

Sección de Ingeniería de Minas

ASENTAMIENTO DE TERRAPLENES SOBRE LECHO DE PANTANOS

Por: Orestes Osorio Vargas
Profesor del Departamento de
Recursos Minerales y Energía

El desplazamiento de pantanos bajo terraplenes, para crearle bases sólidas a las vías por tremedales mediante el uso de explosivos, es análogo al método de formación de excavaciones en suelos firmes o en pantanos con voladuras de desplazamiento. La diferencia consiste aquí, en que, en el momento de la explosión el material fangoso se desplaza lanzando hacia los lados, y simultáneamente se asienta el terraplén, por su propio peso, sobre el espacio liberado.

Cuando la traza del terraplén esté cubierta de maleza, ésta se debe retirar del área a más de 5 ó 6 metros a derecha e izquierda de la vía en proyecto. La capa de suelo en esta misma área se destroza y se mezcla con el pantano hasta obtener una masa líquida, por explosión de cargas, para lo cual se hacen perforaciones a profundidades entre 0.90 y 0.95 del espesor de la capa, en tres-bolillo, a 1.5 - 3.0 metros de distancia una de otra. El peso de la carga explosiva, en las perforaciones, se asume entre 0.5 - 2.0 Kgs. en función del espesor de la capa de suelo y de su grado de saturación. Las perforaciones se hacen con varillas de madera aguzadas y de inmediato se introduce la carga explosiva en ellas. Después de las explosiones el suelo queda triturado y entremezclado; entonces se aplica una capa de relleno delgada que luego se amplía hacia los lados. Cuando la capa de suelo sea de espesor considerable y esté débilmente saturada, es necesario retirarla con explosiones de lanzamiento. Teniendo en cuenta que en ambos casos el efecto de la explosión forma una cavidad que se llena casi de inmediato con material fuertemente saturado o aguado, el asentamiento del terraplén sucede de manera fácil y logra llegar hasta el lecho del pantano.

Si después del desplazamiento del pantano en la traza del proyecto la base del terraplén no alcanza el lecho firme, lo cual se establece con perforaciones de sondeo, se procede a desplazar el material que permanezca bajo el terraplén con explosiones complementarias. Para ésto se perforan en tres-bolillo al través del terraplén, y hasta el lecho del pantano, barrenos de 130 - 160 mm. de diámetro. Desde los extremos inferiores de los taludes del terraplén, y a cada lado y con el mismo diámetro, se perforan barrenos hasta el fondo; se hace lo mismo a 1.5 - 2.0 metros de

distancia del terraplén, pero a profundidad que corresponda al espesor de la capa de suelo superior sobre el pantano.

Los parámetros de los trabajos de voladura se calculan según el método siguiente:

— Longitud de la carga de Sustancia Explosiva (S. E.)

$$L_{\text{carga}} = h$$

donde h es el espesor de la capa de pantano bajo el terraplén.

El diámetro de la carga es generalmente 100 - 120 mm.

— Peso de la Carga de S. E.

$$Q = \frac{\pi d_{\text{carga}}^2 l_{\text{carga}}^2 \Delta}{4}, \text{ Kgs.}$$

Donde,

d_{carga} : es el diámetro de la carga de S.E. en decímetros.

Δ : densidad de la S.E. en Kgs./dcm³.

— Distancia entre cargas en las series y entre series.

$$a = 30 d_{\text{carga}}, \text{ dcm.}$$

Para estas explosiones se usan S.E. estables al agua, a granel o en tacos.

El orden racional de explosión de las cargas, se indica en la Fig. 1,a. En primer lugar estallan las cargas más lejanas al eje del terraplén, que tienen profundidad igual al espesor de la capa de recubrimiento superior. La explosión de estas cargas crea el espacio necesario para el desplazamiento posterior del pantano desde debajo del terraplén. Luego siguen las explosiones de las cargas laterales y de las que cortan el eje del terraplén, a intervalos de retardo de 0.5 a 1.0 seg. Como resultado de estas explosiones se forma un espacio en el cual se asienta el terraplén hasta el lecho del pantano.

Para evitar que el terraplén se ahogue por debajo del nivel del pantano, su arrume se hace de una vez a toda la altura que sugiere la del futuro terraplén.

