

Clase No. 9- Fundaciones

1. Fundaciones Superficiales.

- Tipos y Usos.

- Capacidad de soporte

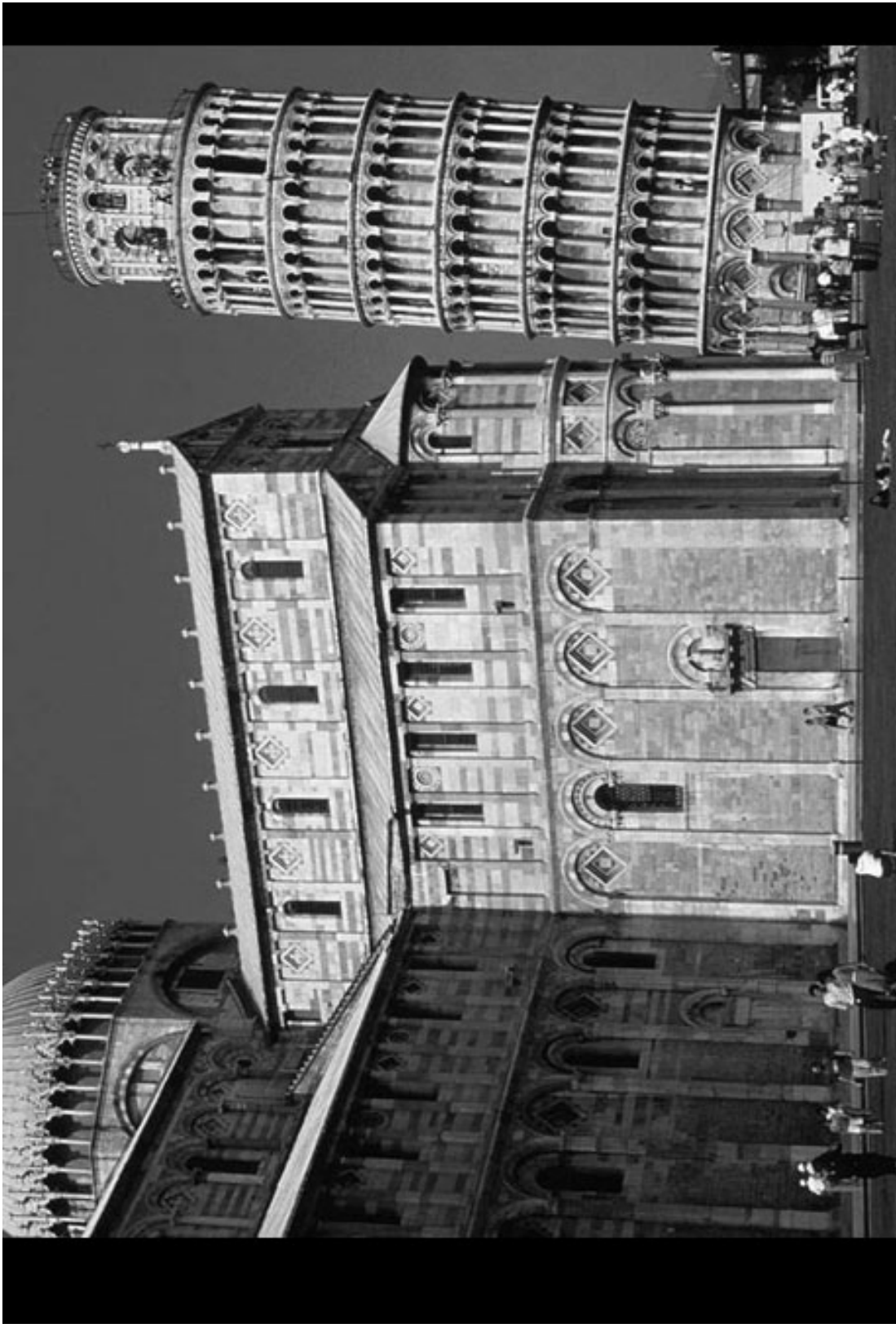
- Fórmula de Rotura: efecto del agua, forma de la zapata, correcciones por enterramiento, estratificación del suelo.

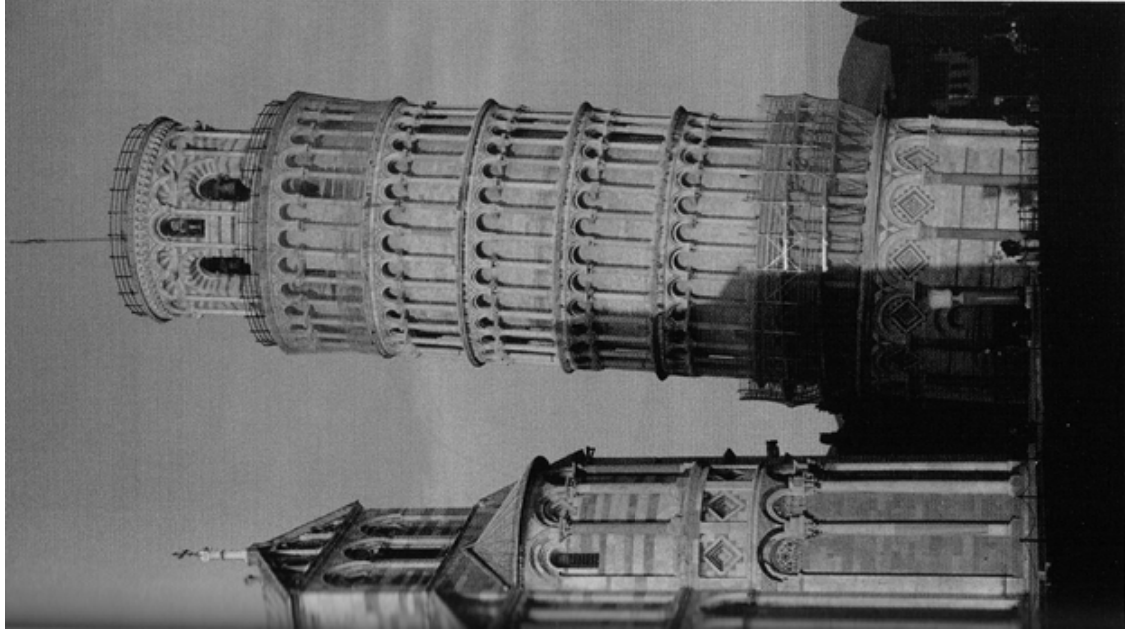
- Asentamientos en fundaciones superficiales: tipos de asentamientos, metodologías para la estimación de asentamientos, la constante de balastro, giros de fundación.

- Integración de los conceptos de rotura y asentamientos (giros) admisibles.

- Losas de fundación

Asentamientos





La Torre di Pisa
 Año de conclusión: circa 1370
 Inclinación: 5 grados



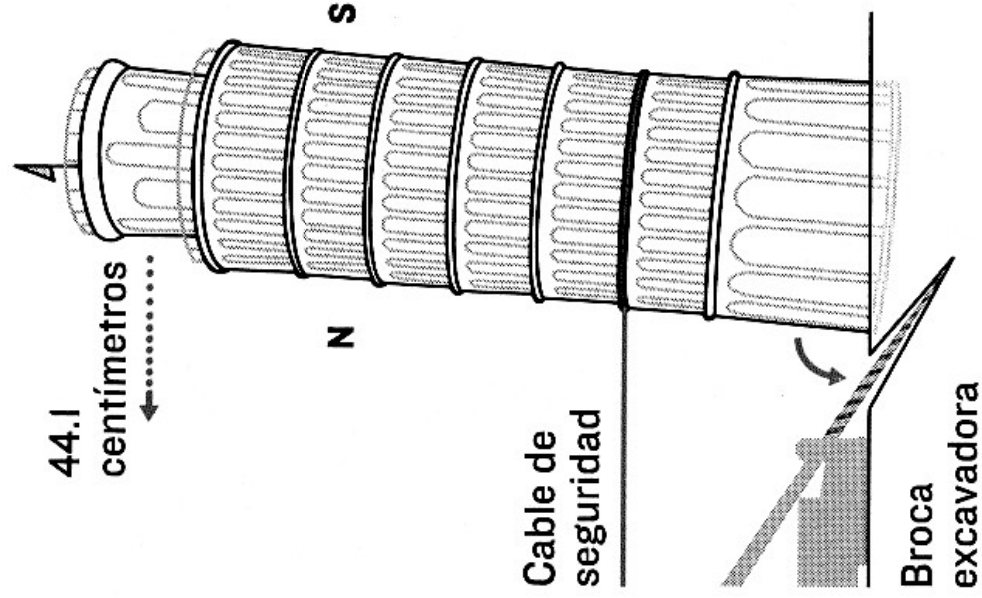
San Michele degli Scalzi
 Año de conclusión: circa 1100
 Inclinación: 5 grados



San Nicola
 Año de conclusión: circa 1250
 Inclinación: 2.5 grados

HISTORIAS DERECHAS

Taladrar en 41 lugares ayudó a nivelar la base, lo cual desplazó casi medio metro la punta de la torre.



