



Unach

FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS

Libres por la Ciencia y el Saber

Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL

Asignatura: Obras Civiles.

Unidad 4:

Muros de contención.

Curso:

Octavo Semestre.

Profesor Asignado:

Andrés Marcillo Zapata.

Periodo académico de ejecución:

Noviembre 2021- Marzo 2022.



Índice

1. Introducción El problema de la presión lateral de tierras.

1.1 Teoría de la presión lateral de Coulomb

1.2 Presión lateral según Rankine

1.3 Ejercicios de aplicación

2. Muros a gravedad

2.1 Predimensionamiento

2.2 Análisis de estabilidad

3. Muros en voladizo.

3.1 Predimensionamiento

3.2 Análisis de estabilidad

3.3 Diseño del acero de refuerzo por flexión y temperatura

Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

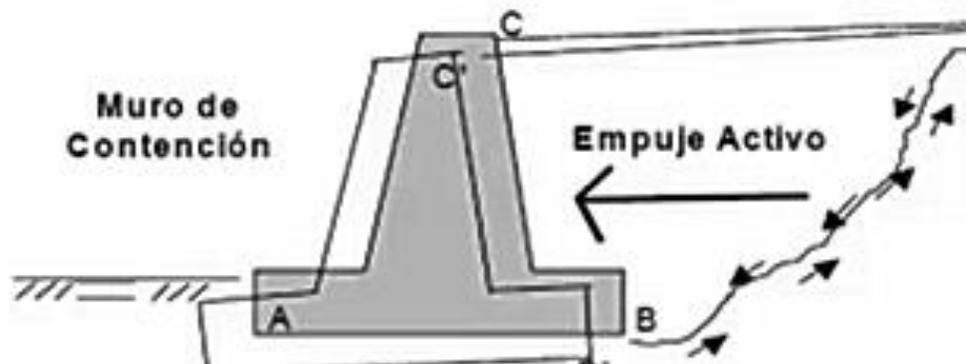
5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Introducción.



Los taludes verticales o casi verticales se soportan por muros de contención u otras estructuras similares (muros, gravedad, voladizo, contrafuertes, etc.) El diseño de estas estructuras depende de la estimación de la presión lateral de la tierra, la cual está en función de varios factores como:

- El tipo y cantidad de movimiento de los muros.
- Los parámetros de la resistencia cortante del suelo (cohesión, Angulo de fricción interna)
- El peso específico del suelo
- Las condiciones de drenaje del relleno.

Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

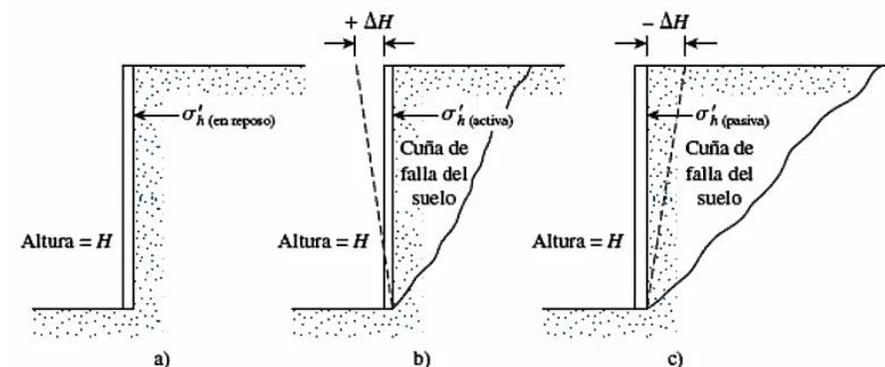
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Introducción.

- El movimiento del muro se restringe completamente. La presión lateral de tierra sobre el muro a cualquier profundidad se le denomina **PRESIÓN EN REPOSO DE TIERRA**
- El muro se puede inclinar por el suelo retenido, con la suficiente inclinación del muro, fallará un cuña triangular de suelo detrás del muro. A esta presión lateral se conoce como **PRESION ACTIVA DE TIERRA**
- El muro se puede empujar hacia el suelo retenido. Con un movimiento suficiente del muro, fallará la cuña del suelo. A la presión lateral para esta condición se conoce como **PRESION PASIVA DE TIERRA**.



Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión lateral en reposo de la tierra

Considere un muro vertical de altura H , como muestra en la figura, que retiene un suelo con un peso específico γ , además, se aplica un carga uniformemente distribuida, q /área unitaria a la superficie del terreno. La resistencia a corte del suelo es (ensayo de corte directo):

$$s = c' + \sigma' \cdot \tan\phi'$$

A cualquier profundidad z debajo de la superficie del terreno, el esfuerzo subsuperficial vertical es

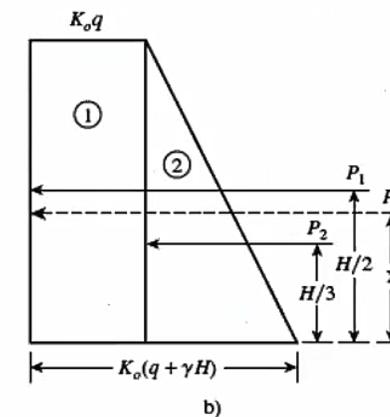
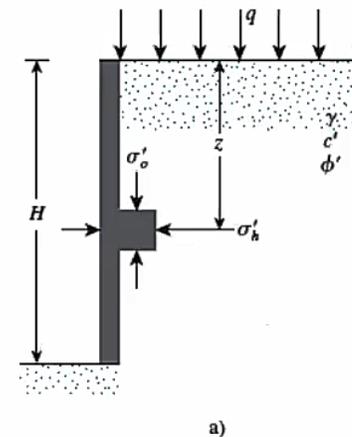
$$\sigma_0' = q + \gamma z$$

Si el muro esta en reposo y no se permite su movimiento en lo absoluto, la presión lateral a una profundidad z es

$$\sigma_u = K_0 \sigma_0' + u$$

$$K_0 \approx 1 - \text{sen}\phi$$

$$K_0 \approx (1 - \text{sen}\phi)OCR^{\text{sen}\phi}$$



Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión lateral en reposo de la tierra

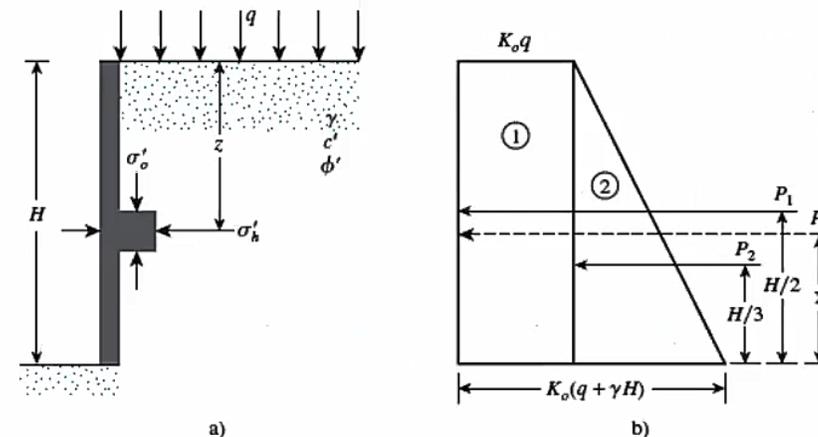
Si se asume que el valor de la sobrecarga $q=0$ y la presión de poro $u=0$, el diagrama de presión será un triángulo.

