

## CORRIDOIO PLURIMODALE ADRIATICO

ITINERARIO MAGLIE - SANTA MARIA DI LEUCA

S.S. N° 275 "DI S. MARIA DI LEUCA"

LAVORI DI AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. B DEL D.M. 5.11.2001

S.S. 16 dal km 981+700 al km 985+386 - S.S. 275 dal Km 0+000 al km 37+000

1° Lotto: Dal Km 0+000 di prog. al Km 23+300 di prog.

### PROGETTO DEFINITIVO

COD. BA283

**PROGETTAZIONE:** ANAS - COORDINAMENTO TERRITORIALE ADRIATICA

|   |  |
|---|--|
| <p>I PROGETTISTI</p> <p>Ing. Alberto SANCHIRICO - Progettista e Coordinatore</p> <p>Ing. Simona MASCIULLO - Progettista</p> | <p>ATTIVITA' DI SUPPORTO</p> <p><b>RTP:</b></p> <p>Lombardi Ingegneria S.r.L. - Strutture</p> <p>TechProject S.r.L. - Geotecnica</p> <p>- Impianti</p> |
| <p>COLLABORATORI</p> <p>Geom. Andrea DELL'ANNA</p> <p>Geom. Massimo MARTANO</p> <p>Geom. Giuseppe CALO'</p>                 |  |
| <p>IL GEOLOGO</p> <p>Dott. Pasquale SCORCIA</p>   |  |
| <p>IL COORDINATORE IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p>Ing. Alberto SANCHIRICO</p>  |  |
| <p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Ing. Gianfranco PAGLIALUNGA</p>  |  |
| <p>RESPONSABILE PROJECT MANAGEMENT PUGLIA</p> <p>Ing. Nicola MARZI</p>  |  |

## 09 - OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOPASSI

Sottopasso SV1 - OM01

Sottopasso su rampa 1 tra sezz. R1S136 e R1S137

Relazione di calcolo geotecnica: Muri d'ala

| CODICE PROGETTO |                                   | NOME FILE               |                  | REVISIONE  | SCALA:    |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------|------------|-----------|
| PROGETTO        | LIV. PROG. N. PROG.               | T00_OM01_GET_RE02_B.pdf |                  |            |           |
| L0503A          | D 1701                            | CODICE ELAB.            | T00OM01GETRE02   | B          | -         |
| B               | REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO | Gennaio 2019            | Ing. C. Beltrami |            |           |
| A               | REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO | Giugno 2018             | Ing. C. Beltrami |            |           |
| REV.            | DESCRIZIONE                       | DATA                    | REDATTO          | VERIFICATO | APPROVATO |

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. PREMESSA</b> .....   | <b>2</b> |
| <b>2. STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO</b> .....                          | <b>3</b> |
| 2.1 RILEVATO STRADALE .....  | 3        |
| 2.2 TERRENO DI FONDAZIONE .....                                      | 3        |
| <b>3. VERIFICHE DI CAPACITÀ PORTANTE</b> .....                       | <b>4</b> |
| 3.1 COLLASSO PER CARICO LIMITE DELL'INSIEME FONDAZIONE TERRENO ..... | 4        |
| <b>4. VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE</b> .....                        | <b>5</b> |

#### **ALLEGATI: TABELLE DEI RISULTATI**

- Portanza delle fondazioni
- Verifica stabilità Globale

## 1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo ha per oggetto il dimensionamento geotecnico dei cordoli di fondazione dei muri d'ala prefabbricati che completano il sottopasso sullo svincolo SV1 della rampa 1 nel comune di Maglie (LE).

I muri hanno altezza variabile tra 1.30m e 7.30m e sono disposti, planimetricamente, con il paramento quasi parallelo con la linea di massima pendenza della scarpata..

Il passo teorico degli archi prefabbricati, comprensivo del giunto tra un elemento e l'altro, è pari a  $l=1.25m$ .

I muri prefabbricati sono appoggiati su cordoli in Cls a sezione rettangolare che ne costituiscono la fondazione.

I cordoli di fondazione dei muri hanno uno spessore pari o maggiore di 80cm in modo che l'intradosso del getto cada a quota 83.00m o inferiore dove, cioè, si suppone che si intercetti l'unità geotecnica R1. L'unità geotecnica R1 [MA] è quella a cui si è fatto riferimento per il dimensionamento delle fondazioni.

## 2. STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

### 2.1 RILEVATO STRADALE

Il terreno che costituirà il rilevato stradale ha le seguenti caratteristiche geotecniche:

#### RILEVATO STRADALE

---

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| - Peso di Volume:   | $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ; |
| - Coesione:         | $c' = 0.00 \text{ kPa}$ ;      |
| - Angolo d'attrito: | $f = 35^\circ$                 |

### 2.2 TERRENO DI FONDAZIONE

Per il dimensionamento dei cordoli di fondazione dei muri d'ala del sottopasso si è fatto riferimento al profilo geotecnico della Rampa 1.

La quota altimetrica dell'intradosso del magrone di sottofondazione è pari a 83.00m o inferiore.

A tale profondità si intercetta l'unità geotecnica appartenente al gruppo delle Calcareniti (unità geotecnica R1).

Nei calcoli geotecnici si è pertanto fatto riferimento all'unità geotecnica **R1** e al grado di alterazione **MA** ossia mediamente alterato/cementazione discontinua.

