



Universidad de
los Andes



**FACULTAD
DE INGENIERÍA
Y CIENCIAS
APLICADAS**

Resumen Control 2

Fundaciones

Profesor:

Felipe Saavedra

Ayudante:

Tomás Delgado

Alumnos:

Bernardo Caprile Canala-Echevarría

10 de mayo de 2025

1. Elasticidad

Introducción a la teoría de la elasticidad

La teoría de la elasticidad estudia la mecánica de los cuerpos sólidos, considerados como medios continuos.

- Bajo la acción de fuerzas aplicadas, los sólidos se deforman, es decir, cambian de forma y volumen en mayor o menor grado.
- En un cuerpo que no presenta deformación, la distribución de las moléculas corresponde a su estado de equilibrio, donde la resultante de las fuerzas que actúan es cero.

Supuestos del modelo elástico

- El suelo se modela como un medio continuo, homogéneo e isótropo.
- La relación tensión-deformación es lineal (Ley de Hooke).
- Las deformaciones son pequeñas.
- No se consideran fenómenos plásticos ni de fluencia.

Ley constitutiva en 1D

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

- σ : tensión normal (Pa)
- E : módulo de Young (Pa)
- ε : deformación unitaria (adimensional)

Ley constitutiva en 3D (forma tensorial)

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \cdot \varepsilon_{kl}$$

Relación esfuerzo-deformación en 2D (esfuerzo plano)

$$\begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{bmatrix} = \frac{E}{1 - \nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix}$$

- ν : coeficiente de Poisson
- τ_{xy} : esfuerzo cortante (Pa)
- γ_{xy} : deformación cortante (adimensional)

2. Círculo de Mohr

Concepto

El Círculo de Mohr es una representación gráfica del estado de esfuerzos en un punto, que permite determinar de forma visual:

- Los esfuerzos principales.
- El esfuerzo cortante máximo.
- La orientación de los planos principales.

Estado de esfuerzo en 2D

- σ_x, σ_y : esfuerzos normales en las direcciones x e y .
- τ_{xy} : esfuerzo cortante sobre los planos x o y .

Centro y radio del círculo

$$C = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}, \quad R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

Esfuerzos principales

$$\sigma_{1,2} = C \pm R$$

Esfuerzo cortante máximo

$$\tau_{\text{máx}} = R$$

Ángulo de orientación de los planos principales

El ángulo θ_p entre el eje x y el plano principal (en el espacio físico) se obtiene como:

$$\tan(2\theta_p) = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$$

Ecuaciones del círculo (paramétricas)

Para un ángulo θ dado:

$$\sigma_\theta = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos(2\theta) + \tau_{xy} \sin(2\theta)$$

$$\tau_\theta = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin(2\theta) + \tau_{xy} \cos(2\theta)$$

Nota

En la representación gráfica, el ángulo 2θ se mide desde el eje horizontal del círculo (que representa a σ), y se gira en sentido antihorario.

2. Incrementos del esfuerzo vertical

Método de Cálculo empírico

Método de Cálculo Elástico

Carga Puntual

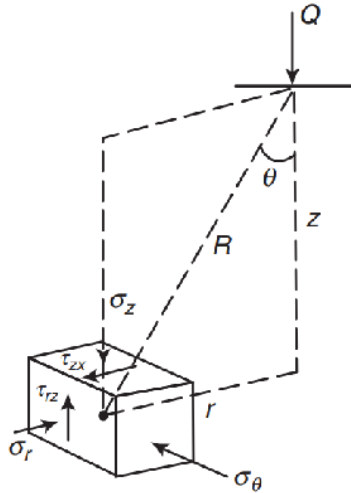


Figura 1: Esfuerzo vertical en un punto bajo una carga puntual.

El código de este caso se encuentra en el siguiente link: [Código esfuerzo puntual](#) En donde:

- Q : carga puntual (N)
- r : distancia radial al punto de interés (m)
- z : profundidad del punto de interés (m)

Carga Distribuida

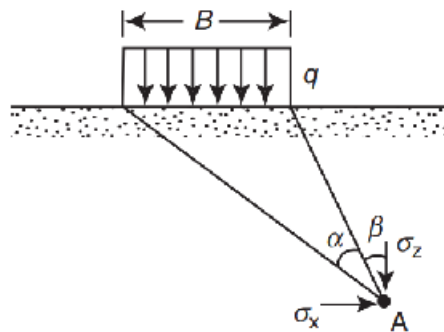


Figura 2: Esfuerzo vertical en un punto bajo una carga distribuida.

