



Universidad Nacional de Ingeniería  
Facultad de Ingeniería Civil  
Laboratorio de Mecánica de Suelos

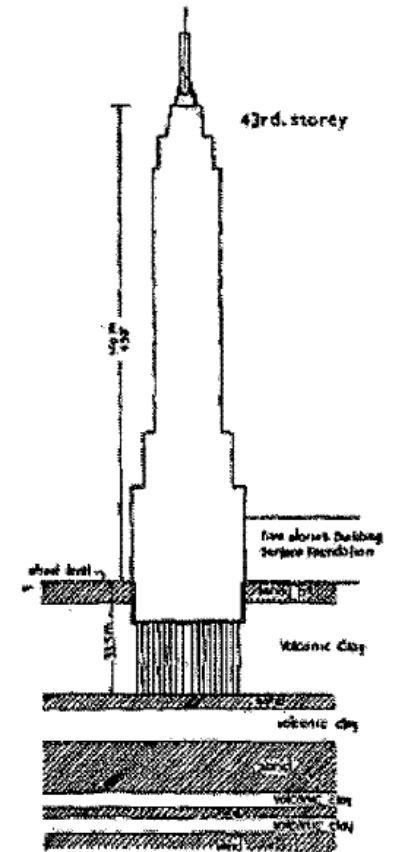
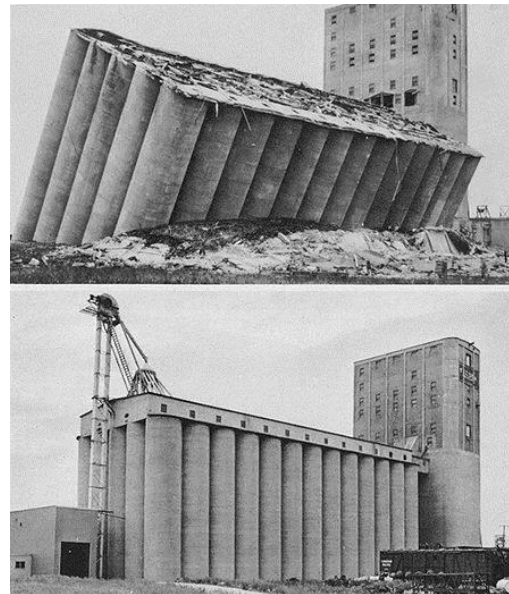
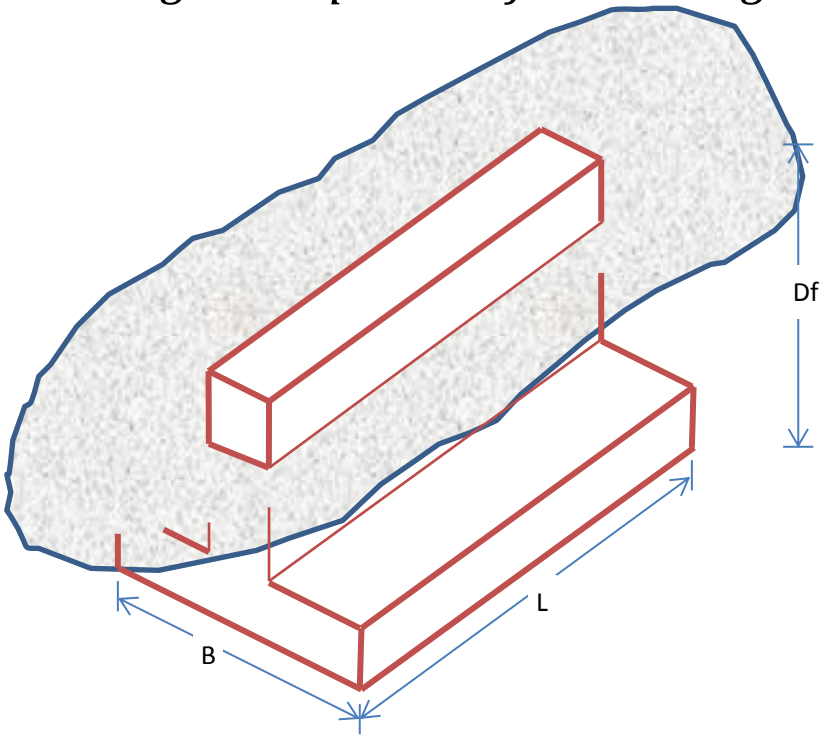
# TALLER BÁSICO DE MECÁNICA DE SUELOS

CIMENTACIONES SUPERFICIALES  
CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS

Expositor: Dr. Ing. Diana Calderón Cahuana

# Introducción

*Fig.1. zapata sujeta a carga      Fig.2 Silos de Trascona*



*Fig.3 Torre Latinoamericana*

# Definiciones

---

## **Cimentación:**

Es la parte de una estructura que proporciona apoyo a la misma y a sus cargas.

## **Capacidad de carga:**

Es el esfuerzo que puede ser aplicado por una estructura o edificación al suelo que la soporta, **sin causar asentamientos excesivos o peligro de falla por esfuerzo cortante.**

## **Requisitos fundamentales** (que debe satisfacer una cimentación):

- a. Tener un factor de seguridad (FS) mayor de 2 contra la falla por resistencia al esfuerzo cortante.
- b. Tener un asentamiento tolerable.

# Definiciones

---

## **Capacidad de carga ultima ( $q_u$ ).**

Se denomina al esfuerzo que causa la falla completa por esfuerzo cortante.

## **Capacidad de carga admisible ( $q_a$ )**

Se denomina al esfuerzo máximo que puede ser aplicado a la masa de suelo de tal forma que se cumplan los dos requisitos básicos.

## **Problema:**

Calcular el esfuerzo total medio ( $q_a$ ) *que* se puede transmitir al suelo de cimentación sin provocar la falla.

# Definiciones

---

## **1.- Formas de falla:**

- a.1) Catastrófica (silos de trascona)
- b.1) Asentamiento excesivo

## **2.- Variables:**

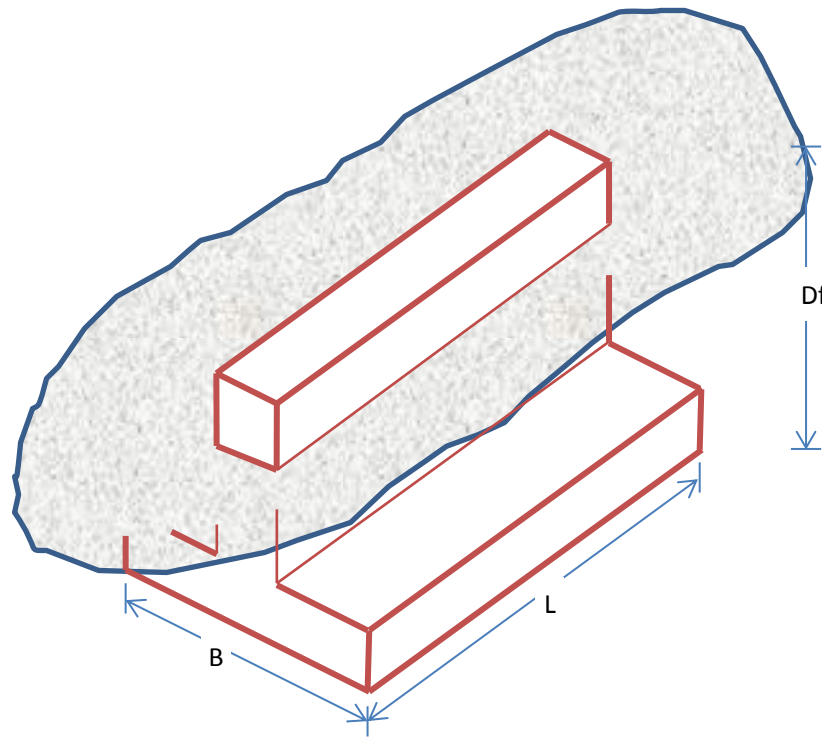
- a.2) Tamaño de superficie cargada
- b.2) Forma de la superficie cargada
- c.2) Profundidad de desplante
- d.2) Propiedades del suelo de soporte