Si elencano nel seguito le caratteristiche del terreno ricavate dal profilo geotecnico e quelle assunte nel calcolo:

#### UNITA' GEOTECNICA R1 [MA]

---

##### CARATTERISTICHE STRATO R1 [MA] TRATTE DA PROFILO GEOTECNICO

|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| - Peso di Volume:            | $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ;  |
| - Resistenza a compressione: | $q_c = 3.5 - 9.5 \text{ MPa}$ ; |

##### PARAMETRI DI RESISTENZA

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| - Coesione:         | $c' = 160 - 475 \text{ kPa}$ ; |
| - Angolo d'attrito: | $f = 29^\circ - 31^\circ$      |

##### PARAMETRI DI DEFORMABILITA'

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| - Modulo di deformabilità: | $E = 150 - 600 \text{ MPa}$ |
|----------------------------|-----------------------------|

##### CARATTERISTICHE STRATO R1 [MA] IMPIEGATE NEL CALCOLO

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| - Peso di Volume:   | $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ; |
| - Coesione:         | $c' = 80 \text{ kPa}$ ;        |
| - Angolo d'attrito: | $f = 29^\circ$                 |

### 3. VERIFICHE DI CAPACITÀ PORTANTE

Il collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno risulta dalla verifica che la capacità portante del terreno di fondazione sia maggiore della risultante calcolata in base alla somma di tutte le azioni e alla sua posizione, dalla quale dipende l'ampiezza del nastro di appoggio sul terreno. Questo confronto è svolto in apposite schede di calcolo che si riportano in allegato.

#### 3.1 COLLASSO PER CARICO LIMITE DELL'INSIEME FONDAZIONE TERRENO

Il calcolo della capacità portante è effettuato con la formula di Brinch-Hansen del 1970. La verifica è svolta a sensi del punto 6.5.3.1.1 del DM 17/1/18 con l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3 tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

La verifica è favorevole se la capacità portante risulta maggiore del carico effettivo dovuto alle forze esterne. Il confronto è svolto sia a SLU (risultati delle schede 1 e 2) sia nel caso sismico. In questo caso la capacità portante tiene conto della riduzione dovuta al coefficiente di Paolucci e Pecker 1997.

I tre termini classici della portanza  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  sono calcolati tenendo conto:

- delle caratteristiche geotecniche del terreno (coesione, angolo d'attrito, peso specifico, inclinazione del terreno a valle);
- dei dati geometrici della fondazione (dimensioni, profondità di posa, inclinazione del piano di posa);
- dell'inclinazione dei carichi agenti sulla fondazione (componente verticale e orizzontale, larghezza dell'impronta nastriforme).

Esso è sviluppato nelle schede denominate "portanza delle fondazioni", nella quale sono riportate tutte le formule impiegate. I valori numerici sono calcolati con identica procedura per le sollecitazioni calcolate a SLU e esposte nelle schede 1 e 2 e per il calcolo sismico scheda 6. Essi sono sviluppati in tre colonne successive.

La verifica della struttura al collasso per superamento del carico limite del complesso fondazione-terreno risulta dal confronto tra le azioni sulla fondazione e la sua capacità portante ridotta con il coefficiente parziale  $\gamma_R$  ( $\gamma_R = 1.4$  a SLU dalla tabella 6.5.I e  $\gamma_R = 1.2$  nel caso sismico dalla tabella 7.11.III).

## 4. VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2018 si può impostare  $\eta_g \geq \gamma_r$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 5x5 posta in prossimità della sommità del muro.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Prefabbricato tipo u15NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

|          |                                  | UNITA' R1 [MA]                  |       |                                |
|----------|----------------------------------|---------------------------------|-------|--------------------------------|
|          |                                  | Calcareniti mediamente alterate |       |                                |
| $\phi$   | Natura di terreno di fondazione  |                                 |       |                                |
| $\phi$   | Angolo d'attrito nominale        | gradi                           | 29.0° | $\phi = \text{rad}$ 0.5061     |
| c        | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup>               | 80    |                                |
| $\gamma$ | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup>               | 20.00 |                                |
| lv       | Inclinazione del terreno a valle | %                               | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ 0.0000 |

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                              |
|----|---|---|------|------------------------------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                              |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 0.80 |                              |
| lv | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 66.3           | 94.8           | 61.0           |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 17.86°         | 12.70°         | -0.48°         |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 21.4           | 21.4           | -0.5           |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 1.30           | 1.49           | 1.50           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 0.65           | 0.74           | 0.75           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * lv  | m                 | 1.10           | 1.10           | 1.10           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>347.11</b>  | <b>355.40</b>  | <b>436.84</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \phi/2) e^{\pi \tan \phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.25           | 1.22           | 1.22           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.77           | 0.81           | 1.02           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>2123.84</b> | <b>2180.73</b> | <b>2756.09</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.27           | 1.23           | 1.23           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 0.75           | 0.79           | 1.02           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$                | kN/m <sup>2</sup> | <b>192.52</b>  | <b>232.34</b>  | <b>290.54</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.77           | 0.81           | 1.03           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.663          | 2.768          | 3.483          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>2466.8</b>  | <b>2944.1</b>  | <b>4354.3</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 66.3           | 94.8           | 61.0           |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

Prefabbricato tipo u20NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

|          |                                  | UNITA' R1 [MA]                |       |                                |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|-------|--------------------------------|
|          |                                  | Calcareni mediamente alterate |       |                                |
| $\phi$   | Natura di terreno di fondazione  |                               |       |                                |
| $\phi$   | Angolo d'attrito nominale        | gradi                         | 29.0° | $\phi = \text{rad}$ 0.5061     |
| c        | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup>             | 80    |                                |
| $\gamma$ | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup>             | 20.00 |                                |
| lv       | Inclinazione del terreno a valle | %                             | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ 0.0000 |

