

MUROS

Tipologías

Muros de contención → De gravedad
Muros en L
De contrafuertes
De bandejas
Muros criba
De tierra armada

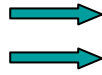
Muros de sótano

Muros de cimentación

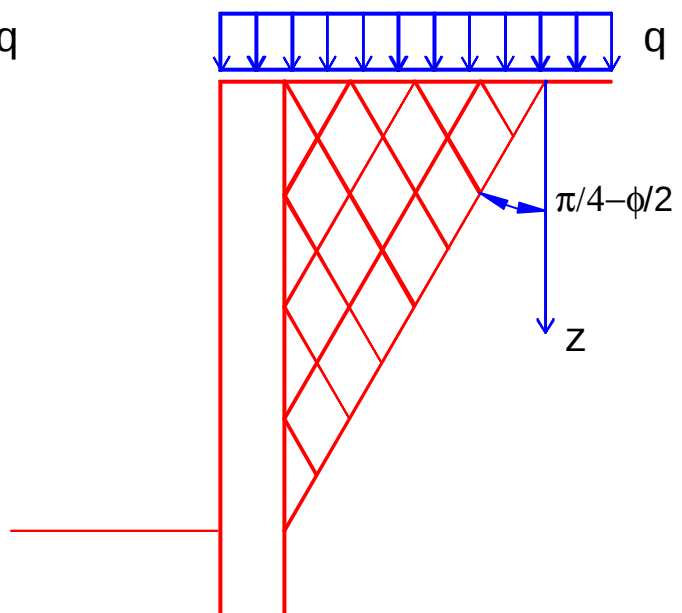
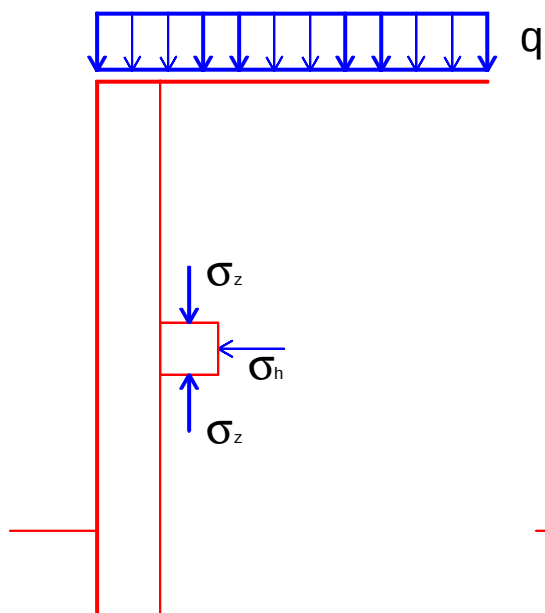
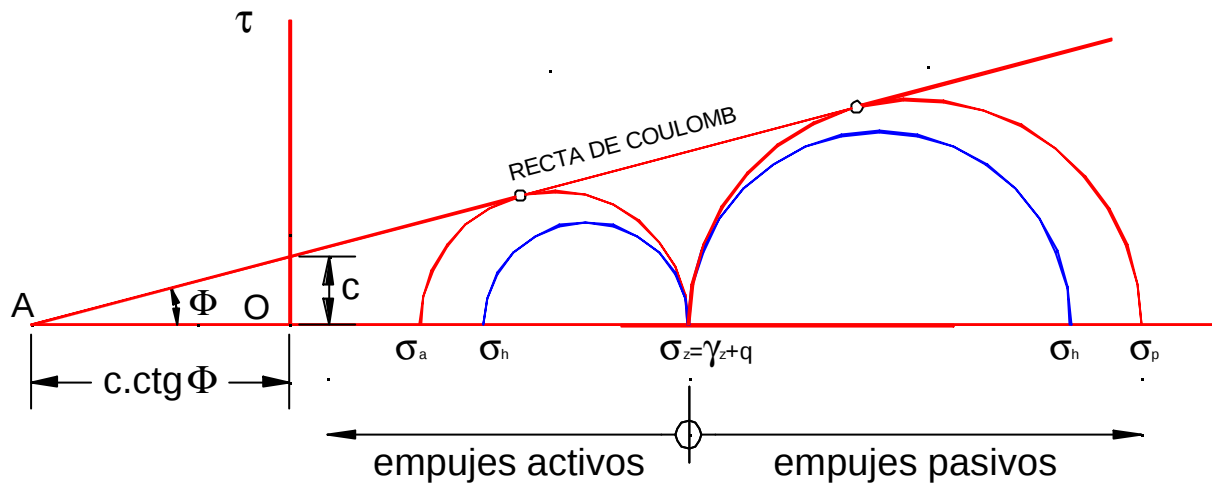
Muros pantalla → De paneles
De pilotes

EMPUJES DE RANKINE.

