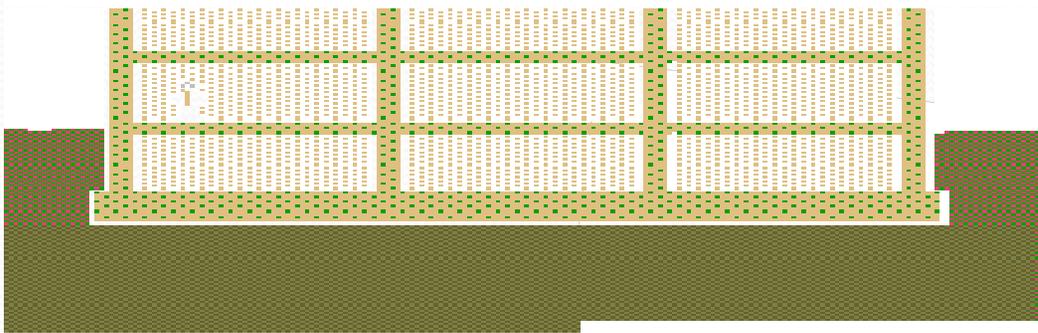


Fundaciones elásticas

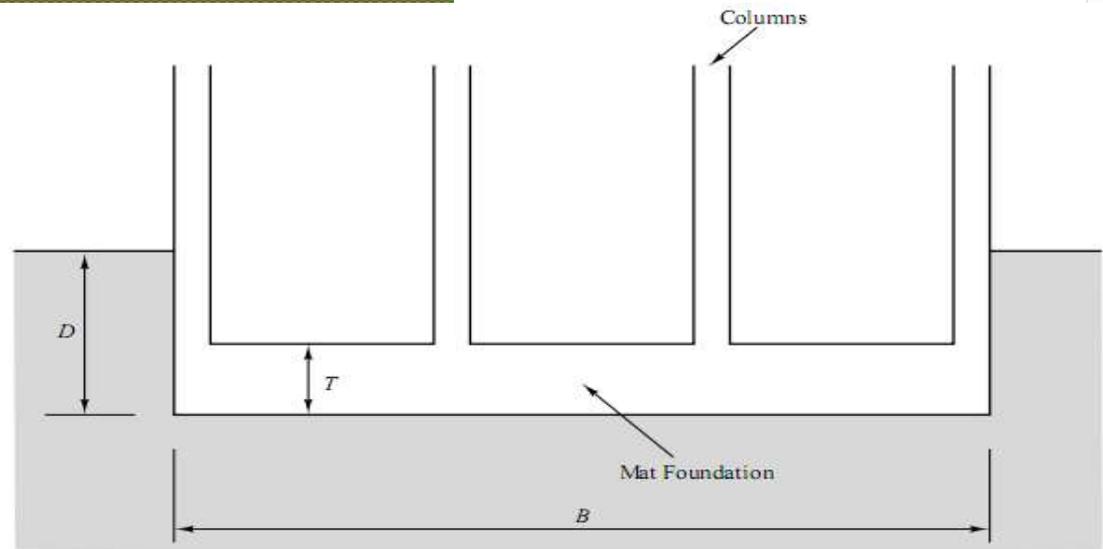
Prof. Dr. Ing. Marcelo Zeballos
Prof. Dr. Ing. Guillermo Gerbaudo
Prof. M. Sc. Ing. Pedro Covassi

Platea de Fundación

- ❖ Es un sistema de fundación el cual esencialmente el edificio entero es apoyado en una gran base continua.
- ❖ Usualmente una sola losa soporta muchas columnas.
- ❖ Es comunmente utilizada para fundar silos, chimeneas, y grandes máquinas.
- ❖ Consiste en una fina losa de hormigón, altamente armada.



3D Mat Foundation



A mat foundation supported directly on soil.



Las Plateas son utilizadas cuando se tiene las siguientes condiciones:

- ❖ El área de la fundación superficial cubre el 50% del área de fundación debido a grandes cargas a transmitir.
- ❖ El suelo es blando con una pequeña capacidad de carga.
- ❖ Se necesita resistencia al levantamiento hidrostático.



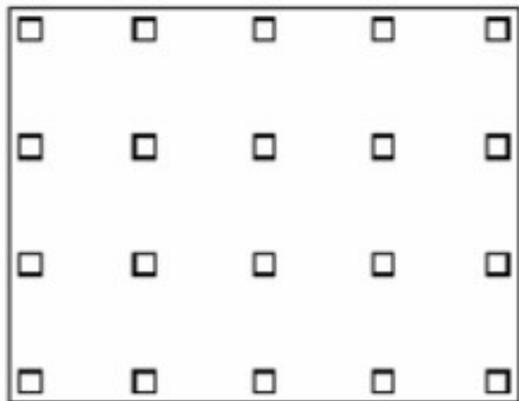
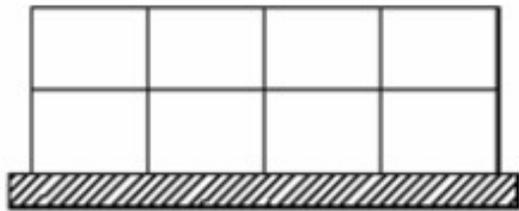
Platea de fundación

4/22/2017

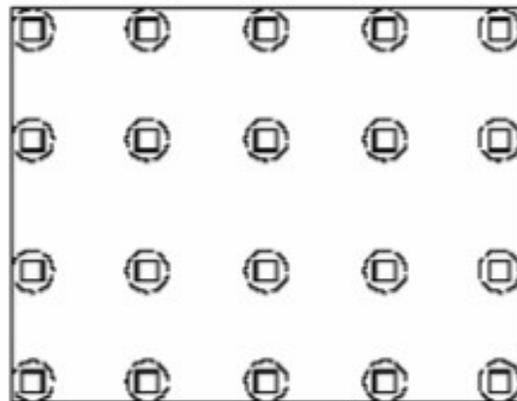
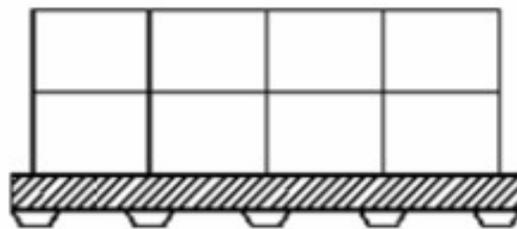
Geotecnia III

5

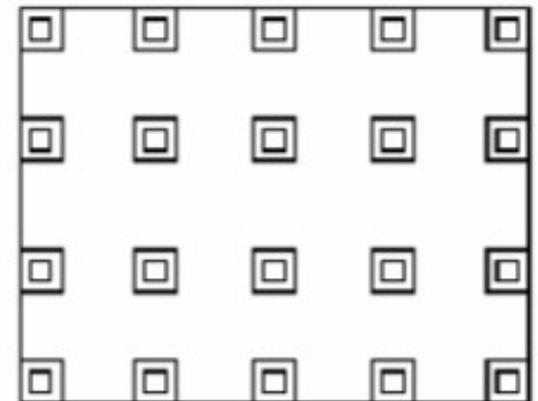
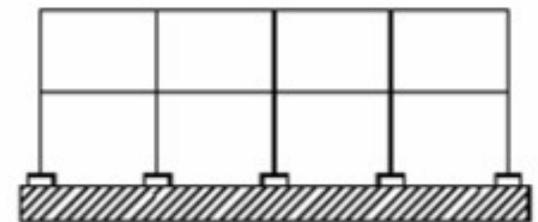
Tipos de plateas de fundación



Losa continua uniforme

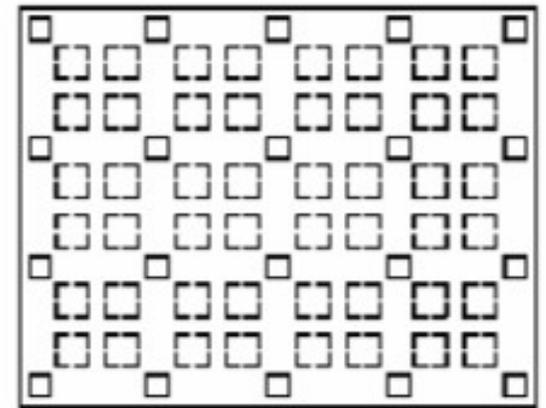
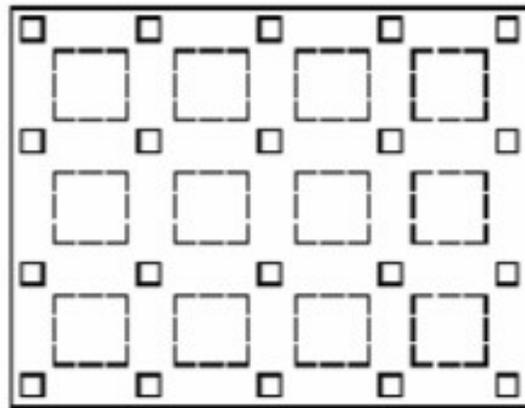
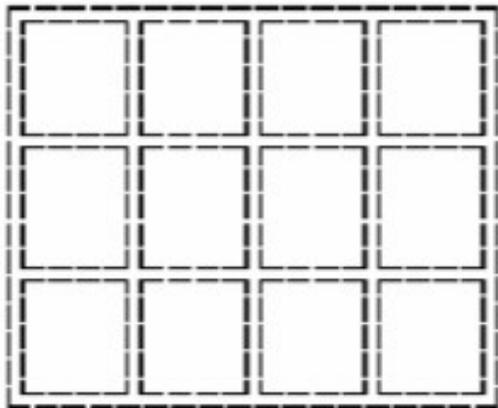
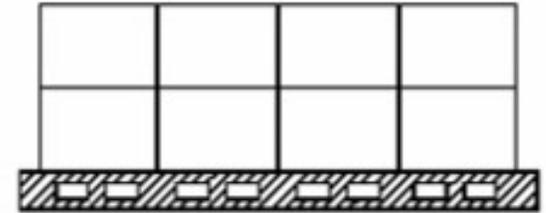
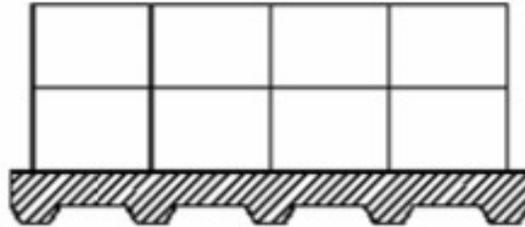
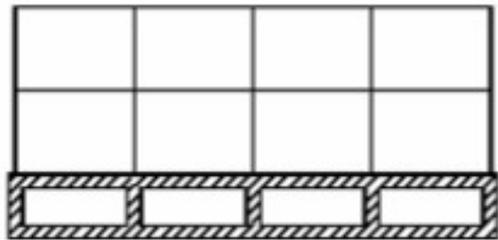


**Losa con refuerzos
bajo columnas**



Losa con pedestales

Tipos de plateas de fundación



Losa "cajón"

Losa nervada

Losa aligerada

Tipos de plateas de fundación

Losa plana: columnas poco espaciadas en forma uniforme y el suelo de fundación no es muy compresible

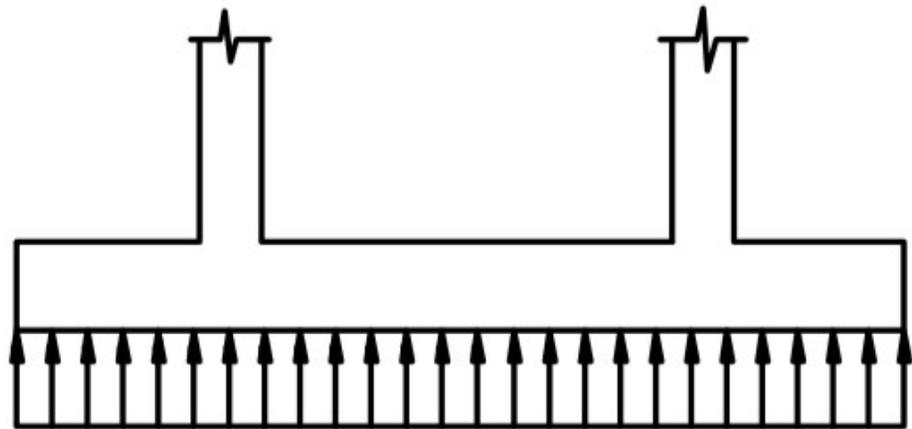
Losa nervada: para columnas con grandes separaciones y cargas diferentes

Losa con pedestales: columnas con grandes cargas que requieran gran resistencia a corte o flexión

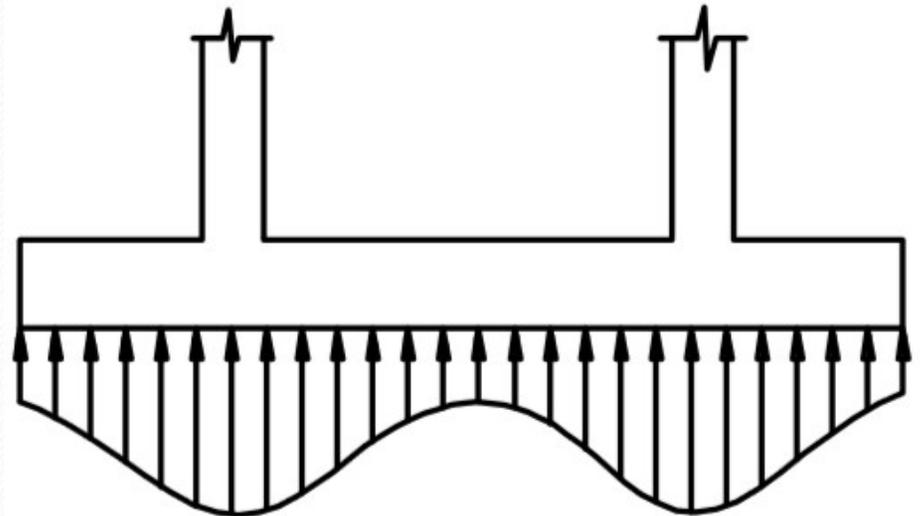
Losa cajón: Para fundaciones compensadas, para evitar asentamiento diferenciales.

