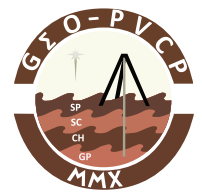


**Autor:**

José Joao Rengifo Reátegui, alumno PUCP



El pasado lunes 29 de setiembre iniciamos un nuevo ciclo del Grupo de Geotecnia GEOPUCP.

La reunión tuvo como objetivo presentar el grupo a los alumnos de la PUCP, integrarlos y formar la nueva directiva para el semestre 2014-2.

Además se conversó acerca de la geotecnia en la PUCP, posibles futuras prácticas pre-profesionales, empleos y acerca de las actividades a realizar en el semestre.

Como breve reseña histórica, el grupo GEOPUCP se creó en el año 2010 por cuatro ex alumnos PUCP egresados el año 2008. Como pioneros, ellos son: Ethel Cortegana, Juan Pablo Zamora, Fidel Loyola y Luis Fernández que se encontraban ejerciendo la profesión en el área de la Geotecnia y se dieron cuenta que efectivamente nuestra universidad es muy fuerte en áreas de estructuras y construcción pero que hay poca información en cuanto a la geotecnia. Por esta razón, pocos alumnos son los que se dedican a esta rama y no porque no les guste sino porque no están muy enterados del desarrollo en el campo a ejercer, es por esto que creyeron conveniente unirse y contar su experiencia a los alumnos interesados.

Nace así GeoPUCP, con los objetivos fundamentales de intercambiar información conocimientos y experiencias en el campo de la geotecnia dentro y fuera del grupo, desarrollo de proyectos de investigación dentro del área y su fomento en el pregrado, apoyo a los tesisistas que hayan

elegido un tema en el área y capacitación a los alumnos en temas relacionados como programas, bibliografías, talleres, charlas de empresas del rubro para conocerlas o búsqueda de practicantes, etc.

El grupo tuvo buena acogida y crecimiento moderado hasta llegar a un mayor realce el año 2012 con un gran grupo de alumnos que conformaron un gran año de exposiciones. Aquel grupo, liderado por Hanna Lizarzaburu, con bastante éxito y acogida por parte de los alumnos y empresas, lograron conseguir buenos puestos de trabajo en empresas reconocidas del área, pero después de ese grupo, del cual egresaron casi todos sus integrantes, GeoPUCP dejó de tener continuidad porque no se difundió a alumnos de otros ciclos menores que puedan continuar.

Esta idea es la base de volver a revivir al grupo GeoPUCP este 2014 de la mano del ing. PUCP Juan Pablo Zamora como incansable fuerza motriz y Joao Rengifo, alumno de 10mo ciclo y con experiencia en el área como instructor de prácticas de los cursos del área y en empresas dedicadas a la geotecnia, revivirán al grupo con grandes proyecciones a futuro y sostenibilidad en el tiempo, para lo cual se formará una mesa directiva para inscribir al grupo como oficial, con estatutos y contando con todo el apoyo de los ingenieros del área de Geotecnia, otros grupos de geotecnia de distintas universidades y empresas externas dispuestas presentar charlas de actualidad e información para la investigación y desarrollo en temas de tesis y ofertas laborales para alumnos practicantes.

Optimización de tratamiento de suelos blandos bajo terraplenes

Autor:

Ing. Pablo Zamora Beyk, Ingeniero Civil PUCP (Lima, 2007); Fundador GEOPUCP (Lima, 2010); Master en Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica CEDEX-UPM (Madrid, 2011); Docente y Pre-Docente en Cursos de Geotecnia UDEP y PUCP; Gerente del área de Geotecnia y Geología en FERLOZA SAC.

Adaptación:

Ing. Joel Villarreal Agama y Mayra Delgado Villaverde, alumna PUCP

Un trabajo que explica cómo mejorar los suelos blandos bajo terraplenes utilizando distintas técnicas y cómo introducirlas en el campo de ejecución de carreteras en los suelos de la selva y en el rubro de la minería.

