



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SECCIÓN DE POST GRADO

DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Dr. Jorge E. Alva Hurtado

CRITERIOS DE DISEÑO DE CIMENTACIONES

TIPOS DE CRITERIOS

Esfuerzo Permisible Transmitido

Factor de Seguridad contra Falla por Capacidad Portante

Movimientos Permisibles

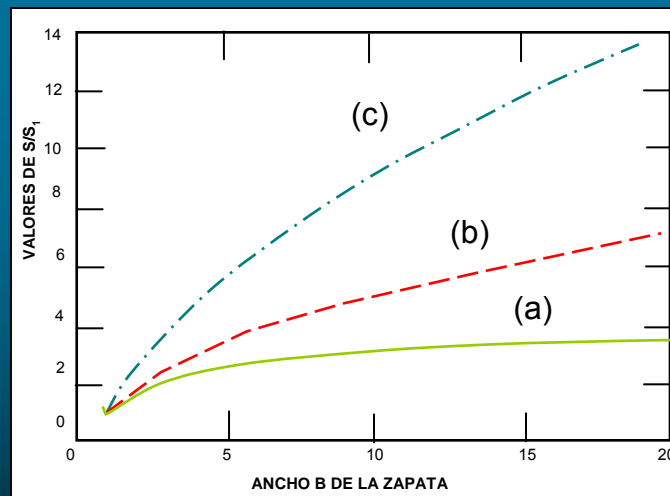
MOVIMIENTOS PERMISIBLES

Criterios de Diseño

Relación entre Asentamiento y Daño

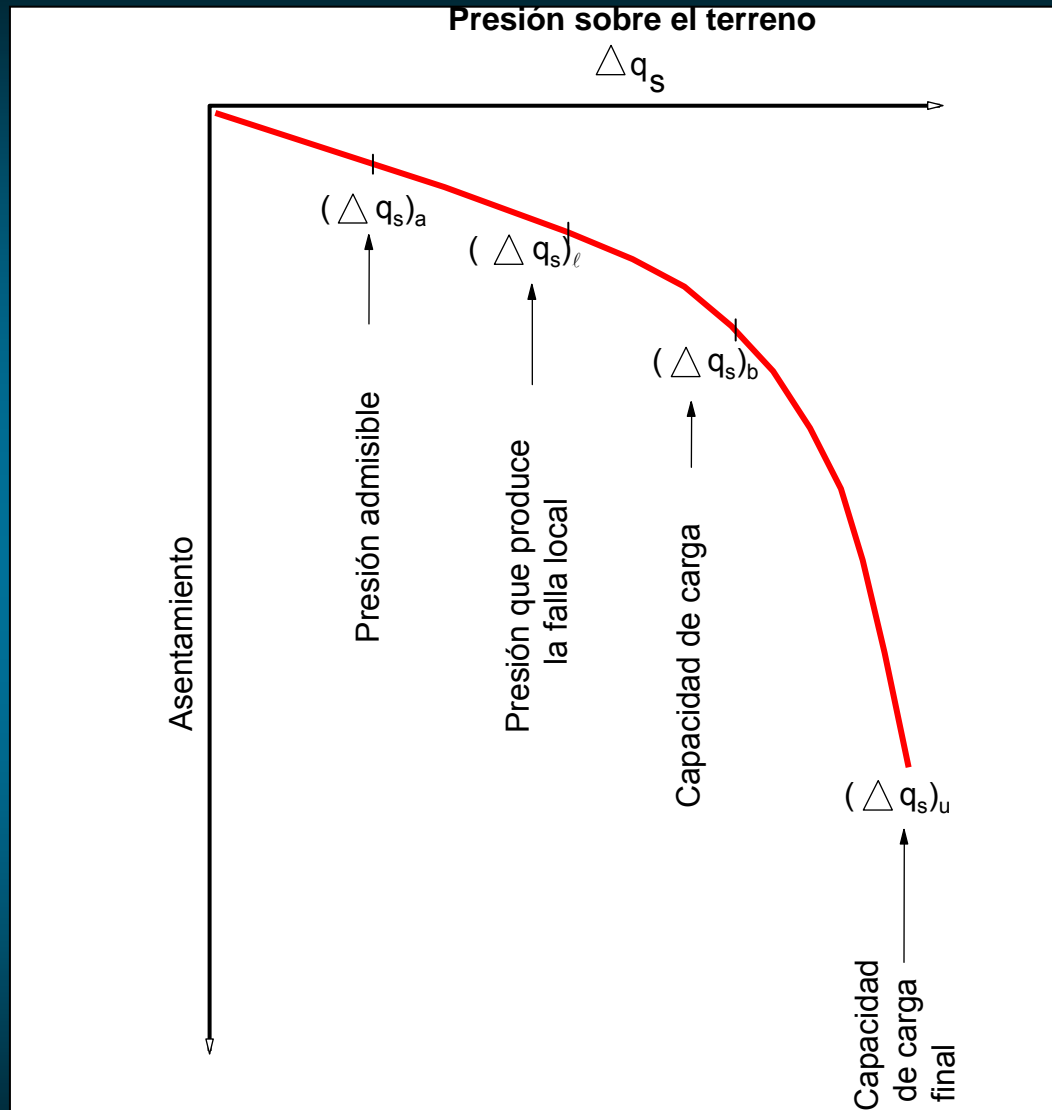
Valores de Soporte Permisibles para Arenas antes de los Códigos de 1930

| SUELO | q_a (Ton/pie ²) |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Arena movediza | 0.5 |
| 2. Arena húmeda | 2.0 |
| 3. Arena fina, compacta y seca | 2.5 a 3.0 |
| 4. Arena movediza drenada | 3.0 |
| 5. Arena gruesa bien compacta | 3.0 a 6.0 |
| 6. Grava y arena gruesa en capas | 5.0 a 8.0 |



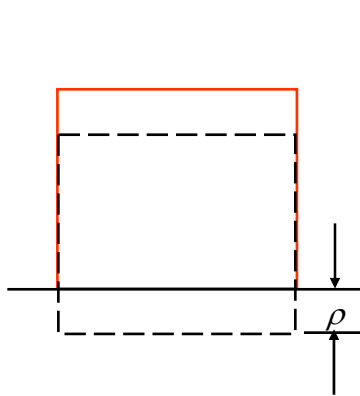
Relación aproximada entre el ancho B de cimentación sobre arena y la relación S/St , donde S representa el asentamiento de una cimentación con ancho B y St el asentamiento de una cimentación de un pie de ancho sujeta a la misma carga por unidad de área. La curva (a) se refiere a condiciones usuales. La curva (b) representa la posible relación con arenas sueltas. La curva (c) se refiere a arena con un pequeño contenido orgánico.

CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

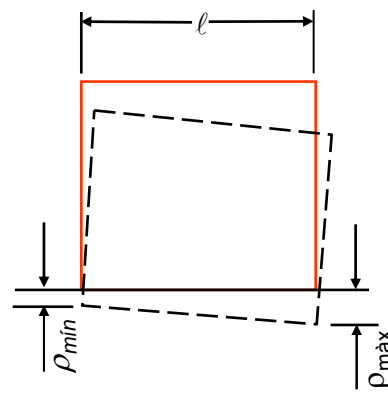


RELACIÓN ENTRE LAS PRESIONES SOBRE EL TERRENO Y LAS CAPACIDADES DE CARGA

ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES



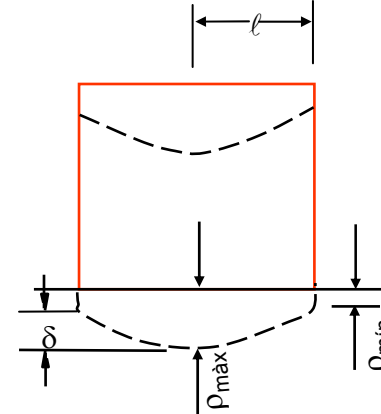
(a)



$$\Delta \rho = \rho_{m\acute{a}x} - \rho_{m\acute{i}n}$$

$$\text{Distorsión angular} = \frac{\Delta \rho}{l} = \frac{\delta}{l}$$

(b)



$$\Delta \rho = \rho_{m\acute{a}x} - \rho_{m\acute{i}n}$$

$$\text{Distorsión angular} = \frac{\Delta \rho}{l} = \frac{\delta}{l}$$

(c)

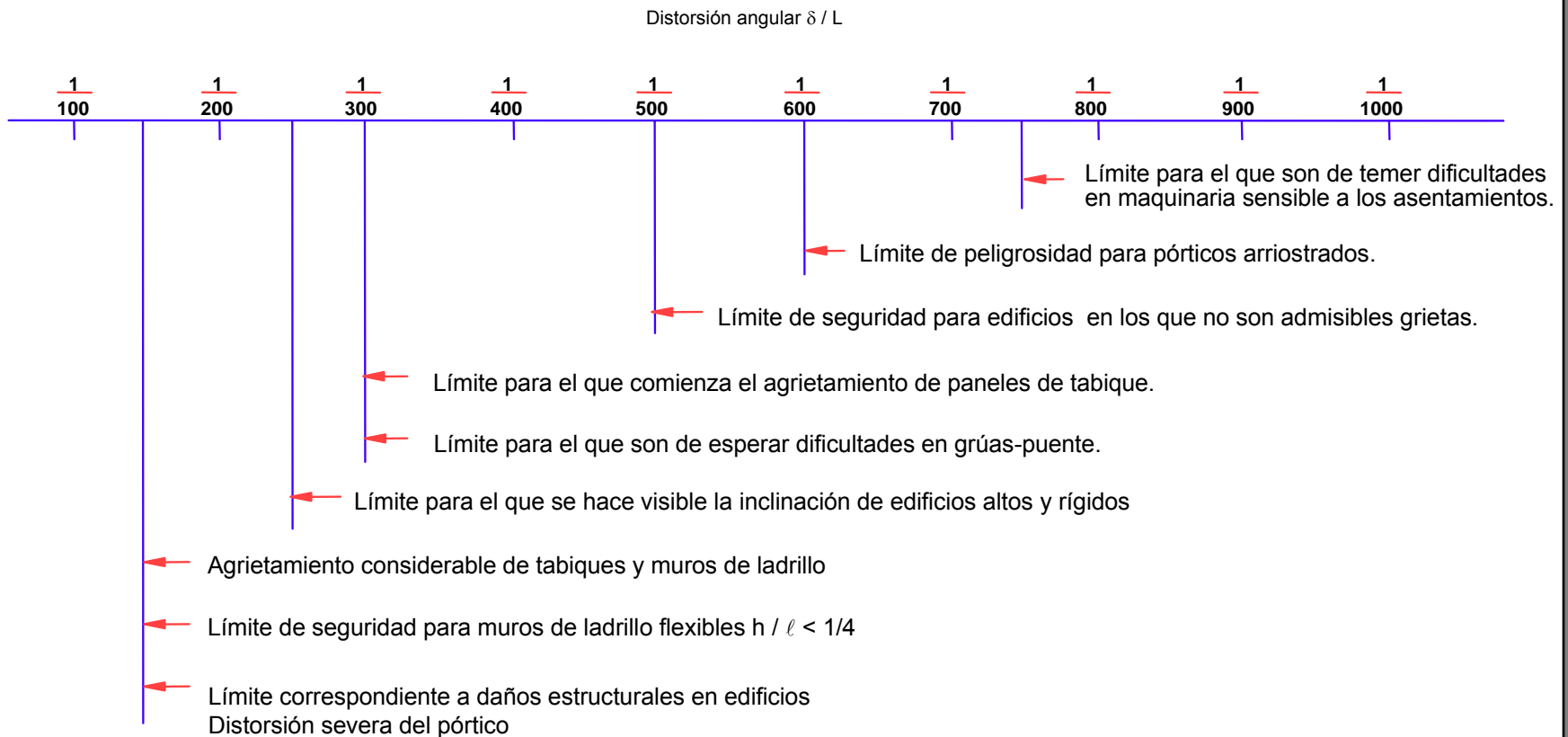
TIPOS DE ASENTAMIENTO: a) ASENTAMIENTO UNIFORME b) VOLTEO c) ASENTAMIENTO NO UNIFORME

ASENTAMIENTO ADMISIBLE

| Tipo de movimiento | Factor limitativo | Asentamiento máximo |
|--------------------------|---|---------------------------------|
| Asentamiento total | Drenaje | 6-12 plg. |
| | Acceso | 12-24 plg. |
| | Probabilidad de asentamiento no uniforme | |
| | Estructuras con muros de mampostería | 1-2 plg. |
| | Estructuras reticulares | 2-4 plg. |
| | Chimeneas, silos, placas | 3-12plg. |
| Inclinación o giro | Estabilidad frente al vuelco | Depende de la altura y el ancho |
| | Inclinación de chimeneas, torres | 0.004 <i>ℓ</i> |
| | Rodadura de camiones, etc. | 0.01 <i>ℓ</i> |
| | Almacenamiento de mercancías | 0.01 <i>ℓ</i> |
| | Funcionamiento de máquinas-telares de algodón | 0.003 <i>ℓ</i> |
| | Funcionamiento de máquinas-turbogeneradores | 0.0002 <i>ℓ</i> |
| | Carriles de grúas | 0.003 <i>ℓ</i> |
| | Drenaje de soleras | 0.01-0.02 <i>ℓ</i> |
| Asentamiento diferencial | Muros de ladrillo continuos y elevados | 0.0005-0.001 <i>ℓ</i> |
| | Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillo | 0.001-0.002 <i>ℓ</i> |
| | Fisuración de revocos (yeso) | 0.001 <i>ℓ</i> |
| | Pórticos de concreto armado | 0.0025-0.004 <i>ℓ</i> |
| | Pantallas de concreto armado | 0.003 <i>ℓ</i> |
| | Pórticos metálicos continuos | 0.002 <i>ℓ</i> |
| | Pórticos metálicos sencillos | 0.005 <i>ℓ</i> |

