



**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. Muros de gravedad.**

1.1 Predimensionamiento

1.2 Análisis de estabilidad

1.3 Diseño del elemento a corte

1.4 Retroalimentación

## **3. Muros en voladizo.**

3.1 Predimensionamiento

3.2 Análisis de estabilidad

3.3 Diseño del acero de refuerzo por flexión y temperatura

3.4 Inclusión de un dentellón

## 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.

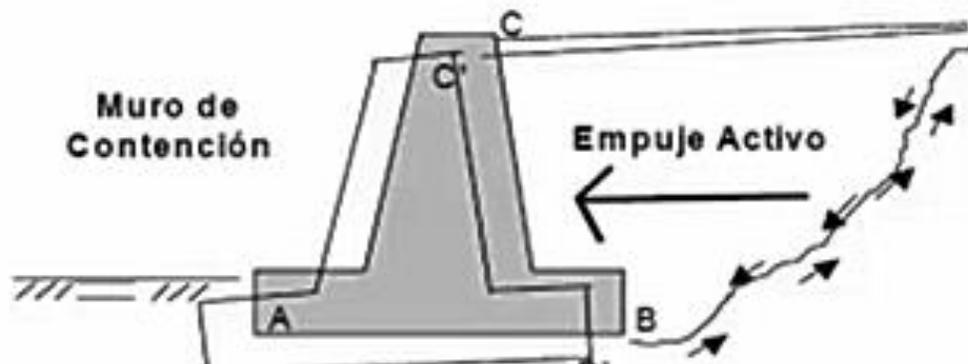
5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

# 1. Muros de contención

## Introducción.



Los muros de contención son elementos estructurales que sirven para soportar empujes de tierra o de otros materiales. Debido a sus beneficios y sus diversos usos existen varios tipos de muros que pueden ser utilizados en función de la altura que estos tendrán.

## 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

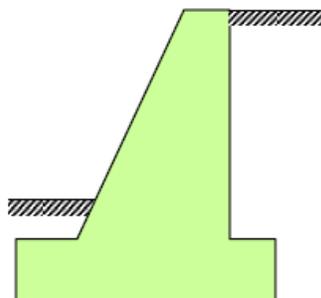
5.3 Inclusión de un dentellón

# 1. Muros de contención

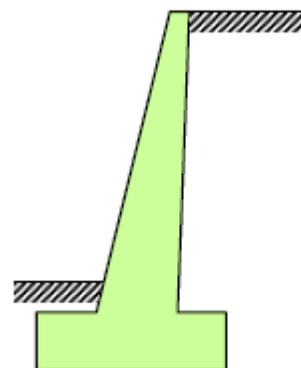
## Clasificación de los muros.

Los muros pueden clasificarse en función de su altura:

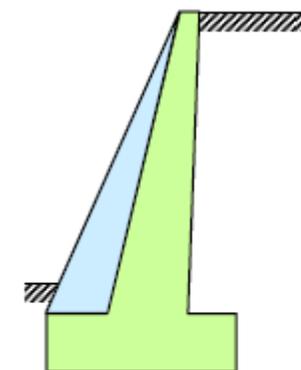
1. Muros de contención a gravedad
2. Muros de contención a semi-gravedad
3. Muros de contención en voladizo
4. Muros de contención con contrafuertes



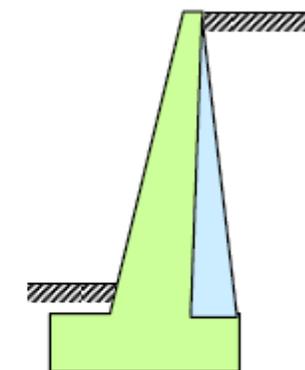
Gravedad  
(Hasta 4-4,5m)



Voladizo  
(De 4m-9m)



Con contrafuertes  
( $H > 9m$ )



## 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

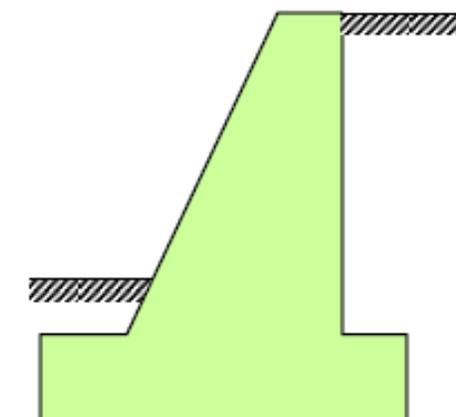
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

# 1. Muros de contención

## Muros de contención de gravedad

Son aquellos contruidos de hormigón ciclópeo y su estabilidad está ligada al peso propio y al suelo sobre el que se apoya. Generalmente estos muros son diseñados para alturas moderadas y llevan hormigón de baja calidad. Así como no disponen de refuerzos, por lo que podría considerarse atractivo por su bajo coste si la altura es baja.



Gravedad  
(Hasta 4-4,5m)

## 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

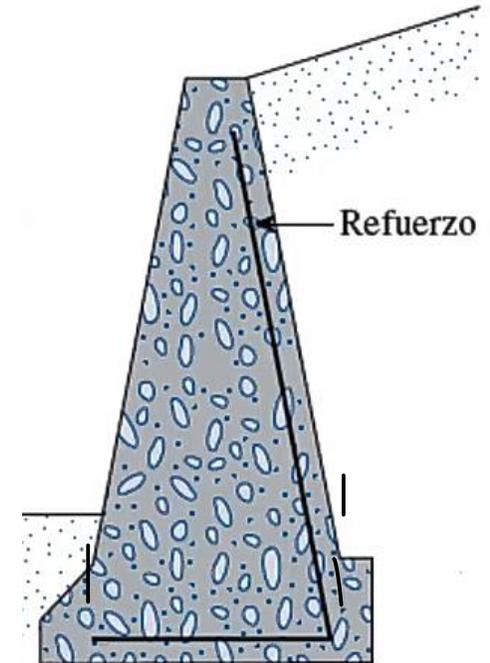
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

# 1. Muros de contención

## Muros de contención de semi-gravedad

Utiliza una mínima cantidad de refuerzo para la construcción de este tipo de muros, este armado principalmente se focaliza en la plantilla del muro con el principal objetivo de absorber la flexión y disminuir su ancho



## 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

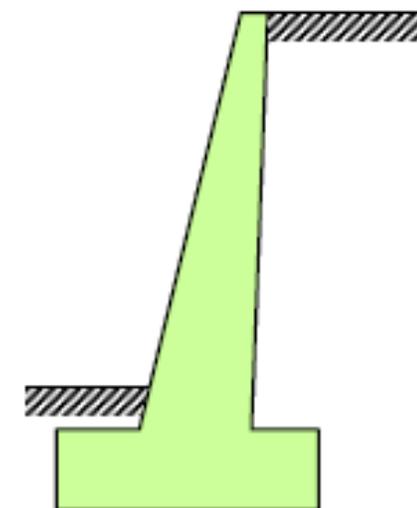
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

# 1. Muros de contención

## Muros de contención en voladizo

También se los conoce como de muros de contención en voladizo o en ménsula, son aquellos construidos con hormigón armado y están compuestos básicamente por un muro delgado y una losa o zapata de base. Estos muros resisten el empuje de tierras y logran la estabilidad debido a su forma en "T", de manera que la tierra ubicada en la parte posterior de la zapata ayuda a contrarrestar el vuelco y aumenta la fricción entre el suelo y la estructura por lo que se tiene mayor seguridad al deslizamiento.