Platea alijerada: Diseño económico para reducir material

Rigidez de la fundación - Reacción del Suelo

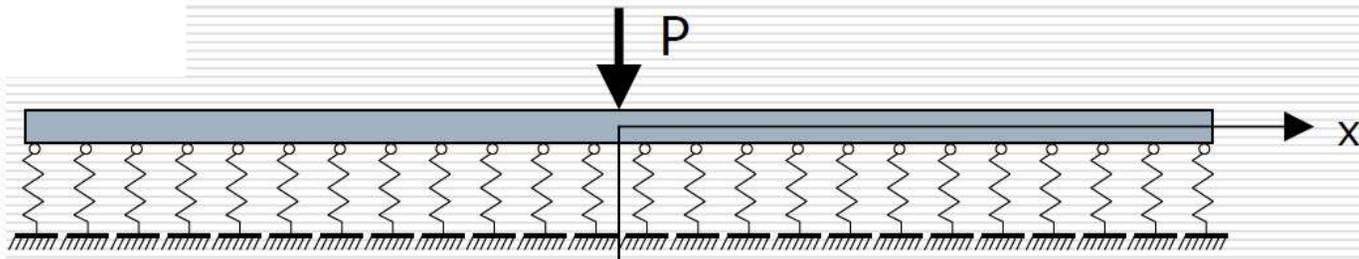


Fundación Rígida



Fundación Flexible

Viga sobre Fundación Elástica



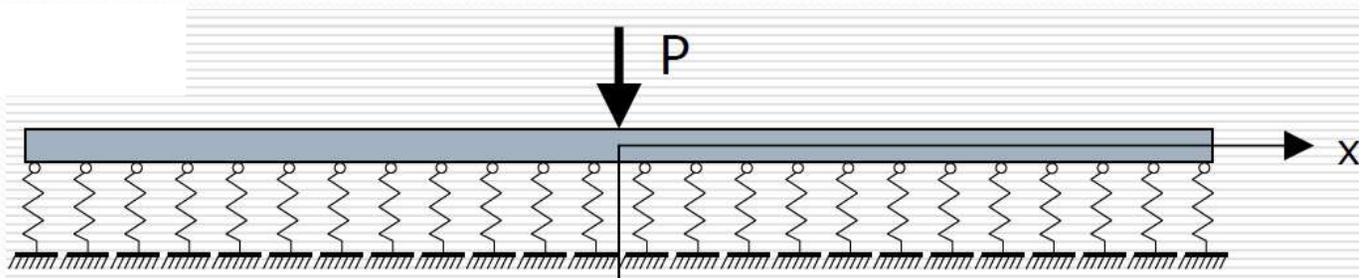
$$E \cdot I \frac{d^4 u}{dx^4} + ku = 0$$

$$u = e^{\alpha x} \longrightarrow \alpha^4 + \lambda^4 = 0$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 1+i \\ -1+i \\ -1-i \\ 1-i \end{pmatrix} \lambda$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{kB}{4E_c I}}$$

Viga sobre Fundación Elástica



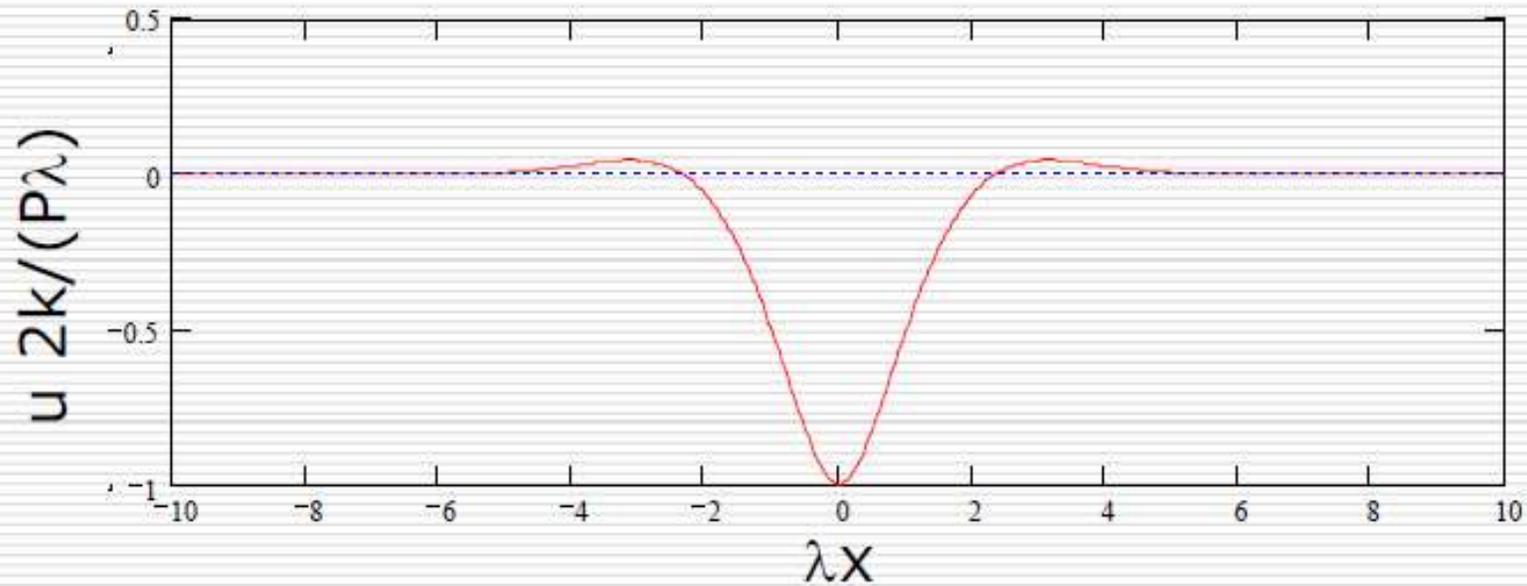
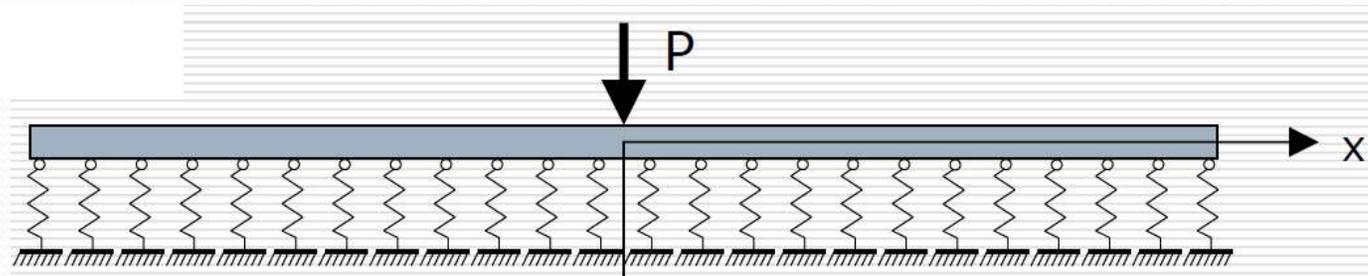
$$E \cdot I \frac{d^4 u}{dx^4} + ku = 0$$

$$u = e^{\alpha x}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{kB}{4E_c I}}$$

$$u(x) = \frac{P\lambda}{2 \cdot k} e^{-\lambda \cdot |x|} \left[\cos(\lambda \cdot |x|) + \sin(\lambda \cdot |x|) \right]$$

Viga sobre Fundación Elástica



Rigidez del sistema

- El comportamiento de las plateas dependen de la rigidez relativa de tres componentes:

❖ Superestructura

Platea

Suelo

$$\lambda = \frac{4\sqrt{kB}}{\sqrt{4E_c I}} \longrightarrow \text{Characteristic Length Parameter, } L_e = \frac{1}{\lambda}$$

k = módulo de balasto [Kg/cm³] para una base de ancho B

B = ancho de la platea [cm]

E_c = módulo de elasticidad del hormigón [Kg/cm²]

I = momento de inercia de la platea [cm⁴]

Rigidez del sistema

La rigidez de la fundación puede ser definida mediante la separación entre columnas

$L < 1.75 \times L_e \Rightarrow$ Foundations may be treated as short beam, hence rigid

$L > (3\pi/2) \times L_e \Rightarrow$ Foundations may be treated as long beam, hence flexible

$1.75 \times L_e < L < (3\pi/2) \times L_e \Rightarrow$ Foundations may be treated as finite beam with intermediate rigidity

■ Hetenyi's (1946) recommendations

$L < 0.8 \times L_e \Rightarrow$ Rigid Foundation

$L > 3 \times L_e \Rightarrow$ Flexible Foundation

$0.8 \times L_e < L < 3 \times L_e \Rightarrow$ Intermediate Flexibility of Foundation

MÓDULO DE BALASTO

- Definición: Relación entre la tensión capaz de generar una penetración de la placa de 1,27 mm.
- Calculado a partir de la curva q vs δ obtenida del ensayo del plato de carga