Asentamientos máximos permitidos

Table 14.1 Allowable Settlement

Type of Movement	Limiting Factor	Maximum Settlement
Total settlement	Drainage Access Probability of nonuniform settlement: Masonry walled structure Framed structures Smokestacks, silos, mats Stability against overturning	6-12 in. 12-24 in. 1-2 in. 2-4 in. 3-12 in. Depends on height and width
Tilting	Tilting of smokestacks, towers Rolling of trucks, etc. Stacking of goods Machine operation-cotton loom Machine operation-turbogenerator Crane rails	0.004/ 0.01/ 0.01/ 0.003/ 0.0002/ 0.003/
Differential movement	Drainage of floors High continuous brick walls One-story brick mill building, wall cracking Plaster cracking (gypsum) Reinforced-concrete building frame Reinforced-concrete building curtain walls Steel frame, continuous Simple steel frame	0.01-0.02/ 0.0005-0.001/ 0.001-0.002/ 0.001/ 0.0025-0.004/ 0.003/ 0.002/ 0.005/

From Sowers, 1962.

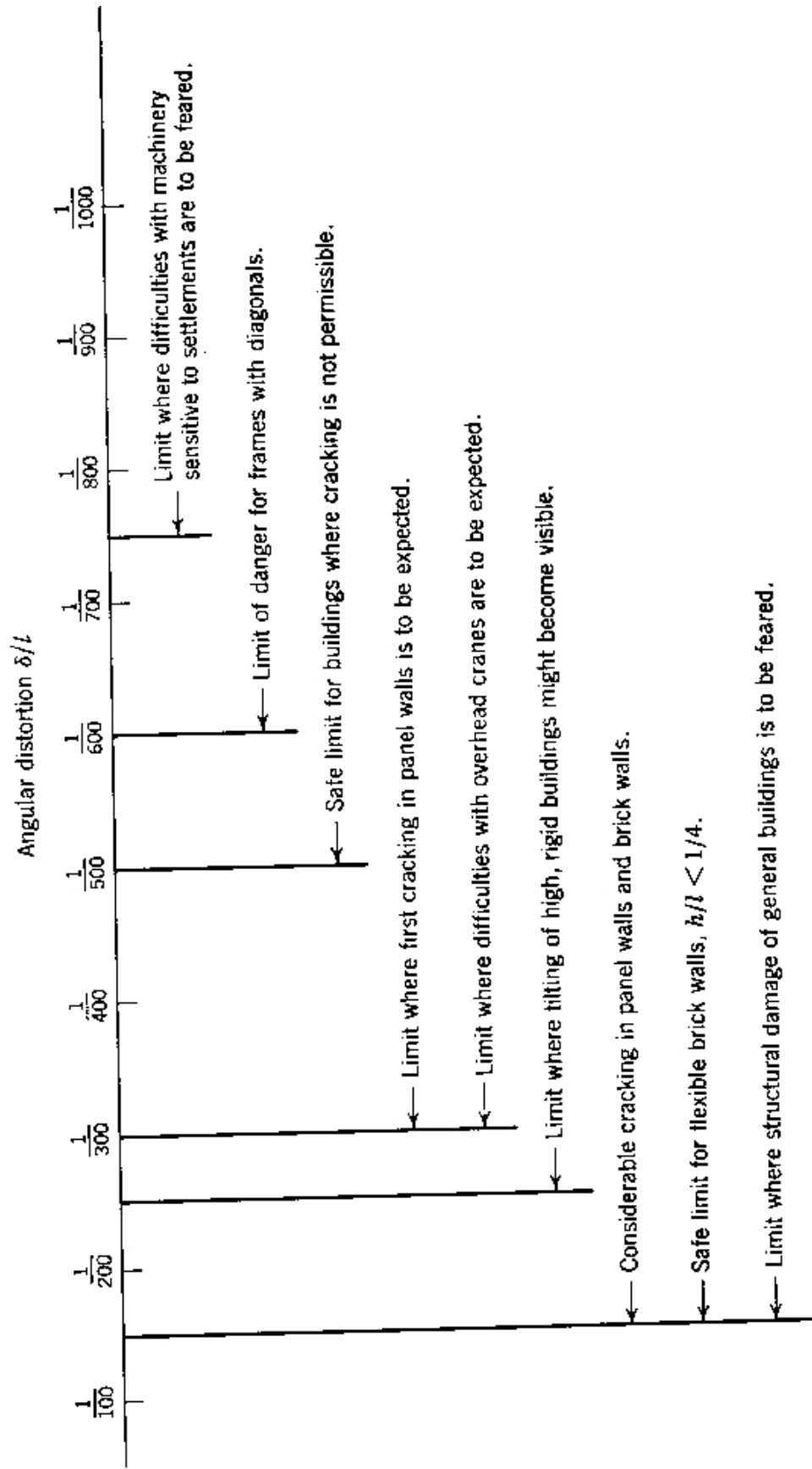
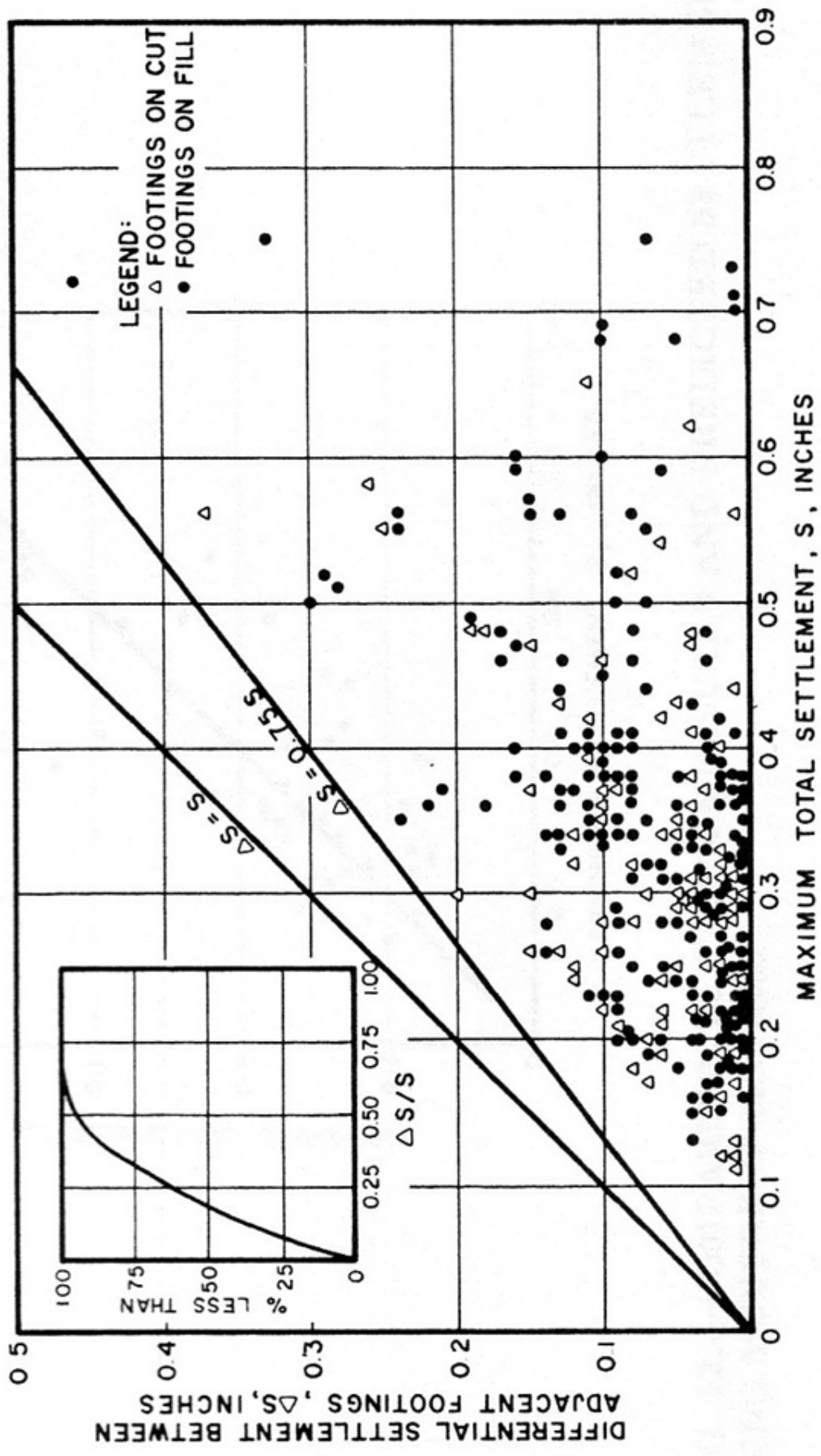