## **3.- Fuentes:**

- a.3) Códigos, b.3) Ensayos en sitio, y c.3) Métodos analíticos

# Cual es el problema fundamental?

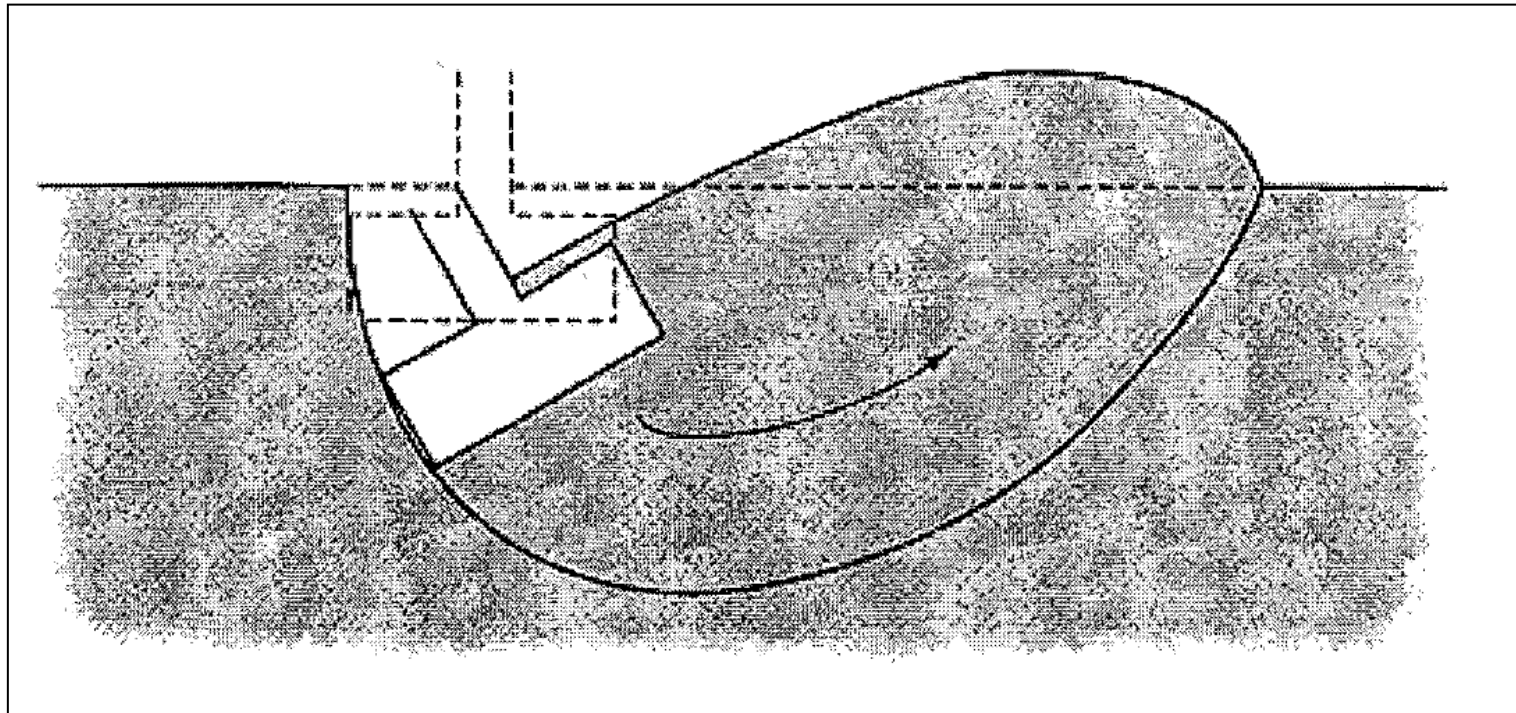
---



Determinar el esfuerzo

# Mecanismo de falla catastrófica

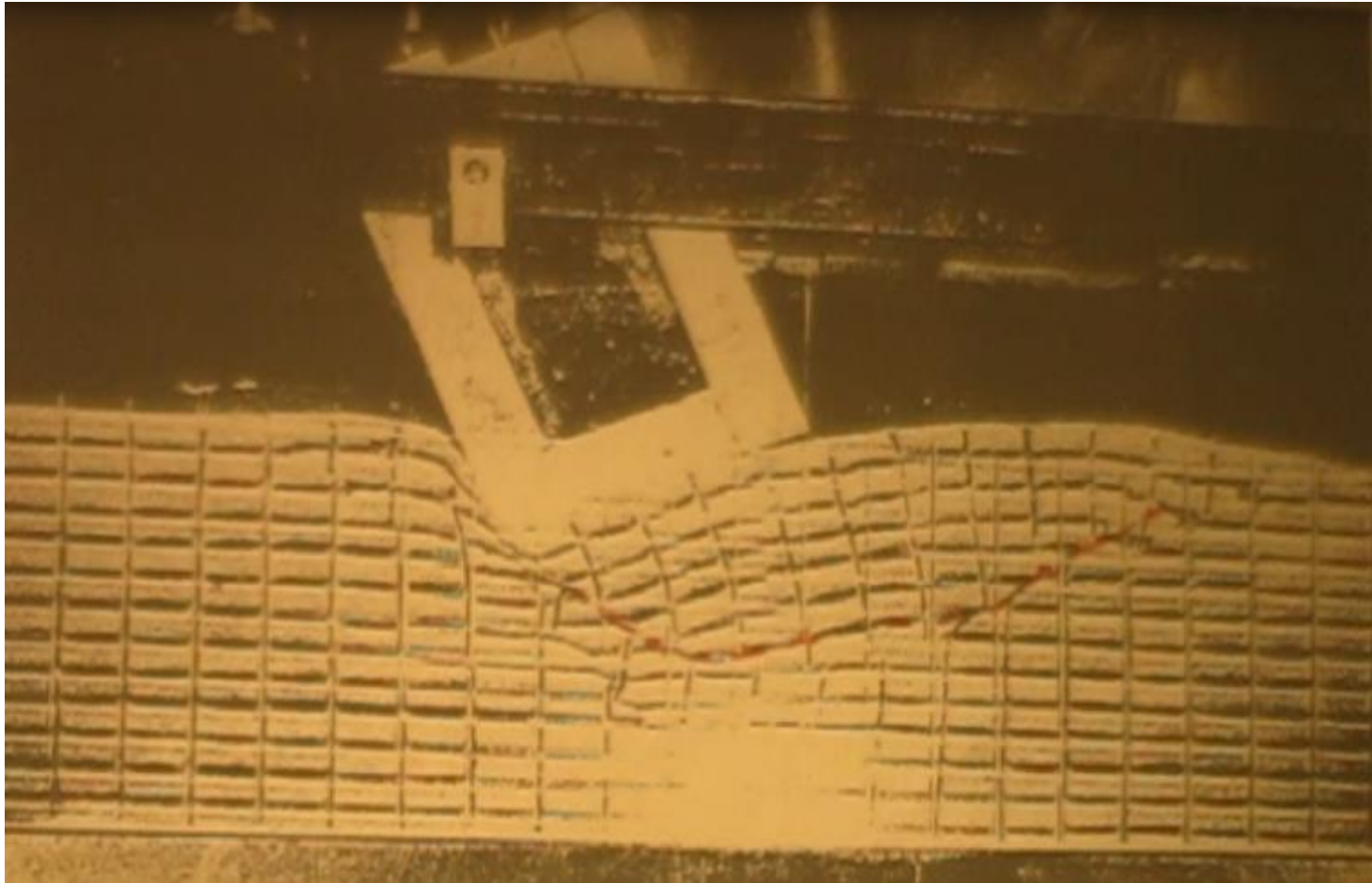
---





# Desarrollo empírico de la capacidad de carga

---



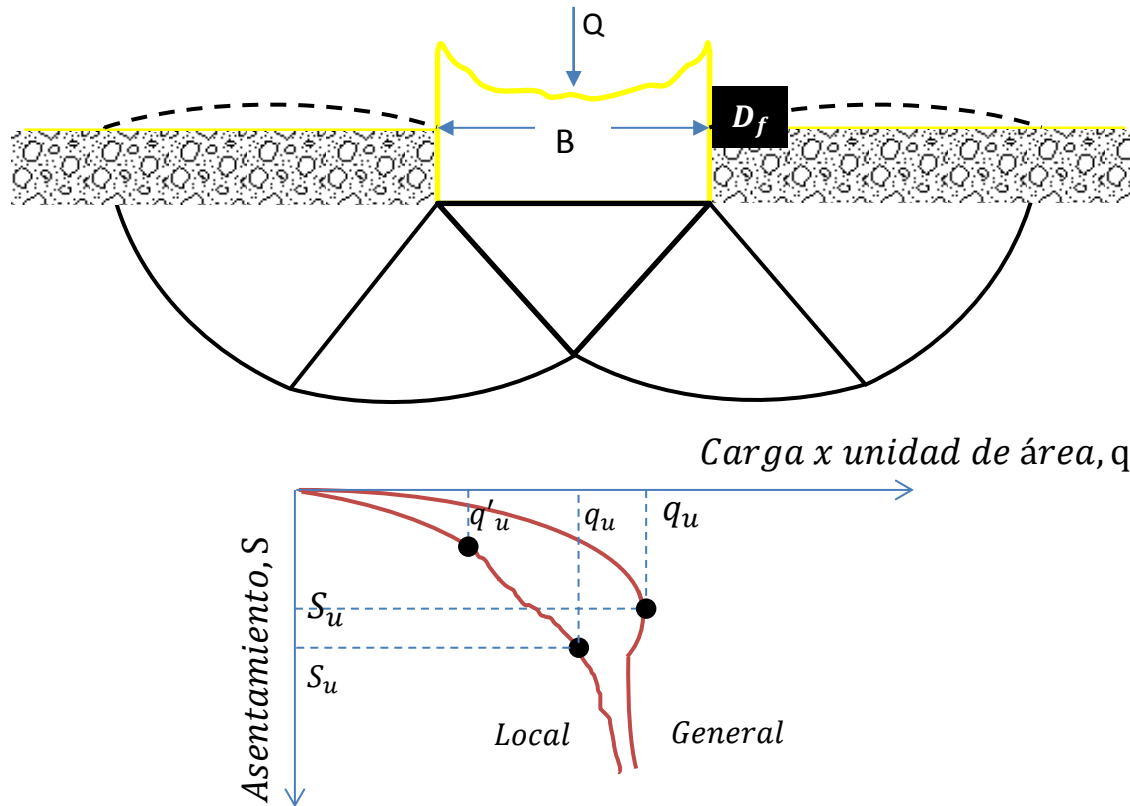


# Desarrollo empírico de la capacidad de carga

---

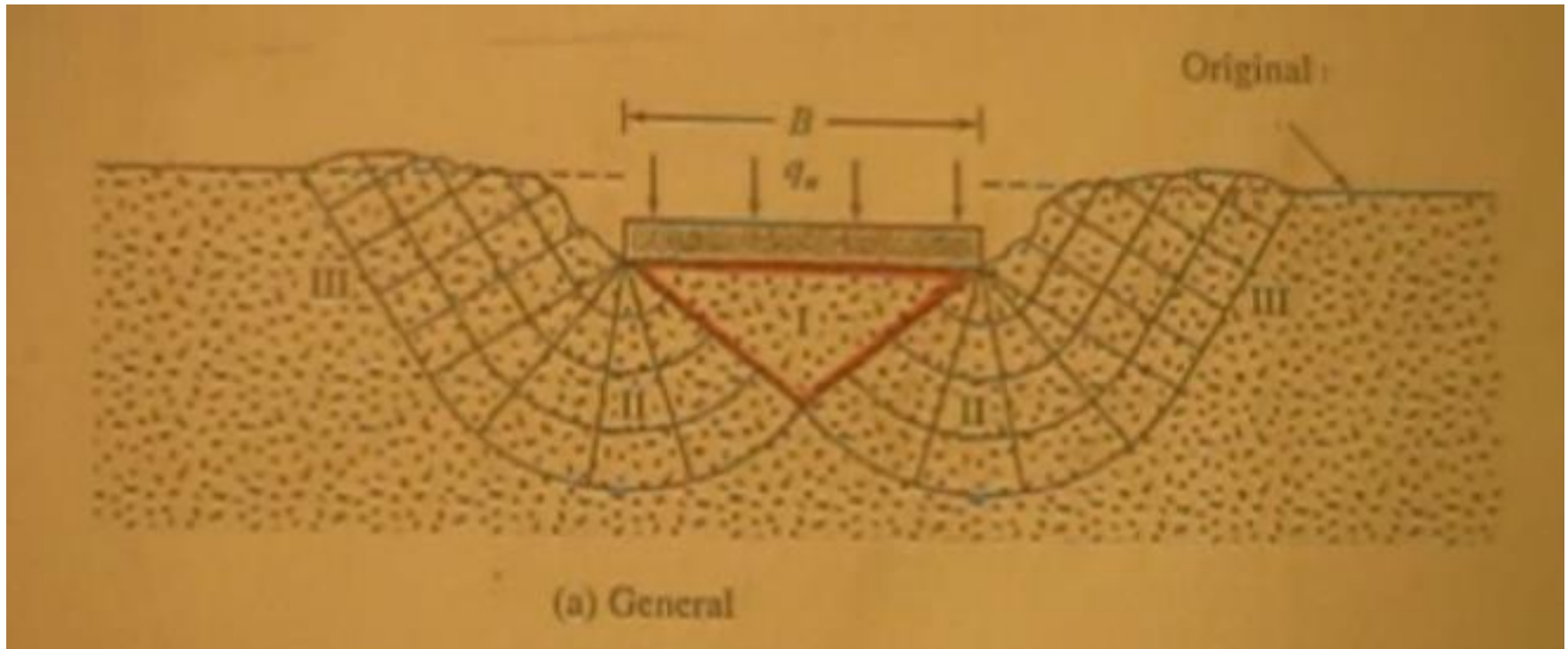


# Curvas por tipo de falla



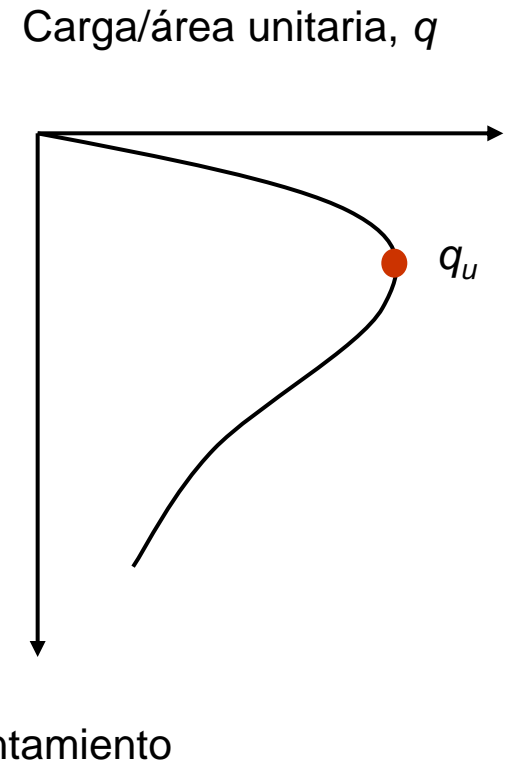
