

RESEARCH ARTICLE

Hydrogeology of coastal aquifers: Introduction

Hidrogeología de acuíferos costeros: Introducción

Antonio Pulido Bosch¹, María Luisa Calvache¹, Ángela Vallejos²

¹ Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada, Avda. Fuentenueva s/n, Granada, Spain

² G.I. Recursos Hídricos y Geología Ambiental. Universidad de Almería, 04120, Almería, Spain

Corresponding author: apulido@ual.es (Antonio Pulido Bosch)

Article History:

Received: 09/03/2022

Accepted: 11/03/2022

Historial del artículo:

Recibido: 09/03/2022

Aceptado: 11/03/2022

Es una realidad que en la mayor parte del planeta las grandes urbes se suelen desarrollar en las áreas costeras. Asimismo, es frecuente que las zonas litorales tengan también un desarrollo agrícola y turístico muy notable, algo menos en las áreas kársticas costeras (Fidelibus and Pulido-Bosch, 2018). Además, es evidente que las áreas costeras son muy vulnerables a todos los efectos del cambio global y del cambio climático (Stigter *et al.*, 2014; Abd-Elaty *et al.*, 2019; Venkatramanan *et al.*, 2020).

Pensemos en muchas de las playas del litoral español con sus numerosos diques y escolleras que en algunos casos han conseguido «regenerar» playas previamente erosionadas como consecuencia de acciones antrópicas (Kolathayar *et al.*, 2022). En casi todos los casos se pueden constatar sus efectos sobre la morfología, con una acumulación de sedimentos en un lado y una erosión creciente en el lado opuesto. Hay espectaculares ejemplos de los efectos devastadores de la construcción de puertos deportivos que han acabado con playas magníficas en muy pocos años.

El estudio de los acuíferos costeros ha cobrado un interés creciente en las últimas décadas a escala mundial, dado su carácter estratégico como recurso de agua (El-Masry *et al.*, 2022). Así, de acuerdo con Scopus, el número de artículos que durante el año 2021 incorporaban el término acuífero costero en su título, alcanzaban los 160, lo que da idea del interés de este tipo de acuíferos para la ciencia.

En España, los acuíferos costeros están frecuentemente sometidos a explotación intensiva y,

como consecuencia, los procesos de intrusión marina tienden a proliferar, con la consiguiente dificultad añadida para el suministro de agua potable. Lo que parecía la panacea para garantizar el suministro de las demandas crecientes de agua en la franja litoral, las plantas desaladoras (Dévora-Isiordia *et al.*, 2022), no lo es tanto. El elevado coste energético, los problemas de eliminación del rechazo y los eventuales procesos de asentamiento diferencial, son algunos de los aspectos negativos que conlleva la desalación. Cada día vemos como los agricultores se quejan de la escasez de agua y de que se pone en peligro la economía de muchas familias. Así, por ejemplo, el entorno semiárido almeriense y especialmente el Campo de Dalías es el que más «agua» vende en toda Europa a través de sus productos hortofrutícolas. Otros entornos, como el espacio protegido de Doñana, se ve en grave peligro como consecuencia de las captaciones ilegales.

Este Monográfico pretende dar a conocer una serie de casos singulares en entornos costeros, gran parte de ellos en la cuenca mediterránea, tanto española (Plana de Castellón, García Menéndez *et al.*, 2022; Cabo de Gata, Sola *et al.*, 2022; Bajo Guadalorce, Nieto López *et al.*, 2022; Campo de Cartagena, García Mariana, 2022) como marroquí (Oued Laou, Himi *et al.*, 2022). Diversas herramientas, como la simulación matemática, han sido utilizadas para el estudio de acuíferos en el entorno de la Plana de Valencia (Ballesteros Navarro and Navarro Odriozola, 2022) y en la costa granadina (acuífero de Motril-Salobreña, Calvache *et al.*, 2022). El acuífero del Maestrazgo (Comunidad Valenciana) ha des-

pertado especial atención, con dos trabajos en los que se abordan aspectos relacionados con la hidroquímica e hidrodinámica (Domínguez Sánchez *et al.*, 2022a, 2022b).

Este Monográfico ilustra otros casos de estudio de acuíferos costeros a nivel internacional, que van desde el norte de Europa, donde se da una visión global de los problemas de intrusión marina en Dinamarca (Duque *et al.*, 2022), hasta el SW de Mauritania, objeto de un interesante trabajo sobre la interacción mar-agua subterránea durante el Holoceno (Mohamed *et al.*, 2022). Ejemplos del continente americano son mostrados en las contribuciones de Cuello *et al.* (2022), donde se estudia la interacción entre el Río de la Plata y los acuíferos costeros del NE de la provincia de Buenos Aires (Argentina), y Díaz Guanche *et al.* (2022), que se centra en el karst de Pinar del Río (Cuba). Esperamos que les resulte interesante.

