

Carico limite per una Fondazione Superficiale

Docente: Davide Lavorato

Progettazione Strutturale 2mB

2016-2017

Fondazioni e Carico Portante

- La fondazione è una parte strutturale che trasmette il carico dell'opera al terreno sottostante.
- Il piano di posa è la superficie di contatto tra la base della fondazione e il terreno.
- Data la profondità del piano di posa (D), rispetto al piano di campagna, e la dimensione minima in pianta (B) della fondazione si definiscono secondo Terzaghi diversi tipi di fondazione.
 - ✓ Superficiali: le fondazioni in cui il rapporto D/B è minore di 4;
 - ✓ Profonde: le fondazioni per le quali il rapporto D/B è maggiore di 10;
 - ✓ Semi-profonde: le fondazioni con D/B compreso tra 4 e 10

Carico limite per una Fondazione Superficiale:

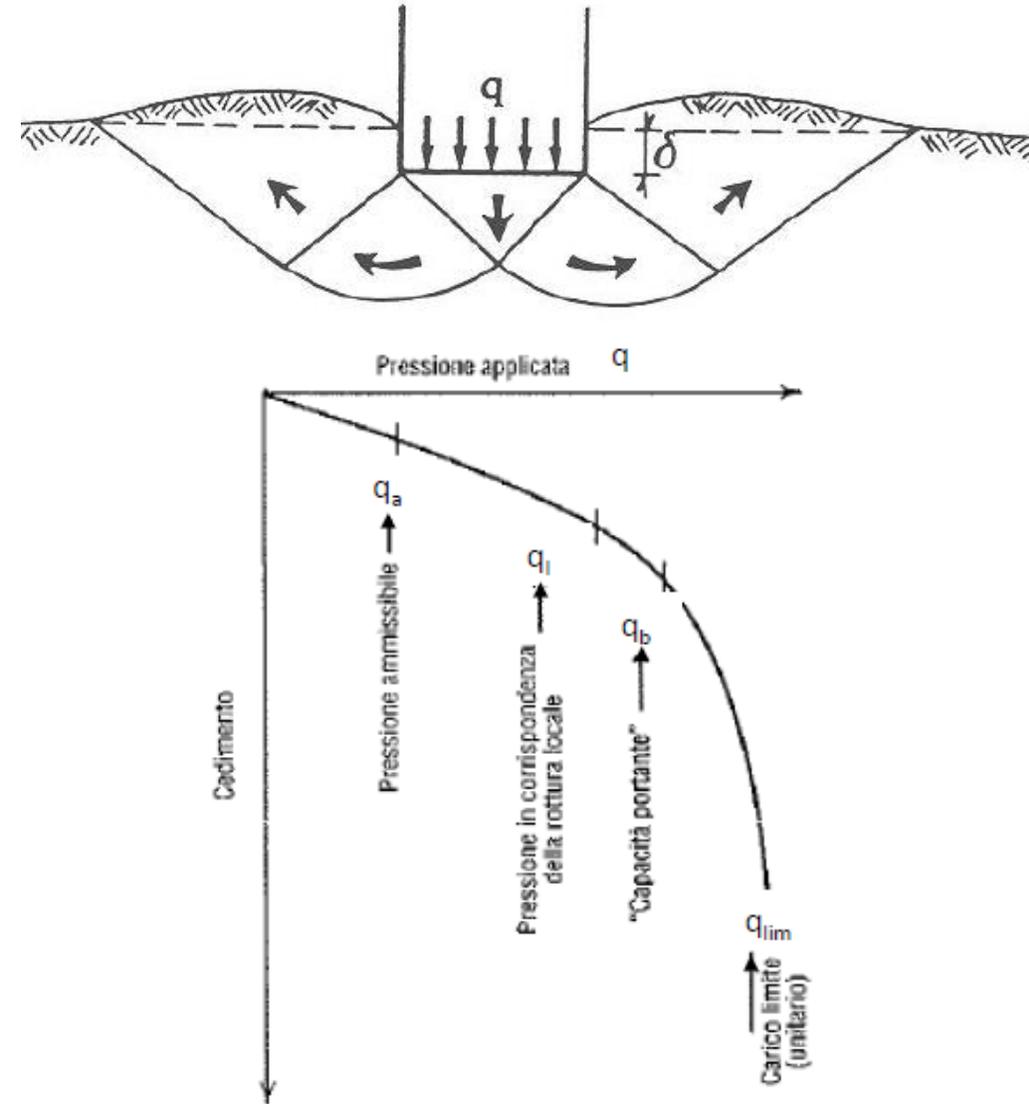
❑ Il carico limite (q_{lim}) del complesso Fondazione-Terreno è definito come il valore del carico unitario trasmesso da una struttura di fondazione al sottosuolo che provoca la rottura del terreno.