Fig. 14.8 Limiting angular distortions (From Bjerrum, 1963a).



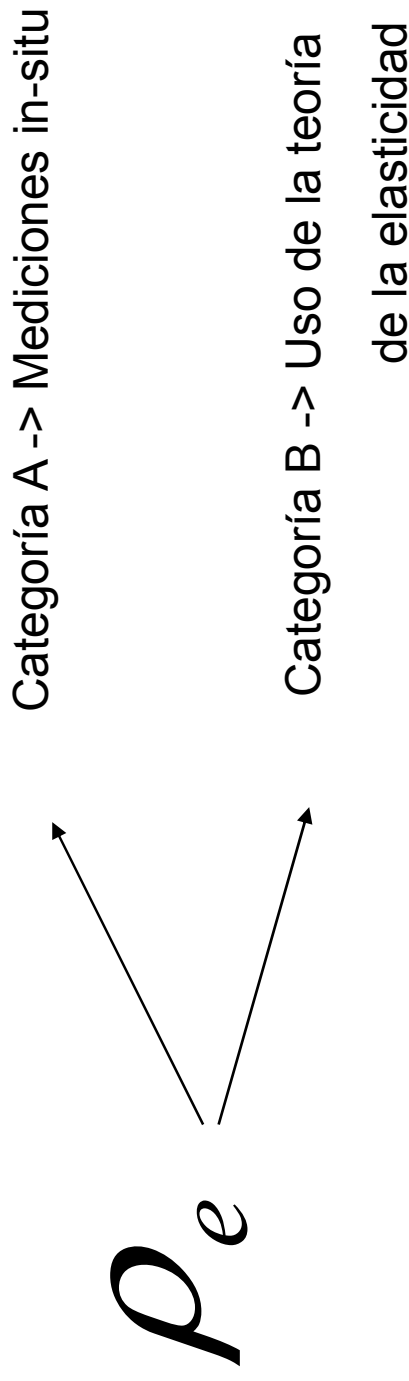
D'Appolonia (1968)



Asentamiento en fundaciones superficiales

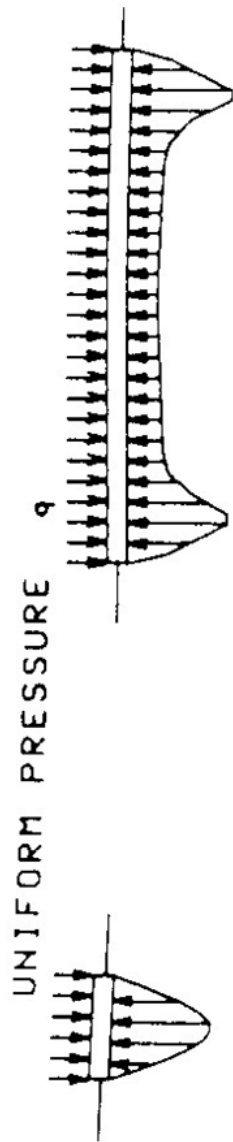
$$\rho = \rho_e + \rho_p + \rho_s$$

Consolidación



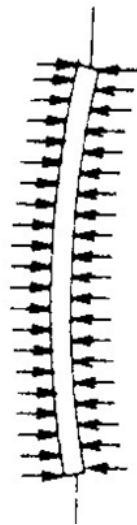
Cálculo de tensiones inducidas

- Teoría de la elasticidad
 - Comportamiento elástico;
 - Espacio homogéneo y semi-infinito
 - Pequeñas deformaciones
- Gráficos



a. RIGID SMALL FOOTING
ON COHESIONLESS SOIL

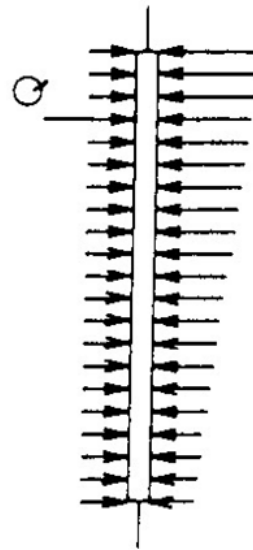
b. RIGID MAT ON COHESIVE
OR COHESIONLESS SOIL



