



Comune di Verrua Savoia (TO)



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

PNRR-MISSIONE 4 - ISTRUZIONE E RICERCA
AMPLIAMENTO EDIFICIO SCOLASTICO "DON LEANDRO BARBERIS" FINALIZZATO ALLA
REALIZZAZIONE DI SPAZI E LOCALI DA DESTINARE A MENSA SCOLASTICA
CUP:D58H22001240006

ITALIA

REGIONE
PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA
DI TORINO

COMUNE DI
VERRUA SAVOIA

OGGETTO DELL'ELABORATO: **RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE
FONDAZIONI**

PROPRIETÀ: SCUOLA DON LEANDRO BARBERIS

CODICE GENERALE ELABORATO

| ID COMMITTENZA COMUNE DI VERRUA SAVOIA | COMMESSA | AREA PROGETTAZIONE | LIVELLO PROGETTO | NUMERO ELABORATO | REVISIONE | SCALA |
|--|----------|--------------------|------------------|------------------|-----------|-------|
| | - | DOC | DEF-ESE | 016 | - | - |

| REVISIONE | DATA | OGGETTO | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----------|------|---------|---------|------------|-----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

PROGETTISTA

- Arch. Fabio ASSALONI
- Ing. Nicola CRITELLI
- P.I. Mauro SAVANT

TIMBRI - FIRME



GIAS S.R.L.
Via Umberto Cosmo 17 bis - 10131 Torino
Tel. +39 011.8198393 - Fax +39 011.8198393
info@giasrli.com - P.IVA 11601860015

Questo elaborato è di proprietà della società GIAS S.R.L., Via Umberto Cosmo 17 bis - 10131 Torino.
Qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata.



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

NORMATIVA DI RIFERIMENTO:

- Decreto Ministero delle Infrastrutture: 17 Gennaio 2018:
“Norme Tecniche per le Costruzioni”

OPERE IN PROGETTO

Realizzazione di struttura in acciaio.

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Il fabbricato oggetto dell'intervento è distinto al F. **41** particella **31** del Catasto Fabbricati del Comune di Verrua Savoia.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal progetto è ubicata alla quota di circa **307** m s.l.m. e ricade in un'area pianeggiante. Nell'area circostante quella specifica di intervento non si rilevano tracce di instabilità, in atto o potenziali, del terreno e/o lesioni sulle infrastrutture esistenti imputabili a cause geologiche. La natura del terreno desunta dalla Relazione geologica appositamente predisposta, a firma del **dott. geol. Andrea SCAGLIA**, nonché da nozioni di carattere più generale inerenti la stessa area, risulta così costituita:

| | |
|--------------|---|
| m. 0.00-7.00 | <u>Argille limose e limi argillosi sabbiosi poco consistenti con al tetto terreni rimaneggiati antropicamente</u> |
| m. 7.00- | <u>Argille limose marnose consistenti (Strato d'alterazione del sottostante substrato marnoso)</u> |

Conformemente a quanto indicato nella relazione geologica suddetta, visto l'impiego di fondazioni dirette, si prevede la realizzazione di “uno strato di bonifica geotecnica con spessore di 0,60 m formato da materiali granulari aridi idoneamente compattato (modulo di deformazione = 80 MPa da verificare con prova di carico su piastra in fase esecuzione lavori) per orizzonti con spessore di 30 cm, ai fini di limitare eventuali cedimenti differenziati. Si dovrà pertanto effettuare uno scavo sino a - 1,00 m circa dal piano campagna esistente, riempire per 60 cm circa di materiale arido compattandolo idoneamente, gettare la fondazione”.



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

La costruzione non comporta carichi particolari sul terreno di fondazione. I valori medi delle caratteristiche del terreno di fondazione sono stati estrapolati dalla suddetta relazione geologica e vengono di seguito riportati. Il terreno del sito è ricadente nella **CATEGORIA D** (D.M. 17/01/18 punto **3.2.2. - TAB.3.2.II**).

Si considera inoltre un coefficiente di amplificazione topografica $S_T=1.2$, corrispondente alla **categoria topografica T₂** (D.M. 17/01/18 punto **3.2.2. - TAB.3.2.III**).

$C = 0$ daN/cm² (coesione)

$\gamma = 17.0$ kN/m³ (peso specifico terreno)

$\phi = 28^\circ$ (angolo di attrito proprio del terreno)

Allegati:

- Tabulati relazione geotecnica Iperspace BIM.