❑ Capacità portante (q_b)

❑ Carico rottura locale (q_l)

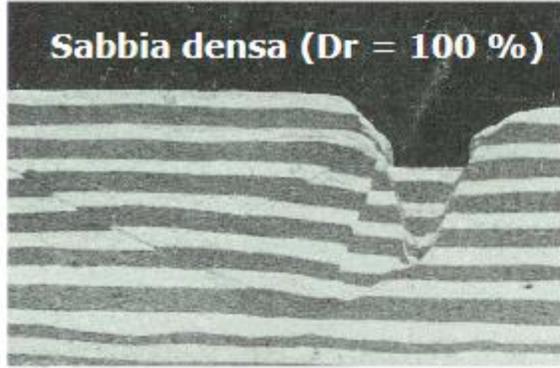
(non più comportamento lineare per l'insorgere di fenomeni di rottura locali)

❑ Carico ammissibile q_a (carico in sicurezza)

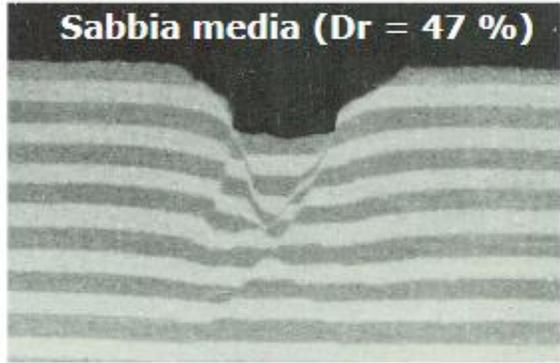
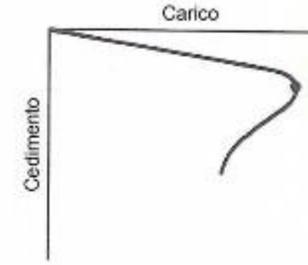
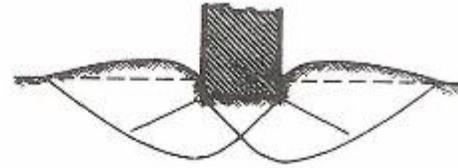


Meccanismi di rottura del complesso Fondazione-Terreno

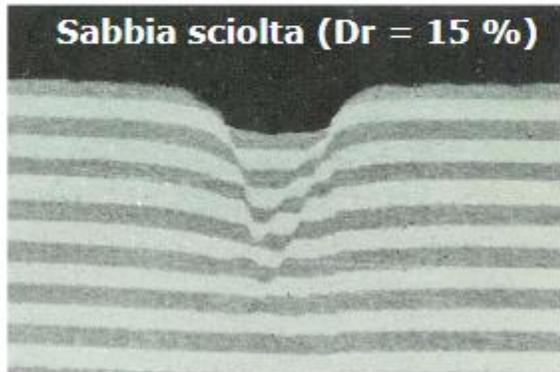
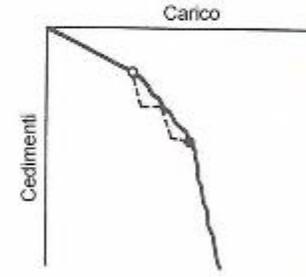
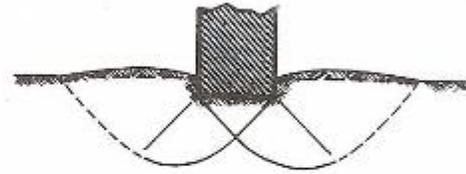
(From De Beer and Vesic, 1958.)