c. FLEXIBLE MAT ON
COHESIONLESS SOIL



d. FLEXIBLE MAT ON
COHESIVE SOIL



e. LINEAR CONTACT
PRESSURE DISTRIBUTION

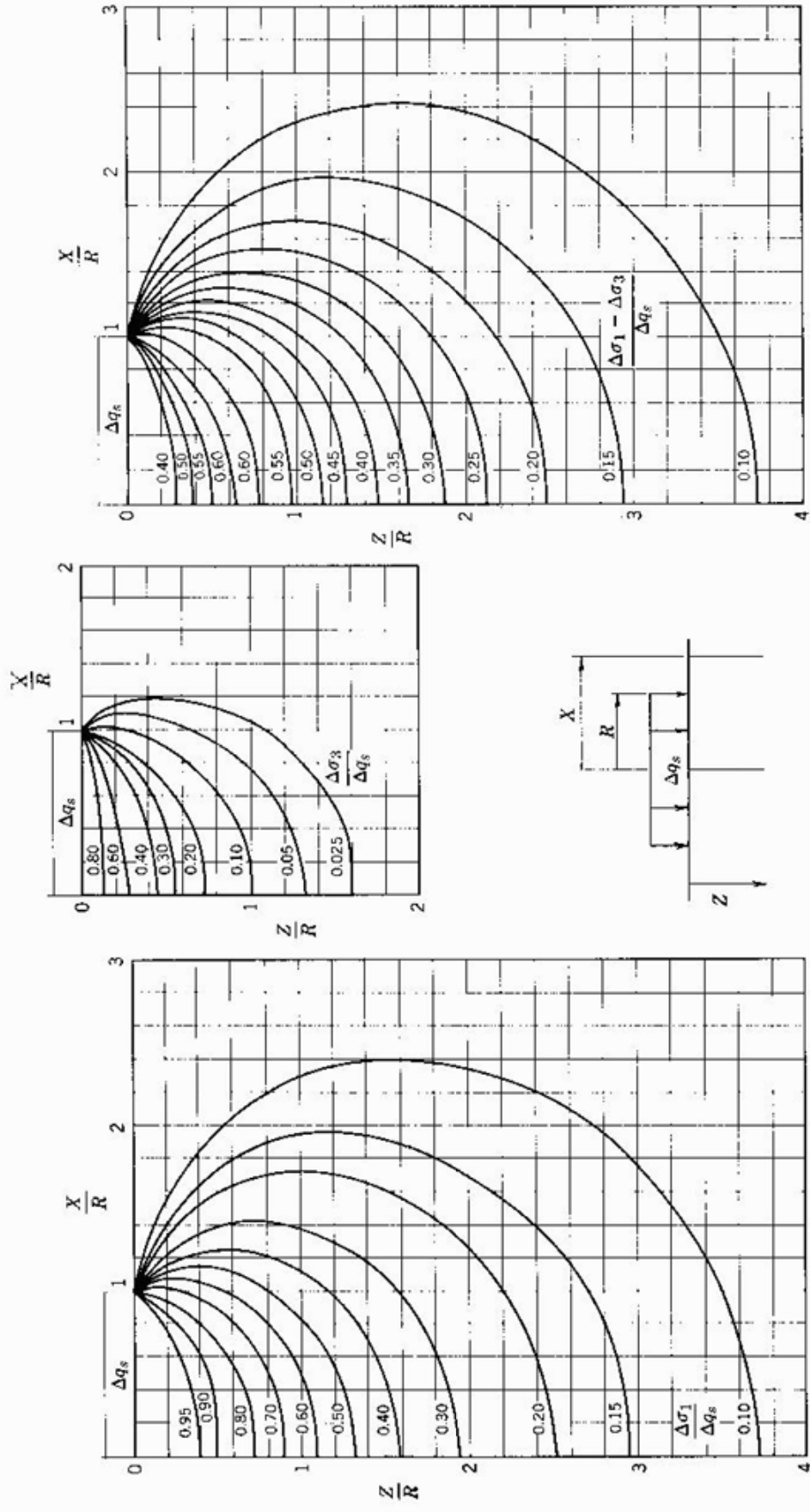
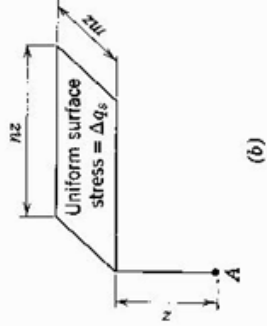
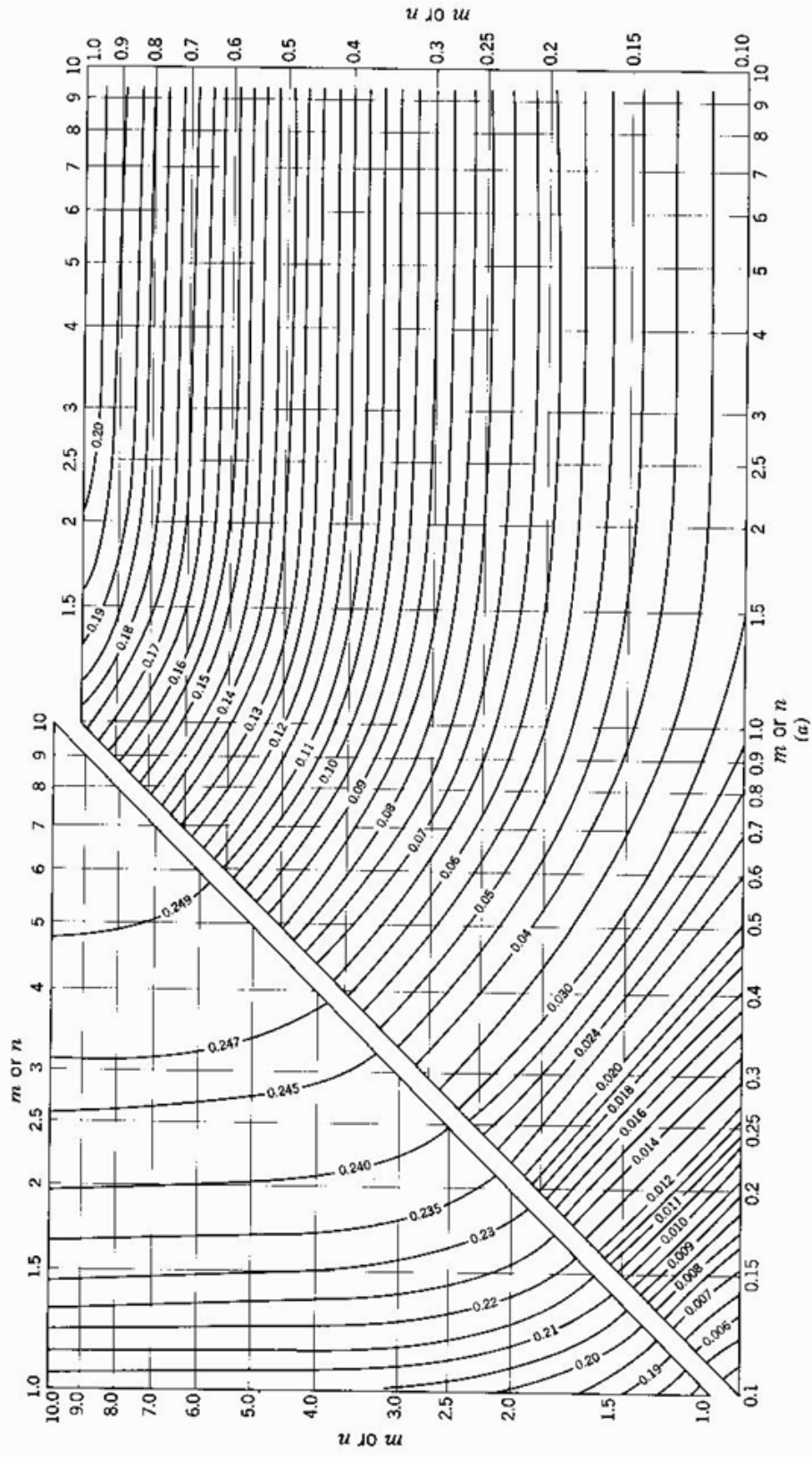


Fig. 8.5 Stresses under uniform load on circular area.

(Lambe, Soil Mechanics, 1969)



Lambe, Soil Mechanics (1969)