Los suelos blandos plantean distintos problemas en las construcciones como vías de comunicación, (carreteras, ferrocarriles, etc), en las cimentaciones de edificaciones y obras civiles. Estos suelos deben ser analizados y tratados convenientemente, caso contrario, es de esperarse situaciones no deseadas a corto y largo plazo. Los problemas que ocasionan son principalmente debido a dos factores: su baja resistencia, la cual está relacionada a una baja capacidad portante e inestabilidad de taludes y a su alta deformabilidad, la cual ocasiona grandes asentamientos.

En obras de vías de comunicación la repercusión puede ser muy grande debido a los terraplenes que se encuentran asentados sobre estos suelos, ya que originan problemas con la estabilidad de los taludes. Para apoyar terraplenes sobre suelos blandos es necesario diseñar un tratamiento de mejora del terreno que permita acelerar los procesos de consolidación, disminuir los asentamientos y por lo tanto, asegurar la estabilidad de los terraplenes frente al deslizamiento.

Entre estos tratamientos de mejora del terreno tenemos a la precarga, el uso de drenes verticales, las columnas de mortero, la estabilización con cal, la compactación dinámica, las columnas de grava, entre otros.

Este trabajo tiene como objetivo explicar métodos de mejora de los suelos blandos bajo terraplenes utilizando la precarga, los drenes verticales y las columnas de grava. En el Perú se podrían introducir estas técnicas, sobre todo en el campo de ejecución de carreteras en los suelos de la selva y en el rubro minero para la construcción de terraplenes sobre relaves.

1. Precarga

Este método consiste en aplicar una carga igual o superior, generalmente, sobre suelos flojos y blandos, la cual producirá la consolidación que se reflejará en un aumento de la resistencia del terreno y una disminución de los asentamientos después de la construcción. Es aplicable en casi todos los tipos de suelos, secos o saturados.

Las labores de precarga no tratan de eliminar los asentamientos sino de inducirlos con anterioridad, cambiando la estructura inicial del terreno. Durante el proceso de consolidación se disminuye el contenido de agua, la relación de vacíos y el coeficiente de permeabilidad, y a su vez, se incrementa la resistencia al corte, el módulo de compresibilidad y la resistencia a la penetración.

El método de ejecución más usual es apilar el material de relleno sobre el terreno y dejarlo un cierto tiempo. Luego, el relleno se retira, procediendo a la construcción de la nueva obra. Este método se conoce como precompresión del terreno (Jamiolkowski et al, 1983). Para el caso específico de terraplenes se utiliza una sobrecarga, que es una sobrelevación del 20% de la altura final. La amplitud y duración de la aplicación de esta sobrecarga se determina con métodos clásicos de cálculos de asentamiento.

Entre sus principales ventajas se tiene el bajo costo, que se encuentra entre el 10% a 20% de otros métodos. El uso de equipos de movimiento de tierra convencionales y la reducción del riesgo de licuefacción. Por otro lado, las principales limitantes son el tiempo que toma producir la mejora del terreno y la obtención del material de relleno para la sobrecarga; sin embargo, con un buen planeamiento y previsión antes de iniciar, esta solución podría ser óptima.

2. Drenes verticales

Como ya se ha mencionado, una de las principales limitantes de estos métodos es el tiempo que toma en lograr mejorar el terreno. Por ello, para acelerar la consolidación y reducir el tiempo de precarga se puede mejorar el drenaje del terreno instalando drenes verticales que reduzcan los caminos que seguiría el agua hacia zonas permeables. La desventaja principal es que este procedimiento es costoso.

Según Stamatopoulos y Kotzias (1990) los drenes verticales son columnas verticales de material permeable instalados en suelos arcillosos

compresibles con el fin de drenarlos, recogiendo y evacuando el agua expulsada durante la consolidación.

La Figura 1 muestra la aplicación de los drenes verticales en terraplenes. En el lado izquierdo se aprecia un terraplén construido sobre un suelo blando cohesivo saturado y debajo se muestra una gráfica del incremento de los asentamientos a lo largo del tiempo. Mientras que en lado derecho se muestra el mismo terraplén, pero utilizando los drenes verticales. Se puede apreciar en la gráfica que el tiempo de consolidación se reduce.