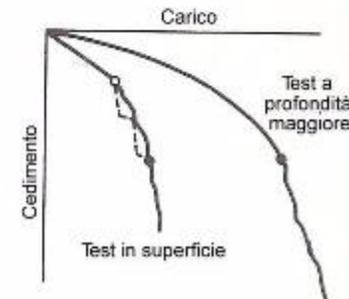
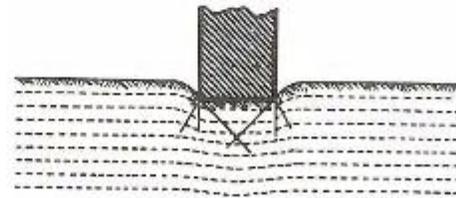
Rottura generale



Rottura locale



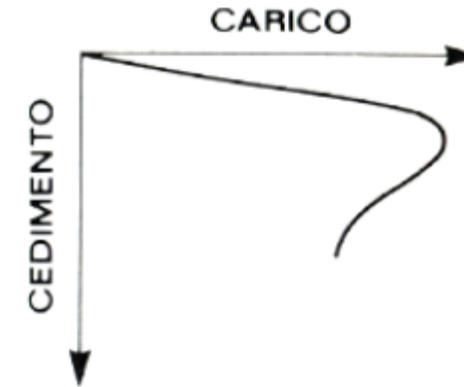
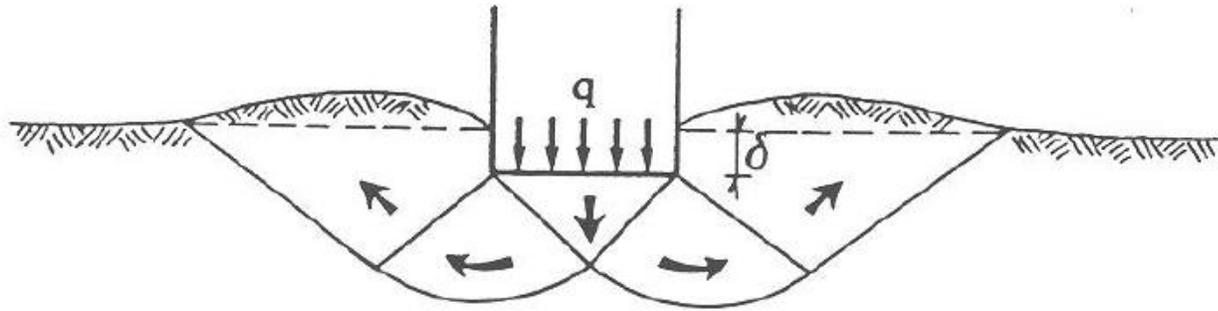
Punzonamento



$$D_R = \frac{\gamma - \gamma_{\min}}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}$$

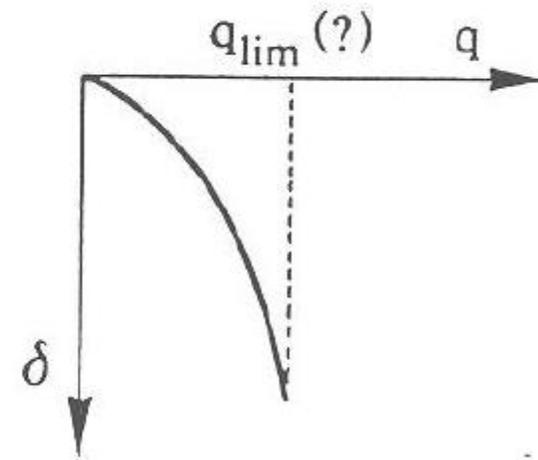
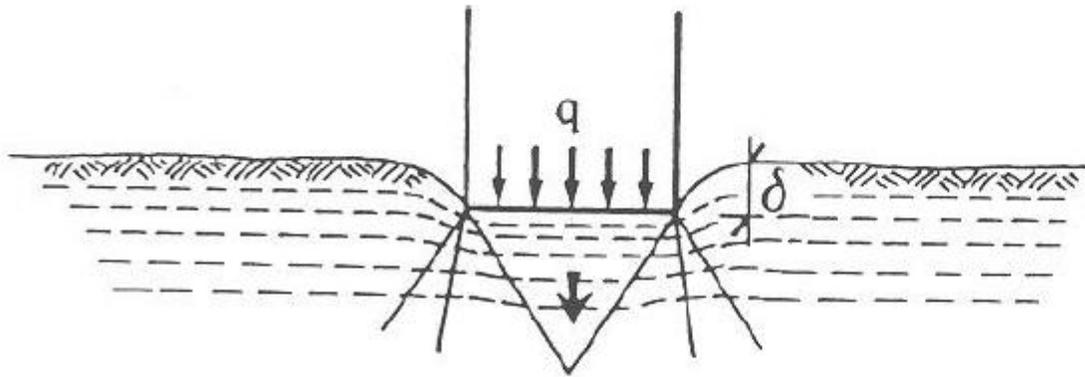
dove: γ : peso specifico naturale del terreno;
 γ_{\min} : peso specifico minimo del terreno;
 γ_{\max} : peso specifico massimo del terreno

