

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO¹

2.1 Entibación

Con frecuencia se tiene el problema de realizar excavaciones temporales que han de rellenarse después. Como ejemplos se pueden mencionar: las zanjas para la instalación de tuberías enterradas, las zanjas de drenaje para la estabilización de taludes y otros usos, las excavaciones para la construcción de muros, incluso túneles artificiales para ferrocarriles metropolitanos, los pozos de acceso en la construcción de galerías, etc.

En ocasiones, especialmente en zonas urbanas las circunstancias imponen la condición de excavar con paredes verticales; no siendo posible por lo tanto excavar dejando taludes estables; a menos que las características resistentes del terreno sean tales que permitan taludes verticales de la altura requerida. Aún en estos casos, los riesgos de accidentes para el personal que trabaja en la excavación o en la obra que realiza, son suficientemente importantes como para que en muchos países existan códigos que imponen la necesidad de sujetar las paredes.

Téngase en cuenta que la cohesión que permite la excavación vertical puede ser transitoria y perderse al cabo de cierto tiempo. Es, entre otros, el caso de suelos predominantemente granulares, cuya cohesión aparente se debe a que están semisaturados y las tensiones capilares

¹ José Antonio Jiménez salas, Geotecnia y cimientos III, cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia, segundo tomo, Editorial Rueda, 1980 pág. 1001-1188

de los meniscos de agua entre granos presionan a estos entre sí fuertemente. El incremento del grado de saturación por cualquier causa, como lluvia, hará desaparecer la cohesión y se producirá la caída de una cierta cuña de tierras. También se debe tener en cuenta que un mínimo volumen de tierra puede ser suficiente para provocar la muerte de una persona.

A la sujeción provisional por medios económicos y recuperables, instalados a mano, o con elementos mecánicos poco importantes, de las paredes de tales excavaciones se le denomina entibación. Este sistema se emplea, casi exclusivamente, en excavaciones de poca anchura, que permite acodalar o apuntalar el revestimiento de una pared contra el de la opuesta, transmitiéndose los empujes de las tierras de una a otra a través de los puntales y resultando compensados entre sí. Otras veces si la anchura es grande o no existe pared opuesta, los empujes se transmiten al fondo de la excavación mediante puntales inclinados.

Existen varios sistemas de entibación pero el material más común empleado es la madera, en forma de tablones, tablas y rollizos. En las excavaciones entibadas con tablas de madera, las paredes quedan forradas de tablas yuxtapuestas, formando una pantalla discontinua y no estanca, por lo que es condición esencial para poder realizarlas es la ausencia de agua.

Los suelos sin cohesión, como arenas muy sueltas o lodazales, la entibación de madera se hace por tablas verticales, aguzadas en su punta, que se hincan sucesivamente una al lado de la otra, el hincado se hace con mazos o martinetes, donde pueden llegar a alcanzar profundidades de hasta 2 metros. A medida que se completa la hinca por longitudes de zanja iguales a los de una correa o larguero, se inicia la excavación y se coloca la primera correa en cabeza de la zanja,

que se apuntala de lado a lado. Se prosigue la excavación hasta el nivel de la segunda fila de puntales, que habrá sido previamente establecido en el cálculo, se coloca la segunda correa y así, sucesivamente.

Si el terreno tiene algo de cohesión, suficiente para que se mantenga la excavación en la altura correspondiente al ancho de una o dos tablas, la entibación se hace por tablas horizontales. Las tablas se van sujetando a medida que se colocan y el proceso avanza a renglón más o menos seguido de la excavación, según la naturaleza del terreno. Esta es una de las peculiaridades de las entibaciones, que la realización de la pantalla acompaña a la excavación en su proceso.

Dependiendo del tipo de terreno se fija la longitud de la tabla. En terrenos considerados relativamente buenos, la excavación puede hacerse mecánicamente, de una sola vez, alcanzando profundidades de 4 o 5 metros de profundidad. El equipo de entibadores inicia su trabajo inmediatamente después. En terrenos difíciles, la excavación se hace a mano e, incluso, por bataches², y se dispone de una entibación cuajada, la cual consiste en colocar las correas y puntales a cada metro.

En zanjas profundas, tras alcanzar un primer nivel de excavación como se ha mencionado con anterioridad, dependiendo de la clase de terreno y de la accesibilidad la excavación se sigue a mano o a máquina. En casos de poca altura, puede emplearse una pequeña máquina excavadora y una grúa para extraer el material excavado.

² Se le considera hacer excavaciones por tramos salteados

Una vez excavado entra inmediatamente el equipo de entibadores. Nunca debe dejarse una porción de zanja más de un día sin entibar. En situaciones de terrenos difíciles, ni siquiera ese tiempo es posible: la excavación debe ser manual y avanzar al ritmo de la entibación. El costo de excavar a mano eleva el presupuesto si éste se consideró por medios mecánicos.

La entibación también tiene uso en la formación de pozos y es muy semejante al proceso de entibación en zanjas, donde las tablas son entibadas verticalmente y sujetas a marcos o aros, que hacen a la vez el panel de correas y puntales.

En los terrenos donde se pueden presentar las excavaciones entibadas, cabe mencionar y resaltar que el suelo más peligroso es la arcilla que presentan planos inclinados de muy reducida resistencia a esfuerzos cortantes, a lo largo de los cuales puede, fácilmente, producirse un deslizamiento.