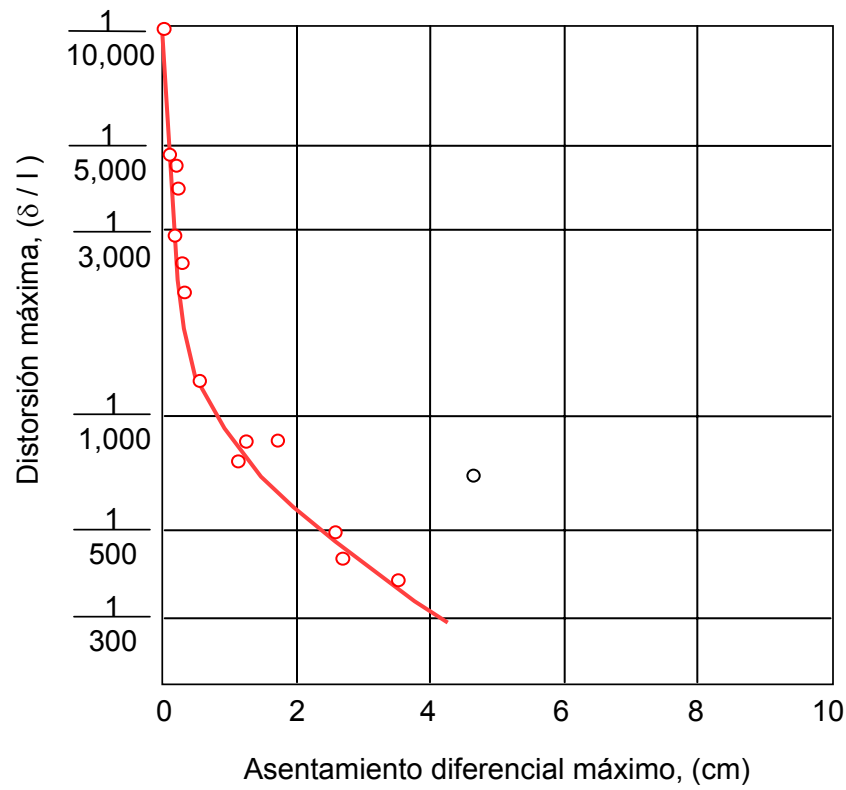
Ref. (Sowers, 1962)

CRITERIO DE DAÑOS EN ESTRUCTURAS

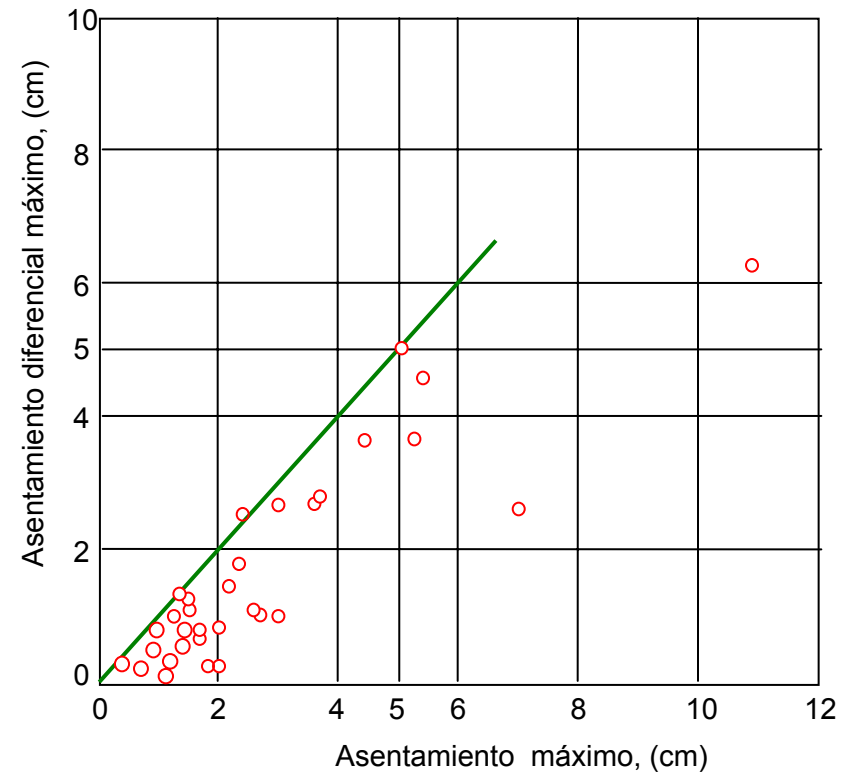


Ref. (Bjerrum, 1963)

ASENTAMIENTO DE ESTRUCTURAS CIMENTADAS SOBRE ARENA

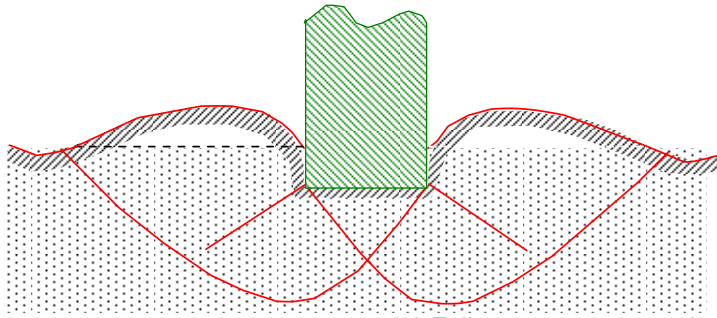


(a)

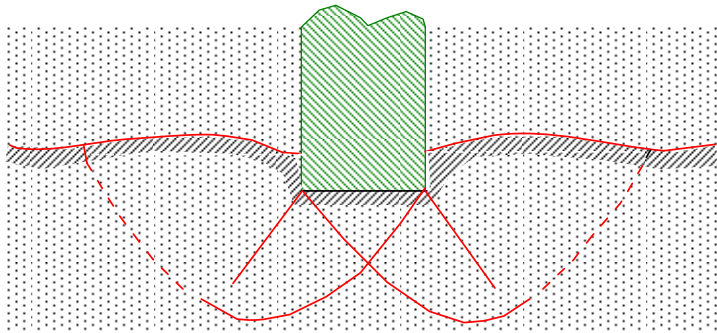


(b)

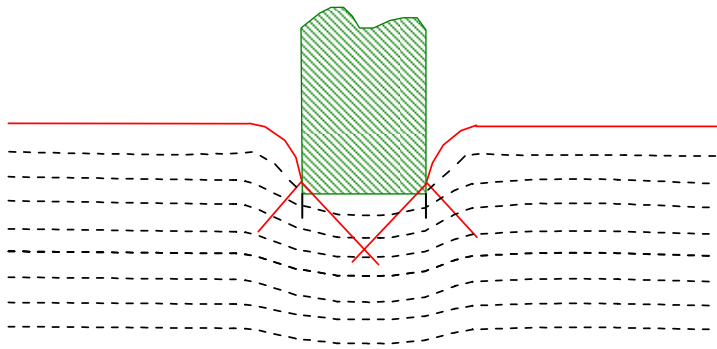
(Bjerrum, 1963)



(a) Falla por corte general
(arena densa)



(b) Falla por corte local
(arena medio densa)

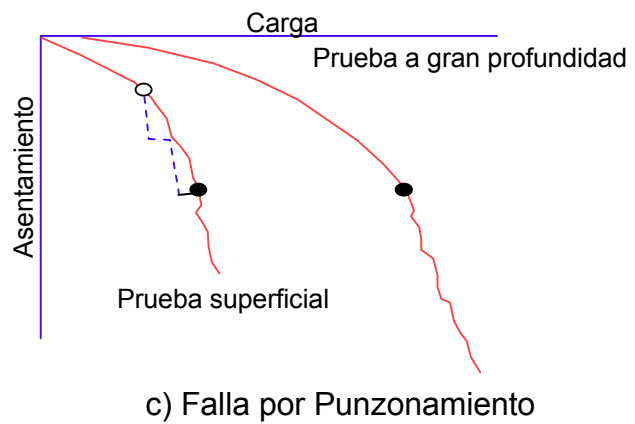
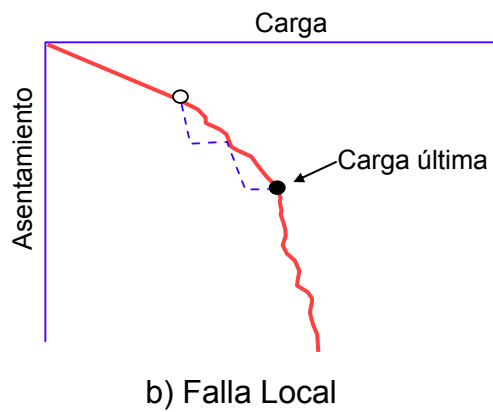
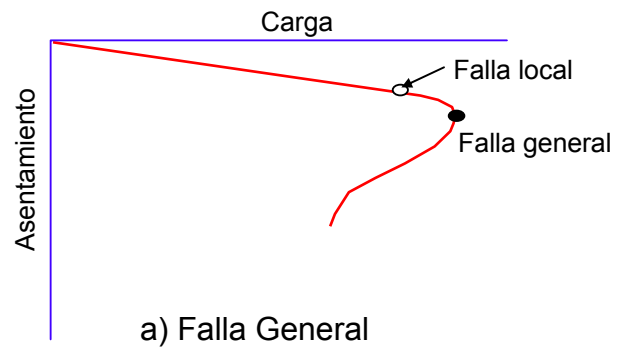


(c) Falla por punzamiento
(arena muy suelta)

Capacidad Portante de Suelos

Modos de Falla por Capacidad Portante en Zapatas

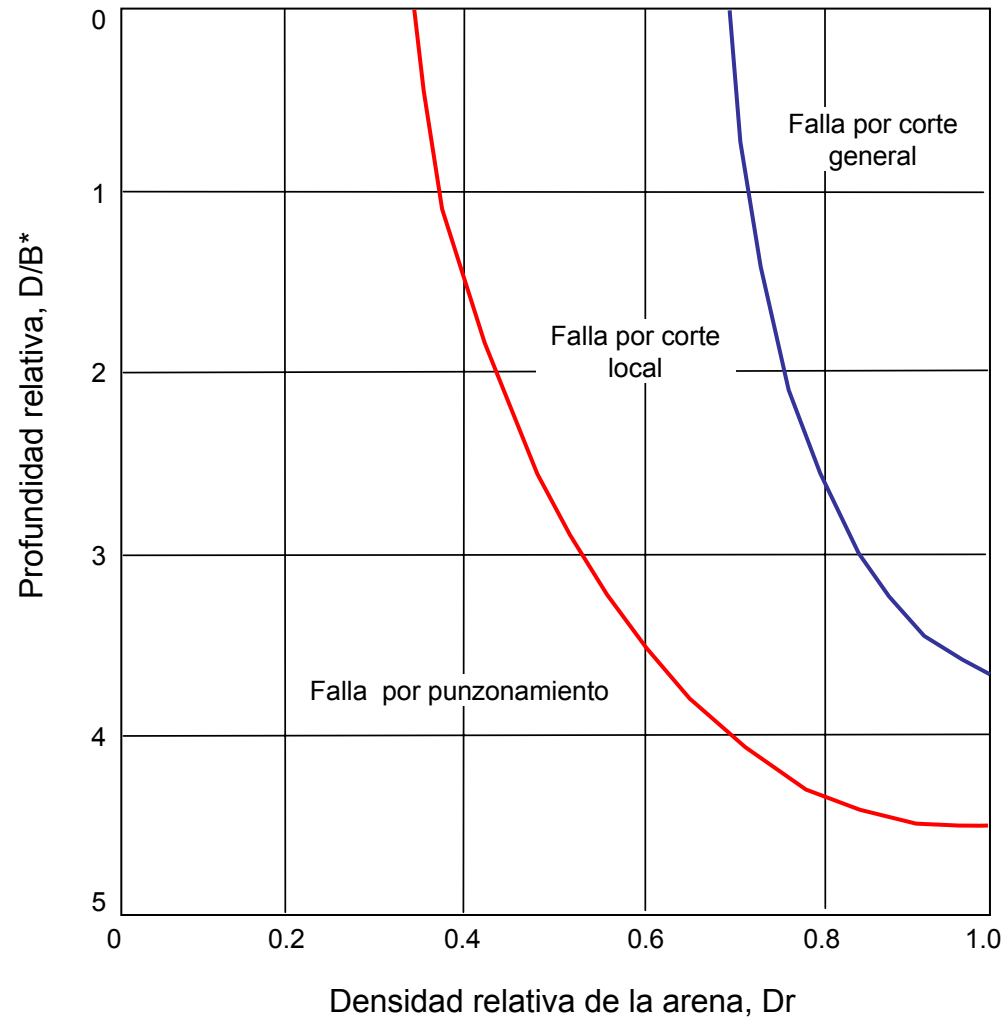
Ref. (Vesic, 1963)



Capacidad Portante de Suelo

Curvas Típicas Carga-Desplazamiento

CAPACIDAD PORTANTE DE SUELO



$B^* = B$ para zapatas cuadradas o circulares

$B^* = 2BL / (B + L)$ para zapatas rectangulares

FORMAS TÍPICAS DE FALLA EN ARENA

Ref. (Vesic, 1963)

Franja cargada, ancho B
 Carga por unidad de área de cimentación
 Zapata cuadrada de ancho B

Falla general por corte:

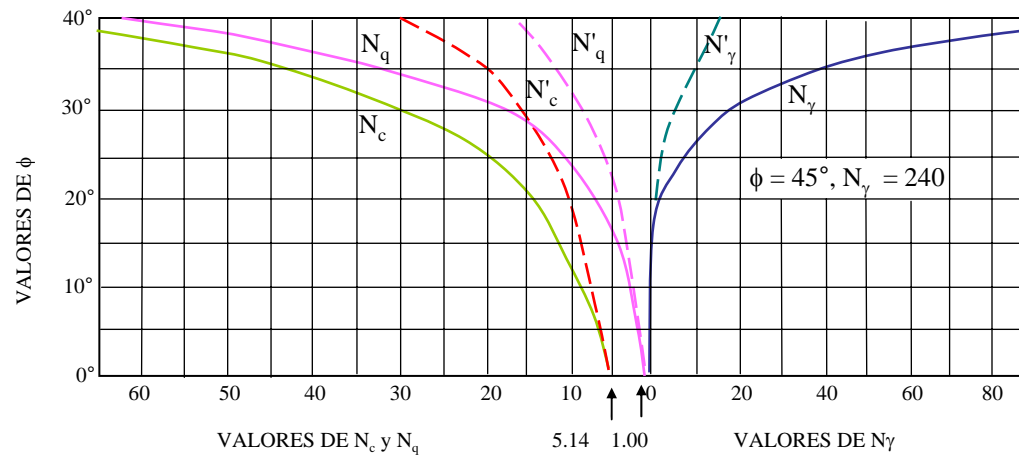
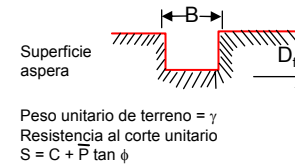
$$q_d = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Falla local por corte:

$$q_d = \frac{2}{3} cN'_c + \gamma D_f N'_q + \frac{1}{2} \gamma B N'_\gamma$$

Carga por unidad de área:

$$q_{ds} = 1.2cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$



CARTA MOSTRANDO LA RELACIÓN ENTRE ϕ Y FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