Meccanismo di Rottura Generale - si verifica nei terreni poco compressibili (sabbie addensate, argille consistenti)



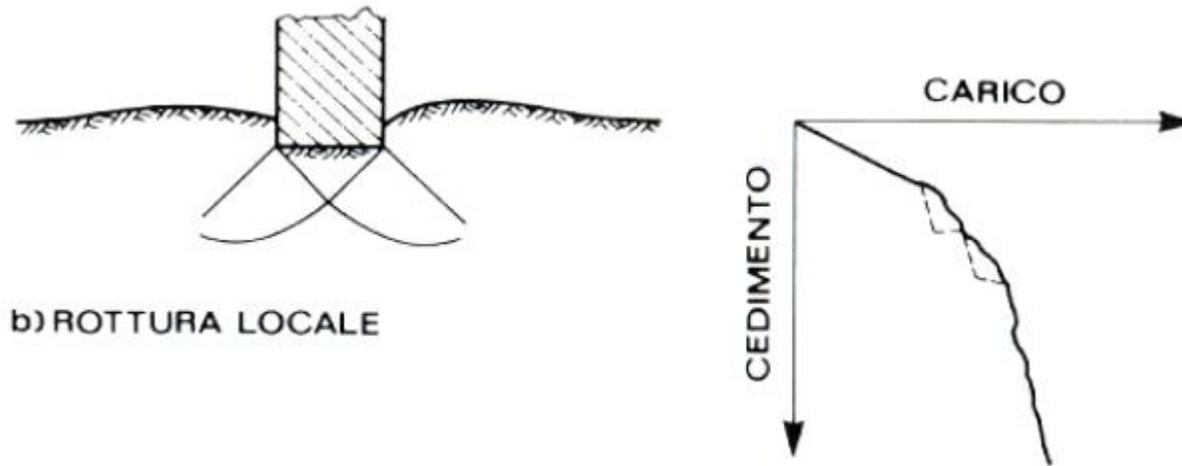
- Formazione di superfici di scorrimento ben definite nel terreno sotto la fondazione che si estendono fino in superficie
- Il terreno sotto la fondazione viene spinto verso il basso e lateralmente e il terreno posto ai lati si solleva
- Il carico limite risulta chiaramente individuato come punto di massimo della curva carichi-cedimenti

Meccanismo di Rottura Locale per Punzonamento - si verifica nei terreni molto compressibili (sabbie poco addensate ed argille tenere)



- Assenza di superfici di scorrimento ben definite sotto la fondazione
- I cedimenti crescono sulla curva carichi-cedimenti con gradualità all'aumentare del carico;
- Non vi è una precisa individuazione del carico limite

Meccanismo di Rottura Locale - Comportamento intermedio tra il Meccanismo di Rottura Generale e quello di Punzonamento



Nell caso di materiale sciolto (o poco consistente) le superfici di rottura nel terreno sotto la fondazione interessano solo la zona in prossimità del cuneo sottostante la fondazione e non si estendono lateralmente.

Soluzione di Terzaghi per determinare il carico limite (q_{lim}) o capacità portante unitaria del complesso Fondazione-Terreno

c coesione

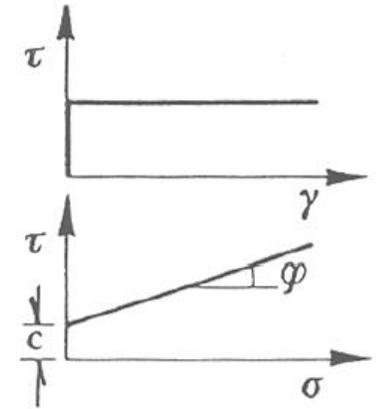
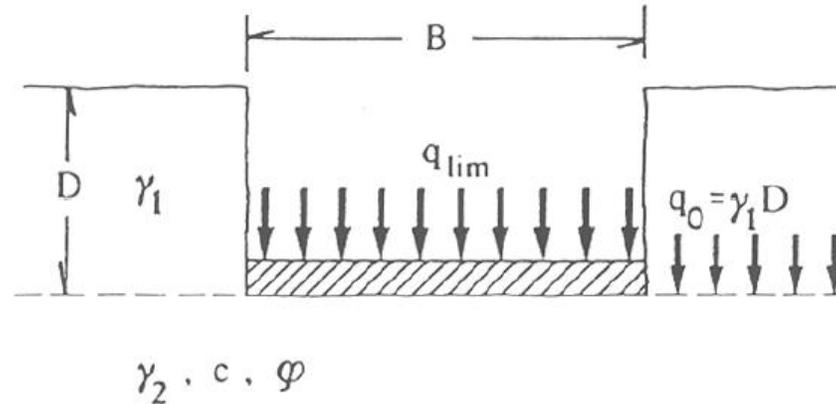
φ angolo di attrito

