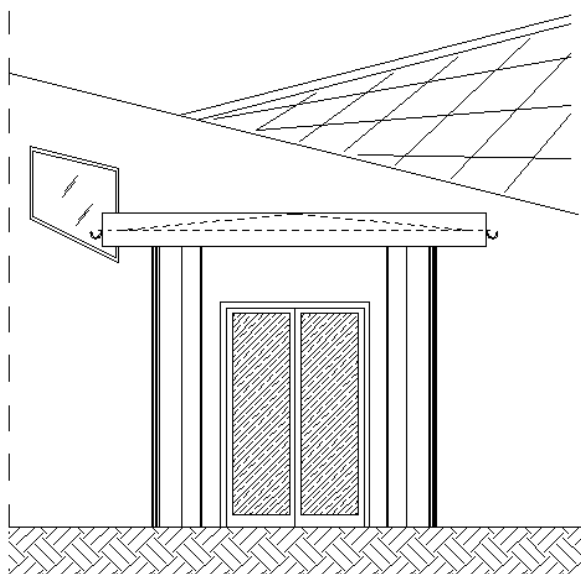


Comune : PATERNO  
PROVINCIA : POTENZA

## Relazione sulle fondazioni e verifiche geotecniche

Progetto di nuova struttura  
ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"



**Oggetto:**

**Portale d'ingresso Chiesa di San Bartolomeo  
in località Piazzolla del Comune di Paterno (PZ).**

| Committente:                      | Progettista:  | Progettista Strutturale:   | Direttore dei Lavori:  |
|-----------------------------------|---|--|--|
| Parrocchia S.Giovanni Evangelista | Geom. Giuseppe SANGIORGIO   | Ing. Nicola DI GRAZIA  | Ing. Nicola DI GRAZIA  |
|                                   | <div>SANGIORGIO GIUSEPPE<br/>2025.06.06 19:41:02<br/>CN=SANGIORGIO GIUSEPPE<br/>C=IT<br/>2.5.4.4=SANGIORGIO<br/>2.5.4.42=GIUSEPPE<br/>RSA/2048 bits</div> | <div>DI GRAZIA NICOLA<br/>2025.06.06 19:51:03<br/>CN=DI GRAZIA NICOLA<br/>C=IT<br/>2.5.4.4=DI GRAZIA<br/>2.5.4.42=NICOLA</div> | <div>DI GRAZIA NICOLA<br/>2025.06.06 19:54:11<br/>CN=DI GRAZIA NICOLA<br/>C=IT<br/>2.5.4.4=DI GRAZIA<br/>2.5.4.42=NICOLA</div> |

## Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018).

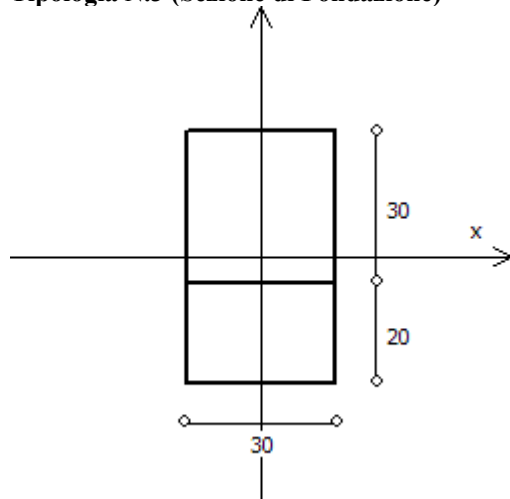
### Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

#### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: travi rovesce, platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

#### Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

##### Tipologia N.3 (Sezione di Fondazione)



A = 900 cm<sup>2</sup>  
J<sub>x</sub> = 67500 cm<sup>4</sup>  
J<sub>y</sub> = 67500 cm<sup>4</sup>  
J<sub>t</sub> = 100710 cm<sup>4</sup>  
Materiale = C25/30  
Peso = 225 daN/ml

#### Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.

Asta : numerazione dell'asta;  
Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;  
Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;  
Nodo Finale : nodo finale dell'asta;  
SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;  
L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;  
Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;  
K<sub>wN</sub> : modulo di Winkler normale;  
K<sub>wT</sub> : modulo di Winkler tangenziale;

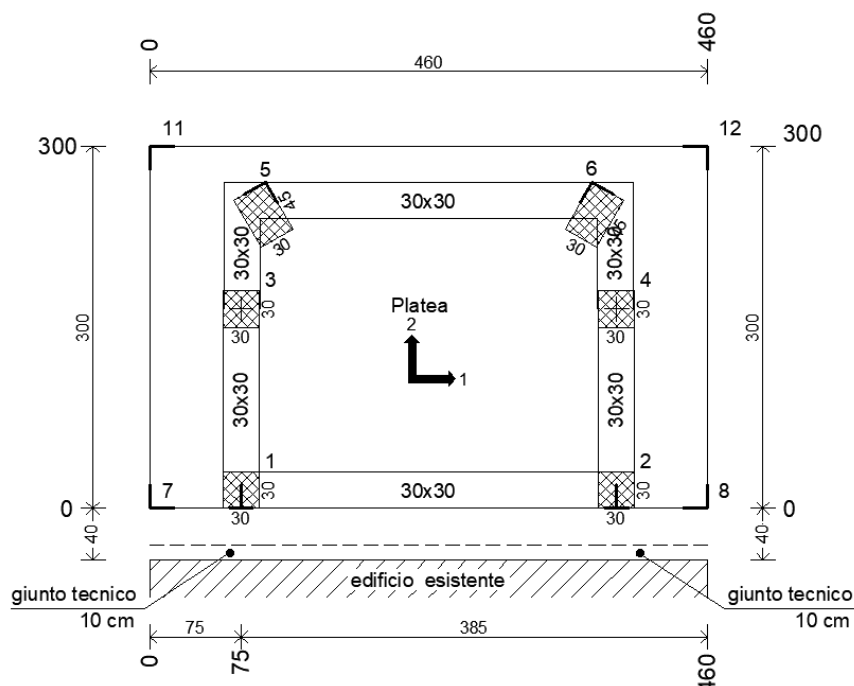
| Asta | Fili | Nodo Iniziale | Nodo Finale | SEZIONE | L [cm] | Impalcato  | K <sub>wN</sub> [daN/cm <sup>3</sup> ] | K <sub>wT</sub> [daN/cm <sup>3</sup> ] |
|------|------|---------------|-------------|---------|--------|------------|--|--|
| 1    | 1, 2 | 55            | 29          | 3       | 62.50  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 2    | 1, 2 | 29            | 30          | 3       | 77.50  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 3    | 1, 2 | 30            | 31          | 3       | 77.50  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 4    | 1, 2 | 31            | 56          | 3       | 62.50  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 5    | 1, 3 | 57            | 32          | 3       | 60.00  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 6    | 1, 3 | 32            | 58          | 3       | 60.00  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 7    | 2, 4 | 59            | 33          | 3       | 60.00  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 8    | 2, 4 | 33            | 60          | 3       | 60.00  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 9    | 3, 5 | 61            | 62          | 3       | 63.37  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 10   | 4, 6 | 63            | 64          | 3       | 63.37  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 11   | 5, 6 | 65            | 97          | 3       | 80.76  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 12   | 5, 6 | 97            | 98          | 3       | 91.16  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |
| 13   | 5, 6 | 98            | 66          | 3       | 80.76  | fondazione | 5.00                                   | 2.50                                   |

## Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.

Platea : numero della platea;  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Spessore : spessore della Piastra;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

| Platea | Impalcato  | Fili         | Spessore [cm] | KwN [daN/cm³] | KwT [daN/cm³] |
|--------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1      | fondazione | 11, 12, 8, 7 | 30            | 5.00          | 2.50          |

## Pianta fondazione.



## Tensioni sul Terreno.

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.  
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.  
 Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.  
 Tensioni ( $\sigma_T$ ) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 1.I

| Tensioni Terreno |            |      |        |                    |                    |                    |                    |
|------------------|------------|------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                  |            |      |        | SLU                | SLE                |                    |                    |
|                  |            |      |        |                    | Caratteristiche    | Frequenti          | Quasi Permanenti   |
| Asta             | Imp.       | Fili | X [cm] | $\sigma$ [daN/cm²] | $\sigma$ [daN/cm²] | $\sigma$ [daN/cm²] | $\sigma$ [daN/cm²] |
| 1                | fondazione | 1-2  | 0.00   | 0.55(20)           | 0.34(33)           | 0.31(8)            | 0.30(1)            |
|                  |            |      | 31.25  | 0.52(20)           | 0.33(33)           | 0.30(8)            | 0.29(1)            |
|                  |            |      | 62.50  | 0.50(20)           | 0.32(33)           | 0.29(8)            | 0.28(1)            |
| 2                | fondazione | 1-2  | 0.00   | 0.50(20)           | 0.32(33)           | 0.29(8)            | 0.28(1)            |
|                  |            |      | 38.75  | 0.48(20)           | 0.31(33)           | 0.28(8)            | 0.27(1)            |
|                  |            |      | 77.50  | 0.47(20)           | 0.30(33)           | 0.28(8)            | 0.27(1)            |
| 3                | fondazione | 1-2  | 0.00   | 0.47(19)           | 0.30(33)           | 0.28(8)            | 0.27(1)            |
|                  |            |      | 38.75  | 0.48(19)           | 0.31(33)           | 0.28(8)            | 0.27(1)            |

