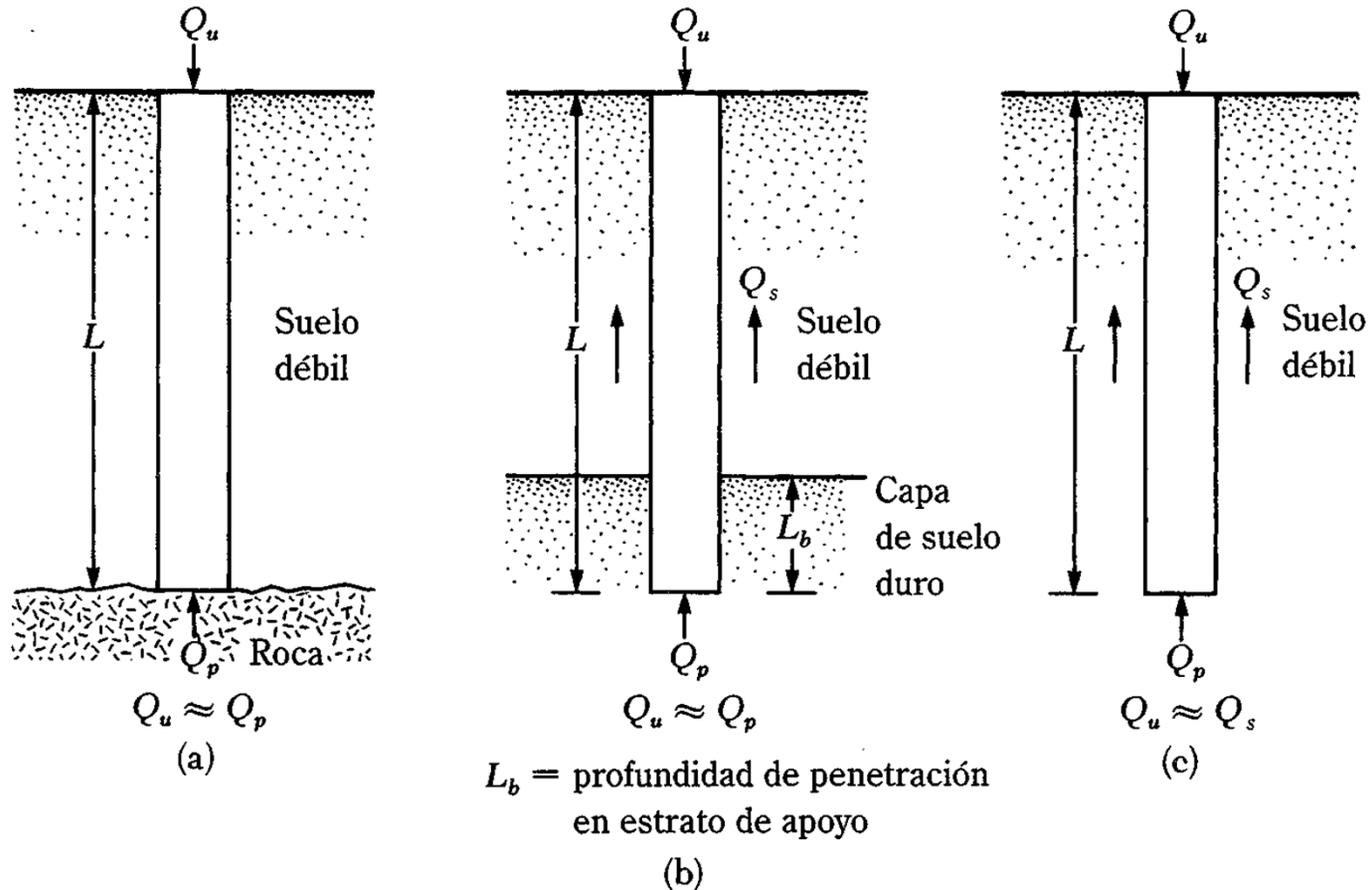


Fundaciones Profundas

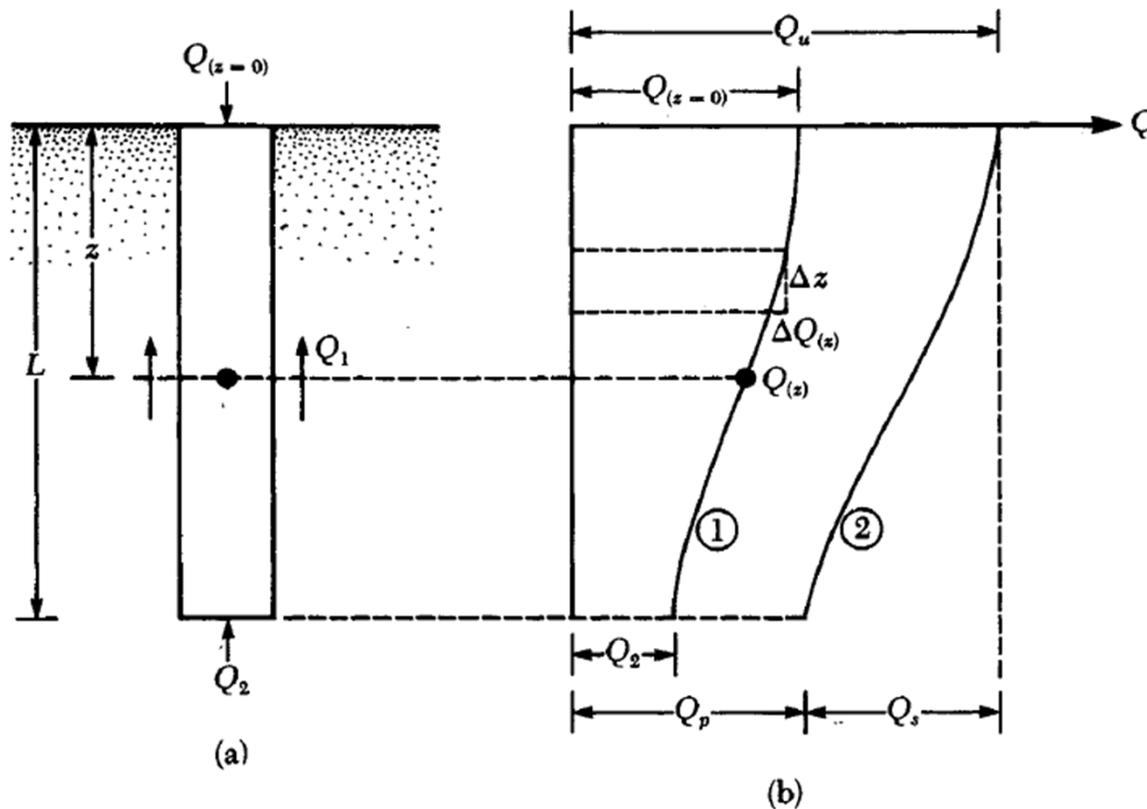
Mecanismos de transmisión de carga



(a) y (b) Pilotes de carga de punta (capacidad ultima de los pilotes depende de la capacidad de carga del material subyacente)