2.2 Tablestacado

Se llama tablestaca a una pieza prefabricada, recta, en que la dimensión longitudinal es muy superior a las otras, de sección transversal constante y alargada cuyos extremos están dotados de juntas para su unión a otras tablestacas idénticas. El acoplamiento entre tablestacas se hace por deslizamiento de una pieza con otra dado que cuenta con conexiones machihembradas a lo largo de la junta. Su empleo es por hinca sucesiva en el terreno, en el sentido de su longitud, para formar pantallas continuas, que reciben el nombre de tablestacados. La hinca es en vertical generalmente o con ligera inclinación. El material de las tablestacas es impermeable y

las juntas hacen difícil el paso del agua a través de estas, por lo que las pantallas de tablestacas poseen un alto grado de estanqueidad.

Las tablestacas se constituyen de madera, concreto armado o acero, las más usadas son de material constituido por metal. Se emplean con frecuencia en obras de tierra, en Ingeniería Civil especialmente, y con menos ocurrencia en edificación.

El uso de tablestacas se presta fácilmente para el sostenimiento lateral del terreno y, sobre todo, en presencia del nivel freático. Como aplicaciones más frecuentes se puede considerar su empleo en pantallas continuas a lo largo del perímetro de recintos a excavar, muelles portuarios, cajeros de diques secos, esclusas de navegación y canales, recintos de protección de pilas de puentes frente a la socavación, aludes o protección de márgenes, pantallas impermeabilizantes. La tablestaca es una herramienta muy útil y rápida ya que puede ser reutilizada en varias ocasiones para diferentes actividades las cuales pueden desempeñar. Su gran virtud resalta en obras provisionales donde se puede utilizar para aislar el nivel freático del terreno ante una pila de puente o en recalces, reparaciones de conducciones, ataguías y otros tipos de obras provisionales.

Existen tres tipos de tablestacado, aquellos constituidos de madera, concreto y metal, las tablestacas de madera fueron las primeras en usarse varios siglos en el pasado. Su uso actual es muy limitado dado a sus dimensiones reducidas, especialmente en longitud, que difícilmente sobrepasan los 10 metros, poca resistencia y alta deformabilidad, corta duración cuando permanecen continuamente sumergidas bajo el nivel freático. Las tablestacas de concreto se encuentran con dimensiones que van desde los 10 a los 40 centímetros de espesor

y pueden llegar a medir en ocasiones muy especiales hasta 70 centímetros de ancho. Para poder lograr longitudes de los elementos bastante considerables. Se utiliza principalmente su instalación en zanjas perforadas y no por hinca, usando lodos bentoníticos para estabilizar momentáneamente los taludes. La gran desventaja es el excesivo peso de estos elementos puesto que su manejo y colocación genera altos costos por el equipo necesario para su instalación. Aunque su uso se limita a aquellos casos en que quedan formando parte de la obra definitiva.

Las tablestacas metálicas son las usadas debido a la gran diversidad de presentaciones, formas, resistencias, pesos y fácil colocación. Dentro de este tipo de tablestacas existen tablestacas de sección plana y modular. Las primeras, es decir, las planas tienen una resistencia a flexión, perpendicularmente a su plano, muy reducida, siendo por eso inadecuadas para formar pantallas de contención de tierras. Y el segundo tipo, las tablestacas modulares son aquellas que se ensamblan unas con otras, dan lugar a pantallas onduladas de elevada resistencia a flexión. Pueden clasificarse de acuerdo con la forma en tablestaca S, en U, Z y doble T. La forma de unir las tablestacas es por medio de conexiones macho y hembra. Estas conexiones producen la estanqueidad debido a la longitud y tortuosidad del camino que el agua debe recorrer, y además por el gran número de puntos de contacto que tienen las dos tablestacas unidas y sumando también la presión que el empuje del suelo genera a lo largo de las juntas.

La colocación de las tablestacas metálicas es por hinca, este procedimiento consiste en el uso de un martinete con el cual golpea la tablestaca y la fuerza a entrar en el suelo usando una guía para no perder la verticalidad en el hincado.

El tablestacado es un procedimiento considerablemente costoso debido ello este debe realizarse de forma correcta para evitar fallas y el mal funcionamiento de la tablestaca. Entre las diversas fallas se puede encontrar una penetración insuficiente de la pantalla por debajo del fondo de excavación generando un movimiento de la pantalla y deslizamiento del talud. Falla en el anclaje o sistema de apuntalamiento que se presenta cuando el anclaje es insuficiente para soportar las cargas y genera un giro alrededor del punto fijo del anclaje.

Para lograr la estabilidad del suelo se deben analizar varios aspectos para el cálculo de la estabilidad de los tablestacados y de los esfuerzos en la pantalla, y además los elementos de sujeción se analizan conjuntamente en el proyecto. Para resolver los casos de tablestacados se utiliza el método de muros de tablestacas en voladizo a una profundidad menor de 6 metros y el método de soporte libre para tablestacas ancladas con una profundidad mayor a 6 m.

El procedimiento constructivo para una estructura rellena consiste primero que nada en dragar el suelo in situ al frente y en la parte posterior de la estructura propuesta, para posteriormente hincar la tablestaca. Inmediatamente se puede dar inicio a los trabajos de relleno hasta el nivel del ancla y después rellenar la parte superior de la pared. En el caso de una tablestaca en voladizo se considera dragar el suelo, hincar la tablestaca y rellenar hasta la parte superior. Y por último en el caso de una estructura dragada se sugiere el siguiente procedimiento: hincar la tablestaca, rellenar hasta el nivel del ancla, consecutivamente rellenar hasta la parte superior de la pared y finalmente dragar al frente de la pared.