Voladizo  
(De 4m-9m)

## 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

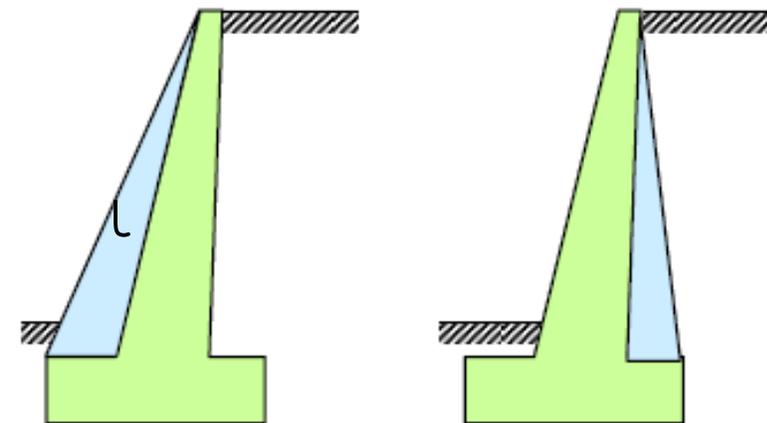
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

# 1. Muros de contención

## Muros de contención con contrafuerte

Son muy parecido a los muros en voladizo, con la diferencia de tener transversalmente elementos que unen al muro y el cimiento. Estos se presentan a intervalos regulares y tienen el objetivo de reducir los momentos y las fuerzas cortantes, los contrafuertes si trabajan a tracción no son tan eficientes, por esta razón muchas veces se ubican delante del muro logrando que trabajen a compresión.



contrafuerte  
( $H > 9\text{m}$ )

## 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

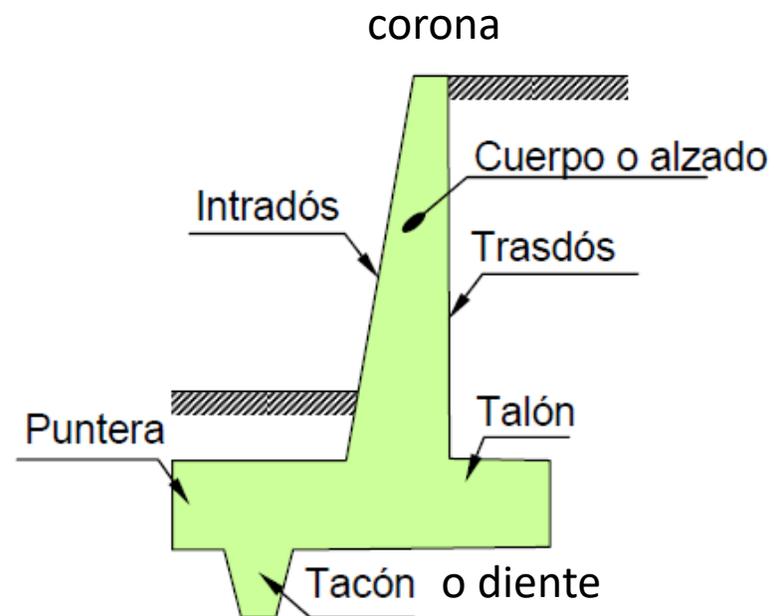
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

# 1. Muros de contención

## Partes de un muro de contención.

Existen diferentes elementos en un muro de contención, que van a depender de tipo de muro que estemos diseñando, pero se debe destacar que para las partes principales de un muro son las siguientes:



## 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

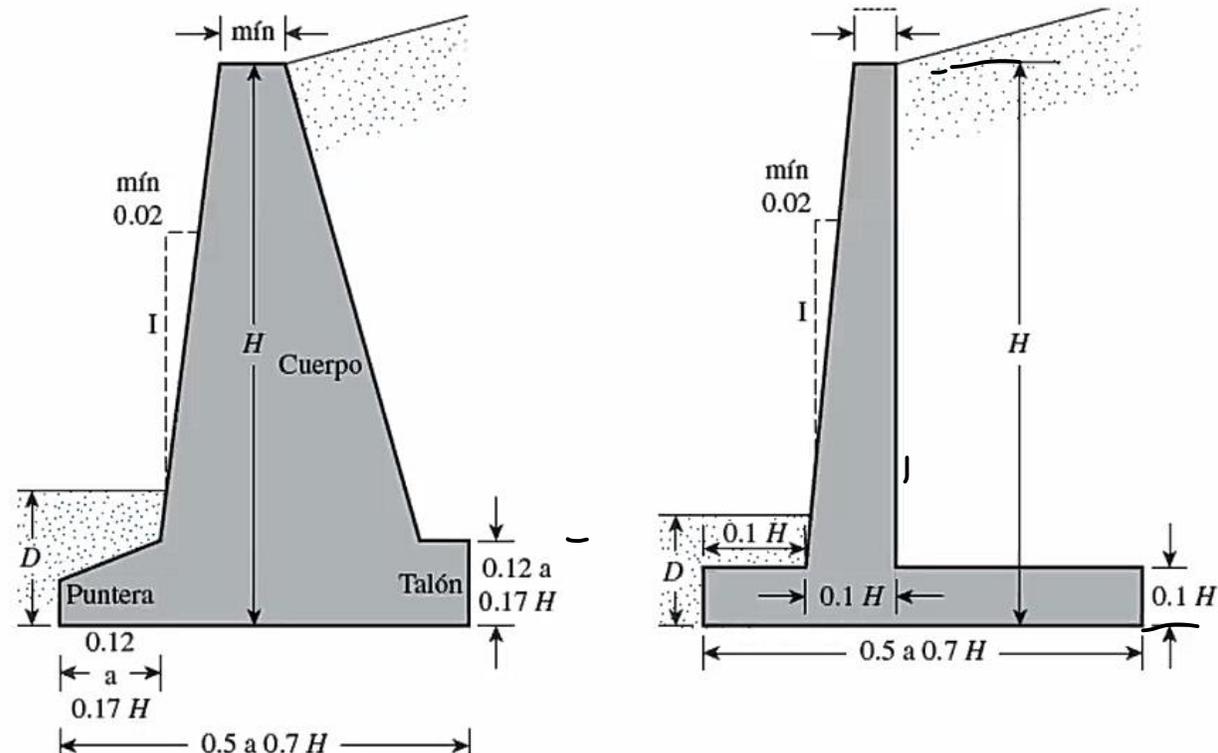
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

# 1. Muros de contención

## Predimensionamiento de muros de contención de gravedad y voladizo

- En cualquier muro, la corona no debe ser menor a 0,3m para colocar de manera adecuada el hormigón
- La profundidad de la losa base debe tener mínimo 0,5 m



