

## CAPÍTULO 15

### AUSCULTACIÓN DE TALUDES (INSTRUMENTACIÓN)

#### 15.1 INTRODUCCIÓN.

En la geotecnia, el desarrollo de un trabajo no puede agotarse en la fase de diseño, ya que sus resultados sólo tienen el carácter de hipótesis más o menos fiables. Es necesario controlar la obra mediante la ejecución de las labores siguientes:

- a- Predicción del comportamiento del talud (fase de diseño).
- b- Elección de magnitudes cuyo control resulte significativo para reflejar simplificada el comportamiento del talud
- c- Definición de instrumentos adecuados para medir las magnitudes elegidas en el punto b. Dichos instrumentos dependen del rango (valor máximo esperado), precisión requerida y frecuencia de lectura.
- d- Instalación de los instrumentos elegidos y lectura de los mismos.
- e- Comparación de los valores previos con los reales.

#### 15.2 MAGNITUDES USUALMENTE SUJETAS A CONTROL

- Movimientos superficiales. Métodos topográficos.
- Movimientos en el interior del terreno. Equipos instalados en sondeos que permiten definir la profundidad de la zona afectada.
- Movimientos de apertura de grietas y movimientos entre bloques de macizos rocosos, apoyan la interpretación de los datos aportados por otros controles
- Presiones intersticiales control de sus variaciones (niveles freáticos y piezométricos).
- Fuerzas de anclaje.
- Modificación de presiones intersticiales provocadas por la instalación de subdrenajes.

#### 15.3 SISTEMAS DE MEDIDA

##### 15.3.1 Control de movimientos superficiales

Se pueden utilizar los siguientes métodos

Métodos de control	Sistemas de medida	Observaciones
Geoclásicos Triangulación Trilateración Poligonación	Medida de ángulos Medida de ángulos y distancias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite medir movimiento en 3 dimensiones</li> <li>- Precisión media</li> <li>- Lectura y toma de datos laboriosa.</li> <li>- Requiere personal especializado.</li> </ul>
Nivelación	Medida de movimiento vertical respecto a una base fija.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sólo permite controlar movimientos verticales</li> <li>- Alta precisión (1mm en 1Km)</li> <li>- Toma y tratamiento de datos rápida y sencilla.</li> </ul>
Colimación	Medida de los movimientos horizontales de los puntos de control respecto a un plano vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena precisión (mm)</li> <li>- Procedimiento de lectura y tratamiento de datos rápido y sencillo.</li> <li>- Sólo permite controlar movimientos horizontales <math>\perp</math> al plano de colimación</li> </ul>