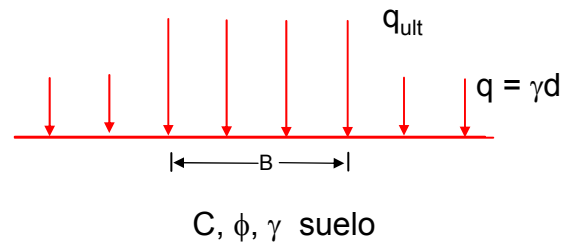
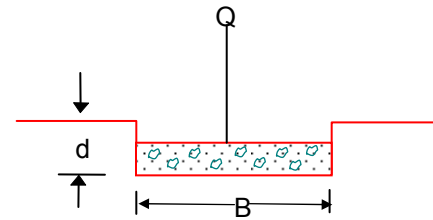
Capacidad Portante de Zapatas

Carga Continua (L/B>5) – Corte General

$$q_{ult} = cN_c + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + q N_q$$

$$\begin{cases} N_c = \cotg \phi (N_q - 1) \\ N_q = e^{\pi \operatorname{tg} \phi} \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \\ N_\gamma = 2 \operatorname{tg} \phi (N_q + 1) \end{cases}$$

(Caquot y Kerisel, 1953)

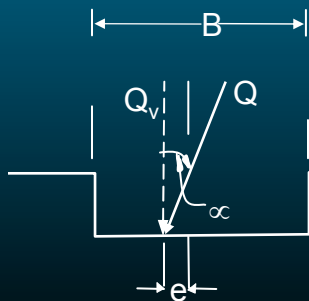


Factores de Forma (Vesic, 1973)

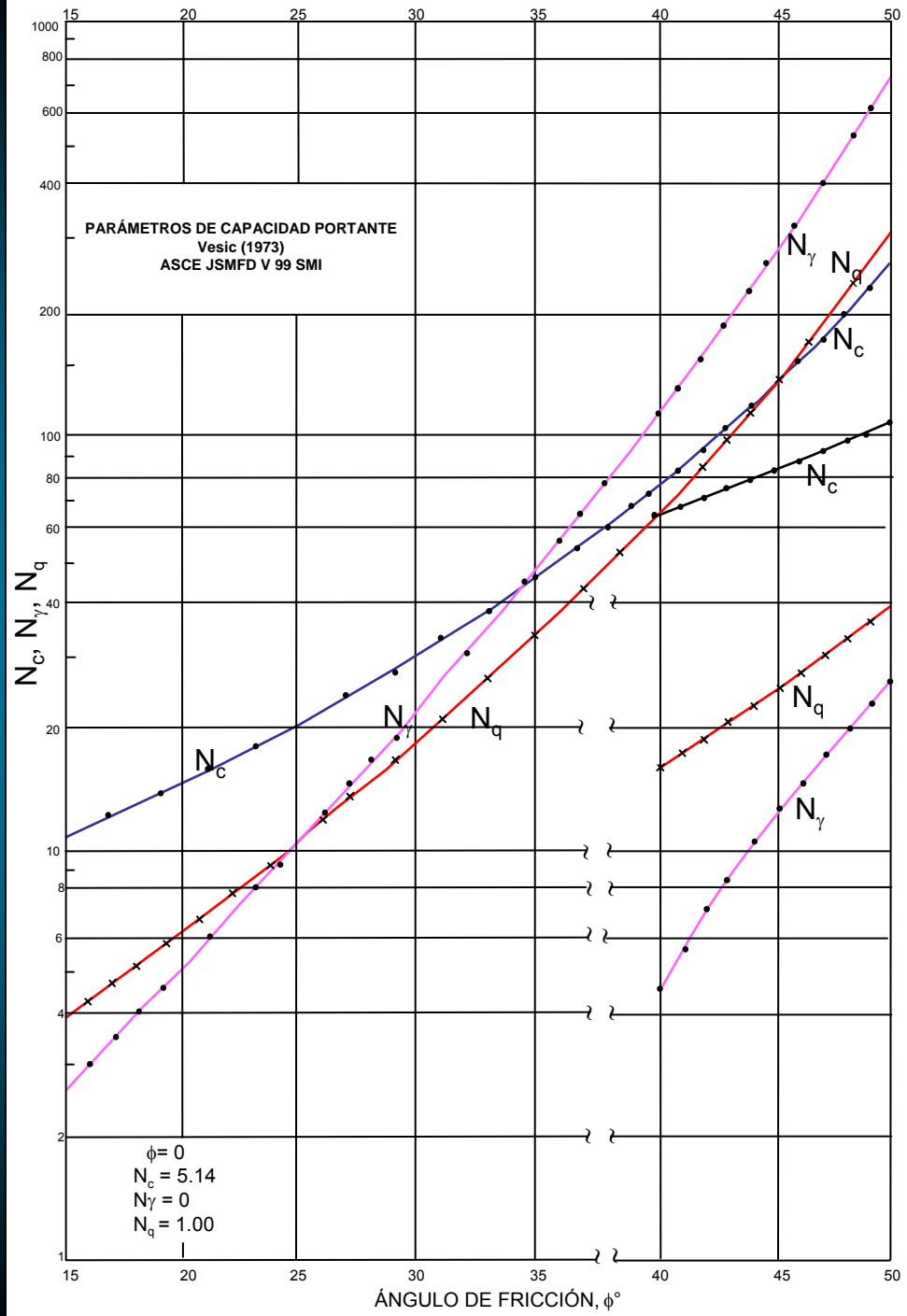
$$q_{ult} = S_c c N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q q N_q$$

| Forma | ϕ° | S_c | S_γ | S_q |
|---------------------------|--------------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| RECTANGULAR | 0 | $1 + (N_q / N_c) (B / L)$ | $1 - 0.4 (B / L)$ | $1 + t_g \phi (B / L)$ |
| | 30 | $1 + 0.20 (B / L)$ | ↓ | 1.00 |
| | 45 | $1 + 0.61 (B / L)$ | | $1 + 0.58 (B / L)$ |
| CIRCULAR O CUADRADA | 0 | $1 + (N_q / N_c)$ | 0.60 | $1 + t_g \phi$ |
| | 30 | 1.20 | ↓ | 1.00 |
| | 45 | 1.61 | | 1.58 |
| | | 2.01 | | 2.01 |

Carga Excéntrica e Inclinada (Meyerhof, 1953)



$$(q_v)_{ult} = \frac{Q_v}{B} = \left(1 - \frac{2e}{B}\right)^2 \left(1 - \frac{\alpha}{\phi}\right)^2 \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + \left(1 - \frac{2e}{B}\right) \left(1 - \frac{\alpha}{90}\right)^2 q N_q$$

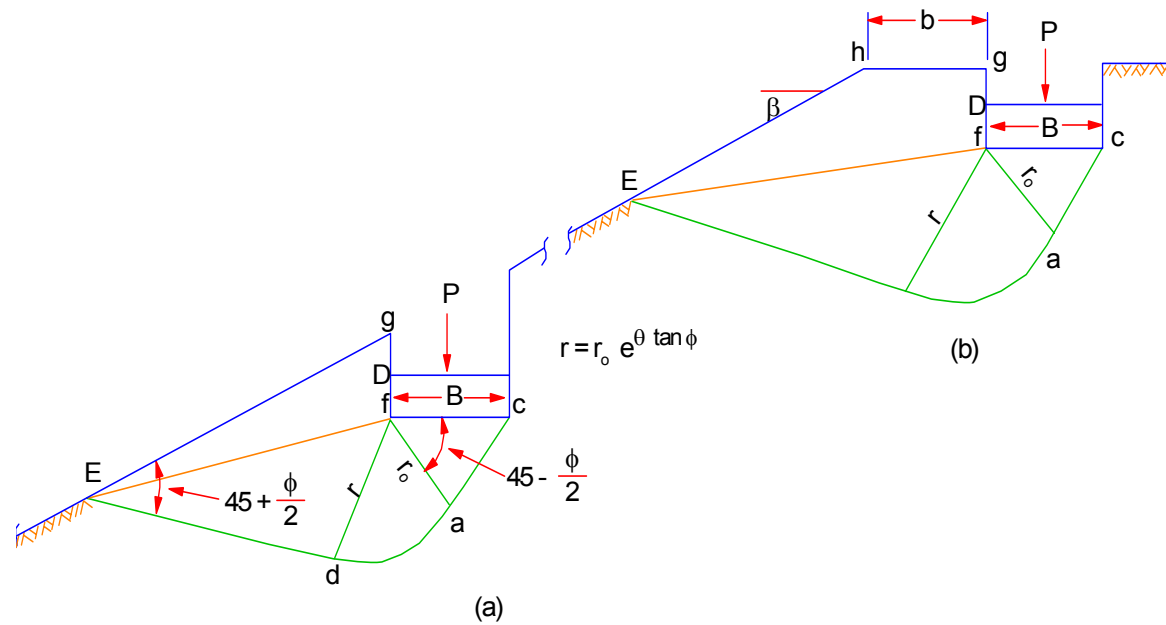


| ϕ | Nc | Nq | N γ | Nq/Nc | tg ϕ |
|--------|--------|--------|------------|-------|-----------|
| 0 | 5.14 | 1.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 |
| 1 | 5.35 | 1.09 | 0.07 | 0.20 | 0.02 |
| 2 | 5.63 | 1.20 | 0.15 | 0.21 | 0.03 |
| 3 | 5.90 | 1.31 | 0.24 | 0.22 | 0.05 |
| 4 | 6.19 | 1.43 | 0.34 | 0.23 | 0.07 |
| 5 | 6.49 | 1.57 | 0.45 | 0.24 | 0.09 |
| 6 | 6.81 | 1.72 | 0.57 | 0.25 | 0.11 |
| 7 | 7.16 | 1.88 | 0.71 | 0.26 | 0.12 |
| 8 | 7.53 | 2.06 | 0.86 | 0.27 | 0.14 |
| 9 | 7.92 | 2.25 | 1.03 | 0.28 | 0.16 |
| 10 | 8.35 | 2.47 | 1.22 | 0.30 | 0.18 |
| 11 | 8.80 | 2.71 | 1.44 | 0.31 | 0.19 |
| 12 | 9.28 | 2.97 | 1.69 | 0.32 | 0.21 |
| 13 | 9.81 | 3.26 | 1.97 | 0.33 | 0.23 |
| 14 | 10.37 | 3.59 | 2.29 | 0.35 | 0.25 |
| 15 | 10.98 | 3.94 | 2.65 | 0.36 | 0.27 |
| 16 | 11.63 | 4.34 | 3.06 | 0.37 | 0.29 |
| 17 | 12.34 | 4.77 | 3.53 | 0.39 | 0.31 |
| 18 | 13.10 | 5.26 | 4.07 | 0.40 | 0.32 |
| 19 | 13.93 | 5.80 | 4.68 | 0.42 | 0.34 |
| 20 | 14.83 | 6.40 | 5.39 | 0.43 | 0.36 |
| 21 | 15.82 | 7.07 | 6.20 | 0.45 | 0.38 |
| 22 | 16.88 | 7.82 | 7.13 | 0.46 | 0.40 |
| 23 | 18.05 | 8.66 | 8.20 | 0.48 | 0.42 |
| 24 | 19.32 | 9.60 | 9.44 | 0.50 | 0.45 |
| 25 | 20.72 | 10.66 | 10.88 | 0.51 | 0.47 |
| 26 | 22.25 | 11.85 | 12.54 | 0.53 | 0.49 |
| 27 | 23.94 | 13.20 | 14.47 | 0.55 | 0.51 |
| 28 | 25.80 | 14.72 | 16.72 | 0.57 | 0.53 |
| 29 | 27.86 | 16.44 | 19.34 | 0.59 | 0.55 |
| 30 | 30.14 | 18.40 | 22.40 | 0.61 | 0.58 |
| 31 | 32.67 | 20.63 | 25.99 | 0.63 | 0.60 |
| 32 | 35.49 | 23.18 | 30.22 | 0.65 | 0.62 |
| 33 | 38.64 | 26.09 | 35.19 | 0.68 | 0.65 |
| 34 | 42.16 | 29.44 | 41.06 | 0.70 | 0.67 |
| 35 | 46.12 | 33.30 | 48.03 | 0.72 | 0.70 |
| 36 | 50.59 | 37.75 | 56.31 | 0.75 | 0.73 |
| 37 | 55.63 | 42.92 | 66.19 | 0.77 | 0.75 |
| 38 | 61.35 | 48.93 | 78.03 | 0.80 | 0.78 |
| 39 | 67.87 | 55.96 | 92.25 | 0.82 | 0.81 |
| 40 | 75.31 | 64.20 | 109.41 | 0.85 | 0.84 |
| 41 | 83.86 | 73.90 | 130.22 | 0.88 | 0.87 |
| 42 | 93.71 | 85.38 | 155.55 | 0.91 | 0.90 |
| 43 | 105.11 | 99.02 | 186.54 | 0.94 | 0.93 |
| 44 | 118.37 | 115.31 | 224.64 | 0.97 | 0.97 |
| 45 | 133.88 | 134.88 | 271.76 | 1.01 | 1.00 |
| 46 | 152.10 | 158.51 | 330.35 | 1.04 | 1.04 |
| 47 | 173.64 | 187.21 | 403.67 | 1.08 | 1.07 |
| 48 | 199.26 | 222.31 | 496.01 | 1.12 | 1.11 |
| 49 | 229.93 | 265.51 | 613.16 | 1.15 | 1.15 |
| 50 | 266.89 | 319.07 | 762.89 | 1.20 | 1.19 |

Factores de Capacidad de Carga

(VESIC, 1973)

Capacidad Portante



Cimentaciones en Taludes

(Meyerhof, 1970)

PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO PARA ZAPATAS EN ARENA

DEFINICIONES

Dimensiones

Cargas

Esfuerzos

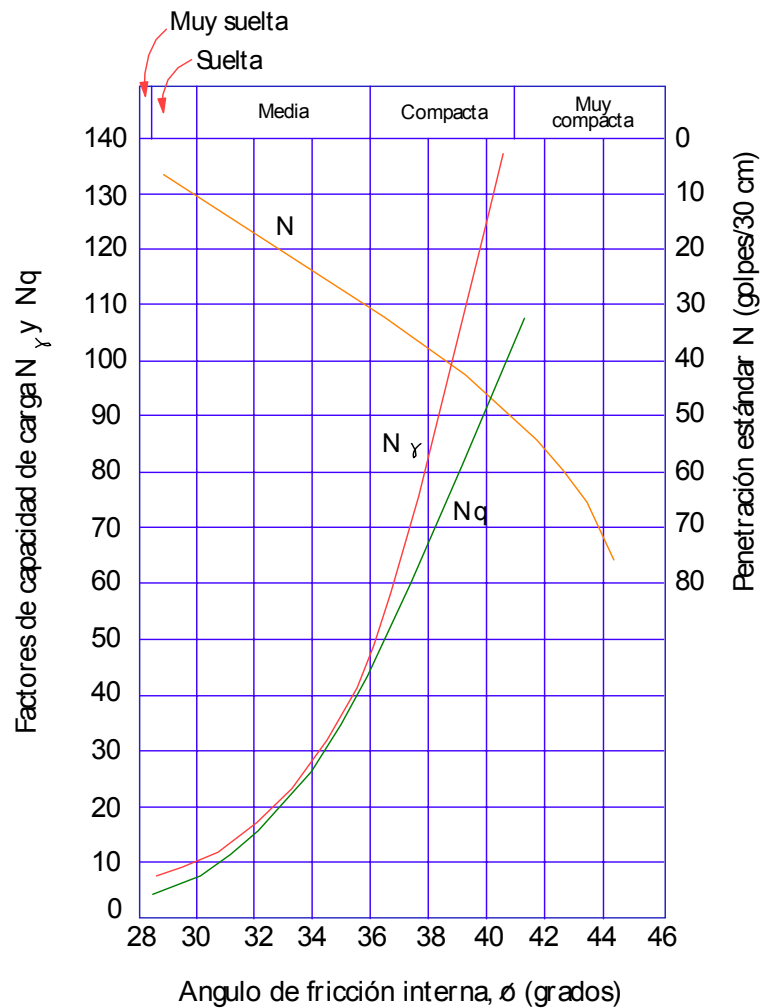
Deformaciones

MÉTODO DE TERZAGHI Y PECK

Suposiciones

Pasos en el Diseño

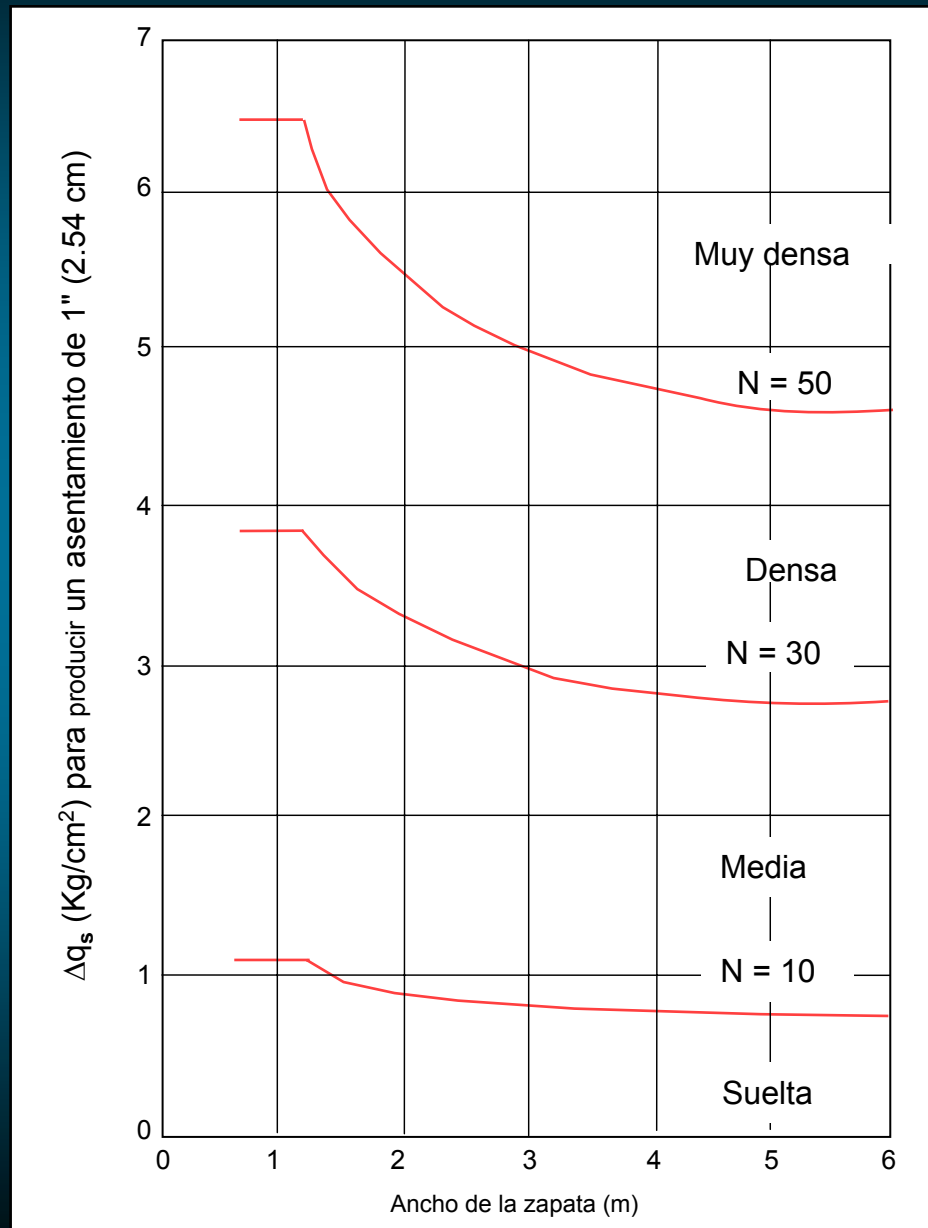
Capacidad Portante de Zapatas en Arena



Factores de capacidad de carga teniendo en cuenta la falla local.

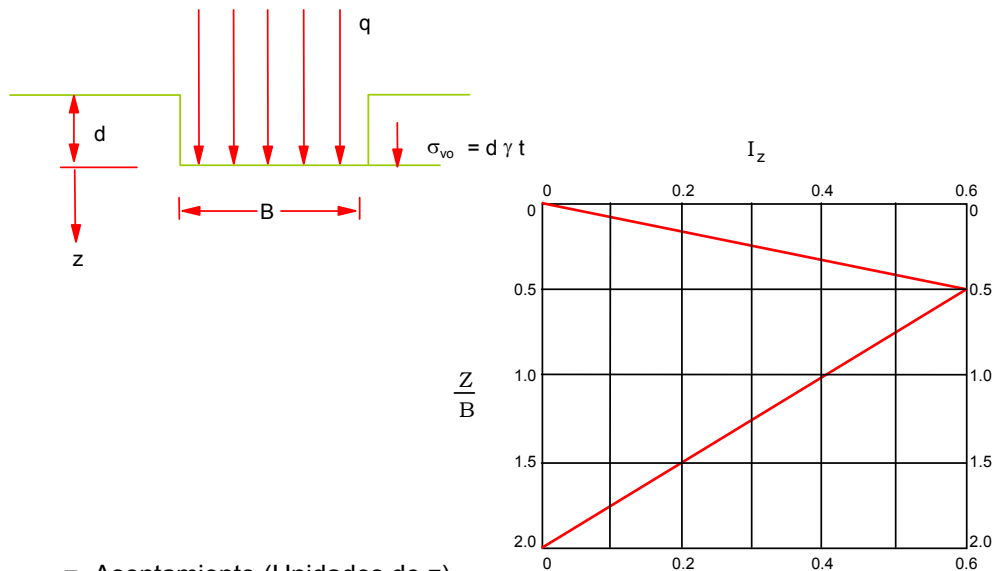
Ref. (Peck, Hansen y Thornburn, 1953)

ASENTAMIENTO DE ZAPATAS DEDUCIDOS DE LA PENETRACIÓN ESTANDAR



(Terzaghi y Peck, 1948)

$$\rho = C_1 C_2 q_{\text{net}} \sum_0^{2B} \left(\frac{I_z}{\bar{E}_s} \right) \Delta z$$



ρ = Asentamiento (Unidades de z)

$C_1 = [1 - 0.5 \sigma_{vo} / q_{\text{net}}]$ Efecto de empotramiento

$C_2 = [1 + 0.2 \log (10t_{\text{yr}})]$ Efecto de "CREEP"

$q_{\text{net}} = q - \sigma_{vo}$ q = Esfuerzo aplicado a la cimentación (TSF, Kg/cm²)

σ_{vo} = Esfuerzo de sobrecarga total en la base de la cimentación

I_z = Factor de influencia para deformación vertical

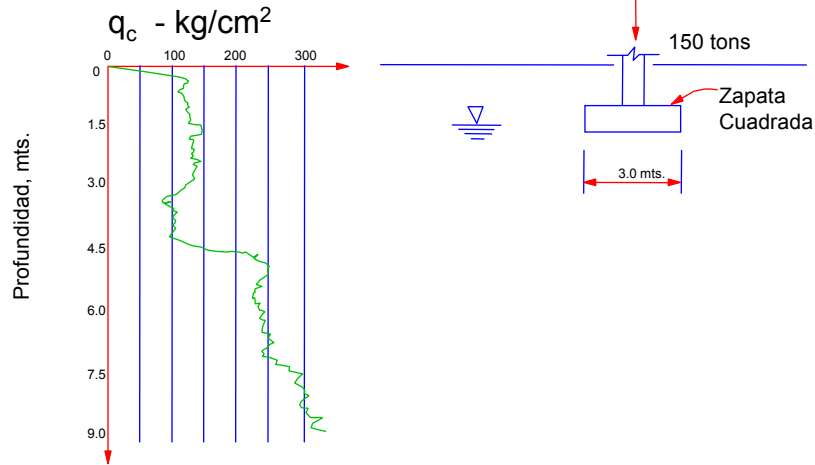
\bar{E}_s = Módulo de Young promedio equivalente en profundidad $\Delta z = 2\bar{q}_c$

\bar{q}_c = Resistencia promedio del Cono Holandés (TSF, Kg/cm²) en Δz

Z = Profundidad debajo de la cimentación

| Correlación | Tipo de Suelo | q_c / N |
|------------------------|-------------------------|-----------|
| Aproximada | ML, SM-ML, SC | 2.0 |
| Cono Holandés q_c vs | SW, SP, SM (Fina-Media) | 3.5 |
| SPT N | SW, SP (Gruesa) | 5 |
| | GW, GP | 6 |

Método de Schmertmann Para Predecir el Asentamiento de Cimentaciones Superficiales en Arena



| Sub capa | Profundidad mts. | ΔZ mts. | q_c Promedio kg/cm^2 | I_z | $\frac{I_z \Delta z}{q_c}$ (m^3/ton) |
|----------|------------------|-----------------|--------------------------|-------|--|
| 1 | 1.5 - 3.0 | 1.5 | 130 | 0.3 | 0.000346 |
| 2 | 3.0 - 4.5 | 1.5 | 100 | 0.5 | 0.000750 |
| 3 | 4.5 - 7.5 | 3.0 | 240 | 0.2 | 0.000250 |

$$\Sigma = 0.001346$$

Calcule C_p :

$$\text{Asuma } \gamma t = 1.76 \text{ ton}/m^3 \quad p_0 = 1.5 \times (1.76) = 2.64 \text{ ton}/m^2$$

Asuma que el peso de la zapata y el relleno es el mismo que la arena excavada

$$\Delta P = \frac{150}{9.0} = 16.67 \text{ ton}/m^2$$

$$P_0 / \Delta P = \frac{2.64}{16.67} = 0.16 \quad C_p = 0.92$$

Asentamiento inmediato :

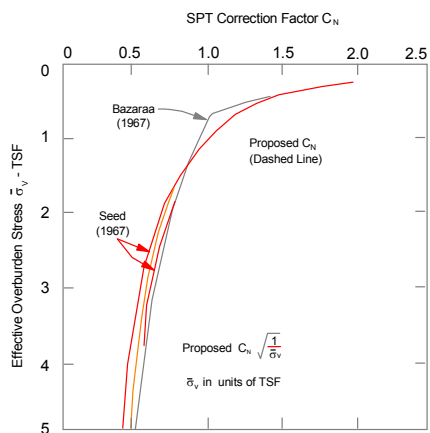
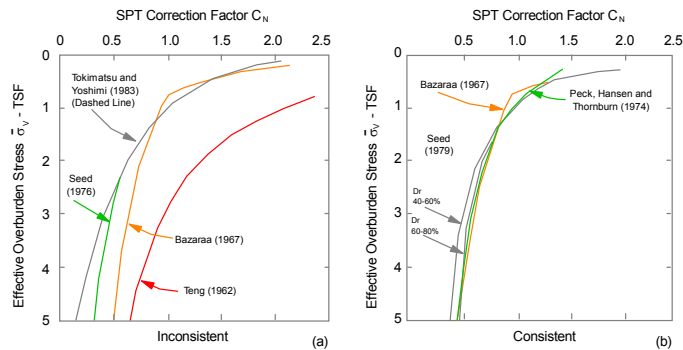
$$\rho_i = 1/(2) (0.92) (16.67) (0.001346) = 0.010 \text{ m.}$$