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                              |
|----|---|---|------|------------------------------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                              |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 0.80 |                              |
| lv | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 88.4           | 116.5          | 79.0           |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 16.12°         | 11.52°         | 2.34°          |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 25.6           | 23.7           | 3.2            |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 1.41           | 1.50           | 1.50           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 0.71           | 0.75           | 0.75           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * lv  | m                 | 1.10           | 1.10           | 1.10           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>337.89</b>  | <b>352.32</b>  | <b>415.64</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \phi/2) e^{\pi \tan \phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.23           | 1.22           | 1.22           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.76           | 0.80           | 0.97           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>2063.82</b> | <b>2160.35</b> | <b>2613.84</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.24           | 1.23           | 1.23           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 0.74           | 0.79           | 0.97           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$        | kN/m <sup>2</sup> | <b>207.45</b>  | <b>232.36</b>  | <b>274.13</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.76           | 0.80           | 0.97           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.609          | 2.745          | 3.304          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>2631.2</b>  | <b>2941.1</b>  | <b>4129.5</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 88.4           | 116.5          | 79.0           |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |



**Prefabbricato tipo u25NM**

**Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970** (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

**Dati geotecnici del terreno di fondazione:**

|          |                                  |                   |       |                         |        |
|----------|----------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|--------|
|          | Natura di terreno di fondazione  |                   |       |                         |        |
| $\phi$   | Angolo d'attrito nominale        | gradi             | 29.0° | $\phi = \text{rad}$     | 0.5061 |
| c        | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup> | 80    |                         |        |
| $\gamma$ | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup> | 20.00 |                         |        |
| Iv       | Inclinazione del terreno a valle | %                 | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ | 0.0000 |

**UNITA' R1 [MA]**

Calcareni mediamente alterate

**Dati geometrici della fondazione:**

|    |   |   |      |                       |        |
|----|---|---|------|-----------------------|--------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                       |        |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 0.80 |                       |        |
| I7 | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ | 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 114.8          | 143.5          | 100.8          |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 15.02°         | 10.79°         | 4.07°          |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 30.8           | 27.4           | 7.2            |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 1.50           | 1.50           | 1.50           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\Phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 0.75           | 0.75           | 0.75           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * Iv  | m                 | 1.10           | 1.10           | 1.10           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>328.19</b>  | <b>346.95</b>  | <b>401.09</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi/2) e^{\pi \tan \Phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.22           | 1.22           | 1.22           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.75           | 0.79           | 0.93           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>2000.27</b> | <b>2124.74</b> | <b>2516.22</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.23           | 1.23           | 1.23           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 0.73           | 0.78           | 0.93           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$                | kN/m <sup>2</sup> | <b>216.45</b>  | <b>228.82</b>  | <b>264.53</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.75           | 0.79           | 0.93           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.545          | 2.701          | 3.182          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>2726.7</b>  | <b>2893.4</b>  | <b>3977.3</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 114.8          | 143.5          | 100.8          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

Prefabbricato tipo u30NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

|          |                                  |                   |       |                         |        |
|----------|----------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|--------|
|          | Natura di terreno di fondazione  |                   |       |                         |        |
| $\phi$   | Angolo d'attrito nominale        | gradi             | 29.0° | $\phi = \text{rad}$     | 0.5061 |
| c        | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup> | 80    |                         |        |
| $\gamma$ | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup> | 20.00 |                         |        |
| lv       | Inclinazione del terreno a valle | %                 | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ | 0.0000 |

UNITA' R1 [MA]

Calcareni mediamente alterate

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                       |        |
|----|---|---|------|-----------------------|--------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                       |        |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 0.80 |                       |        |
| l7 | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ | 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 141.4          | 175.4          | 126.0          |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 15.22°         | 11.02°         | 6.04°          |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 38.5           | 34.2           | 13.3           |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 1.50           | 1.50           | 1.50           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\Phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 0.75           | 0.75           | 0.75           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * lv  | m                 | 1.10           | 1.10           | 1.10           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>312.72</b>  | <b>334.52</b>  | <b>381.36</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi/2) e^{\pi \tan \Phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.22           | 1.22           | 1.22           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.71           | 0.76           | 0.89           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1897.58</b> | <b>2042.27</b> | <b>2383.77</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.23           | 1.23           | 1.23           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 0.69           | 0.75           | 0.88           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$                | kN/m <sup>2</sup> | <b>206.25</b>  | <b>220.63</b>  | <b>251.52</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.71           | 0.76           | 0.89           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.417          | 2.597          | 3.017          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>2589.2</b>  | <b>2782.9</b>  | <b>3770.8</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 141.4          | 175.4          | 126.0          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

Prefabbricato tipo u35NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

|    |                                  | UNITA' R1 [MA]                  |       |                |
|----|----------------------------------|---------------------------------|-------|----------------|
|    |                                  | Calcareniti mediamente alterate |       |                |
| φ  | Natura di terreno di fondazione  |                                 |       |                |
| φ  | Angolo d'attrito nominale        | gradi                           | 29.0° | φ = rad 0.5061 |
| c  | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup>               | 80    |                |
| γ  | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup>               | 20.00 |                |
| Iv | Inclinazione del terreno a valle | %                               | 0.0%  | ε = rad 0.0000 |

