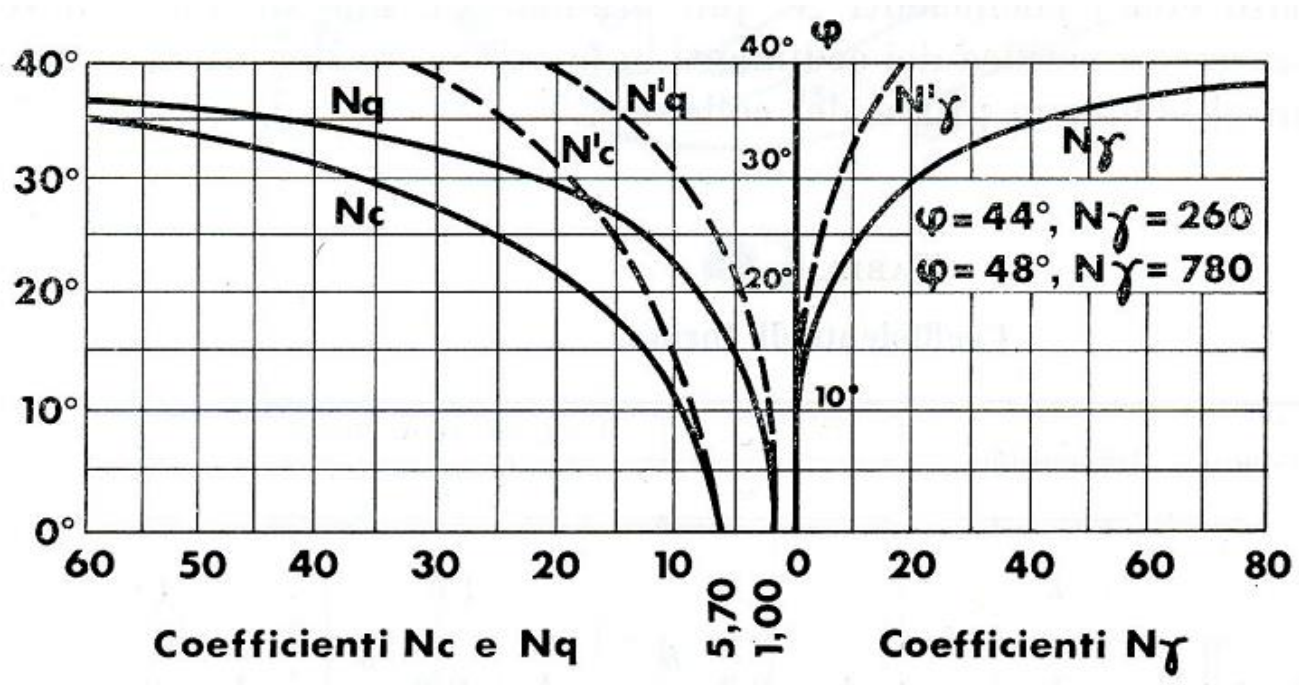
CAPACITÀ PORTANTE DELLE FONDAZIONI SUPERFICIALI.

Col foglio elettronico EXCEL, associato alla presente trattazione, si intende eseguire il calcolo della capacità di una fondazione superficiale.
Prendiamo in esame la capacità portante delle fondazioni superficiali o dirette in cui il rapporto D/B < 4.
Dove D è la profondità della fondazione, B è la larghezza della fondazione.
La capacità portante viene indicata con la notazione Q_d (t o Kg) e quella unitaria con q_d (Kg/cm^2 o t/m^2). Il carico ammissibile totale ed unitario viene indicato con Q_a e q_a.

Il foglio elettronico EXCEL consente di calcolare la capacità portante di una fondazione a plinto ed è stato realizzato applicando il metodo di Terzaghi..