Verrua Savoia, li 18/05/2023

Il progettista delle strutture
(ing. Nicola CRITELLI)





Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

RELAZIONE GEOTECNICA

Comune: VERRUA SAVOIA (TO)

Titolo del progetto: AMPLIAMENTO REFETTORIO

Committente: COMUNE DI VERRUA SAVOIA

Opera: FONDAZIONI NUOVA STRUTTURA METALLICA

Normativa di riferimento

- **Legge nr. 1086 del 05/11/1971.** Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
 - **Legge nr. 64 del 02/02/1974.** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- **Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018.** Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018

Modello per il calcolo del carico limite

Il terreno di fondazione è considerato costituito da due strati: uno superiore ed uno inferiore al piano di posa della fondazione. La presenza della falda è presa in considerazione in base alla sua profondità dal piano campagna. Per la verifica a carico limite si adotta l'approccio 2 con una unica combinazione di carico A1+M1+R3, in cui i coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze sono unitari ed il coefficiente di sicurezza globale è pari a 2.3 per il carico limite verticale e pari a 1.1 per il coefficiente di sicurezza a per il carico limite orizzontale. l'effetto del sisma è portato in conto considerando una la forza statica orizzontale; poichè tale forza non è né centrata né verticale è necessario considerare fattori correttivi per l'inclinazione del carico e una riduzione delle dimensioni della fondazione, in funzione dell'eccentricità. Di seguito si riporta il calcolo per le combinazioni più gravose; in calce è riportato un riepilogo per tutte le combinazioni.

Carico limite

Il calcolo del carico limite è valutato secondo la formula di Terzaghi-Meyerof

$$Q_{lim} = q \cdot N_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \alpha_q \cdot \beta_q \cdot \psi_q \cdot z_q + c \cdot N_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot \psi_c \cdot z_c + \gamma \cdot N_\gamma \cdot \frac{B}{2} \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot z_\gamma$$

dove:

| | |
|-------------------------------------|--|
| N_q, N_c, N_γ | Coefficienti di Terzaghi - Meyerof per la striscia indefinita |
| $\zeta_q, \zeta_c, \zeta_\gamma$ | Coefficienti correttivi di forma, funzione del rapporto B/L |
| ξ_q, ξ_c, ξ_γ | Coefficienti correttivi di inclinazione del carico, dipendenti da H/V |
| $\alpha_q, \alpha_c, \alpha_\gamma$ | Coefficienti correttivi di inclinazione del piano di posa |
| $\beta_q, \beta_c, \beta_\gamma$ | Coefficienti correttivi di inclinazione del piano campagna |
| Z_q, Z_c, Z_γ | Coefficienti sismici per considerare l'effetto cinematico, considerati solo in presenza di sisma |
| $\psi_q, \psi_c, \psi_\gamma$ | Coefficienti correttivi di punzonamento dipendenti da un indice di rigidezza del terreno. |

Le espressioni dei coefficienti correttivi sono riportate di seguito.

- Coefficienti di forma

$$\zeta_q = 1 + \frac{B}{L} \operatorname{tg}(\phi) \quad \zeta_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c} \quad \zeta_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

- Coefficienti di inclinazione del carico

$$\xi_q = \left[1 - \frac{H \operatorname{tg}(\phi)}{V \operatorname{tg}(\phi) + B L c} \right]^m \quad \xi_c = \xi_q - \frac{1 - \xi_q}{N_c \operatorname{tg}(\phi)} \quad \xi_\gamma = \left[1 - \frac{H \operatorname{tg}(\phi)}{V \operatorname{tg}(\phi) + B L c} \right]^{m+1}$$

essendo

$$m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

- Coefficienti correttivi di inclinazione del piano di posa

$$\alpha_q = (1 - \epsilon \operatorname{tg}(\phi))^2 \quad \alpha_c = \alpha_q - \frac{1 - \alpha_q}{N_c \operatorname{tg}(\phi)} \quad \alpha_\gamma = \alpha_q$$

con

$$\epsilon < \pi/4$$

- Coefficienti correttivi di inclinazione del piano campagna

$$\beta_q = (1 - \operatorname{tg}(\omega))^2 \cos(\phi) \quad \beta_c = \beta_q - \frac{q - \beta_\gamma}{N_c \operatorname{tg}(\phi)} \quad \beta_\gamma = \frac{\beta_q}{\cos(\omega)}$$

con

$$\omega < \pi/4; \omega < \phi$$

- Coefficienti di punzonamento

$$\psi_q = \left(\left(0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \operatorname{tg}(\phi) + \frac{3.07 \sin(\phi) \log_{10}(2I_r)}{1 + \sin(\phi)} \right)$$

$$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_q \operatorname{tg}(\phi)} \quad \text{se } \phi \neq 0$$

$$\psi_c = 0.32 + 0.12 \frac{B}{L} + 0.6 \log_{10}(I_r) \quad \text{se } \phi = 0$$

$$\psi_\gamma = \psi_q$$

- Coefficienti sismici

$$z_q = z_c = 1 \quad z_g = \left(1 - \frac{kh}{\operatorname{tg}(\phi)} \right)^{0.45}$$

con

$$kh = \beta \frac{a_{max}}{g} \quad (\text{cfr. NT - 7.11.3})$$

Detto I_r l'indice di rigidezza del terreno (secondo la teoria di Vesic dipendente dal modulo tangenziale $G=0.5 \cdot E/(1+\nu)$ del terreno, dalla coesione c , dalla tensione effettiva alla profondità $B/2$ sotto il piano di posa e dall'angolo di attrito del terreno di fondazione) ed I_{rcrit} l'indice di rigidezza critico (dipendente dall'angolo di attrito del terreno e dal rapporto B/L), i coefficienti di punzonamento sono uguali alla unità quando $I_r \geq I_{rcrit}$, mentre sono minori dell'unità quando $I_r < I_{rcrit}$.