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                |
|----|---|---|------|----------------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 0.80 |                |
| I7 | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | α = rad 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   |                | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |       |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 171.6          | 211.5          | 154.4          |       |
| β   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 15.76°         | 11.50°         | 7.78°          |       |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan(β)  | kN/m              | 48.4           | 43.0           | 21.1           |       |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 1.50           | 1.50           | 1.50           |       |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |       |
| φ   | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |       |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione  | m                 | 0.75           | 0.75           | 0.75           |       |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * Iv  | m                 | 1.10           | 1.10           | 1.10           |       |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |       |
| <b>Profondità</b>   | = [γ D N <sub>q</sub> ] s <sub>q</sub> d <sub>q</sub> i <sub>q</sub> b <sub>q</sub> g <sub>q</sub> z <sub>q</sub> | kN/m <sup>2</sup> | <b>294.82</b>  | <b>320.03</b>  | <b>360.31</b>  |       |
| Coefficiente base   | N <sub>q</sub> = tan <sup>2</sup> (45° + φ / 2) e <sup>π tan φ</sup>  |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |       |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>q</sub> = (1 - tan ε) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Lunghezza del muro  | s <sub>q</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Larghezza fondazione  | d <sub>q</sub> = 1 + 2 tan φ (1 - sin φ) <sup>2</sup> x se[D<B;D/B;atn(D/B)]                                      |                   | 1.22           | 1.22           | 1.22           |       |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>q</sub> = (1 - α tan φ) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>q</sub> = [1 - H / (N + B c ctg F)] <sup>3</sup>   |                   | 0.67           | 0.73           | 0.84           |       |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>q</sub> = (1 - K <sub>h</sub> / tan φ) <sup>0.35</sup>   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |       |
| <b>Coesione</b>   | = [c N <sub>c</sub> ] s <sub>c</sub> d <sub>c</sub> i <sub>c</sub> b <sub>c</sub> g <sub>c</sub> z <sub>c</sub>   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1778.81</b> | <b>1946.09</b> | <b>2242.57</b> |       |
| Coefficiente base   | N <sub>c</sub> = (N <sub>q</sub> - 1) cot φ   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |       |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>c</sub> = g <sub>q</sub> - (1 - g <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Lunghezza del muro  | s <sub>c</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Larghezza fondazione  | d <sub>c</sub> = d <sub>q</sub> - (1 - d <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.23           | 1.23           | 1.23           |       |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>c</sub> = b <sub>q</sub> - (1 - b <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>c</sub> = i <sub>q</sub> - (1 - i <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 0.65           | 0.71           | 0.83           |       |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>c</sub> = 1 - 0,34 K <sub>h</sub>  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |       |
| <b>Superficie</b>   | = [1/2 γ B N <sub>γ</sub> ] s <sub>γ</sub> i <sub>γ</sub> b <sub>γ</sub> g <sub>γ</sub> z <sub>γ</sub>            | kN/m <sup>2</sup> | <b>194.44</b>  | <b>211.07</b>  | <b>237.64</b>  |       |
| Coefficiente base   | N <sub>γ</sub> = 2 (N <sub>q</sub> + 1) tan φ   |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |       |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>γ</sub> = (1 - tan ε) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Lunghezza del muro  | s <sub>γ</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Larghezza fondazione  | d <sub>γ</sub> = 1.00   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>γ</sub> = (1 - α tan φ) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |       |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>γ</sub> = [1 - H / (N + B c ctg F)] <sup>3</sup>   |                   | 0.67           | 0.73           | 0.84           |       |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>γ</sub> = (1 - K <sub>h</sub> / tan φ) <sup>0.35</sup>   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |       |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |       |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.268          | 2.477          | 2.841          |       |
| γ <sub>R</sub>  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |       |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di γ<sub>R</sub></b>   | <b>kN</b>         | <b>2430.1</b>  | <b>2654.1</b>  | <b>3550.6</b>  |       |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 171.6          | 211.5          | 154.4          |       |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |       |

Prefabbricato tipo u40NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

UNITA' R1 [MA]

Calcareni mediamente alterate

|                                 |                                  |                   |       |                         |        |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|--------|
| Natura di terreno di fondazione |                                  |                   |       |                         |        |
| $\phi$                          | Angolo d'attrito nominale        | gradi             | 29.0° | $\phi = \text{rad}$     | 0.5061 |
| c                               | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup> | 80    |                         |        |
| $\gamma$                        | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup> | 20.00 |                         |        |
| lv                              | Inclinazione del terreno a valle | %                 | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ | 0.0000 |

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                       |        |
|----|---|---|------|-----------------------|--------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                       |        |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 1.05 |                       |        |
| lv | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ | 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 264.7          | 333.8          | 245.3          |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 15.75°         | 11.65°         | 7.99°          |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 74.7           | 68.8           | 34.4           |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 2.46           | 2.55           | 2.55           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\Phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 1.23           | 1.27           | 1.27           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * lv  | m                 | 1.35           | 1.35           | 1.35           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>350.91</b>  | <b>376.48</b>  | <b>421.41</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi/2) e^{\pi \tan \Phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.16           | 1.16           | 1.16           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.68           | 0.73           | 0.84           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1723.49</b> | <b>1861.71</b> | <b>2131.70</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.17           | 1.17           | 1.17           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 0.66           | 0.72           | 0.83           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$                | kN/m <sup>2</sup> | <b>324.42</b>  | <b>361.80</b>  | <b>404.98</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.68           | 0.73           | 0.84           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.399          | 2.600          | 2.958          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>4223.1</b>  | <b>4735.7</b>  | <b>6285.9</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 264.7          | 333.8          | 245.3          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

Prefabbricato tipo u45NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

|          |                                  |                   |       |                         |        |
|----------|----------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|--------|
|          | Natura di terreno di fondazione  |                   |       |                         |        |
| $\phi$   | Angolo d'attrito nominale        | gradi             | 29.0° | $\phi = \text{rad}$     | 0.5061 |
| c        | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup> | 80    |                         |        |
| $\gamma$ | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup> | 20.00 |                         |        |
| Iv       | Inclinazione del terreno a valle | %                 | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ | 0.0000 |

UNITA' R1 [MA]

Calcareni mediamente alterate

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                       |        |
|----|---|---|------|-----------------------|--------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                       |        |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 1.05 |                       |        |
| I7 | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ | 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 310.5          | 380.8          | 282.8          |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 15.51°         | 11.50°         | 8.58°          |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 86.2           | 77.5           | 42.7           |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 2.55           | 2.55           | 2.55           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\Phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 1.27           | 1.27           | 1.27           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * Iv  | m                 | 1.35           | 1.35           | 1.35           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>341.39</b>  | <b>369.74</b>  | <b>408.89</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi/2) e^{\pi \tan \Phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.16           | 1.16           | 1.16           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.67           | 0.72           | 0.82           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1672.53</b> | <b>1825.36</b> | <b>2063.42</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.17           | 1.17           | 1.17           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 0.64           | 0.70           | 0.80           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$                | kN/m <sup>2</sup> | <b>328.08</b>  | <b>355.32</b>  | <b>392.94</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.67           | 0.72           | 0.82           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.342          | 2.550          | 2.865          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>4265.8</b>  | <b>4645.4</b>  | <b>6088.7</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 310.5          | 380.8          | 282.8          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

