

INTRODUCCION

La experiencia acumulada en el campo de la ingeniería práctica y teórica, a través de la mecánica de suelos y de rocas en las últimas cuatro décadas tanto en Europa como en Norte América, así como el éxito alcanzado mediante la aplicación de la técnica de los tirantes anclados como elemento estabilizador en las diferentes obras civiles y mineras, han permitido obtener verdaderas soluciones a la gran variedad y complejidad de problemas reales, a sabiendas de la existencia de suelos y macizos rocosos que presentan condiciones extremadamente difíciles.

El objetivo fundamental del anclaje es de sostener y por lo tanto reforzar, tanto las masas de suelo o de rocas meteorizadas y diaclasadas que debido a la baja capacidad portante que poseen están propensas a fallar.

Estas masas, potencialmente inestables, pueden estabilizarse a través de los anclajes, los cuales generan un incremento de las tensiones normales sobre la superficie potencial de rotura, y por ende un aumento en la resistencia al esfuerzo cortante del terreno mediante la transmisión de fuerzas externas a la profundidad de diseño.

Por consiguiente, es esencial tener un conocimiento de las características geotécnicas del suelo y del macizo rocoso, particularmente en lo referente a las discontinuidades y su arreglo espacial, así como el flujo de agua a través del subsuelo.

Adicionalmente, se debe estudiar y conocer los cambios tensionales y las deformaciones que se producen después de aplicados los procedimientos de estabilización.

Lo anterior implica que el ingeniero debe estar actualizado en relación a las nuevas técnicas y metodología que se han desarrollado.

Vista la importancia de estos aspectos y su trascendencia en las obras civiles y mineras, los cuales sumados al apoyo entusiasta del Departamento de Vías de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, he asumido la importante responsabilidad de escribir una nueva edición del "MANUAL DE ANCLAJES EN OBRAS DE TIERRA", compromiso el cual agradezco tomando en cuenta la contribución que puedan tener los temas investigados, en el cual el anclaje juega un papel de vital importancia como elemento estructural que colabora como soporte y por ende como medio estabilizador del terreno que lo circunda.

Por otra parte, cabe destacar que al intentar elaborar y darle forma al libro, me encontré, con tres alternativas que podrían llevarse a cabo.

En la primera, se enfocaría el atractivo de una serie de análisis teóricos, que harían sentir a los lectores lo sobresaliente de esta técnica constructiva.

En la segunda opción, se presenta la senda tentadora del cálculo práctico, el cual al hacer caso omiso de los fundamentos teóricos, nos conduciría a soluciones con gran simplicidad muy del agrado de muchos ingenieros experimentados que desean fórmulas de aplicación inmediata.

Al considerar el tercer camino a seguir se tendría que recorrerlo tomando en cuenta los suficientes conocimientos teóricos, conjuntamente con la profundidad requerida que permita aportar al mismo tiempo, el apoyo claro y conciso a las resoluciones prácticas que aparecen planteadas a través de los diferentes tópicos incluidos en el manual.

Por lo tanto, no hay ningún interés de acrecentar aún más la excelente cantidad de literatura teórica existente, pero tampoco se desea colaborar en el sentido de convertir a los jóvenes profesionales de la ingeniería en simples máquinas de cálculo al aplicar la técnica de los tirantes anclados.

En estas condiciones, a pesar que el título se refiere a un manual de anclajes, éste contiene importantes desarrollos teóricos al buscar como objetivo final tratar de alcanzar la tercera opción, en la cual concurra el verdadero equilibrio teórico y práctico.

A la vez, no se pretende que en este trabajo sobre la aplicación de los tirantes anclados como elementos de refuerzo del terreno se encuentren resueltas todas las dudas que le puedan surgir al ingeniero, sino más bien una exposición con fundamentos teóricos sólidos sin perder de vista los aspectos de aplicación en los diversos procedimientos y técnicas utilizadas en el diseño de los anclajes como elemento estabilizador.

También es importante destacar que el manual tiene como aspecto primordial colaborar si ninguna presunción en la preparación de

mejores ingenieros, mejores estudiantes y, como corolario natural, lograr excelentes hombres en beneficio de la comunidad donde aporten su experiencia y conocimientos.

No se ha olvidado al escribir estas páginas introductorias la deuda de gratitud contraída con los que fueron guías y consejeros, Profesores Eduardo Peláez de la Universidad Central de Venezuela y Wilbur I. Duvall de Colorado School of Mines. También al Ingeniero Rolando Rodrigo Alarcón, quien con sus palabras de aliento generaron la motivación para que se llevara a cabo esta difícil tarea de escribir un libro. Fallecido inesperadamente y prematuramente, el vacío que deja como un excelente profesional y venezolano ejemplar, es la prenda más segura de memoria imperecedera.

Asimismo agradezco la colaboración prestada al personal del Laboratorio de Control de Calidad adscrito al antiguo Ministerio de Transporte y Comunicaciones, actual Ministerio de Infraestructura, quienes me han suministrado información muy beneficiosa a través de los ensayos realizados, los cuales han sido aplicados en el diseño de la mezcla del concreto proyectado, tomando en cuenta el correcto balance de los materiales, lo que ha permitido llevar a cabo ejemplos de aplicación directamente de la propia obra.

De igual modo deseo manifestar mi gratitud al Ingeniero William Zabala, quien a través de su experiencia en el campo del concreto proyectado ha contribuido con sus valiosos comentarios en que se haya mejorado este significativo tema.

Un reconocimiento especial a Magaly Varona, secretaria del Departamento de Vías de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, por su óptimo trabajo en transcribir el manuscrito. También a Javier Cerrada, por su gran dedicación y profesionalismo demostrado a través de los excelentes dibujos y gráficos contenidos en el presente Manual.

Por otro lado, parte de la experiencia aquí transmitida, ha sido el resultado de varios años de trabajo como gerente general de la empresa GEOVANCA (Geotecnia, Voladuras y Anclajes, C.A.), donde se realizaron importantes obras de estabilización a lo largo y ancho de los andes venezolanos.

Sin lugar a dudas gran cantidad de referencias utilizadas en esta investigación han sido el producto de una laboriosa recopilación bibliográfica llevada a cabo durante mis estudios de doctorado en el Departamento de Mecánica de Rocas en la Universidad de Mc Gill en Canadá. Todo esto sumado al valioso apoyo recibido por parte de la hemeroteca de nuestra apreciada Facultad de Ingeniería a través de las diferentes publicaciones geotécnicas, lo que ha permitido aprender y

desarrollar nuevas técnicas de soporte mediante anclajes en la ingeniería del terreno.

Finalmente , espero que las sugerencias que puedan hacer los especialistas dedicados al campo de la geotecnia ayudarán a perfeccionar en un futuro esta modesta obra concerniente con la aplicación de los tirantes anclados en las obras de tierra.

Mérida, Mayo de 2002

Roberto Ucar Navarro, Ph.D

Profesor Titular de la Facultad de Ingeniería

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

Correo electrónico: robertoucar@cantv.net