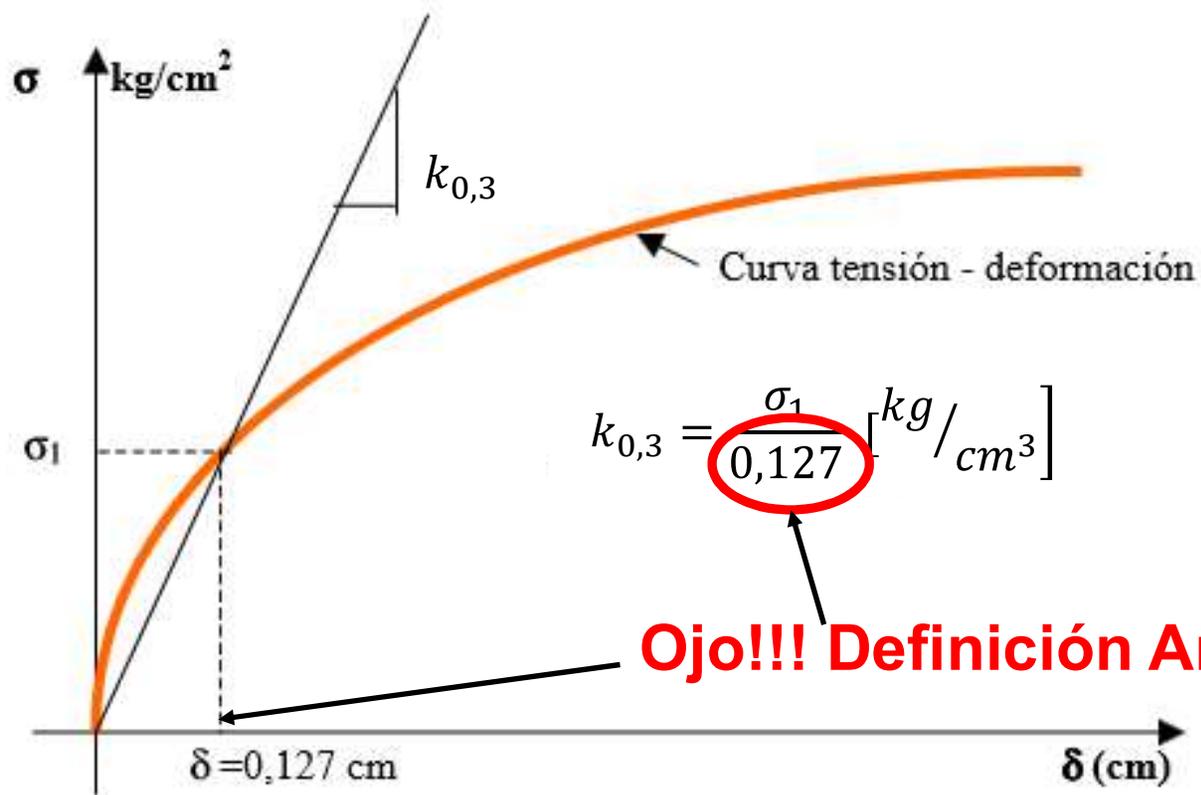
$$K = q/\delta$$

q = presión de contacto

K = módulo de balasto

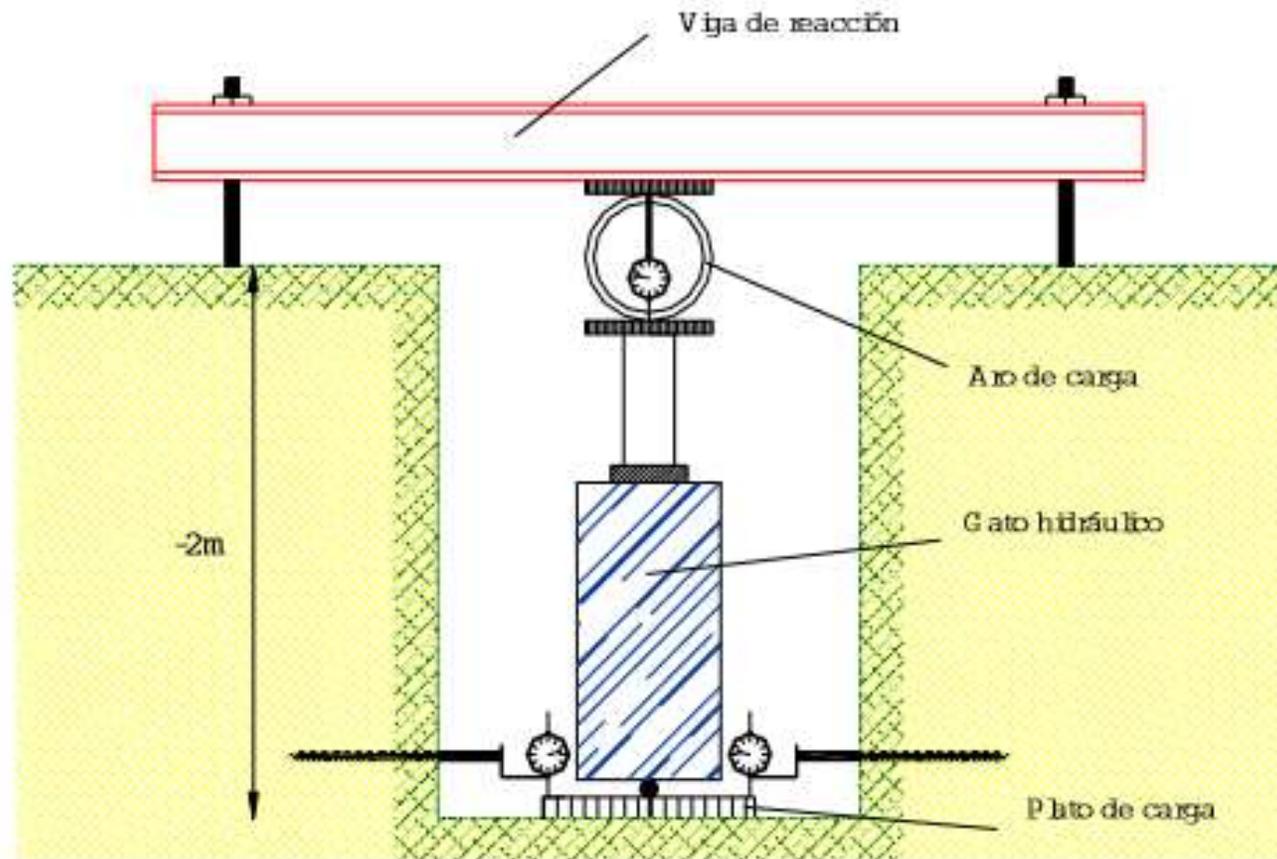
δ = asentamiento medio

CURVA CARGA DEFORMACIÓN DEL ENSAYO DEL PLATO DE CARGA

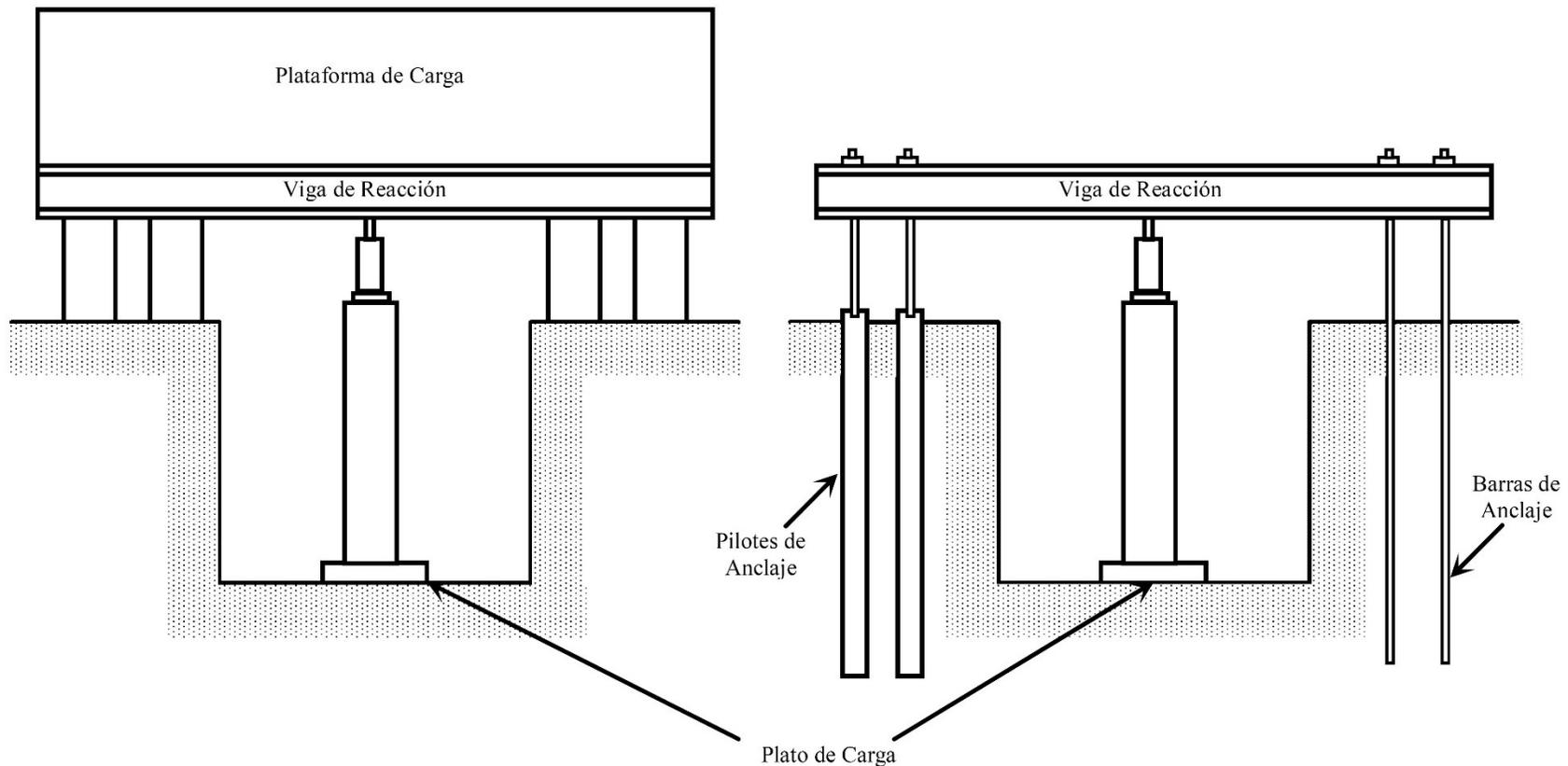


Ojo!!! Definición Arbitraria!!!!