**Prefabbricato tipo u50NM**

**Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970** (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

**Dati geotecnici del terreno di fondazione:**

|          |                                  |                   |       |                         |        |
|----------|----------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|--------|
|          | Natura di terreno di fondazione  |                   |       |                         |        |
| $\phi$   | Angolo d'attrito nominale        | gradi             | 29.0° | $\phi = \text{rad}$     | 0.5061 |
| c        | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup> | 80    |                         |        |
| $\gamma$ | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup> | 20.00 |                         |        |
| Iv       | Inclinazione del terreno a valle | %                 | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ | 0.0000 |

**UNITA' R1 [MA]**

Calcareni mediamente alterate

**Dati geometrici della fondazione:**

|    |   |   |      |                       |        |
|----|---|---|------|-----------------------|--------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                       |        |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 1.05 |                       |        |
| I7 | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ | 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 353.8          | 432.2          | 323.7          |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 15.68°         | 11.67°         | 9.36°          |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 99.3           | 89.2           | 53.4           |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 2.55           | 2.55           | 2.55           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\Phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 1.27           | 1.27           | 1.27           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * Iv  | m                 | 1.35           | 1.35           | 1.35           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>329.10</b>  | <b>359.87</b>  | <b>393.92</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi/2) e^{\pi \tan \Phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.16           | 1.16           | 1.16           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.64           | 0.70           | 0.79           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1606.25</b> | <b>1772.16</b> | <b>1981.79</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.17           | 1.17           | 1.17           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 0.62           | 0.68           | 0.77           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$                | kN/m <sup>2</sup> | <b>316.27</b>  | <b>345.84</b>  | <b>378.56</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.64           | 0.70           | 0.79           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.252          | 2.478          | 2.754          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>4101.2</b>  | <b>4513.3</b>  | <b>5852.8</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 353.8          | 432.2          | 323.7          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

Prefabbricato tipo u55NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

|    |                                  | UNITA' R1 [MA]                |       |                |
|----|----------------------------------|-------------------------------|-------|----------------|
|    |                                  | Calcareni mediamente alterate |       |                |
| φ  | Natura di terreno di fondazione  |                               |       |                |
| φ  | Angolo d'attrito nominale        | gradi                         | 29.0° | φ = rad 0.5061 |
| c  | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup>             | 80    |                |
| γ  | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup>             | 20.00 |                |
| Iv | Inclinazione del terreno a valle | %                             | 0.0%  | ε = rad 0.0000 |

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                |
|----|---|---|------|----------------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 1.05 |                |
| I7 | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | α = rad 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 400.7          | 487.8          | 367.9          |
| β   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 16.01°         | 11.95°         | 10.14°         |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan(β)  | kN/m              | 115.0          | 103.3          | 65.8           |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 2.55           | 2.55           | 2.55           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| φ   | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione  | m                 | 1.27           | 1.27           | 1.27           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * Iv  | m                 | 1.35           | 1.35           | 1.35           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = [γ D N <sub>q</sub> ] s <sub>q</sub> d <sub>q</sub> i <sub>q</sub> b <sub>q</sub> g <sub>q</sub> z <sub>q</sub> | kN/m <sup>2</sup> | <b>315.58</b>  | <b>348.91</b>  | <b>378.37</b>  |
| Coefficiente base   | N <sub>q</sub> = tan <sup>2</sup> (45° + φ / 2) e <sup>π tan φ</sup>  |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>q</sub> = (1 - tan ε) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | s <sub>q</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | d <sub>q</sub> = 1 + 2 tan φ (1 - sin φ) <sup>2</sup> x se[D<B;D/B;atn(D/B)]                                      |                   | 1.16           | 1.16           | 1.16           |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>q</sub> = (1 - α tan φ) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>q</sub> = [1 - H / (N + B c ctg F)] <sup>3</sup>   |                   | 0.62           | 0.68           | 0.75           |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>q</sub> = (1 - K <sub>h</sub> / tan φ) <sup>0.35</sup>   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = [c N <sub>c</sub> ] s <sub>c</sub> d <sub>c</sub> i <sub>c</sub> b <sub>c</sub> g <sub>c</sub> z <sub>c</sub>   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1533.35</b> | <b>1713.08</b> | <b>1896.99</b> |
| Coefficiente base   | N <sub>c</sub> = (N <sub>q</sub> - 1) cot φ   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>c</sub> = g <sub>q</sub> - (1 - g <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | s <sub>c</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | d <sub>c</sub> = d <sub>q</sub> - (1 - d <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.17           | 1.17           | 1.17           |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>c</sub> = b <sub>q</sub> - (1 - b <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>c</sub> = i <sub>q</sub> - (1 - i <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 0.59           | 0.66           | 0.74           |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>c</sub> = 1 - 0,34 K <sub>h</sub>  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = [½ γ B N <sub>γ</sub> ] s <sub>γ</sub> i <sub>γ</sub> b <sub>γ</sub> g <sub>γ</sub> z <sub>γ</sub>              | kN/m <sup>2</sup> | <b>303.27</b>  | <b>335.31</b>  | <b>363.61</b>  |
| Coefficiente base   | N <sub>γ</sub> = 2 (N <sub>q</sub> + 1) tan φ   |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>γ</sub> = (1 - tan ε) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | s <sub>γ</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | d <sub>γ</sub> = 1.00   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>γ</sub> = (1 - α tan φ) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>γ</sub> = [1 - H / (N + B c ctg F)] <sup>3</sup>   |                   | 0.62           | 0.68           | 0.75           |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>γ</sub> = (1 - K <sub>h</sub> / tan φ) <sup>0.35</sup>   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.152          | 2.397          | 2.639          |
| γ <sub>R</sub>  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di γ<sub>R</sub></b>   | <b>kN</b>         | <b>3920.1</b>  | <b>4366.5</b>  | <b>5607.8</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 400.7          | 487.8          | 367.9          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

