

Muros pilotados y/o anclados

Ing. Sergio Sáenz
Profesor de la Universidad de
Costa Rica. Costa Rica.

En taludes de gran altura o en situaciones donde, por razones de peligro o por el riesgo propio de las excavaciones, no es posible el uso de muros convencionales; la utilización de soluciones especiales se hace indispensable. Se destacan dentro de estas soluciones los muros tipo pantallas pilotadas, el refuerzo de taludes con pernos (soil nailing), las pantallas de concreto ancladas y los muros de gravedad o voladizo anclados o cimentados sobre pilotes.

En general para alturas de taludes mayores que 7 metros las obras de retención convencionales resultan usualmente de mucho mayor costo que este tipo de soluciones especiales.

Los momentos de volcamiento y las altas presiones en la fundación, exigen en muros de gran altura, el uso de suelos o roca de fundación de altísima calidad; condición que usualmente no se da. Ocurre también con frecuencia en muros de mediana a gran altura, que para alcanzar terrenos de fundación competentes, es necesario aumentar considerablemente el tamaño de los muros y realizar excavaciones profundas, que además de peligrosas, elevan considerablemente el costo de estas obras.

Existe también una diferencia importante entre estabilizar un talud de corte natural o estabilizar un talud en que ya ha ocurrido una ruptura; sobre todo cuando existen obras de infraestructura en riesgo cercanas a la zona de la rotura (edificios, carreteras, acueductos, etc). En ausencia de suelos competentes a profundidades normales para apoyar muros convencionales, la ejecución de excavaciones profundas requeridas para alcanzar niveles de cimentación apropiados, ponen en riesgo las obras existentes. En tales casos, es necesario la construcción de obras de retención, que no pongan en riesgo la infraestructura existente



Foto 1. Construcción de Pantalla Anclada en Playa Dominical

durante su proceso constructivo y que puedan realizarse sin interrumpir el tráfico de las carreteras o sacar de operación edificios o fábricas.

Otro caso especial, importante de destacar por lo frecuente, tiene que ver con el refuerzo o reconstrucción de muros dañados, donde existen también obras en riesgo, que no pueden sacarse de operación, durante la ejecución de los trabajos de estabilización. Se requiere en estos casos la utilización de técnicas de reforzamiento, que permitan reparar los muros sin riesgo para las estructuras existentes.

La experiencia en nuestro país es que cada día este tipo de obras especiales se construyen con más frecuencia. Es importante destacar además, que el costo de las mismas, por ser especiales, no necesariamente es mayor. Por el contrario, ha sido nuestra experiencia, que este tipo de muros son más bien de menor costo que los muros de gran tamaño o dimensiones monstruosas, que se requerirían utilizando soluciones convencionales.



Foto 2. Pantalla de Pilotes para Estabilización de un Talud en Playa Herradura

Una cantidad importante de obras que hemos construido utilizando estos sistemas, nos permiten garantizar que existe la tecnología y equipos en nuestro país, para construir las en forma segura, rápida y económica.

Pantallas pilotadas ancladas

Este tipo de obras de retención consisten en una serie de pilotes (hincados o pre-excavados) que se introducen en el terreno a lo largo de hileras perpendiculares al eje del deslizamiento o masa de suelo a retener. Los mismos se unen en cabeza por medio de una viga (de acero o de concreto reforzado), la cual es, además, sujeta mediante anclajes sub-horizontales.

La solución incluye dos elementos para lograr la estabilización del talud. El primero, los pilotes cuyo diseño incluye el efecto de arco del

suelo para la determinación de la separación y dimensiones de los mismos. El segundo, los anclajes cuya acción se incluye en el análisis como una fuerza estabilizadora, que se distribuye gracias al aporte de la viga que une los pilotes en cabeza.

Los anclajes se construyen realizando perforaciones de 10 a 15 cm de diámetro, en las que se introduce un tendón de acero (normalmente varilla de acero corrugada) y que luego son rellenados con una lechada de cemento. Alternativamente y dependiendo del caso pueden utilizarse muertos de anclaje (concretos o gaviones) para aumentar la capacidad de los mismos.

Estas son estructuras que consiguen la estabilización de la masa por transferencia de carga lateral a los pilotes debido al efecto de arco. El espaciamiento normal para conseguir este efecto varía (según el tipo de suelo) entre 2 y 4 diámetros. Se diseñan como pilotes sometidos a carga lateral, empotrados en su base y sostenidos en la cabeza por la viga y los anclajes. Normalmente, por razones económicas se utilizan pilotes de concreto pre-excavados y colados en sitio; no obstante pueden utilizarse otros elementos tales como: pilotes de acero, rieles de ferrocarril, etc.