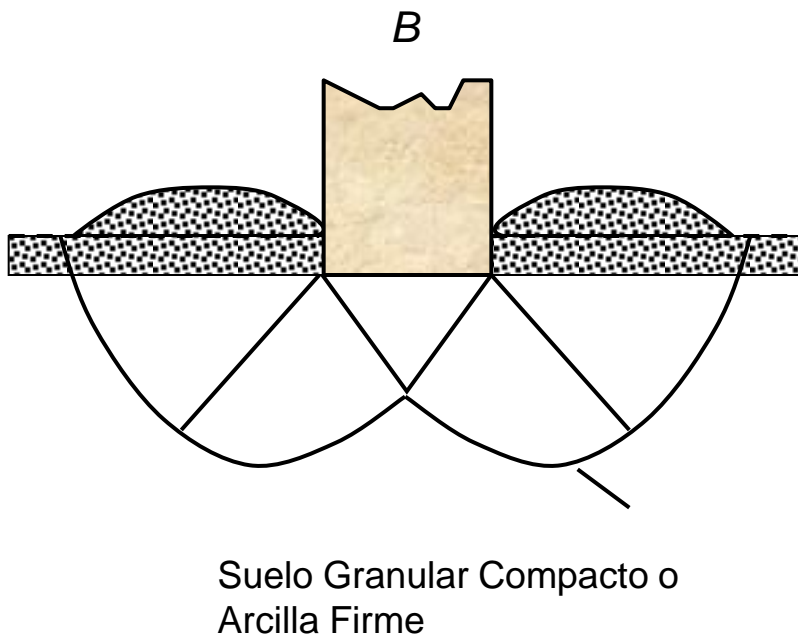
# A que se debe que presenta la falla

---



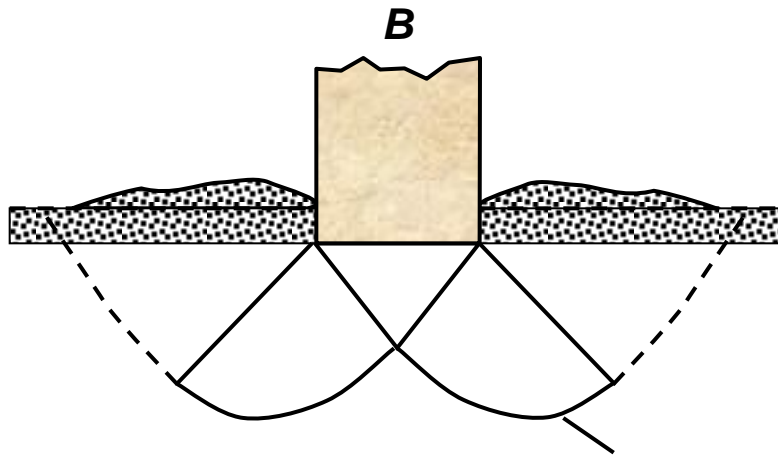
# Tipos de fallas por resistencia cortante del suelo

## Superficie de Falla General

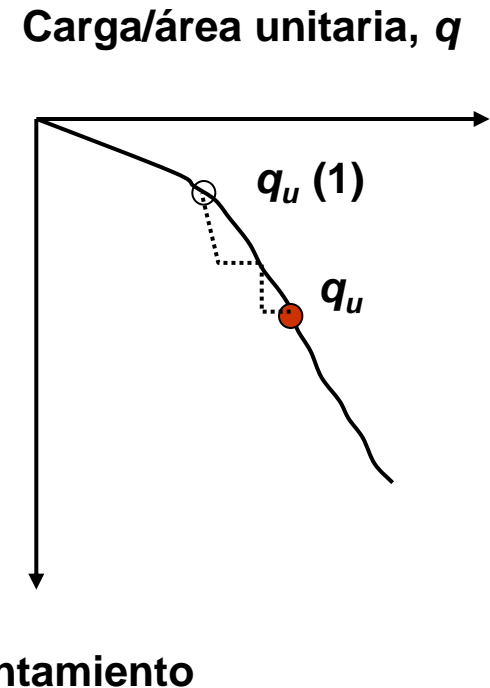


# Tipos de fallas por resistencia cortante del suelo

## Superficie de Falla Local

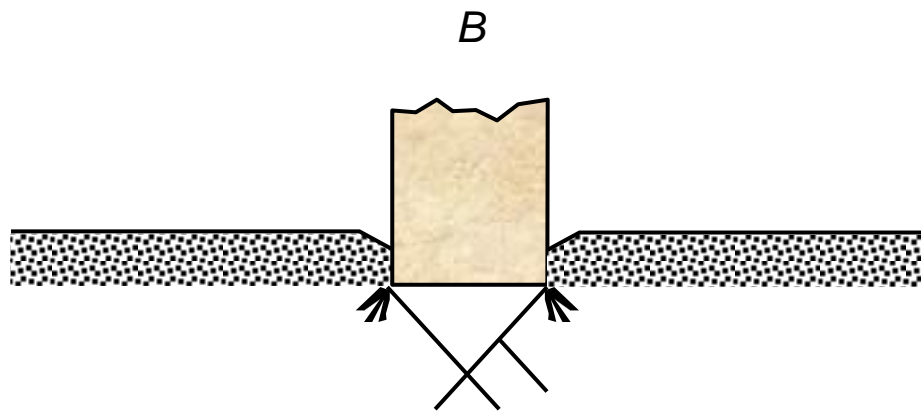


Suelo Granular Suelto o Arcilla Blando



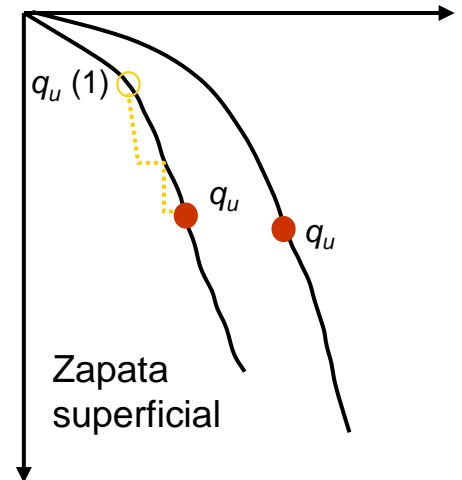
# Tipos de fallas por resistencia cortante del suelo