|    |            |     |       |          |          |         |         |
|----|------------|-----|-------|----------|----------|---------|---------|
|    |            |     | 77.50 | 0.50(19) | 0.32(33) | 0.29(8) | 0.28(1) |
| 4  | fondazione | 1-2 | 0.00  | 0.50(19) | 0.32(17) | 0.29(8) | 0.28(1) |
|    |            |     | 31.25 | 0.52(19) | 0.33(17) | 0.30(8) | 0.29(1) |
|    |            |     | 62.50 | 0.55(19) | 0.34(17) | 0.31(8) | 0.30(1) |
| 5  | fondazione | 1-3 | 0.00  | 0.53(31) | 0.34(17) | 0.31(9) | 0.30(1) |
|    |            |     | 30.00 | 0.48(31) | 0.34(17) | 0.31(9) | 0.29(1) |
|    |            |     | 60.00 | 0.47(31) | 0.34(17) | 0.31(9) | 0.29(1) |
| 6  | fondazione | 1-3 | 0.00  | 0.47(25) | 0.34(9)  | 0.31(9) | 0.29(1) |
|    |            |     | 30.00 | 0.48(25) | 0.34(9)  | 0.31(9) | 0.29(1) |
|    |            |     | 60.00 | 0.49(25) | 0.35(9)  | 0.31(9) | 0.30(1) |
| 7  | fondazione | 2-4 | 0.00  | 0.53(31) | 0.34(17) | 0.31(9) | 0.30(1) |
|    |            |     | 30.00 | 0.48(31) | 0.34(17) | 0.31(9) | 0.29(1) |
|    |            |     | 60.00 | 0.47(31) | 0.34(17) | 0.31(9) | 0.29(1) |
| 8  | fondazione | 2-4 | 0.00  | 0.47(31) | 0.34(17) | 0.31(9) | 0.29(1) |
|    |            |     | 30.00 | 0.48(31) | 0.34(17) | 0.31(9) | 0.29(1) |
|    |            |     | 60.00 | 0.48(31) | 0.35(17) | 0.31(9) | 0.30(1) |
| 9  | fondazione | 3-5 | 0.00  | 0.50(17) | 0.36(13) | 0.32(7) | 0.30(1) |
|    |            |     | 31.69 | 0.51(17) | 0.36(13) | 0.32(7) | 0.30(1) |
|    |            |     | 63.37 | 0.53(17) | 0.37(13) | 0.33(7) | 0.31(1) |
| 10 | fondazione | 4-6 | 0.00  | 0.50(14) | 0.36(13) | 0.32(7) | 0.30(1) |
|    |            |     | 31.69 | 0.51(14) | 0.37(13) | 0.32(7) | 0.30(1) |
|    |            |     | 63.37 | 0.53(14) | 0.37(13) | 0.33(7) | 0.31(1) |
| 11 | fondazione | 5-6 | 0.00  | 0.53(28) | 0.37(29) | 0.32(7) | 0.30(1) |
|    |            |     | 40.38 | 0.50(28) | 0.36(29) | 0.31(7) | 0.29(1) |
|    |            |     | 80.76 | 0.48(28) | 0.35(29) | 0.30(7) | 0.29(1) |
| 12 | fondazione | 5-6 | 0.00  | 0.48(28) | 0.35(29) | 0.30(7) | 0.29(1) |
|    |            |     | 45.58 | 0.48(28) | 0.34(29) | 0.30(7) | 0.28(1) |
|    |            |     | 91.16 | 0.49(28) | 0.35(29) | 0.30(7) | 0.29(1) |
| 13 | fondazione | 5-6 | 0.00  | 0.49(14) | 0.35(13) | 0.30(7) | 0.29(1) |
|    |            |     | 40.38 | 0.50(14) | 0.36(13) | 0.31(7) | 0.30(1) |
|    |            |     | 80.76 | 0.53(14) | 0.37(13) | 0.32(7) | 0.30(1) |

Tabella 1.II

| Tensioni Terreno |                                      |                                      |                                      |                                      |
|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                  | SLU                                  | SLE                                  |                                      |                                      |
|                  |                                      | Caratteristiche                      | Frequenti                            | Quasi Permanenti                     |
| Piastra          | $\sigma_t$<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_t$<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_t$<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_t$<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] |
| 1                | 0.69(17) *                           | 0.38(13) *                           | 0.34(1) *                            | 0.33(1) *                            |

\* valore massimo.

#### Descrizione del suolo di fondazione.

#### - Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Descrizione : descrizione dello strato;

| Filo | Colonna   | Strato                       | Descrizione   |
|------|-----------|------------------------------|---|
| 1    | Colonna 1 | terreno agrario              | Terreno agrario con tessitura argillosa e con rara presenza di scheletro.                       |
|      |           | Argilla e argilla con sabbia | Argilla ed argilla sabbiosa.  |
|      |           | Sabbie con ghiaie            | Sabbie con ghiaie con limi argillosi e limi sabbiosi in alternanza fra di loro fino a 30 metri. |

#### - Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
Falda : Presenza della falda;  
Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);  
Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;  
No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.  
RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

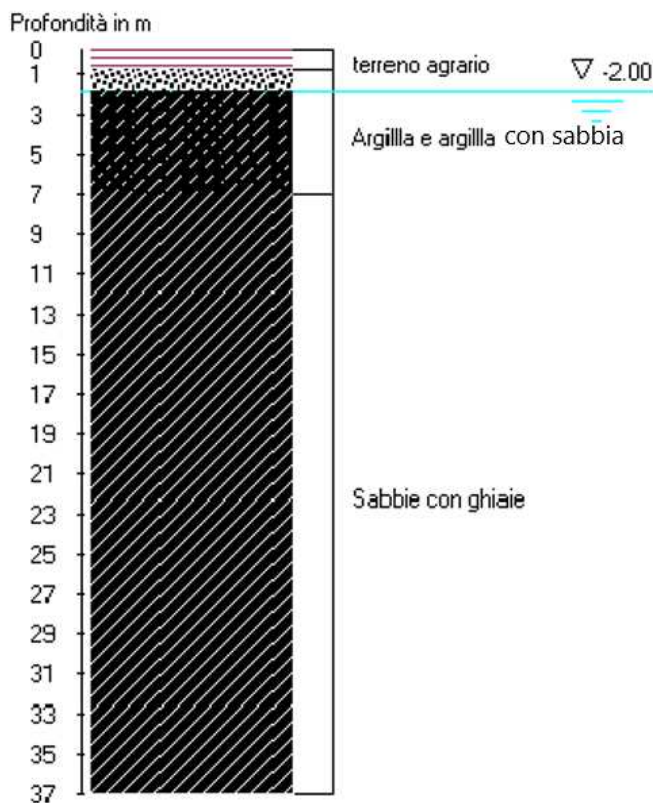
| Filo | Colonna   | Impalcato  | Falda    | Prof. Falda<br>[cm] | Spicc. Fond.<br>[cm] | No. Strati | RQD |
|------|-----------|------------|----------|---------------------|----------------------|------------|-----|
| 1    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 2    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 3    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 4    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 5    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 6    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 7    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 8    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 11   | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |
| 12   | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00              | -120.00              | 3          | -   |

### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
Spess. : Spessore dello strato;  
Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
C : Coesione drenata del terreno;  
Cu : Coesione non drenata del terreno;  
E : Modulo elastico del terreno;  
G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
E<sub>ed</sub> : Modulo Edometrico;  
OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

| Colonna   | Strato            | Spess.<br>[cm] | Peso<br>[daN/m <sup>3</sup> ] | Peso eff.<br>[daN/m <sup>3</sup> ] | NSPT | Qc<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\phi$ [°] | C<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | Cu<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | E<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | G<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\nu_t$ | E <sub>ed</sub><br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | OC<br>R |
|-----------|-------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------------|------|------------------------------|------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---|---------|
| Colonna 1 | terreno agrario   | 100.0          | 1850.0                        | 850.0                              | 1    | -                            | 25.0       | 0.00                        | 0.09                         | 15.00                       | 93.00                       | 0.35    | 7.00                                      | 1.00    |
|           | Argilla e argilla | 620.0          | 2250.0                        | 1250.0                             | 14   | -                            | 27.0       | 0.09                        | 0.94                         | 140.00                      | 775.00                      | 0.33    | 64.00                                     | 1.00    |
|           | Sabbie con ghiaie | 3000.0         | 2220.0                        | 1220.0                             | 25   | -                            | 27.0       | 0.17                        | 1.70                         | 250.00                      | 1080.00                     | 0.32    | 115.00                                    | 1.00    |

#### - Sezioni Geologiche:



#### - Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: **B**

##### Scelta del tipo di fondazioni.

In funzione dei risultati ottenuti dalla campagna di indagini eseguite e della tipologia strutturale adottata per i lavori in oggetto, si è proceduto alla scelta delle tipologie di fondazione superficiali per distribuire i carichi trasmessi dalla sovrastruttura al terreno di fondazione ripartendoli il più possibile in modo uniforme sul suolo di sedime delle fondazioni stesse. La scelta della profondità del piano di posa ha permesso il superamento del suolo vegetale, della zona soggetta a gelo-disgelo e variazioni stagionali di umidità. La profondità del piano di posa delle fondazioni risulta tale da prevenire fenomeni di erosione o scalzamento.

Le dimensioni strutturali delle opere di fondazione, le tipologie usate e la loro ubicazione prima descritte vengono meglio evidenziate negli elaborati grafici allegati.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) ed agli stati limite d'esercizio (SLE) indagati risultano tali da non limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza, la durabilità della struttura garantendo un grado di sicurezza ed un livello di prestazioni nel rispetto della normativa vigente in materia.

##### Ipotesi assunte ed analisi dei risultati nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.

Tutte le analisi presentate si riferiscono studio del sottosuolo semplificando la situazione reale con criteri cautelativi, analizzando diverse possibili schematizzazioni ed adottando i risultati meno favorevoli mediante coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni e coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle resistenze caratteristiche.