Metodo di Terzaghi



in cui:
·B è la larghezza della fondazione:
.
L è la lunghezza della fondazione:

·D è la profondità del piano di posa della fondazione;

·ϕ è l'angolo d'attrito;

·c è la coesione;

·γ è il peso di volume;

·$q_0 = \gamma D$ è il sovraccarico;

·N_c, N_q, N_γ sono i fattori di capacità portante di cui si riportano le espressioni analitiche:

$$N_q = \tan^2 (45 + \phi/2)\, e^{\pi \tan \phi};$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi;$$

per N_γ Terzaghi non ha fornito un'espressione analitica ma un grafico in cui N_γ è espresso in funzione dell'angolo d'attrito;

·Il foglio elettronico EXCEL : CAPACITÀ PORTANTE DELLE FONDAZIONI permette di calcolare la capacità portante di una fondazione a plinto. Nel foglio elettronico sono contenute tabelle per l'inserimento dei dati in ingresso dei parametri N_c, N_q, N_γ (fattori di capacità portante). In esso sono contenuti anche i grafici forniti da Terzaghi per estrapolare i parametri ed anche le espressioni analitiche proposte da Vesic. Lo studente può scegliere di inserire i dati in tabella, oppure quelli grafici o quelli analitici.:

Sono previste le due condizioni fondamentali:

CONDIZIONI DRENATE in cui si ipotizza che il fenomeno della consolidazione avvenga in tempi brevi , quali quelli relativi alle SABBIE E GHIAIE.

CONDIZIONI NON DRENATE in cui si ipotizza che il fenomeno della consolidazione avvenga in lunghi , quali quelli relativi alle ARGILLE, LIMI..

· La formula della capacità unitaria per fondazioni a plinto o platea rettangolari dovuta A Terzaghi (1943) è:

.

$$\cdot \quad q_a = \left[\left(1 + 0{,}2\frac{B}{L}\right) cN_C + \gamma_1 D N_Q \cdot 10^{-4} + (1 - 0{,}2\frac{B}{L}) \cdot \frac{1}{2}\gamma_2 B N_\gamma \cdot 10^{-4}\right]/3$$

.

· Con la falda a livello della base della fondazione

.

$$\cdot \quad q_a = \left[\left(1 + 0{,}2\frac{B}{L}\right) cN_C + \gamma_1 D N_Q \cdot 10^{-4} + \left(1 - 0{,}2\frac{B}{L}\right) \cdot \frac{1}{2}(\gamma_2 - 1000) B N_\gamma \cdot 10^{-4}\right]/3$$

Nella letteratura tecnica si trovano altre formule analoghe di insigni Autori che danno risultati che differiscono fra loro di poco.

Per fare un confronto fra le diverse formule, nel foglio elettronico viene proposta anche l'espressione autorevole presentata dell' Ing. Carlo Cestelli Guidi nel libro:" Geotecnica e tecnica delle fondazioni".

CONDIZIONI DRENATE Formula del Cestelli Guidi

SI CONSIDERANO TRE SITUAZIONI: CONDIZIONE DI CARICO 1, 2, 3. VEDERE FIGURE.

CONDIZIONE DI CARICO 1 : ASSENZA DI FALDA FREATICA

$$q_a = \left[\left(1 + 0{,}3\frac{B}{L}\right) cN_C + (1 + 0{,}2\frac{B}{L})\gamma_1 DN_Q \cdot 10^{-4} + (1 - 0{,}4\frac{B}{L}) \cdot \frac{1}{2}\gamma_2 BN_\gamma \cdot 10^{-4}\right]/3$$

CONDIZIONE DI CARICO 2 : FALDA FREATICA ALLA BASE DELLA FONDAZIONE

$$q_a = \left[\left(1 + 0{,}3\frac{B}{L}\right) cN_C + (1 + 0{,}2\frac{B}{L})\gamma_1 DN_Q \cdot 10^{-4} + (1 - 0{,}4\frac{B}{L}) \cdot \frac{1}{2}(\gamma_2 - 1000)BN_\gamma \cdot 10^{-4}\right]/3$$

CONDIZIONE DI CARICO 3 : FALDA FREATICA SUL PIANO DI CAMPAGNA

$$q_a = \left[\left(1 + 0{,}3\frac{B}{L}\right) cN_C + (1 + 0{,}2\frac{B}{L})(\gamma_1 - 1000)DN_Q \cdot 10^{-4} + (1 - 0{,}4\frac{B}{L}) \cdot \frac{1}{2}(\gamma_2 - 1000)BN_\gamma \cdot 10^{-4}\right]/3$$