Oltre a queste correzioni un'altra deriva dall'eccentricità del carico e consiste nel ridurre le dimensioni della fondazione in modo che il carico risulti centrato rispetto alla fondazione ridotta; dette e_b ed e_l le eccentricità del carico nella direzione di B ed L , il carico limite si calcola per una fondazione di dimensioni ridotte $B' = B - 2e_b$ e $L' = L - 2e_l$.

Altra correzione deriva dalla presenza della falda inserendo i pesi del terreno immerso nel primo e terzo

termine dell'espressione del carico limite, in particolare, detta H_f la profondità della falda e D la profondità del piano di posa, si assume che quando:

- $H_f \leq D$ si valuta la pressione effettiva sul piano di posa considerando che parte del terreno superiore è immerso, mentre nel terzo termine si userà il peso immerso;
- $D < H_f \leq D+B$ il peso del terreno del terzo termine si interpola tra i valori immerso e secco secondo la formula: $\gamma^* = \gamma'' + (\gamma - \gamma'') D/B$;
- $D+B < H_f$ la falda è trascurata.

I coefficienti di Terzaghi - Meyerof per la striscia ed i coefficienti correttivi sono dati dalle relazioni:

$$N_q = \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} e^{\pi \tan(\phi)} \quad N_c = (N_q - 1) \cot(\phi)$$

I valori del coefficiente N_γ sono riportati nella tabella seguente in funzione dell'angolo di attrito del terreno.

| | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ϕ° | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| N_γ | 0 | 0.07 | 0.15 | 0.24 | 0.34 | 0.45 | 0.57 | 0.71 | 0.86 |
| ϕ° | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| N_γ | 1.03 | 1.22 | 1.44 | 1.69 | 1.97 | 2.29 | 2.65 | 3.06 | 3.53 |
| ϕ° | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| N_γ | 4.07 | 4.68 | 5.39 | 6.2 | 7.13 | 8.2 | 9.44 | 10.88 | 12.54 |
| ϕ° | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| N_γ | 14.47 | 16.72 | 19.34 | 22.4 | 25.99 | 30.22 | 35.19 | 41.06 | 48.03 |
| ϕ° | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| N_γ | 56.31 | 66.19 | 78.03 | 92.25 | 109.41 | 130.22 | 155.55 | 186.54 | 224.64 |
| ϕ° | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | - | - | - |
| N_γ | 271.76 | 330.75 | 403.67 | 496.01 | 613.16 | 762.89 | - | - | - |

Simbologia carico limite fondazione rettangolare:

- B Base
 L Lunghezza
 eb Eccentricità secondo B
 el Eccentricità secondo L
 D Profondità del piano di posa
 Fv Componente ortogonale dell'azione sulla fondazione
 Fh Componente tangenziale dell'azione sulla fondazione
 ε Inclinazione del piano di posa
 ω Inclinazione del piano campagna
 ϕ Angolo di attrito del terreno di fondazione
 c Coesione del terreno di fondazione
 G Modulo tangenziale del terreno di fondazione
 γ_1 Peso specifico terreno superiore
 γ Peso specifico terreno di fondazione
 γ_{1Sat} Peso specifico terreno saturo superiore
 γ_{Sat} Peso specifico terreno saturo di fondazione
 Hf Profondità della falda
 W0 Peso specifico acqua

Modello terreno coesivo per il calcolo dei cedimenti

Il terreno è modellato come sequenza di strati di tipo coesivo la cui deformabilità è individuata attraverso il modulo edometrico, ovvero in base alla curva edometrica dedotta da prove in sito. Il cedimento è calcolato secondo la teoria di Skempton e Bjerrum. Il cedimento complessivo si compone di un cedimento di consolidazione W_c e di un cedimento immediato W_0 . Il cedimento di consolidazione è valutato in funzione del cedimento edometrico secondo la relazione $W_c = \beta W_{ed}$ essendo β un parametro funzione del coefficiente A di