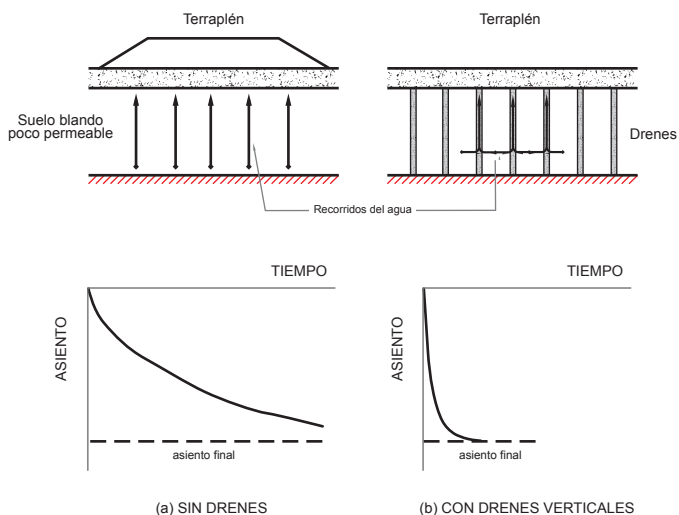


Figura 1. Terraplén sobre suelo blando poco permeable, sin drenes y con drenes verticales. (URIEL A. 1991)

3. Columnas de grava

Otro método para acelerar la consolidación de los suelos blandos son las inclusiones verticales de grava, ya sea mediante zanjas o mediante columnas de grava, ejecutadas con técnicas de vibroflotación, con aportación de grava y sustitución parcial del terreno. Ver Figura 2.

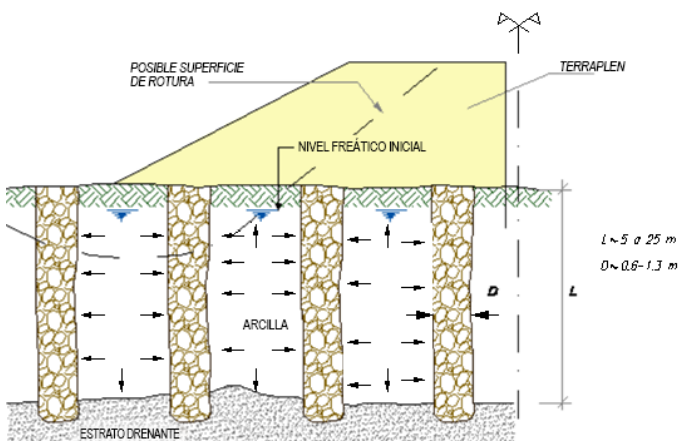


Figura 2. Columnas de grava (OTEO C. 2011)

Las columnas densas de grava conjuntamente con el suelo natural crean un sistema integrado. Por lo tanto, se aumenta la resistencia en conjunto disminuyendo los asentamientos y aumenta la estabilidad al deslizamiento de terraplenes.

Las columnas de grava pueden ejecutarse mediante vía húmeda o vía seca y se aplican tanto en tierra como en el mar.

Vibrosustitución o vibrocompactación por vía húmeda

Aplicable a suelos blandos cohesivos, relativamente impermeables. Cuando estos tienen un nivel freático alto o las paredes de la perforación son inestables, serán más fáciles de atravesar con un chorro de agua inyectado a presión. El aporte de gravas a la columna se efectúa por vía externa, es decir, hay que sacar el vibrador, empujar las gravas desde la superficie y volver a introducir el vibrador para la compactación.

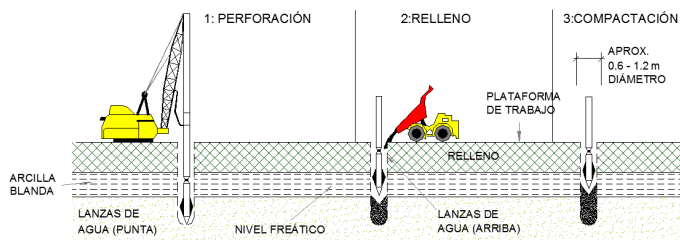


Figura 3. Fases de ejecución en la vibrosustitución (BIELZA A. 1999)

PERFORACIÓN: La inyección de agua provoca un flujo hacia el exterior, arrastrando el material y permite que el vibrador penetre en el suelo.