Le analisi delle elaborazioni eseguite permette di evidenziare i seguenti livelli di sicurezza:

Riassunto risultati verifiche:

| ELEMENTO            | Tipo verifica             | S Min | S Max |
|---------------------|---------------------------|-------|-------|
| Travi di fondazione | Capacità portante SLU-SLV | 10.89 | 12.79 |

|                             |  |              |                |
|-----------------------------|--|--------------|----------------|
|                             | <b>Capacità portante SLD</b>                   | <b>11.98</b> | <b>14.17</b>   |
|                             | <b>Cedim. Diff. SLE Car.</b>                   | <b>27.20</b> | <b>5756.89</b> |
|                             | <b>Cedim. Diff. SLE Freq.</b>                  | <b>50.67</b> | <b>6124.67</b> |
|                             | <b>Cedim. Diff. SLE Q. Perm.</b>               | <b>68.90</b> | <b>6284.44</b> |
| <b>Platee di fondazione</b> | <b>Capacità Portante SLU-SLV</b>               | <b>34.38</b> | <b>34.38</b>   |
|                             | <b>Capacità Portante SLD</b>                   | <b>38.89</b> | <b>38.89</b>   |
|                             | <b>Cedim. Diff. SLE Car.</b>                   | <b>24.39</b> | <b>5756.89</b> |
|                             | <b>Cedim. Diff. SLE Freq.</b>                  | <b>35.79</b> | <b>6124.67</b> |
|                             | <b>Cedim. Diff. SLE Q. Perm.</b>               | <b>29.32</b> | <b>6284.44</b> |
| <b>ANALISI GLOBALI</b>      |  |              |                |
|                             | <b>Verifica Scorrimento Fond. Superficiali</b> | <b>1.18</b>  | <b>1.88</b>    |
|                             | <b>Verifica Ribaltamento</b>                   | <b>6.94</b>  | <b>9.47</b>    |

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

Si rimanda alla Relazione Geologica-Tecnica redatta dal Dott. Geologo per prendere visione di ogni altra informazione relativa alla stratigrafia che caratterizza il suolo di fondazione.

I coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche di resistenza eseguite sulle strutture di fondazione, sono riportate nella Relazione di Calcolo allegata.

Dalle verifiche eseguite su tutti gli elementi di fondazione risultano livelli di sicurezza accettabili e pertanto i lavori in oggetto si valutano realizzabili.

Per quanto sopra esposto, a seguito delle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte l'intervento in oggetto, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, si ritiene perfettamente compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale e che la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.

## **Verifiche geotecniche.**

### **Descrizione dell'opera e degli interventi.**

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle elaborazioni a carattere geotecnico eseguite per le opere di fondazione da realizzare nell'ambito dei lavori della struttura del portale d'ingresso Chiesa di San Bartolomeo in località Piazzolla del Comune di Paterno (PZ).

I risultati delle indagini effettuate, degli studi eseguiti e delle valutazioni geotecniche operate, parte integrante degli elaborati progettuali relativi ai lavori in oggetto, faranno riferimento per le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione ai dati riportati nella Relazione geologico-tecnica redatta dal dott. geol.

#### **TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE X:**

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

#### **TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE Y:**

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

#### **TIPOLOGIA FONDAZIONI:**

Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da platee di fondazione e da un reticolo di travi rovesce.

### **Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.**

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le tipologie di fondazione: travi rovesce, platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono sono state prima descritte.

|               |  |
|---------------|--|
| Asta          | : numerazione dell'asta;                   |
| Fili          | : fili fissi ai quali appartiene l'asta;   |
| Nodo Iniziale | : nodo iniziale dell'asta;                 |
| Nodo Finale   | : nodo finale dell'asta;                   |
| SEZIONE       | : sezione trasversale associata all'asta;  |
| L             | : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta; |
| Impalcato     | : impalcato di appartenenza dell'asta;     |
| KwN           | : modulo di Winkler normale;               |
| KwT           | : modulo di Winkler tangenziale;           |

| Asta | Fili | Nodo Iniziale | Nodo Finale | SEZIONE | L [cm] | Impalcato  | KwN [daN/cm³] | KwT [daN/cm³] |
|------|------|---------------|-------------|---------|--------|------------|---------------|---------------|
| 1    | 1, 2 | 55            | 29          | 3       | 62.50  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 2    | 1, 2 | 29            | 30          | 3       | 77.50  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 3    | 1, 2 | 30            | 31          | 3       | 77.50  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 4    | 1, 2 | 31            | 56          | 3       | 62.50  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 5    | 1, 3 | 57            | 32          | 3       | 60.00  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 6    | 1, 3 | 32            | 58          | 3       | 60.00  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 7    | 2, 4 | 59            | 33          | 3       | 60.00  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 8    | 2, 4 | 33            | 60          | 3       | 60.00  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 9    | 3, 5 | 61            | 62          | 3       | 63.37  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 10   | 4, 6 | 63            | 64          | 3       | 63.37  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 11   | 5, 6 | 65            | 97          | 3       | 80.76  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 12   | 5, 6 | 97            | 98          | 3       | 91.16  | fondazione | 5.00          | 2.50          |
| 13   | 5, 6 | 98            | 66          | 3       | 80.76  | fondazione | 5.00          | 2.50          |

### Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.

Platea : numero della platea;  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Spessore : spessore della Piastra;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

| Platea | Impalcato  | Fili         | Spessore [cm] | KwN [daN/cm³] | KwT [daN/cm³] |
|--------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1      | fondazione | 11, 12, 8, 7 | 30            | 5.00          | 2.50          |

### Problemi geotecnici e scelte tipologiche.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione compresi nel volume significativo, ovvero in quella parte di sottosuolo che viene influenzata direttamente o indirettamente dalle opere in oggetto, viene riportata in dettaglio nella relazione geologico-tecnica allegata.

Vengono di seguito indicati i parametri fondamentali per la valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e le scelte tipologiche adottate per il dimensionamento delle opere di fondazione, non avendo riscontrato altre particolari problematiche di tipo geotecnico.

Al fine d'identificare la categoria di sottosuolo, tramite la conoscenza dello spessore e natura dei diversi strati che compongono il terreno sottostante il piano di posa delle fondazioni, per il dimensionamento strutturale e geotecnico delle stesse sono state effettuate delle indagini in sito ubicate nell'area oggetto dell'intervento.

L'area in esame è sostanzialmente pianeggiante, caratterizzata da un fattore di amplificazione topografico pari a T1, pertanto non si osservano variazioni di quota della superficie topografica degne di valutazioni particolari.

### Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche.

Per definire la stratigrafia di progetto, dei terreni di sedime dei lavori in oggetto e per acquisire i parametri fisico-meccanici dei terreni in esame è stata condotta sull'area interessata dall'intervento di progetto una campagna di indagini.

Il programma delle indagini e delle prove con l'ubicazione delle stesse è stato definito a seguito di un attento sopralluogo dell'area in oggetto e risulta più ampiamente descritto nella relazione geologica allegata.

### Caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.

#### - Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;



Descrizione : descrizione dello strato;

| Filo | Colonna   | Strato                       | Descrizione   |
|------|-----------|------------------------------|---|
| 1    | Colonna 1 | terreno agrario              | Terreno agrario con tessitura argillosa e con rara presenza di scheletro.                       |
|      |           | Argilla e argilla con sabbia | Argilla ed argilla sabbiosa.  |
|      |           | Sabbie con ghiaie            | Sabbie con ghiaie con limi argillosi e limi sabbiosi in alternanza fra di loro fino a 30 metri. |

#### - Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Falda : Presenza della falda;  
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);  
 Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;  
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.  
 RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

| Filo | Colonna   | Impalcato  | Falda    | Prof. Falda [cm] | Spicc. Fond. [cm] | No. Strati | RQD |
|------|-----------|------------|----------|------------------|-------------------|------------|-----|
| 1    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 2    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 3    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 4    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 5    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 6    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 7    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 8    | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 11   | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |
| 12   | Colonna 1 | fondazione | Presente | 200.00           | -120.00           | 3          | -   |

#### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 E<sub>ed</sub> : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

| Colonna   | Strato            | Spess. [cm] | Peso [daN/m <sup>3</sup> ] | Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ] | NSPT | Qc [daN/cm <sup>2</sup> ] | $\phi$ [°] | C [daN/cm <sup>2</sup> ] | Cu [daN/cm <sup>2</sup> ] | E [daN/cm <sup>2</sup> ] | G [daN/cm <sup>2</sup> ] | $\nu_t$ | E <sub>ed</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ] | OC R |
|-----------|-------------------|-------------|----------------------------|---------------------------------|------|---------------------------|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|--|------|
| Colonna 1 | terreno agrario   | 100.0       | 1850.0                     | 850.0                           | 1    | -                         | 25.0       | 0.00                     | 0.09                      | 15.00                    | 93.00                    | 0.35    | 7.00                                   | 1.00 |
|           | Argilla e argilla | 620.0       | 2250.0                     | 1250.0                          | 14   | -                         | 27.0       | 0.09                     | 0.94                      | 140.00                   | 775.00                   | 0.33    | 64.00                                  | 1.00 |
|           | Sabbie con        | 3000.0      | 2220.0                     | 1220.0                          | 25   | -                         | 27.0       | 0.17                     | 1.70                      | 250.00                   | 1080.00                  | 0.32    | 115.00                                 | 1.00 |

|  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  | ghiaie |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

### **Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi.**

L'interazione terreno struttura viene modellata applicando il modello di Winkler, il quale caratterizza il sottosuolo con una relazione lineare fra il cedimento in un punto della superficie limite e la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi. Si assume cioè che:

$$p = k_v w$$

dove  $K_v$  è detta costante di sottofondo o coefficiente di reazione del terreno e  $w$  è l'abbassamento della trave di fondazione tale da comprimere il terreno sottostante.