Este tipo de muros presentan las siguientes ventajas:

- Facilidad constructiva.
- Pueden utilizarse equipos de perforación convencionales, fácilmente accesibles en el mercado local.
- Costo menor que otros tipos de muros de gran aporte.
- Por ser estructuras que resisten básicamente por carga lateral no requieren de suelos competentes en la fundación.
- Alta seguridad frente a sismos.
- No ponen en riesgo las estructuras existentes durante el proceso constructivo.
- Pueden construirse en invierno y verano.
- Pueden construirse en espacios reducidos, en que difícilmente se alojaría otro tipo de obra de retención.
- Puede realizarse el trabajo en forma realmente ecológica, con una perturbación prácticamente nula al medio circundante.

- No requieren de grandes movimientos de tierras, que normalmente son comunes en otros tipos de muros y que ponen en peligro estructuras existentes, ocasionando además problemas ambientales producto de los materiales de desecho.
- Pueden utilizarse como sistema de refuerzo de estructuras de retención con problemas.
- Muy efectivos para reparar daños en edificaciones cercanas a taludes.

Pantallas de concreto ancladas

Este sistema consiste en utilizar una pantalla de concreto reforzado (similar a la de los muros de retención en voladizo), sobre una viga de fundación de pequeño tamaño o inclusive sin fundación. La estabilidad de la masa se logra mediante la construcción de anclajes sub-horizontales activos (pre-esforzados) o pasivos (sin pre-esfuerzo). La pantalla puede ser continua (caso de suelos a retener). Los anclajes se construyen en la misma forma anteriormente indicada. Se consigue con ello muros de gran tamaño y con una fundación muy pequeña. Son ideales por lo tanto para resolver problemas de muros con problemas de espacio en la fundación.

Otra ventaja importante de este tipo de muros es que las deformaciones en la parte superior son mucho menores que las que se producen en muros convencionales, dimensionados

mediante los principios de la presión activa. Se reduce de esta manera el riesgo de daños o agrietamientos de estructuras localizadas en la parte superior del talud a retener.

Para la construcción de estos muros es necesario la construcción de ademes, que permitan el trabajo de las máquinas rotativas para la colocación de los anclajes y el concreto de la pantalla. Alternativamente puede prescindirse del uso de ademes si se realiza un proceso constructivo de arriba hacia abajo, de forma tal que los niveles superiores de la pantalla construida sirvan para realizar cortes en la base de la misma para las siguientes etapas.

Por facilidad constructiva el colado de la pantalla puede realizarse por la técnica del concreto lanzado.

Muros de suelo clavado (soil nailing)

Es una técnica eficiente y económica para lograr la estabilización de taludes. Este sistema es similar al de las pantallas, pero utilizando normalmente pernos más cortos y de menor capacidad estructural.

El sistema consiste en la introducción de elementos resistentes a los esfuerzos de flexión, denominados "clavos", que pueden ser barras de acero, barras sintéticas de sección cilíndrica o rectangular, micropilotes, etc. Estos "clavos"



Foto 3. Equipos para Perforación de Pilotes y Anclajes Sub-horizontales

son instalados en forma sub-horizontal dentro del terreno, para efectos de lograr un aumento de los esfuerzos resistentes de tracción y cortante dentro de la masa de suelo que se desea estabilizar.

Para emplear este método se deberá seguir en forma aproximada el siguiente proceso constructivo:



Foto 4. Construcción por Etapas de una Pantalla Anclada en Proyecto Papagayo



Foto 5. Construcción de Muro de Suelo Clavado (Soil Nailing) en Eco-Residencial Villa Real

- Conformar de la mejor manera posible la superficie del talud. Se deberá cortar la superficie del talud tratando de lograr una pendiente uniforme a lo largo de la zona a tratar. Una vez preparada la superficie del talud, se deberá efectuar perforaciones con equipos de rotación o percusión hasta alcanzar la profundidad requerida y de un diámetro adecuado; según el diseño realizado. En los huecos excavados se colocará una varilla de hierro, seguido de una lechada de cemento (dosificación recomendada usualmente; relación agua/cemento, a/c: 1:1).

- Los "clavos" se deberán espaciar una distancia en dirección horizontal y dirección vertical adecuada para permitir el funcionamiento eficiente del sistema. Deberán realizarse análisis de estabilidad de talud a efectos de definir el espaciamiento entre los pernos.

- Se recomienda, una vez construidos los "clavos", colocar una capa de protección que puede ser de concreto lanzado o colado en sitio.

- Con la finalidad de evitar que se acumule agua detrás de la pantalla de concreto y se generen presiones hidrostáticas, se recomienda colocar algún sistema que se encargue de abatir cualquier nivel freático y trasladar esas aguas a tubos que se localizarán al pie del talud.

El diseño de estos muros consiste en definir el espesor de la pantalla, el diámetro y el espaciamiento de los pernos; así como la longitud de los mismos. Estos parámetros son función de la altura del talud y características de la masa de suelo o roca a retener, y para obtenerlos es necesario realizar diseños específicos. Cuando se prevea, puede almacenarse agua detrás de la pantalla, es necesario adicionar drenes perforados, que permitan evitar la generación de presiones hidrostáticas detrás de la misma.