SUSTITUCIÓN: Alcanzada la profundidad deseada, se procede a rellenar de grava el orificio (Capas de 50cm).

TERMINADO: Cada capa es compactada por acción del vibrador, el proceso se repite hasta terminar la columna.

Vibrodesplazamiento o vibrocompactación por vía seca

Se aplica a suelos cohesivos estables y no sensitivos. La perforación mediante vibrado se hace con aire comprimido. En los últimos años, se están introduciendo vibradores que permiten la introducción de grava por su punta inferior con lo cual se reducen las operaciones de extracción y reintroducción del vibrador, a la vez que se asegura la continuidad de la columna.

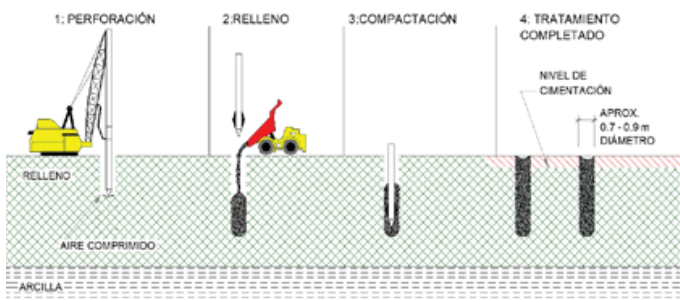


Figura 4. Fases de ejecución en el vibrodesplazamiento (BIELZA A. 1999)

PERFORACIÓN: El vibrador penetra en el terreno por el efecto de los impactos de vibración y del peso propio ayudado por la inyección de aire comprimido por la punta del vibrador.

SUSTITUCIÓN: Al alcanzar la profundidad requerida se extrae el vibrador y se realiza el primer relleno de grava hasta 50 cm de espesor.

TERMINADO: Para compactarlo se introduce el vibrador desplazándolo hacia abajo y lateralmente.

Ejecución de Columnas de Grava en el Mar

En el caso de proyectarse la mejora de suelos marinos por medio de columnas de grava, se describen los tres métodos de ejecución habituales:

a) Método de la Banqueta de Grava:

Se requiere la ejecución previa de una banquetta de grava sobre el estrato blando. El espesor de la banquetta es variable en función de las necesidades del tratamiento (longitud, diámetro y separación de las columnas) y hay que tener en cuenta que parte de la grava se quedará entre las columnas.

Estas se construyen mediante la introducción del vibrador a través de la banquetta y el estrato de suelo blando hasta alcanzar el terreno resistente.