La fuerza total P_0 (por longitud unitaria de muro) se puede obtener a partir del área del diagrama de presión dado.

$$P_0 = P_1 + P_2 = qK_0H + \frac{1}{2} \gamma H^2 K_0$$

La ubicación de la línea de acción de la fuerza resultante P_0 , se puede obtener tomando momentos con respecto a la base del muro.

$$\bar{z} = \frac{P_1 \left(\frac{H}{2}\right) + P_2 \left(\frac{H}{3}\right)}{P_0}$$



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión lateral en reposo de la tierra

Si el nivel freático se ubica a una profundidad $z < H$, el diagrama de presión en reposo cambia un poco. Si el peso específico del suelo debajo del nivel freático es igual a $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$, entonces.

$$z=0 \quad \sigma'_h = K_0 \sigma'_0 = K_0 q$$

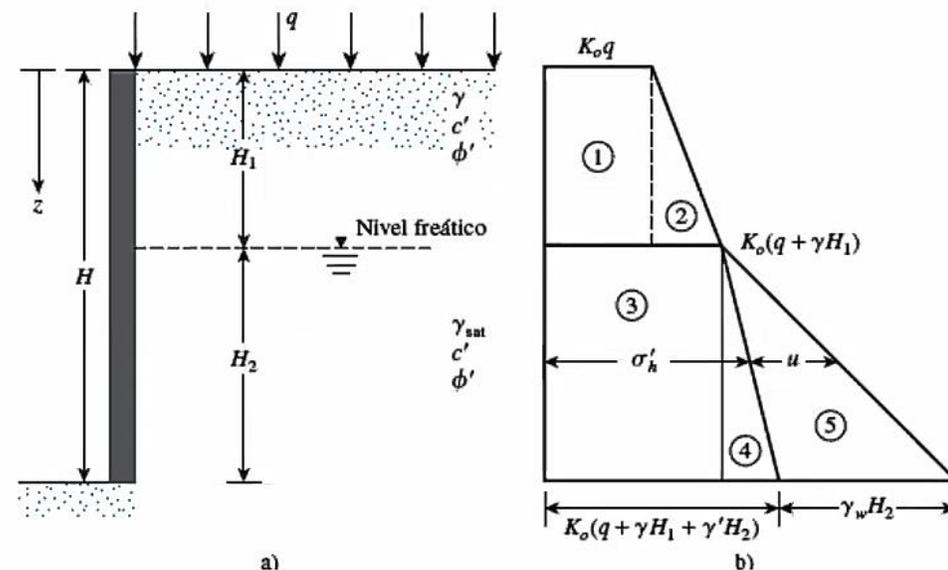
$$z=H_1 \quad \sigma'_h = K_0 \sigma'_0 = K_0 (q + \gamma H_1)$$

$$z=H_2 \quad \sigma'_h = K_0 \sigma'_0 = K_0 (q + \gamma H_1 + \gamma' H_2)$$

La fuerza total por longitud unitaria del muro se puede determinar a partir del área del diagrama de presiones.

$$P_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

$$= K_0 q H_1 + \frac{1}{2} \gamma H_1^2 K_0 + K_0 (q + \gamma H_1) H_2 + \frac{1}{2} \gamma' H_2^2 K_0 + \frac{1}{2} \gamma_w H_2^2$$



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

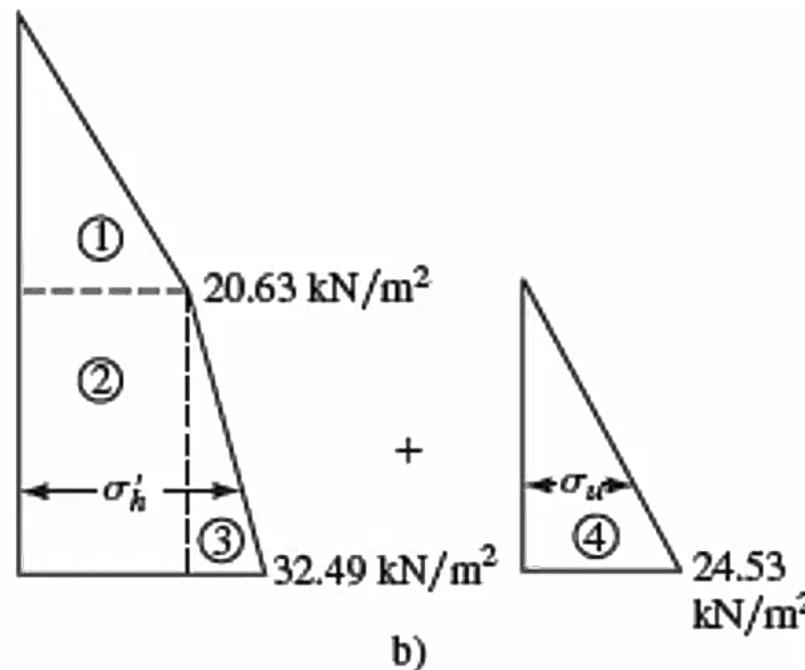
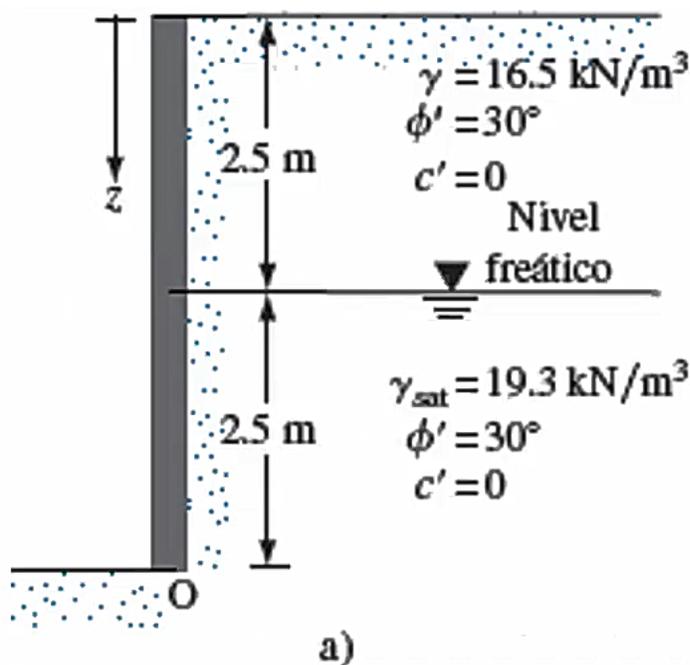
5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión lateral en reposo de la tierra

Ejemplo de aplicación.

Para el muro de retención que se muestra en la figura, determina la fuerza lateral en reposo de la tierra por una longitud unitaria del muro. También determine la ubicación de la fuerza resultante.



Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

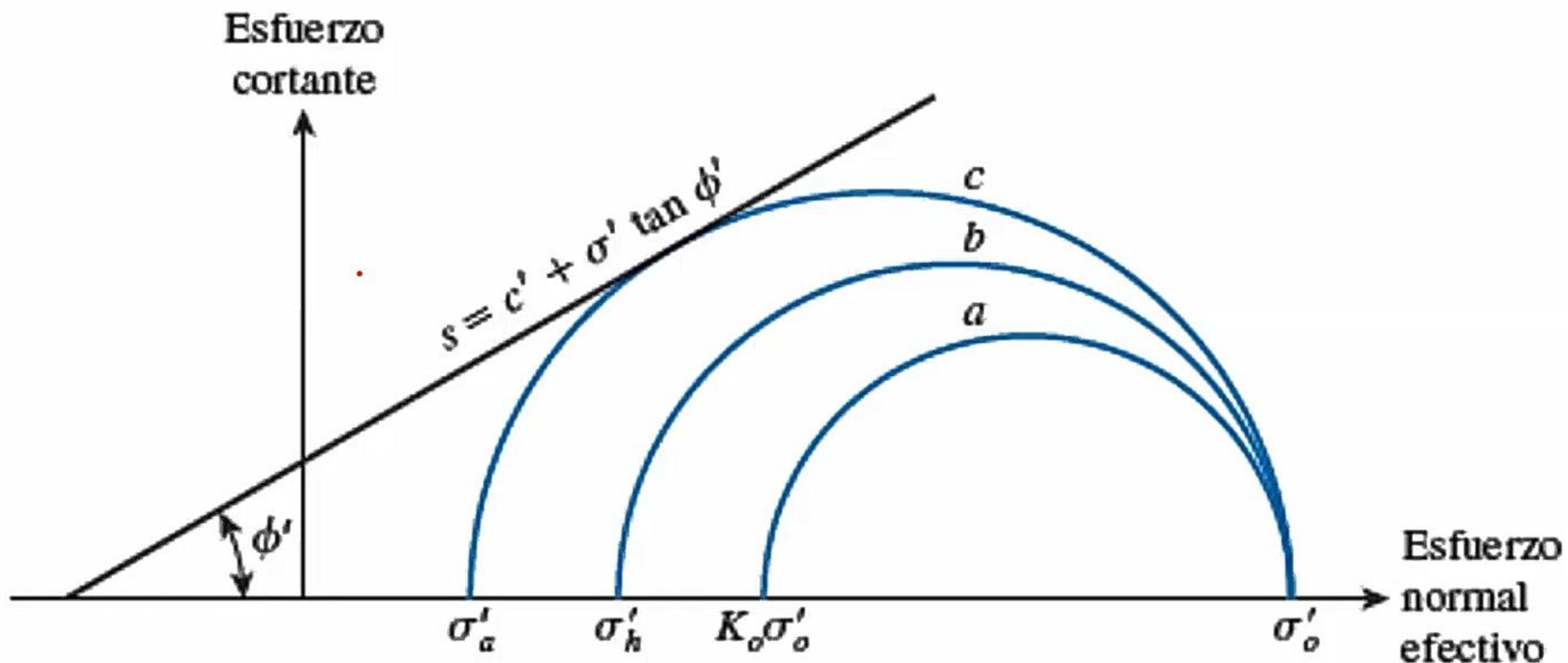
5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión activa de tierra de Rankine



Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión activa de tierra de Rankine

Las líneas de deslizamiento (planos de falla) en la masa del suelo formarán ángulos de $\pm (45+\phi/2)$ con la horizontal. La ecuación relaciona los esfuerzos principales para el círculo de Mohr que toca la envolvente de falla Mohr-Coulomb.

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c' \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\sigma'_0 = \sigma'_a \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c' \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\sigma'_a = \frac{\sigma'_0}{\tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)} - \frac{2c}{\tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)} \quad \text{o} \quad \sigma'_a = \sigma'_0 \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) - 2c \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\sigma'_a = \sigma'_0 K_a - 2c \sqrt{K_a}$$

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Variación de la presión activa con la profundidad

Se puede observar que $\sigma'_0 = 0$, en $z=0$ y $\sigma'_0 = \gamma H$ en $z=H$. en la distribución la presión activa en $z=0$ es igual a la cohesión $-2c\sqrt{K_a}$, lo que indica que un esfuerzo de tensión que disminuye con la profundidad de $z=z_c$

$$\gamma z_c K_a - 2c\sqrt{K_a} = 0$$

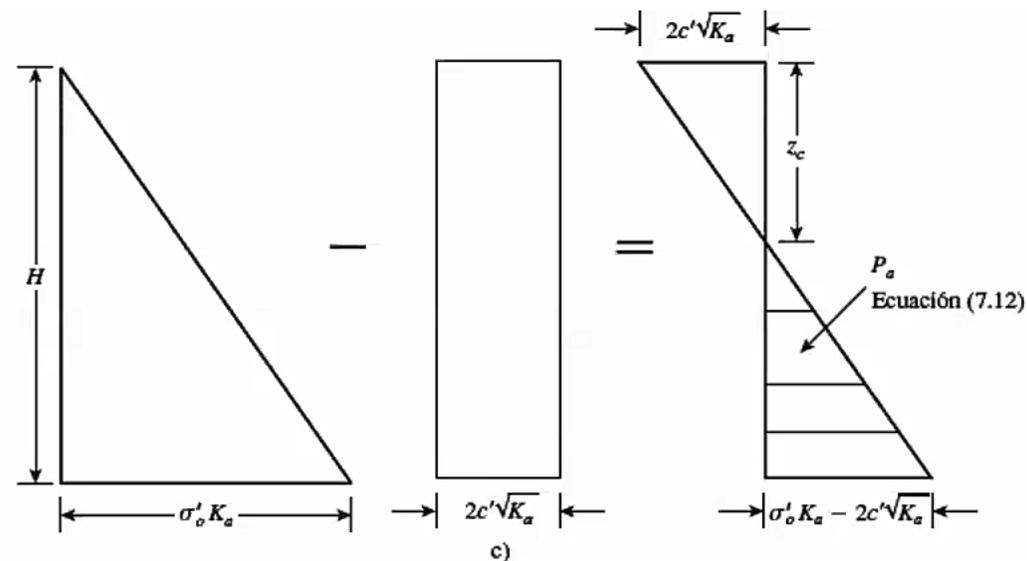
z_c se denomina a la profundidad de la grieta de tensión, debido a que el esfuerzo de tensión en el suelo a la larga ocasionará una grieta a lo largo de la interfaz suelo-muro.

Las fuerzas activas de Rankine por longitud unitaria de muro antes de que ocurra la grieta de tensión es:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2cH\sqrt{K_a}$$

$$z = z_c$$

$$P_a = \frac{1}{2} (H - z_c) \gamma H K_a - 2cH\sqrt{K_a}$$



$$z_c = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}$$



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Coso generalizado para la presión activa

Un muro de contención de 6m de altura soportará un suelo con un peso específico de $\gamma=17,4\text{kN/m}^3$, ángulo de fricción interna $\phi=26^\circ$ y cohesión $c=14,36\text{kN/m}^2$. Determinar la fuerza activa de Rankine por longitud unitaria de muro antes y después de que ocupara la grieta de tensión y determinar la línea de acción de la resultante en los dos casos

Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Variación de la presión activa con la profundidad (suelo y muro tienen inclinación)

Relleno Granular

El relleno esta inclinado a un ángulo α con la horizontal

$$\sigma'_a = \frac{\gamma z \cos \alpha \sqrt{1 + \operatorname{sen}^2 \phi - 2 \operatorname{sen} \phi \cos \psi_a}}{\cos \alpha + \sqrt{\operatorname{sen}^2 \phi - \operatorname{sen}^2 \alpha}}$$

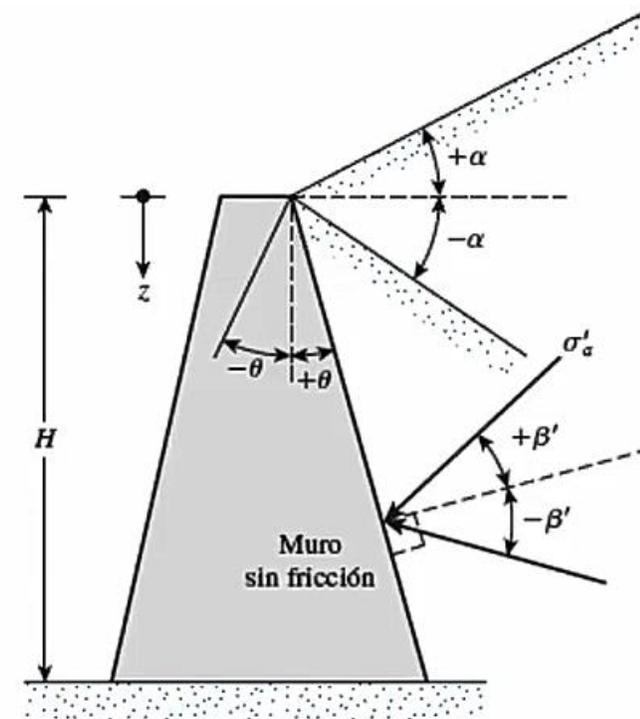
$$\psi_a = \sin^{-1} \left(\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\operatorname{sen} \phi} \right) - \alpha + 2\theta$$