El código de este caso se encuentra en el siguiente link: [Código esfuerzo carga distribuida externa](#) En donde:

- q : carga distribuida (N/m)

Fundaciones

- a : distancia entre la carga y el punto de interés (m)
- z : profundidad del punto de interés (m)
- B : longitud de la carga distribuida (m)

En cuantos a la carga distribuida interna, el código se encuentra en el siguiente link: [Código esfuerzo carga distribuida interna](#)

En donde:

- q : carga distribuida (N/m)
- z : profundidad del punto de interés (m)
- B : longitud de la carga distribuida (m)

Distribución rectangular uniforme

Para este método, dependiendo de donde se encuentre el punto de interés, se debe dividir la fundación en partes iguales. Por ejemplo, si el punto es en el centro de la fundación, se divide en 4 partes iguales, y si el punto de interés es a un lado de la fundación, se divide en 2 partes iguales, como se muestra a continuación: Para poder calcular el esfuerzo en el punto A, se divide en 4 partes iguales, y se calcula

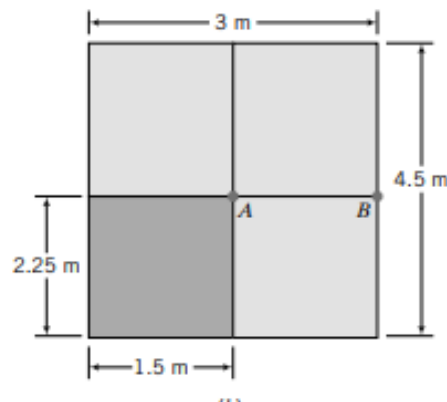


Figura 3: Esfuerzo vertical en un punto bajo una carga distribuida rectangular uniforme.

el esfuerzo en cada una de las partes, y luego se suman los esfuerzos. Mientras que en el punto B, se divide en 2 partes iguales, y se calcula el esfuerzo en cada una de las partes, y luego se suman los esfuerzos.

El código de este caso se encuentra en el siguiente link: [Código esfuerzo carga distribuida rectangular uniforme](#)

Distribución circular uniforme

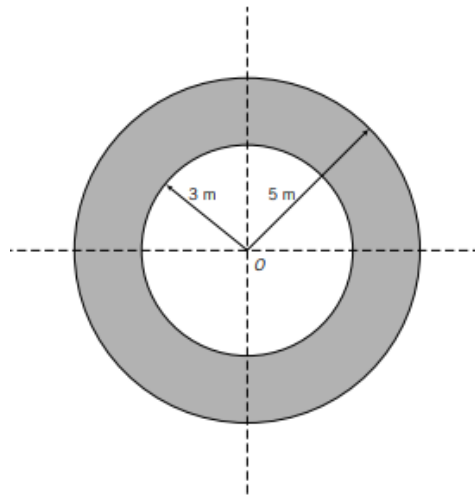


Figura 4: Esfuerzo vertical en un punto bajo una carga distribuida circular uniforme.

El código de este caso se encuentra en el siguiente link: [Código esfuerzo carga distribuida circular uniforme](#)

Terraplen

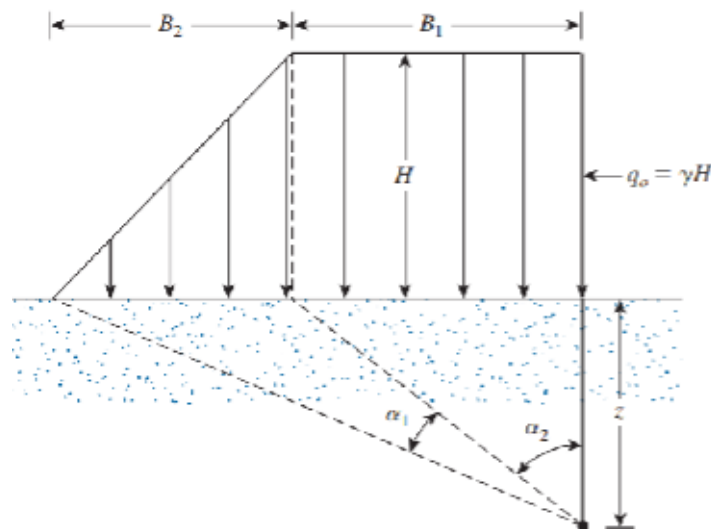


Figura 5: Esfuerzo vertical en un punto bajo una carga distribuida de terraplen.