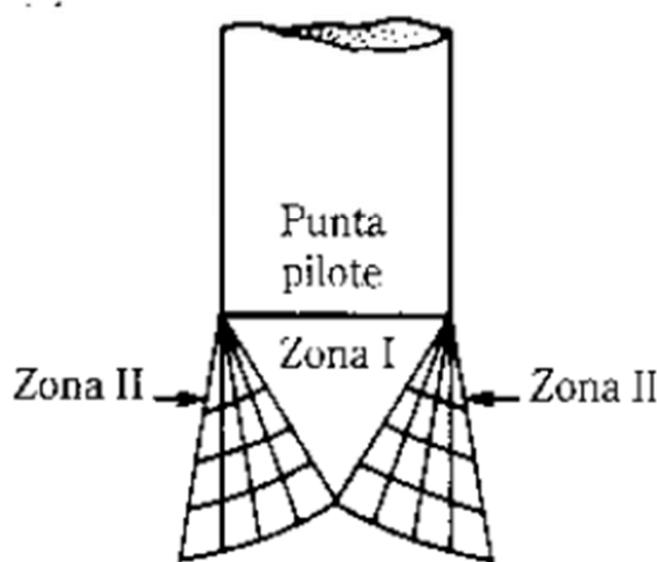
(c) Pilotes de fricción (capacidad ultima de los pilotes depende de la fricción superficial entre el suelo y la superficie del pilote)

Mecanismos de transmisión de carga



Si la carga sobre el pilote se incrementa gradualmente de cero a $Q_{(z=0)}$ en la superficie del terreno, parte de esta carga será resistida por la fricción lateral desarrollada a lo largo del fuste y parte por el suelo debajo de la punta del pilote.

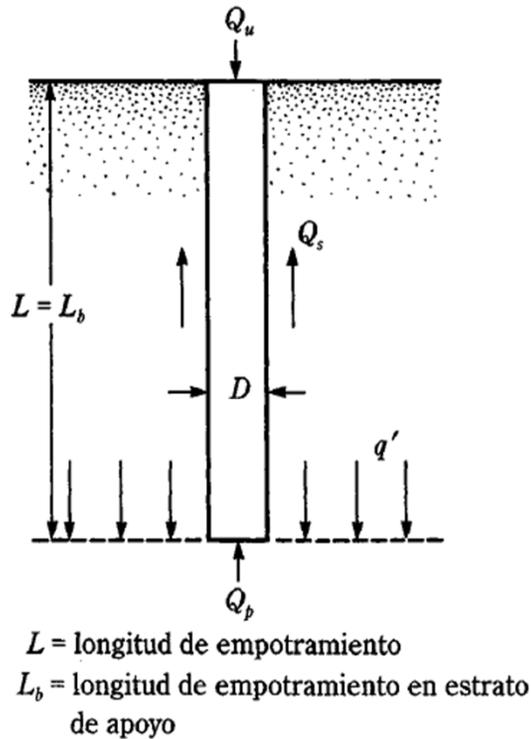
- Bajo la carga última, la superficie de falla en el suelo en la punta del pilote es similar a la mostrada en la figura. El suelo bajo los pilotes falla principalmente por punzonamiento.
- En suelos sueltos se desarrolla una zona triangular I en la punta.
- En suelos de arenas densas y suelos arcillosos firmes se desarrolla parcialmente una zona de corte radial II.



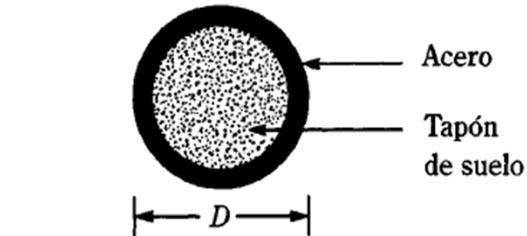
- Estudios de una serie de ensayos de carga indican que la resistencia máxima por fricción se moviliza por completo cuando el desplazamiento relativo entre el suelo y el pilote es de 5 a 10 mm, y que es relativamente independiente del diámetro y largo del pilote, pero puede depender de los parámetros c y ϕ .
- La resistencia máxima de punta se moviliza cuando la punta del pilotes se ha movido del orden de un 10 % del diámetro del pilote para pilotes hincados y del orden de un 30% del diámetro para pilotes pre-excavados.
- Debido a que el suelo va tomando la carga del pilote vía resistencia de fricción, la carga axial del pilote va disminuyendo desde la parte superior a la punta.