La presión σ'_a estará inclinada a un Angulo de β' con el plazo trazado a un ángulo recto con la cara posterior del muro

$$\beta' = \tan^{-1} \left(\frac{\operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} \psi_a}{1 - \operatorname{sen} \phi \cos \psi_a} \right)$$

La fuerza P_a para la longitud unitaria del muro es igual a:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$



Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

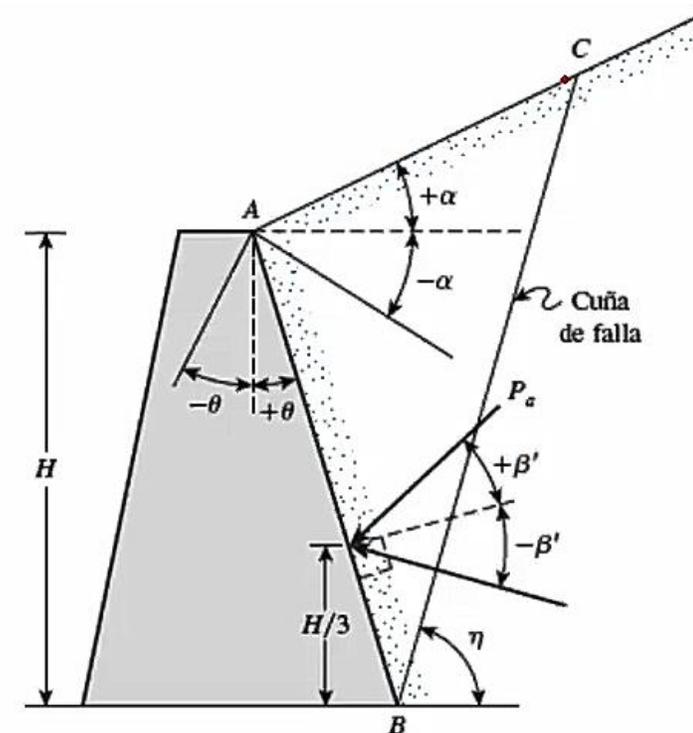
Variación de la presión activa con la profundidad (suelo y muro tienen inclinación)

Donde el coeficiente K_a para el caso generalizado es:

$$K_a = \frac{\cos(\alpha - \theta) \sqrt{1 + \operatorname{sen}^2 \phi - 2 \operatorname{sen} \phi \cos \psi_a}}{\cos^2 \theta \left(\cos \alpha + \sqrt{\operatorname{sen}^2 \phi - \operatorname{sen}^2 \alpha} \right)}$$

La cuña de falla ABC esta a un ángulo η con la horizontal

$$\eta = \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} + \frac{\alpha}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\operatorname{sen} \phi} \right)$$



$$\eta = \frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2} + \frac{\alpha}{2} - \frac{1}{2} \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\operatorname{sen} \phi'} \right)$$

Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

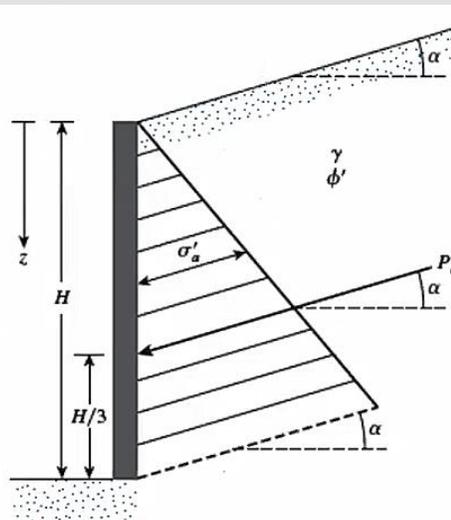
1. El problema de la presión lateral de la tierra

Variación de la presión activa con la profundidad (suelo tiene inclinación)

Si el relleno de un muro de contención sin fricción es cohesivo (cohesión > 0), y sube con una ángulo α con la horizontal:

$$\sigma'_a = \gamma z K_a = \gamma z K'_a \cos \alpha$$

$$K'_a = \frac{1}{\cos^2 \phi'} \left\{ 2 \cos^2 \alpha + 2 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right) \cos \phi' \operatorname{sen} \phi' - \sqrt{4 \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi' + 4 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right)^2 \cos^2 \phi' + 8 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right)^2 \cos^2 \alpha \operatorname{sen} \phi' \cos \phi'} \right\} - 1$$



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Variación de la presión activa con la profundidad (suelo tiene inclinación)

Si el relleno de un muro de contención sin fricción es cohesivo (cohesión > 0), y sube con una ángulo α con la horizontal:

Tabla 7.2 Valores de K'_a .

ϕ' (grados)	α (grados)	$\frac{c'}{\gamma z}$			
		0.025	0.05	0.1	0.5
15	0	0.550	0.512	0.435	-0.179
	5	0.566	0.525	0.445	-0.184
	10	0.621	0.571	0.477	-0.186
20	15	0.776	0.683	0.546	-0.196
	0	0.455	0.420	0.350	-0.210
	5	0.465	0.429	0.357	-0.212
25	10	0.497	0.456	0.377	-0.218
	15	0.567	0.514	0.417	-0.229
	0	0.374	0.342	0.278	-0.231
30	5	0.381	0.348	0.283	-0.233
	10	0.402	0.366	0.296	-0.239
	15	0.443	0.401	0.321	-0.250
30	0	0.305	0.276	0.218	-0.244
	5	0.309	0.280	0.221	-0.246
	10	0.323	0.292	0.230	-0.252
	15	0.350	0.315	0.246	-0.263

Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Variación de la presión activa de Rankine

Ejemplo de aplicación

Muro

$H = 10$ pies

$\theta = +10^\circ$

Relleno

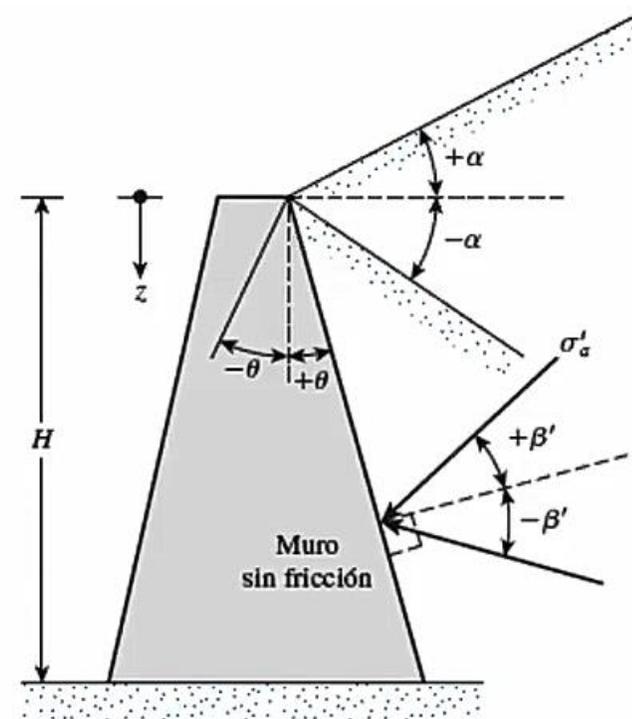
$\alpha = 15^\circ$

$\phi = 35^\circ$

$C = 0$

$\gamma = 110 \text{ lb/ft}^3$

Determinar la fuerza activa de Rankine, su dirección y ubicación.