Este código se encuentra en el siguiente link: [Código esfuerzo terraplen](#)
En donde:

- q : carga distribuida (N/m)
- z : profundidad del punto de interés (m)

- B_1 : longitud de la base del terraplen (m)
- B_2 : longitud de la carga triangular (m)

3. Asentamiento de la fundación

Tipos de asentamientos en arenas

- **Asentamiento inmediato (elástico)**
- **Asentamiento consolidado (primaria)**: Es instantánea
- **Asentamiento secundario**: Es muy baja en general

Tipos de asentamientos en arcillas

- **Asentamiento inmediato (elástico)**: Tería elástica
- **Asentamiento consolidado (primaria)**: Consolidación
- **Asentamiento secundario**: Creep

En arcillas también se presentan asentamientos elásticos. Sin embargo, los asentamientos por consolidación primaria son los más significativos y se estiman a través de la teoría de consolidación de Terzaghi. Además, para estimar la consolidación es necesario conocer los parámetros C_c y C_s , los cuales se obtienen del ensayo de tensión- deformación en el Odómetro.

Forma general

Según la forma general se ocupan 2 ábacos:

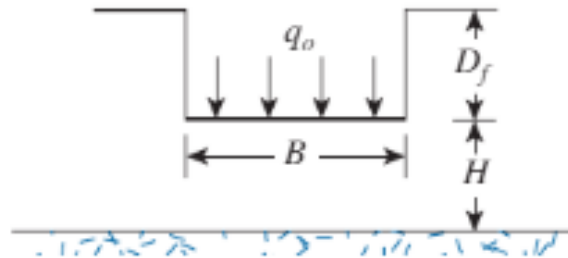


Figura 6: Figura de asentamiento.

Se tiene que utilizar la siguiente fórmula para poder calcular el asentamiento:

$$S_e = A_1 \cdot A_2 \frac{q_0 B}{E_s}$$

- S_e : Asentamiento elástico (m)
- A_1 : Coeficiente de asentamiento (m)
- A_2 : Coeficiente de asentamiento (m)
- q_0 : Carga aplicada (kN/m²)
- B : Ancho de la fundación (m)
- E_s : Módulo de elasticidad del suelo (kN/m²)

A continuación se presentan los ábacos de asentamiento A1 y A2, que son:

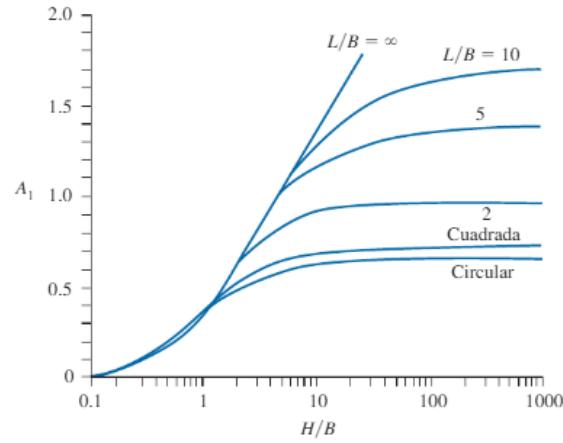


Figura 7: Ábaco de asentamiento A1.

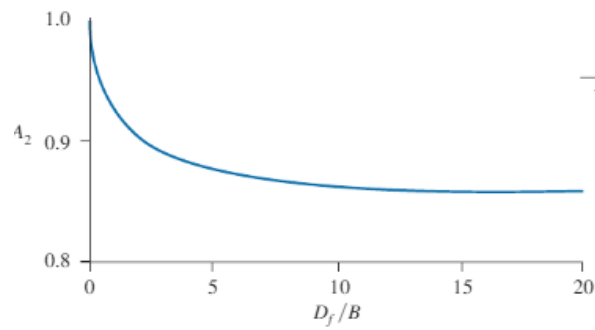


Figura 8: Ábaco de asentamiento A2.

Además, de la teoría elástica, se sabe que:

$$\Delta l = \frac{q\alpha B}{E}$$

Donde α es el coeficiente de asentamiento, que depende del tipo de suelo y de la carga aplicada.