## Superficie de Falla por Punzonamiento



Suelo Granular muy Suelto  
o Arcilla muy Blanda

Carga/área unitaria,  $q$



Zapata  
superficial

Asentamiento

# Enfoque teórico experimental – Prandtl

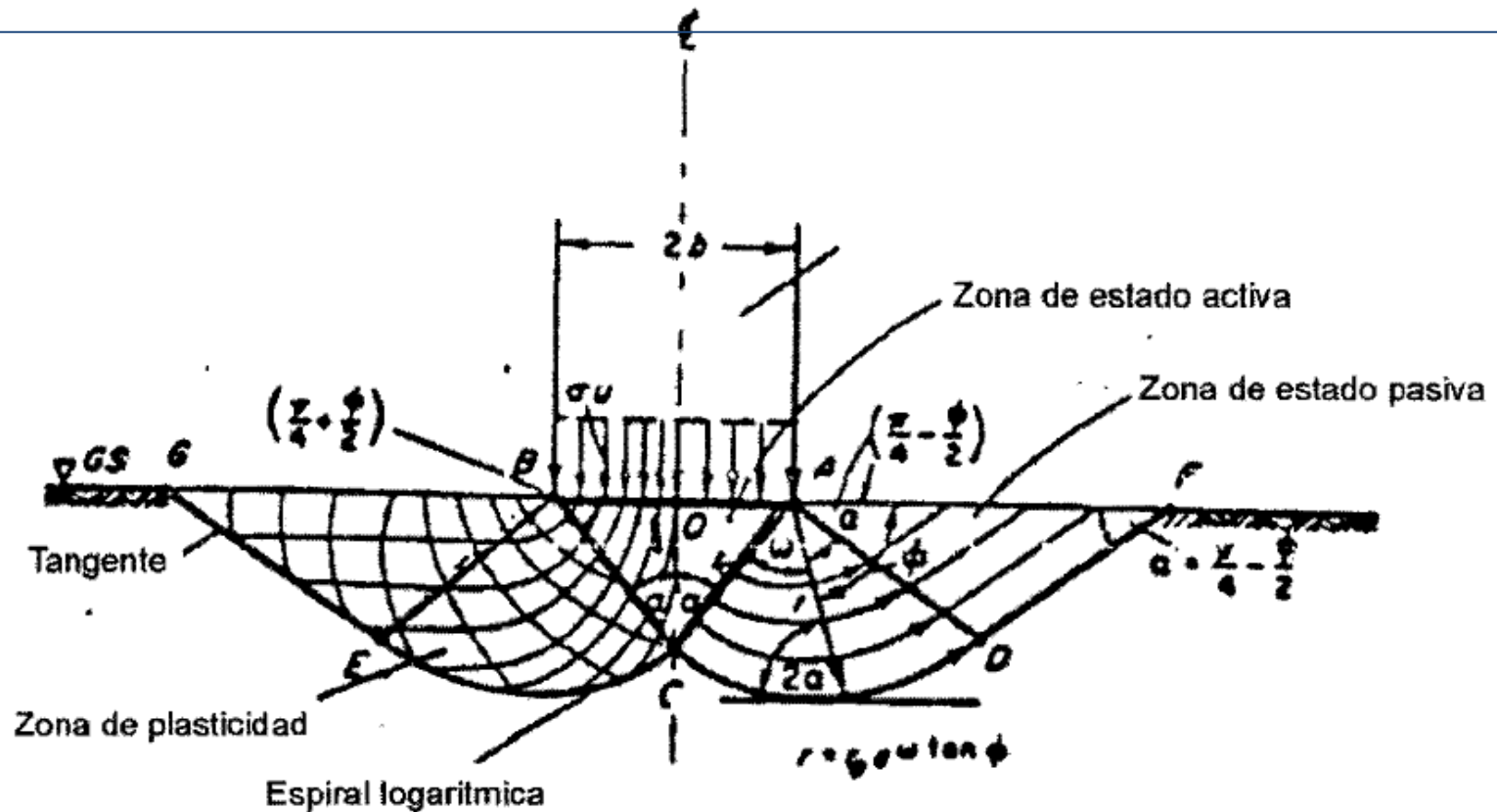


Fig. 8.3 Esquema de Prandtl



# Enfoque teórico experimental – Prandtl

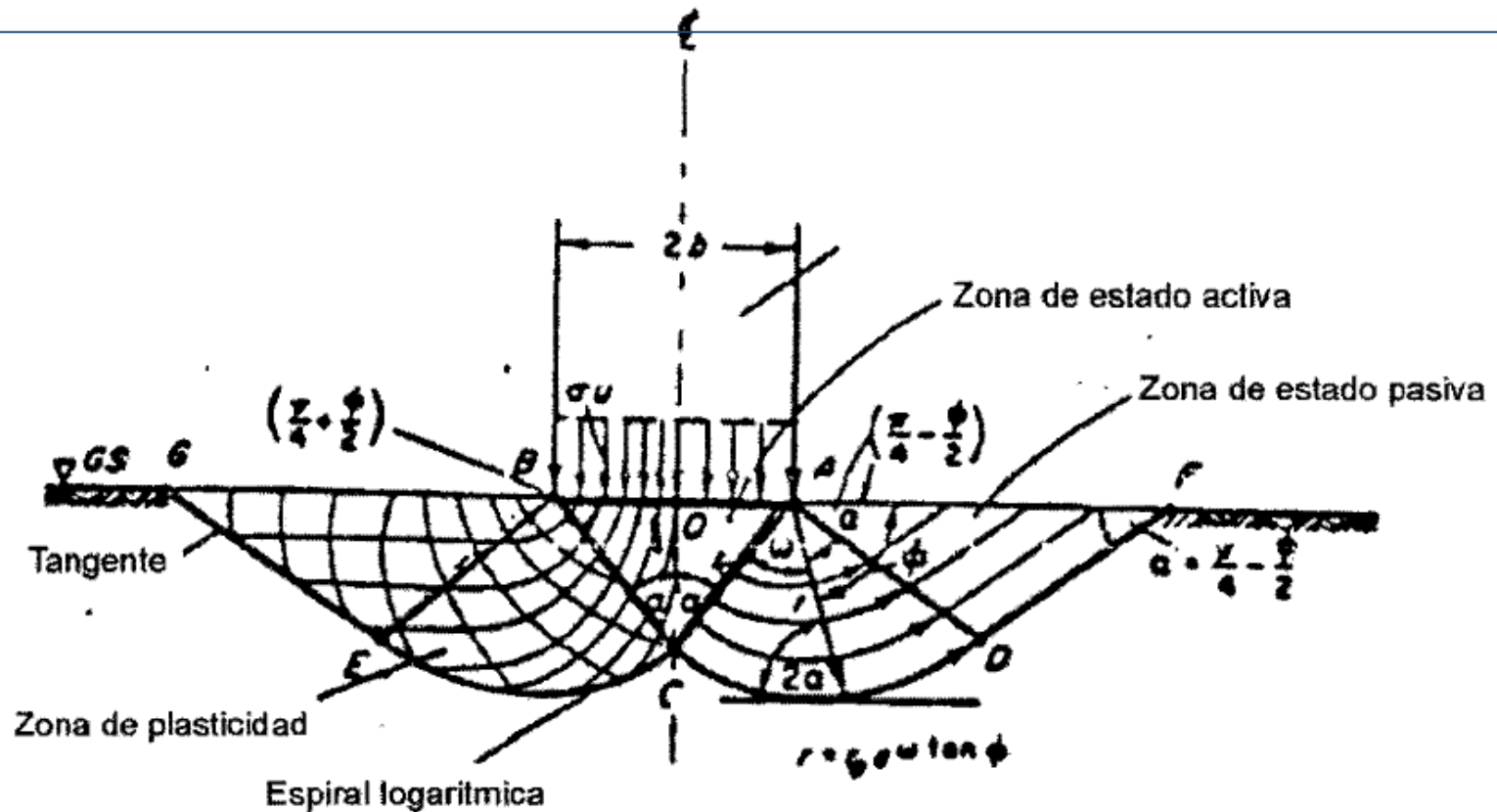


Fig. 8.3 Esquema de Prandtl

# PRANDTL

$$q_u = c'.Nc + \gamma.D.Nq$$

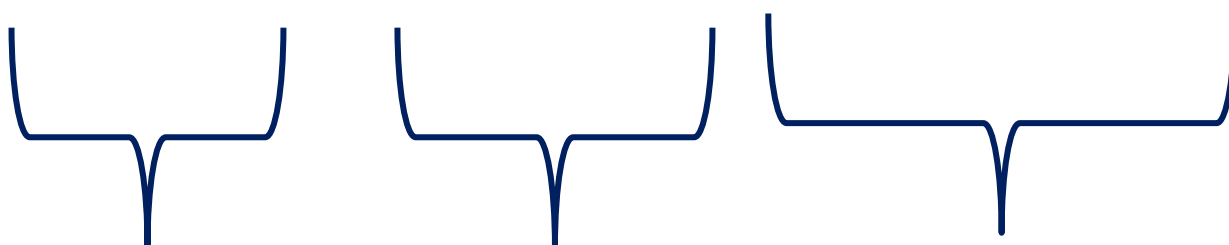
$$Nq = \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi'}$$

Si  $\phi$  es cero

$$Nc = \cot \phi' \cdot (Nq - 1)$$
$$Nq = 1$$
$$Nc = \pi + 2$$

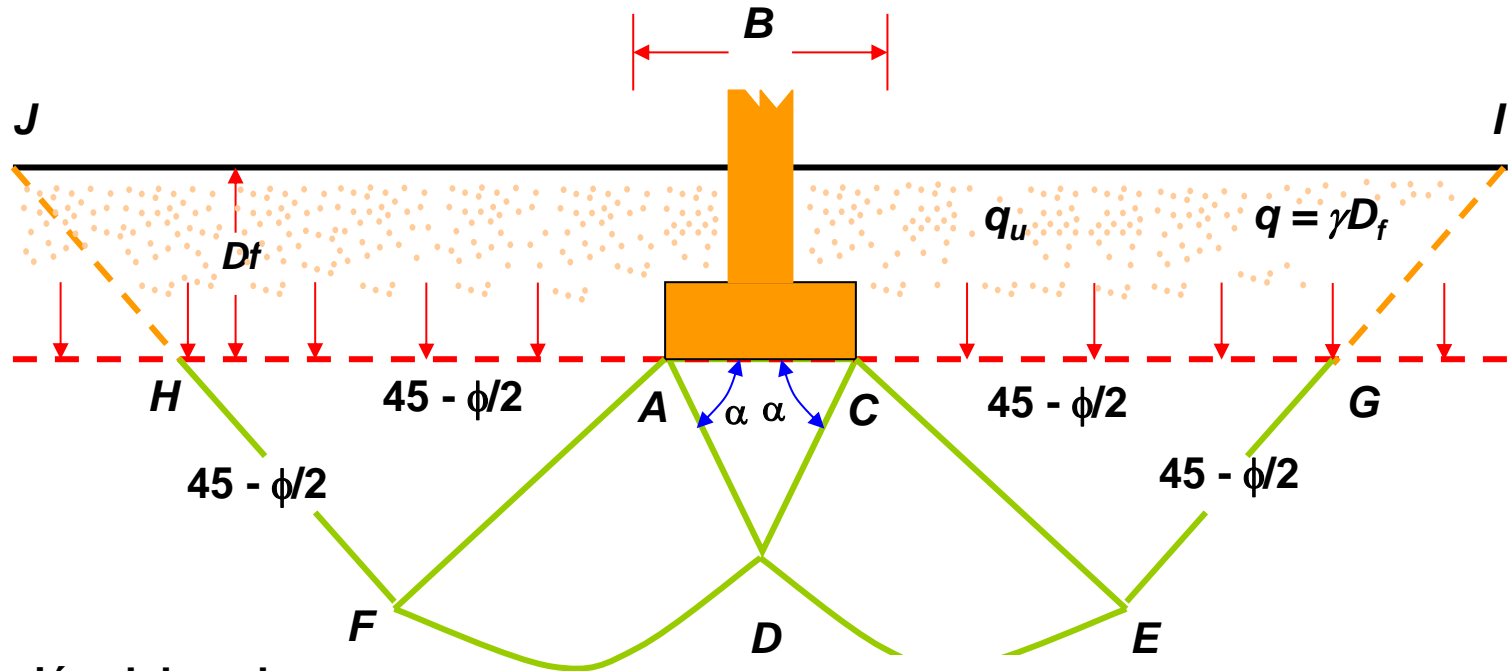
# Enfoque teórico experimental – Terzagui

---

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$


**Cohesión**                      **Sobrecarga**                      **Peso volumétrico**

# Esquema falla capacidad de carga – Terzagui (1943)



**c = Cohesión del suelo**

**$\gamma$  = Peso específico del suelo**

$$\mathbf{q} = \gamma \mathbf{D}_f$$

$$q_u = cN_C + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga adimensionales que son únicamente funciones del ángulo de fricción del suelo,  $\phi$ .

# Enfoque teórico experimental – Terzagui (1943)

## Factores de Capacidad de Carga

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3\pi}{2} - \phi'\right) \tan \phi'}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)} \quad N_c = \cot \phi' \cdot (N_q - 1) \quad N_\gamma = 0.5 \tan \phi' \left( \frac{Kp\gamma}{\cos^2(\phi')} - 1 \right)$$

$$Kp\gamma = (8\phi'^2 + 4\phi' + 3.8) \cdot \tan^2\left(60 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

