

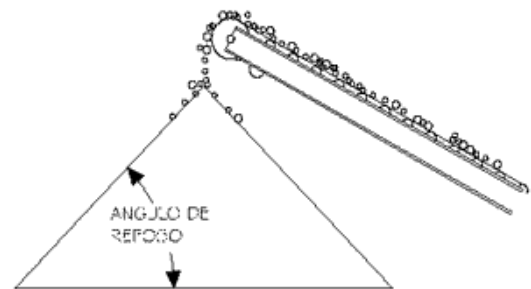
CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA TIPO ALLAN BLOCK

PREFHORVISA OUTEIRO, S.L.		
Avda. da Ponte, 26 15143 – Arteixo (A CORUÑA) Tlf. (+34) 981 600485 Fax. (+34) 981 602023	P.E. de Matela, Parcela 4 27250 – Outeiro de Rei (LUGO) Tlf. (+34) 981 600046 Fax. (+34) 981 600721	Ctra. Caldas-Vilagarcía, Km. 2,5 36650 – Caldas de Reyes (PONTEVEDRA) Tlf. y Fax. (+34) 986 540007

1. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Las condiciones del suelo por debajo y detrás de cada muro de contención tienen un efecto directo en la firmeza requerida para ese muro. La presión detrás del muro, va a variar sustancialmente dependiendo del tipo de suelo. En general, un muro construido en suelo de arcilla va a requerir mas esfuerzo que un muro de la misma altura construido con arena de drenaje en suelos de grava.

Hay muchas maneras de describir el tipo de suelo. En nuestro caso utilizaremos la tendencia natural del terreno a resistir el movimiento. Esta propiedad se expresa con un numero conocido como coeficiente de fricción interna o simplemente el ángulo de fricción (ϕ). Si cogemos una muestra de tierra y la dejamos caer en una superficie horizontal, se formara un cono, con un ángulo de reposo que podemos usar aproximadamente como ángulo de fricción.

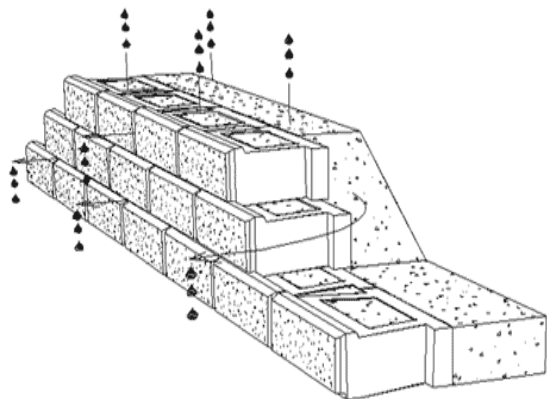


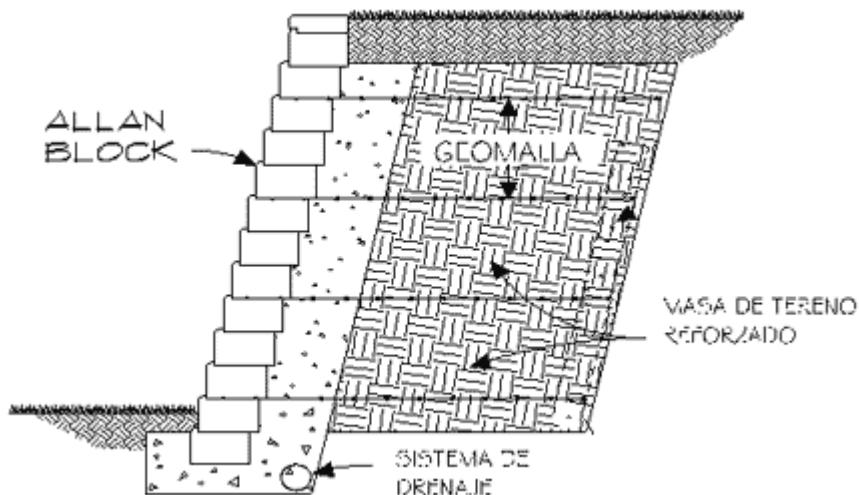
Un terreno adecuado en el trasdós del muro debe contener un alto porcentaje de arena y grava. Su ángulo de fricción será aproximadamente de 32° a 36° , dependiendo del grado de compactación del terreno.