## 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

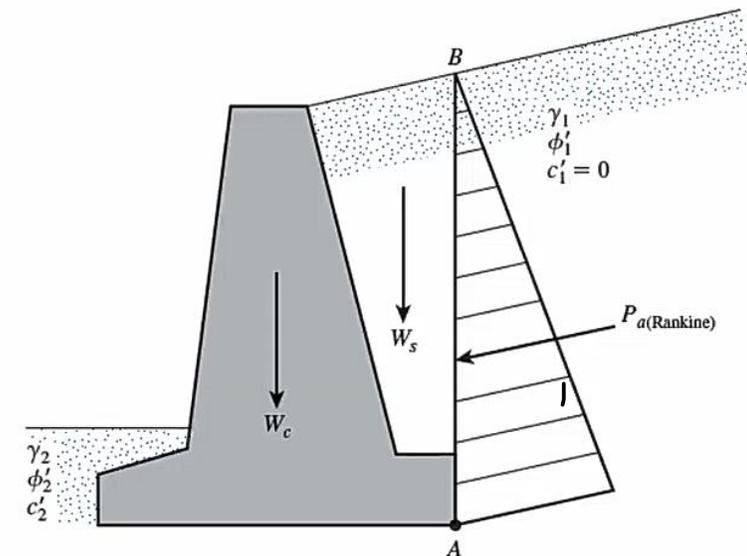
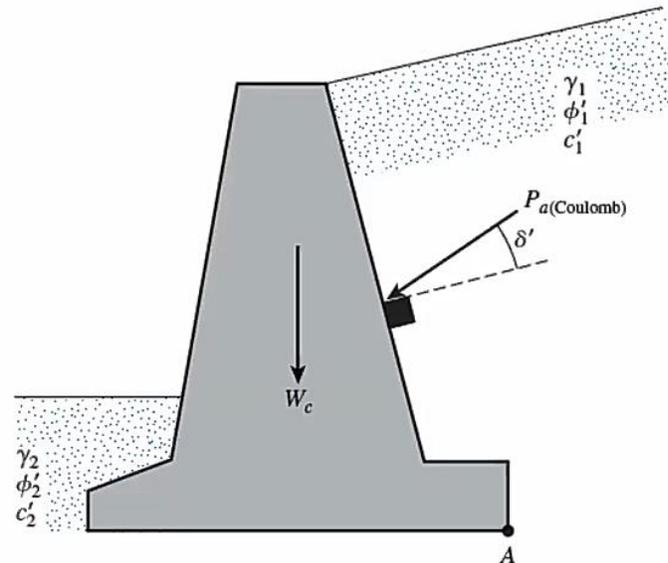
5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

# 1. Muros de contención

## Aplicación de teorías de presión lateral de tierras

- En muros de gravedad también se puede aplicar la teoría de Rankine.
- Se puede aplicar la teoría de Coulomb, en este caso no se considera el peso del suelo que ya en su resultante ya incluye el ángulo de fricción entre el muro y el suelo.



## 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. Muros de contención

## Fases de diseño

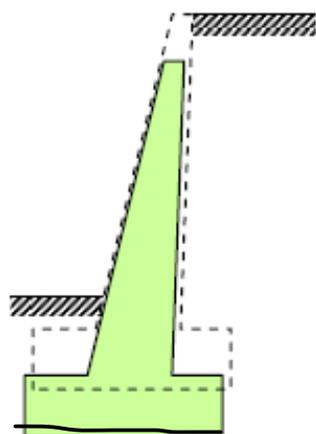
### Control de estabilidad

- Volcamiento
- Deslizamiento
- Capacidad de carga (Hundimiento)

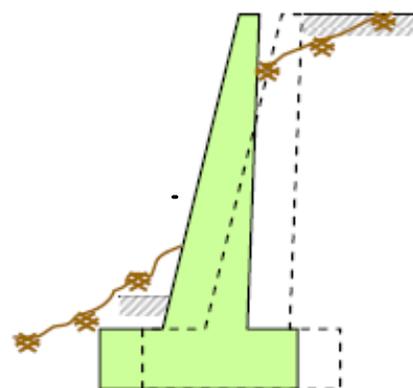
### Armado de muro de contención.

- Reforzamiento

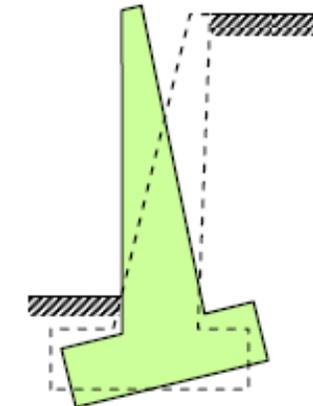
### ✓ Hundimiento



### ✓ Deslizamiento



### ✓ Vuelco



## 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

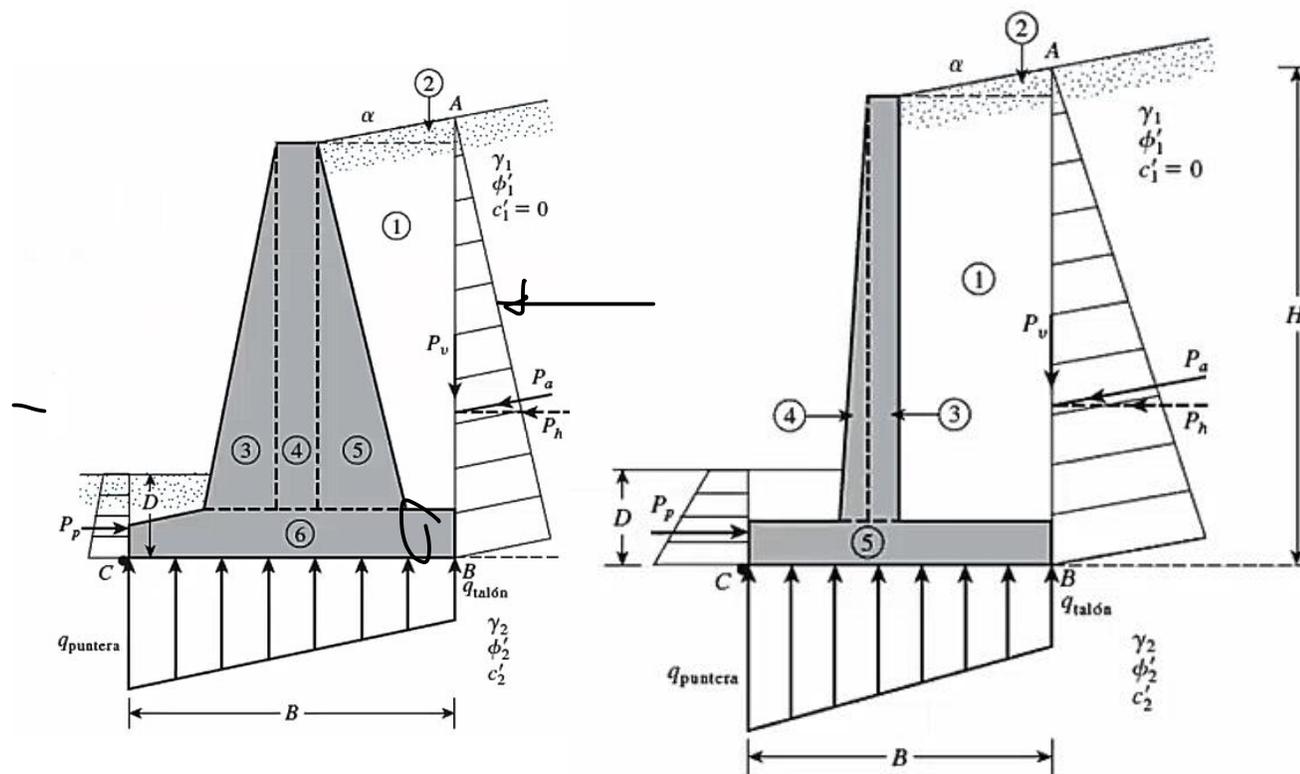
5.3 Inclusión de un dentellón

# 1. Muros de contención

## Control de estabilidad por volcamiento.

$$FS_{volcamiento} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O}$$

- $\sum M_O$  = Suma de los momentos de las fuerzas que tienden a volcar al muro respecto al punto C.
- $\sum M_R$  = Suma de los momentos de las fuerzas que tienden a resistir el volcamiento del muro respecto al punto C.