Il valore di tale coefficiente  $k$  adottato nel lavoro in oggetto ( $k_v = 5.00 \text{ daN/cm}^3$ ), con riferimento ai dati geologico-geotecnici fornitici, è stato desunto da valori tabellati riportati in letteratura.

Tale modello viene esteso anche alla componente orizzontale dello spostamento, utilizzando un valore della costante orizzontale pari a  $k_o = 2.50 \text{ daN/cm}^3$ .

Le travi rovesce di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito di tipo BEAM vincolato attraverso delle molle traslazionali e rotazionali diffuse atte a simulare l'iterazione terreno-fondazione.

In pratica viene aggiunto alla matrice di rigidità elastica dell'asta il contributo delle molle ripartite sulle facce della fondazione. I valori di tali contributi sono calcolate computando i coefficienti funzione delle aree di contatto terreno-fondazione. Tutti i calcoli sono effettuati sulla base di cinematici unitari.

Questo elemento finito possiede 12 gradi di libertà in quanto i due nodi di estremità hanno 6 gradi di libertà ciascuno: 3 alla traslazione e 3 alla rotazione:

Le platee di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito che segue sempre la giacitura di un piano. L'elemento lastra-piastra, nel seguito denominato guscio, possiede nel sistema di riferimento locale come in quello globale 6 gradi di libertà per nodo. L'elemento è computato sovrapponendo il comportamento lastra o membrana, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (una coppia di spostamenti planari e un grado di libertà alla rotazione intorno ad un asse perpendicolare al piano medio), e il comportamento piastra, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (uno spostamento perpendicolare al piano medio e una coppia di rotazioni ortogonali aventi assi sostegno paralleli al piano medio).

La geometria dell'elemento finito SHELL può essere definita attraverso 3 o 4 nodi. La trattazione nei due casi è completamente diversa. L'elemento a 3 nodi viene usato per creare esclusivamente mesh di transizione nel caso di figure irregolari.

La formulazione dell'elemento è basata sulla teoria di Mindlin-Reissner in cui viene considerato anche il contributo della deformazione dovuta al taglio risolvendolo secondo la formulazione isoparametrica. Tutte le caratteristiche sono calcolate attraverso l'integrazione numerica ai punti di Gauss secondo la regola 2x2 ed estrapolate ai nodi.

Nel caso delle platee di fondazione, l'interazione viene modellata attraverso l'introduzione di molle distribuite sulla superficie dell'elemento che vengono automaticamente concentrate (rappresentative della propria area di influenza e calcolate attraverso l'integrazione di Gauss) e applicate ai nodi di estremità.

### **Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite.**

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio.

Le verifiche nei riguardi degli stati limite previsti dalla Normativa ed eseguite sono:

STR - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

GEO - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

EQU - perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

Verifiche STR: le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo allegata;

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.

Verifiche EQU: L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale. La verifica a ribaltamento consiste nel valutare l'eventuale perdita di equilibrio della struttura, considerata come corpo rigido, determinando il margine di sicurezza alla rotazione intorno ad un punto esterno della struttura.

#### Verifiche GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici.

#### TEORIA DI CALCOLO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.

Il calcolo è stato effettuato seguendo la teoria di Brinch Hansen, la quale tiene conto:

- della forma della fondazione;
- della profondità del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del carico sulla fondazione;
- dell'eccentricità del carico;
- dell'inclinazione del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del piano di campagna;
- dell'effetto inerziale nella fondazione;
- dell'effetto cinematico del sottosuolo;

Si riportano di seguito le formule considerate nelle varie colonne stratigrafiche assegnate ai fili fissi:

Il carico limite si ottiene dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = \gamma_2' \cdot dw / B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot g_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot z_{\gamma} \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma i} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + z_c (q + \gamma_1 \cdot D) \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q \cdot 0.5 \cdot B \cdot [\gamma_2' + (\gamma_2 - \gamma_2') \cdot \frac{B}{B_0}]$$

Dove:  $B' = B - 2 \cdot e_B$

$B$  è il lato minore della fondazione.

$e_B$  è l'eccentricità del carico lungo  $B$ .

$D$  è la profondità del piano di posa della fondazione.

$\gamma_1$  è il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione.

$\gamma_2$  è il peso del terreno sotto il piano di posa della fondazione.

$\gamma_2'$  è il peso del terreno immerso sotto il piano di posa.

$C$  è la coesione del terreno.

$q$  è il carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione.

$dw$  è la profondità della falda acquifera.

#### Fattori di portanza Travi di fondazione. SLU-SLV

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

| Fattori di carico limite |      |      |       |       |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |
|--------------------------|------|------|-------|-------|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|------------|
|                          |      |      | A1    |       |            |    |    |            | A2 |    |            |    |    |            |
|                          |      |      | Lt    |       |            | Bt |    |            | Lt |    |            | Bt |    |            |
| Campata                  | Asta | Fili | Nc    | Nq    | N $\gamma$ | Nc | Nq | N $\gamma$ | Nc | Nq | N $\gamma$ | Nc | Nq | N $\gamma$ |
| 13                       | 1    | 1-2  | 23.94 | 13.20 | 9.32       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |
| 14                       | 5    | 1-3  | 23.94 | 13.20 | 9.32       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |
| 15                       | 7    | 2-4  | 23.94 | 13.20 | 9.32       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |
| 16                       | 9    | 3-5  | 23.94 | 13.20 | 9.32       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |
| 17                       | 10   | 4-6  | 23.94 | 13.20 | 9.32       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |
| 18                       | 11   | 5-6  | 23.94 | 13.20 | 9.32       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |

| Fattori di forma |      |      |      |      |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |
|------------------|------|------|------|------|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|------------|
|                  |      |      | A1   |      |            |    |    |            | A2 |    |            |    |    |            |
|                  |      |      | Lt   |      |            | Bt |    |            | Lt |    |            | Bt |    |            |
| Campata          | Asta | Fili | Sc   | Sq   | S $\gamma$ | Sc | Sq | S $\gamma$ | Sc | Sq | S $\gamma$ | Sc | Sq | S $\gamma$ |
| 13               | 1    | 1-2  | 1.05 | 1.05 | 0.96       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |
| 14               | 5    | 1-3  | 1.11 | 1.10 | 0.92       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |
| 15               | 7    | 2-4  | 1.11 | 1.10 | 0.92       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |
| 16               | 9    | 3-5  | 1.20 | 1.18 | 0.86       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |

|    |    |     |      |      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|----|-----|------|------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | 10 | 4-6 | 1.20 | 1.18 | 0.86 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18 | 11 | 5-6 | 1.06 | 1.05 | 0.96 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| Fattori di profondità |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                       |      |      | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                       |      |      | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Campata               | Asta | Fili | Dc   | Dq   | Dγ   | Dc | Dq | Dγ | Dc | Dq | Dγ | Dc | Dq | Dγ |
| 13                    | 1    | 1-2  | 1.56 | 1.43 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 14                    | 5    | 1-3  | 1.56 | 1.43 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 15                    | 7    | 2-4  | 1.56 | 1.43 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 16                    | 9    | 3-5  | 1.56 | 1.43 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 17                    | 10   | 4-6  | 1.56 | 1.43 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 18                    | 11   | 5-6  | 1.56 | 1.43 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione del piano di posa |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|   |      |      | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|   |      |      | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Campata                                   | Asta | Fili | Bc   | Bq   | Bγ   | Bc | Bq | Bγ | Bc | Bq | Bγ | Bc | Bq | Bγ |
| 13  | 1    | 1-2  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 14  | 5    | 1-3  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 15  | 7    | 2-4  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 16  | 9    | 3-5  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 17  | 10   | 4-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 18  | 11   | 5-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione del piano campagna |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  |      |      | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|  |      |      | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Campata                                    | Asta | Fili | Gc   | Gq   | Gγ   | Gc | Gq | Gγ | Gc | Gq | Gγ | Gc | Gq | Gγ |
| 13   | 1    | 1-2  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 14   | 5    | 1-3  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 15   | 7    | 2-4  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 16   | 9    | 3-5  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 17   | 10   | 4-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 18   | 11   | 5-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione dei carichi |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                     |      |      | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                                     |      |      | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Campata                             | Asta | Fili | Ic   | Iq   | Iγ   | Ic | Iq | Iγ | Ic | Iq | Iγ | Ic | Iq | Iγ |
| 13                                  | 1    | 1-2  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 14                                  | 5    | 1-3  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 15                                  | 7    | 2-4  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 16                                  | 9    | 3-5  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 17                                  | 10   | 4-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 18                                  | 11   | 5-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker) |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  |      |      | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|  |      |      | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Campata  | Asta | Fili | Zc   | Zq   | Zγ   | Zc | Zq | Zγ | Zc | Zq | Zγ | Zc | Zq | Zγ |
| 13   | 1    | 1-2  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 14   | 5    | 1-3  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 15   | 7    | 2-4  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 16   | 9    | 3-5  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 17   | 10   | 4-6  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 18   | 11   | 5-6  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone) |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |  |
|---|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
|   |      |      | A1   |      |     |     | A2  |     |     |     |  |
|   |      |      | Lt   |      |     |     |     |     |     |     |  |
| Campata   | Asta | Fili | eyk  | eyi  | eyk | eyi | eyk | eyi | eyk | eyi |  |
| 13  | 1    | 1-2  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   |  |
| 14  | 5    | 1-3  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   |  |
| 15  | 7    | 2-4  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   |  |
| 16  | 9    | 3-5  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   |  |

|    |    |     |      |      |   |   |   |   |   |   |
|----|----|-----|------|------|---|---|---|---|---|---|
| 17 | 10 | 4-6 | 0.68 | 0.32 | - | - | - | - | - | - |
| 18 | 11 | 5-6 | 0.68 | 0.32 | - | - | - | - | - | - |