Estado activo
Estado pasivo



El terreno empuja contra la estructura
La estructura empuja contra el muro



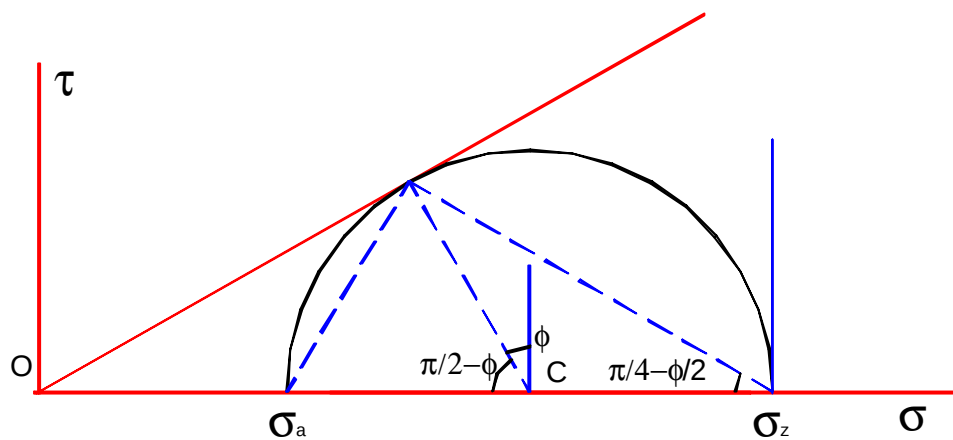
Empuje activo

s_h !

valor inicial
desconocido

s_h ! Disminuye hasta llegar a la
rotura del terreno

Empuje del terreno sobre el muro ! Empuje activo.

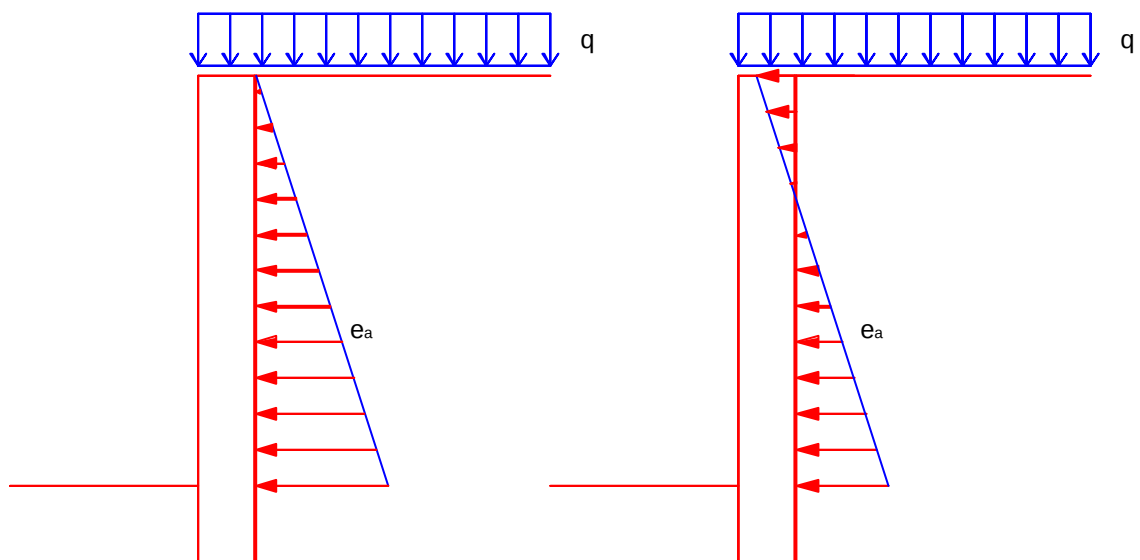


Suelos incoherentes (Suelo natural o relleno)

$$\sigma_a = \lambda_a \cdot (\gamma z + q) \quad \lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

Suelos coherentes (poco preciso)

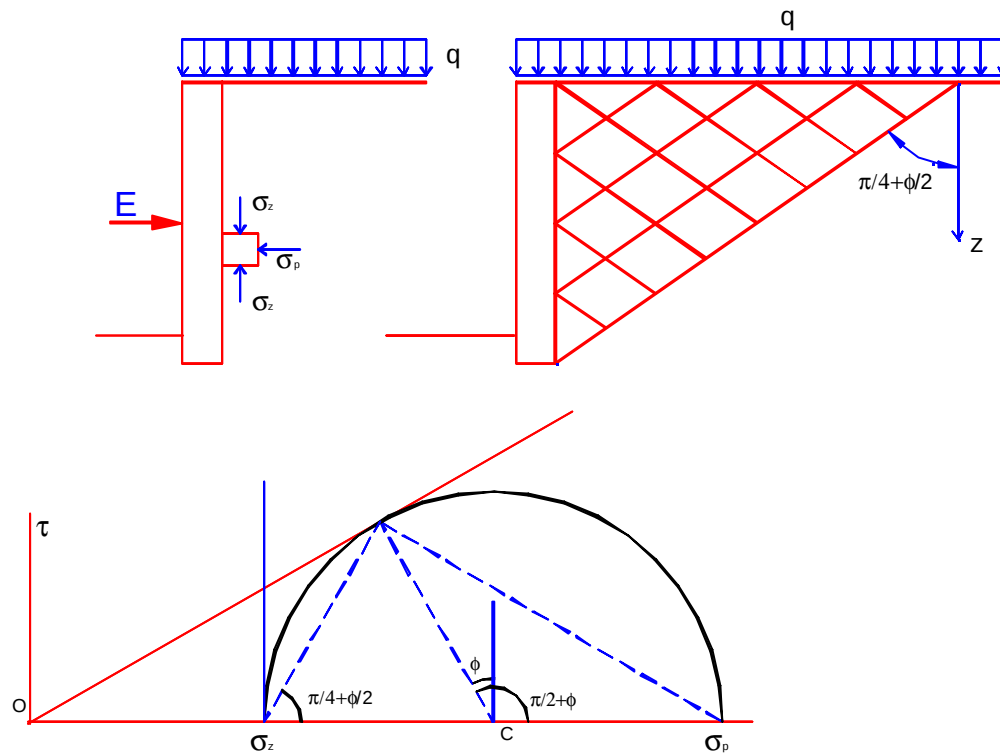
$$\sigma_a = -2c\sqrt{\lambda_a} + \lambda_a(\gamma_z + q) \quad \lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$