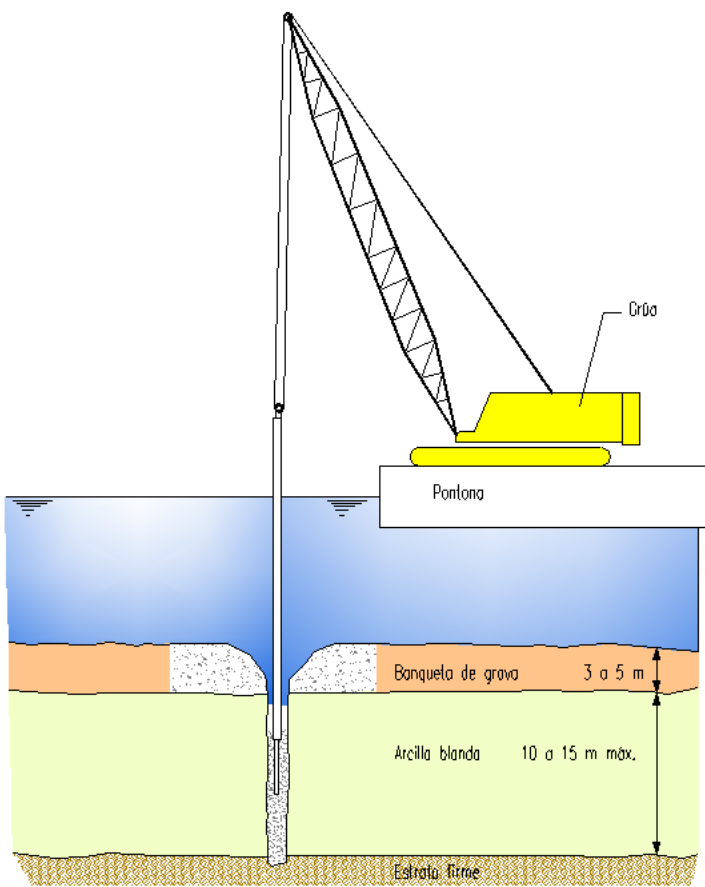


Figura 5. Método de la banquetta de grava (VIÑAS R. 2006)

b) Método del Tanque Superior de Grava:

La alimentación se realiza por el fondo, por medio de un tubo adosado al vibrador y conectado en su parte superior a un depósito de grava con una compuerta hidráulica. El vibrador penetra en el terreno hasta llegar a la profundidad del estrato resistente. Alcanzada esta, se abre la compuerta hidráulica del depósito superior y la grava se desplaza a través del tubo hasta salir por la punta inferior del vibrador, luego se compacta hasta completar la columna.

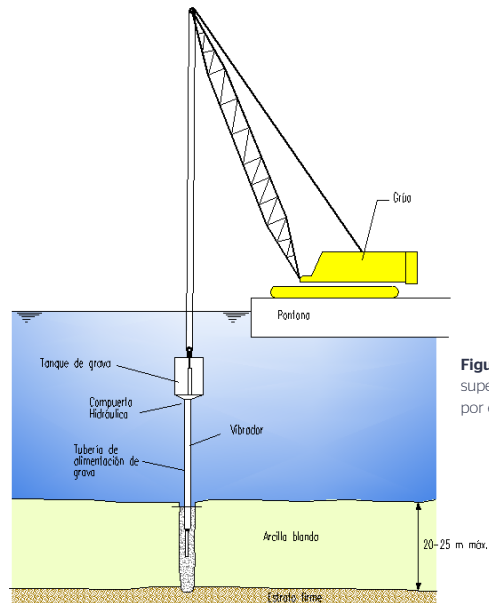


Figura 6. Método con tanque superior de grava y alimentación por el fondo (VIÑAS R. 2006)

c) Método de la Bomba de Grava:

El vibrador lleva acoplado en la parte superior un depósito de grava de doble compuerta que a su vez está conectado a un sistema de bombeo de grava por medio de aire comprimido. El procedimiento de ejecución es similar al método del tanque superior, con la diferencia que al llegar a la profundidad establecida, la grava se bombea desde el tanque acoplado al vibrador a través de la tubería de alimentación hasta salir por la punta inferior.

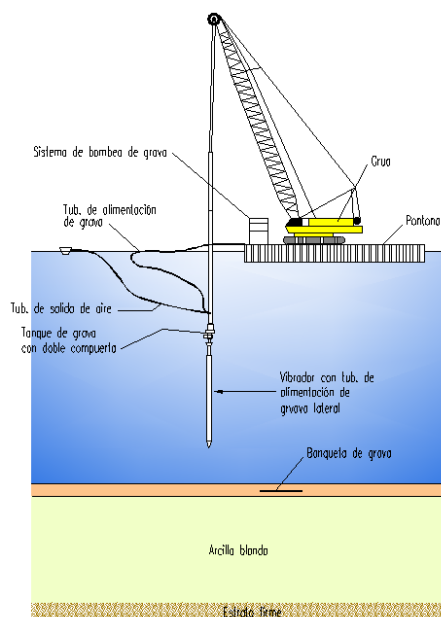


Figura 7. Método con bomba de grava y alimentación por el fondo (VIÑAS R. 2006)