*Ferrer, A.

En obras de ingeniería civil y edificación

Control del agua subterránea

Los sistemas utilizados en la actualidad en el control del nivel del agua subterránea, han evolucionado durante las últimas décadas, si bien los conceptos básicos permanecen. La mejora se ha obtenido a partir de un menor coste de los materiales utilizados, bombeos más eficientes y sistemas de montaje de mayor efectividad.

El diseño de una obra de control de nivel freático se lleva a cabo de forma habitual a través de simples formulaciones analíticas, algunas veces no muy bien justificadas. Cuando la obra es de cierta entidad, puede ser más eficiente y robusto utilizar modelos matemáticos de tipo numérico.

Los modelos numéricos ayudan al desarrollo de los cálculos en complejos, allí donde los modelos analíticos dejan de ser funcionales y operativos, y donde no baste con el mejor criterio geológico o ingenieril.

Hoy en día no es habitual implementar un modelo numérico de flujo para obras que interaccionen con el medio hidrogeológico, excepto cuando éstas son de entidad, si bien la tendencia es clara por el incremento de su complejidad y la creciente necesidad en su optimización de costes.

Este artículo pretende ser el primero de una serie en los que se presenten los distintos sistemas esenciales de control temporal del nivel freático, de carácter técnico y divulgativo, con el objetivo de dar respuesta a la complejidad creciente de algunas de las obras subterráneas, de forma óptima y eficiente. En esta parte primera, se hará referencia a los métodos esenciales, siendo evaluados con carácter particular y con detalle sobre cada uno de ellos en los siguientes artículos.

Bombeos asistidos por vacío. Wellpoint

Es un sistema utilizado desde hace unos 75 años, extendiéndose su uso y conocimiento en función del grado de desarrollo constructivo existente en cada zona, generalmente vinculado al desarrollo urbanístico, allí donde surja la necesidad de excavaciones en presencia de agua subterránea.

Es uno de los sistemas de mayor versatilidad, pues se puede plantear su uso en la mayoría de suelos, con horquillas de caudales que pueden oscilar desde los pocos litros por minuto, en suelos de moderada a baja permeabilidad, a varios cientos de litros minutos en suelos de alta permeabilidad. Su mejor rendimiento lo ofrece en suelos de matriz arenosa homogénea, con ausencia de limos y comportamiento no plástico. El término comercial con el que se hace referencia a los grupos de bombeo que combinan un módulo o cuerpo de bombeo de agua y un módulo de bombeo de aire destinado a provocar depresión en el circuito, es equipos de bombeo wellpoint. En la figura 1 – izquierda, se muestra una excavación abierta hasta la cota en la que apareció el nivel freático. En la figura 1 – derecha, se muestra el fondo de la excavación a cota inferior en 3,5 metros, tras la instalación de un sistema de bombeo wellpoint, que permitió que fuera realizada en seco y en condiciones de seguridad y estabilidad.

Bombeos en pozos profundos

Pozos de baja capacidad (Low capacity wells)

Un sistema de pozos profundos consiste en una matriz de pozos de bombeo equipados con bombas sumergibles. Los descensos producidos por cada pozo interactúan con los de los demás. En consecuencia, es provocado un descenso generalizado en un área significativa. Dado que este planteamiento, a priori, no hace uso de sistemas de vacío, no tiene la limitación de éstos, siendo su uso conveniente ante la necesidad de mayores descensos.

En términos generales, un pozo tendrá un mayor coste económico y temporal en la medida que aumentan

Figura 1.- Instalación del sistema wellpoint (izquierda). Nivel freático inicial, previo al inicio del bombeo(derecha). Nivel freático deprimido por la acción del bombeo (Perforaciones e Instalaciones FERRER, S.L.,2006).

sus características esenciales de diámetro y profundidad. Estas características, generalmente, condicionarán la técnica y sistema de perforación a utilizar. Por tanto, es conveniente optimizar tanto el diseño como el número de pozos a implementar.

En general, reducir el diámetro de la perforación, reducirá su coste de ejecución, lo que justifica la tendencia actual a realizar pozos de baja capacidad (Low Capacity Wells) que muestran mayor eficiencia. Avala esta tendencia la teoría analítica del flujo del agua subterránea a pozos, ya que mantiene que el caudal a un pozo es proporcional al logaritmo natural de su radio.

Siendo este método el más sencillo de implementación, requiere una mayor observación y monitoreo de las condiciones de contorno, pues es el método que menor control ofrece sobre la reducción de las presiones intersticiales.

Por su concepto, en excavaciones a cielo abierto sin diafragmas verticales, puede favorecer la inestabilidad de taludes y en excavaciones con diafragma, aumenta el riesgo de sifonamiento o rotura de fondos. Esto justifica que si tras el análisis de las condiciones de contorno y a priori, el uso de este método parece aconsejable, en cualquier caso debiera preverse un método alternativo,

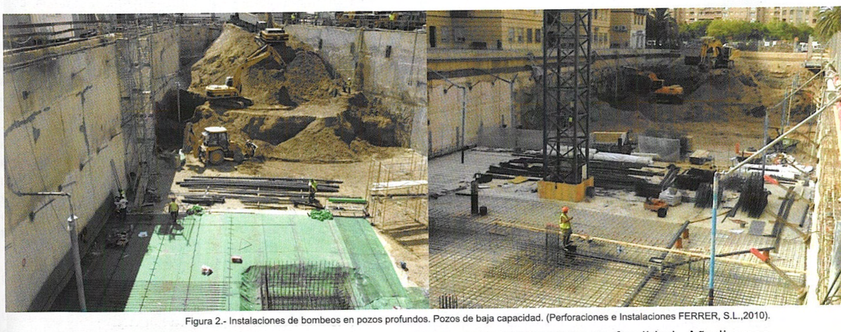

Figura 2.- Instalaciones de bombeos en pozos profundos. Pozos de baja capacidad. (Perforaciones e Instalaciones FERRER, S.L.,2010).

Bombeos superficiales (Sumps)

Los bombeos abiertos superficiales y sus habituales zanjas de distribución, en general suponen un menor coste para la obra frente a cualquiera de los otros grupos mencionados, presentando un resultado satisfactorio como sistema cuando las condiciones son apropiadas.

Su menor impacto económico hace que en ocasiones este método sea utilizado en condiciones inapropiadas, con resultados negativos, demoras en la ejecución, accidentes y ocasionalmente grandes daños personales y materiales. Por ello, es determinante evaluar las condiciones y circunstancias del proyecto de forma minuciosa, asegurando que no existe riesgo para la cimentación de la propia estructura objeto de la actuación, de las estructuras próximas, ni obviamente para el equipo de trabajo.

generalmente bombeos en profundidad. Añadiremos que el uso de este método, a pesar de su sencillez de implantación, requiere de mayor experiencia que otros métodos alternativos, ya que en términos prácticos no prevé en sí medidas de seguridad, quedando la mayoría de las pautas de actuación al mero sentido común del experto.

En seguidos artículos serán expuestos con detalle cada uno de los sistemas aquí presentados, entrando a analizar aspectos técnicos, ventajas e inconvenientes, limitaciones o viabilidad, entre otros. Pueden ser consultadas mayores referencias en www.ferrersl.com. ■

*M.Sc. Hidráulica y M.A. Gerente de FERRER®