References

- Abd-Elaty, I., Sallam, G. A. H., Straface, S., and Scozzari, A. (2019). Effects of climate change on the design of subsurface drainage systems in coastal aquifers in arid/semi-arid regions: Case study of the Nile delta. *Science of The Total Environment*, 672, 283-295.
- Ballesteros Navarro, B. J., and Navarro Odriozola, J. O. (2022). Modelación numérica de un acuífero costero multicapa en sequía extrema con explotación adicional e impacto sobre sus ecosistemas asociados: río Júcar y Albufera de Valencia. *Plana de Valencia Sur (España)*. *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 155-179, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/010>.
- Calvache, M. L., Blanco-Coronas, A. M., Duque, C., López-Chicano, M., and Sánchez-Úbeda, J. P. (2022). Nuevos retos en el estudio de los acuíferos costeros desde la modelación numérica. El caso del acuífero Motril-Salobreña. *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 211-225, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/012>.
- Cuello, J. E., Guarracino, L., Alcaraz, M., Vives, L., and Carrera, J. (2022). Interacción mecánica entre el Río de La Plata y el sistema de acuíferos costeros en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 227-243, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/013>.
- Dévora-Isiordia, G. E., Canales-Elorduy, A. G., and Chávez-Guillén, R. (2022). Brackish groundwater and solar energy for desalination plants. *Sustainable Water Resources Management*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s40899-021-00591-z>.
- Díaz Guanche, C., Farfán González, H., Molerio León, L. F., Rojas Consuegra, R., Pajón Rodríguez, J., Ramírez Hernández, R., and Estévez Cruz, E. (2022). La edad del karst epigenético en la región central de la Sierra de los Órganos, Pinar del río, Cuba. *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 75-87, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/005>.
- Domínguez Sánchez, J. A., Rosado Piqueras, S., Mejías Moreno, M., and Ballesteros, B. J. (2022^a). Caracterización hidroquímica de las surgencias costeras de la sierra de Irta. Acuífero de El Maestrazgo (Castellón). *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 103-117, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/007>.
- Domínguez Sánchez, J. A., Rosado Piqueras, S., Mejías Moreno, M., and Ballesteros, B. J. (2022^b). Hidrodinámica de las surgencias costeras de la sierra de Irta tras eventos de precipitación torrencial. Acuífero de El Maestrazgo. Castellón. *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 143-153, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/009>.
- Duque, C., Meyer, R., and Sonnenborg, T. O. (2022). Saltwater intrusion in Denmark. *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 29-46, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/002>.
- El-Masry, E. A., El-Sayed, M. K., Awad, M. A., El-Sammak, A. A., and Sabarouti, M. A. E. (2022). Vulnerability of tourism to climate change on the Mediterranean coastal area of El Hammam–EL Alamein, Egypt. *Environment, Development and Sustainability*, 24(1), 1145-1165. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01488-9>.
- Fidelibus, M. D., and Pulido-Bosch, A. (editors) (2018). Special Issue "Inland and Coastal Karst Aquifers: Functioning, Monitoring and Management". *Geosciences (Hydrogeology)*, 11 articles.
- García Mariana, F. J. (2022). Configuración de redes de control de calidad de masas de agua subterránea costeras por el modelo de los hidrosectores: caso específico del Campo de Cartagena (Murcia, España). *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 119-140, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/008>.
- García Menéndez, O., Morell, I., Ballesteros, B. J., and Renau, A. (2022). Determinación de la velocidad del flujo subterráneo mediante técnicas hidrogeológicas aplicadas a un dispositivo MAR (Managed Aquifer Recharge) en un acuífero salinizado con porosidad intergranular (Plana de Castellón-España). *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 11-28, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/001>.
- Himi, M., Deidda, G. P., Salhi, A., Stitou-El Messari, J. E., Sendrós, A., Rivero, L., Lovera, R., and Casas-Ponsatí, A. (2022). Estudio comparativo de diferentes técnicas geofísicas para el control de la intrusión salina en acuíferos costeros: Aplicación al acuífero de Oued Laou (Marruecos). *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 47-61, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/003>.

- Kolathayar, S., Pal, I., Chen Chian, S., and Mondal, A. (2022). *Civil Engineering for Disaster Risk Reduction*. Springer, Singapore. 489 pp. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-5312-4>.
- Mohamed, A. S., Leduc, C., and Avoulwatt, M. (2022). Multiscale and multifactor sea-groundwater interactions in southwestern Mauritania. *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 89-101, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/006>.
- Nieto López, J. M., Andreo Navarro, B., Linares Girela, L., and Carrasco Cantos, F. (2022). Los acuíferos costeros del Bajo Guadalhorce (Málaga, España): cinco décadas de evolución marcadas por el ser humano. *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 181-209, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/011>.
- Sola, F., Pulido-Bosch, A., and Vallejos, A. (2022). Hidroquímica e isótopos estables de una laguna costera sometida a evaporación, Cabo de Gata (Almería). *Boletín Geológico y Minero*, 133(1), 63-74, <http://dx.doi.org/10.21701/bolgeomin/133.1/004>.
- Stigter, T. Y., Nunes, J. P., Pisani, B., Fakir, Y., Hugman, R., Li, Y., Tomé, S., Ribeiro, L., Samper, J., Oliveira, R., Monteiro, J. P., Silva, A., Tavares, P. C. F., Shapouri, M., Cancela da Fonseca, L., and El Himer, H. (2014). Comparative assessment of climate change and its impacts on three coastal aquifers in the Mediterranean. *Regional Environmental Change*, 14(1), 41-56.
- Venkatramanan, V., Shah, S., and Prasad, R. (2020). *Global Climate Change and Environmental Policy. Agriculture Perspectives*. Springer, Singapore. 435 pp. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-9570-3>.