## 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. Muros de contención

## Control de estabilidad por volcamiento.

- El momento de volcamiento es:

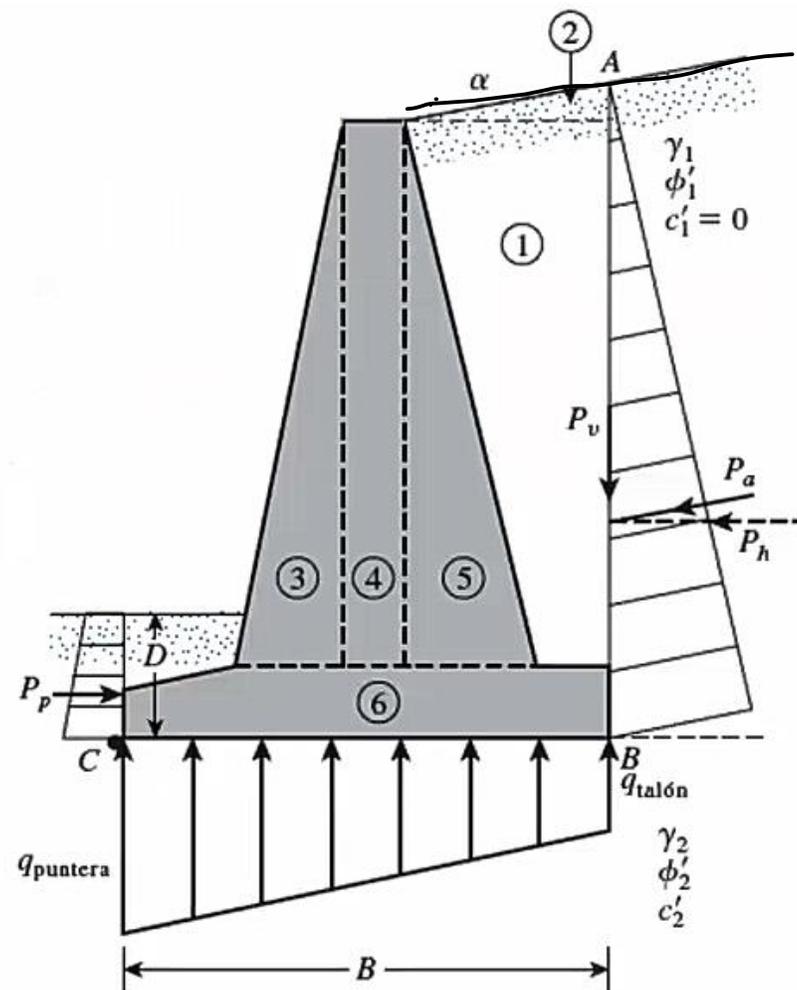
$$\sum M_o = P_h \left( \frac{H'}{3} \right)$$

$$P_h = P_a \cos \alpha$$

- $\sum M_R$  se calcula ignorando  $P_p$  (Fuerza pasiva). Se debe considerar el peso de suelo arriba del talón y el peso del concreto.  $P_v$  también contribuye al momento resistente.

$$P_v = P_a \sen \alpha$$

- El valor usual para el FS respecto a las falla por volcamiento es de 2 a 3.



## 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

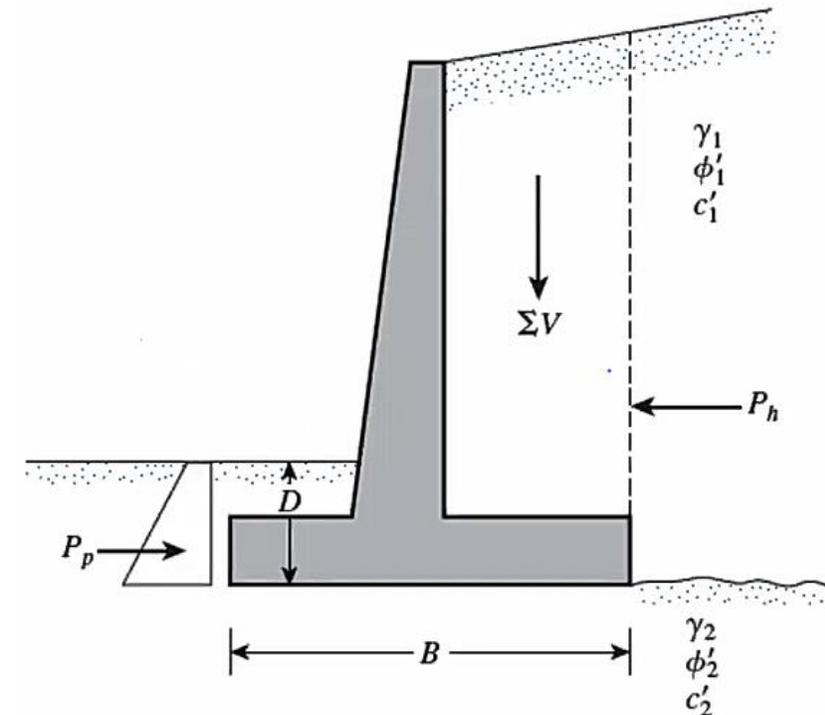
5.3 Inclusión de un dentellón

# 1. Muros de contención

## Control de estabilidad por deslizamiento.

$$FS_{deslizamiento} = \frac{\sum F_R}{\sum F_0}$$

- $\sum F_R$  = Suma de las fuerzas resistentes
- $\sum F_0$  = Suma de las fuerzas horizontales de empuje