γ_1 peso unità di volume del terreno a lato fondazione

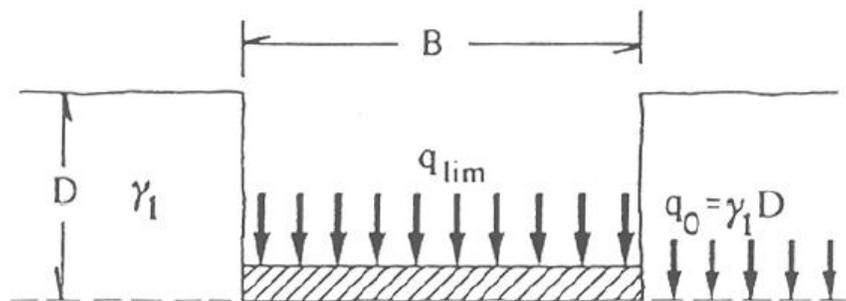
γ_2 peso unità di volume del terreno a lato fondazione

Assumendo per Ipotesi:

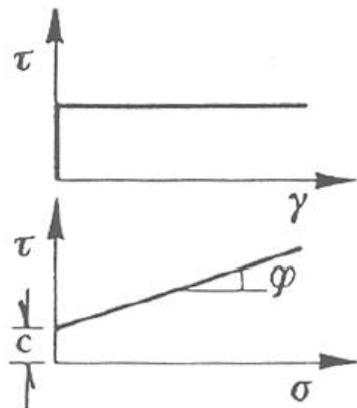
- Meccanismo di Rottura Generale
- Fondazione nastriforme di lunghezza indefinita e con larghezza B
- Piano di posa posto a profondità D
- Terreno a comportamento rigido-plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb: $\tau_f = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi$
- Carichi verticali centrati sulla fondazione
- Piano di posa e piano campagna orizzontali



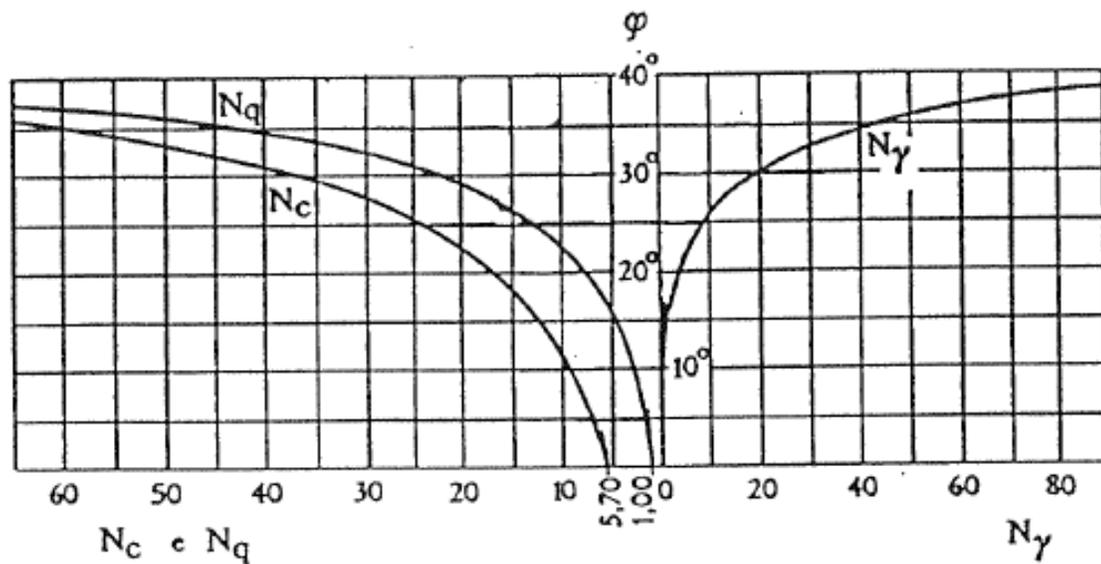
Soluzione di Terzaghi per determinare il carico limite (q_{lim}) o capacità portante unitaria del complesso Fondazione-Terreno