CONDIZIONI NON DRENATE Formula del Cestelli Guidi

CONDIZIONE DI CARICO 1 : ASSENZA DI FALDA FREATICA

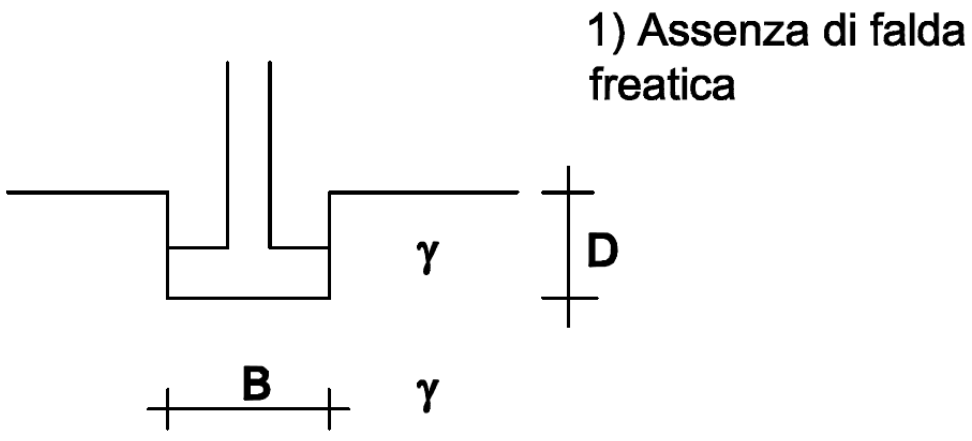
$$q_a = \left[\left(1 + 0{,}3\frac{B}{L}\right) c_u N_C + (1 + 0{,}2\frac{B}{L})\gamma_1 DN_Q \cdot 10^{-4} + (1 - 0{,}4\frac{B}{L}) \cdot \frac{1}{2}\gamma_2 BN_\gamma \cdot 10^{-4}\right]/3$$

CONDIZIONE DI CARICO 2 : FALDA FREATICA ALLA BASE DELLA FONDAZIONE

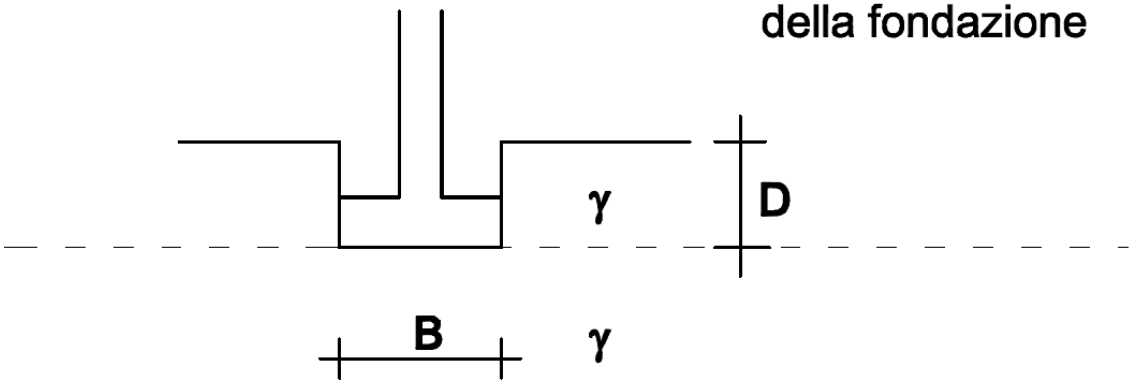
$$q_a = \left[\left(1 + 0{,}3\frac{B}{L}\right) c_u N_C + (1 + 0{,}2\frac{B}{L})\gamma_1 DN_Q \cdot 10^{-4} + (1 - 0{,}4\frac{B}{L}) \cdot \frac{1}{2}(\gamma_2 - 1000)BN_\gamma \cdot 10^{-4}\right]/3$$