Prefabbricato tipo u60NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

|          |                                  | UNITA' R1 [MA]                |       |                                |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|-------|--------------------------------|
|          |                                  | Calcareni mediamente alterate |       |                                |
| $\phi$   | Natura di terreno di fondazione  |                               |       |                                |
| $\phi$   | Angolo d'attrito nominale        | gradi                         | 29.0° | $\phi = \text{rad}$ 0.5061     |
| c        | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup>             | 80    |                                |
| $\gamma$ | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup>             | 20.00 |                                |
| lv       | Inclinazione del terreno a valle | %                             | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ 0.0000 |

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                              |
|----|---|---|------|------------------------------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                              |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 1.05 |                              |
| lv | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 451.3          | 547.8          | 415.5          |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 16.37°         | 12.25°         | 10.87°         |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 132.5          | 118.9          | 79.8           |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 2.55           | 2.55           | 2.55           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\Phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 1.27           | 1.27           | 1.27           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * lv  | m                 | 1.35           | 1.35           | 1.35           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>302.24</b>  | <b>338.05</b>  | <b>363.08</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi/2) e^{\pi \tan \Phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.16           | 1.16           | 1.16           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.59           | 0.66           | 0.72           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1461.40</b> | <b>1654.47</b> | <b>1813.62</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.17           | 1.17           | 1.17           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$   |                   | 0.56           | 0.64           | 0.71           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$                | kN/m <sup>2</sup> | <b>290.45</b>  | <b>324.86</b>  | <b>348.92</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.59           | 0.66           | 0.72           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \Phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 2.054          | 2.317          | 2.526          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>3741.4</b>  | <b>4220.9</b>  | <b>5366.9</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 451.3          | 547.8          | 415.5          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |



Prefabbricato tipo u65NM

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

|          |                                  | UNITA' R1 [MA]                  |       |                                |
|----------|----------------------------------|---------------------------------|-------|--------------------------------|
|          |                                  | Calcareniti mediamente alterate |       |                                |
| $\phi$   | Natura di terreno di fondazione  |                                 |       |                                |
| $\phi$   | Angolo d'attrito nominale        | gradi                           | 29.0° | $\phi = \text{rad}$ 0.5061     |
| c        | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup>               | 80    |                                |
| $\gamma$ | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup>               | 20.00 |                                |
| lv       | Inclinazione del terreno a valle | %                               | 0.0%  | $\epsilon = \text{rad}$ 0.0000 |

Dati geometrici della fondazione:

|    |   |   |      |                              |
|----|---|---|------|------------------------------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                              |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 1.05 |                              |
| lv | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | $\alpha = \text{rad}$ 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 505.4          | 612.0          | 466.4          |
| $\beta$   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 16.66°         | 12.51°         | 11.50°         |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan( $\beta$ )  | kN/m              | 151.3          | 135.7          | 94.9           |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 2.55           | 2.55           | 2.55           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| $\phi$  | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione                            | m                 | 1.27           | 1.27           | 1.27           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * lv  | m                 | 1.35           | 1.35           | 1.35           |
| <b>Termini della formula di Brinck-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = $[\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$  | kN/m <sup>2</sup> | <b>290.02</b>  | <b>328.08</b>  | <b>348.90</b>  |
| Coefficiente base   | $N_q = \tan^2(45^\circ + \phi/2) e^{\pi \tan \phi}$                                     |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_q = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$ |                   | 1.16           | 1.16           | 1.16           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_q = (1 - \alpha \tan \phi)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_q = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$   |                   | 0.57           | 0.64           | 0.70           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_q = (1 - K_h / \tan \phi)^{0.35}$  |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = $[c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1395.53</b> | <b>1600.74</b> | <b>1736.29</b> |
| Coefficiente base   | $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_c = 1$ (fondazione nastriforme)  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.17           | 1.17           | 1.17           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \phi)$   |                   | 0.54           | 0.62           | 0.68           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_c = 1 - 0,34 K_h$  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = $[\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$        | kN/m <sup>2</sup> | <b>278.71</b>  | <b>315.29</b>  | <b>335.29</b>  |
| Coefficiente base   | $N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$  |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | $g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | $s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | $d_\gamma = 1.00$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | $b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi)^2$   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | $i_\gamma = [1 - H / (N + B c \text{ctg } F)]^3$  |                   | 0.57           | 0.64           | 0.70           |
| Paolucci e Pecker 1997  | $z_\gamma = (1 - K_h / \tan \phi)^{0.35}$   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 1.964          | 2.244          | 2.420          |
| $\gamma_R$  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali                                  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di <math>\gamma_R</math></b>                         | <b>kN</b>         | <b>3577.8</b>  | <b>4087.5</b>  | <b>5143.5</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 505.4          | 612.0          | 466.4          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

**Prefabbricato tipo u70NM**

**Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970** (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

**Dati geotecnici del terreno di fondazione:**

|    |                                  | <b>UNITA' R1 [MA]</b>           |       |                |
|----|----------------------------------|---------------------------------|-------|----------------|
|    |                                  | Calcareniti mediamente alterate |       |                |
| φ  | Natura di terreno di fondazione  |                                 |       |                |
| φ  | Angolo d'attrito nominale        | gradi                           | 29.0° | φ = rad 0.5061 |
| c  | Coesione drenata                 | kN/m <sup>2</sup>               | 80    |                |
| γ  | Peso specifico                   | kN/m <sup>3</sup>               | 20.00 |                |
| lv | Inclinazione del terreno a valle | %                               | 0.0%  | ε = rad 0.0000 |