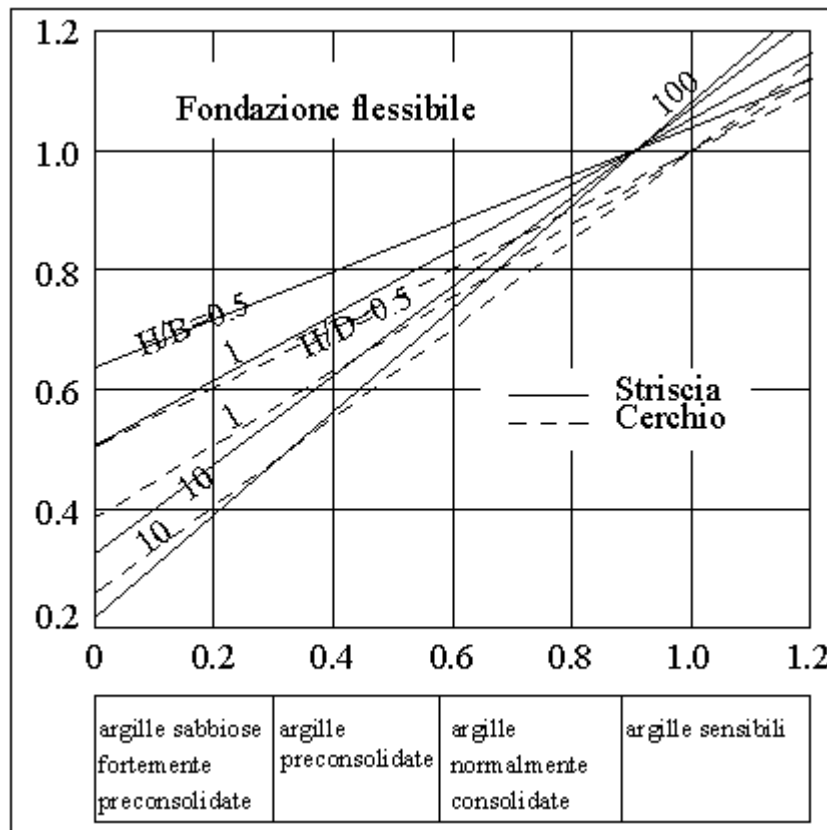
Skempton, del rapporto H/B per la striscia ovvero di H/D per il quadrato o cerchio; i valori di β sono ottenuti dal grafico riportato di seguito.

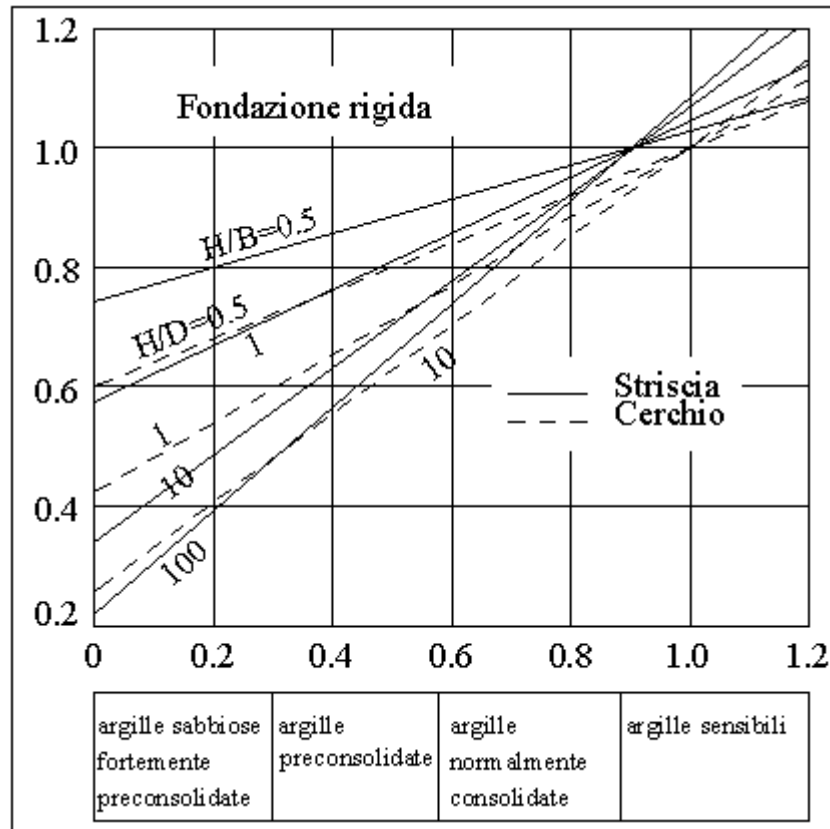
La precedente relazione per il calcolo di W_c è applicabile ad uno strato omogeneo di spessore H; nei casi reali di terreno stratificato la precedente non è applicabile, ma assumendo valida l'ipotesi di Steinbrenner si può porre il cedimento nella forma:

$$W_c = \sum_{i=1}^n \beta(A_i, z_i + \Delta_i, B, L) W_{ed}(z_i + \Delta_i) - \beta(A_i, z_i, B, L) W_{ed}(z_i)$$

dove:

- A_i coefficiente di Skempton dello strato i^{mo}
 z_i quota superiore dello strato in considerazione
 Δ_i spessore dello strato
 $W_{ed}(z_i)$ cedimento di uno strato ideale di spessore z_i e modulo edometrico $E_{ed,i-1}$
 $W_{ed}(z_i + \Delta_i)$ cedimento di uno strato ideale di spessore $z_i + \Delta_i$ e modulo edometrico $E_{ed,i}$
 β è letto dai diagrammi assumendo come spessore dello strato z_i ovvero $z_i + \Delta_i$





Risultati dell'analisi

Platea 0-2

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

| | |
|-----------------|----------|
| Base B | 5.35 m |
| Lunghezza L | 6.80 m |
| Eccentricità eb | 0.31 m |
| Eccentricità el | 0.09 m |
| Forza Fv | 67302 kg |
| Forza Fh | 0 kg |

Parametri geotecnici

| D | ε | ω | ϕ | c | G | γ_1 | γ |
|------|---------------|----------|--------|--------|--------|------------|----------|
| m | ° | ° | ° | kg/cmq | kg/cmq | t/mc | t/mc |
| 0.40 | 0.00 | 0.00 | 28.00 | 0.00 | 6.09 | 1.70 | 1.70 |

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni B=4.73 m ed L=6.62 m. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

| N_q | N_c | N_γ |
|------------|------------|-----------------|
| 14.720 | 25.803 | 16.720 |
| α_q | α_c | α_γ |
| 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| β_q | β_c | β_γ |
| 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| ξ_q | ξ_c | ξ_γ |

| | | |
|-----------|-----------|----------------|
| 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Ψ_q | Ψ_c | Ψ_γ |
| 0.634 | 0.587 | 0.634 |
| ζ_q | ζ_c | ζ_γ |
| 1.380 | 1.407 | 0.714 |
| z_q | z_c | z_γ |
| 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| N'_q | N'_c | N'_γ |
| 12.875 | 21.324 | 7.571 |

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

| | |
|--|-------------|
| Indice di rigidità critico $I_{r_{crit}}$ | 71.093 |
| Indice di rigidità I_r | 24.387 |
| Azione verticale sollecitante V | 67302 kg |
| Azione orizzontale sollecitante H | 0 kg |
| Eccentricità lungo B e_b | 0.31 m |
| Eccentricità lungo L e_l | 0.09 m |
| Carico limite verticale di calcolo Q_{lim} | 3.92 kg/cmq |
| Carico limite verticale di progetto Q_d | 1.70 kg/cmq |
| Coefficiente di sicurezza γ_v | 2.300 |

| | |
|---|-------------------|
| Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim} | 35785 kg |
| Carico limite orizzontale di progetto H_d | 32532 kg |
| Coefficiente di sicurezza γ_h | 1.100 |
| $V=67302 \text{ kg} \leq V_d=532297 \text{ kg}$ | VERIFICATO |
| $H=0 \text{ kg} \leq H_d=32532 \text{ kg}$ | VERIFICATO |

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

| N° | H | A | NC | Eed | P-E | γ |
|----|-------|-----|----|--------|------|----------|
| | m | | | kg/cmq | | t/mc |
| 1 | 7.00 | 0.6 | Si | 26.00 | ---- | 1.70 |
| 2 | 10.00 | 0.6 | Si | 84.00 | ---- | 1.90 |

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Profondità fondazione D_f | 0.40 m |
| Carico netto q_{eff} | 0.00 kg/cmq |
| Valore medio di β | 0.750 |
| Cedimento edometrico W_{ed} | 22 mm |
| Cedimento di consolidazione W_c | 17 mm |
| Cedimento Immediato W_0 | 0 mm |
| Cedimento totale W_t | 17 mm |

Platea 0-(16+17)-II-1

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

| | |
|--------------------|----------|
| Base B | 5.35 m |
| Lunghezza L | 6.80 m |
| Eccentricità e_b | 0.67 m |
| Eccentricità e_l | 0.19 m |
| Forza F_v | 43272 kg |
| Forza F_h | 7010 kg |

Parametri geotecnici

| D | ε | ω | ϕ | c | G | γ_1 | γ |
|------|---------------|----------|--------|--------|--------|------------|----------|
| m | ° | ° | ° | kg/cmq | kg/cmq | t/mc | t/mc |
| 0.40 | 0.00 | 0.00 | 28.00 | 0.00 | 6.09 | 1.70 | 1.70 |

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni B=4.01 m ed L=6.41 m. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

| N_q | N_c | N_γ |
|------------|------------|-----------------|
| 14.720 | 25.803 | 16.720 |
| α_q | α_c | α_γ |
| 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| β_q | β_c | β_γ |
| 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| ξ_q | ξ_c | ξ_γ |
| 0.752 | 0.734 | 0.630 |
| ψ_q | ψ_c | ψ_γ |
| 0.654 | 0.609 | 0.654 |
| ζ_q | ζ_c | ζ_γ |
| 1.333 | 1.357 | 0.750 |
| zq | zc | zg |
| 1.000 | 1.000 | 0.983 |
| N'_q | N'_c | N'_γ |
| 9.638 | 15.651 | 5.075 |