## 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. Muros de contención

### Control de estabilidad por deslizamiento.

- La cortante del suelo inmediatamente debajo de la losa se representa como:

$$s = \tau = \sigma' \tan \delta' + c'_a$$

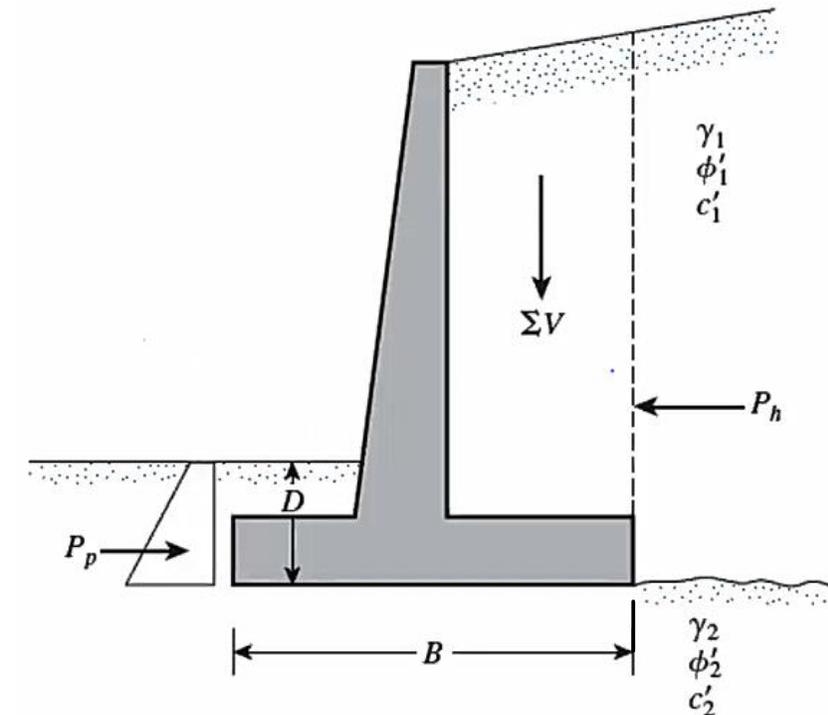
- $\delta'$  = ángulo de fricción entre el suelo y la losa base =  $k_1 \phi_1$
- $c'_a$  = adhesión entre el suelo y la losa de base =  $k_2 c_2$
- $k_1$  y  $k_2$  están entre 1/2 a 2/3 el ángulo de fricción interna.

- Al calcular la resistente R

$$s(Bx1) = B\sigma' \tan \delta' + Bc'_a$$

- $B\sigma'$  es igual a la sumatoria de fuerzas verticales.

$$R' = \left( \sum V \right) \tan \delta' + Bc'_a$$



## 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 dentellón

# 1. Muros de contención

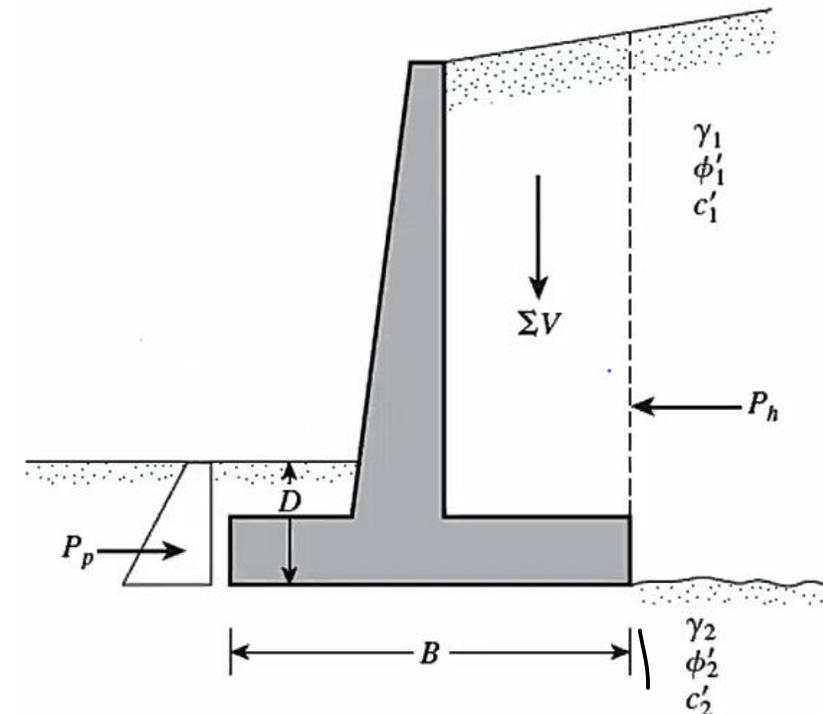
## Control de estabilidad por deslizamiento.

$$\sum F_R = \left( \sum V \right) \tan \delta' + Bc'_a + P_p$$

$$\sum F_0 = P_a \cos \alpha$$

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{(\sum V) \tan \delta' + Bc'_a + P_p}{P_a \cos \alpha}$$

El valor mínimo para FS respecto a la falla por deslizamiento es de 1,5



## 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

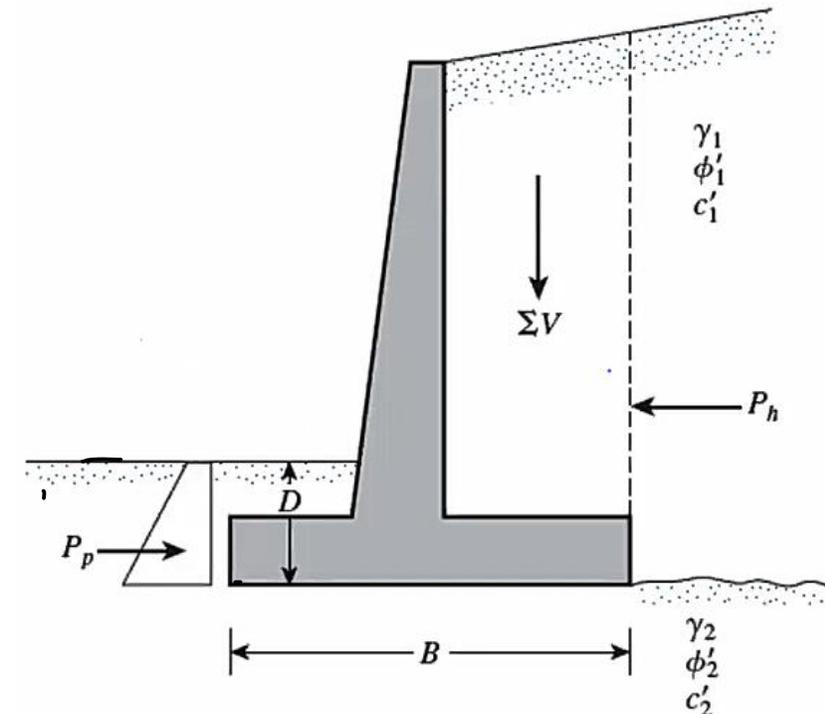
# 1. Muros de contención

## Control de estabilidad por deslizamiento.

- Aumentar el ancho de la losa base (el talón)
- Utilizar un dentellón en la losa base aumentando la fuerza  $P_p$

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma_2 D_1^2 K_p + 2c'_2 D_1 \sqrt{K_p}$$

- Uso de un ancla de hombre muerto en el cuerpo 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 dentellon

# 1. Muros de contención

## Control de estabilidad por capacidad de carga.

- Se calcula la presión máxima en la puntera y talón de la base

$$R = \sum V + P_h$$

$\sum V$  = sumatoria de esfuerzos verticales actuantes sobre la losa.