**Dati geometrici della fondazione:**

|    |   |   |      |                |
|----|---|---|------|----------------|
| E  | Spessore della terra sulla fondazione         | m | 0.30 |                |
| F  | Spessore della fondazione (facciata di valle) | m | 1.05 |                |
| lv | Inclinazione del letto di posa                | % | 0.0% | α = rad 0.0000 |

| Verifiche allo stato limite ultimo (A1+M1+R3)   |   |                   | Scheda 1       | Scheda 2       | Sisma          |
|---|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Carichi agenti sulla fondazione:</b>   |   |                   |                |                |                |
| N   | Componente verticale (G0)   | kN/m              | 563.3          | 680.5          | 520.7          |
| β   | Obliquità del carico rispetto alla verticale  | gradi             | 16.91°         | 12.72°         | 12.03°         |
| H   | Componente orizzontale = G0 * tan(β)  | kN/m              | 171.3          | 153.6          | 110.9          |
| B   | Larghezza del nastro di appoggio (C8)   | m                 | 2.55           | 2.55           | 2.55           |
| <b>Dati influenzati dal tipo di verifica:</b>   |   |                   |                |                |                |
| φ   | Angolo d'attrito assunto nel calcolo  | rad               | 0.5061         | 0.5061         | 0.5061         |
| E5  | Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione  | m                 | 1.27           | 1.27           | 1.27           |
| D   | Affondamento = E + F + E5 * lv  | m                 | 1.35           | 1.35           | 1.35           |
| <b>Termini della formula di Brinch-Hansen</b>   |   |                   |                |                |                |
| <b>Profondità</b>   | = [γ D N <sub>q</sub> ] s <sub>q</sub> d <sub>q</sub> i <sub>q</sub> b <sub>q</sub> g <sub>q</sub> z <sub>q</sub> | kN/m <sup>2</sup> | <b>278.91</b>  | <b>319.00</b>  | <b>335.97</b>  |
| Coefficiente base   | N <sub>q</sub> = tan <sup>2</sup> (45° + φ / 2) e <sup>π tan φ</sup>  |                   | 16.44          | 16.44          | 16.44          |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>q</sub> = (1 - tan ε) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | s <sub>q</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | d <sub>q</sub> = 1 + 2 tan φ (1 - sin φ) <sup>2</sup> x se[D<B;D/B;atn(D/B)]                                      |                   | 1.16           | 1.16           | 1.16           |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>q</sub> = (1 - α tan φ) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>q</sub> = [1 - H / (N + B c ctg F)] <sup>3</sup>   |                   | 0.54           | 0.62           | 0.67           |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>q</sub> = (1 - K <sub>h</sub> / tan φ) <sup>0.35</sup>   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Coesione</b>   | = [c N <sub>c</sub> ] s <sub>c</sub> d <sub>c</sub> i <sub>c</sub> b <sub>c</sub> g <sub>c</sub> z <sub>c</sub>   | kN/m <sup>2</sup> | <b>1335.60</b> | <b>1551.78</b> | <b>1665.78</b> |
| Coefficiente base   | N <sub>c</sub> = (N <sub>q</sub> - 1) cot φ   |                   | 27.86          | 27.86          | 27.86          |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>c</sub> = g <sub>q</sub> - (1 - g <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | s <sub>c</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | d <sub>c</sub> = d <sub>q</sub> - (1 - d <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.17           | 1.17           | 1.17           |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>c</sub> = b <sub>q</sub> - (1 - b <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>c</sub> = i <sub>q</sub> - (1 - i <sub>q</sub> ) / (N <sub>c</sub> tan φ)                                  |                   | 0.51           | 0.60           | 0.65           |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>c</sub> = 1 - 0,34 K <sub>h</sub>  |                   | -              | -              | <b>0.988</b>   |
| <b>Superficie</b>   | = [1/2 γ B N <sub>γ</sub> ] s <sub>γ</sub> i <sub>γ</sub> b <sub>γ</sub> g <sub>γ</sub> z <sub>γ</sub>            | kN/m <sup>2</sup> | <b>268.03</b>  | <b>306.56</b>  | <b>322.87</b>  |
| Coefficiente base   | N <sub>γ</sub> = 2 (N <sub>q</sub> + 1) tan φ   |                   | 19.34          | 19.34          | 19.34          |
| Inclinaz. terreno a valle   | g <sub>γ</sub> = (1 - tan ε) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Lunghezza del muro  | s <sub>γ</sub> = 1 (fondazione nastriforme)   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Larghezza fondazione  | d <sub>γ</sub> = 1.00   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinazione letto di posa  | b <sub>γ</sub> = (1 - α tan φ) <sup>2</sup>   |                   | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| Inclinaz. della risultante  | i <sub>γ</sub> = [1 - H / (N + B c ctg F)] <sup>3</sup>   |                   | 0.54           | 0.62           | 0.67           |
| Paolucci e Pecker 1997  | z <sub>γ</sub> = (1 - K <sub>h</sub> / tan φ) <sup>0.35</sup>   |                   | -              | -              | <b>0.977</b>   |
| <b>Verifica della capacità portante</b>   |   |                   |                |                |                |
| Q <sub>LIM</sub>  | Carico unitario limite (Meyerhof)   | Mpa               | 1.883          | 2.177          | 2.325          |
| γ <sub>R</sub>  | Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali  |                   | 1.4            | 1.4            | 1.2            |
| <b>C<sub>p</sub></b>  | <b>Capacità portante, tenuto conto di γ<sub>R</sub></b>   | <b>kN</b>         | <b>3428.9</b>  | <b>3965.9</b>  | <b>4939.8</b>  |
| G <sub>0</sub>  | Carico effettivo, dovuto alle forze esterne   | kN                | 563.3          | 680.5          | 520.7          |
| <b>La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)</b> |   |                   |                |                |                |

### Verifica di stabilità globale

La stabilità globale dell'insieme opera-terreno deve essere verificata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2: A2 + M2 + R2.