Suelos incoherentes

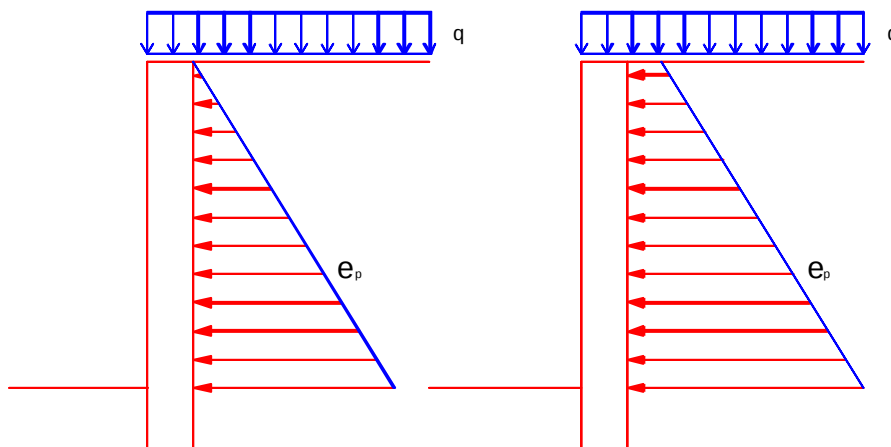
Suelos coherentes

Empuje del muro sobre el terreno ! Empuje pasivo.



Suelos incoherentes $\sigma_a = \lambda_a \cdot (\gamma z + q)$ $\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$

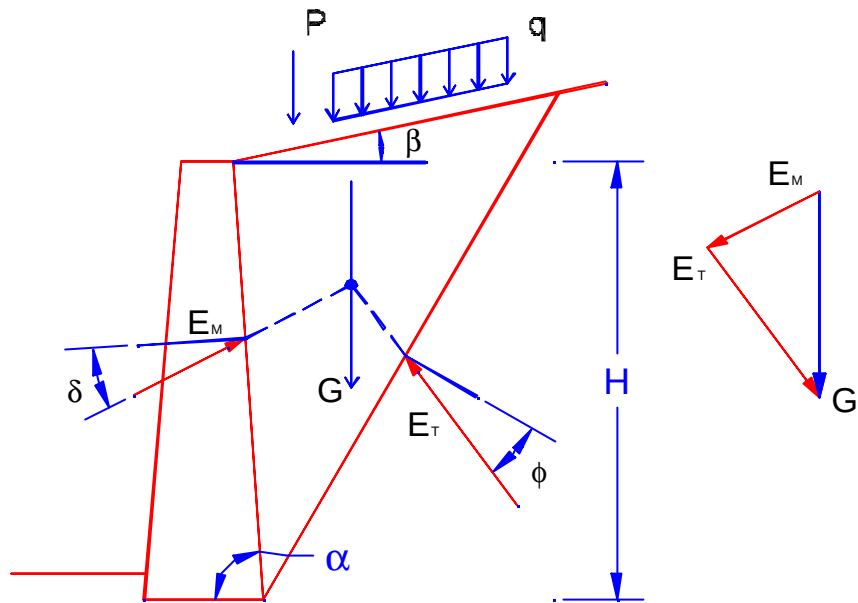
Suelos coherentes $\sigma_a = -2c\sqrt{\lambda_a} + \lambda_a(\gamma z + q)$ $\lambda_a = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$



Suelos incoherentes

Suelos coherentes

EMPUJE ACTIVO: TEORÍA DE COULOMB.