2. EFECTOS DEL AGUA

El factor más importante en la estabilidad de un muro es el agua. Si el terreno utilizado en el trasdós del muro no es un terreno granular drenante, el agua quedará retenida y las fuerzas del agua serán mayores que la fuerza que puede producir en terreno seco.

Este problema es mayor si el terreno contiene un alto porcentaje de arcillas. En algunos casos las arcillas son expansibles cuando están húmedas. Esta expansión oscila con una contracción cuando el suelo se seca pudiendo provocar un fallo en el muro.





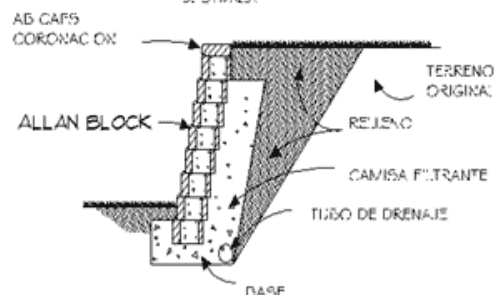
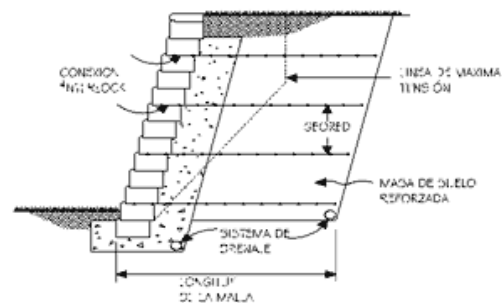
3. TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN

1. MUROS DE GRAVEDAD

Son muros que cuentan únicamente con su propio peso para poder mantenerse en pie. Para un muro de gravedad, el factor principal que afecta la resistencia al vuelco es la distancia horizontal desde el pie del muro hasta el centro de gravedad del muro. Cuando mayor es la distancia, menor es la posibilidad de vuelco del muro.

2. MUROS CON REFUERZO DE GEOMALLA

Los estudios nos han demostrado que los muros con refuerzo de capas de geomalla actúan como un muro de gravedad gigante. El terreno reforzado con geomalla crea el mismo efecto que si fuera un muro estrecho con un centro de gravedad localizado a gran distancia del pie del muro. Por esta razón la posibilidad de que los muros con refuerzo vuelquen es casi inexistente.



4. FUERZAS QUE ACTUAN EN UN MURO ALLAN BLOCK

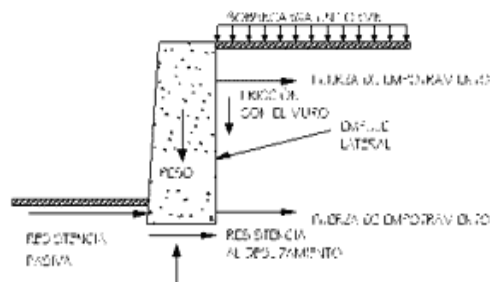
Las fuerzas que actúan en un muro de retención ALLAN BLOCK podemos dividir las en dos grupos:

- **Las fuerzas causantes del movimiento del muro.**

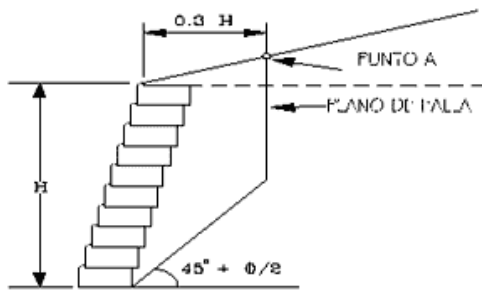
Incluimos en este grupo el empuje de las tierras del trasdós del muro y las sobrecargas.

- **Las fuerzas que se oponen al movimiento del muro.**

Estas fuerzas son la resistencia del muro al deslizamiento gracias al peso propio del muro, la resistencia pasiva del terreno en la base frontal del muro y la fuerza producida por los elementos de conexión (geored).



5. ZONAS ACTIVAS Y PASIVAS



Cuando un muro se mueve, una porción de terreno detrás del muro se mueve con él. El área de terreno que se mueve con el muro la llamamos *zona activa*. El área detrás de la zona activa será la *zona pasiva*. La línea que divide las dos zonas es el plano de falla. El plano de falla puede ser estimado dibujando una línea que empieza en la base del muro y forma un ángulo de $45^\circ + \phi/2$ y se cruza con una vertical que está a 0.3 de altura del muro ($H \times 0.3$).