- En pilotes hincados en suelos granulares se ha encontrado que el esfuerzo vertical efectivo a un costado del pilote no aumenta indefinidamente. Este esfuerzo vertical aumenta hasta cierto límite, llamado profundidad crítica.
- Esta profundidad depende de la condición inicial de la arena y de la dimensión del pilote.
- Ensayos en terreno y en laboratorio indican que la profundidad crítica varía desde aproximadamente 10 veces el diámetro para pilotes en arenas sueltas hasta 20 veces para pilotes en arenas densas.

Capacidad de soporte de un pilote

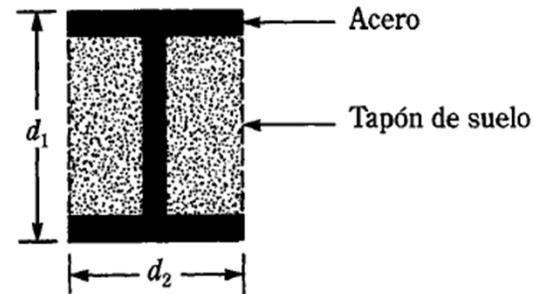


(a)



(b)

(b) Sección de pilote de tubo de extremo abierto



(c) H-Sección de pilote

(Nota : $A_p =$ área de acero + tapón de suelo)

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$Q_u =$ capacidad ultima del pilote

$Q_p =$ capacidad de carga de punta

$Q_s =$ resistencia por fricción (también denotada Q_f)

Capacidad de Carga de Punta

$$Q_p = A_p q_p = A_p (cN_c^* + q'N_q^*)$$

A_p = área de la punta del pilote

c = cohesión del suelo que soporta la punta del pilote

q_p = resistencia unitaria de punta

q' = esfuerzo vertical efectivo al nivel de la punta del pilote

N_c^* , N_q^* = factores de capacidad de carga

Resistencia por fricción

$$Q_s = \sum p \Delta L f$$

p = perímetro de la sección del pilote

ΔL = longitud incremental del pilote sobre la cual p y f se consideran constantes