Terreno sin sobrecarga

$$p_h = \lambda_h \cdot \gamma \cdot z$$

$$p_v = \lambda_v \cdot \gamma \cdot z$$

Siendo

$$\lambda_h = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\lambda_v = \lambda_h \cdot \operatorname{ctg}(\alpha - \delta)$$

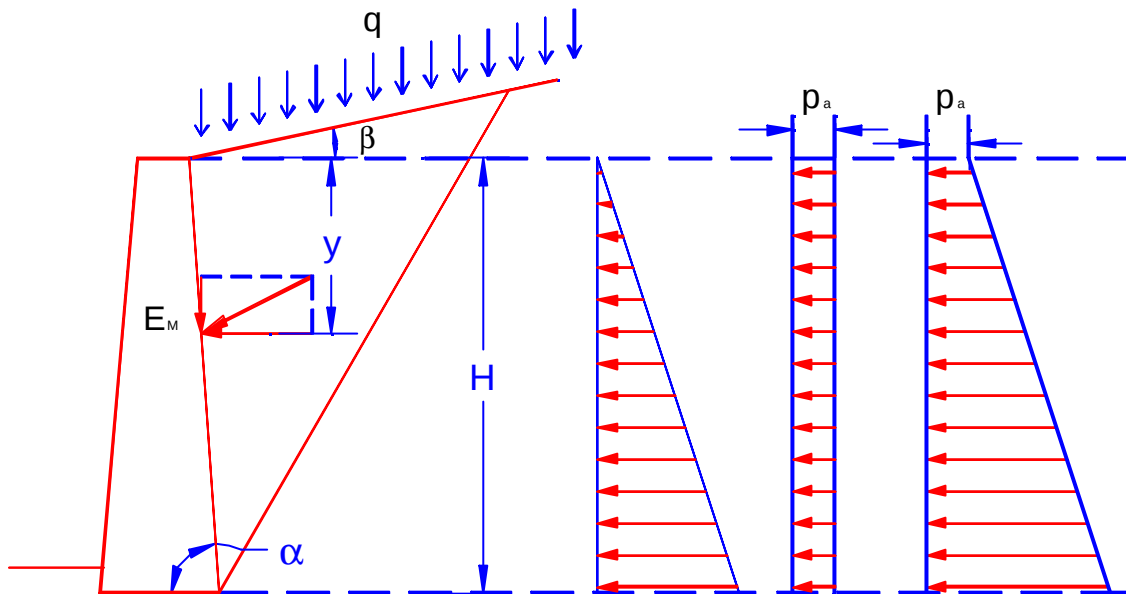
Punto de aplicación del empuje

$$y = \frac{2}{3} \cdot H$$

EMPUJE DE COULOMB.- TERRENO CON SOBRECARGA

Sobrecarga $\rightarrow$ Equivale a una altura adicional de tierra

$$h_e = \frac{q}{\gamma} \cdot \frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } (\alpha + \beta)}$$



Presiones adicionales a la sobrecarga

$$p_h = \lambda_h \cdot q \cdot \frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } (\alpha + \beta)}$$

$$\lambda = \sqrt{\lambda_h^2 + \lambda_v^2}$$

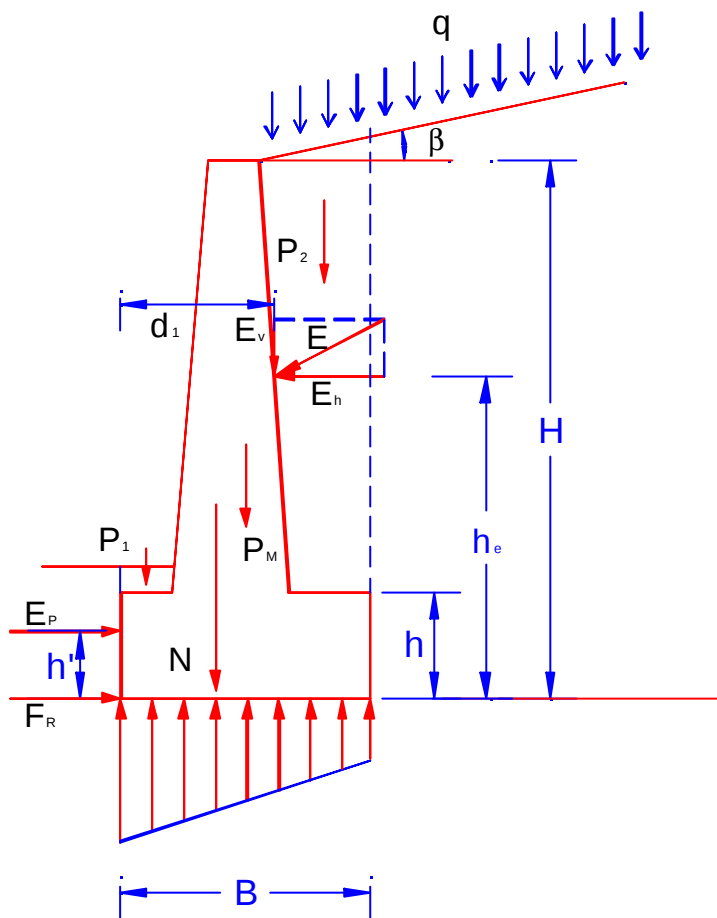
$$p_v = \lambda_v \cdot \frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } (\alpha + \beta)}$$

$$p = \lambda \cdot q \cdot \frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } (\alpha + \beta)}$$