$\gamma_2 \cdot c \cdot \varphi$



$$q_{lim} = c N_c + \frac{1}{2} B \gamma_2 N_\gamma + \gamma_1 D N_q$$



Soluzione di Terzaghi per determinare il carico limite q_{lim} :

contributo della resistenza attritiva dovuta
al peso del terreno all' interno della superficie di
scorrimento



1

$$q_{lim} = c N_c + \frac{1}{2} B \gamma_2 N_\gamma + \gamma_1 D N_q$$



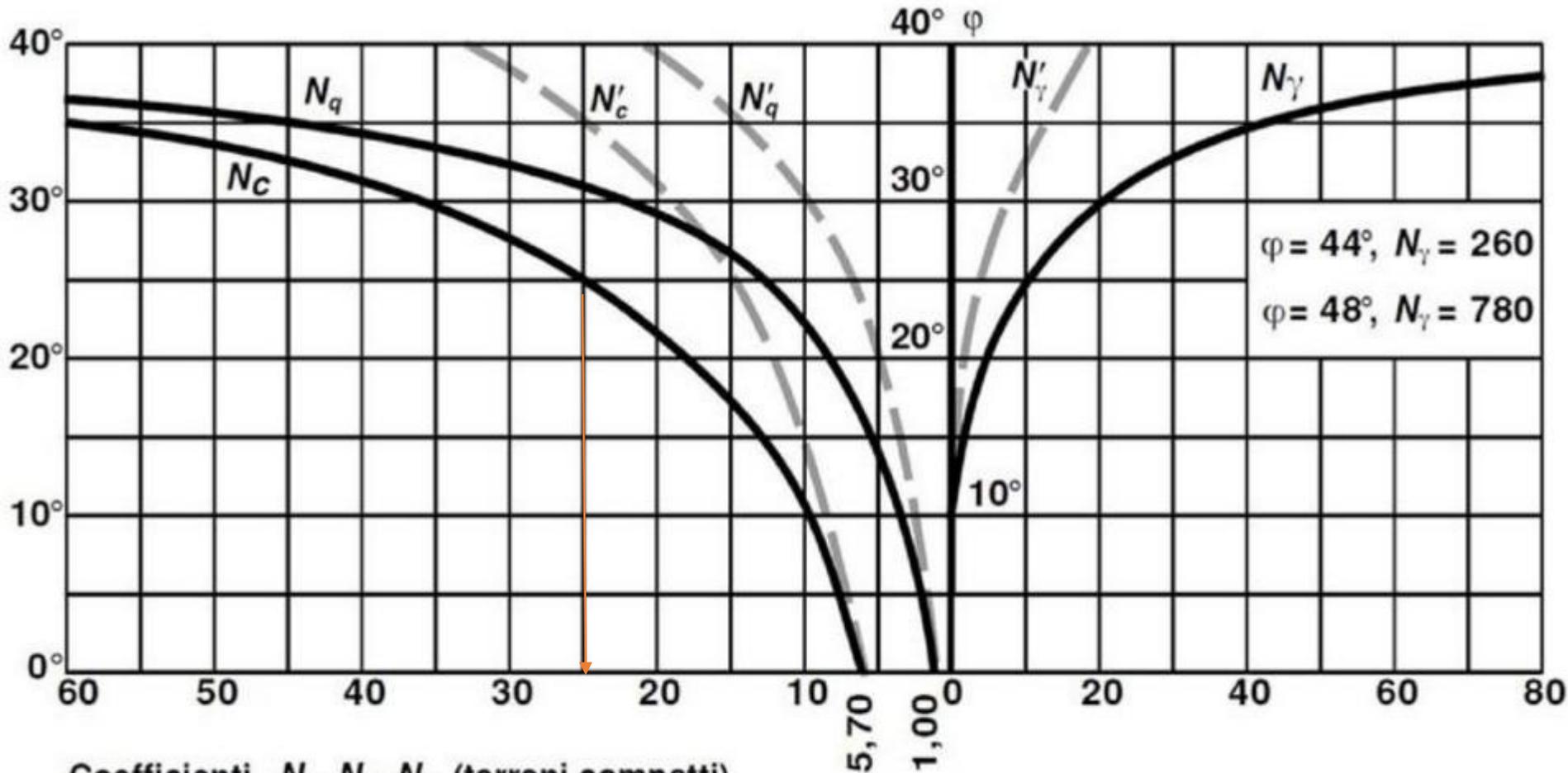
contributo della coesione del terreno
lungo la superficie di scorrimento