CONDIZIONE DI CARICO 3 : FALDA FREATICA SUL PIANO DI CAMPAGNA

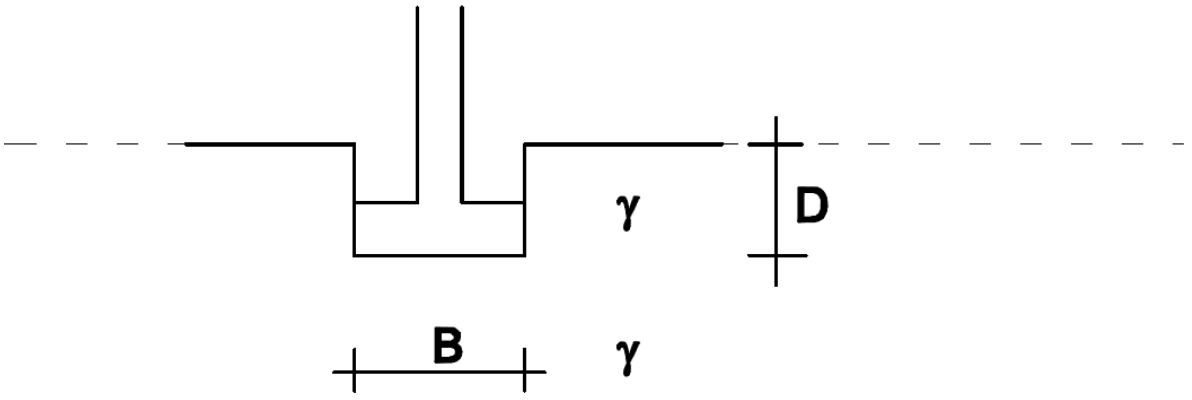
$$q_a = \left[\left(1 + 0{,}3\frac{B}{L}\right) c_u N_C + (1 + 0{,}2\frac{B}{L})(\gamma_1 - 1000)DN_Q \cdot 10^{-4} + (1 - 0{,}4\frac{B}{L}) \cdot \frac{1}{2}(\gamma_2 - 1000)BN_\gamma \cdot 10^{-4}\right]/3$$



2) Falda freatica a livello della fondazione



3) Falda freatica a livello del terreno di superficie



A beneficio degli studenti che volessero approfondire la trattazione si riportano i metodi e le formule proposte da insigni studiosi:

Metodo di Terzaghi

Espressione del carico limite:

$$q = c\, N_c\, S_c\, \xi_c + q_0\, N_q\, \xi_q + 0{,}5\, \gamma\, B\, N_\gamma\, S_\gamma\, \xi_\gamma$$

in cui:

- B è la larghezza della fondazione: B = Br - 2 eB
  (Br = larghezza della fondazione reale; eB = eccentricità lungo B);
- L è la lunghezza della fondazione: L = Lr - 2 eL
  (Lr = lunghezza della fondazione reale; eL = eccentricità lungo L);
- D è la profondità del piano di posa della fondazione;
- ϕ è l'angolo d'attrito;
- c è la coesione;
- γ è il peso di volume;
- $q_0 = \gamma D$ è il sovraccarico;
- N_c, N_q, N_γ sono i fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2 (45 + \phi/2)\, e^{\pi \tan \phi};$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi;$$

per N_γ Terzaghi non ha fornito un'espressione analitica ma un grafico in cui N_γ è espresso in funzione dell'angolo d'attrito;

- S_c, S_γ sono i fattori di forma della fondazione:
  - per fondazione nastriforme:

$$S_c = 1; \quad S_\gamma = 1$$

  - per fondazione rettangolare:

$$S_c = (1 + 0{,}2\ B/L);$$

$$S_\gamma = (1 - 0{,}2\ B/L);$$

- ξ_c, ξ_q, ξ_γ sono i fattori correttivi per la rottura locale;

- **Metodo di Meyerhof**

Espressione del carico limite:

$$q = c\ N_c\ S_c\ D_c\ I_c\ \xi_c + q_0\ N_q\ S_q\ D_q\ I_q\ \xi_q + 0{,}5\ \gamma\ B\ N_\gamma\ S_\gamma\ D_\gamma\ I_\gamma\ \xi_\gamma$$

in cui:

- B è la larghezza della fondazione: B = Br - 2 eB
  (Br = larghezza della fondazione reale; eB = eccentricità lungo B);
- L è la lunghezza della fondazione: L = Lr - 2 eL