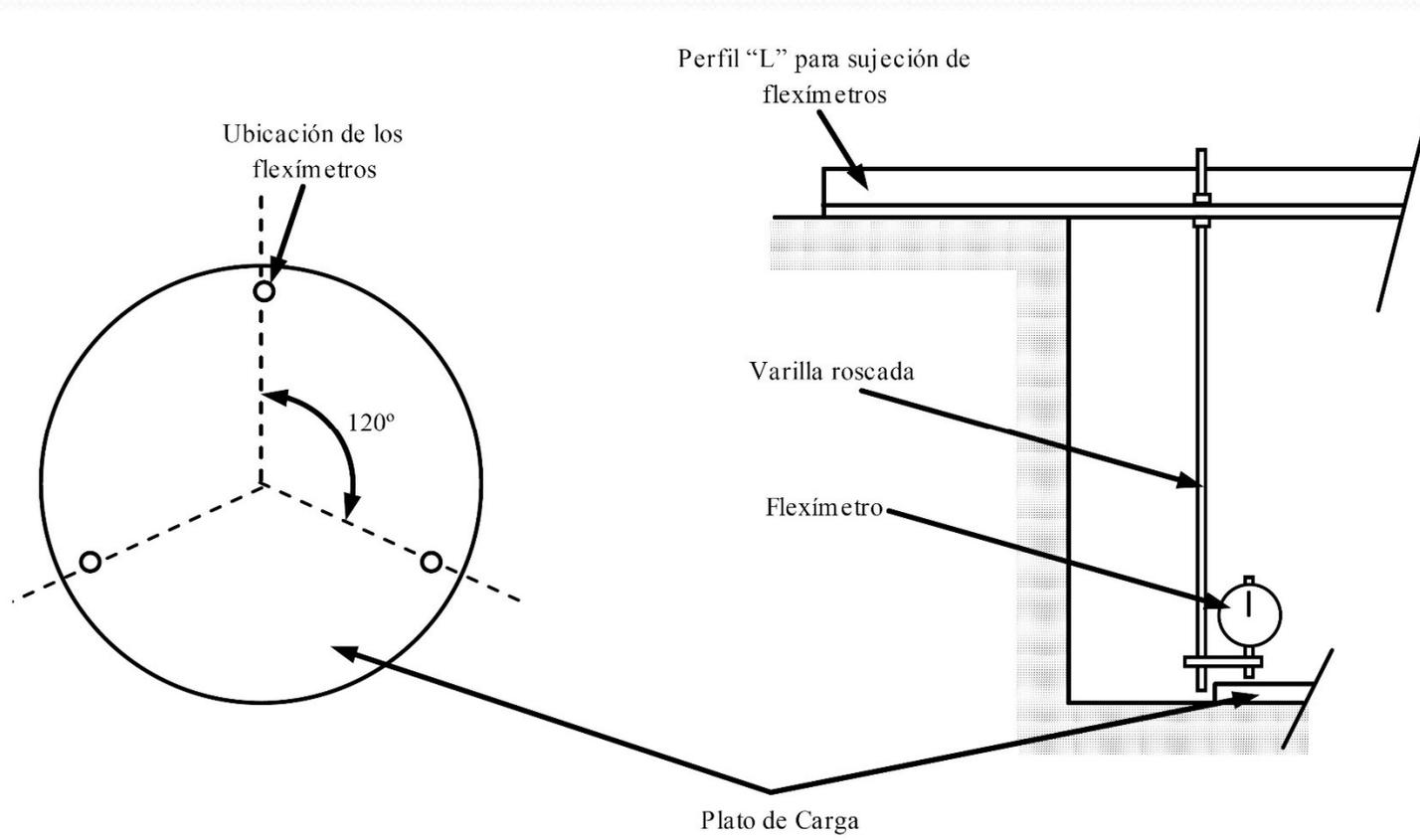
ENSAYO DE PLATO DE CARGA



ENSAYO DE PLATO DE CARGA



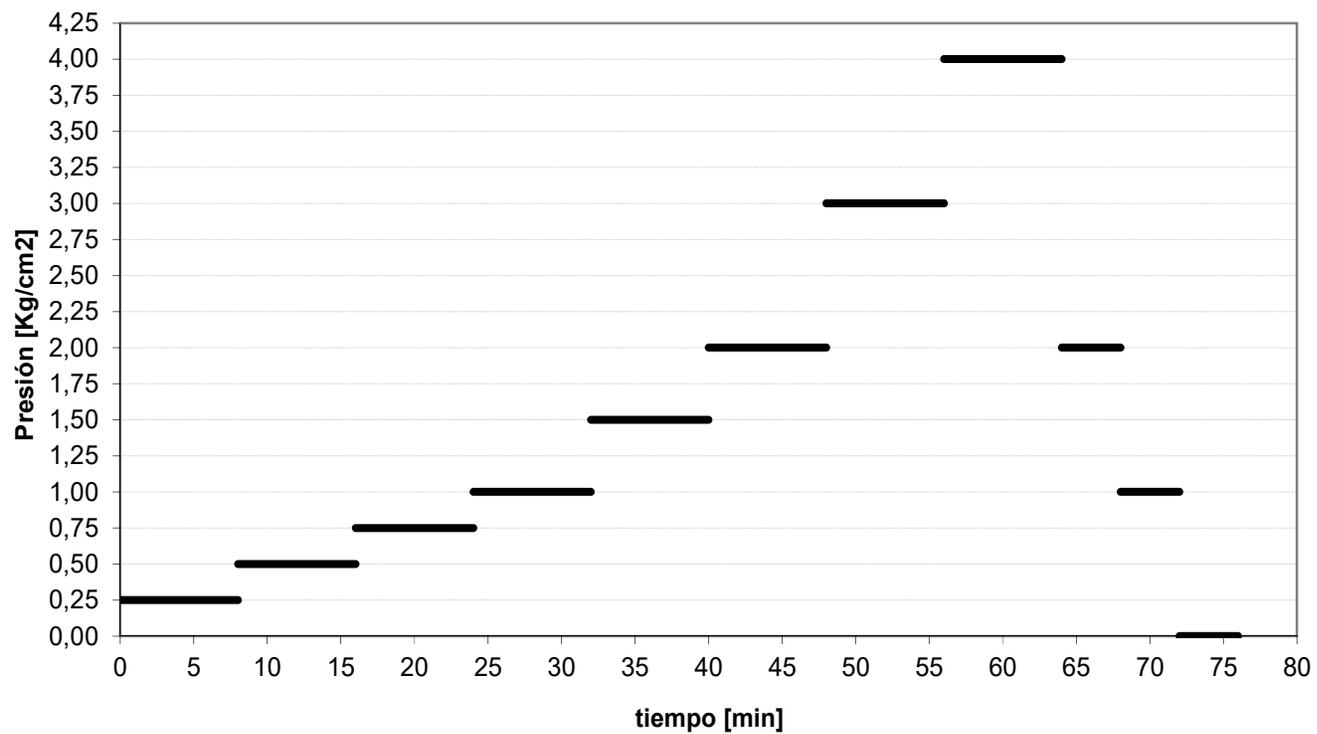
ENSAYO DE PLATO DE CARGA



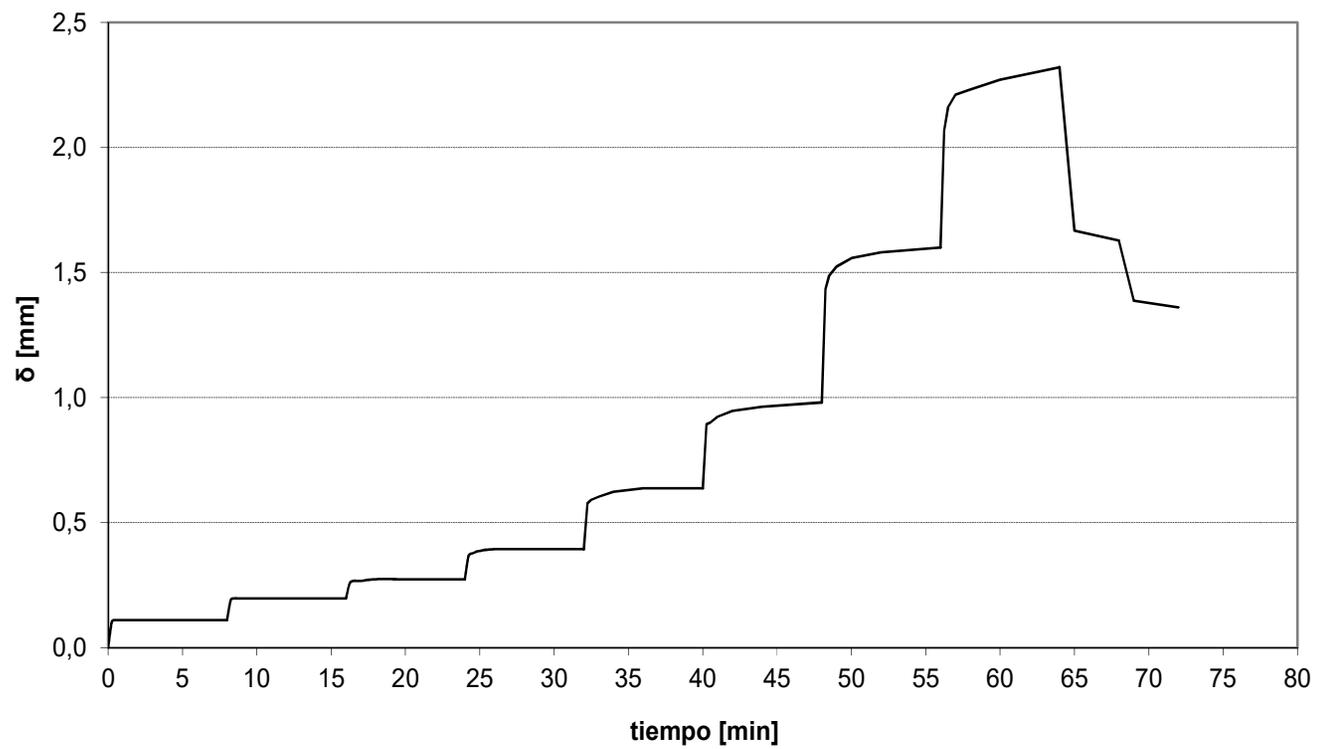
ENSAYO DE PLATO DE CARGA



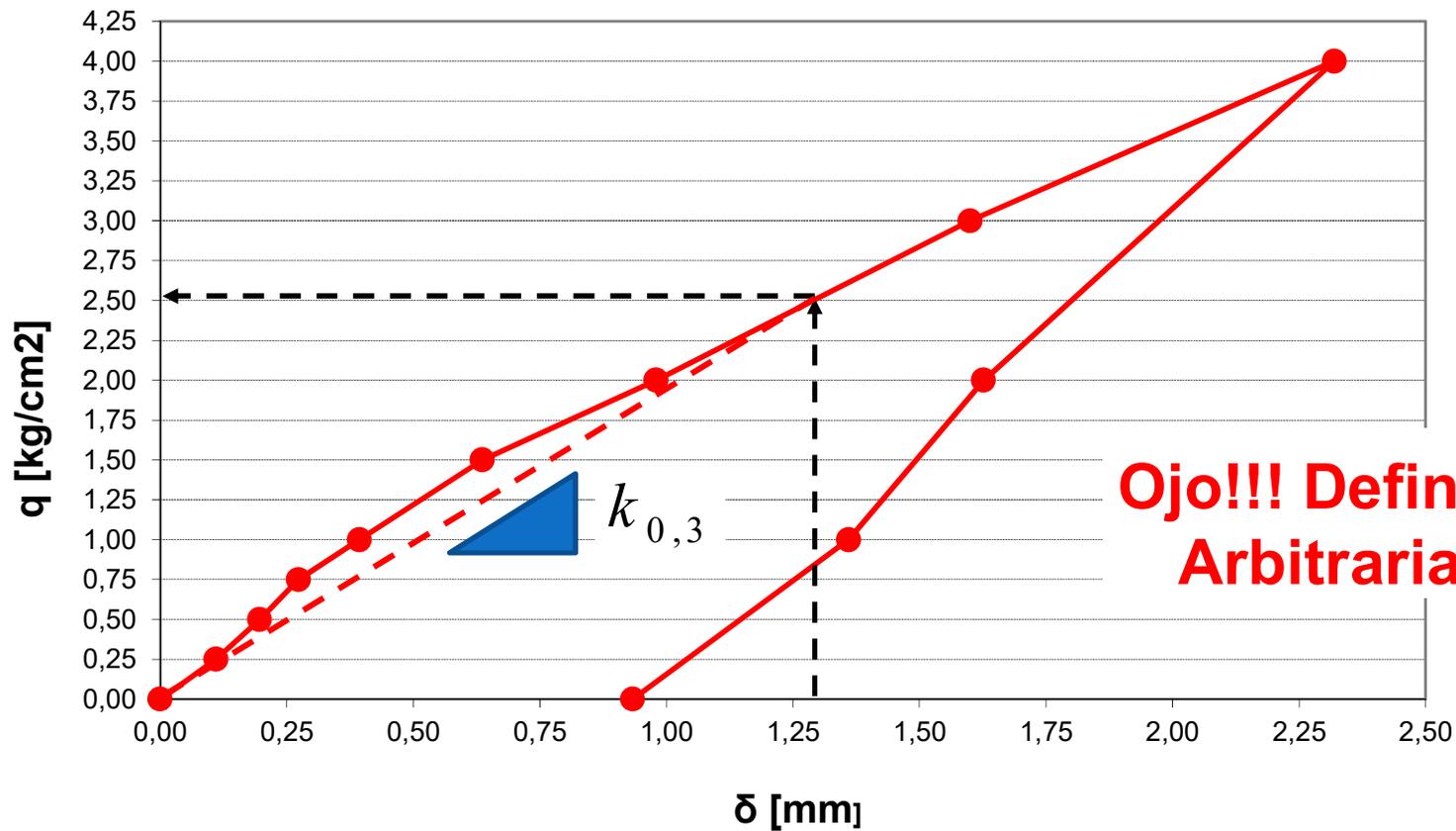
ENSAYO DE PLATO DE CARGA



ENSAYO DE PLATO DE CARGA



ENSAYO DE PLATO DE CARGA



Ojo!!! Definición Arbitraria!!!!

DETERMINACION DEL MODULO DE BALASTO

PRINCIPALES PROBLEMAS

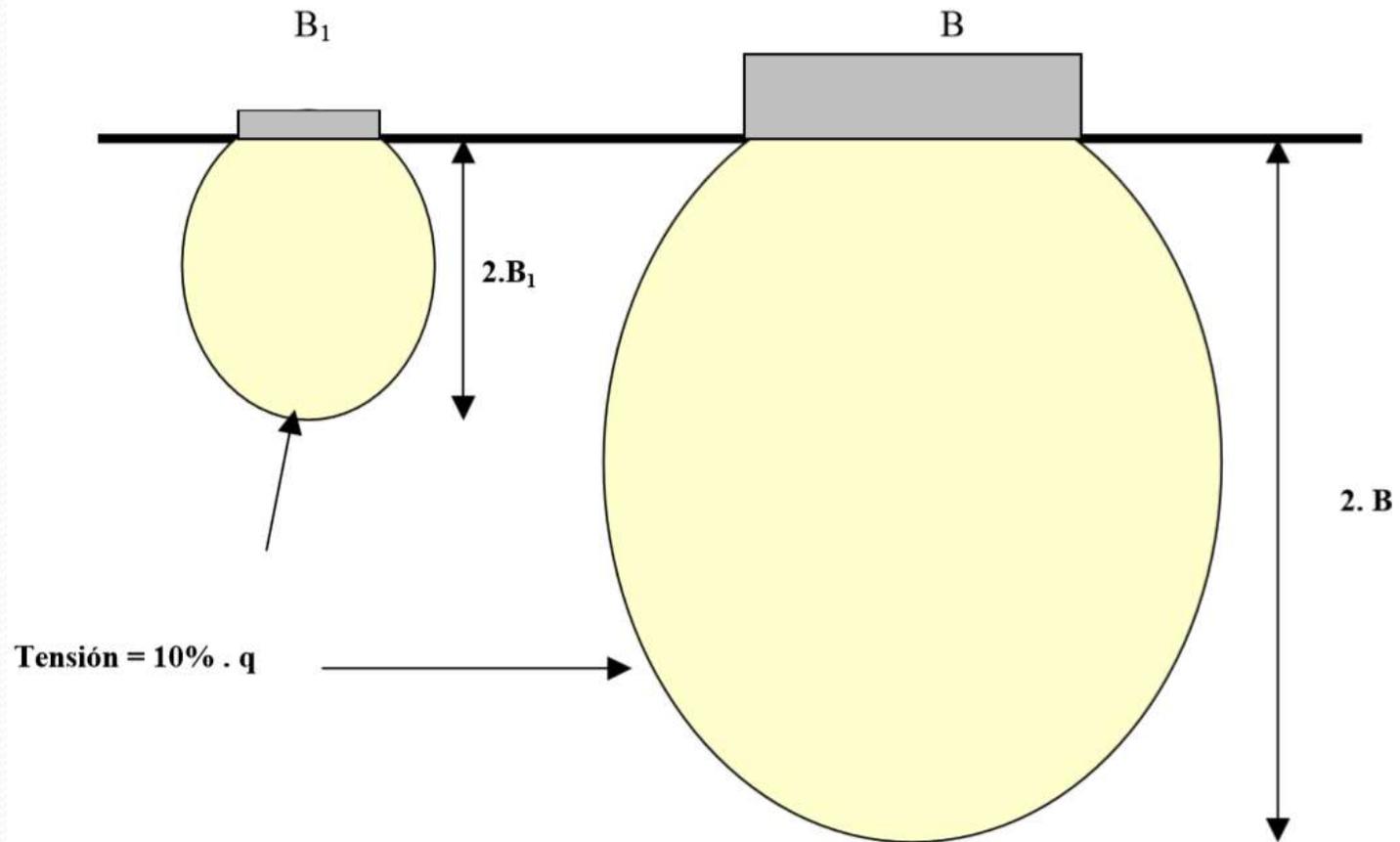
- El suelo no es perfectamente elástico y los resultados están afectados por la magnitud de la presión y deformación.
- Tamaño de la base afecta el valor
- La forma también
- Estratificación del suelo y otros cambios en profundidad pueden no ser mostrados en el ensayo con el pequeño plato

DETERMINACION DEL MODULO DE BALASTO

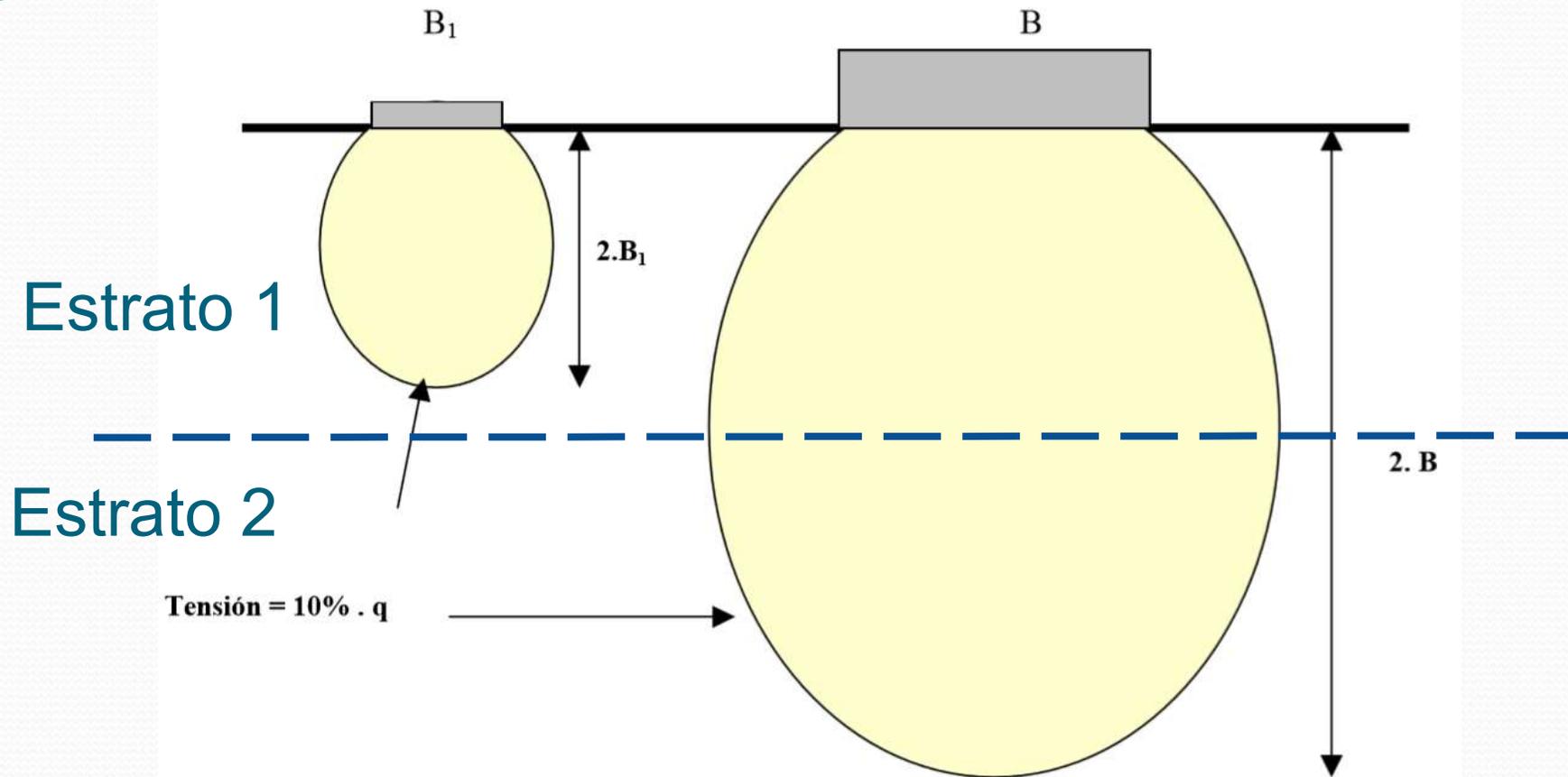
PRINCIPALES PROBLEMAS

- EL MÓDULO DE BALASTO **NO ES UN PARÁMETRO “INTRÍNSECO” DEL SUELO SINO QUE ES UN PARÁMETRO DE LA FUNDACIÓN.** ES DECIR, DEPENDE DE LA RIGIDEZ DEL SUELO, RIGIDEZ DE LA LOSA (PLACA) Y FUNDAMENTALMENTE DE LA GEOMETRÍA DEL PROBLEMA (TAMAÑO DE FUNDACIÓN RESPECTO DE LA ESTRATIFICACIÓN DEL SUELO).

