

Centrales hidroeléctricas reversible subterráneas usando minas abandonadas: influencia de los intercambios de agua subterránea en la eficiencia



Estanislaio Pujades¹, Sarah Bodeux¹, Philippe Orban¹, Alain Dassargues¹
¹ Hydrogeology and Environmental Geology, Geo3, Dpt ArGenCo, University of Liege, 4000 Liege, Belgium



estanislaio.pujades@ulg.ac.be / estanislaio.pujades@gmail.com

Introducción

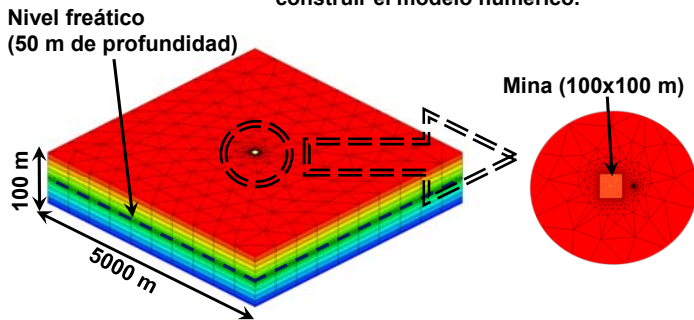
Las centrales hidroeléctricas reversible subterráneas pueden ser usadas para gestionar la producción de electricidad en regiones llanas. Durante la actividad de estas centrales se producen intercambios de agua entre el embalse subterráneo y el acuífero (Pujades et al., 2016). Estos intercambios de agua juegan un papel importante en la evolución del nivel en el interior del embalse subterráneo. Dado que la eficiencia de bombas y turbinas depende de la diferencia de nivel entre el embalse superior y el subterráneo, los intercambios de agua deberían ser considerados a la hora de seleccionar las bombas y turbinas de futuras centrales hidroeléctricas reversible subterráneas.

El objetivo de este estudio es determinar (1) la influencia de los intercambios de agua en la eficiencia, y (2) como la eficiencia varía dependiendo de las características del problema.

Materials and methods

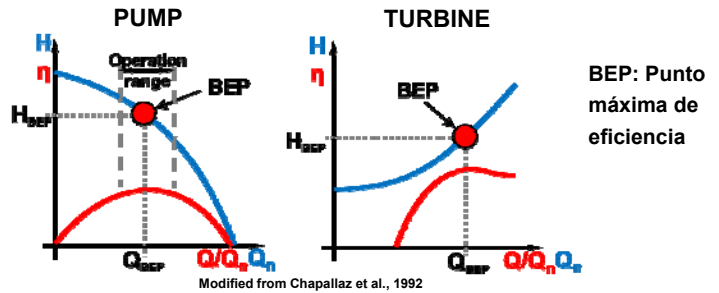
CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA

El código SUFT3D (Brouyère et al., 2009 and Wildemeersch et al., 2010) ha sido usado para construir el modelo numérico.

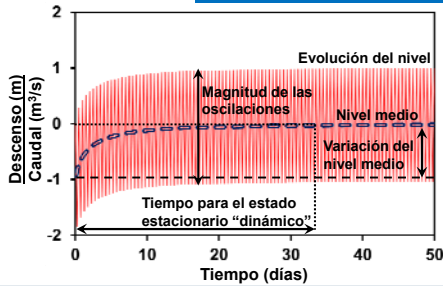


CURVAS CARACTERÍSTICAS DE BOMBAS Y TURBINAS

El caudal nominal (máx. eficiencia) cambia según la diferencia de nivel entre el embalse superior y el subterráneo, la cual varía a lo largo de los bombeos y las inyecciones. Dado que los caudales de bombeo e inyección son constantes, la eficiencia variará a lo largo del tiempo.