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

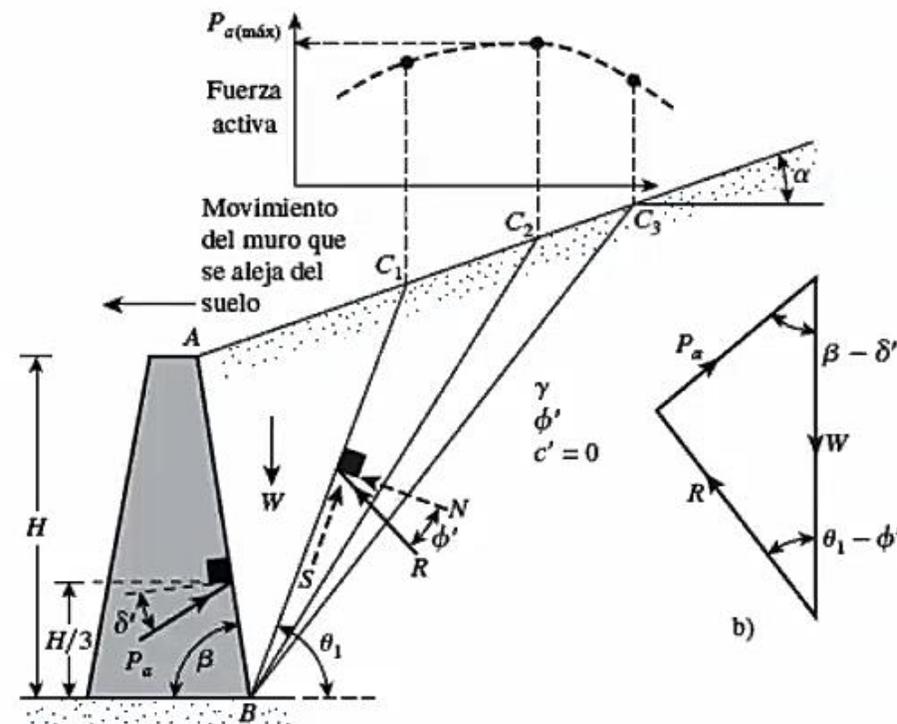
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión activa de Coulomb

Se toma en cuenta la fricción del muro
Considere un muro con cara posterior inclinada a un ángulo de β
El terreno tiene una pendiente a un ángulo α con la horizontal.
El ángulo de fricción entre el muro y el suelo es δ'
La fuerza R estará inclinada a un ángulo ϕ' respecto a al horizontal trazada hasta BC_1 .



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión activa de Coulomb

Cuando la inclinación del muro = 90° y del suelo = 0° .

Tabla 7.3 Valores de K_a [ecuación (7.26)] para $\beta = 90^\circ$ y $\alpha = 0^\circ$.

ϕ' (grados)	δ' (grados)					
	0	5	10	15	20	25
28	0.3610	0.3448	0.3330	0.3251	0.3203	0.3186
30	0.3333	0.3189	0.3085	0.3014	0.2973	0.2956
32	0.3073	0.2945	0.2853	0.2791	0.2755	0.2745
34	0.2827	0.2714	0.2633	0.2579	0.2549	0.2542
36	0.2596	0.2497	0.2426	0.2379	0.2354	0.2350
38	0.2379	0.2292	0.2230	0.2190	0.2169	0.2167
40	0.2174	0.2098	0.2045	0.2011	0.1994	0.1995
42	0.1982	0.1916	0.1870	0.1841	0.1828	0.1831

Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión activa de Coulomb

Cuando la inclinación del muro $<90^\circ$ y del suelo $>0^\circ$

Tabla 7.4 Valores de K_a [de la ecuación (7.26)] para $\delta' = \frac{2}{3} \phi'$.

α (grados)	ϕ' (grados)	β (grados)					
		90	85	80	75	70	65
0	28	0.3213	0.3588	0.4007	0.4481	0.5026	0.5662
	29	0.3091	0.3467	0.3886	0.4362	0.4908	0.5547
	30	0.2973	0.3349	0.3769	0.4245	0.4794	0.5435
	31	0.2860	0.3235	0.3655	0.4133	0.4682	0.5326
	32	0.2750	0.3125	0.3545	0.4023	0.4574	0.5220
	33	0.2645	0.3019	0.3439	0.3917	0.4469	0.5117

Tabla 7.5 Valores de K_a [de la ecuación (7.26)] para $\delta' = \phi'/2$.

α (grados)	ϕ' (grados)	β (grados)					
		90	85	80	75	70	65
0	28	0.3264	0.3629	0.4034	0.4490	0.5011	0.5616
	29	0.3137	0.3502	0.3907	0.4363	0.4886	0.5492
	30	0.3014	0.3379	0.3784	0.4241	0.4764	0.5371
	31	0.2896	0.3260	0.3665	0.4121	0.4645	0.5253
	32	0.2782	0.3145	0.3549	0.4005	0.4529	0.5137
	33	0.2671	0.3033	0.3436	0.3892	0.4415	0.5025

Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

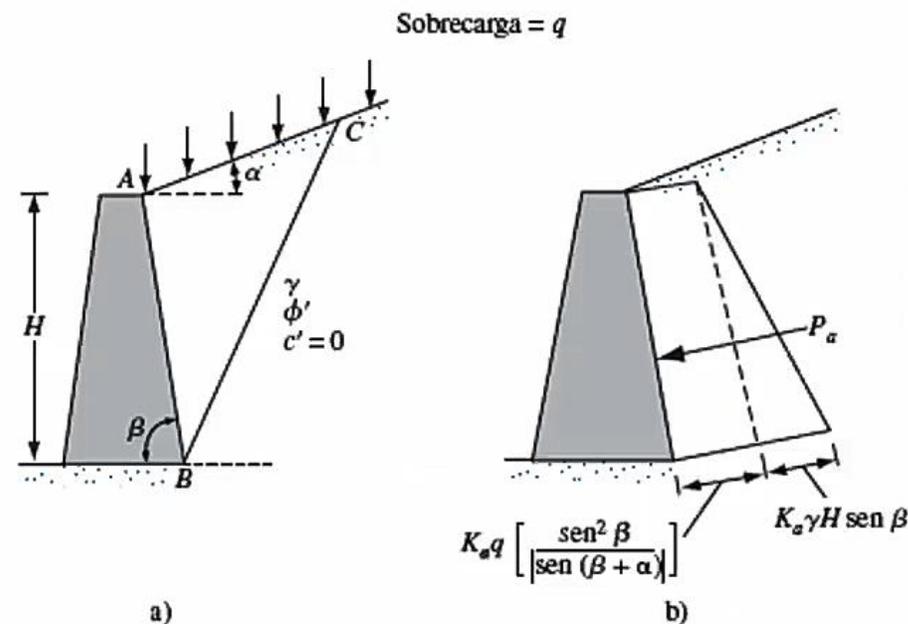
Presión activa de Coulomb con sobrecarga

Cuando la inclinación del muro $<90^\circ$ y del suelo $>0^\circ$

Si una sobrecarga uniforme de intensidad q se ubica arriba del relleno, la fuerza activa P_a , se obtiene con:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma_{eq} H^2 K_a$$

$$\gamma_{eq} = \gamma + \left[\frac{\text{sen} \beta}{\text{sen}(\beta + \alpha)} \right] \left(\frac{2q}{H} \right)$$



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión activa de Coulomb con sobrecarga

Ejemplo de aplicación

Considere el muro de contención que se muestra en la figura.