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

| | |
|--|-------------|
| Coeff. sismico Kh | 0.020 |
| Indice di rigidità critico $I_{r_{crit}}$ | 75.981 |
| Indice di rigidità Ir | 28.006 |
| Azione verticale sollecitante V | 43272 kg |
| Azione orizzontale sollecitante H | 7010 kg |
| Eccentricità lungo B eb | 0.67 m |
| Eccentricità lungo L el | 0.19 m |
| Carico limite verticale di calcolo Q_{lim} | 2.39 kg/cmq |
| Carico limite verticale di progetto Qd | 1.04 kg/cmq |
| Coefficiente di sicurezza γ_v | 2.300 |

| | |
|---|-------------------|
| Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim} | 23008 kg |
| Carico limite orizzontale di progetto Hd | 20917 kg |
| Coefficiente di sicurezza γ_h | 1.100 |
| $V=43272 \text{ kg} \leq V_d=266845 \text{ kg}$ | VERIFICATO |
| $H=7010 \text{ kg} \leq H_d=20917 \text{ kg}$ | VERIFICATO |

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

| N° | H | A | NC | Eed | P-E | γ |
|----|-------|-----|----|--------|------|----------|
| | m | | | kg/cmq | | t/mc |
| 1 | 7.00 | 0.6 | Si | 26.00 | ---- | 1.70 |
| 2 | 10.00 | 0.6 | Si | 84.00 | ---- | 1.90 |

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

| | |
|--------------------------|-------------|
| Profondità fondazione Df | 0.40 m |
| Carico netto q_{eff} | 0.00 kg/cmq |
| Valore medio di β | 0.750 |
| Cedimento edometrico Wed | 10 mm |

Cedimento di consolidazione W_c 7 mm
 Cedimento Immediato W_0 0 mm
 Cedimento totale W_t 7 mm

Platea 0-(16+17)-II-4

Dati della fondazione rettangolare

La falda è assente.

Base B 5.35 m
 Lunghezza L 6.80 m
 Eccentricità eb 0.16 m
 Eccentricità el 0.04 m
 Forza Fv 43139 kg
 Forza Fh 7010 kg

Parametri geotecnici

| D | ε | ω | ϕ | c | G | γ_1 | γ |
|------|---------------|----------|--------|--------|--------|------------|----------|
| m | ° | ° | ° | kg/cmq | kg/cmq | t/mc | t/mc |
| 0.40 | 0.00 | 0.00 | 28.00 | 0.00 | 6.09 | 1.70 | 1.70 |

Carico limite

La fondazione data è equivalente a una fondazione rettangolare di dimensioni $B=5.04$ m ed $L=6.71$ m. Si riportano di seguito i coefficienti correttivi.

| N_q | N_c | N_γ |
|------------|------------|-----------------|
| 14.720 | 25.803 | 16.720 |
| α_q | α_c | α_γ |
| 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| β_q | β_c | β_γ |
| 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| ξ_q | ξ_c | ξ_γ |
| 0.757 | 0.739 | 0.634 |
| ψ_q | ψ_c | ψ_γ |
| 0.626 | 0.579 | 0.626 |
| ζ_q | ζ_c | ζ_γ |
| 1.399 | 1.428 | 0.700 |
| z_q | z_c | z_γ |
| 1.000 | 1.000 | 0.983 |
| N'_q | N'_c | N'_γ |
| 9.763 | 15.762 | 4.569 |

Di seguito si riporta una sintesi dei valori utilizzati per effettuare la verifica della fondazione.

Coeff. sismico K_h 0.020
 Indice di rigidezza critico $I_{r,crit}$ 69.200
 Indice di rigidezza I_r 23.086
 Azione verticale sollecitante V 43139 kg
 Azione orizzontale sollecitante H 7010 kg
 Eccentricità lungo B eb 0.16 m
 Eccentricità lungo L el 0.04 m
 Carico limite verticale di calcolo Q_{lim} 2.62 kg/cmq
 Carico limite verticale di progetto Q_d 1.14 kg/cmq
 Coefficiente di sicurezza γ_v 2.300

Carico limite orizzontale di calcolo H_{lim} 22938 kg
 Carico limite orizzontale di progetto H_d 20852 kg
 Coefficiente di sicurezza γ_h 1.100
 $V=43139$ kg \leq $V_d=385112$ kg **VERIFICATO**
 $H=7010$ kg \leq $H_d=20852$ kg **VERIFICATO**

La fondazione è considerata infinitamente rigida rispetto al terreno. Il volume di terreno influenzato dalla costruzione è tale che il substrato rigido non influenza il comportamento della fondazione, pertanto l'ultimo strato viene esteso fino alla profondità per la quale sono significativi gli incrementi di tensione indotti dai carichi.