Si  $\phi$  es cero

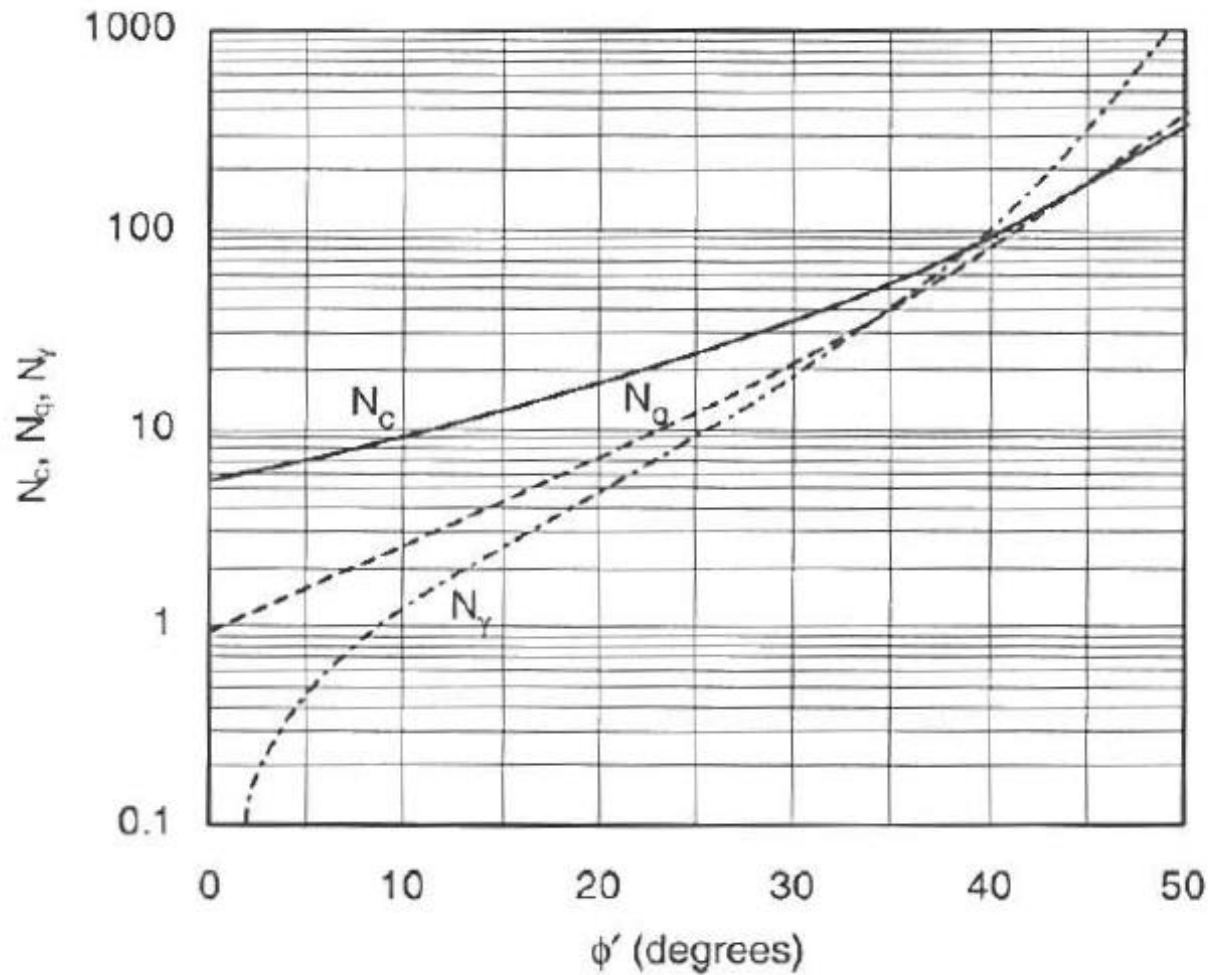
$$N_q = 1 \quad N_c = 5.71$$

## Ecuación General de la Capacidad de Carga

$$q_u = cN_c S_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Factor	Forma		
	Franja	circular	cuadrada
$S_c$	1.0	1.3	1.3
$S_\gamma$	1.0	0.6	0.8

# Resumen – Terzagui (1943)



# Tabla de $N_c$ , $N_q$ y $N_\gamma$ – Terzagui (1943)

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma^a$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma^a$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*Según Kumbhojkar (1993)



# Resumen – Terzagui (1943)

## Continuous footing, general case

$$q_{ult} = q' + q''$$

$q'$  = portion of bearing capacity assuming weightless foundation soils

$q''$  = portion of bearing capacity from weight of foundation soils

$$q' = cN_c + \gamma DN_q$$

$$q'' = \gamma \frac{B}{2} N_\gamma$$

$$q_{ult} = cN_c + \gamma DN_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma$$

## Square or rectangular footing

$$q_{ult} = cN_c \left(1 + 3\frac{B}{L}\right) + \gamma DN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

## Circular footing: $R = B/2$

$$q_{ult} = 1.3cN_c + \gamma DN_q + 0.6\gamma RN_\gamma$$

For cohesionless foundation soils ( $c = 0$ )

## Continuous footing:

$$q_{ult} = \gamma DN_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma$$

## Square or rectangular footing:

$$q_{ult} = \gamma DN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

## Circular footing:

$$q_{ult} = \gamma DN_q + 0.6\gamma RN_\gamma$$

For cohesive foundation soils ( $\phi = 0$ )

## Continuous footing:

$$q_{ult} = cN_c + \gamma D$$

## Square or rectangular footing:

$$q_{ult} = cN_c \left(1 + 3\frac{B}{L}\right) + \gamma D$$

## Circular footing:

$$q_{ult} = 1.3cN_c + \gamma D$$

# Capacidad de carga - Terzagui

---

## Ejemplo:

Determine la capacidad ultima de una zapata cuadrada de ancho 1.5 m a una profundidad de 1m en un suelo con  $C'=10\text{kPa}$ ,  $\phi' = 28^\circ$ ,  $C_u=105\text{ kPa}$ ,  $\phi_u=0^\circ$  y  $\gamma= 19\text{kN/m}^3$ .

## Capacidad de carga - Terzagui

---

Con el ángulo de fricción se ingresa en la Tabla y se obtiene los factores:

$$N_q = 17.81, N_c = 31.61 \text{ y } N_\gamma = 15.31$$

Usando la fórmula:

$$q_u = 1.3c' N_c + \gamma D N_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$

Remplazando los valores en la fórmula:

$$q_u = 1.3 \times 10.0 \times 31.61 + 19.0 \times 17.81 + 0.4 \times 1.5 \times 19.0 \times 15.31$$

$$q_u = 924 \text{ kPa}$$

# Capacidad de carga - Terzagui

---

Con el ángulo de fricción para condiciones no drenadas se ingresa a la Tabla y se obtiene los siguientes factores:

$$N_q = 1, N_c = 5.71 \text{ y } N_\gamma = 0$$

Usando la fórmula:

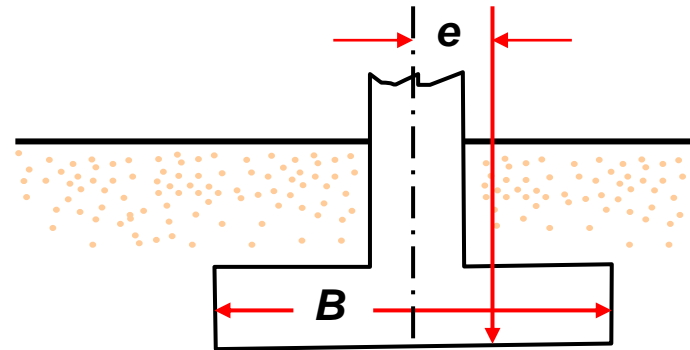
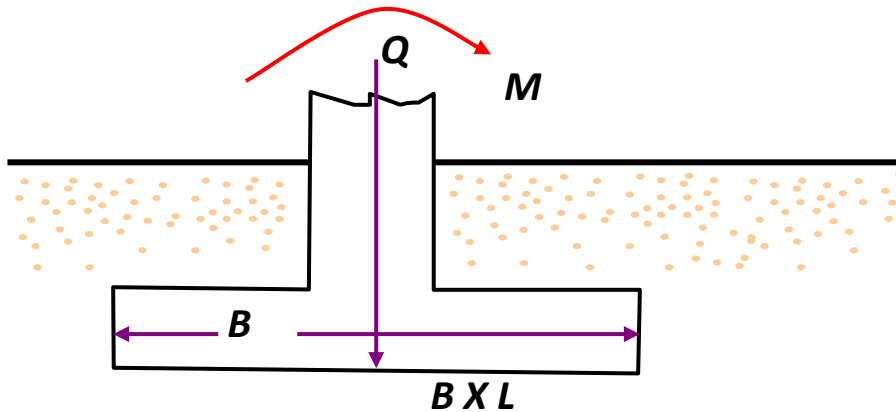
$$q_u = 1.3c' N_c + \gamma D N_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$

Remplazando los valores en la fórmula:

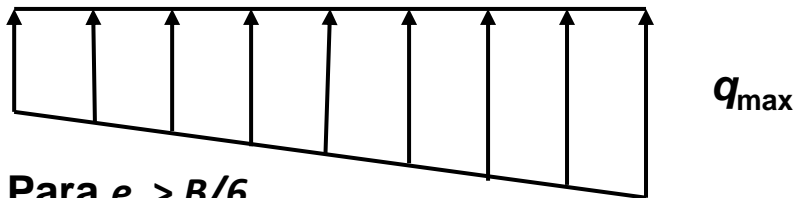
$$q_u = 1.3 \times 105.0 \times 5.71 + 19.0 \times 1.0$$

$$q_u = 798 \text{ kPa}$$

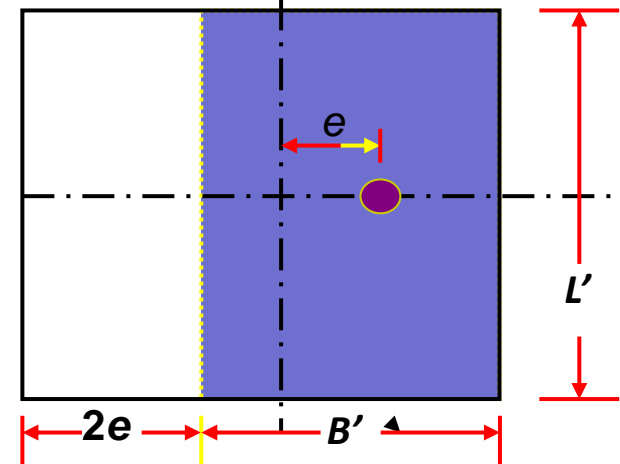
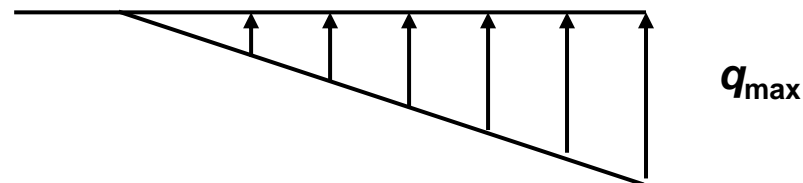
# Cimentación cargas excéntricas – Terzagui