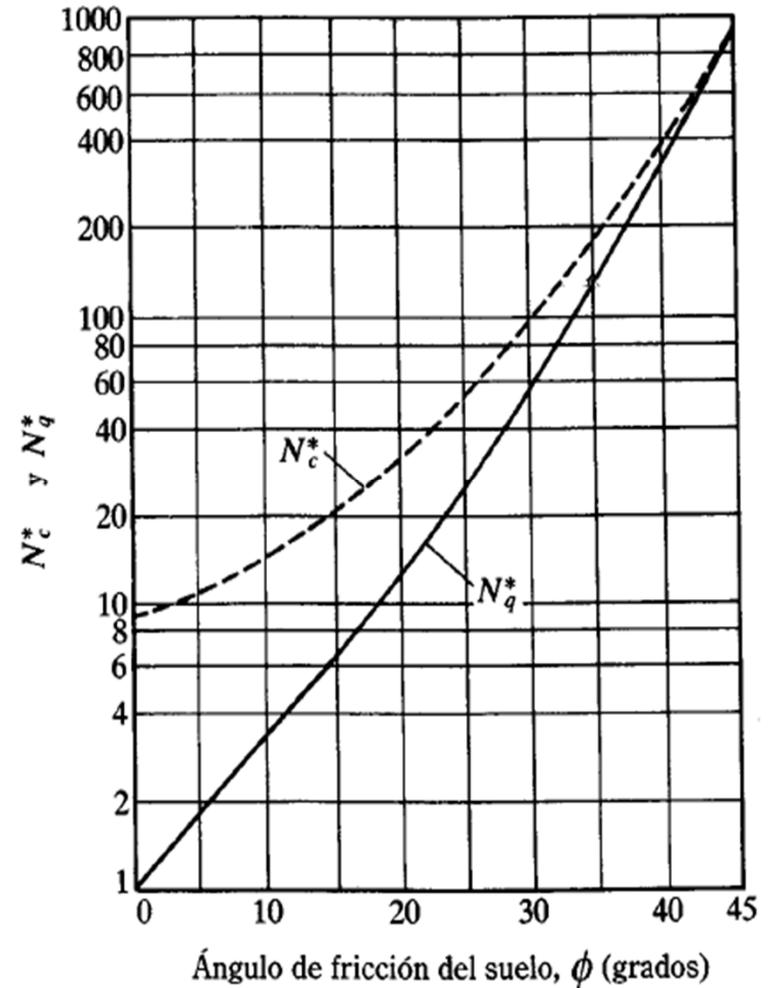
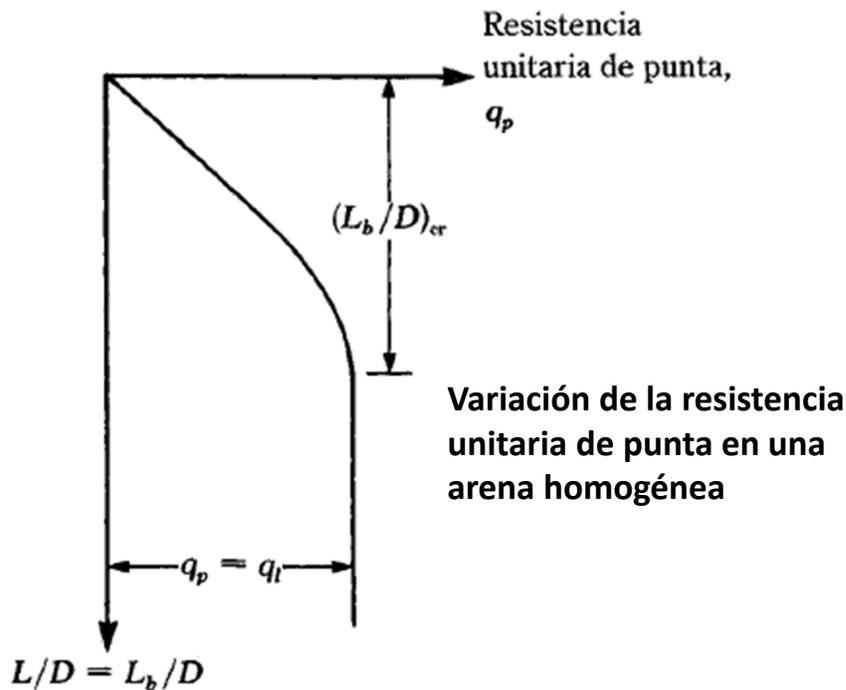
f = resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad z

Estimación de Q_p : Método de Meyerhof

- Para Arenas:

$$Q_p = A_p (q' N_q^*) \leq A_p q_l$$

$$q_l (\text{KN/m}^2) = 50 N_q^* \phi$$



Estimación de Q_p : Método de Meyerhof

- Para Arcillas saturadas en condición no drenada ($\phi=0$):

$$Q_p = N_c^* c_u A_p = 9 c_u A_p$$

c_u = resistencia no drenada del suelo debajo de la punta del pilote

Estimación de Q_p : Método de Janbu (1976)