Datos:

$$H = 4,6\text{m}$$

$$\gamma = 16,5\text{kN/m}^3$$

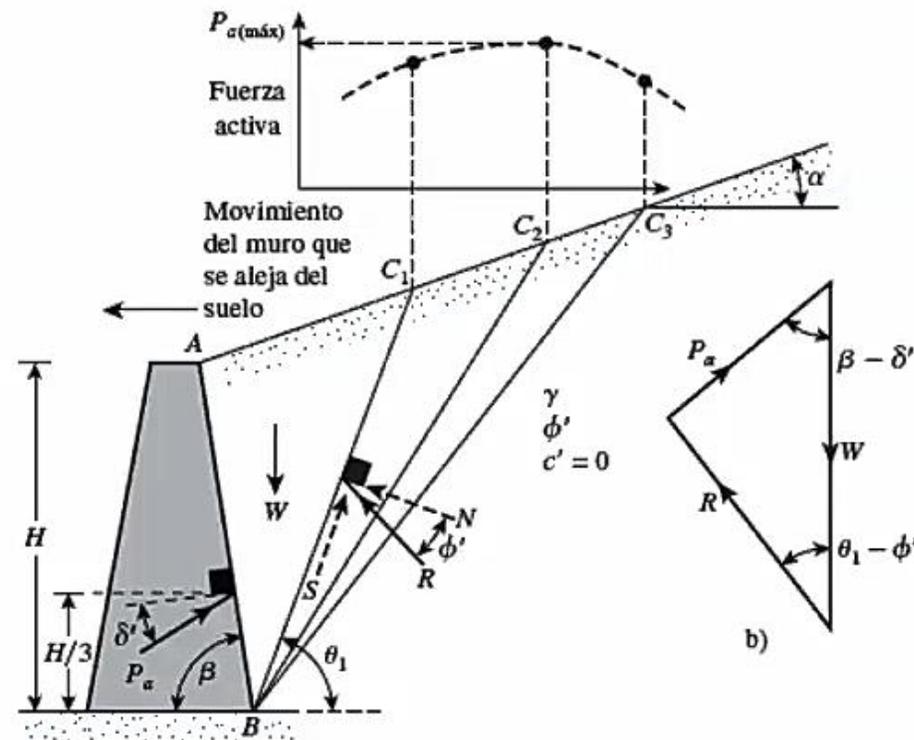
$$\phi = 30^\circ$$

$$\beta = 90^\circ$$

$$c = 0$$

Angulo de fricción del muro $\delta = \frac{2}{3}\phi$

Calcule la fuerza unitaria de Coulomb por longitud unitaria de muro



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

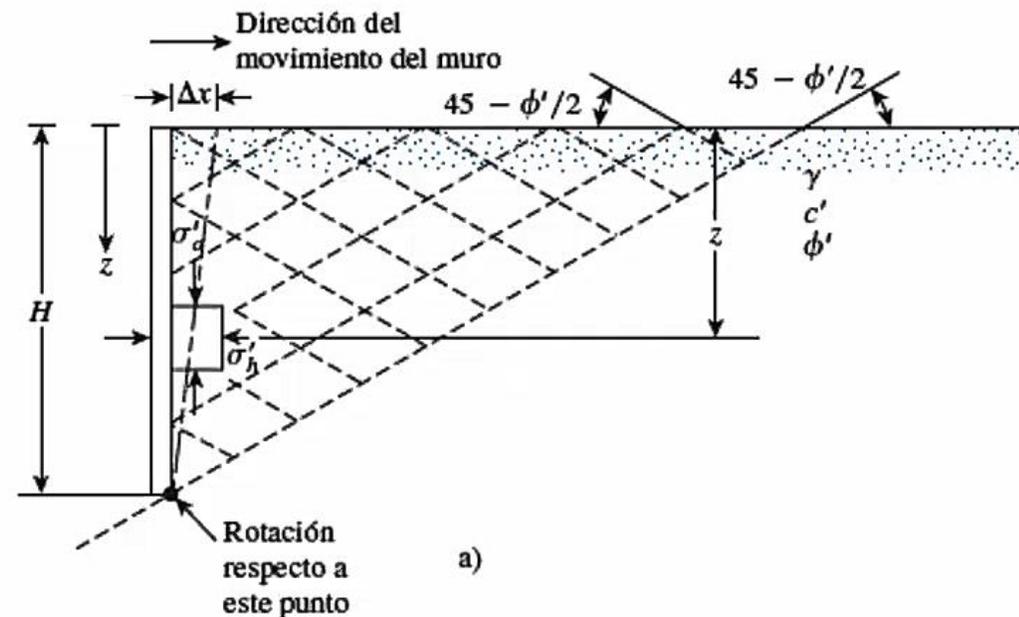
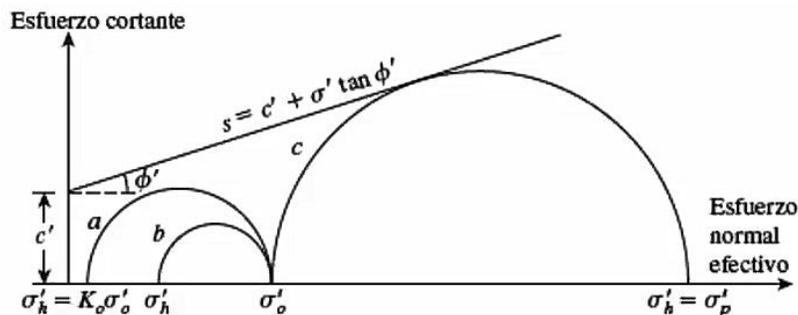
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva de Rankine

La presión vertical efectiva es $\sigma'_0 = \gamma z$
Si el muro se empuja contra la masa del suelo, el esfuerzo vertical permanecerá pero el esfuerzo horizontal aumentará, $\sigma'_h > K_o \sigma'_0$
El termino σ'_h , se refiere como presión pasiva de Rankine σ'_p



Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva de Rankine

$$\sigma'_p = \sigma'_0 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

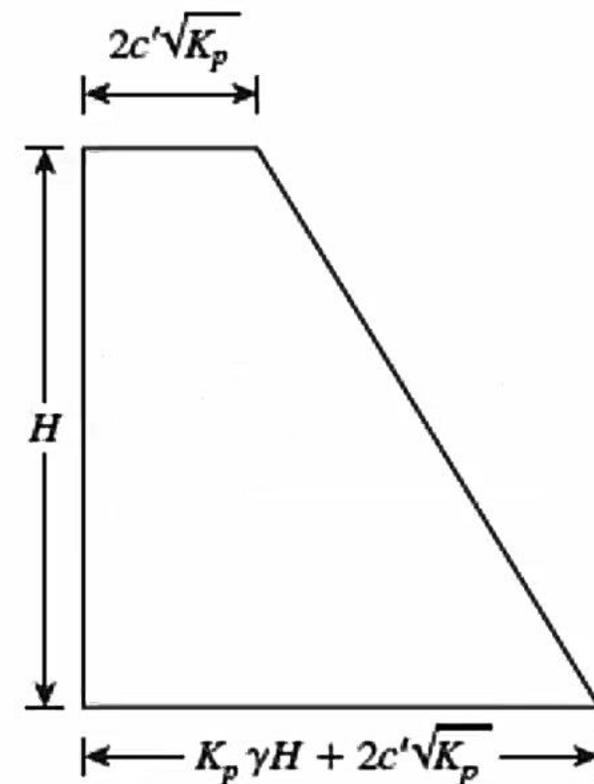
$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$\sigma'_p = \sigma'_0 K_p + 2c' \sqrt{K_p}$$

$$\begin{aligned} z = 0 &\rightarrow \sigma'_0 = 0 & \sigma'_p &= 2c' \sqrt{K_p} \\ z = H &\rightarrow \sigma'_0 = \gamma H & \sigma'_p &= \gamma H K_p + 2c' \sqrt{K_p} \end{aligned}$$