Asentamiento después de 10 años

$$\rho = (0.010) (1.4) = 0.014 \text{ m.}$$

Cálculo de Asentamiento de Zapata en Arena con Ensayo de Cono Holandés

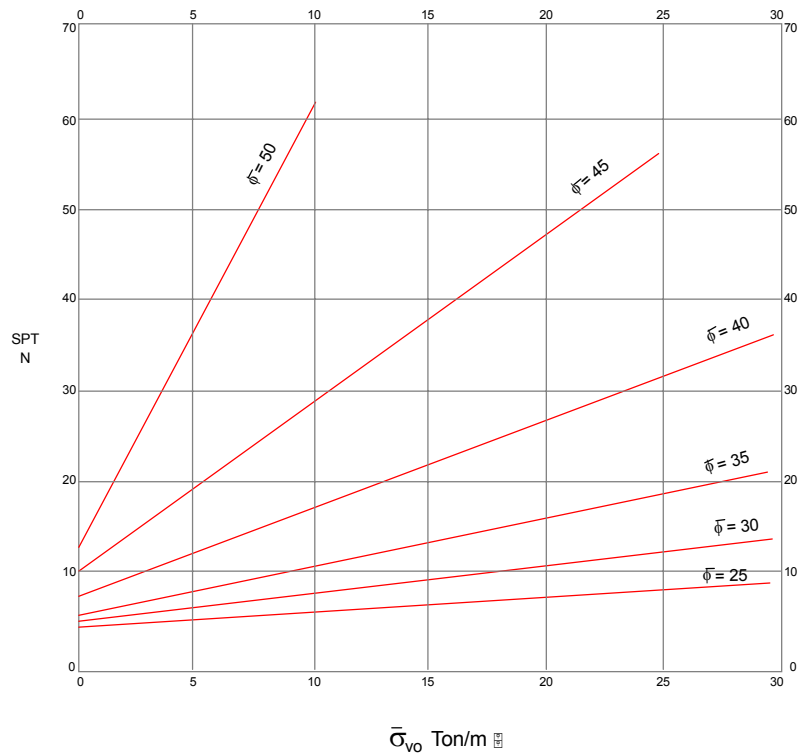
| Reference (1) | Correction Factor C_N (2) | Units of σ (3) |
|------------------------------------|--|-----------------------|
| Teng (1962) | $C_N = \frac{50}{10 + \bar{\sigma}_r}$ | psi |
| Bazaraa (1967) | $C_N = \begin{cases} \frac{4}{1 + 2\bar{\sigma}_r} & \bar{\sigma}_r \leq 1.5 \\ \frac{4}{3.25 + 0.5\bar{\sigma}_r} & \bar{\sigma}_r > 1.5 \end{cases}$ | ksf |
| Peck, Hansen, and Thornburn (1974) | $C_N = 0.77 \log_{10} \frac{20}{\bar{\sigma}_r}$ | tsf |
| Seed (1976) | $C_N = 1 - 1.25 \log_{10} \bar{\sigma}_r$ | tsf |
| Seed (1979) | Ver Fig. 1(b) | tsf |
| Tokimatsu and Yoshimi (1983) | $C_N = \frac{1.7}{0.7 + \bar{\sigma}_r}$ | kg/cm ² |



Comparison of Proposed C_N with Bazaraa (1967) and Seed (1969) Correction Factors

Ensayos In-Situ - SPT

Ensayos In-Situ



Efecto de Sobrecarga en Angulo de Fricción
(De Mello, 1970)

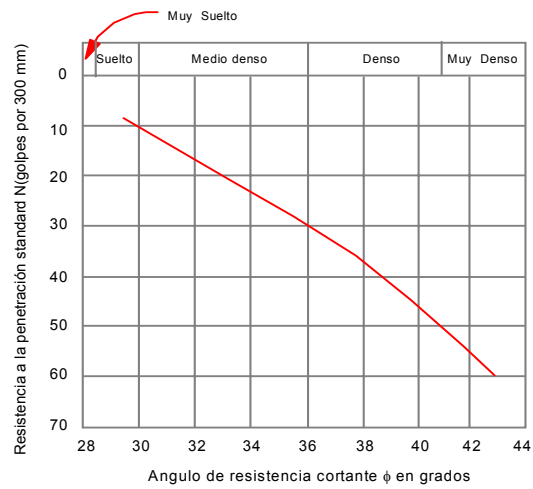
(De Mello, 1970)

| Densidad | Dr % | SPT N | Cono Holandés q_u (TSF) | $\bar{\phi}^\circ$ |
|------------|---------|---------|---------------------------|--------------------|
| Muy Suelta | < 20 | < 4 | < 20 | < 30 |
| Suelta | 20 - 40 | 4 - 10 | 20 - 40 | 30 - 35 |
| Compacta | 20 - 60 | 10 - 30 | 40 - 120 | 35 - 40 |
| Densa | 60 - 90 | 30 - 50 | 120 - 200 | 40 - 45 |
| Muy Densa | > 60 | > 50 | > 200 | > 45 |

Relación de Densidad y Angulo de Fricción

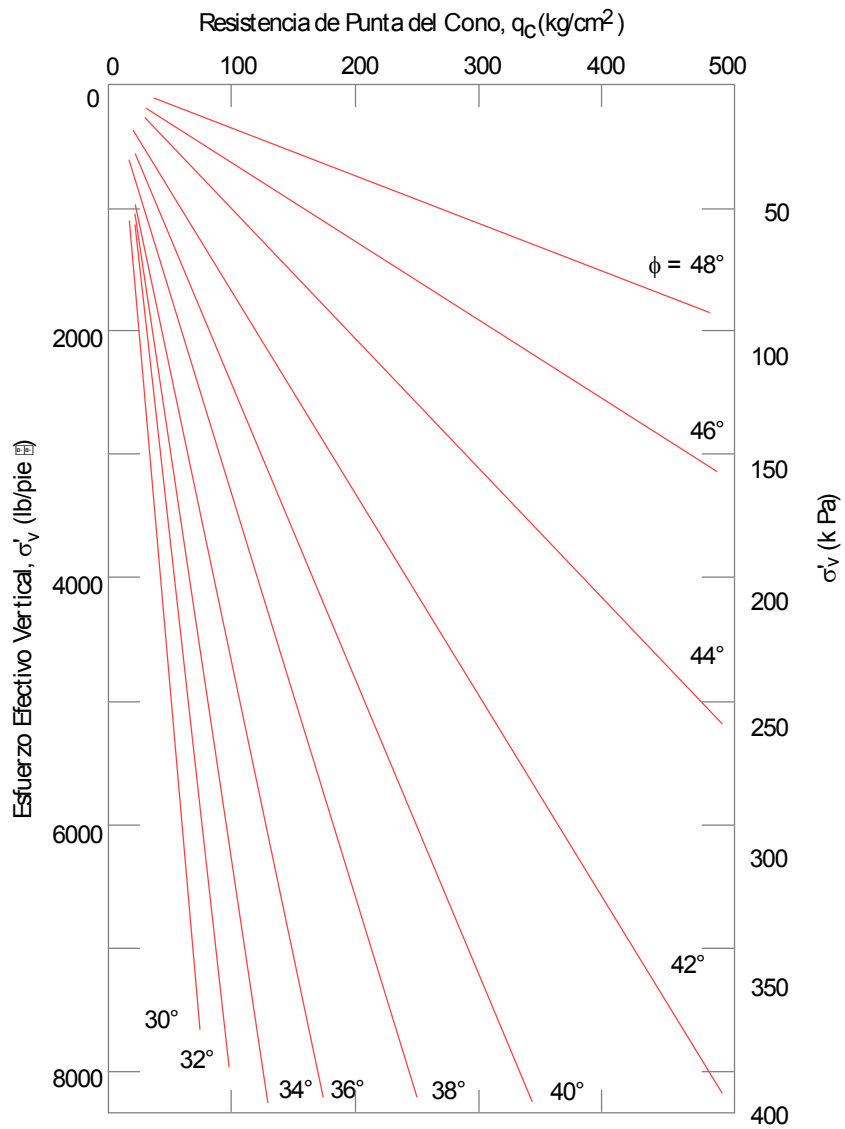
(Meyerhof, 1953)

Ensayos In-Situ



Correlación de Ángulo de Fricción y el N(SPT)

Ref. (Peck, Hanson y Thorburn, 1974)

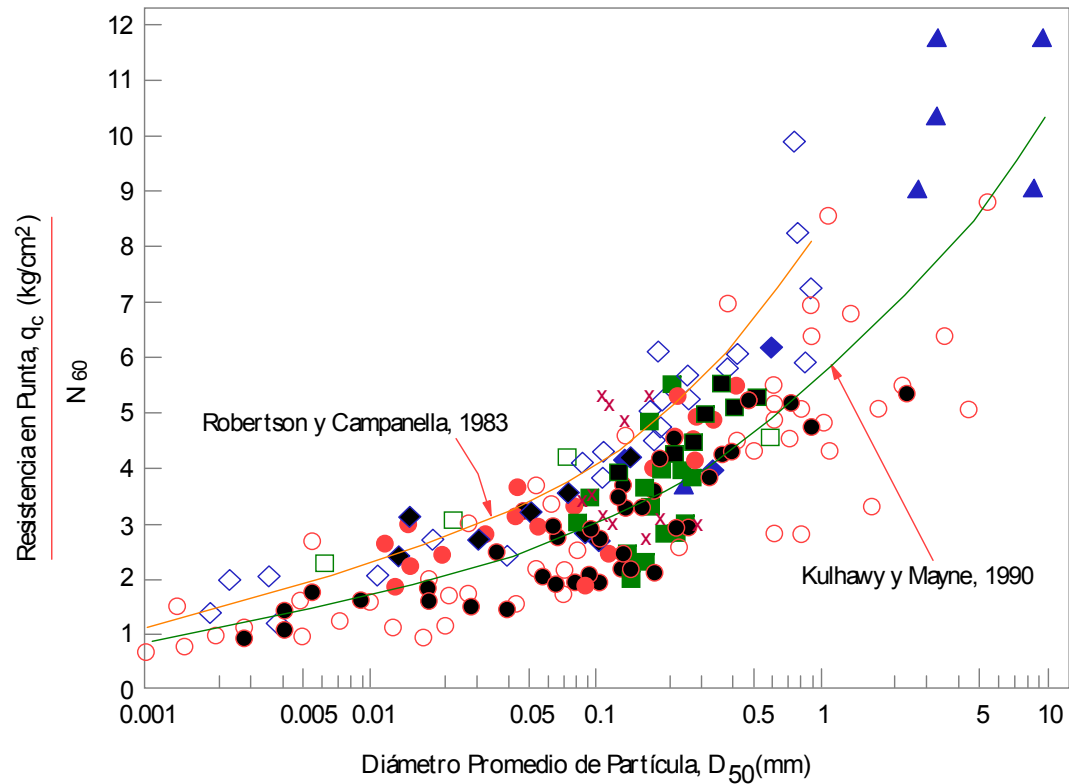


Relación entre q_c , σ'_v y ϕ para arenas

Ref. (Robertson y Campanella, 1983)

Ensayos de Cono Holandés

Ensayos In-Situ



Relación entre Ensayos CPT y SPT en función de la granulometría

MÉTODOS DE CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

| TIPO DE ASENTAMIENTO | METODO | PARÁMETRO BASE | APLICACIÓN |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---|
| INMEDIATO | ELÁSTICO | PROPIEDADES ELASTICAS DEL SUELO | ARENAS, GRAVAS, SUELOS NO SATURADOS, ARCILLAS DURAS Y ROCAS |
| INMEDIATO | MEYERHOF | N (SPT) | ARENAS, GRAVAS Y SIMILARES |
| INMEDIATO | PRUEBA DE CARGA | PRUEBA DE CARGA | ARENAS, GRAVAS, SUELOS NO SATURADOS, ARCILLAS DURAS Y ROCAS |
| CONSOLIDACIÓN PRIMARIA | TEORIA DE LA CONSOLIDACIÓN | ENSAYO CONSOLIDACIÓN | ARCILLAS BLANDAS A MEDIAS SATURADAS |
| CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA | IDEM. | IDEM. | ARCILLAS BLANDAS A MUY BLANDAS, TURBAS Y SUELOS ORGANICOS Y SIMILARES |

ASENTAMIENTO TOTAL $S_T = S_i + S_{cp} + S_{cs}$

S_i = ASENTAMIENTO INMEDIATO

S_{cp} = ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA

S_{cs} = ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA

EN ARENAS, GRAVAS, ARCILLAS DURAS Y SUELOS NO SATURADOS EN GENERAL $S_T \simeq S_i$

EN ARCILLAS SATURADAS : $S_T \simeq S_{cp}$

EN SUELOS DE GRAN DEFORMABILIDAD COMO TURBAS Y OTROS: $S_T \simeq S_{cp} + S_{cs}$

MÉTODO ELÁSTICO PARA EL CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Formula :
$$S_i = \frac{qB (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

- Simbología : Si = Asentamiento Probable (cm)
 μ = Relación de Poisson (-)
 Es = Módulo de Elasticidad (ton/m²)
 If = Factor de Forma (cm/m)
 q = Presión de Trabajo (ton/m²)
 B = Ancho de la Cimentación (m)

Cuadros Auxiliares

| Tipo de Suelo | Es (Ton/m ²) |
|-----------------------|--------------------------|
| Arcilla Muy Blanda | 30 - 300 |
| Blanda | 200 - 400 |
| Media | 450 - 900 |
| Dura | 700 - 2000 |
| Arcilla Arenosa | 3000 - 4250 |
| Suelos Glaciares | 1000 - 16000 |
| Loess | 1500 - 6000 |
| Arena Limosa | 500 - 2000 |
| Arena : Suelta | 1000 - 2500 |
| : Densa | 5000 - 10000 |
| Grava Arenosa : Densa | 8000 - 20000 |
| : Suelta | 5000 - 14 000 |
| Arcilla Esquistosa | 14000 - 140000 |
| Limos | 200 - 2000 |

| Tipo de Suelo | μ (-) |
|-------------------|------------|
| Arcilla: Saturada | 0.4 - 0.5 |
| No Saturada | 0.1 - 0.3 |
| Arenosa | 0.2 - 0.3 |
| Limo | 0.3 - 0.35 |
| Arena : Densa | 0.2 - 0.4 |
| De Grano Grueso | 0.15 |
| De Grano Fino | 0.25 |
| Roca | 0.1 - 0.4 |
| Loess | 0.1 - 0.3 |
| Hielo | 0.36 |
| Concreto | 0.15 |

| Forma de la Zapata | Valores de I _f (cm/m) | | | |
|---------------------|----------------------------------|------|-------|--------|
| | Cim. Flexible | | | Rígida |
| Ubicación | Centro | Esq. | Medio | --- |
| Rectangular L/B = 2 | 153 | 77 | 130 | 120 |
| L/B = 5 | 210 | 105 | 183 | 170 |
| L/B = 10 | 254 | 127 | 225 | 210 |
| Cuadrada | 112 | 56 | 95 | 82 |
| Circular | 100 | 64 | 85 | 88 |

Fórmulas Para Estimar Es :

Arenas: Es = 50 (N + 15) Ton/m²

Arenas Arcillosas: Es = 30 (N + 5) Ton/m²

Arcillas Sensibles Normalmente Consolidadas Es = (125 a 250) q_u

Arcillosa Poco Sensibles: Es = 500 q_u

N : Spt

q_u : Compresión Simple (Ton/m²)

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO INMEDIATO EN FUNCIÓN DE UNA PRUEBA DE CARGA DIRECTA

METODO DE TERZAGHI-PECK (1967) (VALIDO SOLO EN ARENAS)