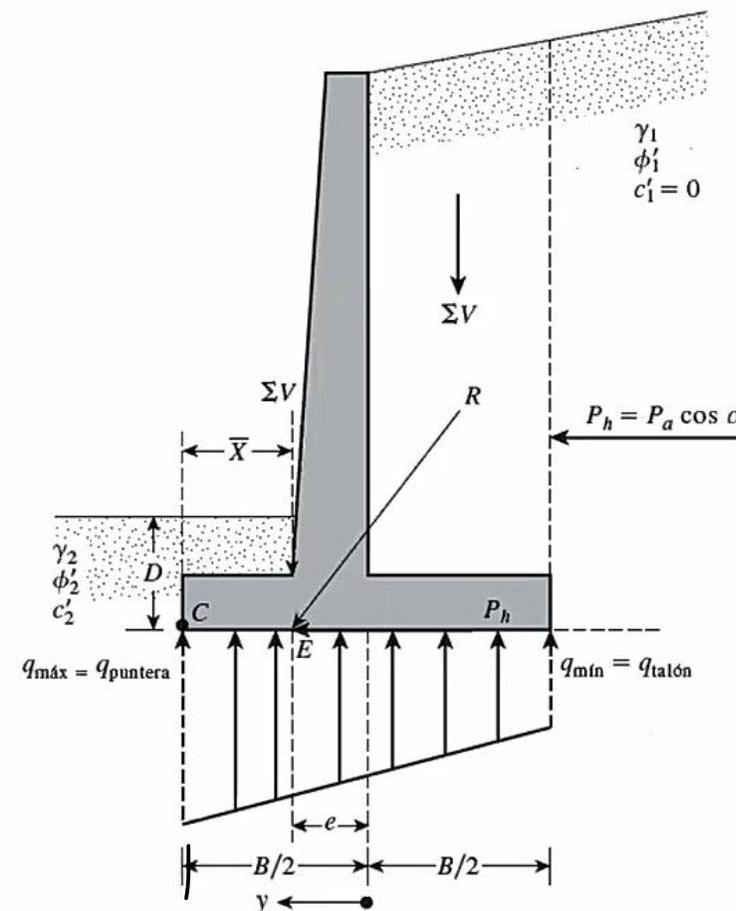
$$M_{neto} = \sum M_r - \sum M_0$$

- Considerando el punto de acción de la resultante R la longitud CE es:

$$CE = \frac{M_{neto}}{\sum V}$$

- La excentricidad e es:

$$e = \frac{B}{2} - CE$$



## 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. Muros de contención

## Control de estabilidad por capacidad de carga.

- Para la distribución de presiones sobre la losa se tiene

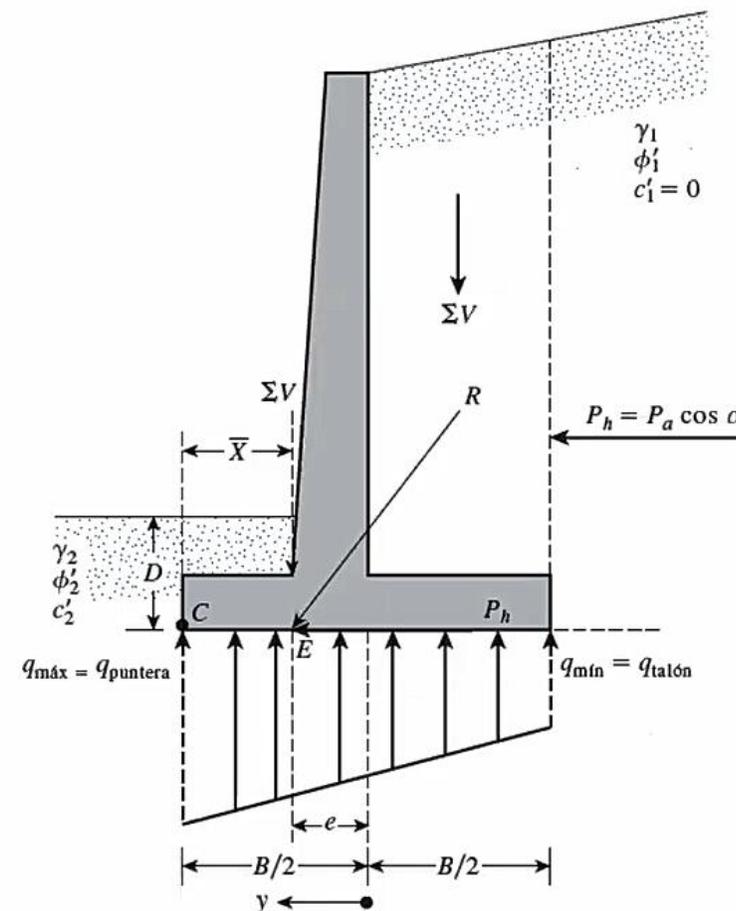
$$q = \frac{\sum V}{A} \pm \frac{6M}{BL^2}$$

- La presión máxima será en la puntera:

$$q_{max} = \frac{\sum V}{Bx1} \left( 1 + \frac{6e}{B} \right)$$

- La presión mínima en el talón:

$$q_{min} = \frac{\sum V}{Bx1} \left( 1 - \frac{6e}{B} \right)$$



## 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. Muros de contención

## Control de estabilidad por capacidad de carga.

Para determinar el factor de seguridad es necesario encontrar la presión ultima de suelo según Meyerhof

$$q_u = cN_c F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

$$q = \gamma_2 * D$$

$$B' = B - 2e$$

$N_c, N_q, N_\gamma$  son factores dependen del ángulo de fricción interna.

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D}{B'}$$

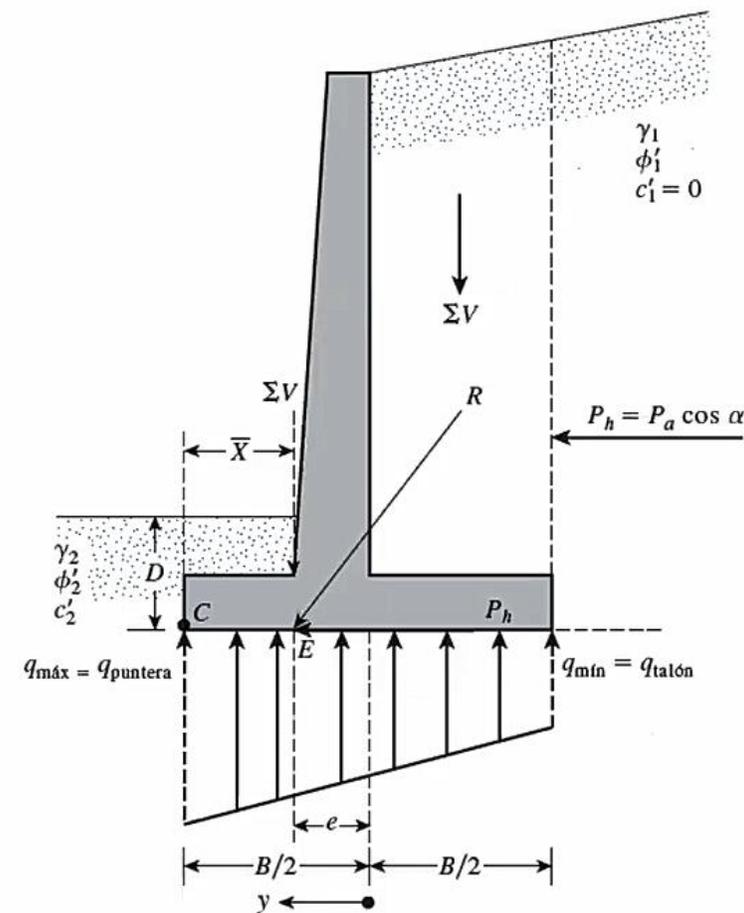
$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi} ; F_{\gamma d} = 1$$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\psi}{90}\right)^2 ; F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\psi}{\phi}\right)^2$$