Punto de aplicación del empuje

$$y = H \cdot \frac{2\gamma H + 3q \frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } (\alpha + \beta)}}{3\gamma H + 6q \frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } (\alpha + \beta)}}$$

MUROS DE GRAVEDAD



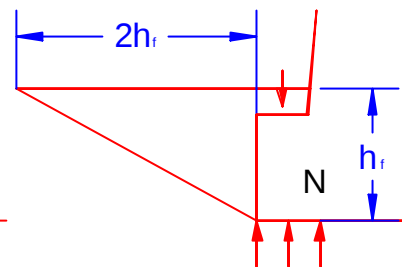
Rozamiento

Arenas $\mu = 0,55$

Arena limosa $\mu = 0,45$

Limos $\mu = 0,35$

Roca sana $\mu = 0,60$



SEGURIDAD AL DESPLAZAMIENTO

Fuerza de rozamiento

$$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot (P_M + P_1 + P_2)$$

Empuje horizontal

$$E_H - \mu \cdot E_V$$

Fuerza resistente

$$F_R + E_P$$

E_p Fuertes desplaz.

0,5 m no efectivos

Zona libre $2.h_f$

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma (h_f^2 - 0,5^2) \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

Coeficiente de seguridad

$$C_{sd} = \frac{F_R + E_p}{E_H - \mu E_v}$$

Válido si

$$C_{sd} \geq 1,5 \quad (\text{Normal})$$

(Normal)

$$C_{sd} \geq 1,2 \quad (\text{Sismo})$$

(Sismo)

SEGURIDAD AL VUELCO

Momento de vuelco

$$M_v = E_H \cdot h_e - E_v \cdot d_1$$

Momento estabilizador

$$M_e = N \left(\frac{B}{2} - e \right) + E_p \cdot h'$$

Coeficiente de seguridad

$$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} = \frac{N \cdot \left(\frac{B}{2} - e \right) + E_p \cdot h'}{E_H \cdot h_e - E_v \cdot d_1}$$

Válido si

$C_{su} \geq 1.8$

(Situación normal)

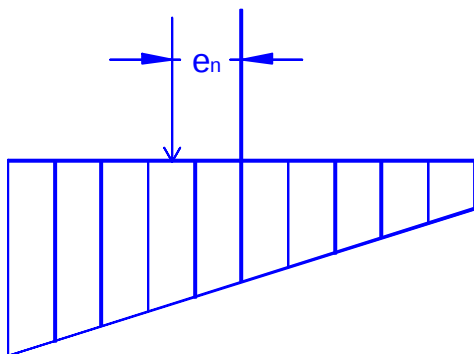
$C_{su} \geq 1.5$

(Cargas excepcionales)

$C_{su} \geq 1.2$

(Cálculo a sismo)