DETERMINACION DEL MODULO DE BALASTO



DETERMINACION DEL MODULO DE BALASTO



EFEECTO DEL TAMAÑO

Suelos Arcillosos

Suelos Arenosos

Bases
Cuadradas
(BxB)

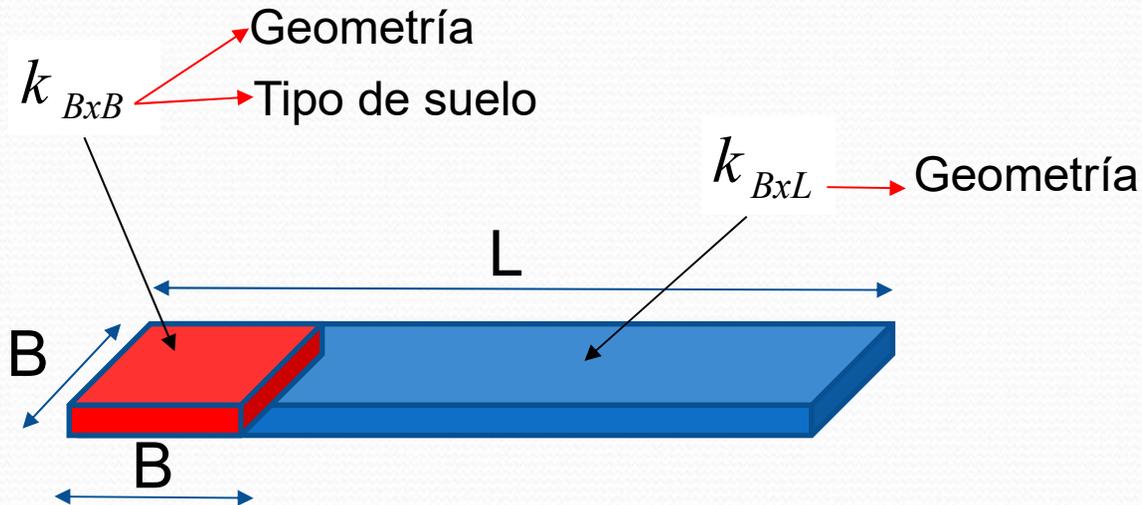
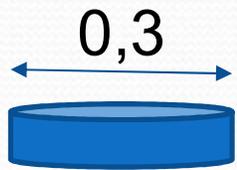
$$k_{BxB} = k_{0,3} \left(\frac{0,3}{B} \right)$$

$$k_{BxB} = k_{0,3} \left(\frac{B + 0,3}{2B} \right)^2$$

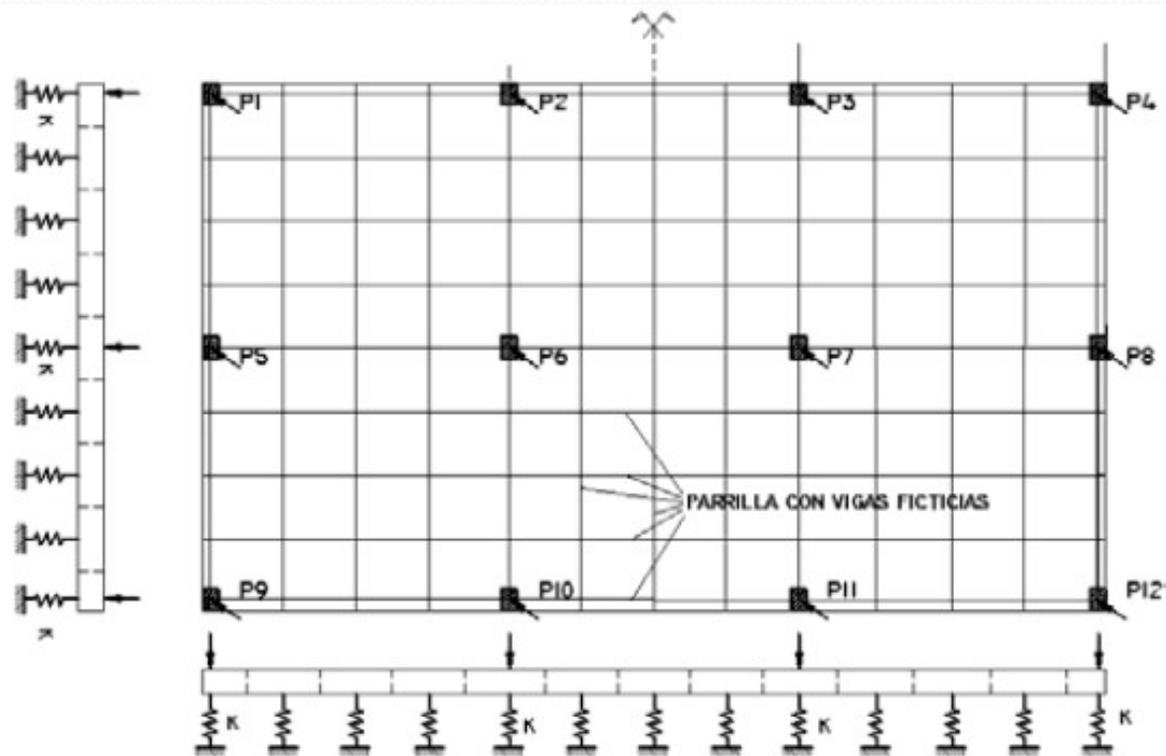
Bases Rectangulares (BxL)

$$k_{BxL} = \frac{k_{BxB} \left(1 + \frac{B}{L} \right)}{1,5}$$

EFFECTO DEL TAMAÑO: Variables Consideradas



ESQUEMA DE CIMENTACION



MODELO DE PLATEA COMO PLACA FLOTANTE

Rigidez del sistema

Cohesionless Soil

SOIL CHARACTERISTIC		*MODULUS OF SUBGRADE REACTION (k) IN kg/cm^3	
Relative Density	Standard Penetration Test Value (N)	For Dry or Moist State	For Submerged State
(1)	(2)	(3)	(4)
Loose	< 10	1.5	0.9
Medium	10 to 30	1.5 to 4.7	0.9 to 2.9
Dense	30 and Over	4.7 to 18.0	2.9 to 10.8

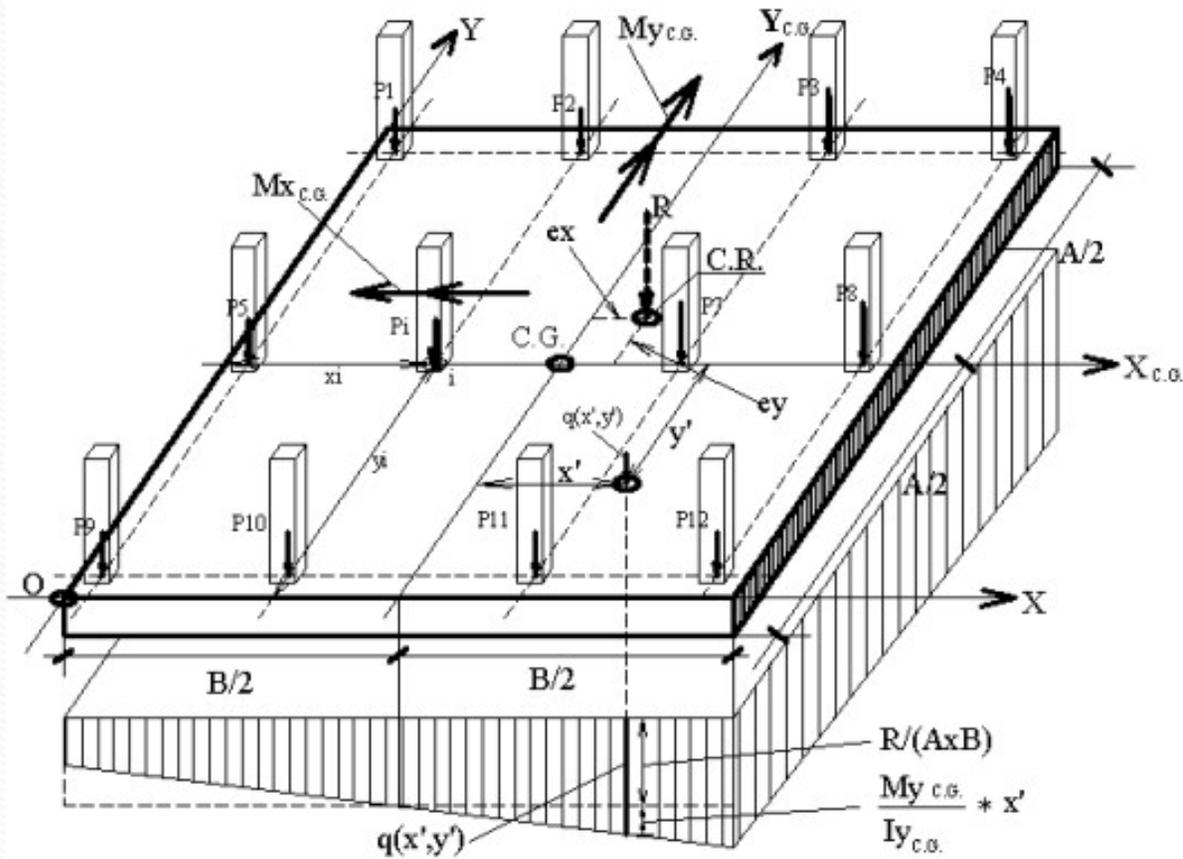
*The above values apply to a square plate 30×30 cm or beams 30 cm wide.

Cohesive Soil

SOIL CHARACTERISTIC		*MODULUS OF SUBGRADE REACTION (K_s) IN kg/cm^3
Consistency	Unconfined Compressive Strength, kg/cm^2	(3)
(1)	(2)	(3)
Stiff	1 to 2	2.7
Very stiff	2 to 4	2.7 to 5.4
Hard	4 and over	5.4 to 10.8

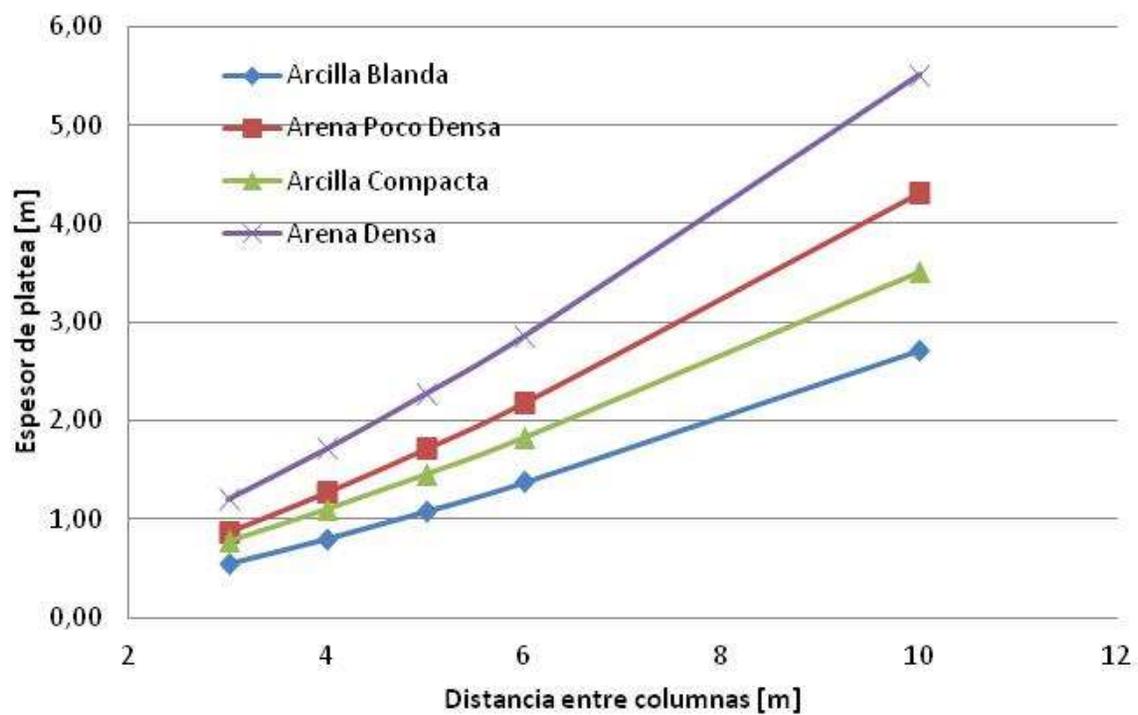
*The values apply to a square plate 30×30 cm. The above values are based on the assumption that the average loading intensity does not exceed half the ultimate bearing capacity.