$$\psi = \tan^{-1} \left( \frac{P_a \cos \alpha}{\Sigma V} \right)$$

**Se requiere un factor de seguridad igual a mayor a 3**

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



## 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

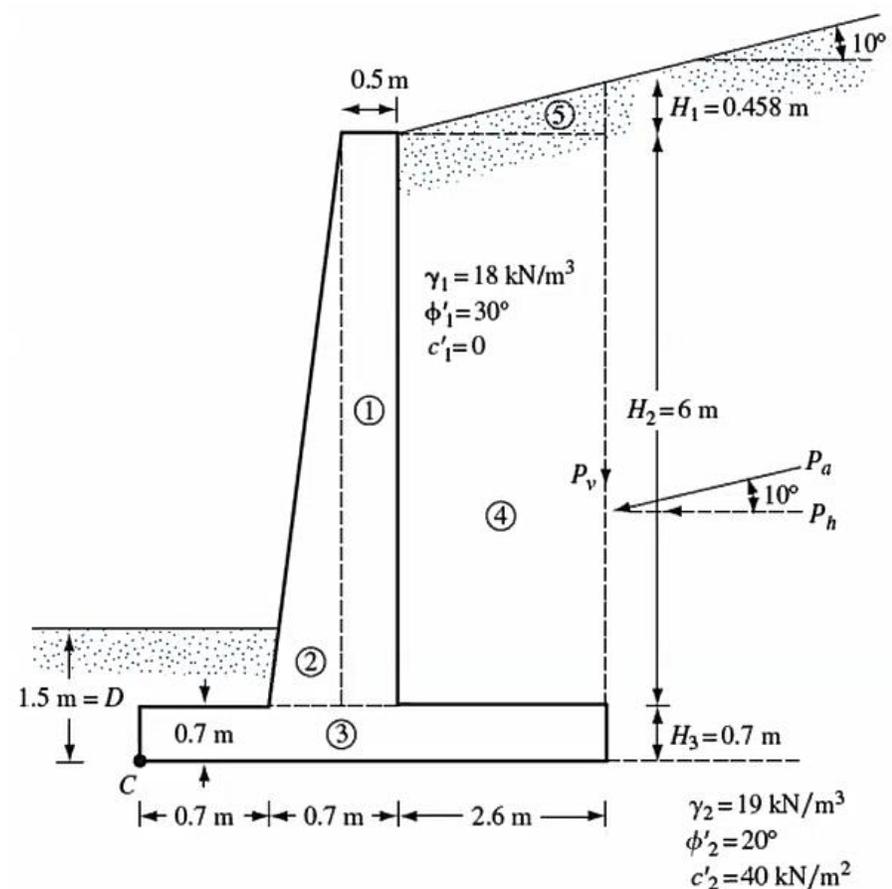
5.3 Inclusión de un dentellon

# 1. Muros de contención

## Ejercicio de control de estabilidad.

En la figura se muestra la sección transversal de un muro de contención en voladizo, Calcule los factores de seguridad con respecto a volcamiento, deslizamiento y capacidad de carga.

$$k_1 = k_2 = 2/3$$



## 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. Muros de contención

## Ejercicio de control de estabilidad.

### 1) Cálculo de la altura total

$$H' = H_1 + H_2 + H_3$$

$$H' = 4,58 + 6 + 0,7$$

$$H' = 7,158m$$

$$H_1 = 2,6 * \tan\alpha$$

$$H_1 = 2,6 * \tan 10^\circ$$

$$H_1 = 0,458m$$

### 1) Calculo de las acciones actuantes

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

$$P_a = \frac{1}{2} * 18 * 7,158^2 * 0,3495$$

$$P_a = 161,186kN/m$$

$$P_v = P_a \sin \alpha$$

$$P_v = 161,186 \sin 10^\circ$$

$$P_v = 27,99kN/m$$

*Ka viene de la tabla*

$$P_h = P_a \cos \alpha$$

$$P_h = 161,186 \cos 10^\circ$$

$$P_h = 158,74kN/m$$

$$\sum M_o = P_h \left( \frac{H'}{3} \right)$$

$$\sum M_o = 158,74 \left( \frac{7,158}{3} \right) = 378,77kN.m$$

## 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. Muros de contención

## Ejercicio de control de estabilidad.

### 3) Cálculo de las acciones resultantes

Seccion	b(m)	h(m)	A(m2)	γ (kN/m3)	W(kN/m)	d(m)	Mom (kN.m/m)
1	0,5	6	3	24	72,00	1,15	82,80
2	0,2	6	0,6	24	14,40	0,833	12,00
3	4	0,7	2,8	24	67,20	2	134,40
4	2,6	6	15,6	18	280,80	2,7	758,16
5	2,6	0,458	0,596	18	10,73	3,133	33,61
Fuerza					27,99	4	111,96
				ΣW	473,12	Σmon	1132,93

### 4) Factor de seguridad al volcamiento

$$FS_{volcamiento} = \frac{\sum M_R}{\sum M_o}$$

$$FS_{volcamiento} = \frac{1132,93kN.m}{378,77kN.m}$$

$$FS_{volcamiento} = 2,99 > 2 \therefore OK$$

## 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. Muros de contención

## Ejercicio de control de estabilidad.

### 5) Factor de seguridad al deslizamiento.

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

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{20}{2} \right)$$
$$K_p = 2,04$$

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma_2 D_1^2 K_p + 2c'_2 D_1 \sqrt{K_p}$$

$$P_p = \frac{1}{2} * 19 * 1,5^2 * 2,04 + 2 * 40 * 1,5 \sqrt{2,04}$$

$$P_p = 214,97 \text{ kN/m}$$

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{(\sum V) \tan k_1 \delta' + B k_2 c'_a + P_p}{P_a \cos \alpha}$$

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{(473,12) \tan \left( \frac{2}{3} * 20 \right) + 4 * \left( \frac{2}{3} * 40 \right) + 214,97}{158,74}$$

$$FS_{\text{deslizamiento}} = 2,73 > 1,5 \therefore OK$$

## 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. Muros de contención

## Ejercicio de control de estabilidad.

### 6) Factor de seguridad capacidad de carga

$$x = \frac{\sum M_r - \sum M_0}{\sum V}$$

$$x = \frac{1132,93 - 378,77}{473,12}$$

$$x = 1,59m$$

$$q_{max} = \frac{\sum V}{Bx1} \left( 1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{max} = \frac{473,12}{4} \left( 1 + \frac{6(0,406)}{4} \right)$$

$$q_{max} = 190,31kN/m^2$$

$$q_{min} = \frac{473,12}{4} \left( 1 - \frac{6(0,406)}{4} \right)$$

$$q_{min} = 46,25kN/m^2$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = \frac{4}{2} - 1,59$$

$$e = 0,406m$$

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

$$B' = B - 2e = 4 - 2(0,406)$$

$$B' = 3,188m$$

$$q = \gamma * D = \frac{19kN}{m^3} * 1,5m = 28,5kN/m^2$$

$$q_u = 40 * 17,69 + 28,5 * 7,44 + \frac{1}{2} * 19 * 3,188 * 3,64$$

$$q_u = 1029,88 \frac{kN}{m^2}$$

$$FS_{carga} = \frac{q_u}{q_{max}} = \frac{1029,88kN/m^2}{190,31kN/m^2} = 5,412 > 3 \therefore OK$$