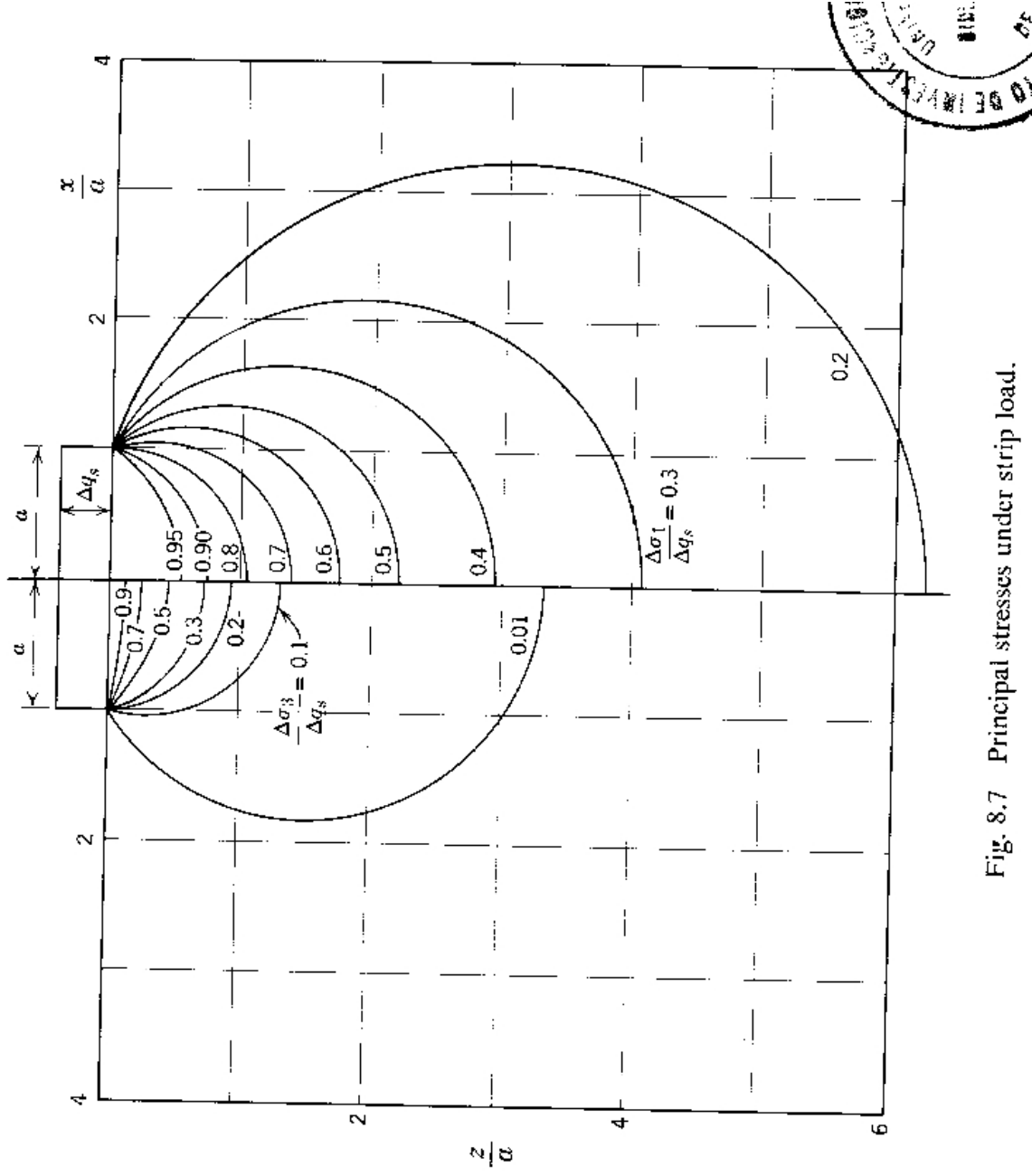


Fig. 8.7 Principal stresses under strip load.

Zapata corrida (Lambe, Soil Mechanics, 1969)

Cálculo de asentamientos instantáneos

- Basados en la teoría de la elasticidad

$$\rho_{ins} = \frac{q' B (1 - \nu^2) I_p}{E}$$

q': intensidad de la presión efectiva de contacto

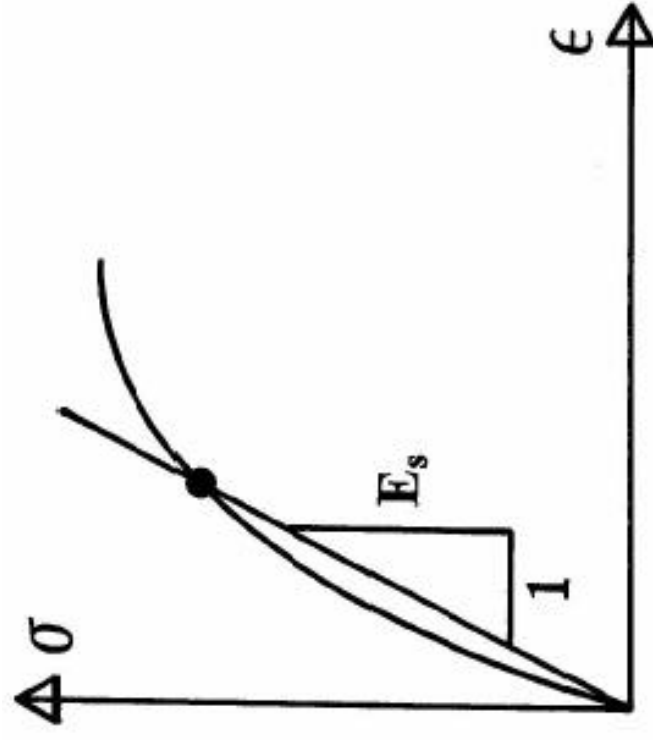
B: ancho de la fundación

ν: coeficiente de Poisson

E: módulo de deformación

I_p: factor de influencia para el desplazamiento vertical

Assumed Elastic Behavior:
Immediate deformations
and/or settlements are
calculated as linear elastic
using closed-form solutions
for elastic boundary value problems
with an “elastic” modulus estimated
from a stress-strain curve



Example:

$$S = q \cdot B \cdot \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right) \cdot I_w$$

Settlement $\nearrow$ $\nwarrow$ Bearing Pressure $\nearrow$ “Elastic” Properties
 $\nwarrow$ Width of Foundation $\nwarrow$ Shape Factor for Foundation (based on small scale tests)

Coeficiente de Poisson, ν

- Normalmente considerado 0.25 a 0.3, aunque puede ser menor si se considera el comportamiento del suelo en la zona elástica.
- En condiciones No-drenadas es teóricamente igual a 0.5

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

G: Módulo de corte

E: Módulo de Young

TABLE 2-7

Values or value ranges for Poisson's ratio μ

Type of soil	μ
Clay, saturated	0.4–0.5
Clay, unsaturated	0.1–0.3
Sandy clay	0.2–0.3
Silt	0.3–0.35
Sand, gravelly sand	–0.1–1.00
commonly used	0.3–0.4
Rock	0.1–0.4 (depends somewhat on type of rock)
Loess	0.1–0.3
Ice	0.36
Concrete	0.15
Steel	0.33

Bowles (1996)

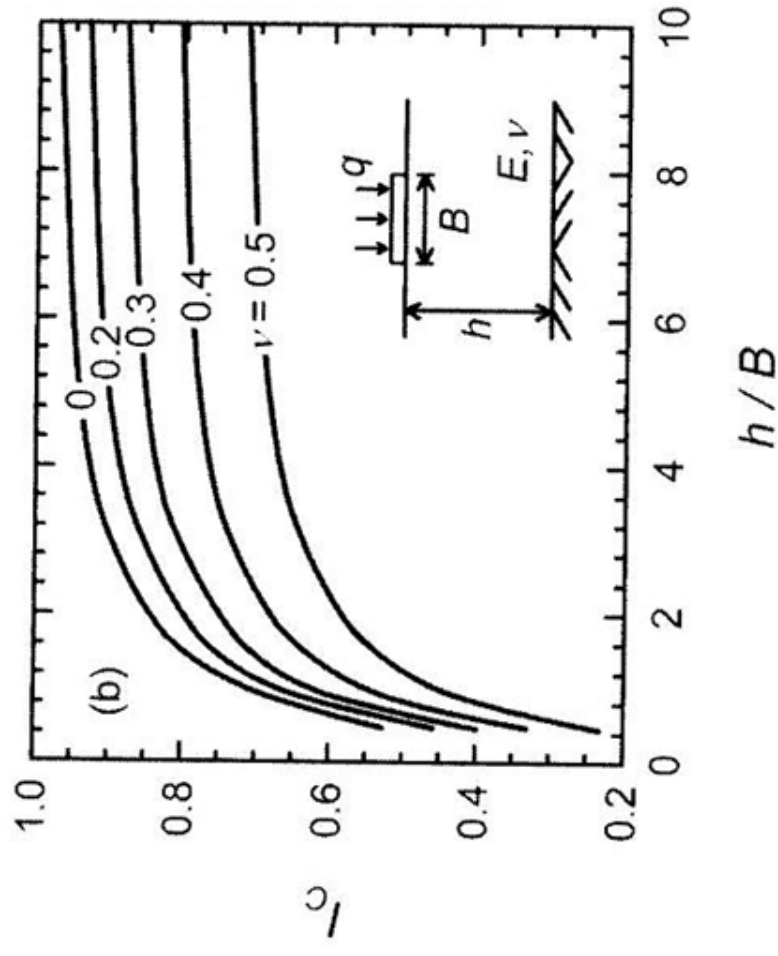
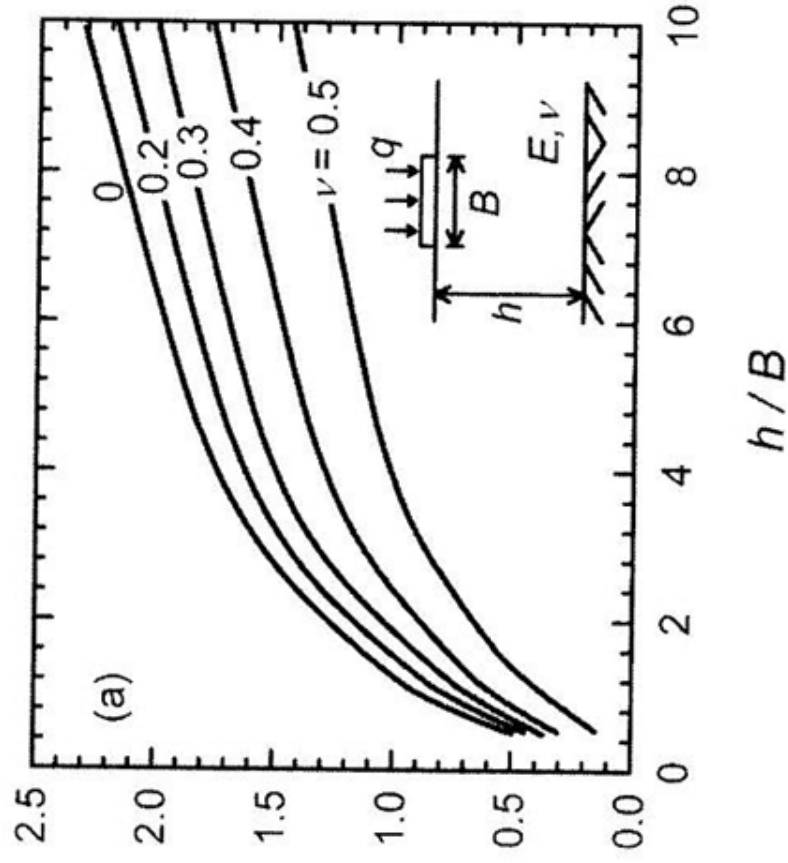
μ	Soil type
0.4–0.5	Most clay soils
0.45–0.50	Saturated clay soils
0.3–0.4	Cohesionless—medium and dense
0.2–0.35	Cohesionless—loose to medium