En algunos casos se usa otra ordenación de las explosiones (Fig. 1, a). Primero

se hacen estallar las cargas que siguen el eje del terraplén y en las series de los extremos, perforadas a profundidad igual al espesor de la capa de cubierta. Se hacen estallar cada 2 seg. las cargas localizadas entre el eje y los taludes del terraplén, y cada 4 seg. las cargas de los extremos inferiores en los taludes.

Según este orden de explosión, las cargas no sólo desplazan el pantano bajo el terraplén, sino que lo entremezclan con el suelo y el agua, diluyéndolo. Esto alivia considerablemente el desplazamiento para que el terraplén asiente fácilmente después de las explosiones siguientes.

En ocasiones es suficiente asentar sobre el lecho del pantano no todo el terraplén sino sus taludes. En estos casos se hacen perforaciones a los lados del terraplén, que se cargan con S.E. La explosión de estas cargas, debajo de los taludes, desplaza el pantano, y las bases de los taludes del terraplén alcanzan el fondo.

Para el cálculo del asentamiento de taludes se usan las siguientes formulaciones:

— Profundidad de las perforaciones.

$$H_{\text{perf.}} = H$$

donde H es la profundidad del pantano en metros.

— Distancia entre perforaciones.

$$a = H_{\text{perf.}} = H$$

— Peso de la carga explosiva en las perforaciones.

$$Q = \frac{H_{\text{perf.}}^3 \times q}{3}, \text{ Kg.}$$

donde q es el consumo unitario de S.E. en Kgs/Mt³

$$q = 0.70 - 0.95$$

— Diámetro de la carga explosiva

$$d_{\text{carga}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi H_{\text{perf.}} \Delta}}$$

Este método permite construir fácilmente vías en tremedales, con gran eficacia y economía.

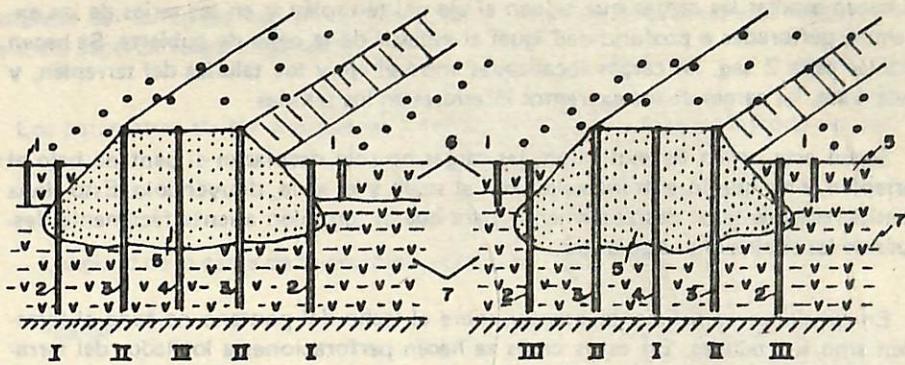


Figura 1a

Localización de las cargas para asentamiento de terraplenes que no alcancen el fondo firme de tremedales durante la construcción de vías.

- a. Desplazamiento del suelo con explosiones desde bajo el terraplén.
 - b. Licuación del suelo y desplazamiento parcial del pantano con explosiones.
 - 1. cargas localizadas en la capa de cubierta.
 - 2. cargas bajo los taludes del terraplén.
 - 3. cargas laterales.
 - 4. cargas fundamentales —siguiendo el eje—
 - 5. terraplén.
 - 6. recubrimiento.
 - 7. pantano.
- I, II y III orden de explosión de las cargas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Feshenko A.A. Eristov V. S. Voladuras en Construcciones Hidrotécnicas - Moscú. Edit. Energía - 1972.
- (2) Melnikov N. V. Energía de la Explosión y Cálculo de Cargas. Edit. Nedra. 1964.
- (3) Pocrovski G. I. Aplicación Práctica de Voladuras dirigidas. Trabajos especiales de Construcción. Ministerio de Construcción. URSS 1964.
- (4) Kuzhnarev D. M. Nueva Tecnología de Voladuras. Ministerio de Construcción URSS. Información No. 3 - 1971.
- (5) Osorio V. Orestes. Nociones fundamentales sobre Explosivos y Voladuras. Medellín - 1976.
- (6) Vovk A. A. Manual de Dinamitero. Kiev - 1963.