Rigidez del sistema



Rigidez del sistema

Plataea Rígida



Columnas [m]	Espesor de platea [m]			
	Arena Poco Densas	Arena Densa	Arcilla Blanda	Arcilla Compacta
10	3,5	5,5	2,7	4,3
6	1,8	2,9	1,4	2,2
5	1,5	2,3	1,1	1,7
4	1,1	1,7	0,8	1,3
3	0,8	1,2	0,5	0,9

Diseño de plateas:

1. Determinar la capacidad de la fundación
2. Determinar el asentamiento de la fundación
3. Determinar el asentamiento diferencial
4. Determinar la distribución de tensiones debajo de la fundación
5. Diseñar los componentes estructurales de la platea utilizando la distribución de tensiones obtenidos el 4

Capacidad de la fundación

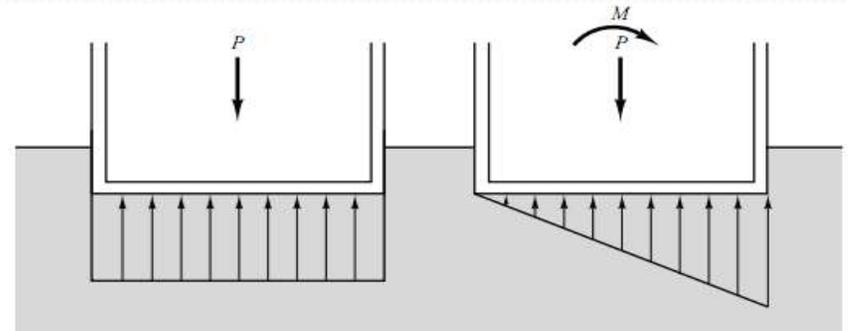
- Capacidad Geotecnica Se sigue la misma aproximación que para zapatas

$$q_{ult} = c'N_c s_c d_c + \sigma'_{zD} N_q s_q d_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

- Factor de seguridad (Das, 2004):

Cargas permanentes normales = 3.0(Min)

Cargas extremas= 1.75-2.0(Min)



Bearing pressure distribution for rigid method.

2) Asentamiento de la fundación

Los asentamientos tienden a ser controlados mediante:

- ❖ Uso de grandes fundaciones reducen las tensiones de contacto.
- ❖ Volumen de suelo desplazado (efecto de flotación); teóricamente si el peso de la excavación iguala el peso de la estructura y de la fundación, el sistema “flota” en la masa de suelo y no se producen asentamientos.

❖ Bridging efecto atribuible a:

- a. La rigidez de la platea.
- b. Contribución de la rigidez de la superestructura a la mat.

Tipo de fundación	Asentamiento máximo esperado, mm	Asentamiento diferencial esperado, mm
Base combinada	25	20
Plataea	50	20

By IS Code – 2950 (Part-1)

Diseño de Mat Fundaciones

- Asentamiento diferencial de Mat Foundations
(American Concrete Institute Committee 336, 1988)

Modulo de Elasticidad del Material de la Estructura

Rigidity Factor, $K_r = \frac{E' I_b}{E_s B^3}$

Momento de inercia de la estructura por unidad de longitud a 90° de B

Modulo de Elasticidad del Suelo

Ancho de la patea

Diseño de Mat Foundations

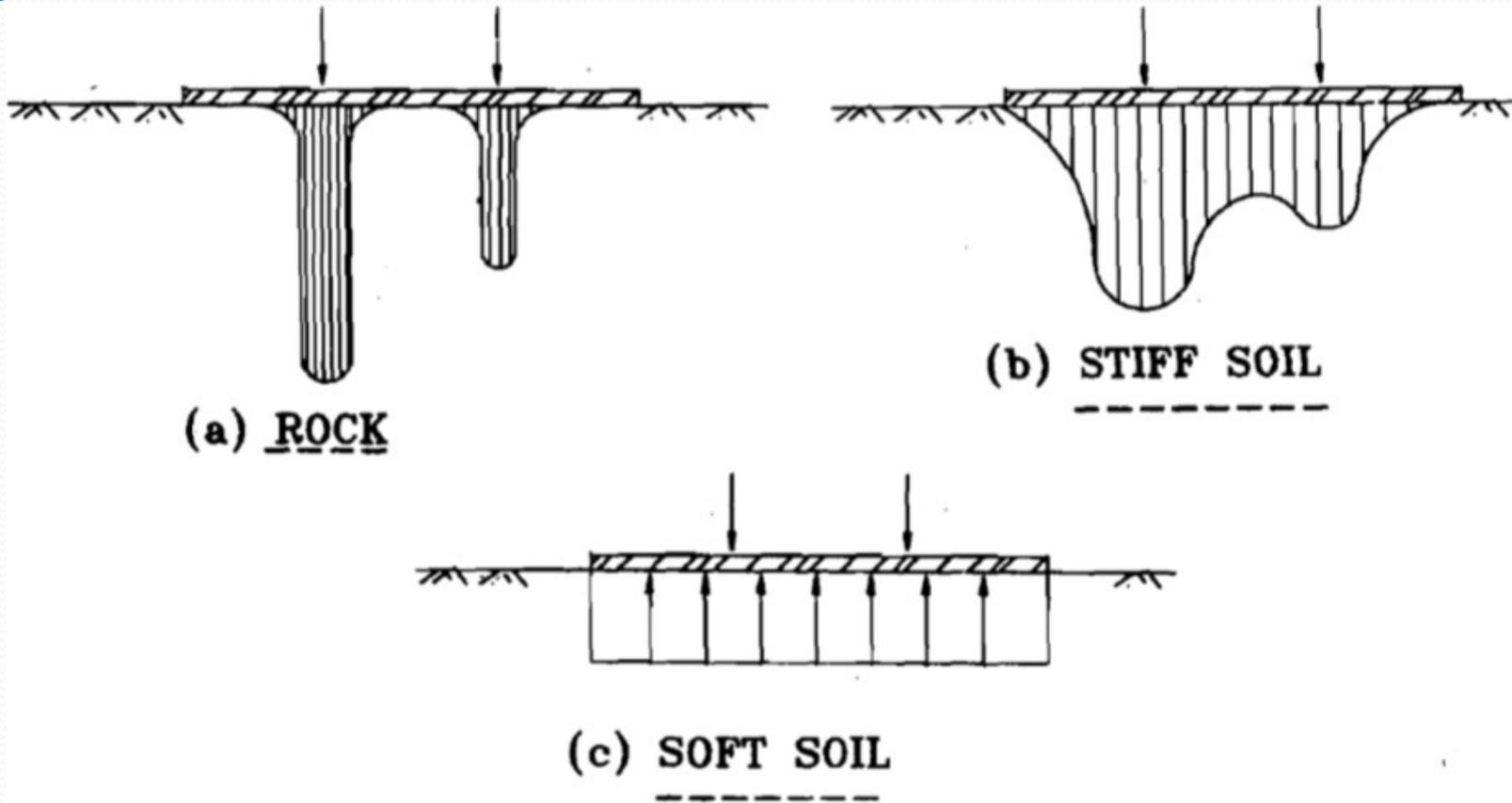
- Asentamiento Diferencial de of Mat Foundations (American Concrete Institute Committee 336, 1988)

If $K_r > 0.5$, then mat can be treated as rigid i.e. $(\delta_d / \delta) = 0$

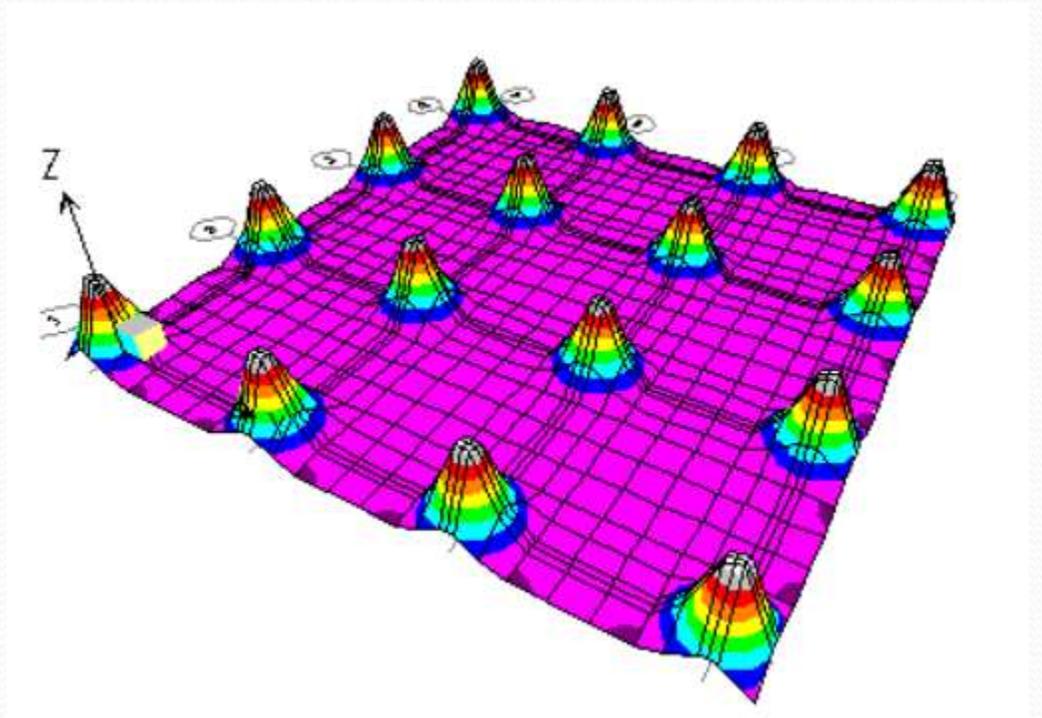
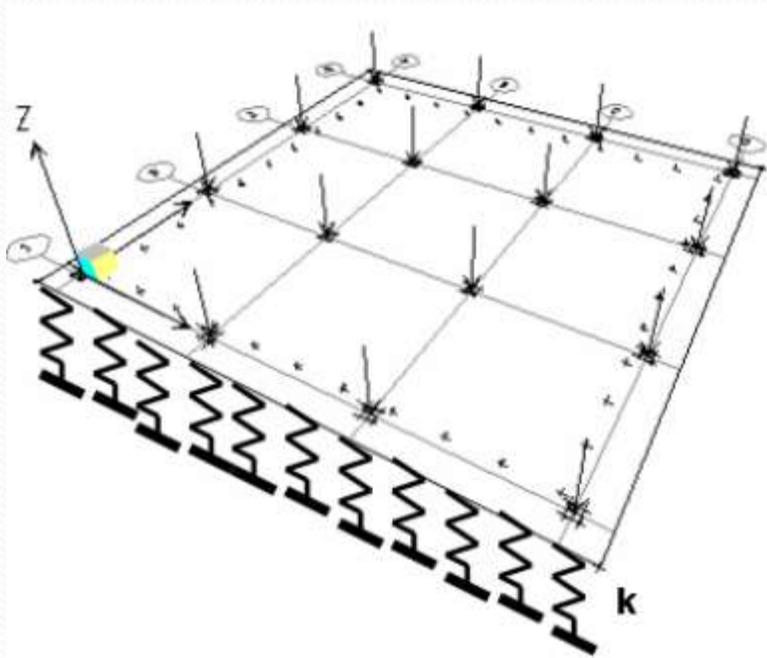
If $K_r = 0.5$, then $(\delta_d / \delta) \approx 0.1$

If $K_r = 0$, then $(\delta_d / \delta) \approx 0.35$ (square mats) and $(\delta_d / \delta) \approx 0.5$ (long mats)

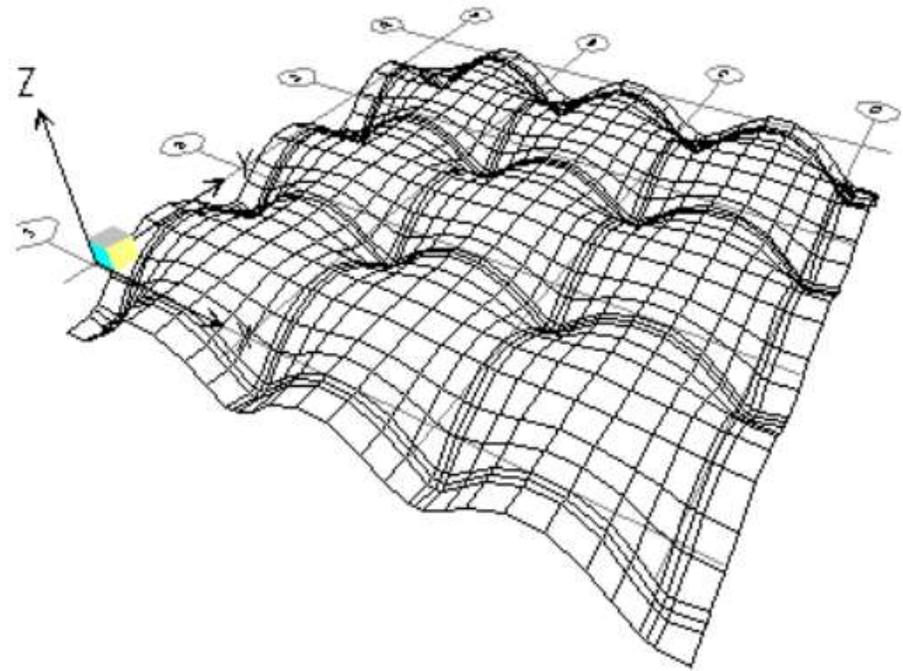
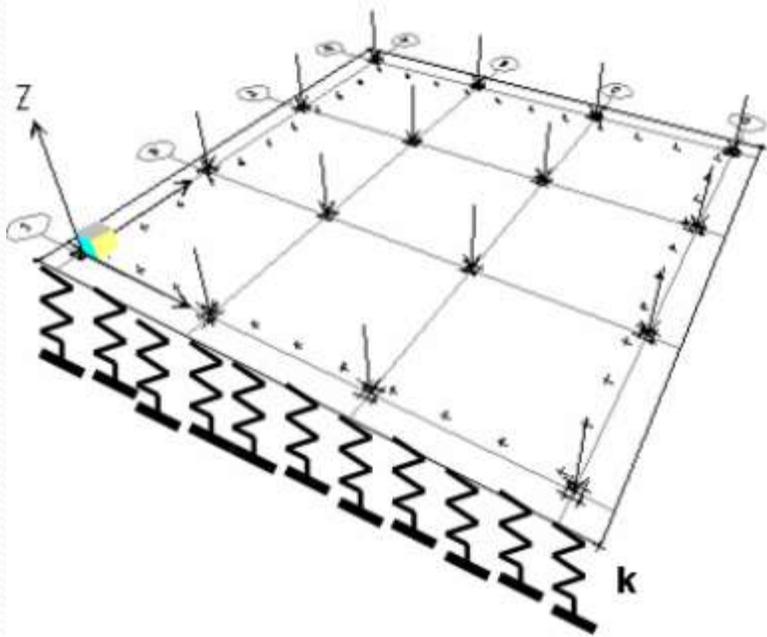
Distribución de tensiones