Fundación corrida flexible

$$\rho = \frac{qB}{E} I_s$$

Fundación circular flexible

$$\rho = \frac{qB}{E} I_c$$



Factores de influencia para cálculo de asentamiento bajo el centro de una fundación flexible: a) Fundación "infinita" de ancho B y b) Fundación circular de diámetro B en un material isotrópico uniforme de espesor h . (Rowe and Booker, 1981)

Factor de Influencia, I_p

Forma	Flexible			Rígida
	Centro	Esquina	Promedio	
Circular	1.00	0.64	0.89	0.79
Cuadrada	1.122	0.561	0.946	0.82
Rectangular $L/B = 1.5$	1.358	0.679	1.148	1.06
2.0	1.532	0.766	1.300	1.20
3.0	1.783	0.892	1.527	1.42
4.0	1.964	0.982	1.694	1.58
5.0	2.105	1.052	1.826	1.70
10.0	2.540	1.270	2.246	2.10
100.0	4.010	2.005	3.693	3.47

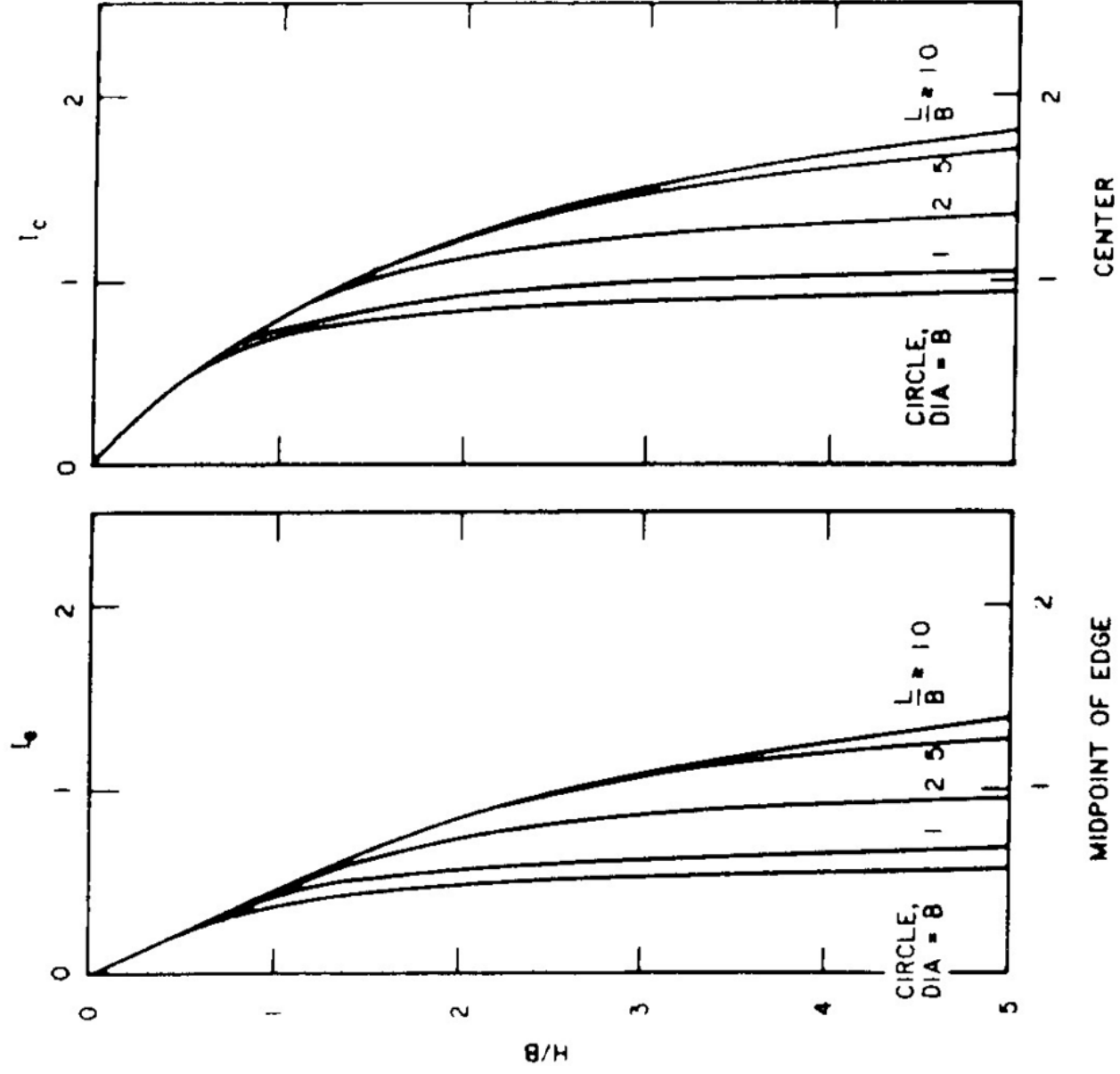
Whitlow (1994)

Corrección de Perloff

$$\rho_{ins} = \frac{q' B (1 - \nu^2) I_p \alpha}{E_s}$$

- Caso 1: Capa superior 1 es más compresible que la capa 2 que puede ser una arcilla dura, arena densa o roca.
- Caso 2: Capa inferior 2 es más compresible que capa superior

Caso 1



Factors for Estimating Immediate Settlement in Cohesive Soil: Correction Factor α at the Center of a Circular Uniformly Loaded Area of Width B on an Elastic Layer of Modulus E_1 of Depth H Underlain by a Less Stiff Elastic Material of Modulus E_2 of Infinite Depth

H/B	E_1/E_2				
	1	2	5	10	100
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.1	1.000	0.972	0.943	0.923	0.760
0.25	1.000	0.885	0.779	0.699	0.431
0.5	1.000	0.747	0.566	0.463	0.228
1.0	1.000	0.627	0.399	0.287	0.121
2.5	1.000	0.550	0.274	0.175	0.058
5	1.000	0.525	0.238	0.136	0.036
∞	1.000	0.500	0.200	0.100	0.010

Reprinted from D.M. Burmister, 1965, "Influence Diagrams for Stresses and Displacements in a Two-Layer Pavement System for Airfields," Contract NBY 13009, Department of the Navy, Washington, D.C. (item 7).