FORMULA :

$$S_z = S_p \left(\frac{2 B_z}{B_z + B_p} \right)^2$$

SIMBOLOGIA: S_z = ASENTAMIENTO DE LA ZAPATA (cm)
 S_p = ASENTAMIENTO MEDIDO EN LA PRUEBA (cm)
 B_z = ANCHO DE LA ZAPATA (m)
 B_p = ANCHO DE LA PLACA (m)

METODO DE BOND (1961)

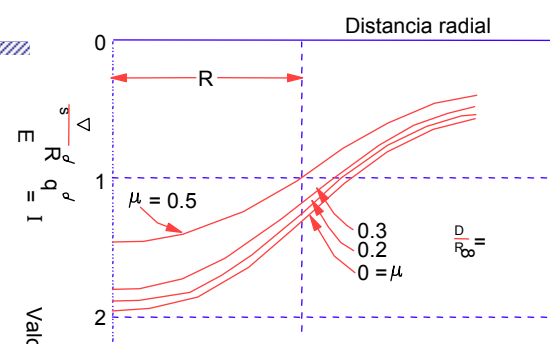
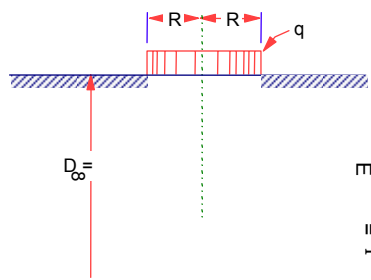
FORMULA :

$$S_z = S_p \left(\frac{B_z}{B_p} \right)^{n+1}$$

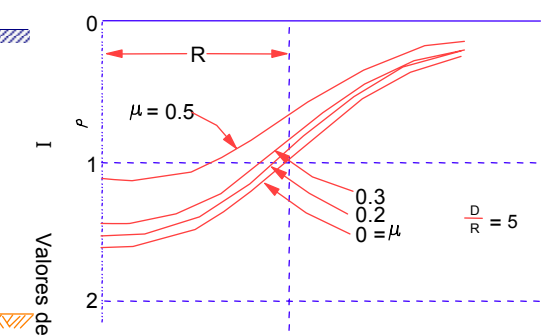
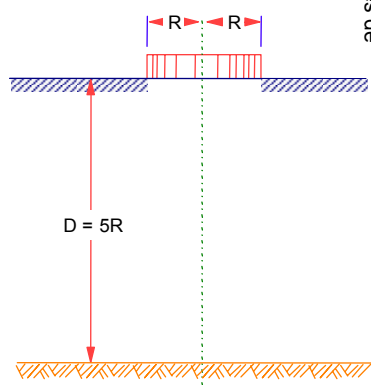
SIMBOLOGIA: COMO EN EL CASO ANTERIOR, SIENDO

n: COEFICIENTE QUE DEPENDE DEL SUELO SEGÚN LA TABLA SIGUIENTE

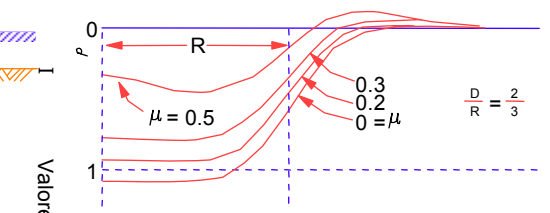
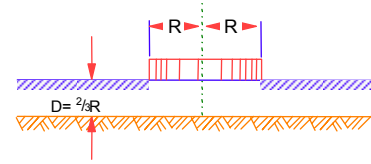
| | |
|---------------------|-----------------|
| ARCILLA | n = 0.03 A 0.05 |
| ARCILLA ARENOSA | n = 0.08 A 0.10 |
| ARENA DENSA | n = 0.40 A 0.50 |
| ARENA MEDIA A DENSA | n = 0.25 A 0.35 |
| ARENA SUELTA | n = 0.20 A 0.25 |



(a)



(b)



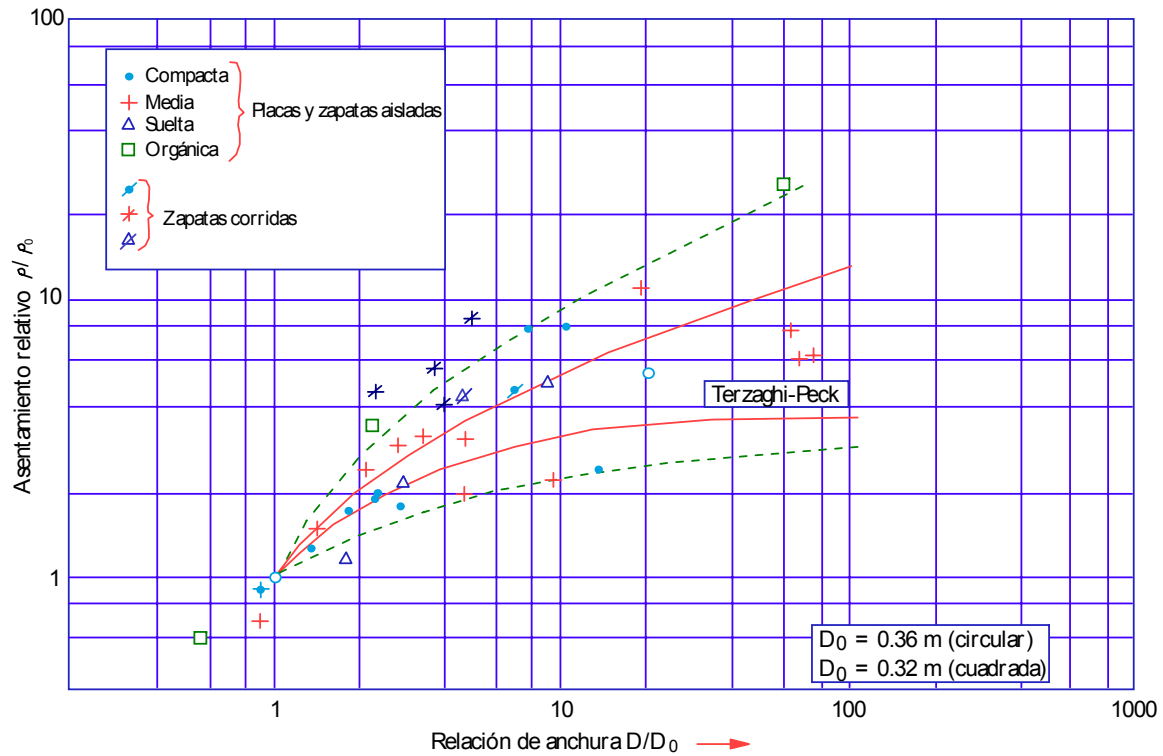
(c)

Coefficiente de influencia para el asentamiento bajo carga uniforme repartida sobre superficie circular

Ref. (Terzaghi, 1943)

Asentamiento Elástico

Asentamiento en Arenas



Relación entre el asentamiento y las dimensiones de la superficie cargada según datos recogidos de casos reales.

Ref. (Bjerrum y Eggstad, 1963)

CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN ARCILLA

CRITERIOS DE CAPACIDAD PORTANTE

Efecto de la Anisotropía

Efecto de la Heterogeneidad

CRITERIOS DE ASENTAMIENTO

METODOS DE ESTIMACION DE ASENTAMIENTOS

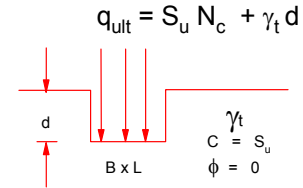
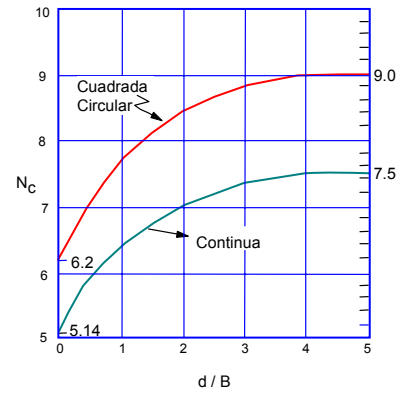
Asentamiento Inicial

Asentamiento por Consolidación

Consolidación Secundaria

CAPACIDAD PORTANTE NO-DRENADA (Ladd, 1974)

A. N_c vs d/B (Skempton, 1951)

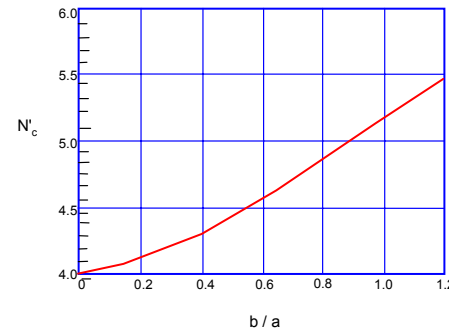


$$\frac{N_c \text{ (Rectangular)}}{N_c \text{ (Cuadrada)}} = \left(0.84 + 0.16 \frac{B}{L} \right)$$

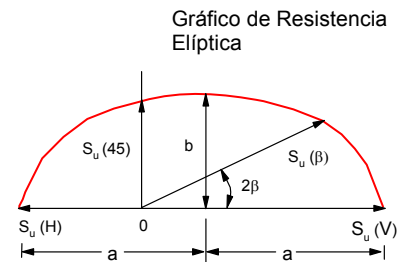
B. N'_c vs b/a [Davis y Christian, (1971) JSMFD V 97 SM5]

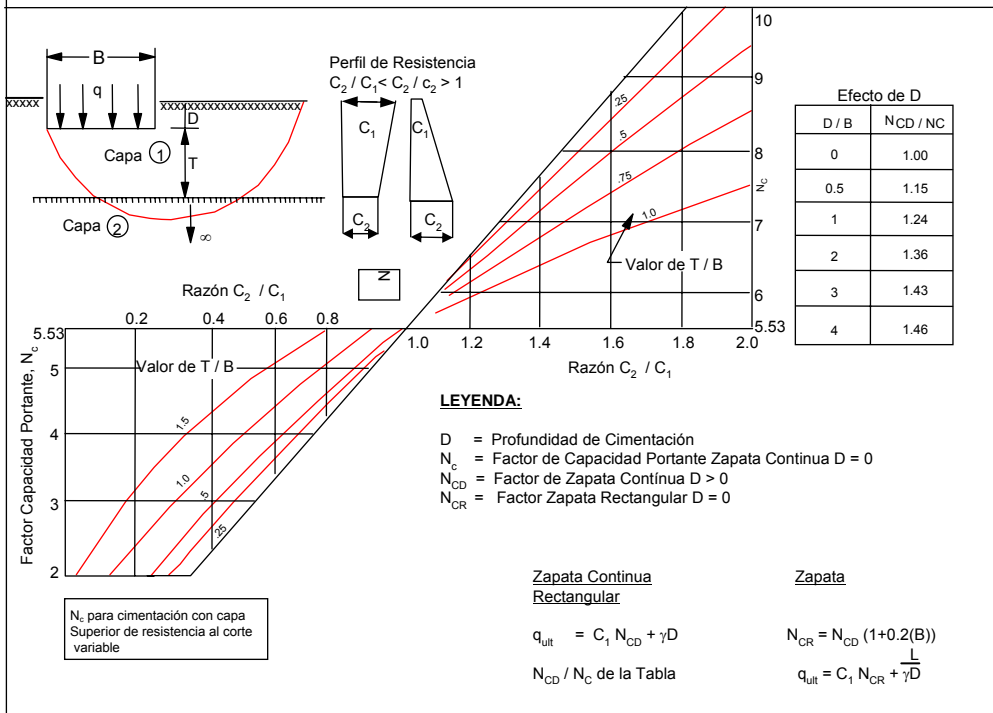
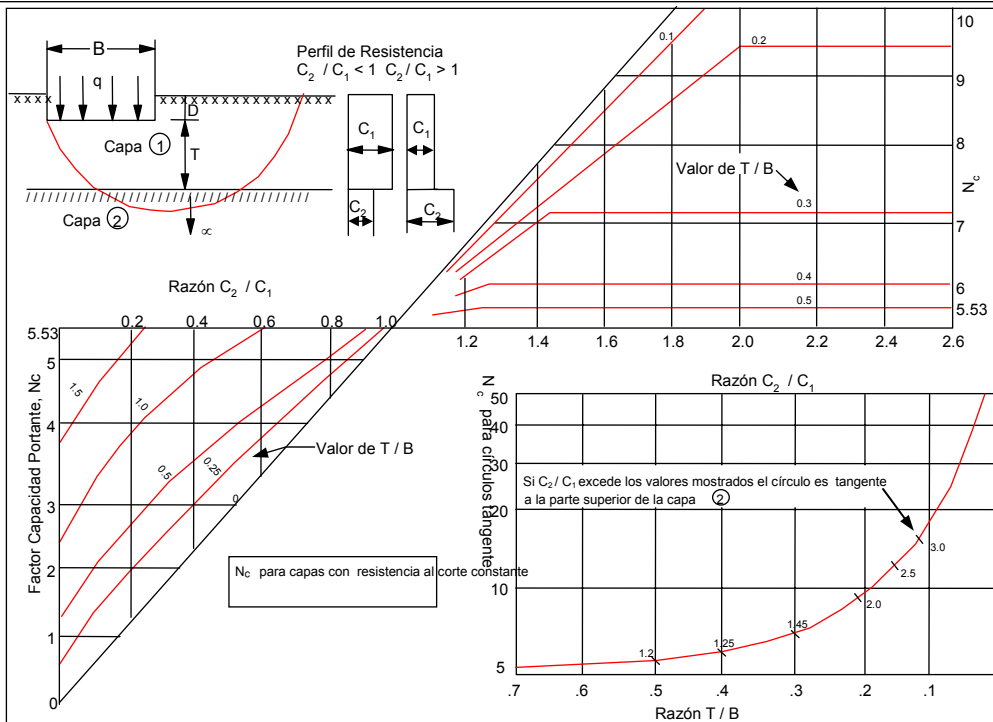
Carga Continua ($\phi = 0$)