(Lr = lunghezza della fondazione reale; eL = eccentricità lungo L);

- D è la profondità del piano di posa della fondazione;
- δ = angolo d'inclinazione del carico rispetto alla verticale;
- ϕ è l'angolo d'attrito;
- c è la coesione;
- γ è il peso di volume;
- $q_0 = \gamma D$ è il sovraccarico;
- N_c, N_q, N_γ sono i fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2 (45 + \phi/2)\, e^{\pi \tan \phi};$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi;$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1{,}4\, \phi);$$

- S_c, S_q, S_γ sono i fattori di forma della fondazione:

posto $K = \tan^2(45 + \phi/2)$

$$S_c = 1 + 0{,}2\, K\, B/L;$$

$$\text{con } \phi = 0 \rightarrow S_q = 1; \text{ con } \phi > 0 \rightarrow S_q = 1 + 0.1\, K\, B/L\ ;$$

$$S_\gamma = S_q\ ;$$

- D_c, D_q, D_γ sono i fattori di profondità del piano di posa:

posto $K = \tan^2(45 + \phi/2)$

$$D_c = 1 + 0{,}2\, \sqrt{K}\, D/B\ ;$$

$$\text{con } \phi = 0 \rightarrow D_q = 1; \text{ con } \phi > 0 \rightarrow D_q = 1 + 0{,}1\, \sqrt{K}\, D/B$$

$$D_\gamma = D_q;$$

- I_c, I_q, I_γ sono i fattori di inclinazione del carico:

$$I_c = I_q = (1 - \delta/90)^2;$$

$$I_\gamma = (1 - \delta/\phi)^2;$$

- ξ_c, ξ_q, ξ_γ sono i fattori correttivi per la rottura locale;

Metodo di Brinch-Hansen

Espressione del carico limite per terreni con ϕ>0:

$$q = c\, N_c\, s_c\, d_c\, i_c\, b_c\, g_c\, \xi_c + q_0\, N_q\, s_q\, d_q\, i_q\, b_q\, g_q\, \xi_q + 0{,}5\, \gamma\, B\, N_\gamma\, s_\gamma\, d_\gamma\, i_\gamma\, b_\gamma\, g_\gamma\, \xi_\gamma$$

in cui:

- B è la larghezza della fondazione: B = Br - 2 eB

(Br = larghezza della fondazione reale; eB = eccentricità lungo B);

- L è la lunghezza della fondazione: L = Lr - 2 eL
  (Lr = lunghezza della fondazione reale; eL = eccentricità lungo L);
- D è la profondità del piano di posa della fondazione;
- ϕ è l'angolo d'attrito;
- c è la coesione;
- γ è il peso di volume;
- $q_0 = \gamma D$ è il sovraccarico;
- N_c, N_q, N_γ sono i fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2 (45 + \phi/2)\, e^{\pi \tan \phi};$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi;$$

$$N_\gamma = 1{,}5\, (N_q - 1) \tan \phi;$$

- s_c, s_q, s_γ sono i fattori di forma della fondazione:

$$S_c = 1 + 0.2\, (B/L)(1 + \operatorname{Sin} \phi)/(1 - \operatorname{Sin} \phi);$$

$$S_q = 1 + 0.1\, (B/L)(1 + \operatorname{Sin} \phi)/(1 - \operatorname{Sin} \phi);$$

$$S_\gamma = S_q$$

- i_c, i_q, i_γ sono i fattori d'inclinazione del carico:

  η = angolo d'inclinazione della fondazione con l'orizzontale
  H = componente del carico orizzontale alla fondazione
  N = componente del carico verticale alla fondazione

$$i_q = [1-(0{,}5\, H)/(N + B\, L\, c \cot \phi)]^5$$

$$i_c = i_q - (1-i_q)/(N_q-1)$$

con $\eta = 0 \rightarrow$ $i_\gamma = [1-(0{,}7\, H)/(N + B\, L\, c \cot \phi)]^5$

con $\eta > 0 \rightarrow$ $i_\gamma = [1-((0{,}7-\eta°/450)H)/(N + B\, L\, c \cot \phi)]^5$