### Fattori di portanza Travi di fondazione. SLD

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

| Fattori di carico limite |      |      |       |       |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |
|--------------------------|------|------|-------|-------|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|
|                          |      |      | A1    |       |                |    |    |                | A2 |    |                |    |    |                |
|                          |      |      | Lt    |       |                | Bt |    |                | Lt |    |                | Bt |    |                |
| Campata                  | Asta | Fili | Nc    | Nq    | N <sub>γ</sub> | Nc | Nq | N <sub>γ</sub> | Nc | Nq | N <sub>γ</sub> | Nc | Nq | N <sub>γ</sub> |
| 13                       | 1    | 1-2  | 23.94 | 13.20 | 9.32           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 14                       | 5    | 1-3  | 23.94 | 13.20 | 9.32           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 15                       | 7    | 2-4  | 23.94 | 13.20 | 9.32           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 16                       | 9    | 3-5  | 23.94 | 13.20 | 9.32           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 17                       | 10   | 4-6  | 23.94 | 13.20 | 9.32           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 18                       | 11   | 5-6  | 23.94 | 13.20 | 9.32           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |

| Fattori di forma |      |      |      |      |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |
|------------------|------|------|------|------|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|
|                  |      |      | A1   |      |                |    |    |                | A2 |    |                |    |    |                |
|                  |      |      | Lt   |      |                | Bt |    |                | Lt |    |                | Bt |    |                |
| Campata          | Asta | Fili | Sc   | Sq   | S <sub>γ</sub> | Sc | Sq | S <sub>γ</sub> | Sc | Sq | S <sub>γ</sub> | Sc | Sq | S <sub>γ</sub> |
| 13               | 1    | 1-2  | 1.05 | 1.05 | 0.96           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 14               | 5    | 1-3  | 1.11 | 1.10 | 0.92           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 15               | 7    | 2-4  | 1.11 | 1.10 | 0.92           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 16               | 9    | 3-5  | 1.20 | 1.19 | 0.85           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 17               | 10   | 4-6  | 1.20 | 1.19 | 0.85           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 18               | 11   | 5-6  | 1.06 | 1.05 | 0.96           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |

| Fattori di profondità |      |      |      |      |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |
|-----------------------|------|------|------|------|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|
|                       |      |      | A1   |      |                |    |    |                | A2 |    |                |    |    |                |
|                       |      |      | Lt   |      |                | Bt |    |                | Lt |    |                | Bt |    |                |
| Campata               | Asta | Fili | Dc   | Dq   | D <sub>γ</sub> | Dc | Dq | D <sub>γ</sub> | Dc | Dq | D <sub>γ</sub> | Dc | Dq | D <sub>γ</sub> |
| 13                    | 1    | 1-2  | 1.56 | 1.42 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 14                    | 5    | 1-3  | 1.56 | 1.43 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 15                    | 7    | 2-4  | 1.56 | 1.43 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 16                    | 9    | 3-5  | 1.56 | 1.43 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 17                    | 10   | 4-6  | 1.56 | 1.43 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 18                    | 11   | 5-6  | 1.56 | 1.43 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |

| Fattori di inclinazione del piano di posa |      |      |      |      |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |
|---|------|------|------|------|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|
|   |      |      | A1   |      |                |    |    |                | A2 |    |                |    |    |                |
|   |      |      | Lt   |      |                | Bt |    |                | Lt |    |                | Bt |    |                |
| Campata                                   | Asta | Fili | Bc   | Bq   | B <sub>γ</sub> | Bc | Bq | B <sub>γ</sub> | Bc | Bq | B <sub>γ</sub> | Bc | Bq | B <sub>γ</sub> |
| 13  | 1    | 1-2  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 14  | 5    | 1-3  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 15  | 7    | 2-4  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 16  | 9    | 3-5  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 17  | 10   | 4-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 18  | 11   | 5-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |

| Fattori di inclinazione del piano campagna |      |      |      |      |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |
|--|------|------|------|------|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|
|  |      |      | A1   |      |                |    |    |                | A2 |    |                |    |    |                |
|  |      |      | Lt   |      |                | Bt |    |                | Lt |    |                | Bt |    |                |
| Campata                                    | Asta | Fili | Gc   | Gq   | G <sub>γ</sub> | Gc | Gq | G <sub>γ</sub> | Gc | Gq | G <sub>γ</sub> | Gc | Gq | G <sub>γ</sub> |
| 13   | 1    | 1-2  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 14   | 5    | 1-3  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 15   | 7    | 2-4  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 16   | 9    | 3-5  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 17   | 10   | 4-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |
| 18   | 11   | 5-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00           | -  | -  | -              | -  | -  | -              | -  | -  | -              |

| Fattori di inclinazione dei carichi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

|         |      |      | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|---------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|         |      |      | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Campata | Asta | Fili | Ic   | Iq   | Iy   | Ic | Iq | Iy | Ic | Iq | Iy | Ic | Iq | Iy |
| 13      | 1    | 1-2  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 14      | 5    | 1-3  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 15      | 7    | 2-4  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 16      | 9    | 3-5  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 17      | 10   | 4-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 18      | 11   | 5-6  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker) |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  |      |      | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|  |      |      | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Campata  | Asta | Fili | Zc   | Zq   | Zy   | Zc | Zq | Zy | Zc | Zq | Zy | Zc | Zq | Zy |
| 13   | 1    | 1-2  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 14   | 5    | 1-3  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 15   | 7    | 2-4  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 16   | 9    | 3-5  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 17   | 10   | 4-6  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 18   | 11   | 5-6  | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone) |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |   |
|---|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
|   |      |      | A1   |      |     |     | A2  |     |     |     |   |
|   |      |      | Lt   |      |     |     |     |     |     |     |   |
| Campata   | Asta | Fili | eyk  | eyi  | eyk | eyi | eyk | eyi | eyk | eyi |   |
| 13  | 1    | 1-2  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | - |
| 14  | 5    | 1-3  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | - |
| 15  | 7    | 2-4  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | - |
| 16  | 9    | 3-5  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | - |
| 17  | 10   | 4-6  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | - |
| 18  | 11   | 5-6  | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | - |

#### Fattori di portanza Platee. SLU-SLV

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;  
 A1 : verifica della combinazione di carico A1;  
 Lt : verifica a lungo termine.

| Fattori di carico limite |              |       |       |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------|--------------|-------|-------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                          |              | A1    |       |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                          |              | Lt    |       |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                   | Fili         | Nc    | Nq    | Ny   | Nc | Nq | Ny | Nc | Nq | Ny | Nc | Nq | Ny |
| 1                        | 11, 12, 8, 7 | 23.94 | 13.20 | 9.32 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di forma |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                  |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                  |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea           | Fili         | Sc   | Sq   | Sy   | Sc | Sq | Sy | Sc | Sq | Sy | Sc | Sq | Sy |
| 1                | 11, 12, 8, 7 | 1.36 | 1.33 | 0.74 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di profondità |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                       |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                       |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                | Fili         | Dc   | Dq   | Dy   | Dc | Dq | Dy | Dc | Dq | Dy | Dc | Dq | Dy |
| 1                     | 11, 12, 8, 7 | 1.20 | 1.15 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione del piano di posa |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|   |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|   |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                                    | Fili         | Bc   | Bq   | By   | Bc | Bq | By | Bc | Bq | By | Bc | Bq | By |
| 1   | 11, 12, 8, 7 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione del piano campagna |  |    |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |
|--|--|----|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|
|  |  | A1 |  |  |  |  |  | A2 |  |  |  |  |  |

|        |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
|--------|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Platea | Fili         | Gc   | Gq   | Gγ   | Gc | Gq | Gγ | Gc | Gq | Gγ | Gc | Gq | Gγ |
| 1      | 11, 12, 8, 7 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione dei carichi |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                     |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                                     |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                              | Fili         | Ic   | Iq   | Iγ   | Ic | Iq | Iγ | Ic | Iq | Iγ | Ic | Iq | Iγ |
| 1                                   | 11, 12, 8, 7 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker) |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|  |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea   | Fili         | Zc   | Zq   | Zγ   | Zc | Zq | Zγ | Zc | Zq | Zγ | Zc | Zq | Zγ |
| 1  | 11, 12, 8, 7 | 0.97 | 0.94 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone) |              |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|--------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   |              | A1   |      |     |     | A2  |     |     |     |     |     |
|   |              | Lt   |      | Bt  |     | Lt  |     | Bt  |     |     |     |
| Platea  | Fili         | eyk  | eyi  | eyk | eyi | eyk | eyi | eyk | eyi | eyk | eyi |
| 1   | 11, 12, 8, 7 | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |

### Fattori di portanza Platee. SLD

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;  
 A1 : verifica della combinazione di carico A1;  
 Lt : verifica a lungo termine.

