

Resumen

Como consecuencia del desarrollo urbanístico, se ve reducido el espacio disponible para llevar a cabo nuevas actuaciones, tanto en obras de edificación como de ingeniería civil. Esta falta de espacio incrementa el coste del terreno. La búsqueda de su rentabilidad obliga a un desarrollo vertical ascendente y descendente de las construcciones, lo que incrementa su complejidad constructiva, entre otros detalles, su cimentación en profundidad.

De igual modo, la concentración urbana requiere normas que regulen dichos espacios, con aprovechamientos subterráneos que descongestionen la circulación para sus habitantes y eleve su confort, mediante aparcamientos, vías férreas y en general pasos y vías subterráneas.

Cuando se ejecuta una excavación por debajo del nivel freático existe riesgo de inundación, con posible inestabilidad para la obra y entorno colindante, si no se adoptan las medidas oportunas.

Los pozos de bombeo correctamente diseñados, solos o en combinación con barreras físicas, son la solución más económica y conveniente al problema de control del nivel freático. Su número y distribución vendrá condicionado por la naturaleza del terreno, profundidad de la excavación y resto de condiciones de contorno como la existencia o no de barreras impermeables (muros pantalla, muros bentoníticos, pantalla de pilotes, etc.)

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, vienen a ayudar 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 estas son de entidad, si bien la tendencia es clara por el incremento de su complejidad y la creciente necesidad en su optimización de costes.

De igual modo, un modelo numérico de flujo, puede ayudar a conocer la distribución de presiones intersticiales derivada de la acción de un bombeo y por tanto el mapa tensor de deformación del suelo en condiciones hidrodinámicas, pudiendo optimizarse el diseño de la cimentación profunda debido a la mejora conocida de las tensiones efectivas, por ejemplo, con la reducción de la profundidad de las pantallas.

Este trabajo tiene por objeto analizar la interacción entre la obra y el medio hidrogeológico, con revisión de conceptos esenciales, métodos de control de las aguas subterráneas y la aplicación de modelos matemáticos analíticos y numéricos, cuya combinación pueda dar respuesta a la complejidad creciente de algunas de las obras subterráneas, de forma óptima y eficiente.

Abstract

Available space for new activities is being reduced as a consequence of urban development. This affects construction and civil engineering buildings.

Space shortage increases property costs. The quest of increasing profitability forces a vertical rising and descending development of constructions, inherently increasing constructive complexity, among other details, their deep foundation.

Alike, urban concentration requires standards which regulate such spaces, with underground uses which relieve poor traffic conditions for their residents and lifting their wellbeing by means of providing parking space, railways, and in general underground paths and routes.

When an excavation is executed below the phreatic level there is risk of flooding, with possible instability of the construction and surroundings, if adequate measures are not taken into account.

Properly designed pumping wells, stand alone or combined with cut-off walls are the most financially sound and convenient solution to the groundwater control problem. Their number and distribution will depend on the nature of the ground, excavation depth, and other boundary conditions like the presence of barriers (continuous pile concrete walls, slurry walls, sheet piling walls ...).

Numerical models are helpful in developing calculations of more complex scenarios, where analytical models are not functional and operative any more, and where geological and engineering judgments alone are not sufficient.

Currently it is not common to find a numerical model of flow applied to works which interact with hydrogeological media, except in very high quality constructions, though the trend is clear, because of the increase in the degree of complexity, and the growing need for optimizing cost.

Alike, a numerical flow model with distributed parameters may help to understand pore pressure distribution derived from pumping, and hence the scene of deformational stress of the ground under hydrodynamic conditions. This allows optimizing the design of the deep foundation due to a better understanding of effective stress, e.g. by reducing sheet pile concrete walls penetration depth.

The objective of this thesis is to analyze groundwater and foundations interactions, by reviewing essential concepts, groundwater control methods, and the application of analytical and numerical mathematical methods, which all combined may provide an answer in an optimal and efficient fashion to increasing complexity of some underground construction problems.

Resum

Com a conseqüència del desenrotllament urbanístic, es veu reduït l'espai disponible per a dur a terme noves actuacions, tant en obres d'edificació com d'enginyeria civil.

Aquesta falta d'espai incrementa el cost del terreny. La recerca de la seua rendibilitat obliga a un desenrotllament vertical ascendent i descendent de les construccions, la qual cosa incrementa, de forma inherent, la seua complexitat constructiva, entre altres detalls, la seua fonamentació en profunditat.

De la mateixa manera, la concentració urbana requerix normes que regulen els espais referits, amb aprofitaments subterranis, que descongestionen la circulació per als seus habitants i augmente el confort, per mitjà d'aparcaments, vies fèrries i en general, passos i vies subterrànies.

Quan s'executa una excavació per davall del nivell freàtic hi ha risc d'inundació, amb possible inestabilitat per a l'obra i entorn limítrof, si no s'adopten les mesures oportunes.

Els pous de bombament correctament dissenyats, sols o en combinació amb barreres físiques, són la solució més econòmica i convenient al problema de control del nivell freàtic. El seu nombre i distribució vindrà condicionat per la naturalesa del terreny, profunditat de l'excavació i resta de condicions de contorn com l'existència o no de barreres impermeables (murs pantalla, murs bentonitics, pantall de pilotes ...).

Els models numèrics, vénen a ajudar al desenrotllament dels càlculs en escenaris de major complexitat, on els models analítics deixen de ser funcionals i operatius, i on no és prou només el millor criteri geològic o enginyer.

Actualment no és habitual trobar implementat un model numèric de flux a obres que interaccionen amb el medi hidrogeològic, excepte en obres d'elevada entitat, si bé la tendència és clara per l'increment de la seua complexitat i la creixent necessitat en l'optimització de costos.

De la mateixa manera, un model numèric de flux de paràmetres distribuïts, pot ajudar a conèixer la distribució de pressions intersticials derivada de l'acció d'un bombament i per tant el mapa tensodeformacions del sòl en condicions hidrodinàmiques, podria optimitzar el disseny de la fonamentació profunda a causa de la millora coneguda de les tensions efectives, per exemple, amb la reducció de la profunditat de les pantalles.

Aquest treball té com a objecte analitzar la interacció entre l'obra i el medi hidrogeològic, amb revisió de conceptes essencials, mètodes de control de les aigües subterrànies i l'aplicació de models matemàtics analítics i numèrics, la combinació dels quals puga donar resposta a la creixent complexitat d'algunes de les obres subterrànies, de forma òptima i eficient.