| N° | H | A | NC | Eed | P-E | γ |
|----|-------|-----|----|--------|------|----------|
| | m | | | kg/cmq | | t/mc |
| 1 | 7.00 | 0.6 | Si | 26.00 | ---- | 1.70 |
| 2 | 10.00 | 0.6 | Si | 84.00 | ---- | 1.90 |

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

| | |
|--------------------------------|-------------|
| Profondità fondazione Df | 0.40 m |
| Carico netto q_{eff} | 0.00 kg/cmq |
| Valore medio di β | 0.750 |
| Cedimento edometrico Wed | 10 mm |
| Cedimento di consolidazione Wc | 7 mm |
| Cedimento Immediato W0 | 0 mm |
| Cedimento totale Wt | 7 mm |

Riepilogo risultati del calcolo

| Elm. | Combinazione | V | Vd | CsV (>2.30) | H | Hd | CsH (>1.10) | Qd | qe | W |
|------|---------------|-------|--------|----------------|------|-------|----------------|--------|--------|----|
| | | kg | kg | | kg | kg | | kg/cmq | kg/cmq | mm |
| 0 | 2 | 67302 | 532297 | 18.19 | 0 | 32532 | >100 | 1.70 | 0.12 | 17 |
| | 3 | 67302 | 532297 | 18.19 | 0 | 32532 | >100 | 1.70 | 0.12 | 17 |
| | 4 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 5 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 6 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 7 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 8 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 9 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 10 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 11 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 12 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 13 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 14 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | 15 | 62453 | 540213 | 19.89 | 0 | 30188 | >100 | 1.71 | 0.10 | 15 |
| | (16+17)-I-1 | 43196 | 331742 | 17.66 | 6009 | 20880 | 3.82 | 1.17 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-I-2 | 43150 | 431885 | 23.02 | 4148 | 20857 | 5.53 | 1.37 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-I-3 | 43262 | 385540 | 20.50 | 4148 | 20912 | 5.55 | 1.31 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-I-4 | 43216 | 395276 | 21.04 | 6009 | 20889 | 3.82 | 1.22 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-II-1 | 43272 | 266845 | 14.18 | 7010 | 20917 | 3.28 | 1.04 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-II-2 | 43119 | 413452 | 22.05 | 5498 | 20843 | 4.17 | 1.25 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-II-3 | 43292 | 304928 | 16.20 | 5498 | 20926 | 4.19 | 1.14 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-II-4 | 43139 | 385112 | 20.53 | 7010 | 20852 | 3.27 | 1.14 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-III-1 | 43211 | 356069 | 18.95 | 4935 | 20887 | 4.66 | 1.25 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-III-2 | 43135 | 405335 | 21.61 | 5126 | 20850 | 4.47 | 1.29 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-III-3 | 43277 | 361461 | 19.21 | 5126 | 20919 | 4.49 | 1.23 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-III-4 | 43201 | 424442 | 22.60 | 4935 | 20882 | 4.65 | 1.30 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-IV-1 | 43323 | 309865 | 16.45 | 4880 | 20941 | 4.72 | 1.18 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-IV-2 | 43068 | 416310 | 22.23 | 5072 | 20818 | 4.51 | 1.28 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-IV-3 | 43343 | 315277 | 16.73 | 5072 | 20951 | 4.54 | 1.17 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-IV-4 | 43088 | 443029 | 23.65 | 4880 | 20828 | 4.69 | 1.30 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-V-1 | 43206 | 345563 | 18.40 | 5244 | 20885 | 4.38 | 1.23 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-V-2 | 43160 | 448294 | 23.89 | 3401 | 20862 | 6.75 | 1.43 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-V-3 | 43252 | 401139 | 21.33 | 3401 | 20907 | 6.76 | 1.37 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-V-4 | 43206 | 412318 | 21.95 | 5244 | 20885 | 4.38 | 1.28 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VI-1 | 43276 | 269030 | 14.30 | 6856 | 20918 | 3.36 | 1.05 | 0.05 | 7 |

| Elm. | Combinazione | V | Vd | CsV (>2.30) | H | Hd | CsH (>1.10) | Qd | qe | W |
|---------------------------|----------------|-------|--------|----------------|------|-------|----------------|------|------|---|
| | (16+17)-VI-2 | 43123 | 410982 | 21.92 | 5575 | 20844 | 4.11 | 1.25 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VI-3 | 43289 | 303986 | 16.15 | 5575 | 20925 | 4.13 | 1.13 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VI-4 | 43136 | 388228 | 20.70 | 6856 | 20851 | 3.35 | 1.15 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VII-1 | 43221 | 370223 | 19.70 | 4181 | 20892 | 5.50 | 1.31 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VII-2 | 43145 | 421935 | 22.49 | 4348 | 20855 | 5.28 | 1.35 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VII-3 | 43267 | 377154 | 20.05 | 4348 | 20914 | 5.29 | 1.29 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VII-4 | 43191 | 441955 | 23.54 | 4181 | 20877 | 5.49 | 1.36 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VIII-1 | 43327 | 310101 | 16.46 | 4839 | 20943 | 4.76 | 1.19 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VIII-2 | 43072 | 417991 | 22.32 | 4984 | 20820 | 4.60 | 1.29 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VIII-3 | 43340 | 316614 | 16.80 | 4984 | 20950 | 4.62 | 1.17 | 0.05 | 7 |
| | (16+17)-VIII-4 | 43085 | 444691 | 23.74 | 4839 | 20826 | 4.73 | 1.30 | 0.05 | 7 |
| Minimi coeff. sic. | | | | | | | | | | |
| 0 | (16+17)-II-1 | | | 14.18 | | | | | | |
| 0 | (16+17)-II-4 | | | | | | 3.27 | | | |