Distribución de tensiones

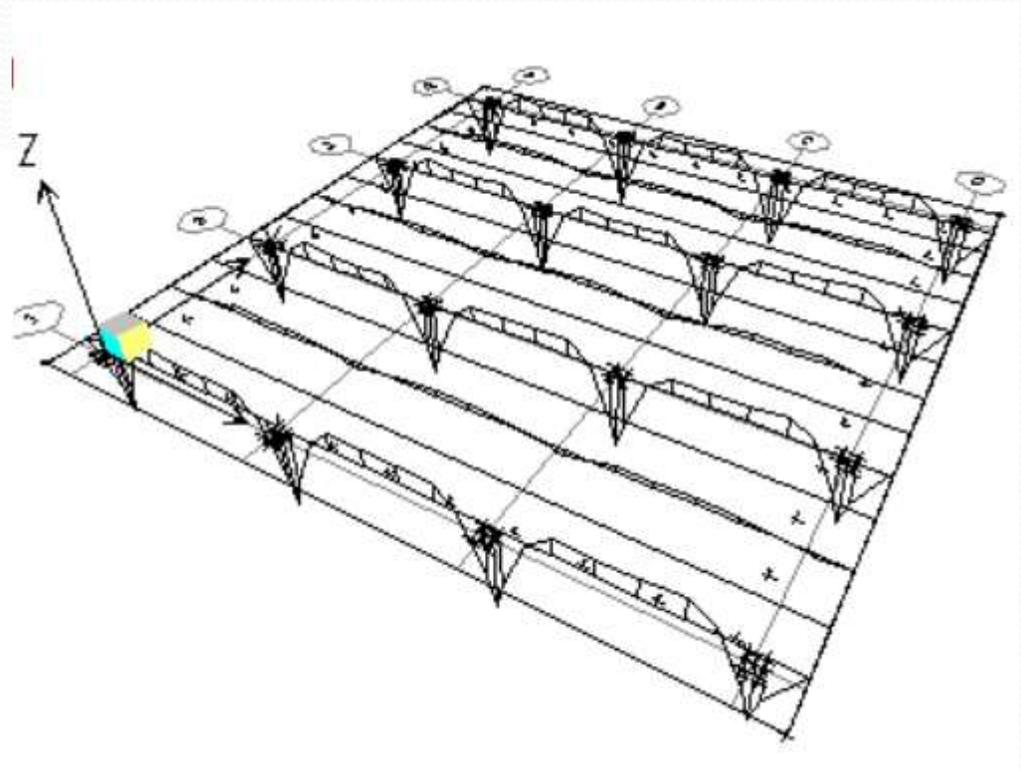
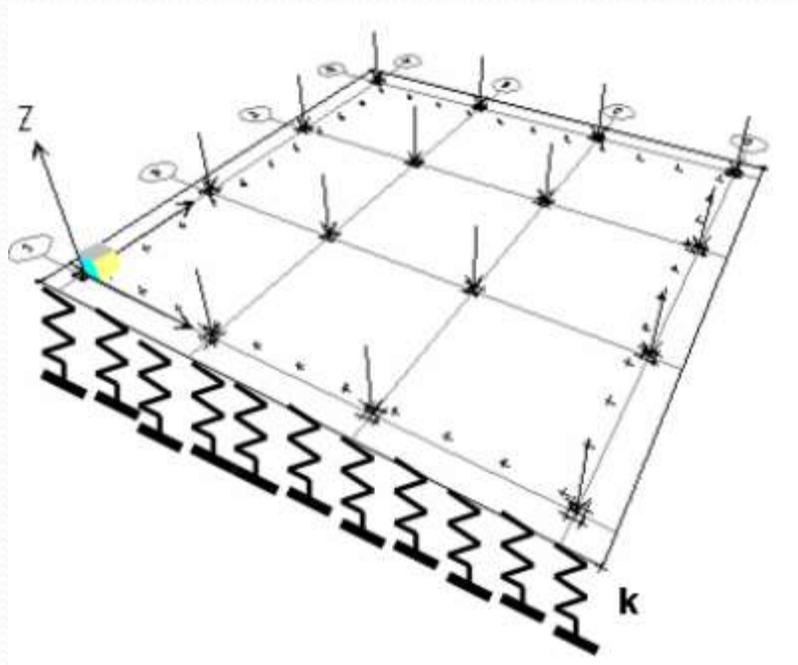


Distribución de tensiones



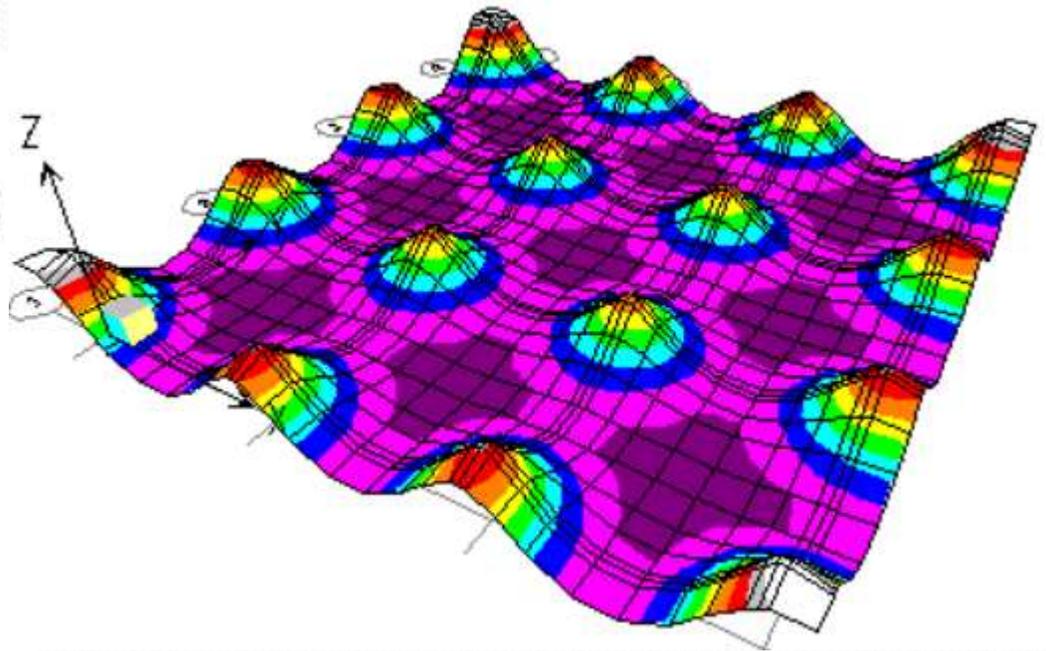
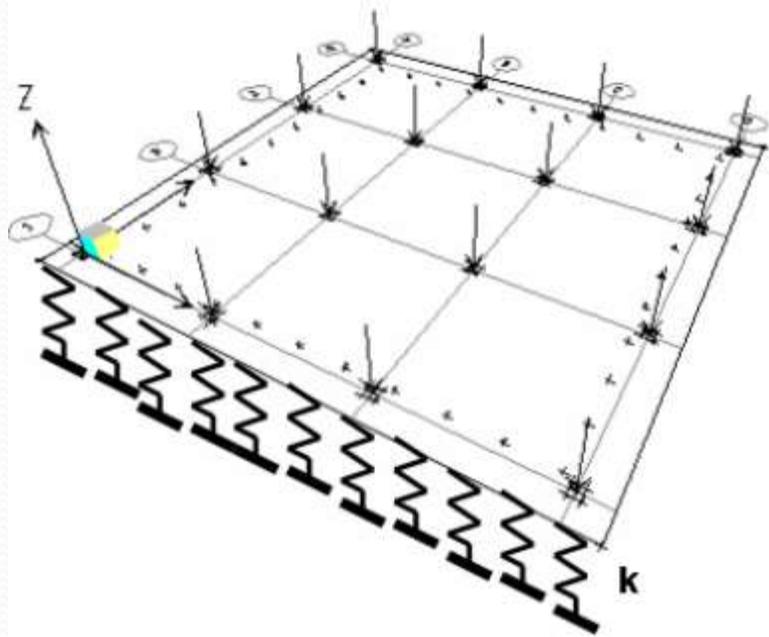
ASENTAMIENTOS

Distribución de tensiones



MOMENTOS

Distribución de tensiones



PRESION DE CONTACTO

MODELO DE LA PLATEA

- Winkler estudio una viga sobre resortes elasticos
- Modelo basado en la teoría de flexión de viga

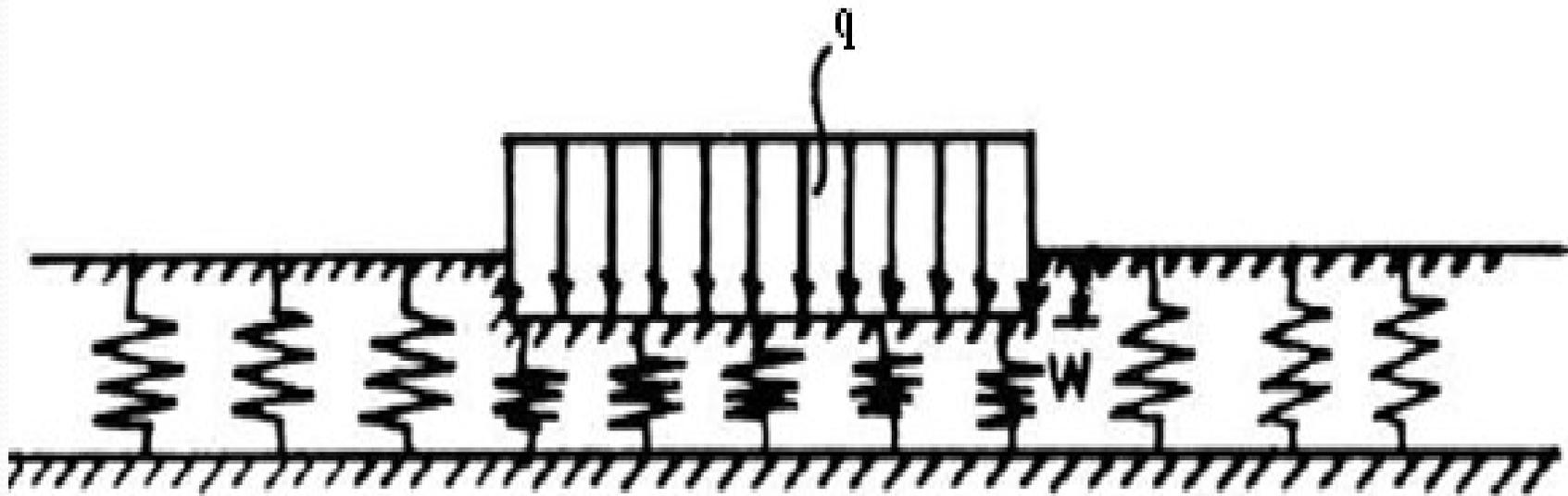
$$p = Kw$$

Here, w = desplazamiento vertical del suelo

p = presión de contacto

K = módulo de balasto

DEFORMACION DE UN PLATO UNIFORMEMENTE CARGADO



Source : Kerr A. D., "Elastic and visco-elastic foundation models."
Journal of Applied Mechanics, ASCE, 31, 1964. p. 491-498



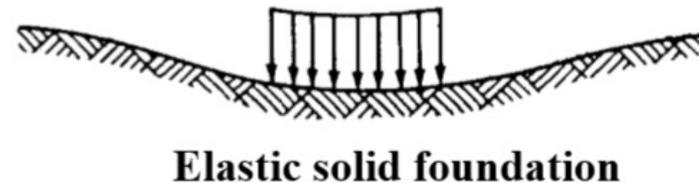
- El modelo de fundación de Winkler tiene dos limitaciones principales:

- No considera la interacción entre los resortes.

- La constante de los resortes depende de un número de factores tales como rigidez de la viga, geometría de la viga, perfil de suelo y comportamiento.