Caso 2

Nota: usar E menor = E_2

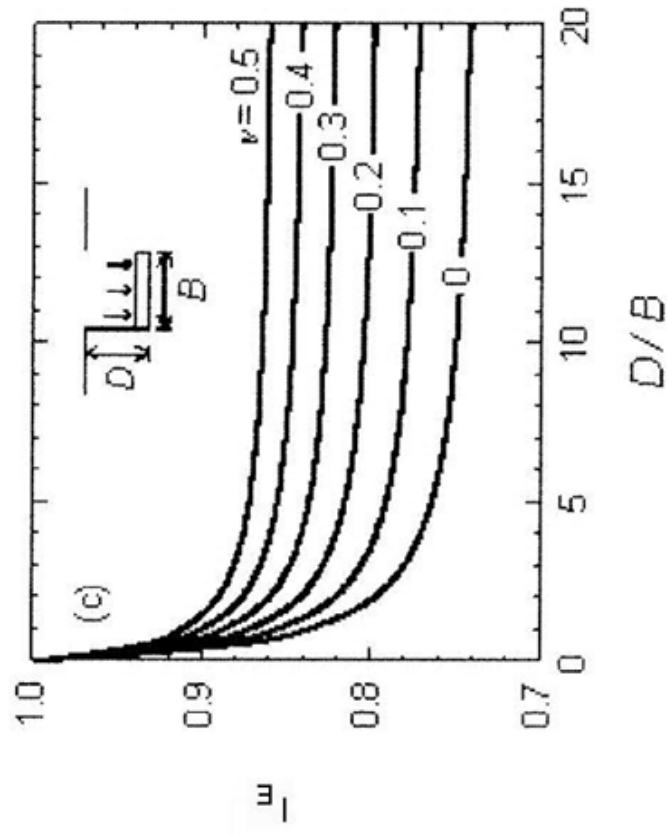
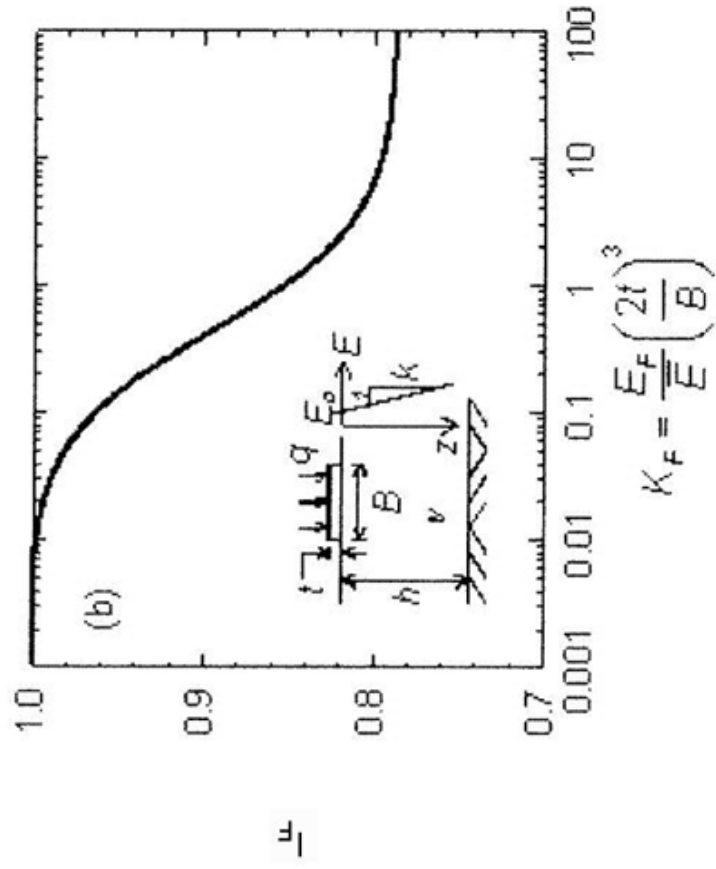
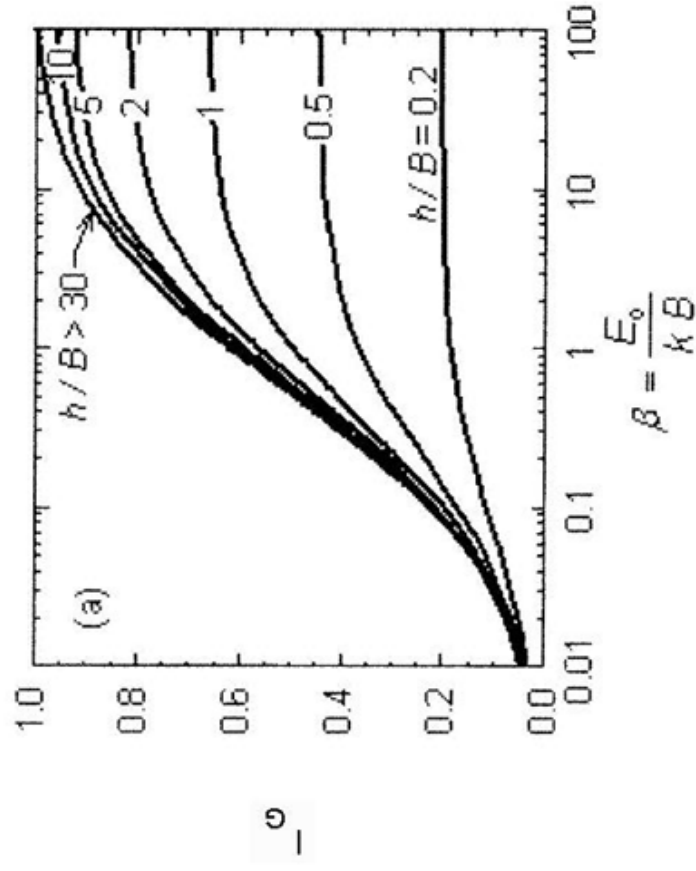
Caso General para fundación circular

(Mayne and Poulos, 1999)

$$q = \frac{q_B I_G I_F I_E (1 - \mu^2)}{E}$$

I_G : Factor de influencia por rigidez no uniforme del suelo
 I_F : Factor de influencia de rigidez de la fundación
 I_E : Factor de influencia por enterramiento de la fundación
 E : Módulo de deformación drenado o no drenado en la superficie

Obs: aunque este método es para fundaciones circulares puede ser ocupado en fundaciones cuadradas y rectangulares ($L < 3B$) usando un diámetro equivalente tal que la fuerza aplicada a la fundación es la misma



E_F : Módulo de Young del material de la zapata o fundación
 E : Es el valor promedio del suelo en un espesor B bajo la fundación
 t : es el espesor de la fundación

Módulo de deformación, E

- Módulo de elasticidad ???
 - Módulo de deformación o módulo secante
- Normalmente se determina a través de ensayos triaxiales (muestras representativas) o de ensayos insitu.
- En suelos varía con el nivel de tensión de confinamiento

TABLE 2-8

Value range* for the static stress-strain modulus E_s for selected soils (see also Table 5-6)