$$q_{ult} = \frac{1}{2} [S_u (V) + S_u (H)] N'_c$$



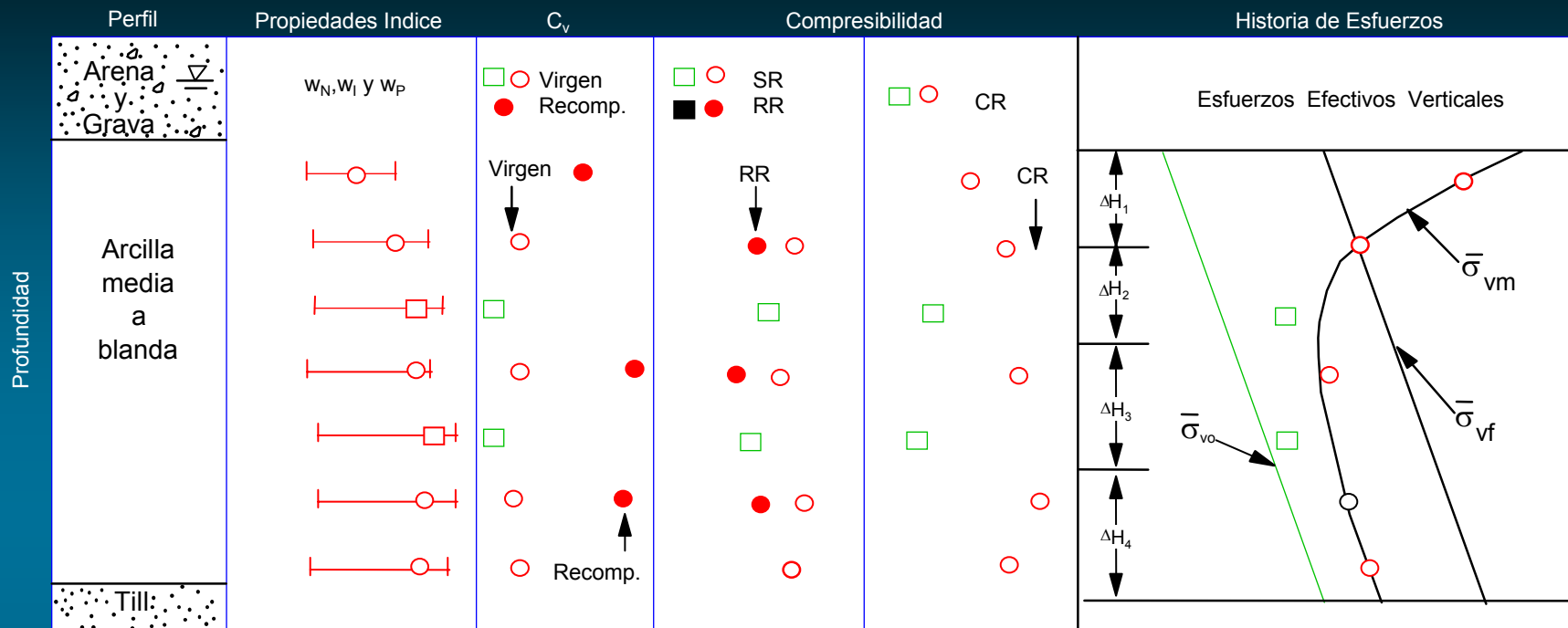
$$b/a = \frac{S_u (45)}{\sqrt{S_u (V) \times S_u (H)}}$$





Capacidad Portante en Suelo Cohesivo Bicapa $\phi = 0$ (Dm-7)

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS EN EL ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS



$$\rho_{cf} = \sum \Delta H \left[RR \log \frac{\bar{\sigma}_{vm}}{\bar{\sigma}_{vo}} + CR \log \frac{\bar{\sigma}_{vf}}{\bar{\sigma}_{vm}} \right]$$

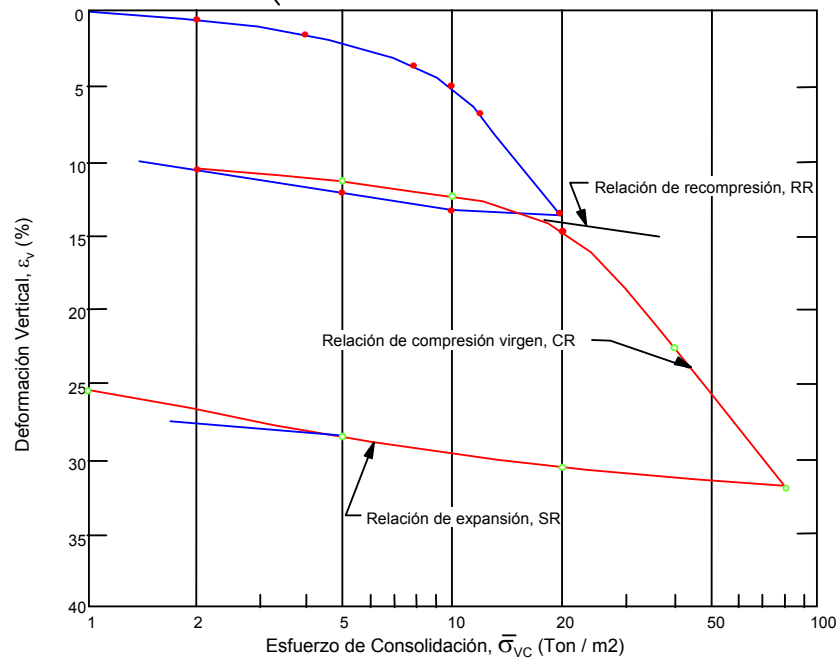
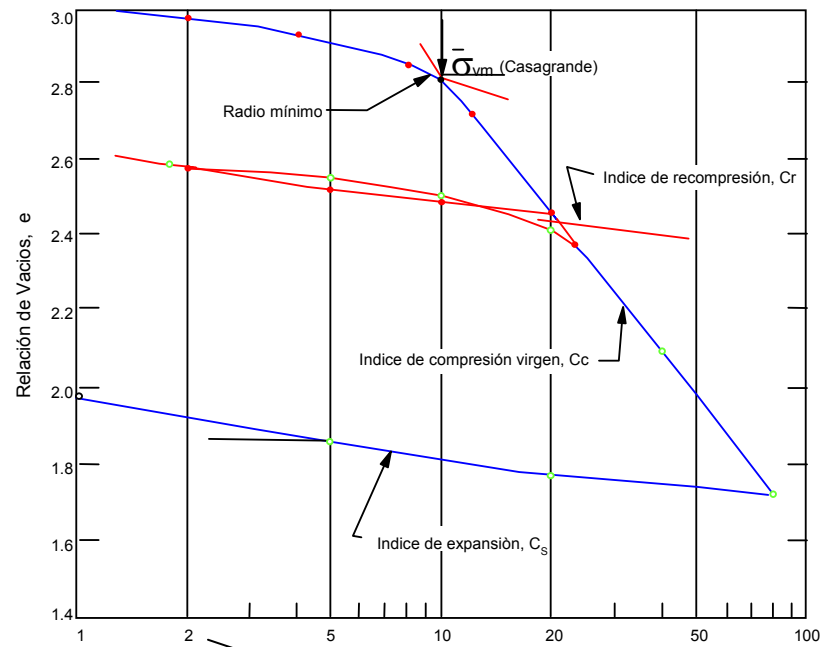
COMENTARIOS:

A. HISTORIA DE ESFUERZO

- 1.- Use curva de compresión t_p
- 2.- Considere la geología al seleccionar $\bar{\sigma}_{vm}$
- 3.- Valores de laboratorio de $\bar{\sigma}_{vm}$ probablemente muy bajos

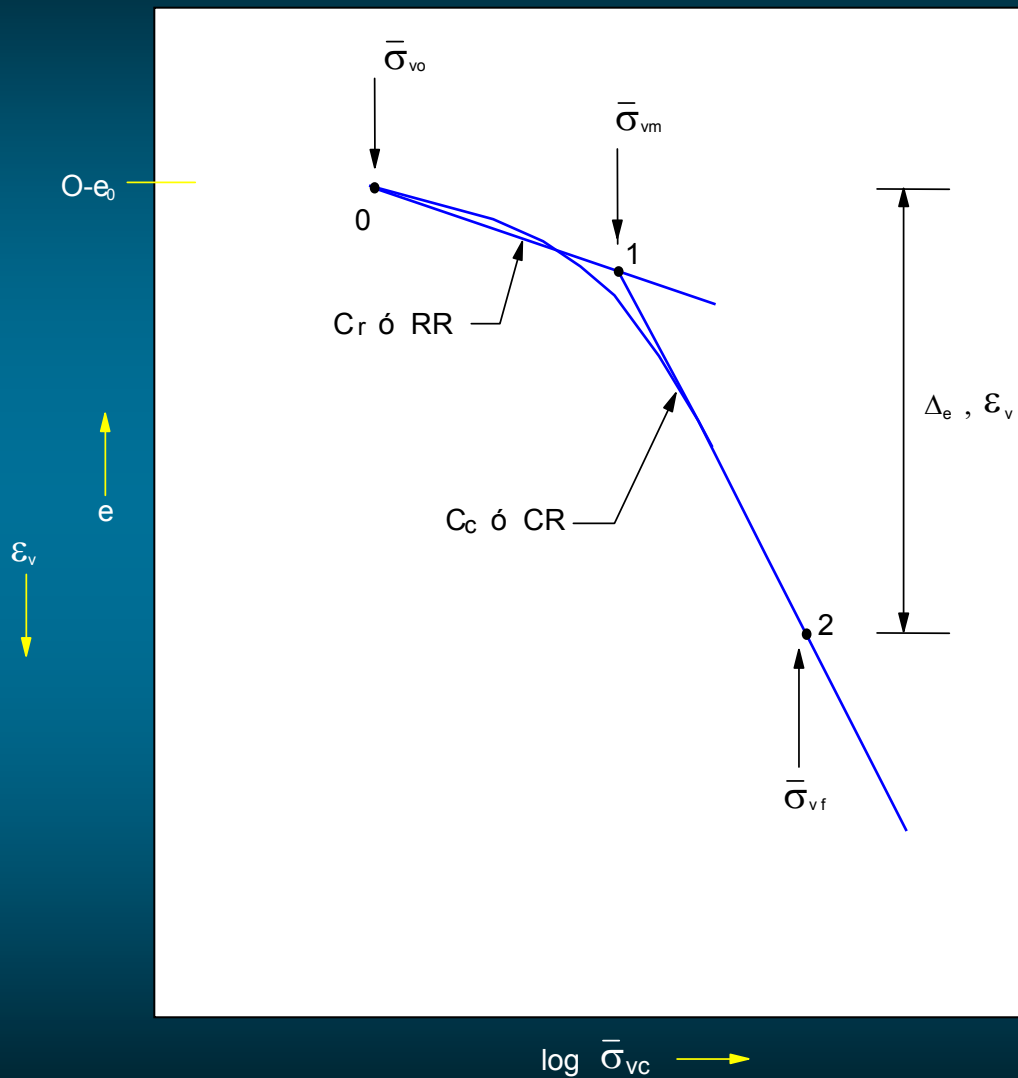
B. COMPRESIBILIDAD Y COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN

- 1.- Use información deformación – $\log \bar{\sigma}_{vc}$
- 2.- Grafique todos los valores de CR, RR, SR y C_v
- 3.- Seleccione los valores de diseño en función de los datos y el efecto de perturbación en las muestras



Curvas de Compresión y Parámetros de Compresibilidad

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL



A una profundidad dada, ($e_0, \bar{\sigma}_{v0}$)

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta e}{(1 + e_0)} = \frac{a_v \Delta \bar{\sigma}_{vc}}{(1 + e_0)} = m_v \Delta \bar{\sigma}_{vc}$$

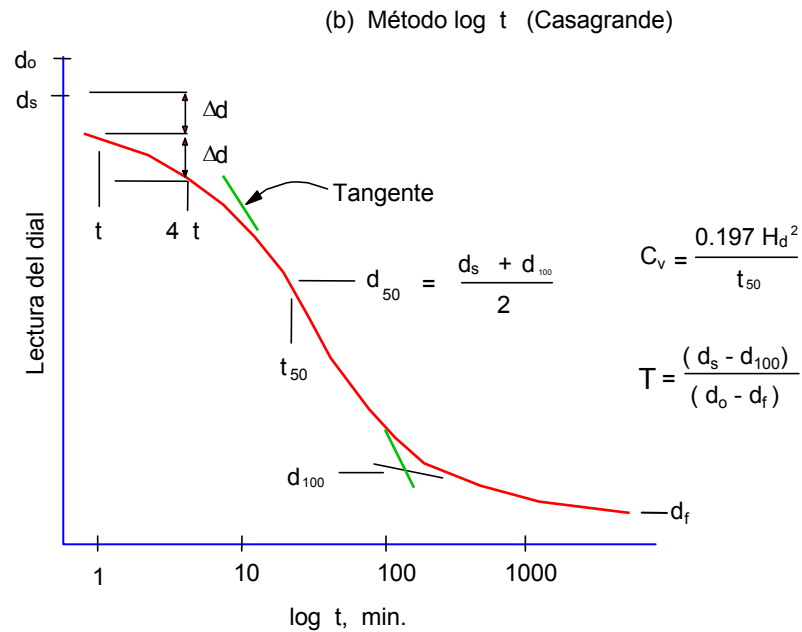
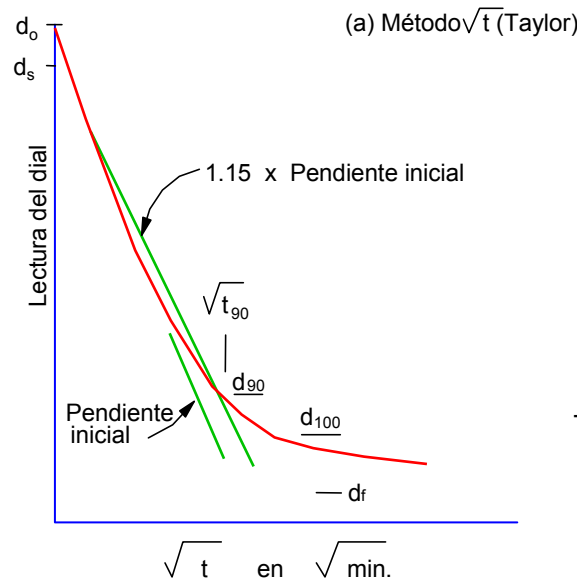
a_v = Coeficiente de compresibilidad

m_v = Coeficiente de cambio volumétrico

$$\Delta e = C_r \log \frac{\bar{\sigma}_{vm}}{\bar{\sigma}_{v0}} + C_c \log \frac{\bar{\sigma}_{vf}}{\bar{\sigma}_{vm}}$$

$$\varepsilon_v = RR \log \frac{\bar{\sigma}_{vm}}{\bar{\sigma}_{v0}} + CR \log \frac{\bar{\sigma}_{vf}}{\bar{\sigma}_{vm}}$$