Para  $e < B/6$



Para  $e > B/6$



# Cimentación cargas excéntricas – Terzagui

$$q_{\max} = \frac{Q}{BL} + \frac{6M}{B^2L}$$

$$q_{\min} = \frac{Q}{BL} - \frac{6M}{B^2L}$$

Donde  $Q$  = carga vertical total  
 $M$  = momento sobre la  
cimentación

Si  $e < B/6$

$$e = \frac{M}{Q}$$

$$q_{\max} = \frac{Q}{BL} \left( 1 + \frac{6e}{B} \right)$$

y

$$q_{\min} = \frac{Q}{BL} \left( 1 - \frac{6e}{B} \right)$$

Si  $e > B/6$

$$q_{\max} = \frac{4Q}{3L(B - 2e)}$$

# CIMENTACIONES CARGADAS EXCÉNTRICAMENTE

$B' = \text{ancho efectivo} = B - 2e$

$L' = \text{longitud efectiva} = L$

Usar la ecuación para la capacidad de carga última como

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma B'$$



# CIMENTACIONES CARGADAS EXCÉNTRICAMENTE

La carga última total que la cimentación soporta es

$$Q_{últ} = q_u (B')(L')$$

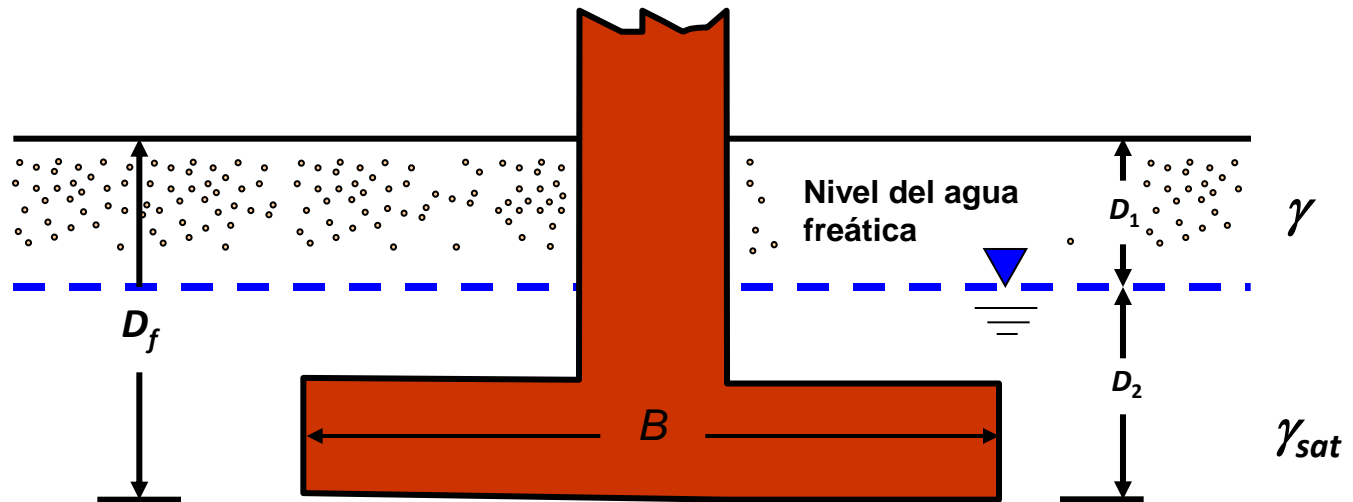
donde  $A$  = área efectiva

El factor de seguridad contra falla por capacidad de carga es

$$FS = \frac{Q_{últ}}{Q}$$

# Modificaciones debido a la posición del nivel freático – Terzagui

## Caso I



$\gamma' =$  peso específico sumergido

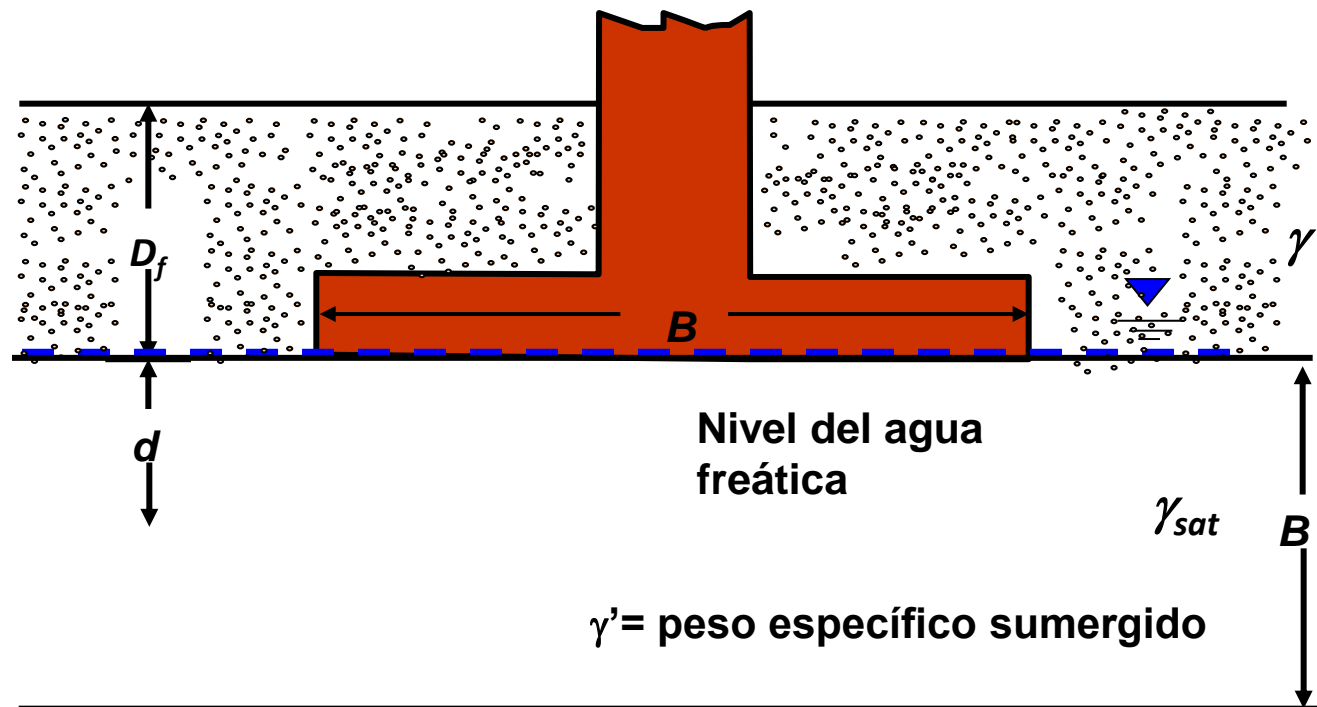
$$q_u = cN_c S_c + q^* N_q + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma S_\gamma$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

$$q^* = \gamma D_1 + \gamma' D_2$$

# Modificaciones debido a la posición del nivel freático – Terzagui

## Caso II



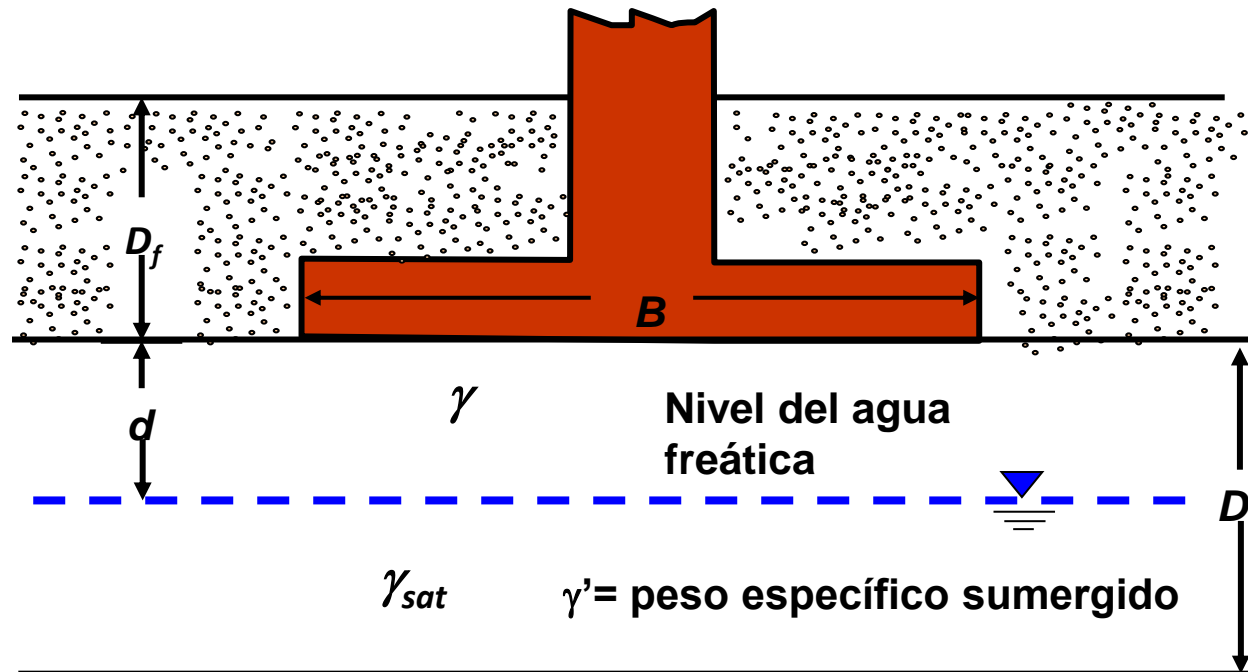
$$q_u = cN_c S_c + q^* N_q + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma S_\gamma$$

$$\gamma' = \gamma$$

$$q = \gamma D_f$$

# Modificaciones debido a la posición del nivel freático – Terzagui

## Caso III



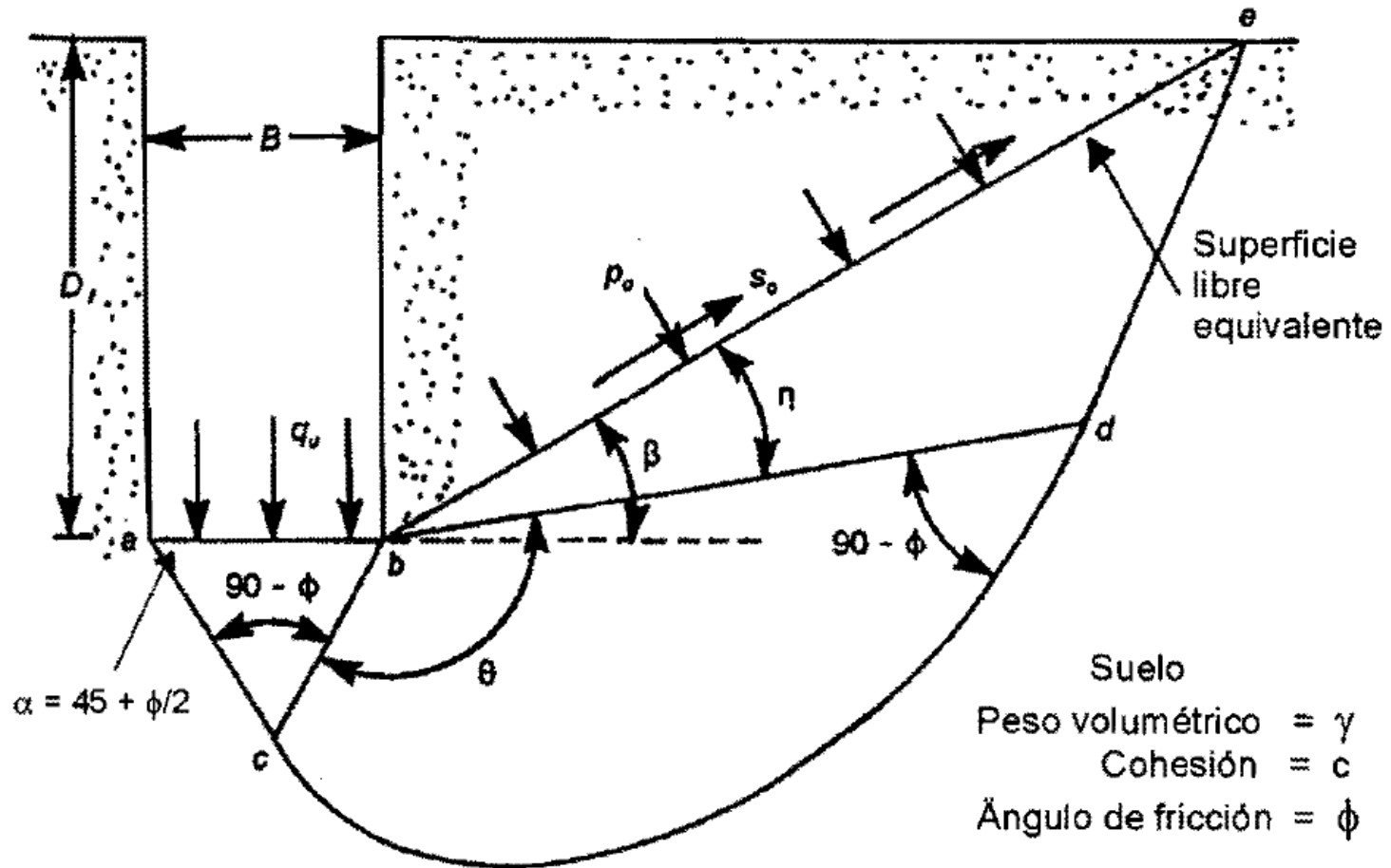
Para:  $(d) < B$  usar:

$$\gamma_{prom} = \gamma \frac{d}{B} + \gamma' \left( 1 - \frac{d}{B} \right)$$

Para:  $(d) > B$  usar:

$$\gamma_{prom} = \gamma$$

# Capacidad de carga de MEYERHOF (1951, 1963)



# Capacidad de carga de MEYERHOF (1951, 1963)

---

$$q_u = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

# Capacidad de carga de MEYERHOF (1951, 1963)

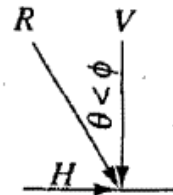
Tabla Factores de capacidad de carga (Meyerhof, 1951)