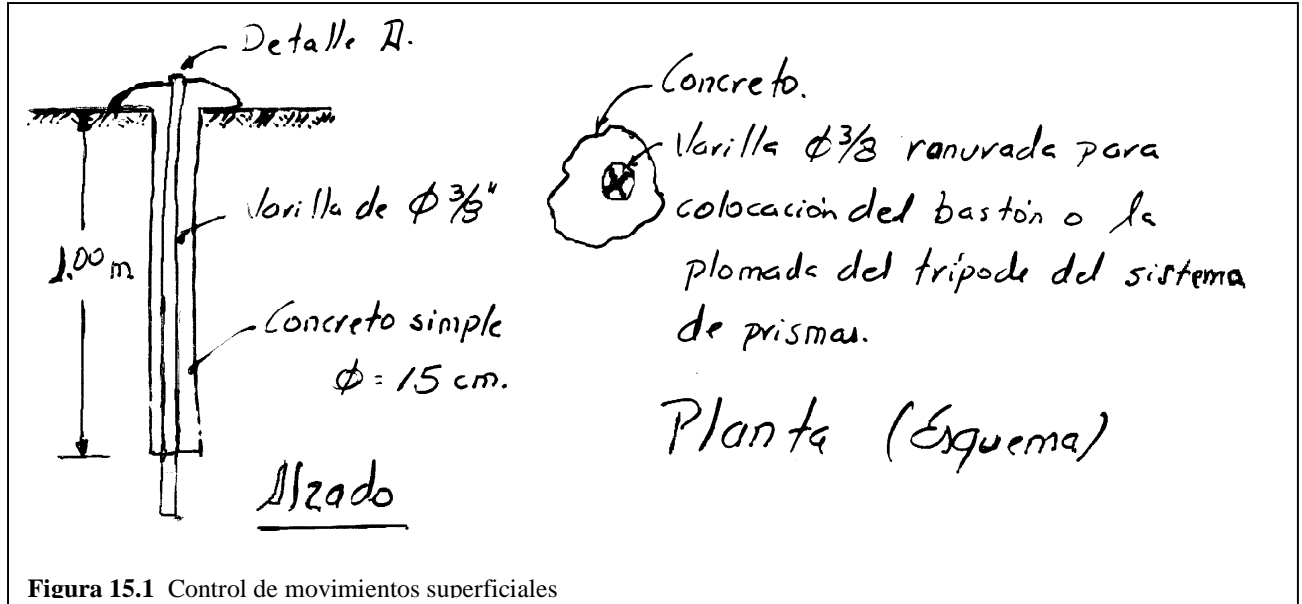


Figura 15.1 Control de movimientos superficiales

15.3.2 Control de movimientos en el interior del terreno.

Se instalan aprovechando los sondeos, los más comunes son el inclinómetro y el extensómetro.

Equipo	Sistema de funcionamiento	Tipos	Observaciones
Inclinómetro	Medida de inclinaciones en diversos puntos del interior de un sondeo mediante una sonda que da una señal eléctrica proporcional a la inclinación. Permite conocer los movimientos perpendiculares a la dirección del sondeo	De resistencia eléctrica De cuerda vibrante De servoacelerómetros	El más fiable, preciso y de menor tiempo de respuesta es el de servoacelerómetro, que puede lograr precisiones en la medida de giros de $2 * 10^{-4}$ rad  Hay que asegurarse en la instalación que el punto inferior de medida se sitúe por debajo de la zona de movimiento.
Extensómetro de hilo o varillas de 1 o más anclajes	Miden movimientos relativos entre la cabeza de un sondeo y/o varios anclajes situados en su interior.  Los movimientos de los anclajes se transmiten a la boca del sondeo mediante hilos o varillas.  Las medidas se realizan en la cabeza mediante procedimientos eléctricos o mecánicos.	A De hilos. De varillas.  B De lectura mecánica. De lectura eléctrica.	Longitud < 40m – ext – varillas. Longitud > 60m – ext – de hilos.  Elegir el tipo de anclaje más adecuado para que quede solidamente unido al terreno circundante.  Asegurarse que el punto más profundo de medida del extensómetro esté por debajo de la zona de movimiento.