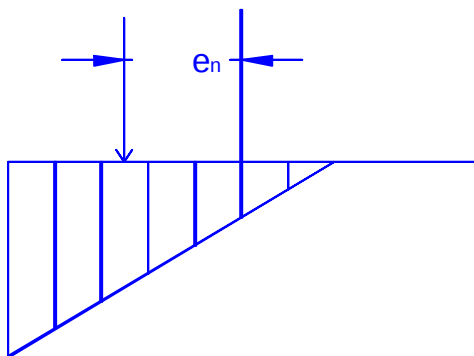
TENSIONES SOBRE EL TERRENO



$$e_n = \frac{N \cdot e_p + E_H \cdot h_e + E_v \cdot f}{N + E_v}$$

$$e_n < \frac{h}{6}$$

$$s_{\max} = \frac{N + E_v}{B} + \frac{6(N + E_v)e_n}{B^2}$$

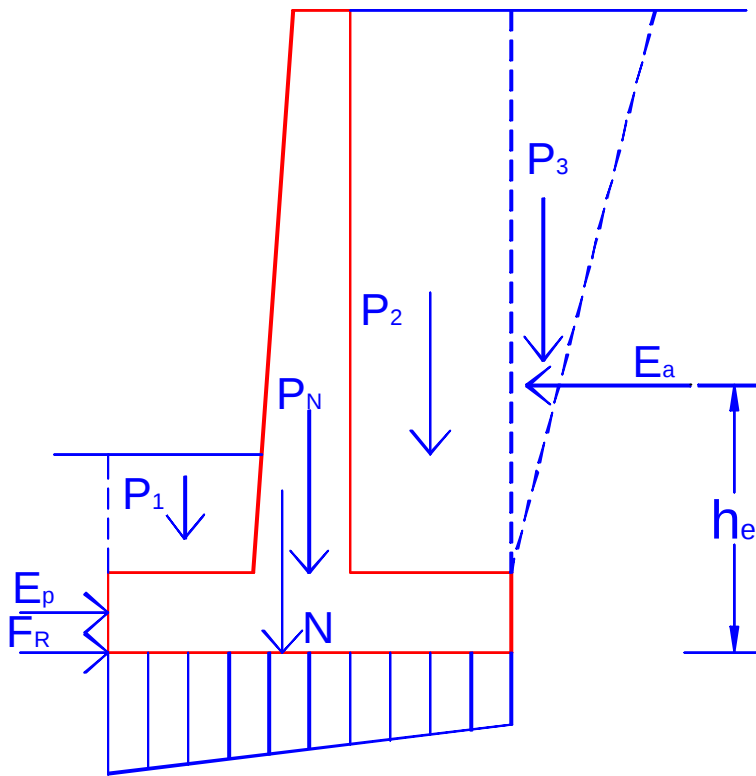


$$e_n > \frac{h}{6}$$

$$s_{\max} = \frac{2(N + E_v)}{3 \left(\frac{B}{2} - |e_n| \right)}$$

conviene limitar $e_n < \frac{h}{3}$

MUROS EN L O EN MÉNSULA



$$F_R = \mu \cdot N = \mu (P_N + P_1 + P_2)$$

Seguridad al deslizamiento

Empuje horizontal

Fuerza resistente

E_a

$F_R + E_p$

E_p iguales limit.

Coeficiente de seguridad

$$C_{sd} = \frac{F_R + E_p}{E_a} \rightarrow \geq 1.5 \text{ normal}$$

$$\rightarrow \geq 1.2 \text{ sismo}$$

Seguridad al vuelco

Momento de vuelco

Momento estabilizador

$$M_v = E_a h_e$$

$$M_e = (B/2 - e)P_1 + P_2 d_2 + P_3 d_3$$

Coeficiente de seguridad

$$C_{sv} = M_e / M_v$$

\$1.8 normal

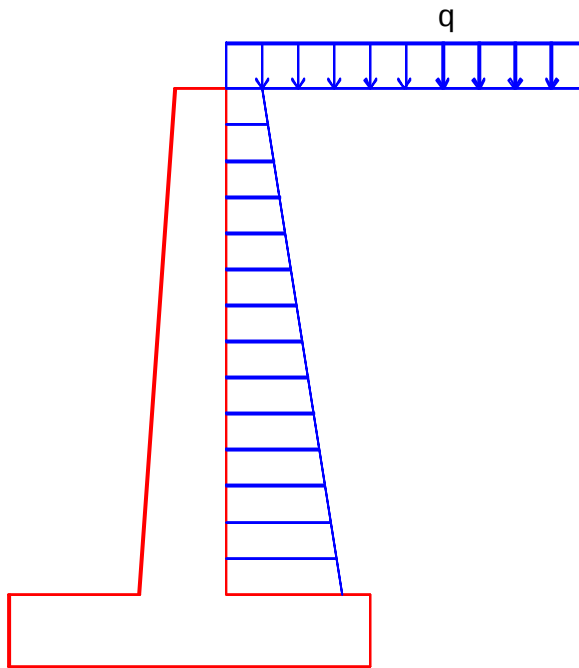
\$1.5 cargas excep.

\$1.2 sismo

Tensiones sobre el terreno

Igual que en muros de gravedad

CÁLCULO DEL MURO EN L

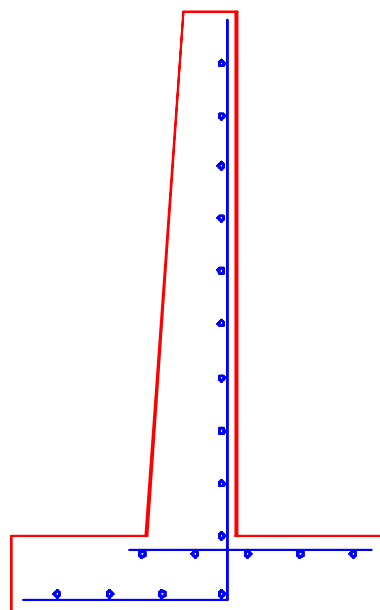
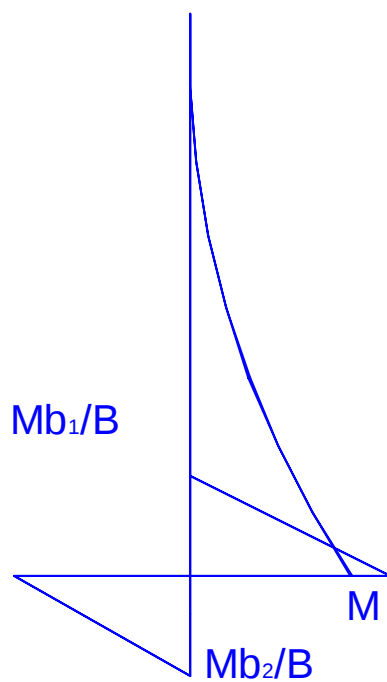
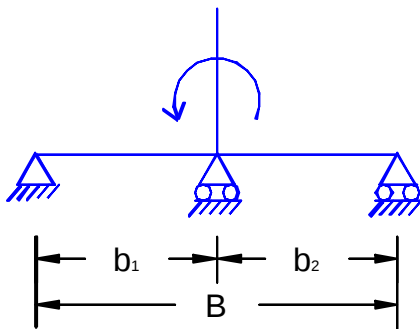