Cuando construimos un muro ALLAN BLOCK con refuerzo de geored es importante extender la malla por la zona activa llegando y traspasando la zona pasiva. En su defecto cuando el muro y la zona activa se muevan, las capas de geomalla también se moverían y el muro fallaría.

6. COEFICIENTES DE PRESIÓN

La tensión horizontal (s_h) producida en el trasdós del muro es directamente proporcional a la tensión vertical (s_v) en el mismo terreno. La relación entre las dos tensiones es la constante llamada *coeficiente de presión*:

$$K = (s_h) / (s_v)$$

El coeficiente de presión en estado de equilibrio podemos calcularlo con la formula:

$$K = 1 - \sin(\phi)$$

Donde: ϕ es el ángulo de fricción del terreno.

El coeficiente de presiones activas podemos calcularlo utilizando una ecuación que fue desarrollada por Coloumb in 1776. Esta ecuación tiene en cuenta el ángulo de un posible talud encima del muro, la inclinación del muro y los efectos de fricción entre el terreno compactado del trasdós del muro y la cara posterior del muro. La figura 1.1 ilustra los términos de la ecuación de Coloumb.

La ecuación de Coulomb para la fuerza activa en un muro de retención es:

$$F_a = (0.5) (g) (K_a) (H)^2$$

Donde:

F_a = fuerza activa en el muro de contención; es la fuerza resultante de las presiones activas en el muro.

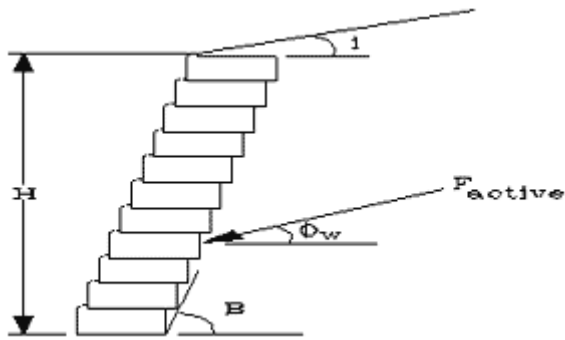
H = la distancia entre la parte inferior y superior del muro.

K_a = coeficiente de presión activa

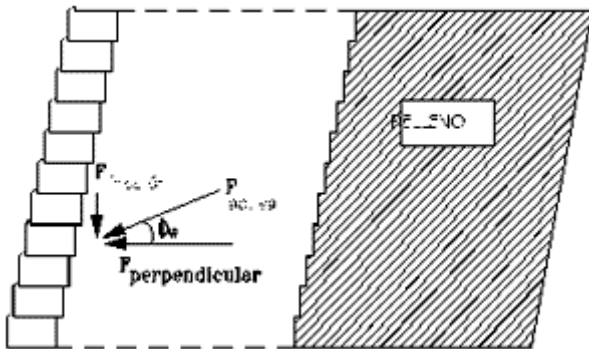
b = ángulo entre la horizontal y la inclinación en la cara posterior del muro.

i = inclinación del talud en la parte superior del muro.

f w = ángulo entre la línea horizontal del frente del muro y la línea de acción de la fuerza activa.



$$K_a = \frac{[\csc(b) \sin(b-f)]^2}{\sin(b+fw) + [\sin(f+fw) \sin(f-i)] / \sin(b-i)}$$



Si el muro se desplaza hacia delante, el terreno entra en un estado activo. En la cara interior entre el terreno y el muro el movimiento del muro es absorbido por la fricción entre el terreno y el muro. La figura 1.2 nos muestra la resultante de la fuerza activa del muro de contención y el efecto de la fricción del muro en la dirección de la fuerza.

La magnitud de fw varía dependiendo del peso del terreno de relleno. En nuestro caso como la masa de relleno estará compactada, el método de diseño asume que:

$$fw = (0.66) f$$

7. LA FUERZA ACTIVA DEL MURO

Una vez hemos determinado el coeficiente de presión activa, podemos determinar la fuerza activa del muro. La figura 1.3. nos muestra la distribución de las presiones activas en un muro de retención. La distribución de las presiones activas es triangular, y refleja que las presiones del terreno aumentan linealmente con la profundidad. Las presiones verticales con profundidad cero vienen dadas por:

$$P_v = (g) (d)$$

Donde:

g = peso específico del terreno

d = la profundidad desde la parte superior del terreno de relleno

Tal y como hemos deducido anteriormente la presión horizontal (P_h) está relacionada con la presión vertical (P_v) por el coeficiente de presiones activas:

$$K_a = (P_h) / (P_v)$$

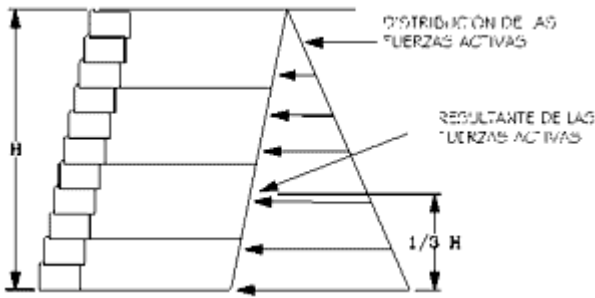
$$P_h = (K_a) (P_v) = (K_a) (g) (d)$$

Como K_a y g son constantes, las presiones horizontales se incrementan linealmente al incrementarse la profundidad y las presiones resultantes tienen una distribución triangular. La magnitud de la fuerza resultante de la distribución triangular es igual al área del triángulo. Las presiones de la base del triángulo vienen dadas por:

$$P_h = (K_a) (g) (d)$$

La magnitud de la fuerza activa es:

$$F_a = (\text{área del triángulo}) = (0.5) (\text{base}) (\text{altura}) = (0.5) (g) (K_a) (H)^2$$



La resultante de la fuerza está situada a un tercio de la altura del triángulo. Si se añade una sobrecarga o un talud encima del muro la distribución de presiones se convierte en rectangular. La fuerza resultante estará situada en la mitad del rectángulo.

8. ANALISIS BIDIMENSIONAL

Un muro de contención es un objeto tridimensional, alto, ancho y profundidad. Para poder simplificar el análisis, para la longitud de muro cogemos 30 cm y analizamos el muro bidimensionalmente. Por lo tanto las unidades de fuerza son kg/ml y las unidades de momentos Nm/m.

9. PESO EFECTIVO DE LA CARA DEL MURO

El peso de las unidades de ALLAN BLOCK es la suma del bloque más el relleno de material granular. La unidad de peso del hormigón es de 2,163 kg/m³ mientras que la unidad típica de peso para un terreno es de 1,923 kg/m³. Dependiendo del tipo de terreno, la diferencia puede ser significativa, y el diseñador deberá saber cómo calcular el peso de la cara del muro.

El peso de una unidad AB Stones es aproximadamente 33 kg. El peso del hormigón es de 2,163 kg/m³. Con estos valores podemos calcular el volumen de cada unidad ALLAN BLOCK:

$$V_c = 33 \text{ kg} / 2,163 \text{ kg/m}^3 = 0.015 \text{ m}^3$$

El volumen total incluido los vacíos:

$$V_t = (0.46 \text{ m}) (0.19 \text{ m}) (0.3 \text{ m}) = 0.026 \text{ m}^3$$

El volumen de los espacios vacíos:

$$V_v = 0.026 \text{ m}^3 - 0.015 \text{ m}^3 = 0.0107 \text{ m}^3$$

Asumiendo que los espacios vacíos se llenan con material granular de 1,923 kg, el peso de la cara del muro es:

$$g = (0.015 \text{ m}^3) (2,163 \text{ kg/m}^3) + (0.0107 \text{ m}^3) (1,923 \text{ kg/m}^3) = 2,083 \text{ kg/m}^3$$

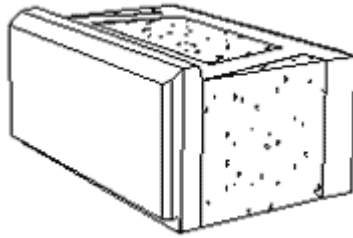
Una vez conocido el peso de la cara del muro, calculamos el peso del muro por ml:

$$W_w = (\text{unidad peso muro}) (\text{volumen del muro})$$

Para un muro de 1.83 m de altura y 0.296 m de ancho de la pieza:

$$Ww = (2,083 \text{ kg/m}^3) (1.83 \text{ m}) (0.296 \text{ m}) = 1,128 \text{ kg/m}^3$$

En general, el peso de la cara frontal del muro es:



$$Ww = (605 \text{ kg/m}^2) (\text{altura del muro})$$

10. FACTORES DE SEGURIDAD

Los factores de seguridad utilizados en el manual de diseño corresponden a los indicados en "The American Association of State Highway and Transportation Officials" (AASHTO) que recomiendan:

Deslizamiento > 1.5

Vuelco > 2.0

Rev. 1.15/06/2010