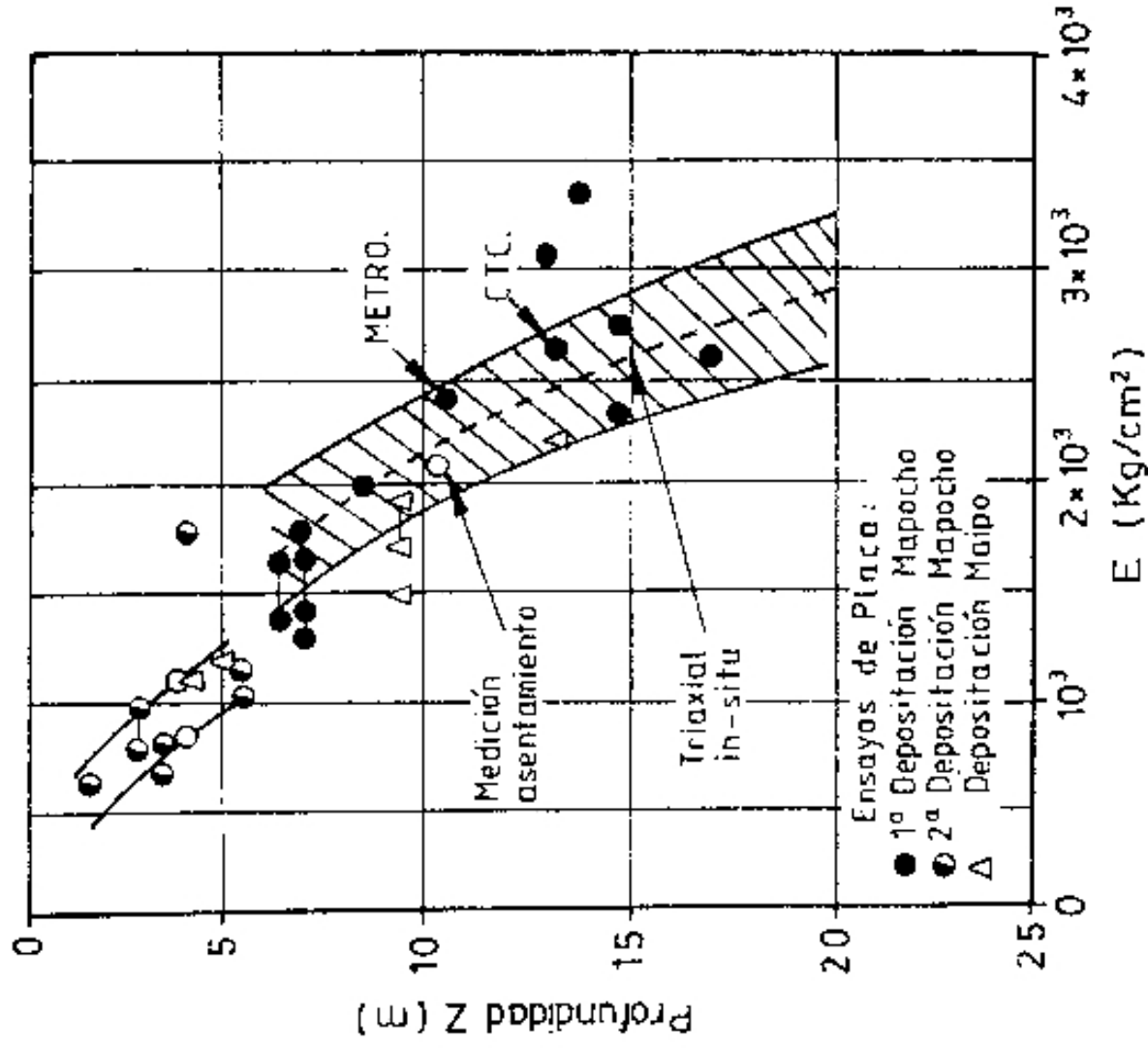
Field values depend on stress history, water content, density, and age of deposit

Soil	E_s , MPa
Clay	
Very soft	2-15
Soft	5-25
Medium	15-50
Hard	50-100 +
Sandy	25-250
Glacial till	
Loose	10-150
Dense	150-720
Very dense	500-1440
Loess	15-60
Sand	
Silty	5-20
Loose	10-25
Dense	50-81 +
Sand and gravel	
Loose	50-150
Dense	100-200
Shale	150-5000
Silt	2-20

Bowles (1996)

*Value range is too large to use an "average" value for design.

Grava de Santiago



Ortigosa&Kort (1997)

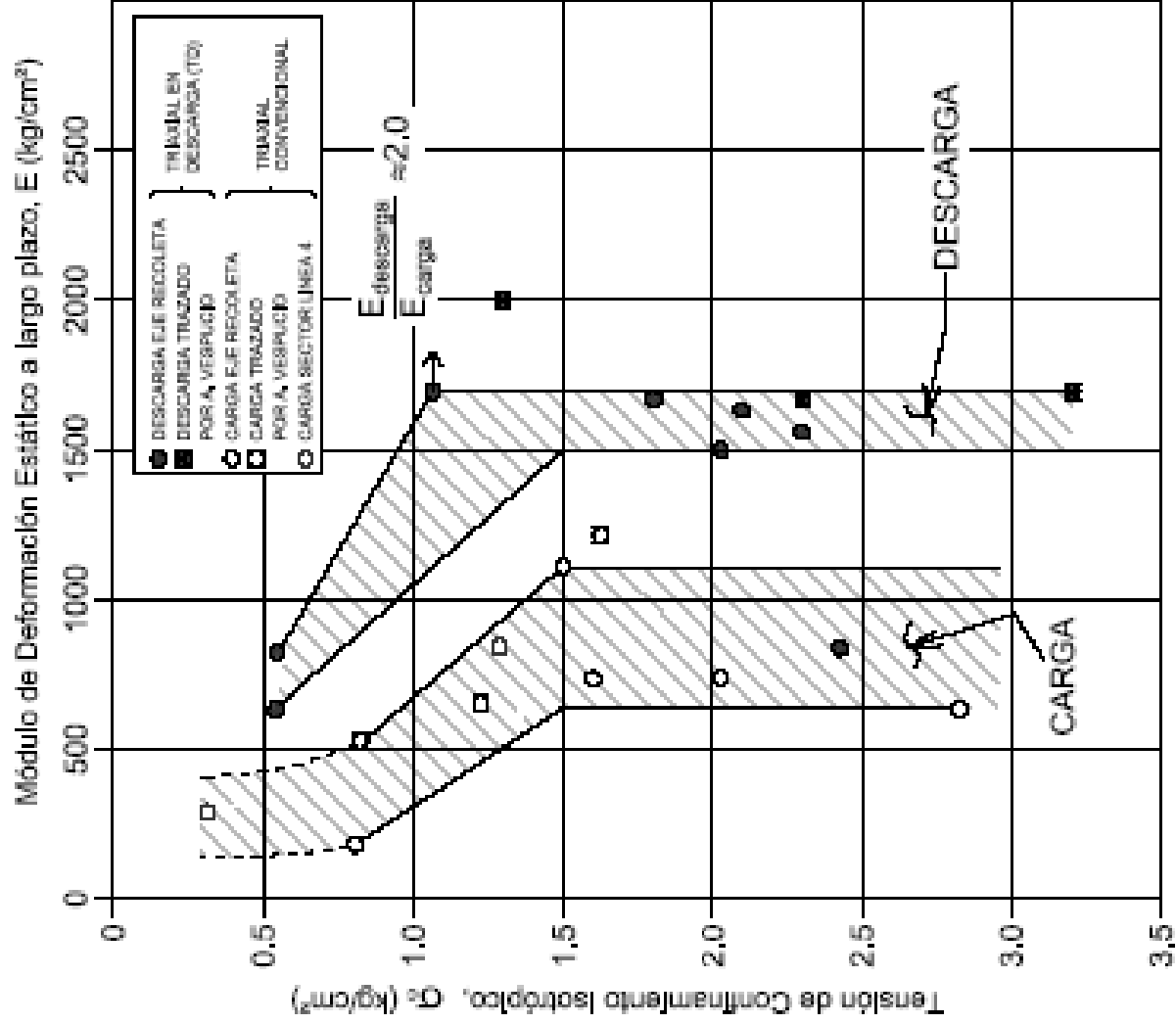


FIG.30 MODULOS DE DEFORMACIÓN ESTÁTICOS EN CARGA Y EN DESCARGA DRENADA PARA FS = 3.0 EN SUELOS FINOS CON HUMEDAD NATURAL