## 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.

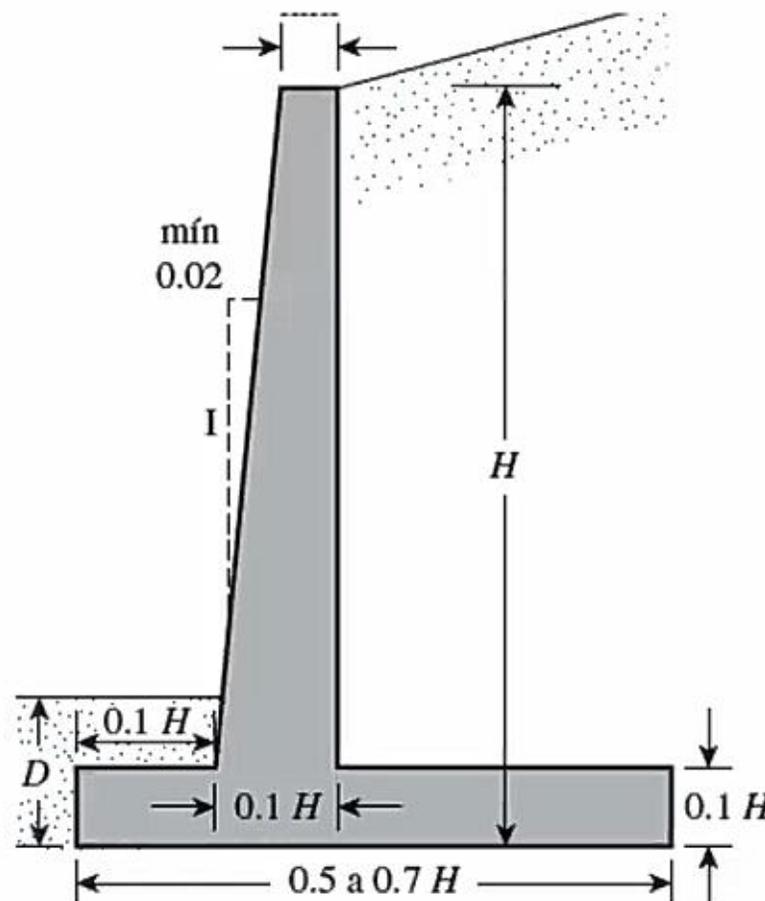
5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellon

# 1. Muros de contención

## Predimensionamiento de un muro en voladizo



## 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.

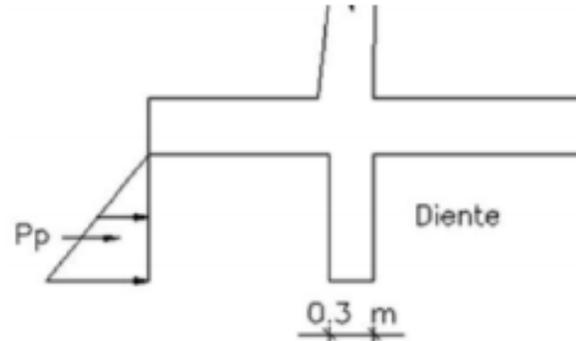
5.2 Análisis de estabilidad

5.2 Armado

5.3 Inclusión de un dentellón

# 1. Muros de contención

**En caso de no controlar el deslizamiento se puede incluir un dentellón**



$$\phi_2, \alpha$$

$$FSd \text{ min} = 1,5$$

$$Kp$$

## 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. Muros de contención

## Dentellón

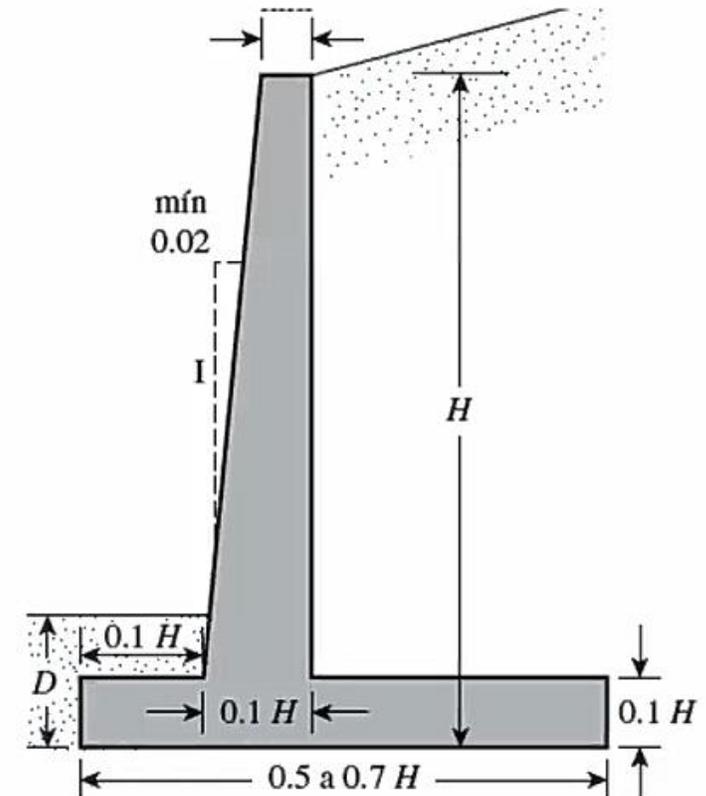
$W_{total} \rightarrow$  *Peso del relleno y del muro*

$$P_p = F S d * P_{ah} - 0,58(W_{total})$$

$h_p \rightarrow$  *Altura del dentellón*

$$h_p = \sqrt{\frac{2 * P_p}{\gamma * K_p}}$$

$d =$  *espesor del dentellón* – 0,075m



## 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. Muros de contención

## Dentellón

$$P_{pu} = 1,6 * P_p$$

$$M_u = \frac{2}{3} * P_{pu} * h_p$$

Acero longitudinal

$$A_s = 0,85 \frac{f'c \cdot b \cdot d}{F_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{0,85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot b \cdot d^2}} \right)$$

$$A_{s_{min}} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d$$

Longitud de desarrollo

$$L_d = \left( \frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e \cdot \lambda}{1,4 \sqrt{f'c}} \right) d_b$$

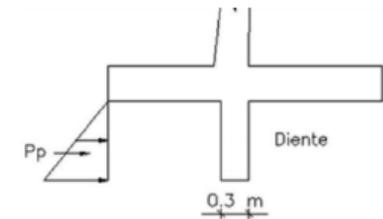
Donde:

$d_b =$  diametro de la varilla(m)

$$\psi_t \cdot \psi_e \cdot \lambda = 1$$

Acero transversal (temperatura)

$$A_s = 0,0018 * b * d$$





**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.