Fuerza pasiva por longitud unitaria es:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p + 2cH \sqrt{K_p}$$



Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

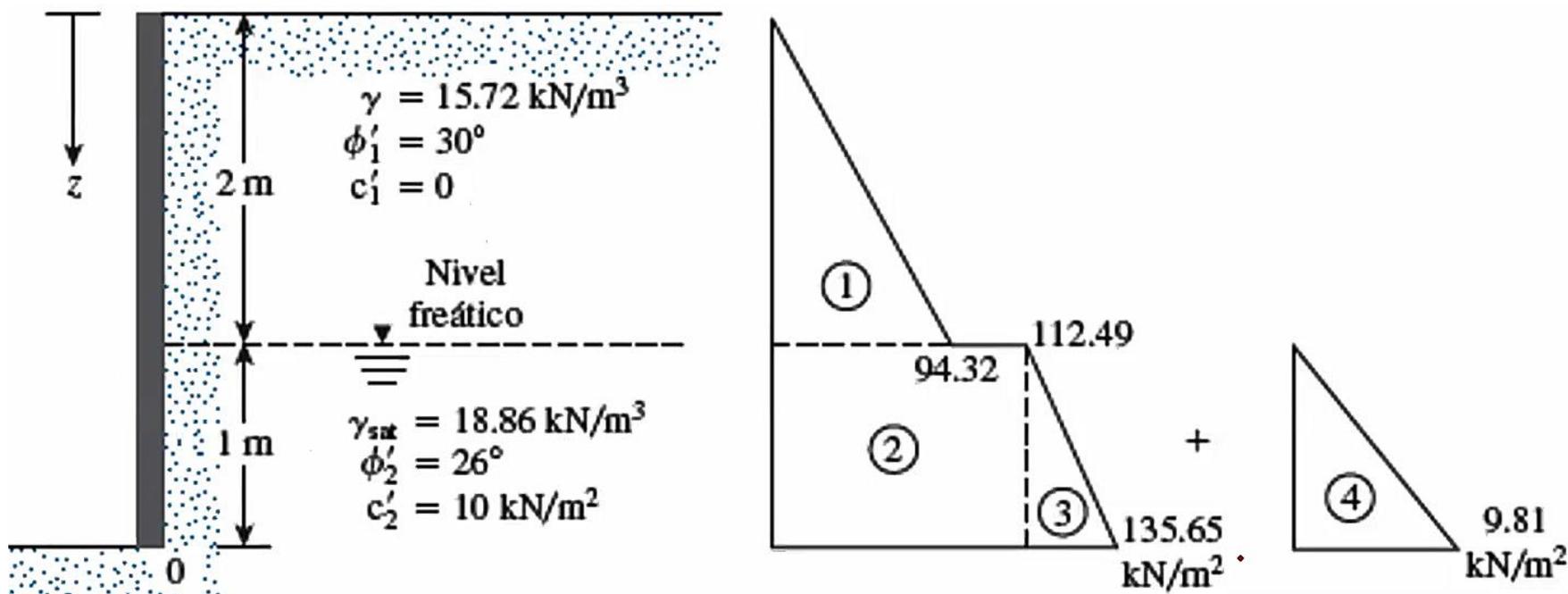
5.3 Inclusión de un dentellón

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva de Rankine

Ejercicio de aplicación

En la figura se muestra un muro de 3m de altura. Determinar la fuerza pasiva de Rankine por longitud unitaria del muro.



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

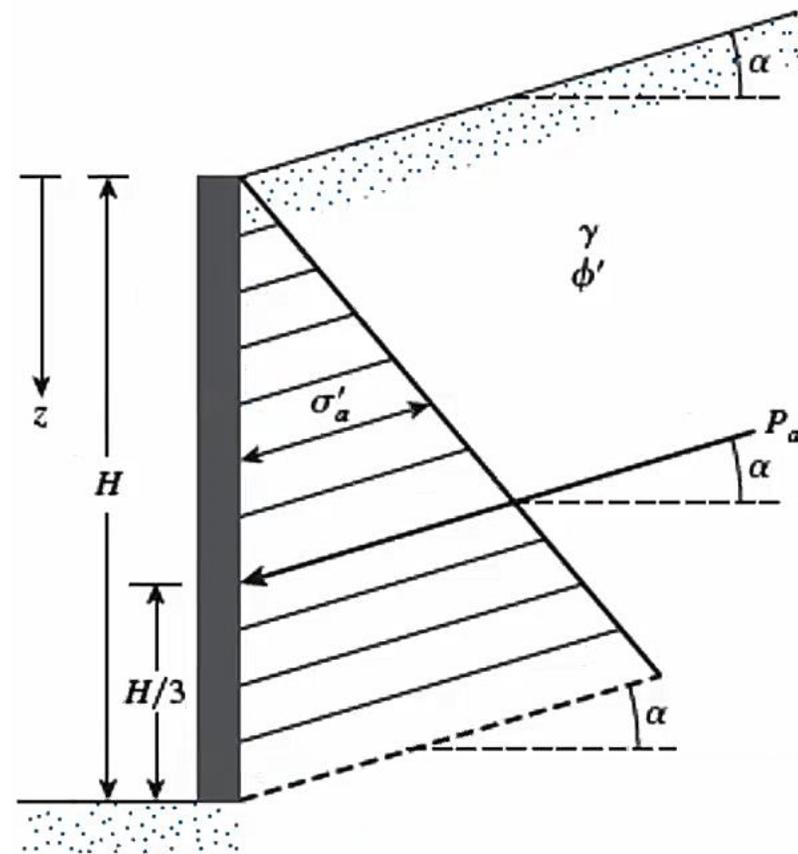
1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva (Cara posterior vertical y relleno inclinado)

$$\sigma'_p = \gamma z K_p$$

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$$

$$K_p = \cos \alpha \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva (Cara posterior vertical y relleno inclinado)

Tabla 7.8 Coeficiente de presión pasiva de tierra K_p [de la ecuación (7.67)].

$\downarrow \alpha$ (grados)	ϕ' (grados) \rightarrow						
	28	30	32	34	36	38	40
0	2.770	3.000	3.255	3.537	3.852	4.204	4.599
5	2.715	2.943	3.196	3.476	3.788	4.136	4.527
10	2.551	2.775	3.022	3.295	3.598	3.937	4.316
15	2.284	2.502	2.740	3.003	3.293	3.615	3.977
20	1.918	2.132	2.362	2.612	2.886	3.189	3.526
25	1.434	1.664	1.894	2.135	2.394	2.676	2.987

Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva (Cara posterior vertical, relleno inclinado y cohesión)

$$\sigma'_p = \gamma z K_p = \gamma z K'_p \cos \alpha$$

$$K'_p = \frac{1}{\cos^2 \phi'} \left\{ 2 \cos^2 \alpha + 2 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right) \cos \phi' \operatorname{sen} \phi' + \sqrt{ \left[4 \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi' + 4 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right)^2 \cos^2 \phi' + 8 \left(\frac{c'}{\gamma z} \right)^2 \cos^2 \alpha \operatorname{sen} \phi' \cos \phi' \right] } \right\} - 1$$

Tabla 79 Valores de K'_p .