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.14	1.00	0.00	17	12.34	4.77	1.66	34	42.16	29.44	31.15
1	5.38	1.09	0.002	18	13.10	5.26	2.00	35	46.12	33.30	37.15
2	5.63	1.20	0.01	19	13.93	5.80	2.40	36	50.59	37.75	44.43
3	5.90	1.31	0.02	20	14.83	6.40	2.87	37	55.63	42.92	53.27
4	6.19	1.43	0.04	21	15.82	7.07	3.42	38	61.35	48.93	64.07
5	6.49	1.57	0.07	22	16.88	7.82	4.07	39	67.87	55.96	77.33
6	6.81	1.72	0.11	23	18.05	8.66	4.82	40	75.31	64.20	93.69
7	7.16	1.88	0.15	24	19.32	9.60	5.72	41	83.86	73.90	113.99
8	7.53	2.06	0.21	25	20.72	10.66	6.77	42	93.71	85.38	139.32
9	7.92	2.25	0.28	26	22.25	11.85	8.00	43	105.11	99.02	171.14
10	8.35	2.47	0.37	27	23.94	13.20	9.46	44	118.37	115.31	211.41
11	8.80	2.71	0.47	28	25.80	14.72	11.19	45	133.88	134.88	262.74
12	9.28	2.97	0.60	29	27.86	16.44	13.24	46	152.10	158.51	328.73
13	9.81	3.26	0.74	30	30.14	18.40	15.67	47	173.64	187.21	414.32
14	10.37	3.59	0.92	31	32.67	20.63	18.56	48	199.26	222.31	526.44
15	10.98	3.94	1.13	32	35.49	23.18	22.02	49	229.93	265.51	674.91
16	11.63	4.34	1.38	33	38.64	26.09	26.17	50	266.89	319.07	873.84



# Capacidad de carga de MEYERHOF (1951, 1963)

Factores	Valor	Para
Forma:	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L}$	Any $\phi$
	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$	$\phi > 10^\circ$
	$s_q = s_\gamma = 1$	$\phi = 0$
Profundidad:	$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$	Any $\phi$
	$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$	$\phi > 10$
	$d_q = d_\gamma = 1$	$\phi = 0$
Inclinación	$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	Any $\phi$
	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$	$\phi > 0$
	$i_\gamma = 0 \text{ for } \theta > 0$	$\phi = 0$



Donde:  $K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$  as in Fig. 4-2

$\theta$  = ángulo de la resultante R medido con respecto a la vertical sin signo; si  $\theta = 0$  todos los factores de inclinación son 1.0

***i: coeficiente de inclinacion de carga***  
***(si la carga es vertical  $i = 1$ )***

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{\alpha}{\phi}\right)^2$$
$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha}{90^\circ}\right)^2$$

***s: coeficiente de forma***

$$s_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L} \cdot \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$
$$s_q = s_{\gamma} = 1 + 0.1 \frac{B}{L} \cdot \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

***d: coeficiente de profundidad***

$$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \cdot \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$
$$d_q = d_{\gamma} = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \cdot \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$



# Capacidad de carga - Meyerhof

---

## Ejemplo:

Determine la capacidad ultima de una zapata cuadrada de ancho 1.5 m a una profundidad de 1m en un suelo con  $C'=10\text{kPa}$ ,  $\phi' = 28^\circ$ ,  $C_u=105 \text{ kPa}$ ,  $\phi_u=0^\circ$  y  $\gamma= 19\text{kN/m}^3$ . Usando los factores de carga de Meyerhof

# Capacidad de carga - Meyerhof

---

Con el ángulo de fricción se ingresa en la Tabla y se obtiene los factores:

$$N_q = 14.72, N_c = 25.80 \text{ y } N_\gamma = (14.721)\tan(1.4 \times 28.0^\circ) = 11.19$$

La carga es vertical, entonces  $i_c = i_q = i_\gamma = 1$

Los factores de forma y factores de profundidad se determinan:

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1(1.5/1.5)\tan^2(45.0^\circ + (28.0^\circ/2)) = 1.28$$

# Capacidad de carga - Meyerhof

---

$$s_c = 1 + 0.2(1.5/1.5)\tan^2(45.0^\circ + (28.0^\circ/2)) = 1.55$$

$$d_c = 1 + 0.2(1.0/1.5)\tan(45.0^\circ + (28.0^\circ/2)) = 1.22$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1(1.0/1.5)\tan^2(45.0^\circ + (28.0^\circ/2)) = 1.11$$

$$q_u = c' N_c S_c d_c + \gamma D N_q S_q d_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

Remplazando los valores en la fórmula:

$$q_u = 10.0 \times 25.80 \times 1.55 \times 1.22 + 19.0 \times 14.72 \times 1.28 \times 1.11 + 0.5 \times 1.5 \times 19.0 \times 1.28 \times 1.11$$

$$q_u = 1112 \text{ kPa}$$

# Capacidad de carga - Meyerhof

---

Para las condiciones no drenadas:

$$\mathbf{N_q = 1, N_c = 5.14 \text{ y } N_\gamma = 0}$$

$$s_c = 1 + 0.2(1.5/1.5)\tan^2(45.0^\circ + (0^\circ/2)) = 1.2, s_\gamma = s_q = 1$$

$$d_c = 1 + 0.2(1.0/1.5)\tan(45.0^\circ + (0^\circ/2)) = 1.13 \quad d_\gamma = d_q = 1$$

Remplazando los valores en la fórmula:

$$q_u = 105 \times 5.14 \times 1.2 \times 1.13 + 19.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 751 \text{ kPa}$$

# Factor de Seguridad (FS)

---

**El factor de Seguridad**

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

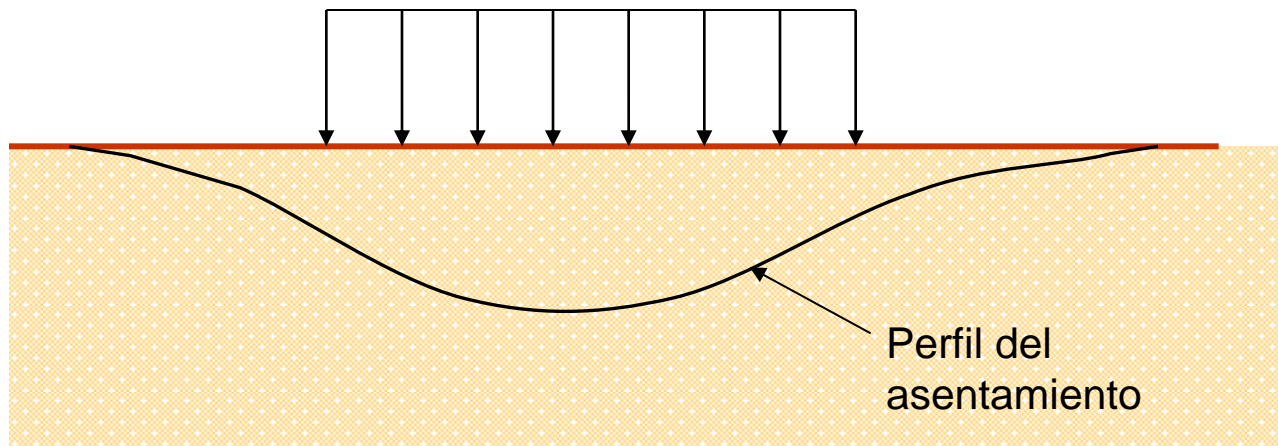
**q = carga de la superestructura por área unitaria de la cimentación**

**El factor de seguridad debe ser por lo menos 3 en todos los casos.**



# TIPOS DE ASENTAMIENTOS DE CIMENTACIONES

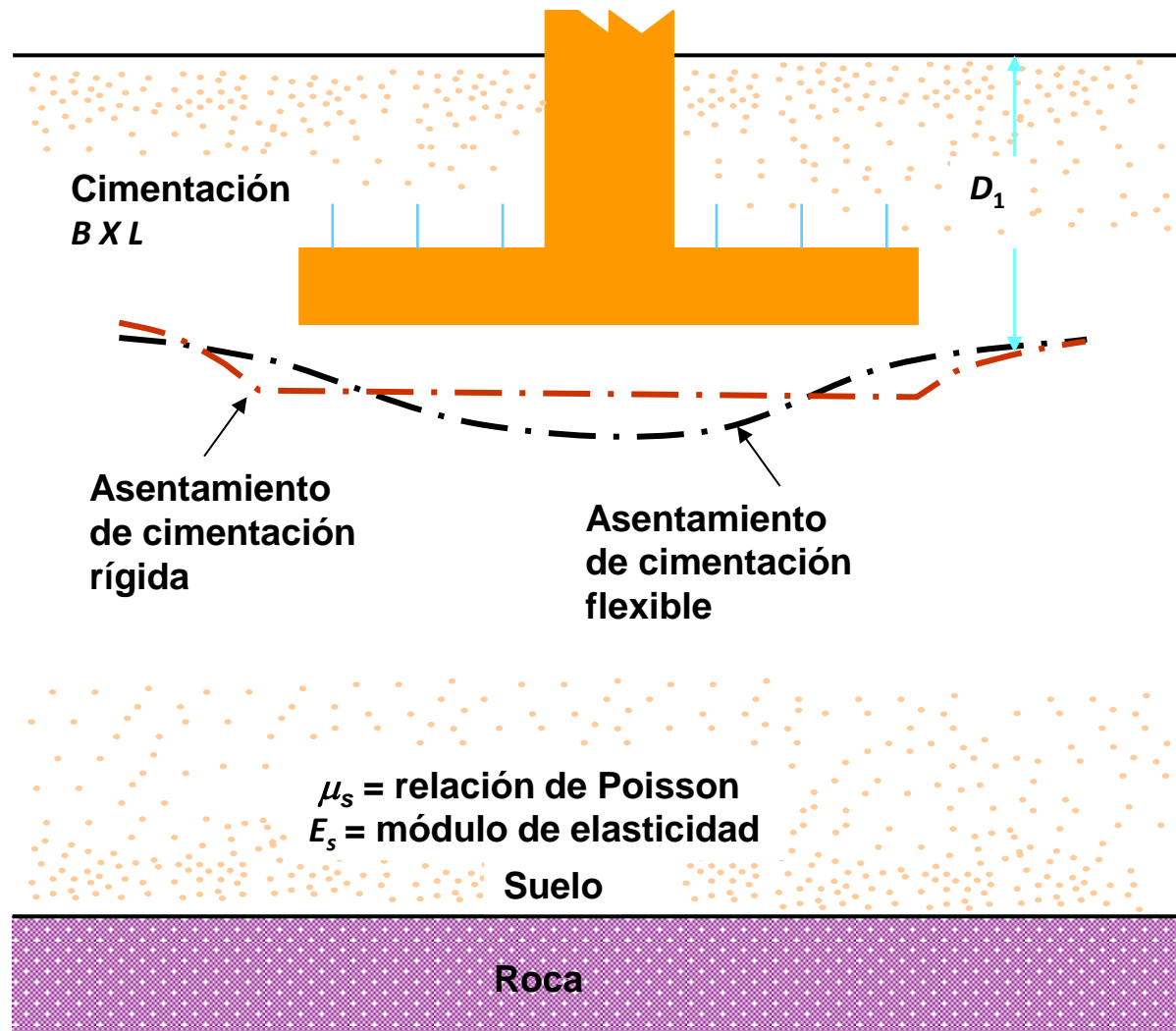
## ➤ Asentamiento Inmediato o elástico



## ➤ Asentamiento Por Consolidación Primaria

## ➤ Asentamiento Por Consolidación Secundaria

# ASENTAMIENTO ELÁSTICO DE CIMENTACIONES FLEXIBLES Y RÍGIDAS



# ASENTAMIENTO ELÁSTICO DE CIMENTACIONES FLEXIBLES Y RÍGIDAS

$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \frac{\alpha}{2}$$

(esquina de la cimentación flexible)