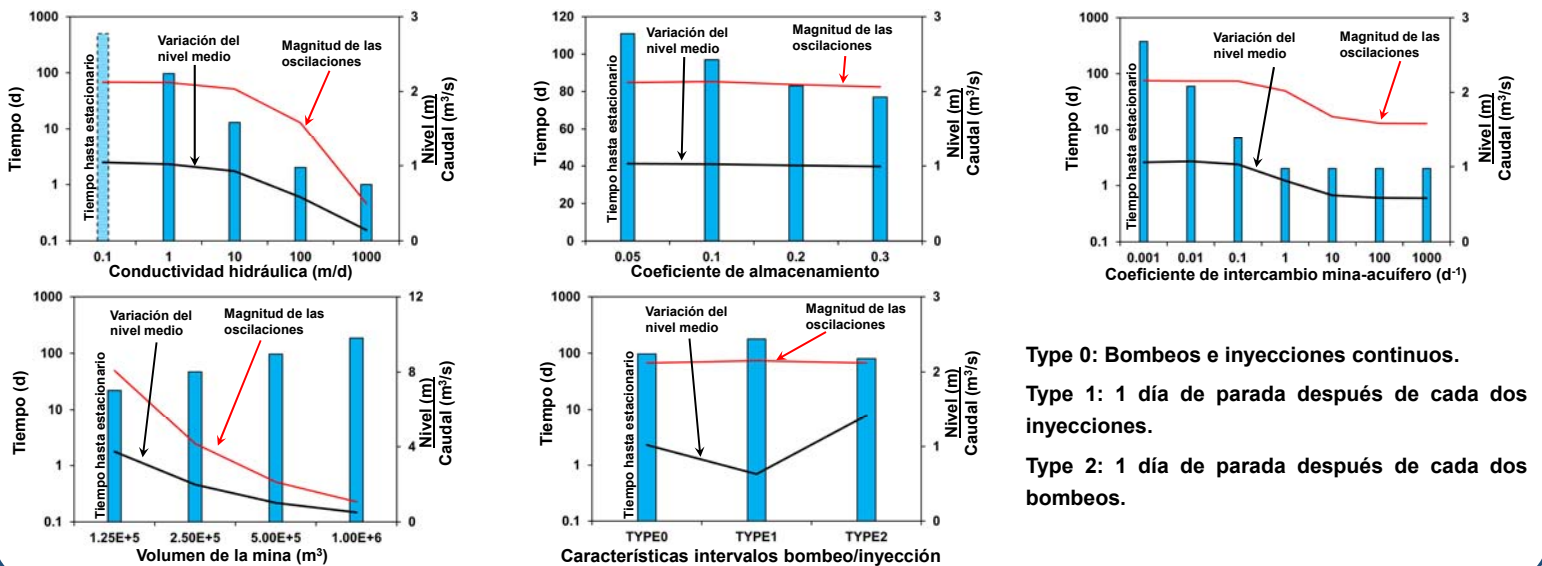
EVOLUCIÓN DE NIVEL EN EL INTERIOR DEL EMBALSE SUBTERRÁNEO



La eficiencia es mayor cuando la magnitud de las oscilaciones, la variación del nivel medio a lo largo del tiempo y el tiempo para alcanzar el estado estacionario "dinámico" son menores. La influencia de las propiedades del problema en estos factores es analizada mediante múltiples simulaciones en las que se modifica las características del sistema.

En los resultados, las variaciones de nivel son normalizadas respecto a los caudales de bombeo e inyección (en m³/s).

Resultados



Type 0: Bombeos e inyecciones continuos.
Type 1: 1 día de parada después de cada dos inyecciones.
Type 2: 1 día de parada después de cada dos bombeos.

Conclusions

La eficiencia depende de las propiedades del problema (deben ser consideradas durante la selección de bombas y turbinas).

La eficiencia aumenta cuando las propiedades del sistema favorecen los intercambios de agua (K , S , coeficiente de intercambio mina-acuífero y V volumen de la mina grandes).

Es mas eficiente realizar las paradas después de intervalos de inyección.

Bibliografía

Chapallaz, J. M., Eichenberger, P., Fischer, G. 1992. Manual on Pumps used as Turbines. Vieweg, Braunschweig.
 Brouyère, S., Orban, Ph., Wildemeersch, S., Couturier, J., Gardin, N., Dassargues, A., 2009. The hybrid finite element mixing cell method: A new flexible method for modelling mine ground water problems. Mine Water Environment. Doi: 10.1007/s10230-009-0069-5
 Pujades, E., Willems, T., Bodeux, S., Orban, P., Dassargues, A., 2016. Underground pumped storage hydroelectricity using abandoned works (deep mines or open pits) and the impact on groundwater flow. Hydrogeology Journal. Doi: 10.1007/s10040-016-1413-z
 Wildemeersch, S., Brouyère, S., Orban, Ph., Couturier, J., Dingelstadt, C., Veschkens, M., Dassargues, A., 2010. Application of the hybrid finite element mixing cell method to an abandoned coalfield in Belgium. Journal of Hydrology. Doi:10.1016/j.jhydrol.2010.08.007.

Agradecimientos

E. Pujades agradece el soporte económico de la Universidad de Lieja y la UE a través del programa postdoctoral Marie Curie BeIPD-COFUND (FP7-MSCA-COFUND, 600405). S. Bodeux es beneficiaria de una beca FRIA (Fonds pour la Recherche dans l'Industrie et l'Agriculture, FRS-FNRS, Belgium). Esta investigación es apoyada por: "Public Service of Wallonia - Department of Energy and Sustainable Building".