contributo stabilizzante
del sovraccarico ai lati della fondazione

- ❑ *I tre contributi sono calcolati separatamente relativamente a superfici di scorrimento diverse*
- ❑ *Non vi è una soluzione esatta con contemporanea presenza dei tre contributi*
- ❑ *La sovrapposizione degli effetti (somma delle tre componenti) porta a risultati cautelativi*
- ❑ *Il carico limite dipende dalla geometria della fondazione e dalle caratteristiche del terreno (angolo attrito e coesione)*

Formula di Terzaghi: coefficienti N_q , N_γ , N_c



Coefficienti N_c, N_q, N_γ (terreni compatti)

Coefficienti N'_c, N'_q, N'_γ (terreni sciolti)

**Prandtl (1921) and
Reissner (1924):**

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi'} \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi'$$

**Caquot- Kerisel (1953);
Vesic (1973):**

$$N_\gamma \cong 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi'$$

$$q'_{\text{lim}} = \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma + c' N_c + q' N_q$$

Il carico limite (q_{lim}) secondo la formula di BRINCH-HANSEN (1970) . Una Soluzione più generale rispetto a quella di Terzaghi che vale sotto date ipotesi

$$q_{lim} = 0.5\gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} +$$

$$+ q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q +$$

$$+ c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c$$

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right) \exp(\pi \tan \varphi')$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \tan \varphi'$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi'$$

Introduco dei coefficienti correttivi per i tre contributi:

$N_{\gamma}, N_q, N_c =$ fattori di capacità portante = $f(\varphi')$

$s_{\gamma}, s_q, s_c =$ fattori di forma = $f(\varphi', L/B)$

$d_{\gamma}, d_q, d_c =$ fattori di profondità = $f(\varphi', z_{min}/B)$

$i_{\gamma}, i_q, i_c =$ fattori di inclinazione della risultante di carico = $f(\varphi', H/N)$

$b_{\gamma}, b_q, b_c =$ fattori di inclinazione della base della fondazione = $f(\varphi', \alpha)$

$g_{\gamma}, g_q, g_c =$ fattori di inclinazione della superficie del terreno = $f(\varphi', \omega)$

Coefficienti Correttivi per la definizione del carico limite associati alla forma della fondazione:

Forma della fondazione	Dimensione	Coefficienti di forma		
		v_c	v_q	v_γ
Nastriforme	-	1	1	1
Rettangolare	$B < L$	$1 + 0.3 \frac{B}{L}$	$1 + 0.2 \frac{B}{L}$	$1 - 0.4 \frac{B}{L}$
Quadrata	$B = L$	1.3	1.2	0.8

Fondazione Equivalente secondo Meyerhof (1953) in caso di carico assiale N eccentrico agente in fondazione

- *Fondazione con dimensioni fittizie centrata attorno alla risultante N eccentrica – si assume che la parte di fondazione più lontana dal carico non contribuisce alla capacità portante.*

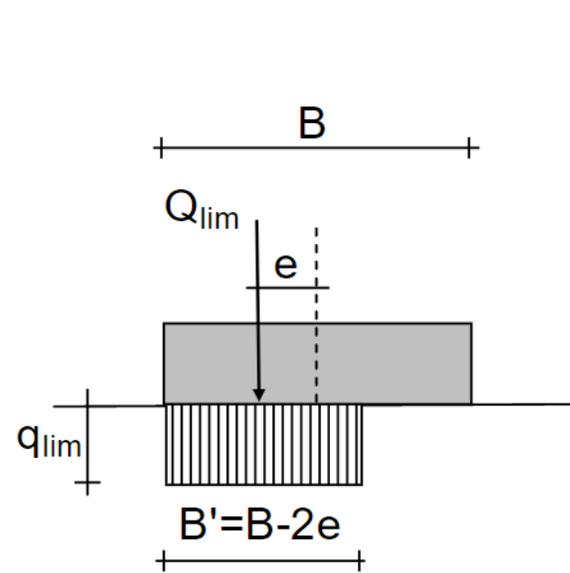


Figura 15.6: Schema per il calcolo della capacità portante di fondazione a nastro con carico eccentrico