Empuje en reposo

$$k' = 1 - \sin \phi$$

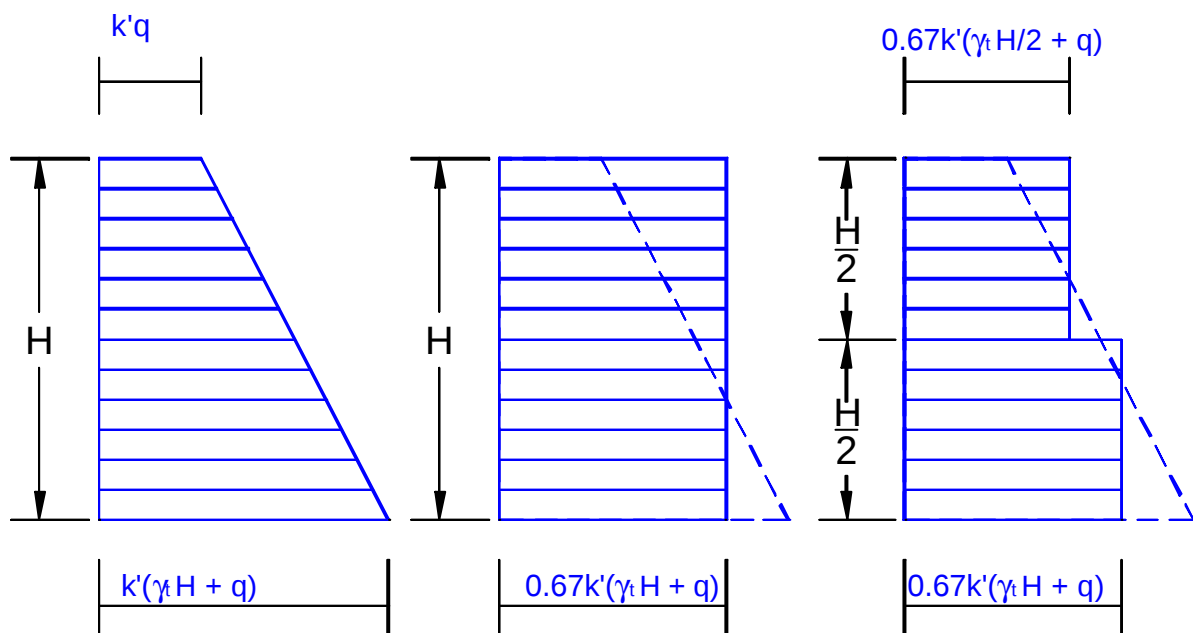
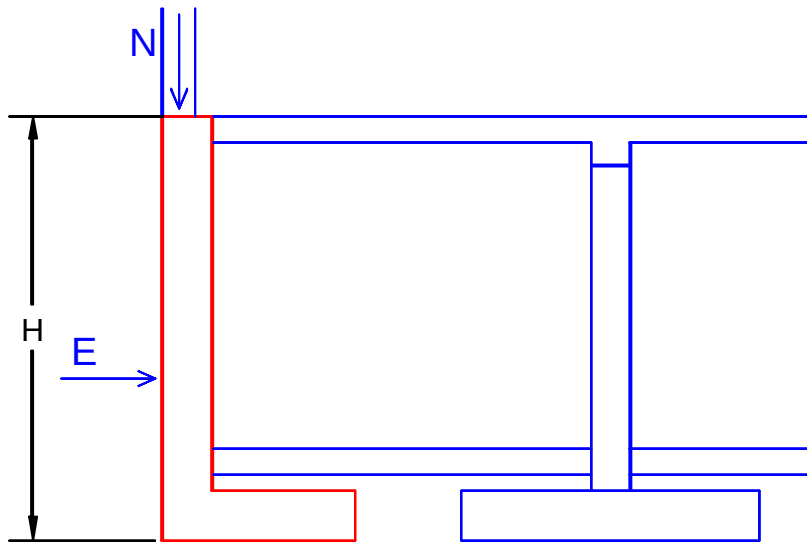
$$e_r = k'(\gamma z + q) = k'\gamma z + k'q$$

$$M = k'q \frac{h^2}{2} + k'\gamma \frac{h^3}{6}$$



MUROS DE SÓTANO

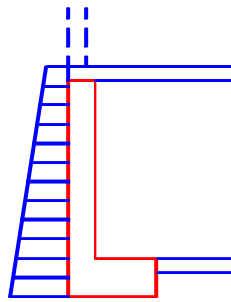
Movimiento impedido $\rightarrow$ Empuje en reposo
 $K'=1-\text{sen } f$