| Fattori di carico limite |              |       |       |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------|--------------|-------|-------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                          |              | A1    |       |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                          |              | Lt    |       |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                   | Fili         | Nc    | Nq    | Nγ   | Nc | Nq | Nγ | Nc | Nq | Nγ | Nc | Nq | Nγ |
| 1                        | 11, 12, 8, 7 | 23.94 | 13.20 | 9.32 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di forma |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                  |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                  |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea           | Fili         | Sc   | Sq   | Sγ   | Sc | Sq | Sγ | Sc | Sq | Sγ | Sc | Sq | Sγ |
| 1                | 11, 12, 8, 7 | 1.36 | 1.33 | 0.74 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di profondità |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                       |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                       |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                | Fili         | Dc   | Dq   | Dγ   | Dc | Dq | Dγ | Dc | Dq | Dγ | Dc | Dq | Dγ |
| 1                     | 11, 12, 8, 7 | 1.20 | 1.15 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione del piano di posa |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|   |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|   |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                                    | Fili         | Bc   | Bq   | Bγ   | Bc | Bq | Bγ | Bc | Bq | Bγ | Bc | Bq | Bγ |
| 1   | 11, 12, 8, 7 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione del piano campagna |              |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|--------------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|  |              | A1   |      |      |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|  |              | Lt   |      |      | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                                     | Fili         | Gc   | Gq   | Gγ   | Gc | Gq | Gγ | Gc | Gq | Gγ | Gc | Gq | Gγ |
| 1  | 11, 12, 8, 7 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Fattori di inclinazione dei carichi |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                     |      | A1 |    |    |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|                                     |      | Lt |    |    | Bt |    |    | Lt |    |    | Bt |    |    |
| Platea                              | Fili | Ic | Iq | Iγ | Ic | Iq | Iγ | Ic | Iq | Iγ | Ic | Iq | Iγ |

|   |              |      |      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|--------------|------|------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11, 12, 8, 7 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
|---|--------------|------|------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker) |              |      |      |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |
|--|--------------|------|------|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|------------|
|  |              | A1   |      |            |    |    |            | A2 |    |            |    |    |            |
|  |              | Lt   |      |            | Bt |    |            | Lt |    |            | Bt |    |            |
| Platea   | Fili         | Zc   | Zq   | Z $\gamma$ | Zc | Zq | Z $\gamma$ | Zc | Zq | Z $\gamma$ | Zc | Zq | Z $\gamma$ |
| 1  | 11, 12, 8, 7 | 0.97 | 0.94 | 1.00       | -  | -  | -          | -  | -  | -          | -  | -  | -          |

| Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone) |              |      |      |     |     |     |     |     |     |
|---|--------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   |              | A1   |      |     |     | A2  |     |     |     |
|   |              | Lt   |      | Bt  |     | Lt  |     | Bt  |     |
| Platea  | Fili         | eyk  | eyi  | eyk | eyi | eyk | eyi | eyk | eyi |
| 1   | 11, 12, 8, 7 | 0.68 | 0.32 | -   | -   | -   | -   | -   | -   |

### VERIFICA CAPACITA' PORTANTE.

La verifica del sistema di fondazione relativo alla struttura in oggetto, è stata effettuata sulla base dei dati geologici e dei parametri geotecnici forniti, seguendo l'approccio di progetto relativo alla normativa di riferimento:

- (punti 6.4.2.1 delle N.T.C. e 6.4.3 per fondazioni su pali)

A1 + M1 + R3

dove:

- Coefficienti parziali per le azioni

| CARICHI                    | COEFFICIENTE PARZIALE | Comb. A1 |
|----------------------------|-----------------------|----------|
| PERMANENTI                 | $\gamma_{G1ns}$       | 1.3      |
| PERMANENTI NON STRUTTURALI | $\gamma_{G2ns}$       | 1.5      |
| VARIABILI                  | $\gamma_{Qi}$         | 1.5      |

- Coefficienti per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO                        | GRANDEZZA ALLA QUALE APPL. IL COEFF. PARZIALE | Comb. M1 |
|----------------------------------|---|----------|
| Tangente dell'angolo di attrito  | $\tan\phi$                                    | 1.0      |
| Coesione drenata del terreno     | C   | 1.0      |
| Coesione non drenata del terreno | Cu  | 1.0      |
| Peso dell'unità di volume        | $\gamma$                                      | 1.0      |

- Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati ultimi di fondazioni superficiali

| VERIFICA          | COEFFICIENTE PARZIALE R3 |
|-------------------|--------------------------|
| Capacità portante | $\gamma_R = 2.3$         |

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle.



### Travi di fondazione. SLU-SLV

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 - Bt : verifica della combinazione di carico A1 a breve termine;

A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;

B : larghezza piano di appoggio;

D : profondità del piano di posa;

X : ascissa di verifica;

qlimd : carico limite di calcolo;

$\sigma_t$  : tensione di calcolo;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

|         |      |      | Combinazione A1 - Lt |        |        |                                 |                                      |       |       |
|---------|------|------|----------------------|--------|--------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|
| Campata | Asta | Fili | B [cm]               | D [cm] | X [cm] | qlimd<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_t$<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | S     | Esito |
| 13      | 1    | 1-2  | 30.00                | 170.00 | 0.00   | 5.99                            | 0.55                                 | 10.89 | V     |
| 14      | 5    | 1-3  | 30.00                | 170.00 | 0.00   | 6.29                            | 0.53                                 | 11.87 | V     |
| 15      | 7    | 2-4  | 30.00                | 170.00 | 0.00   | 6.29                            | 0.53                                 | 11.87 | V     |
| 16      | 9    | 3-5  | 30.00                | 170.00 | 78.73  | 6.78                            | 0.53                                 | 12.79 | V     |
| 17      | 10   | 4-6  | 30.00                | 170.00 | 78.73  | 6.78                            | 0.53                                 | 12.79 | V     |
| 18      | 11   | 5-6  | 30.00                | 170.00 | 0.00   | 6.03                            | 0.53                                 | 11.38 | V     |

### Travi di fondazione. SLD

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 - Bt : verifica della combinazione di carico A1 a breve termine;

A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;

B : larghezza piano di appoggio;

D : profondità del piano di posa;

X : ascissa di verifica;

qlimd : carico limite di calcolo;

$\sigma_t$  : tensione di calcolo;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

|         |      |      | Combinazione A1 - Lt |        |        |                                 |                                      |       |       |
|---------|------|------|----------------------|--------|--------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|
| Campata | Asta | Fili | B [cm]               | D [cm] | X [cm] | qlimd<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_t$<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | S     | Esito |
| 13      | 1    | 1-2  | 30.00                | 170.00 | 0.00   | 5.99                            | 0.50                                 | 11.98 | V     |
| 14      | 5    | 1-3  | 30.00                | 170.00 | 0.00   | 6.29                            | 0.48                                 | 13.10 | V     |
| 15      | 7    | 2-4  | 30.00                | 170.00 | 0.00   | 6.29                            | 0.48                                 | 13.10 | V     |
| 16      | 9    | 3-5  | 30.00                | 170.00 | 78.73  | 6.80                            | 0.48                                 | 14.17 | V     |
| 17      | 10   | 4-6  | 30.00                | 170.00 | 78.73  | 6.80                            | 0.48                                 | 14.17 | V     |
| 18      | 11   | 5-6  | 30.00                | 170.00 | 0.00   | 6.03                            | 0.49                                 | 12.31 | V     |

### Platee. SLU-SLV

Platea : numero della platea;

Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;

A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;

D : profondità del piano di posa;

qlimd : carico limite di calcolo;

$\sigma_t$  : tensione di calcolo;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

|        |              | Combinazione A1 - Lt |                                 |                                      |       |       |
|--------|--------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|
| Platea | Fili         | D [cm]               | qlimd<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_t$<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | S     | Esito |
| 1      | 11, 12, 8, 7 | 150.00               | 23.72                           | 0.69                                 | 34.38 | V     |

**Platee. SLD**

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
 D : profondità del piano di posa;  
 qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

| Platea | Fili         | Combinazione A1 - Lt |                                 |                                      |       |       |
|--------|--------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|
|        |              | D [cm]               | qlimd<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_t$<br>[daN/cm <sup>2</sup> ] | S     | Esito |
| 1      | 11, 12, 8, 7 | 150.00               | 23.72                           | 0.61                                 | 38.89 | V     |

**VERIFICA A SCORRIMENTO.****TEORIA DI CALCOLO**

La verifica allo scorrimento sul piano di posa delle fondazione della struttura in oggetto consiste nell'imporre l'equilibrio alla traslazione orizzontale tra tutte le forze instabilizzanti e resistenti che intervengono nel problema.

La verifica risulta soddisfatta se le azioni stabilizzanti garantiscono un margine di sicurezza maggiore o uguale al coefficiente parziale  $\gamma_R$  pari ad 1.1.

La verifica a scorrimento è stata effettuata sulla base delle azioni di calcolo agenti sulla struttura considerando il sisma agente rispettivamente lungo due direzioni ortogonali. Considerando inoltre i dati geometrici delle strutture di fondazione, i dati geologici ed i parametri geotecnici, seguendo le indicazioni della normativa di riferimento (punti 6.4.2.1 e 7.11.5.3.1 delle N.T.C.) si valutano le azioni resistenti allo scorrimento.