$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha$$

(centro de la cimentación flexible)

$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha_{av}$$

(promedio para una cimentación flexible)

Donde

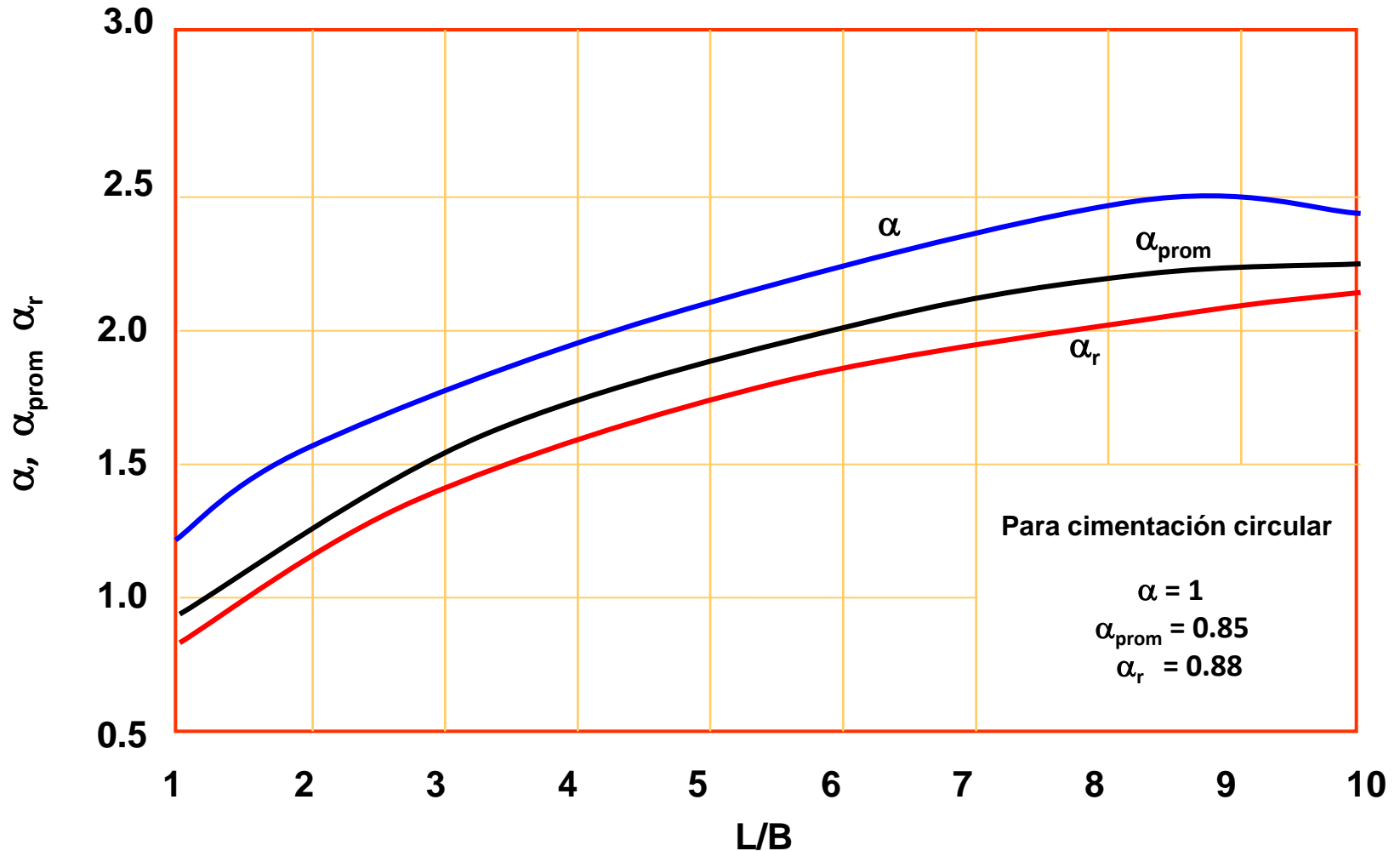
$$\alpha = \frac{1}{\pi} \left[ 1n \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m 1n \left( \frac{\sqrt{1+m^2} + 1}{\sqrt{1+m^2} - 1} \right) \right]$$

$$m = L/B$$

$B$  = ancho de la cimentación

$L$  = longitud de la cimentación

# ASENTAMIENTO ELÁSTICO DE CIMENTACIONES FLEXIBLES Y RÍGIDAS



# ESTIMACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LOS MATERIALES

❖ Usar métodos geofísicos

❖ Ensayos de laboratorio

❖ Correlaciones empíricas:

$$E_s \text{ (kN / m}^2\text{)} = 766N_f \quad N_f = \text{número de penetración estándar}$$

**Módulo de Elasticidad de Arcillas Normalmente Consolidadas**

$$E_s = 250c \text{ a } 500c$$

**Módulo de Elasticidad de Arcillas Preconsolidadas**

$$E_s = 750c \text{ a } 1000c$$

Donde  $c$  = cohesión no drenada de la arcilla

# **ASENTAMIENTO ADMISIBLE EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES**

## ***SEGÚN TERZAGHI:***

El asentamiento promedio admisible de las cimentaciones de una edificación convencional será:

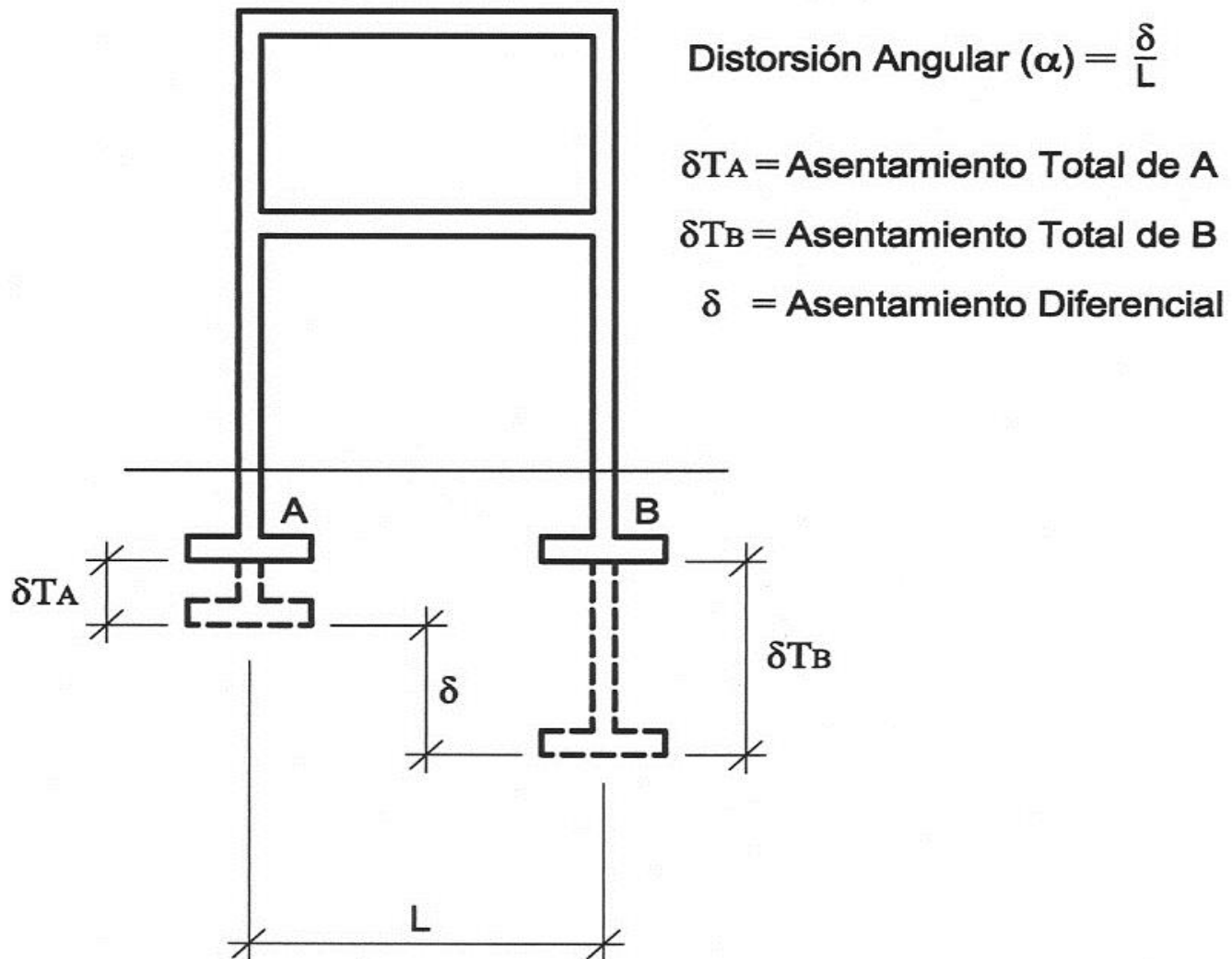
$$S_{adm} = 25 \text{ mm}$$

## ***SEGÚN LA NORMA E - 050:***

El Asentamiento Diferencial no debe ocasionar una distorsión angular mayor que la indicada en la Tabla 8.

En el caso de suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.

# ASENTAMIENTO ADMISIBLE EN CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES



# **DISTORSIÓN ANGULAR LÍMITE RECOMENDADA POR LA NORMA E-050**

<b>TABLA 8 (NÓRMA E-050)</b>	
<b>DISTORSIÓN ANGULAR = <math>\alpha</math></b>	
<b><math>\alpha = \delta/L</math></b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>1/150</b>	<b>Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.</b>
<b>1/250</b>	<b>Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.</b>
<b>1/300</b>	<b>Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.</b>
<b>1/300</b>	<b>Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.</b>
<b>1/500</b>	<b>Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.</b>
<b>1/500</b>	<b>Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.</b>
<b>1/650</b>	<b>Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.</b>
<b>1/750</b>	<b>Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.</b>