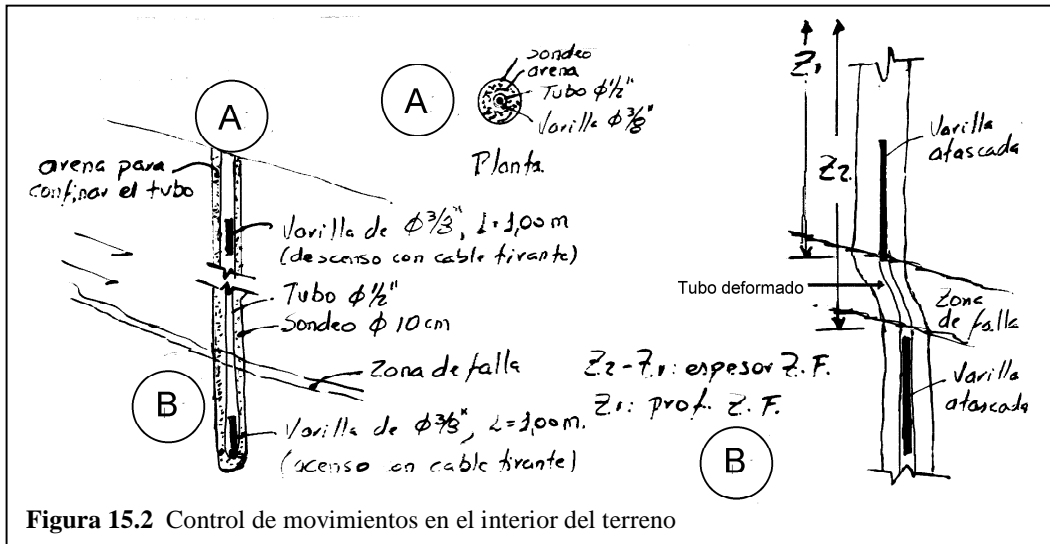


Figura 15.2 Control de movimientos en el interior del terreno

### 15.3.3 Medida de deformaciones entre puntos superficiales próximos

Consiste en elementos anclados firmemente en los puntos cuya distancia se desea controlar (estacas, mojones, puntillas). La medida se puede realizar con elementos mecánicos (cintas métricas, hilos) o sistemas eléctricos (transductores).

#### CONTROL DE DEFORMACIONES ENTRE PUNTOS SUPERFICIALES PROXIMOS

Sistema de lectura	Sensor de medida	Observaciones
Equipos con sistema de Lectura mecánico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cinta de convergencia</li> <li>- Cinta métrica</li> <li>- Calibre</li> <li>- Flexímetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La cinta de convergencia es utilizada para distancias de medida grandes (&gt; 2 m)</li> <li>- Baja precisión en la cinta métrica (mm)</li> <li>- Precisión media en el calibre (0,1 mm)</li> <li>- Precisión alta en el flexímetro (0,01 mm)</li> </ul>
Equipos con sistema de Lectura eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenciómetro</li> <li>- LVDT</li> <li>- Cuerda vibrante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indispensables cuando se quiere automatizar el proceso de toma de datos o los puntos a controlar no son accesibles.</li> <li>- Potenciómetros (cm)</li> <li>- LVDT (mm)</li> <li>- Cuerda vibrante (0,1 mm)</li> </ul>

Control de puntos superficiales próximos

Punto	AS	V	a
1			
2	AS1	AS1/t	AS1/t2
3	AS2	AS2/t	AS2/t2

S, S1 y S2: distancias  
 ASi: desplazamiento  
 V: velocidad  
 a: Aceleración  
 t: Tiempo en meses, días, horas o minutos

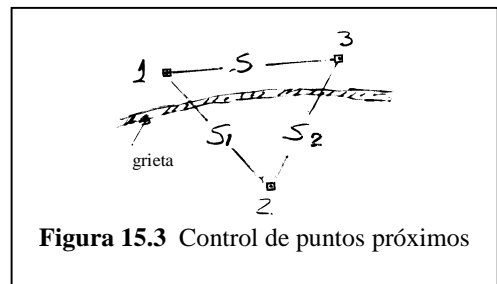
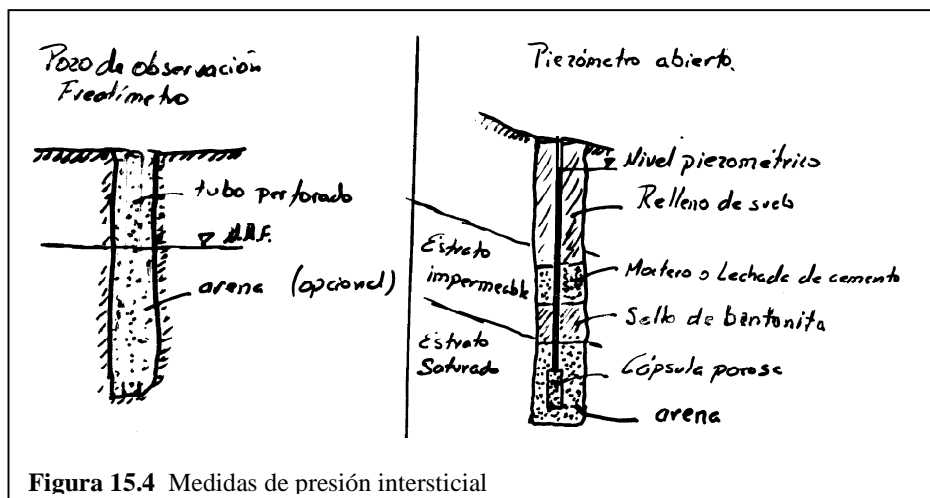