Tale verifica è svolta mediante un calcolo all'equilibrio limite per mezzo del software Talren V5; tra i metodi di calcolo possibili si è scelto di considerare il metodo di Bishop.

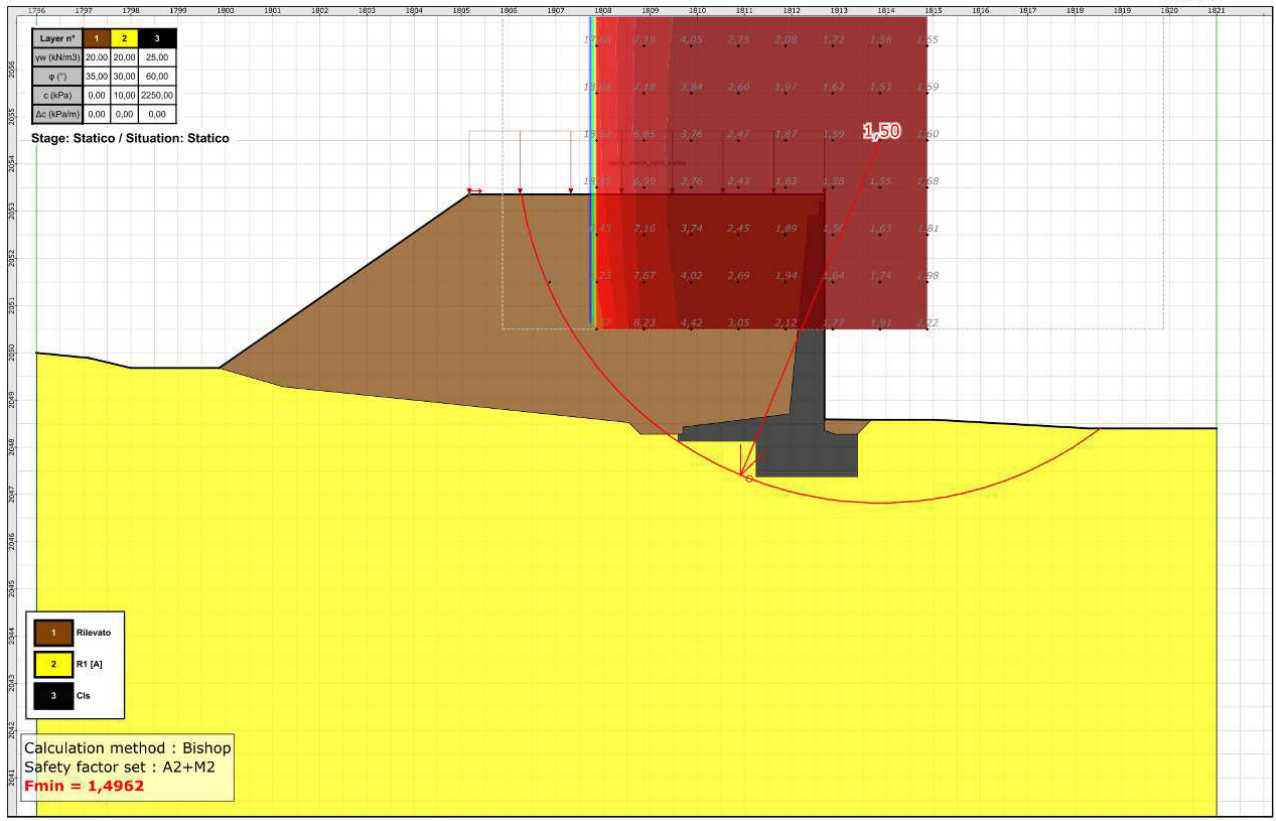
La ricerca delle potenziali superfici di scorrimento viene effettuata imponendo il punto di passaggio per il piede dell'opera, ovvero escludendo le superfici che interessano l'opera stessa. La verifica di stabilità globale si considera soddisfatta quando la superficie di scorrimento più critica fra quelle possibili corrisponde ad un fattore di sicurezza  $\geq 1.1$ ; ovvero, in accordo alla terminologia della normativa (Par. 6.8.2 delle NTC 2018).

Per la verifica di stabilità globale in condizioni sismiche, bisogna controllare che la resistenza delle azioni impiegando lo stesso approccio di cui al §6.8.2 per opere di materiale sciolto e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici. La verifica di stabilità globale si considera soddisfatta quando la superficie di scorrimento più critica fra quelle possibili corrisponde ad un fattore di sicurezza  $\geq 1.2$ ; ovvero, in accordo alla terminologia della normativa (Par. 7.11.4 delle NTC 2018). Nelle figure sottostante si riportano le superfici di scorrimento critiche per le sezioni esaminate; dall'esame di queste figure, si evince che la stabilità globale delle opere è sempre verificata.

Nell'analisi di stabilità globale della sezione oggetto della presente relazione, al rilevato stradale pre-esistente sono state attribuite le stesse caratteristiche dei materiali di quello di progetto.

*Caratteristiche dei materiali impiegati nel calcolo*

| Terreno  | $\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ] | C[Kpa] | $\varphi$ [°] |
|----------|-------------------------------|--------|---------------|
| Rilevato | 20                            | 0      | 35            |
| R1 [A]   | 20                            | 10     | 30            |



Verifica di stabilità globale in campo statico



Verifica di stabilità globale in campo sismico