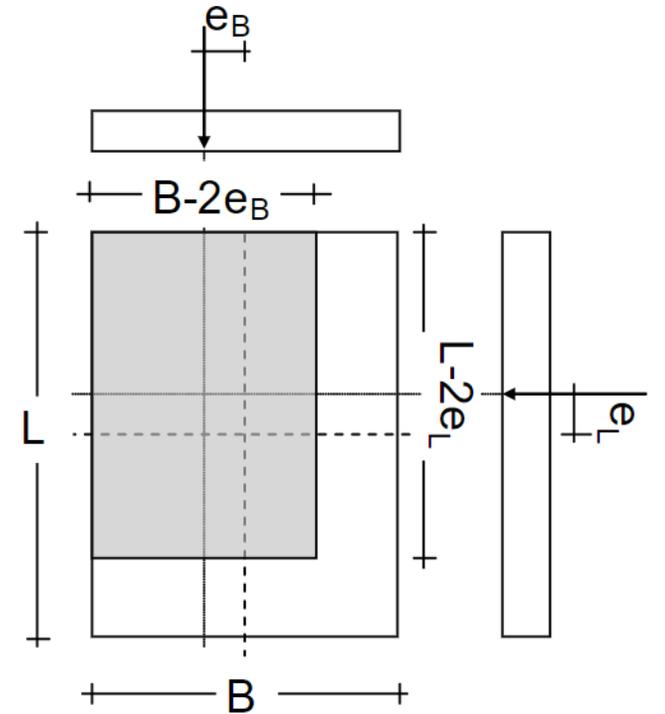


Figura 15.7: Schema per il calcolo della capacità portante di fondazione rettangolare con carico doppiamente eccentrico

CONDIZIONI DI DRENAGGIO	DRENATE	NON DRENATE
MODELLO	Continui sovrapposti (tensioni efficaci)	Continuo indifferenziato (tensioni totali)
TERRENI	Terreni a grana grossa Terreni a grana fina a lungo termine (LT)	Terreni a grana fina a breve termine (BT)
PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO $\tau_f = c + \sigma \tan \phi$	$c = c'$ $\phi = \phi'$	$c = c_u$ $\phi = 0$

CARICO LIMITE E TENSIONI EFFICACI:

CONSIDERARE:

- LA POSIZIONE DELLA FALDA IDRICA
- LA EVENTUALE SOTTOSPINTA IDRAULICA

$$q_{lim} = cN_c + \frac{1}{2}B\gamma_2N_\gamma + \gamma_1DN_q$$

$$\begin{cases} c = c' \\ \varphi = \varphi' \\ \gamma = \gamma' \text{ oppure } \gamma \end{cases} \begin{cases} N_c \\ N_\gamma \\ N_q \end{cases} \text{ funzione di } \varphi'$$

CARICO LIMITE E TENSIONI TOTALI:

CONSIDERARE:

- NON INTERESSA LA POSIZIONE DELLA FALDA IDRICA
- NON CONSIDERO LA EVENTUALE SOTTOSPINTA IDRAULICA

$$q_{lim} = cN_c + \frac{1}{2}B\gamma_2N_\gamma + \gamma_1DN_q \begin{cases} c = C_u \\ \varphi = \varphi_u = 0 \\ \gamma = \gamma_{tot} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_c = 5.14 \\ N_q = 1 \\ N_\gamma = 0 \end{cases}$$

Riferimenti

- Prof. Ing. Giuseppe Lanzo Corso di laurea in tecniche dell'architettura e della costruzione appunti del corso di geotecnica prima facoltà di architettura "LUDOVICO QUARONI" (dispense)
- J. Facciorusso, C. Madiari, G. Vannucchi – Dispense di Geotecnica Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (dispense)
- P. Colombo, F. Colleselli Elementi di Geotecnica (Libro)
- Prof. Ing. Francesco Zanghì Sussidi didattici per il corso di PROGETTAZIONE, COSTRUZIONI E IMPIANTI (dispense)