- d_c,d_q,d_γ sono i fattori di profondità della fondazione:

con $D/B \leq 1 \rightarrow$ $d_q = 1 + 2 \tan \phi\, (1 - \operatorname{Sin} \phi)^2\, D/B$

con $D/B > 1 \rightarrow$ $d_q = 1 + 2 \tan \phi\, (1 - \operatorname{Sin} \phi)^2 \arctan(D/B)$

$$d_c = d_q - (1 - d_q)/(N_c \tan \phi)$$

$$d_\gamma = 1$$

- b_c, b_q, b_γ sono i fattori d'inclinazione del piano di posa della fondazione:

η= angolo d'inclinazione della fondazione con l'orizzontale

$$b_q = b_\gamma = (1 - \eta \tan \phi)^2$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \phi)$$

- g_c, g_q, g_γ sono i fattori d'inclinazione del terreno:

  β = angolo d'inclinazione del terreno con l'orizzontale

$$g_q = g_\gamma = (1 - \tan \beta)^2$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \phi)$$

- ξ_c, ξ_q, ξ_γ sono i fattori correttivi per la rottura locale;

Metodo di Vesic

Espressione del carico limite per terreni con $\phi > 0$:

$$q = c\, N_c\, s_c\, d_c\, i_c\, b_c\, g_c\, \xi_c + q_0\, N_q\, s_q\, d_q\, i_q\, b_q\, g_q\, \xi_q + 0{,}5\, \gamma\, B\, N_\gamma\, s_\gamma\, d_\gamma\, i_\gamma\, b_\gamma\, g_\gamma\, \xi_\gamma$$

in cui:

- B è la larghezza della fondazione: $B = Br - 2\,eB$
  (Br = larghezza della fondazione reale; eB = eccentricità lungo B);
- L è la lunghezza della fondazione: $L = Lr - 2\,eL$
  (Lr = lunghezza della fondazione reale; eL = eccentricità lungo L);
- D è la profondità del piano di posa della fondazione;
- ϕ è l'angolo d'attrito;
- c è la coesione;
- γ è il peso di volume;
- $q_0 = \gamma D$ è il sovraccarico;
- N_c, N_q, N_γ sono i fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2 (45 + \phi/2)\, e^{\pi \tan \phi};$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi;$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi;$$

- s_c, s_q, s_γ sono i fattori di forma della fondazione:

$$S_c = 1 + (B/L)(N_q/N_c);$$

$$S_q = 1 + (B/L) \tan \phi;$$

$$S_\gamma = 1 - 0{,}4\, B/L$$

- i_c, i_q, i_γ sono i fattori d'inclinazione del carico:

  η = angolo d'inclinazione della fondazione con l'orizzontale
  H = componente del carico orizzontale alla fondazione
  N = componente del carico verticale alla fondazione
  m = (2 + B/L)/(1 + B/L)

$$i_q = [1 - H/(N + B\,L\,c\cot\phi)]^{m}$$

$$i_c = i_q - (1-i_q)/(N_c \tan\phi)$$

$$i_\gamma = [1 - H/(N + B\,L\,c\cot\phi)]^{m+1}$$

- d_c,d_q,d_γ sono i fattori di profondità della fondazione:

  con $D/B \leq 1$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi\,(1 - \sin\phi)^2\,D/B; \qquad d_c = 1 + 0{,}4\,D/B$$

  con $D/B > 1$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi\,(1 - \sin\phi)^2 \arctan(D/B); \qquad d_c = 1 + 0{,}4\arctan(D/B)$$

$$d_\gamma = 1$$

- b_c, b_q, b_γ sono i fattori d'inclinazione del piano di posa della fondazione:

  η = angolo d'inclinazione della fondazione con l'orizzontale

$$b_q = b_\gamma = (1 - \eta\tan\phi)^2$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan\phi)$$

- g_c, g_q, g_γ sono i fattori d'inclinazione del terreno:

  β = angolo d'inclinazione del terreno con l'orizzontale

$$g_q = g_\gamma = (1 - \tan\beta)^2$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan\phi)$$

- ξ_c, ξ_q, ξ_γ sono i fattori correttivi per la rottura locale;