Si definisce  $V_d$  la risultante delle forze agenti e  $R_d$  la risultante delle forze resistenti, entrambi agenti in direzione parallela al piano di posa. Il valore di calcolo di  $R_d$  è ottenuto dalla relazione:

$$R_d = N \cdot \tan(\delta) + \text{Aderenza} \cdot \text{Area di base} + \%Sp \cdot Sp$$

dove:

N = risultante delle azioni normali al piano di posa;  
 $\delta$  = angolo di attrito tra l'intradosso delle fondazioni ed il piano di posa delle stesse;  
 Aderenza = adesione tra fondazione-terreno su tutta l'area di base;  
 Area di base = area di base di tutte le fondazioni superficiali;  
 %Sp = percentuale di spinta passiva considerata pari a 50%;  
 sp = spinta passiva discorde al sisma considerato;

Dati:

- Parametri

| PARAMETRO  | VALORE ASSUNTO PER IL PARAMETRO |
|--|---------------------------------|
| Angolo di attrito $\delta$ [°]                       | 24.00                           |
| Adesione drenata $A_d$ [daN/cm <sup>2</sup> ]        | 0.01                            |
| Adesione non drenata $A_{nd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ] | 0.10                            |

- Coefficienti parziali  $\gamma_i$  dei carichi verticali

| $\gamma_i$    | VALORE ASSUNTO $\gamma_i$ |
|---------------|---------------------------|
| $\gamma_{G1}$ | 0.90                      |
| $\gamma_{G2}$ | 0.80                      |
| $\gamma_Q$    | 1.50                      |

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle

- VERIFICA A SCORRIMENTO

| Direzione | Vd [KN] | Area Totale [m²] | N [KN] | Sp [KN] | Aderenza [daN/cm²] | Attrito [°] | Rd [KN] | S    | Esito |
|-----------|---------|------------------|--------|---------|--------------------|-------------|---------|------|-------|
| Sisma X+  | 130.96  | 16.50            | 517.20 | 0.00    | 0.01               | 24.00       | 246.77  | 1.88 | V     |
| Sisma X-  | 130.96  | 16.50            | 517.20 | 0.00    | 0.01               | 24.00       | 246.77  | 1.88 | V     |
| Sisma Y+  | 139.65  | 16.50            | 517.20 | 0.00    | 0.01               | 24.00       | 246.77  | 1.77 | V     |
| Sisma Y-  | 139.65  | 16.50            | 517.20 | 0.00    | 0.01               | 24.00       | 246.77  | 1.77 | V     |

- VERIFICA A SCORRIMENTO A BREVE TERMINE

| Direzione | Vd [KN] | Area Totale [m²] | N [KN] | Sp [KN] | Aderenza [daN/cm²] | Attrito [°] | Rd [KN] | S    | Esito |
|-----------|---------|------------------|--------|---------|--------------------|-------------|---------|------|-------|
| Sisma X+  | 130.96  | 16.50            | 517.20 | 0.00    | 0.10               | 0.00        | 164.98  | 1.26 | V     |
| Sisma X-  | 130.96  | 16.50            | 517.20 | 0.00    | 0.10               | 0.00        | 164.98  | 1.26 | V     |
| Sisma Y+  | 139.65  | 16.50            | 517.20 | 0.00    | 0.10               | 0.00        | 164.98  | 1.18 | V     |
| Sisma Y-  | 139.65  | 16.50            | 517.20 | 0.00    | 0.10               | 0.00        | 164.98  | 1.18 | V     |

**EQU - VERIFICA A RIBALTAMENTO.**

*TEORIA DI CALCOLO*

La verifica a ribaltamento consiste nel valutare lo stato limite di equilibrio come corpo rigido della struttura determinando il margine di sicurezza alla rotazione intorno ad un punto esterno della struttura.

La verifica risulta soddisfatta se le azioni stabilizzanti rispetto a quelle ribaltanti garantiscono un margine di sicurezza maggiore o uguale al coefficiente parziale  $\gamma_R$  pari ad 1.0 dato del rapporto tra (MStab/ $\gamma_R$ ) e MRib.

La verifica a ribaltamento è stata effettuata sulla base delle azioni di calcolo agenti sulla struttura considerando il sisma agente rispettivamente lungo due direzioni ortogonali, seguendo le indicazioni della normativa di riferimento (punto 2.6.1 delle N.T.C.).

Il momento ribaltante totale MRib è definito come:

$$MRib = Vd \cdot bra.Vd + Sa \cdot bra.Sa$$

dove:

- Vd = risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione parallela al piano di posa;
- bra.Vd = braccio della risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione parallela al piano di posa;
- Sa = risultante delle spinte attive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;
- bra.Sa = braccio risultante delle spinte attive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;

Il momento stabilizzante totale MStab è definito come:

$$MStab = N \cdot bra.N + \%SpPass \cdot Sp \cdot bra.Sp$$

dove:

- N = risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione normale al piano di posa;
- bra.N = braccio della risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione normale al piano di posa;
- %SpPass = percentuale della spinta passiva considerata nei contributi delle azioni stabilizzanti pari a 50%;
- sp = risultante delle spinte passive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;
- bra.Sp = braccio risultante delle spinte passive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;

Dati:

- Coefficienti parziali  $\gamma_i$  dei carichi verticali

| $\gamma_i$    | VALORE ASSUNTO $\gamma_i$ |
|---------------|---------------------------|
| $\gamma_{G1}$ | 0.90                      |
| $\gamma_{G2}$ | 0.80                      |
| $\gamma_Q$    | 1.50                      |

- Punti di rotazione

| Direzione | Ascissa punto di rotazione [cm] | Quota [cm] |
|-----------|---------------------------------|------------|
| Sisma X+  | 450.00                          | 30.00      |
| Sisma X-  | 450.00                          | 30.00      |
| Sisma Y+  | 365.00                          | 30.00      |
| Sisma Y-  | 365.00                          | 30.00      |

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle

#### VERIFICA A RIBALTAMENTO

| Direzione | N [kN] | Bra.N [m] | Vd [kN] | Bra.Vd [m] | Sp [kN] | Bra.Sp [m] | Sa [kN] | Bra.Sa [m] | MRib [kNm] | MStab [kNm] | S    | Esito |
|-----------|--------|-----------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|------------|-------------|------|-------|
| Sisma X+  | 517.20 | 2.80      | 130.96  | 1.17       | 0.00    | 0.30       | 0.00    | 0.30       | 152.85     | 1448.16     | 9.47 | V     |
| Sisma X-  | 517.20 | 2.80      | 130.96  | 1.17       | 0.00    | 0.30       | 0.00    | 0.30       | 152.85     | 1448.16     | 9.47 | V     |
| Sisma Y+  | 517.20 | 2.19      | 139.65  | 1.17       | 0.00    | 0.30       | 0.00    | 0.30       | 163.00     | 1131.70     | 6.94 | V     |
| Sisma Y-  | 517.20 | 2.19      | 139.65  | 1.17       | 0.00    | 0.30       | 0.00    | 0.30       | 163.00     | 1131.70     | 6.94 | V     |

#### Verifiche allo Stato Limite di Danno per le fondazioni superficiali (7.11.5.3.1 delle N.T.C.).

Per l'analisi della sicurezza del complesso fondazione-terreno verranno condotte le verifiche nei confronti dello stato limite di danno.

In particolare, saranno valutati gli spostamenti permanenti indotti dal sisma, verificando che essi siano accettabili per la fondazione e siano compatibili con la funzionalità SLD dell'intera opera in oggetto.

Per determinare gli spostamenti permanenti post-sisma nel terreno si effettua un'analisi del sistema fondazione-terreno modellando il terreno con un sistema di molle con legame costitutivo Pressione-Spostamento di tipo iperbolico mediante la seguente relazione:

$$P(u) = \frac{u}{\frac{1}{E_s} + \frac{u}{P_u}}$$

dove:

P(u) = pressione di contatto;

u = cedimento del terreno;

E<sub>s</sub> = rigidità tangente all'origine del terreno di fondazione valutato come u<sub>e</sub>/p ovvero rapporto tra il cedimento elastico istantaneo e la pressione di contatto che lo provoca;

P<sub>u</sub> = pressione ultima valutata per i valori caratteristici del terreno di fondazione;

Lo spostamento permanente U<sub>residuo</sub> sarà quindi valutato dallo spostamento complessivo U<sub>sld</sub> depurato della parte reversibile elastica:

$$U_{residuo} = U_{sld} - \frac{P_{sld}}{E_s}$$

#### Travi di fondazione.

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

P<sub>sld</sub> : pressione di contatto SLD;

P<sub>lim</sub> : pressione ultima del terreno di fondazione;

U<sub>sld</sub> : cedimento sld del terreno;

U<sub>sld\_res</sub>: cedimento residuo sld del terreno;

U<sub>lim.</sub> : cedimento residuo limite;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

| Campata | Asta | Fili | P <sub>sld</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ] | P <sub>lim</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ] | U <sub>sld</sub> [mm] | U <sub>sld_res</sub> [mm] | U <sub>lim.</sub> [mm] | S       | Esito |
|---------|------|------|---|---|-----------------------|---------------------------|------------------------|---------|-------|
| 13      | 1    | 1-2  | 0.50                                    | 13.78                                   | 1.036                 | 0.038                     | 50.000                 | 1332.47 | V     |
| 14      | 5    | 1-3  | 0.48                                    | 14.47                                   | 1.001                 | 0.033                     | 50.000                 | 1493.74 | V     |
| 15      | 7    | 2-4  | 0.48                                    | 14.47                                   | 1.002                 | 0.034                     | 50.000                 | 1492.02 | V     |
| 16      | 9    | 3-5  | 0.48                                    | 15.64                                   | 0.995                 | 0.031                     | 50.000                 | 1629.62 | V     |
| 17      | 10   | 4-6  | 0.48                                    | 15.64                                   | 0.995                 | 0.031                     | 50.000                 | 1629.90 | V     |
| 18      | 11   | 5-6  | 0.49                                    | 13.87                                   | 1.008                 | 0.035                     | 50.000                 | 1415.21 | V     |

#### Platee.

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 Psld : pressione di contatto SLD;  
 Plim : pressione ultima del terreno di fondazione;  
 Usld : cedimento sld del terreno;  
 Usld\_res: cedimento residuo sld del terreno;  
 ULim : cedimento residuo limite;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

| Platea | Fili         | Psld<br>[daN/cm²] | Plim<br>[daN/cm²] | Usld [mm] | Usld_res<br>[mm] | ULim. [mm] | S       | Esito |
|--------|--------------|-------------------|-------------------|-----------|------------------|------------|---------|-------|
| 1      | 11, 12, 8, 7 | 0.61              | 54.56             | 1.236     | 0.014            | 50.000     | 3613.24 | V     |

Dall'analisi delle tabelle relative alle verifiche dei cedimenti SLD per le fondazioni superficiali si evince che i cedimenti permanenti massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto e sensibilmente inferiori ai valori assunti come ammissibili per la letteratura tecnica.

### Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 delle N.T.C.) investigati, si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti differenziali che possono compromettere la funzionalità dell'opera. Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito per la combinazione di esercizio Rara, frequente, quasi permanente

### Travi di fondazione.

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;  
 Asta : numerazione interna dell'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;  
 Comb. : tipo inviluppo;  
 Dist. : distanza tra i punti di massimo cedimento differenziale;  
 Istant. : cedimento istantaneo;  
 Consol. : cedimento di consolidamento;  
 Tot. : cedimento totale;  
 Diff. : cedimento differenziale;  
 Lim. : cedimento limite (4‰ x Dist.);  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

| Campa<br>ta | As<br>ta | Fili | Comb.    | Dist.<br>[cm] | Max             |                 |              | Min             |                 |              | Diff.<br>[cm] | Lim.<br>[cm] | S       | Esito |
|-------------|----------|------|----------|---------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|---------|-------|
|             |          |      |          |               | Istant.<br>[cm] | Consol.<br>[cm] | Tot.<br>[cm] | Istant.<br>[cm] | Consol.<br>[cm] | Tot.<br>[cm] |               |              |         |       |
| 13          | 1        | 1-2  | Caratt.  | 280.0         | -0.0675         | -1.0521         | -1.1197      | -0.0675         | -1.0520         | -1.1195      | 0.0002        | 1.1200       | 5756.89 | V     |
|             |          |      | Freq.    | 280.0         | -0.0615         | -1.0403         | -1.1019      | -0.0615         | -1.0402         | -1.1017      | 0.0002        | 1.1200       | 6124.67 | V     |
|             |          |      | Q. Perm. | 280.0         | -0.0591         | -1.0356         | -1.0948      | -0.0591         | -1.0355         | -1.0946      | 0.0002        | 1.1200       | 6284.44 | V     |
| 14          | 5        | 1-3  | Caratt.  | 120.0         | -0.0695         | -1.0430         | -1.1125      | -0.0682         | -1.0407         | -1.1089      | 0.0036        | 0.4800       | 133.43  | V     |
|             |          |      | Freq.    | 120.0         | -0.0622         | -1.0300         | -1.0921      | -0.0620         | -1.0296         | -1.0915      | 0.0006        | 0.4800       | 750.80  | V     |
|             |          |      | Q. Perm. | 120.0         | -0.0595         | -1.0251         | -1.0846      | -0.0591         | -1.0245         | -1.0835      | 0.0010        | 0.4800       | 462.50  | V     |
| 15          | 7        | 2-4  | Caratt.  | 120.0         | -0.0692         | -1.0425         | -1.1117      | -0.0681         | -1.0405         | -1.1087      | 0.0030        | 0.4800       | 160.57  | V     |
|             |          |      | Freq.    | 120.0         | -0.0621         | -1.0299         | -1.0920      | -0.0619         | -1.0294         | -1.0913      | 0.0007        | 0.4800       | 641.68  | V     |
|             |          |      | Q. Perm. | 120.0         | -0.0594         | -1.0250         | -1.0844      | -0.0591         | -1.0244         | -1.0835      | 0.0009        | 0.4800       | 519.15  | V     |
| 16          | 9        | 3-5  | Caratt.  | 63.4          | -0.0746         | -1.0295         | -1.1041      | -0.0711         | -1.0244         | -1.0955      | 0.0087        | 0.2535       | 29.24   | V     |
|             |          |      | Freq.    | 63.4          | -0.0651         | -1.0155         | -1.0806      | -0.0632         | -1.0127         | -1.0760      | 0.0046        | 0.2535       | 55.07   | V     |
|             |          |      | Q. Perm. | 63.4          | -0.0612         | -1.0098         | -1.0710      | -0.0599         | -1.0078         | -1.0677      | 0.0033        | 0.2535       | 76.67   | V     |
| 17          | 10       | 4-6  | Caratt.  | 63.4          | -0.0748         | -1.0298         | -1.1045      | -0.0710         | -1.0242         | -1.0952      | 0.0093        | 0.2535       | 27.20   | V     |
|             |          |      | Freq.    | 63.4          | -0.0652         | -1.0157         | -1.0809      | -0.0632         | -1.0127         | -1.0759      | 0.0050        | 0.2535       | 50.67   | V     |
|             |          |      | Q. Perm. | 63.4          | -0.0614         | -1.0100         | -1.0713      | -0.0599         | -1.0078         | -1.0677      | 0.0037        | 0.2535       | 68.90   | V     |
| 18          | 11       | 5-6  | Caratt.  | 252.7         | -0.0739         | -1.0632         | -1.1372      | -0.0737         | -1.0628         | -1.1365      | 0.0006        | 1.0107       | 1579.46 | V     |
|             |          |      | Freq.    | 252.7         | -0.0645         | -1.0448         | -1.1093      | -0.0643         | -1.0444         | -1.1087      | 0.0006        | 1.0107       | 1777.84 | V     |
|             |          |      | Q. Perm. | 252.7         | -0.0606         | -1.0373         | -1.0979      | -0.0604         | -1.0369         | -1.0974      | 0.0005        | 1.0107       | 1872.46 | V     |

### Platee.

Platea : numero sella platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 Comb. : tipo inviluppo;  
 Dist. : distanza tra i punti di massimo cedimento differenziale;

Istant. : cedimento istantaneo;  
 Consol. : cedimento di consolidamento;  
 Tot. : cedimento totale;  
 Diff. : cedimento differenziale;  
 Lim. : cedimento limite (4‰ x Dist.);  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

| Platea | Fili            | Comb.    | Dist.<br>[cm] | Max             |                 |              | Min             |                 |              | Diff.<br>[cm] | Lim.<br>[cm] | S     | Esito |
|--------|-----------------|----------|---------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|-------|-------|
|        |                 |          |               | Istant.<br>[cm] | Consol.<br>[cm] | Tot.<br>[cm] | Istant.<br>[cm] | Consol.<br>[cm] | Tot.<br>[cm] |               |              |       |       |
| 1      | 11, 12,<br>8, 7 | Caratt.  | 366.2         | -0.0765         | -0.7310         | -0.8074      | -0.0610         | -0.6864         | -0.7474      | 0.0601        | 1.4649       | 24.39 | V     |
|        |                 | Freq.    | 366.2         | -0.0676         | -0.7053         | -0.7729      | -0.0570         | -0.6749         | -0.7319      | 0.0409        | 1.4649       | 35.79 | V     |
|        |                 | Q. Perm. | 266.9         | -0.0650         | -0.6980         | -0.7631      | -0.0557         | -0.6710         | -0.7266      | 0.0364        | 1.0677       | 29.32 | V     |

Dalle tabelle relative al cedimento differenziale limite delle fondazioni, si evince che i cedimenti differenziali massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto.

#### **Ipotesi assunte ed analisi dei risultati nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.**

Tutte le analisi presentate si riferiscono studio del sottosuolo semplificando la situazione reale con criteri cautelativi, analizzando diverse possibili schematizzazioni ed adottando i risultati meno favorevoli mediante coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni e coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle resistenze caratteristiche.

Le analisi delle elaborazioni eseguite permette di evidenziare i seguenti livelli di sicurezza:

Riassunto risultati verifiche:

| ELEMENTO                                | Tipo verifica             | S Min | S Max   |
|---|---------------------------|-------|---------|
| Travi di fondazione                     | Capacità portante SLU-SLV | 10.89 | 12.79   |
|   | Capacità portante SLD     | 11.98 | 14.17   |
|   | Cedim. Diff. SLE Car.     | 27.20 | 5756.89 |
|   | Cedim. Diff. SLE Freq.    | 50.67 | 6124.67 |
|   | Cedim. Diff. SLE Q. Perm. | 68.90 | 6284.44 |
| Platee di fondazione                    | Capacità Portante SLU-SLV | 34.38 | 34.38   |
|   | Capacità Portante SLD     | 38.89 | 38.89   |
|   | Cedim. Diff. SLE Car.     | 24.39 | 5756.89 |
|   | Cedim. Diff. SLE Freq.    | 35.79 | 6124.67 |
|   | Cedim. Diff. SLE Q. Perm. | 29.32 | 6284.44 |
| <b>ANALISI GLOBALI</b>                  |                           |       |         |
| Verifica Scorrimento Fond. Superficiali |                           | 1.18  | 1.88    |
| Verifica Ribaltamento                   |                           | 6.94  | 9.47    |

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

Si rimanda alla Relazione Geologica-Tecnica redatta dal Dott. Geologo per prendere visione di ogni altra informazione relativa alla stratigrafia che caratterizza il suolo di fondazione.

I coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche di resistenza eseguite sulle strutture di fondazione, sono riportate nella Relazione di Calcolo allegata.

Dalle verifiche eseguite su tutti gli elementi di fondazione risultano livelli di sicurezza accettabili e pertanto i lavori in oggetto si valutano realizzabili.

Per quanto sopra esposto, a seguito delle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte l'intervento in oggetto, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, si ritiene perfettamente compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale e che la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.

---

## SOMMARIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RELAZIONE SULLE FONDAZIONI.....</b>                        | <b>1</b>  |
| <b>Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.....</b> | <b>1</b>  |
| <b>Tensioni sul Terreno. ....</b>                             | <b>2</b>  |
| <b>Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018) .....</b>     | <b>5</b>  |
| <b>VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>                             | <b>6</b>  |
| <b>DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI. ....</b>        | <b>6</b>  |
| <b>1.2 RELAZIONE GEOTECNICA (CAP. 6 delle N.T.C.) .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2.3 Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018) .....</b> | <b>21</b> |