Wmax=17 mm

Wmin=7 mm

Verifica a scorrimento globale delle fondazione

Combinazione Combinazione di verifica

N Sforzo normale

Hd Azione orizzontale depurata dalle azioni assorbite da pali e plinti su pali

R Resistenza allo scorrimento $R=A*c+N*tg(\phi)$

CS R/Hd

CSd Coefficiente di sicurezza di progetto

Area delle strutture di fondazione a contatto con il terreno **A=36.3800 m²**

| Combinazione | N kg | Hd kg | R kg | CS. | CSd | ver |
|---------------|---------|----------|---------|------|------|-----|
| 2 | 67302 | 0 | 35785 | -- | 1.10 | Si |
| 3 | 67302 | 0 | 35785 | -- | 1.10 | Si |
| 4 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 5 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 6 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 7 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 8 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 9 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 10 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 11 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 12 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 13 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 14 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| 15 | 62453 | 0 | 33207 | -- | 1.10 | Si |
| (16+17)-I-1 | 43196 | 6009 | 22968 | 3.82 | 1.10 | Si |
| (16+17)-I-2 | 43150 | 4148 | 22943 | 5.53 | 1.10 | Si |
| (16+17)-I-3 | 43262 | 4148 | 23003 | 5.55 | 1.10 | Si |
| (16+17)-I-4 | 43216 | 6009 | 22978 | 3.82 | 1.10 | Si |
| (16+17)-II-1 | 43272 | 7010 | 23008 | 3.28 | 1.10 | Si |
| (16+17)-II-2 | 43119 | 5498 | 22927 | 4.17 | 1.10 | Si |
| (16+17)-II-3 | 43292 | 5498 | 23019 | 4.19 | 1.10 | Si |
| (16+17)-II-4 | 43139 | 7010 | 22938 | 3.27 | 1.10 | Si |
| (16+17)-III-1 | 43211 | 4935 | 22976 | 4.66 | 1.10 | Si |
| (16+17)-III-2 | 43135 | 5126 | 22935 | 4.47 | 1.10 | Si |
| (16+17)-III-3 | 43277 | 5126 | 23011 | 4.49 | 1.10 | Si |
| (16+17)-III-4 | 43201 | 4935 | 22970 | 4.65 | 1.10 | Si |
| (16+17)-IV-1 | 43323 | 4880 | 23036 | 4.72 | 1.10 | Si |
| (16+17)-IV-2 | 43068 | 5072 | 22900 | 4.51 | 1.10 | Si |
| (16+17)-IV-3 | 43343 | 5072 | 23046 | 4.54 | 1.10 | Si |
| (16+17)-IV-4 | 43088 | 4880 | 22911 | 4.69 | 1.10 | Si |
| (16+17)-V-1 | 43206 | 5244 | 22973 | 4.38 | 1.10 | Si |

| Combinazione | N | Hd | R | CS. | CSd | ver |
|----------------|-------|------|-------|------|------|-----|
| (16+17)-V-2 | 43160 | 3401 | 22949 | 6.75 | 1.10 | Si |
| (16+17)-V-3 | 43252 | 3401 | 22997 | 6.76 | 1.10 | Si |
| (16+17)-V-4 | 43206 | 5244 | 22973 | 4.38 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VI-1 | 43276 | 6856 | 23010 | 3.36 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VI-2 | 43123 | 5575 | 22929 | 4.11 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VI-3 | 43289 | 5575 | 23017 | 4.13 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VI-4 | 43136 | 6856 | 22936 | 3.35 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VII-1 | 43221 | 4181 | 22981 | 5.50 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VII-2 | 43145 | 4348 | 22940 | 5.28 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VII-3 | 43267 | 4348 | 23006 | 5.29 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VII-4 | 43191 | 4181 | 22965 | 5.49 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VIII-1 | 43327 | 4839 | 23037 | 4.76 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VIII-2 | 43072 | 4984 | 22902 | 4.60 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VIII-3 | 43340 | 4984 | 23044 | 4.62 | 1.10 | Si |
| (16+17)-VIII-4 | 43085 | 4839 | 22909 | 4.73 | 1.10 | Si |