MUROS DE SÓTANO

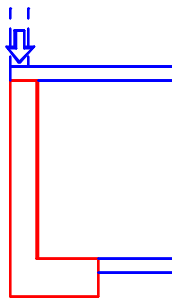
Hipótesis de cálculo

EN CONSTRUCCIÓN



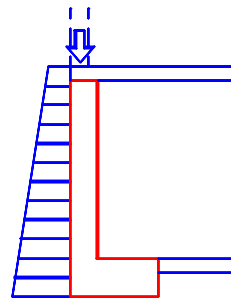
EMPUJE DE TIERRAS

CONSTRUIDO SIN EMPUJE



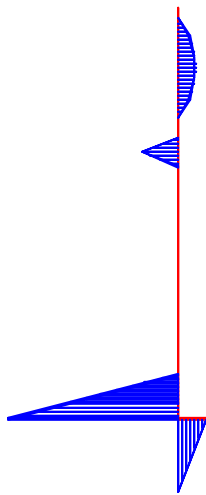
CARGA VERTICAL

CONSTRUIDO CON EMPUJE

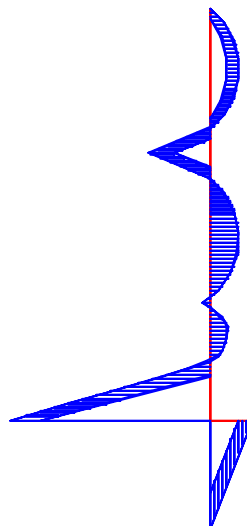


EMPUJE + CARGA

MURO DE SÓTANO CAPACIDADES MECÁNICAS



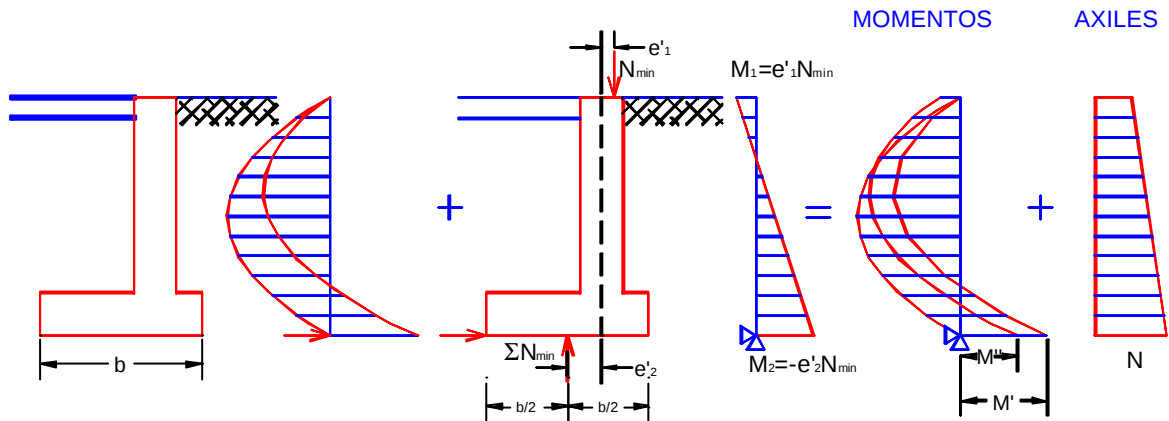
ARMADO A
FLEXOCOMPRESIÓN



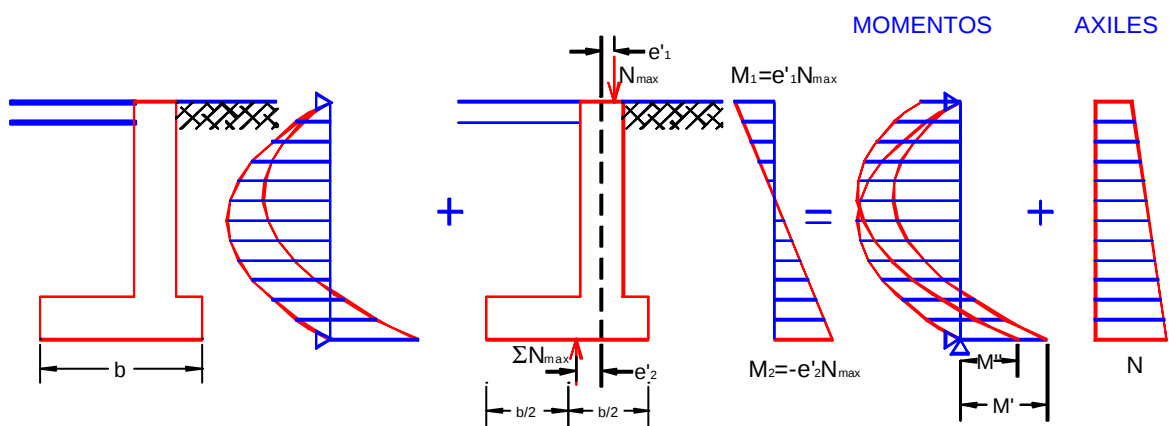
ARMADO A
FLEXIÓN SIMPLE

ESTADOS DE CARGA PARA EL CÁLCULO DE MUROS DE SÓTANO

EMPUJE DE TIERRA + AXIL MÍNIMO



EMPUJE DE TIERRA + AXIL MÁXIMO



SIN EMPUJE DE TIERRA + AXIL MÁXIMO