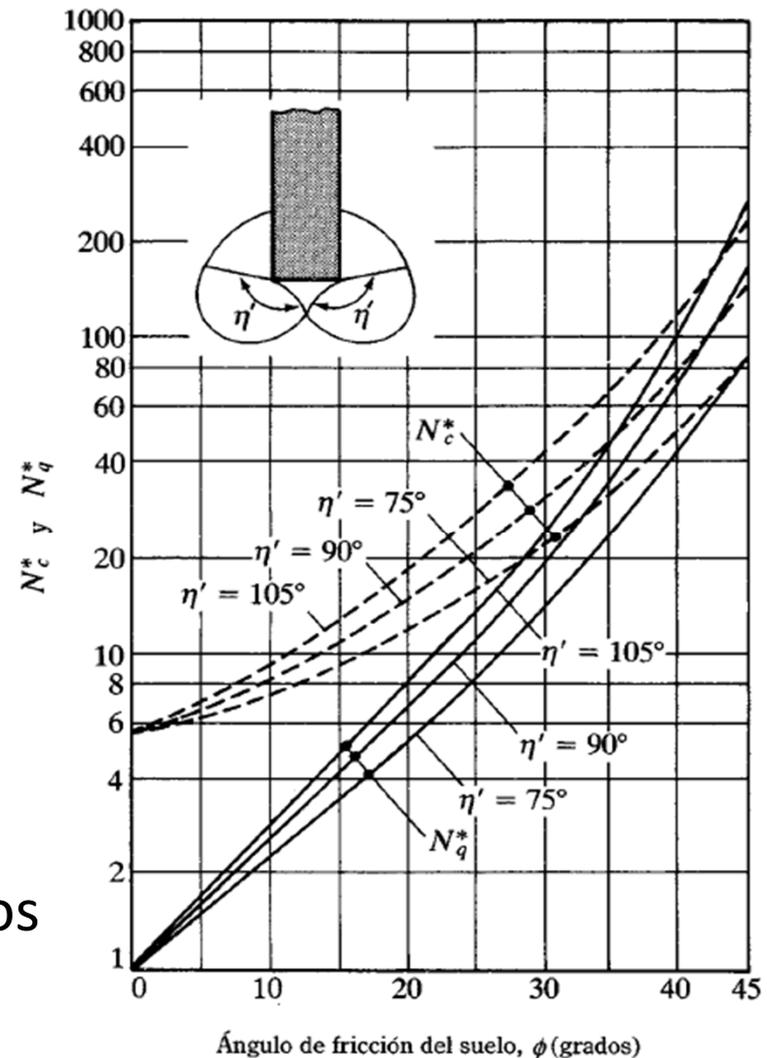
$$Q_p = A_p q_p = A_p (cN_c^* + q'N_q^*)$$

$$N_q^* = \left(\tan\phi + \sqrt{1 + \tan^2\phi} \right)^2 \left(e^{2\eta' \tan\phi} \right)$$

$$N_c^* = (N_q^* - 1) \cot\phi$$

$\eta' \approx 70^\circ$ para arcillas blandas

$\eta' \approx 105^\circ$ para suelos arenosos densos



Estimación de q_p : Método de Goodman (1980)

- Para Pilotes sobre roca:

$$q_p = q_u(N_\phi + 1)$$

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

q_u = resistencia a la compresión no confinada de la roca

ϕ = ángulo de fricción drenado

Tipo de Roca	q_u (MN/m ²)	ϕ (°)
Arenisca	70-140	27-45
Caliza	105-210	30-40
Lutita	35-70	10-20
Granito	140-210	40-50
Marmol	60-70	25-30

Estimación de q_p : Correlaciones con SPT

Existen varias correlaciones para calcular q_p en base a pruebas de penetración estándar. En la tabla, el valor N_{60} es la condición promedio cerca de la punta del pilote (entre 4D abajo y 10D arriba de la punta del pilote).

Correlaciones con la resistencia a la penetración estándar

Referencia	Relación	Aplicabilidad
Briaud y otros (1985)	$q_p = 19.7 p_a (N_{60})^{0.36}$	Arena
Shioi y Fukui (1982)	$q_p = 3 p_a$	Colado en el lugar, arena
	$q_p = 0.1 p_a N_{60}$	Pilote perforado, arena
	$q_p = 0.15 p_a N_{60}$	Pilote perforado, arena gravosa
	$q_p = 0.3 p_a N_{60}$	Pilotes hincados, todos los suelos