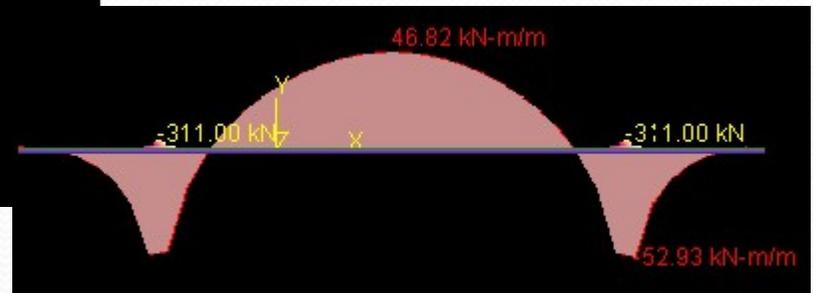
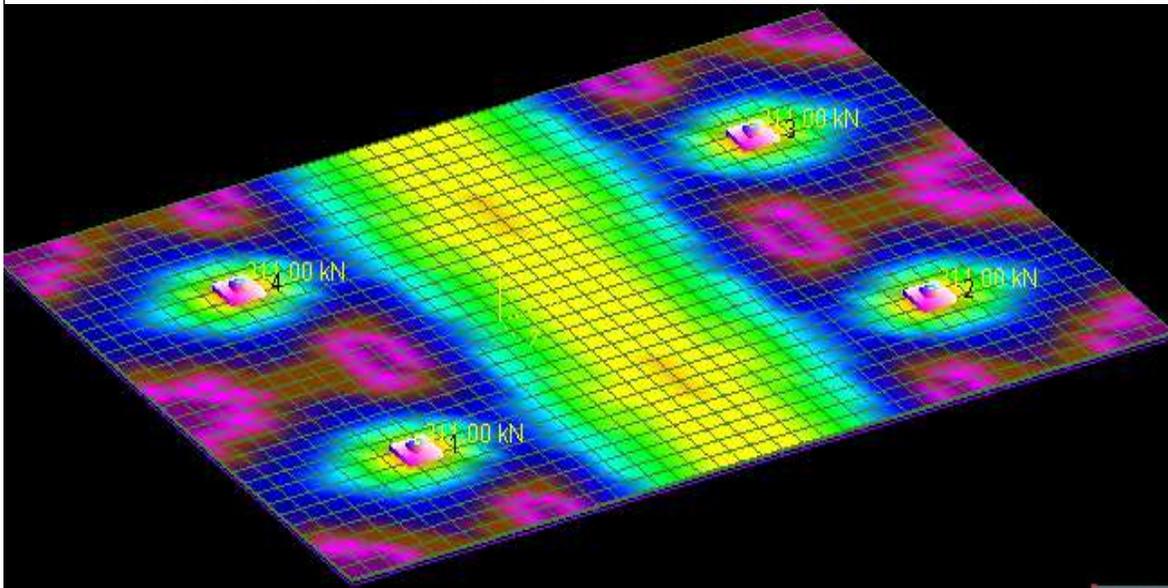
MODELO TIMOSHENKO

- Este modelo se basa en la teoría de la viga de Timoshenko
- Secciones permanecen planas luego de la flexión pero no normal al eje longitudinal
- El modelo considera deformaciones por flexión y corte.



DISEÑO DE PLATEAS UTILIZANDO SOFTWARES:

- ABAQUS, STAAD FOUNDATION, RISA FOUNDATION, ANSYS, SAP, etc.



4/22/2017

Geotecnia III

DETALLES DE ARMADURA



DETALLES DE ARMADURA





One of the largest mat foundations cast in Florida is this 9,900 yd³ performed on Saturday, 11 May 2002, at Sunny Isles Beach, Miami. The mat supports the 51-story Acqualina Ocean Residences and Resort that belongs to the Trump Group. The pour took 14 hours (starting at 0300 hours to 1700 hours, non-stop).

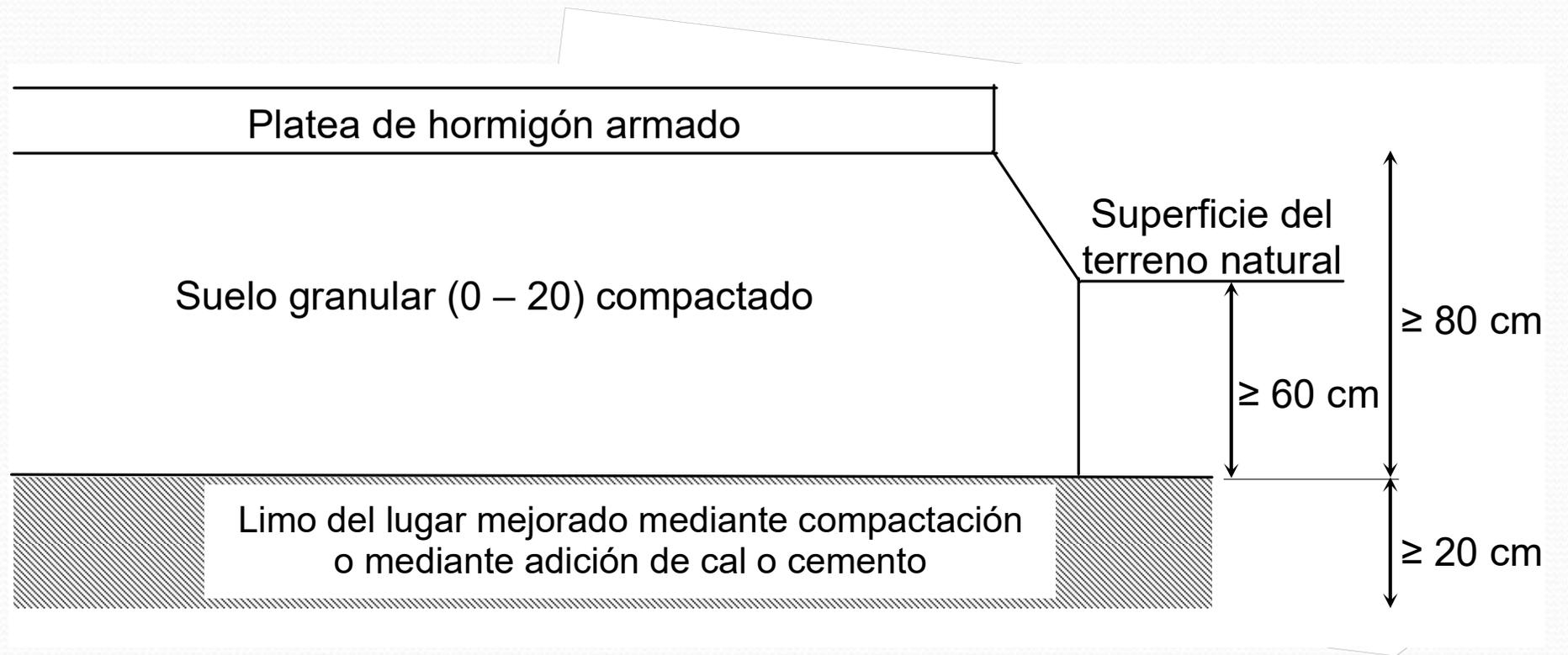


Large mat foundation in Switzerland.



The Izmit, Kocaeli, Turkey earthquake of 17 August, 1999, liquefied the soil beneath this apartment building's shallow mat foundation by reducing the bearing capacity to zero.

EJEMPLO VIVIENDA UNIFAMILIAR



EJEMPLO VIVIENDA UNIFAMILIAR



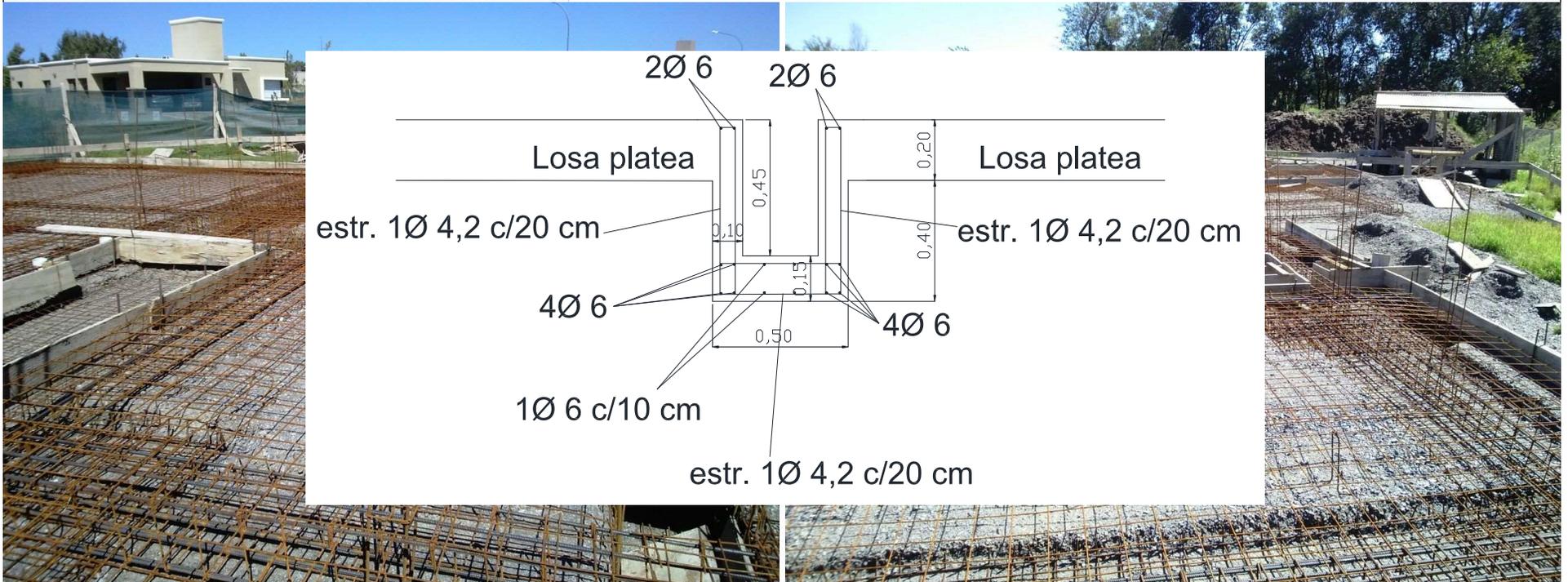
EJEMPLO VIVIENDA UNIFAMILIAR



EJEMPLO VIVIENDA UNIFAMILIAR



EJEMPLO VIVIENDA UNIFAMILIAR



EJEMPLO VIVIENDA UNIFAMILIAR



EJEMPLO VIVIENDA UNIFAMILIAR



EJEMPLO VIVIENDA UNIFAMILIAR



VIVIENDAS COLECTIVAS



VIVIENDAS COLECTIVAS



VIVIENDAS COLECTIVAS



VIVIENDAS COLECTIVAS



VIVIENDAS COLECTIVAS



VIVIENDAS COLECTIVAS



VIVIENDAS COLECTIVAS



VIVIENDAS COLECTIVAS



VIVIENDAS COLECTIVAS



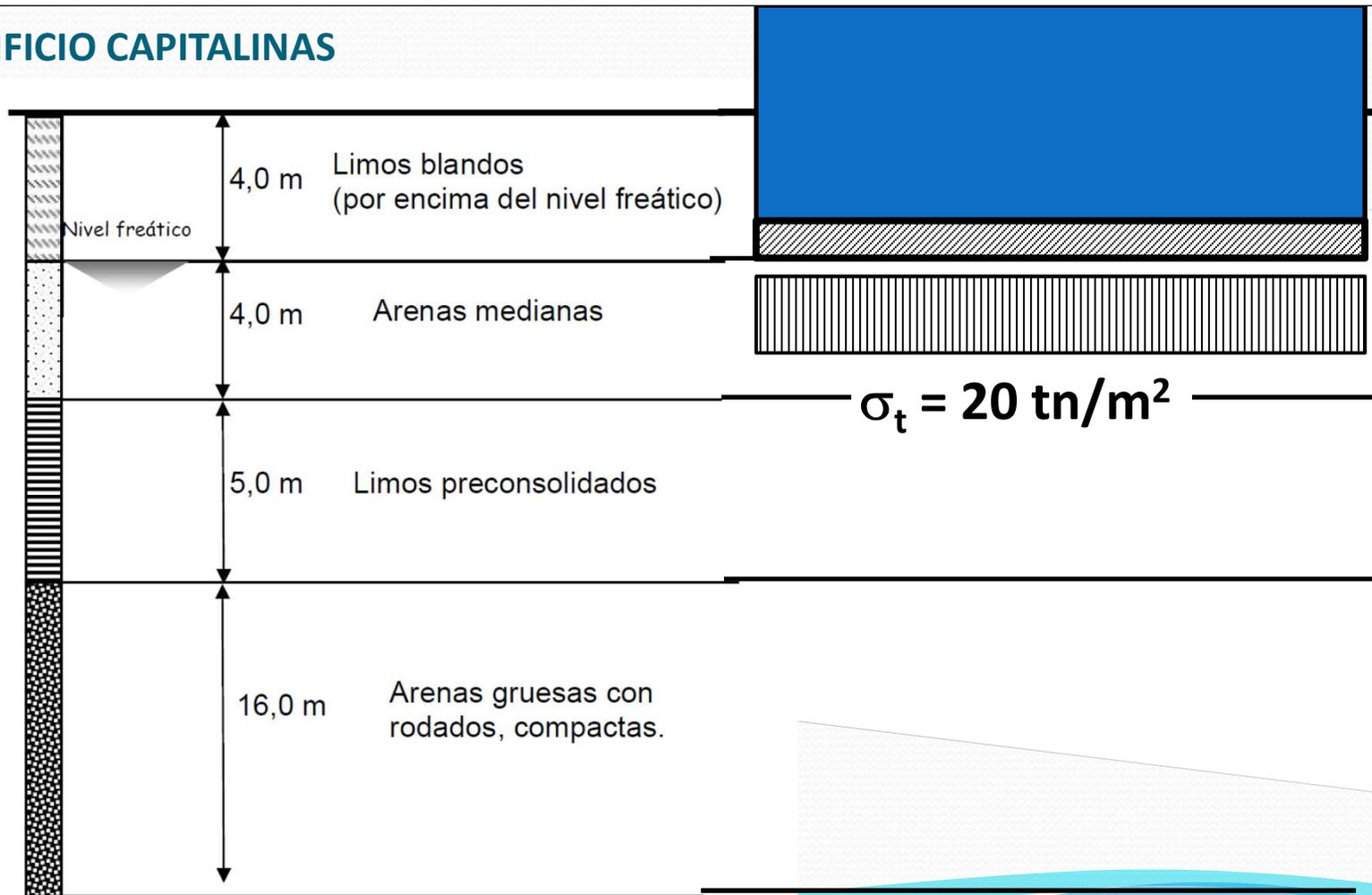
4/22/2017

Geotecnia III

EDIFICIO CAPITALINAS



EDIFICIO CAPITALINAS



EDIFICIO CAPITALINAS



EDIFICIO CAPITALINAS



4/22/2017

Geotecnia III