ϕ' (grados)	α (grados)	$c' / \gamma z$			
		0.025	0.050	0.100	0.500
15	0	1.764	1.829	1.959	3.002
	5	1.716	1.783	1.917	2.971
	10	1.564	1.641	1.788	2.880
	15	1.251	1.370	1.561	2.732
20	0	2.111	2.182	2.325	3.468
	5	2.067	2.140	2.285	3.435
	10	1.932	2.010	2.162	3.339
	15	1.696	1.786	1.956	3.183
25	0	2.542	2.621	2.778	4.034
	5	2.499	2.578	2.737	3.999
	10	2.368	2.450	2.614	3.895
	15	2.147	2.236	2.409	3.726

Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

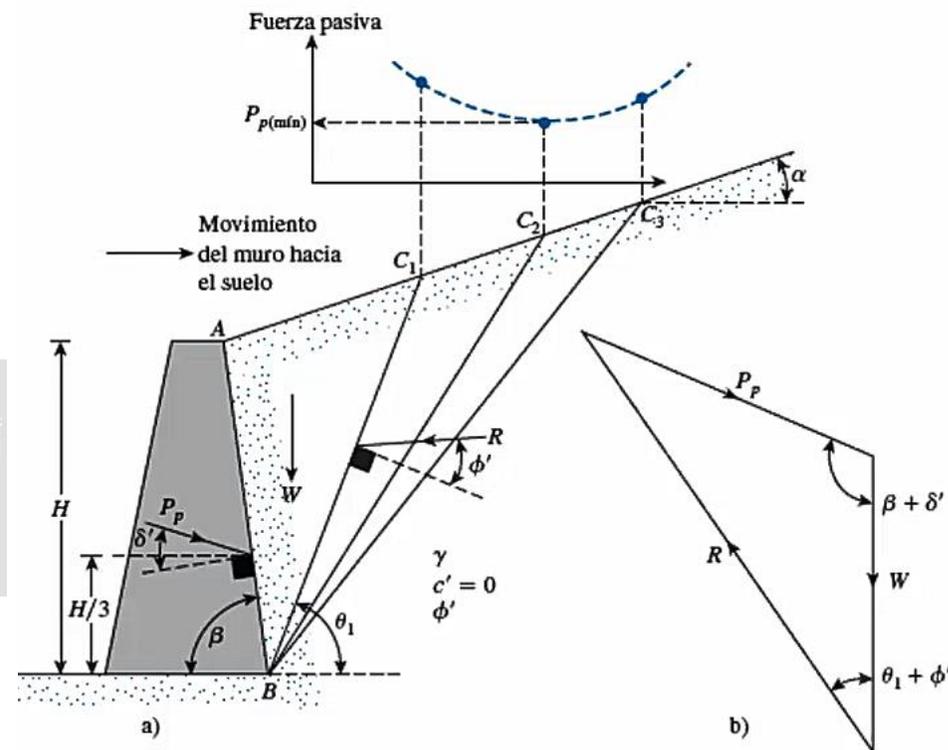
1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva Coulomb

La fuerza pasiva se puede expresar como

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$$

$$K_p = \frac{\text{sen}^3(\beta - \phi')}{\text{sen}^3\beta \text{sen}(\beta + \delta') \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}(\phi' + \alpha)}{\text{sen}(\beta + \delta') \text{sen}(\beta + \alpha)}} \right]^2}$$



Índice

1 Introducción: el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

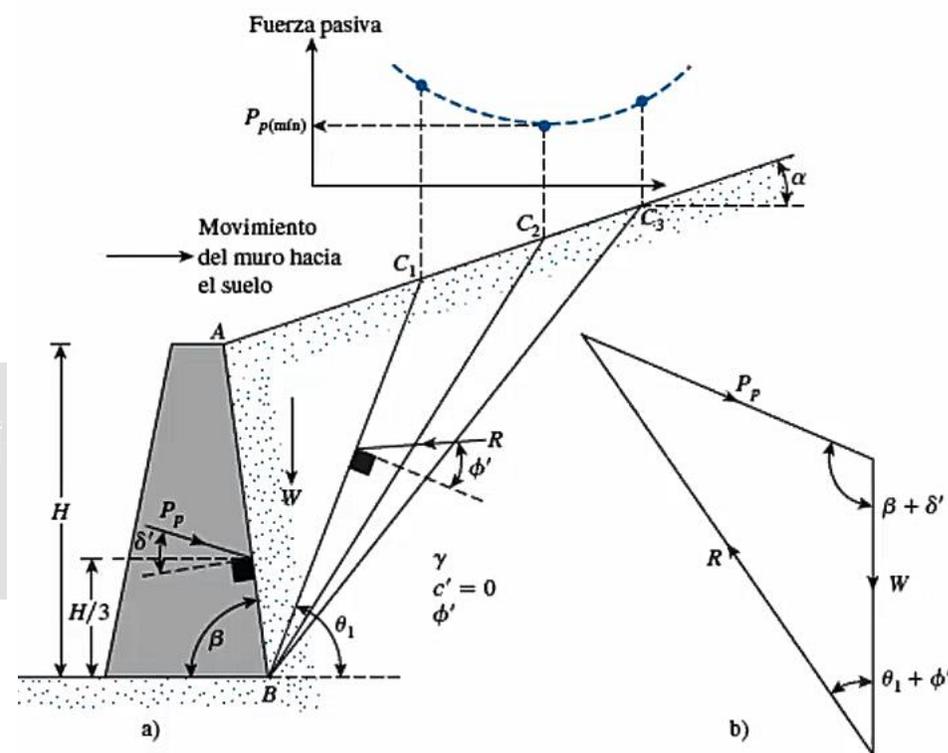
1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva Coulomb

La fuerza pasiva se puede expresar como

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$$

$$K_p = \frac{\text{sen}^3(\beta - \phi')}{\text{sen}^3\beta \text{sen}(\beta + \delta') \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}(\phi' + \alpha)}{\text{sen}(\beta + \delta') \text{sen}(\beta + \alpha)}} \right]^2}$$



Índice

1 **Introducción:** el problema de la presión lateral de tierras.

2, Teoría de la presión lateral de Coulomb.

3. Presión lateral de Rankine.

3.1 Ejercicios de aplicación.

4. Muros de gravedad

4.1 Predimensionamiento.

4.2 Análisis de estabilidad

5. Muros en voladizo.

5.1 Predimensionamiento.

5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

1. El problema de la presión lateral de la tierra

Presión pasiva Coulomb

La siguiente tabla se utiliza cuando la inclinación del muro es 90° y la inclinación de la tierra es igual a 0°

Tabla 7.10 Valores de K_p [de la ecuación (7.71)] para $\beta = 90^\circ$ y $\alpha = 0^\circ$.

ϕ' (grados)	δ' (grados)				
	0	5	10	15	20
15	1.698	1.900	2.130	2.405	2.735
20	2.040	2.313	2.636	3.030	3.525
25	2.464	2.830	3.286	3.855	4.597
30	3.000	3.506	4.143	4.977	6.105
35	3.690	4.390	5.310	6.854	8.324
40	4.600	5.590	6.946	8.870	11.772



Unach

FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS

Libres por la Ciencia y el Saber

Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL

Asignatura: Obras Civiles.

Unidad 4:

Muros de contención

Curso:

Octavo Semestre.

Profesor Asignado:

Andrés Marcillo Zapata.

Periodo académico de ejecución:

Noviembre 2021- Marzo 2022.