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN Y RELACIÓN DE COMPRESIÓN PRIMARIA



ANÁLISIS DE CONSOLIDACIÓN

Estimación de C_c

- 1) De la curva $e - \log \bar{\sigma}_v$
- 2) FHWA $C_c = w\% / 100$
- 3) TERZAGHI & PECK (1967) $C_c = C_1 (LL - C_2)$
 $C_1 = 0.009 \quad C_2 = 10$
- 4) NISHIDA (1973) $C_c = C_1 (e - C_2)$
 $C_1 = 0.54 \quad C_2 = 0.35$

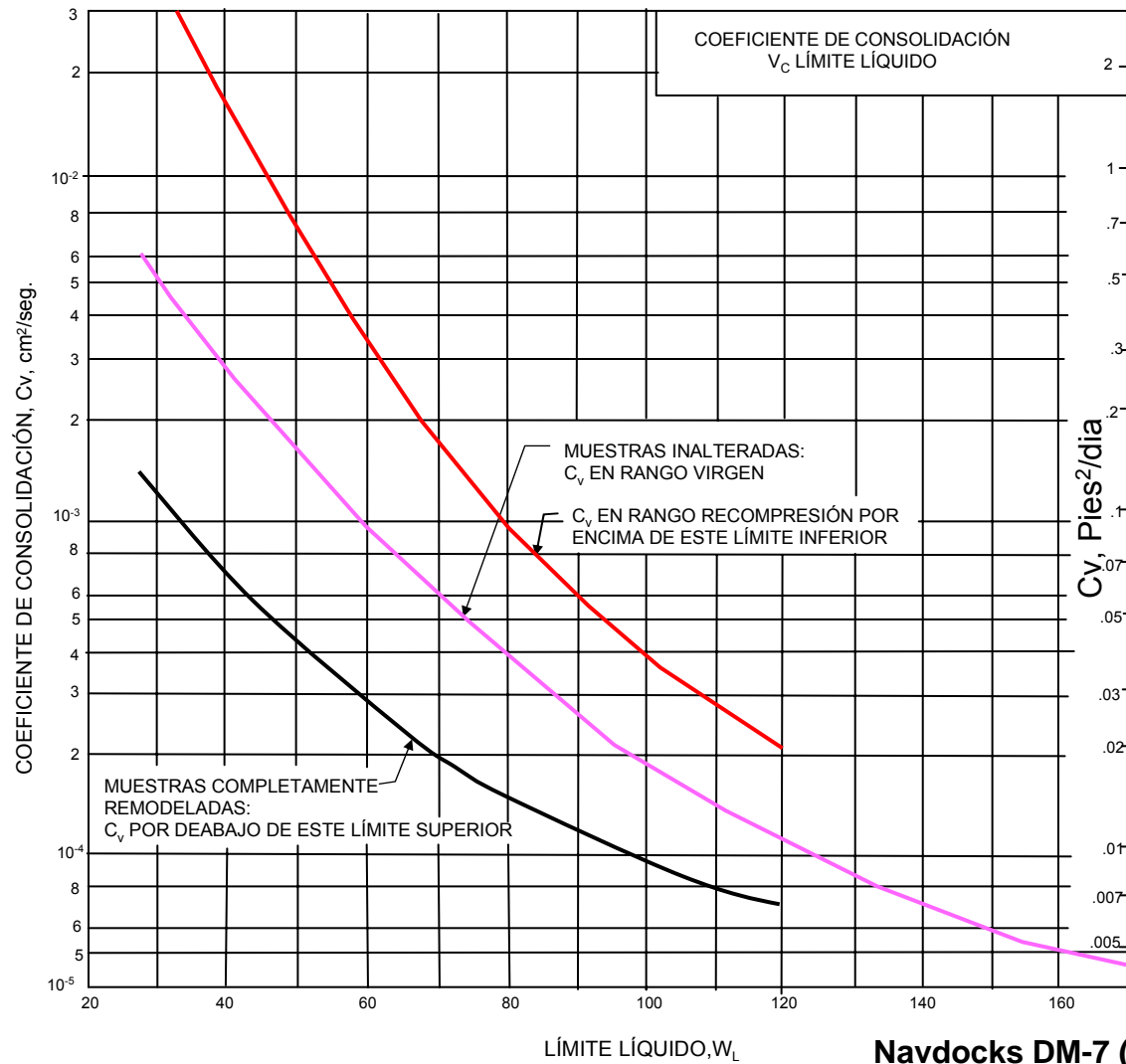
Estimación de Cr

- 1) De la curva $e\text{-log } \bar{\sigma}_v$
- 2) FHWA (1982) $Cr = w\% / 1000$
- 3) LADD $Cr = C \times C_c$
 $C = 0.1 - 0.2$

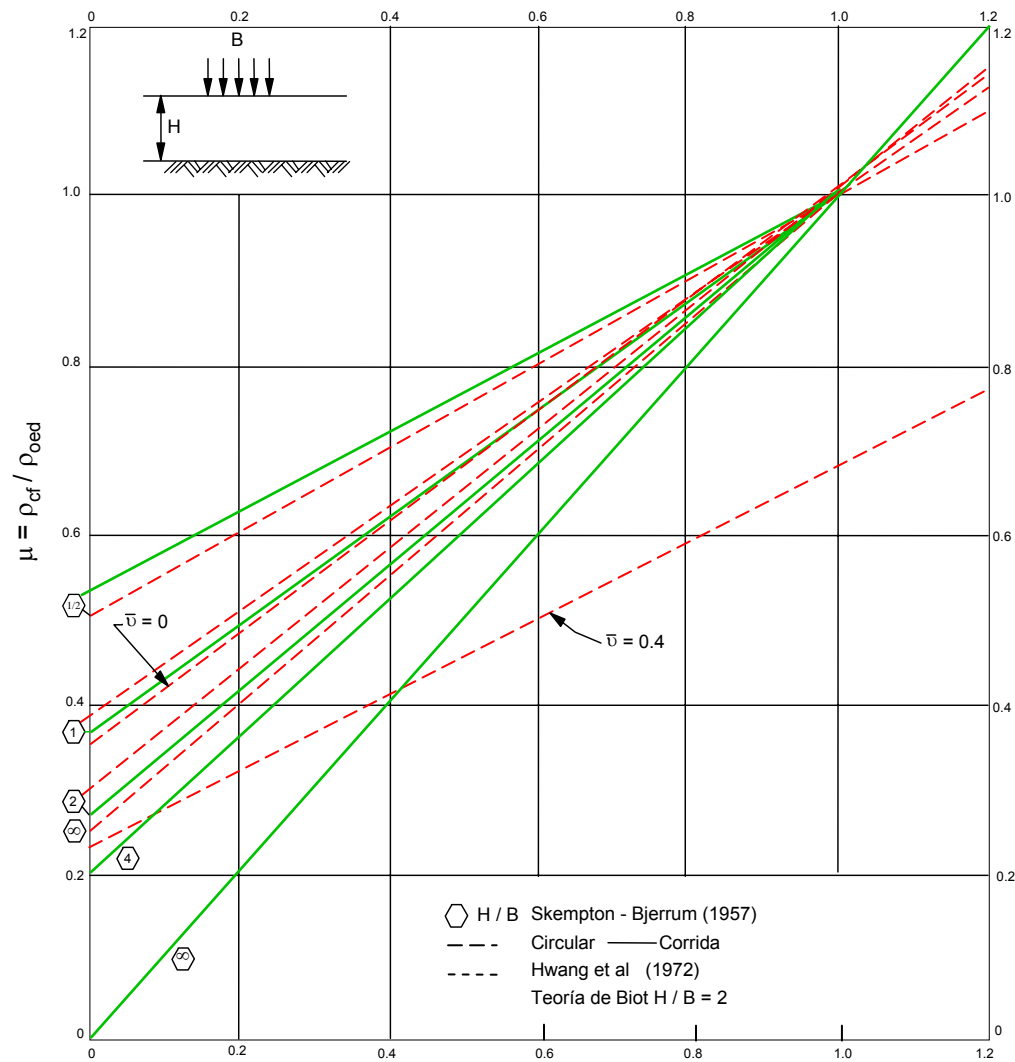
Estimación de Cs

- 1) De la curva $e\text{-log } \bar{\sigma}_v$
- 2) $Cs = Cr$

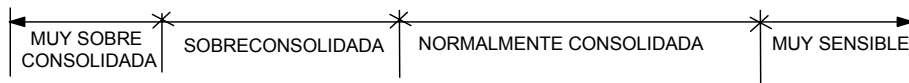
CORRELACIÓN EMPÍRICA DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN



Navdocks DM-7 (1961)



Parámetro de Presión de Poros A



Meyerhof (1953) Geot. Vol. 8 Nº 2 P. 101

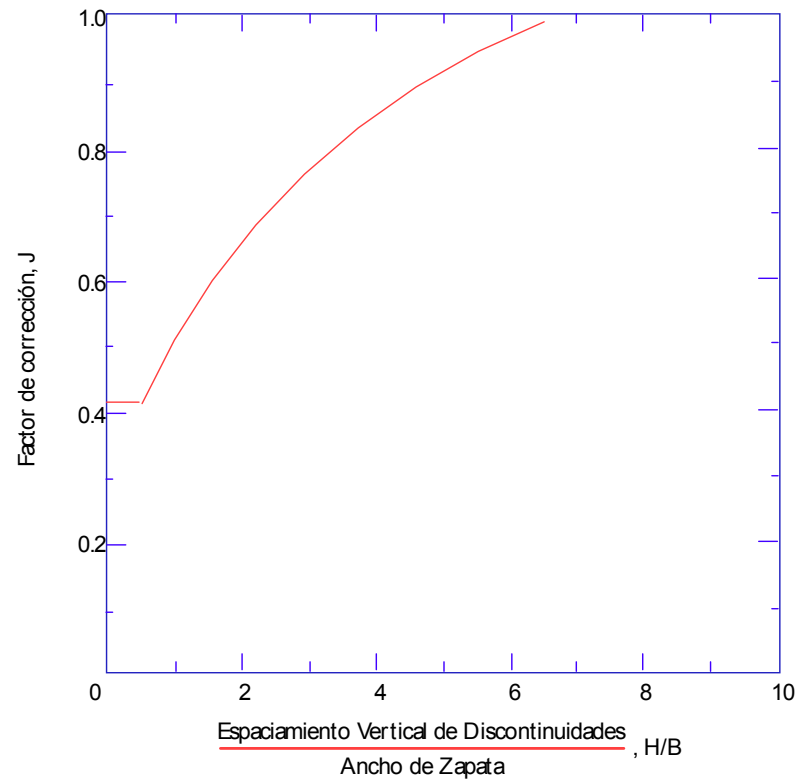
$$\mu = 1 - \frac{3(1-A)}{4+B H} \quad \text{PARA AREAS CIRCULAR O CUADRADA}$$

Influencia del Parámetro A y la Geometría en el Asentamiento Final de Consolidación Tridimensional Vs Unidimensional (Ladd, 1972)

CAPACIDAD PORTANTE DE ROCA

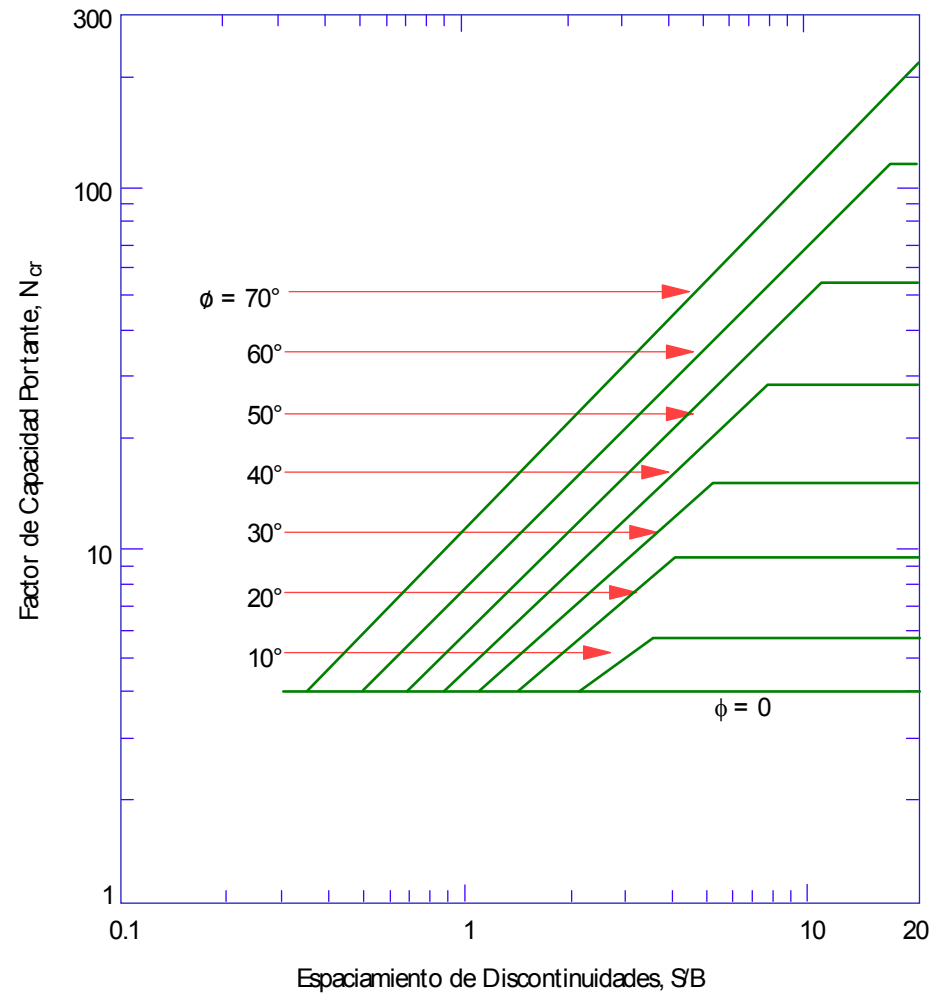
$$q'_u = Jc N_{cr}$$

- q'_u = capacidad portante última.
- J = factor de corrección.
- c = cohesión de la roca.
- ϕ = fricción de la roca.
- N_{cr} = factor de capacidad portante.
- H = Espaciamiento vertical de discontinuidades.
- S = Espaciamiento horizontal de discontinuidades.
- B = Ancho de la zapata.



Ref. (Carter y Kulhawy, 1988)

CAPACIDAD PORTANTE DE ROCA



Ref. (Carter y Kulhawy, 1988)