Figura 15.3 Control de puntos próximos

**15.3.4 Medidas de presiones intersticiales.**

Tipo	Sistema de medida	Observaciones
Pozo de Observación	Tubo ranurado instalado en el interior de un sondeo cuyo nivel de agua se mide con una sonda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas de niveles freáticos en terrenos permeables.</li> <li>- No se deben utilizar cuando existan niveles colgados o capas artesianas.</li> <li>- Tiempo de respuesta largo principalmente en terrenos poco permeables.</li> <li>- Movimientos grandes pueden dañar los tubos e impedir las medidas.</li> </ul>
Piezómetro Abierto	Tubo ranurado en su extremo inferior, instalado en un sondeo. El extremo inferior se sella para evitar transmisión de presiones intersticiales en el interior del tubo. La medida del nivel se realiza con una sonda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medida de presiones intersticiales en terrenos permeables.</li> <li>- Bajo costo</li> <li>- Solamente se puede instalar en un punto del sondeo</li> <li>- Tiempo de respuesta grande principalmente en suelos poco permeables</li> <li>- Movimientos grandes pueden dañar los tubos e impedir las medidas.</li> </ul>
Piezómetro Cerrado	<p>Sensor que detecta la presión intersticial en un punto mediante un transductor que da una señal proporcional a los cambios de presión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El transductor puede ser neumático, de resistencia eléctrica o de cuerda vibrante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permiten el control de presiones intersticiales en varios puntos de un sondeo.</li> <li>- Mayor costo</li> <li>- Tiempo de respuesta corto aún en terrenos pocos permeables</li> <li>- Poco afectados por los movimientos que se puedan producir en el talud.</li> <li>- Los de cuerda vibrante son precisos y fiables.</li> <li>- Los de resistencia eléctrica pierden precisión con variaciones de temperatura y pierden su estabilidad, a largo plazo, por señales a distancia.</li> <li>- Los neumáticos son aconsejables para distancias menores de 200 m.</li> </ul>



**Figura 15.4** Medidas de presión intersticial

Para verificar la efectividad de un drenaje horizontal se combinan observaciones en el abatimiento de los niveles (freático o pizométrico) con el aforo en los drenajes horizontales (caudales/tiempo).

### 15.3.5 Control de fuerzas

Incluyen los equipos para control de cargas en anclajes y los equipos para control de presiones totales en muros de contención o en el interior del terreno.

#### CONTROL DE FUERZAS

Medidas	Equipo	Sistema de Funciona	Tipos	Observaciones
Tensiones en Anclaje	Células de carga	Elementos que instalados entre la cabeza del anclaje y el terreno miden las cargas que un medio transmite al otro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecánicas</li> <li>- Hidráulicas</li> <li>- Cuerda vibrante</li> <li>- Resistencia eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los errores se producen por la excentricidad de la carga aplicada sobre la célula (hasta 10%)</li> <li>- Las mecánicas se utilizan si el punto de medida es accesible</li> <li>- Cuando se quiere automatizar se utiliza la cuerda vibrante.</li> </ul>
Presiones Totales	Células de Presión total	Equipo compuesto por dos láminas planas metálicas circulares o rectangulares soldadas en sus extremos y rellenas de un líquido que trasmite la presión del terreno a un transductor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neumáticas</li> <li>- Hidráulicas</li> <li>- De resistencia eléctrica</li> <li>- De acuerdo vibrante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los errores mayores ocurren en la transmisión de la presión del terreno al líquido.</li> <li>- Los transductores neumáticos se utilizan para presiones &lt; 35 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Transductores hidráulicos tiene procedimiento de lectura laborioso</li> <li>- Cuerda vibrante: cuando se requiere automatizar y para largar distancias.</li> </ul>

Regresar a Contenido  
del libro M d S