

ANÁLISIS DE NIVELES HIDRÁULICOS Y ESPESORES DE ACUITARDO EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PAMPEANO – PUELCHÉ, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Fabiano M. ^{ab}, Sánchez Caro L. ^{ac}, Rodrigues Capítulo L. ^{ac}, Carretero S.C. ^{ac}

^aCentro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, ARGENTINA

^bComisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), ARGENTINA

^cConsejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), ARGENTINA

e-mail: mfabiano@fcnym.unlp.edu.ar

RESUMEN

El conocimiento integral del sistema hidrogeológico Pampeano – Puelche en la provincia de Buenos Aires permite mejorar las estimaciones de ciertos parámetros y optimizar el manejo del recurso hídrico. El objetivo de este trabajo es relacionar la diferencia de carga hidráulica entre los acuíferos Pampeano y Puelche con la distribución de espesores del nivel acuitardo que vincula a ambas unidades en el sector de la Cuenca Matanza Riachuelo. Se evaluaron datos de espesores del nivel acuitardo a partir de la descripción litológica de 52 perforaciones y se evaluó la variación de los niveles hidráulicos de ambos acuíferos de los años 2018, 2019 y 2020, a partir de registros de 84 perforaciones. Se elaboró un mapa isopáquico del acuitardo y de isovariación de carga hidráulica para el período estudiado. Se reconoce que la diferencia de carga hidráulica no presenta variaciones significativas con el transcurso del tiempo. Además, se observa que regionalmente las cotas hidráulicas de los niveles del Pampeano se encuentran relativamente más altas que las del Puelche, indicando que la recarga indirecta se produce desde el primero hacia el más profundo. Se demuestra que existe una vinculación entre los sectores de mayor espesor del acuitardo y aquellos donde la diferencia de carga hidráulica es mayor en favor del acuífero Pampeano. Esta condición adquiere una mayor significación en los sectores de explotación intensiva del Puelche. Localmente, se produce una inversión de la diferencia de carga hidráulica en el sector de cuenca baja de la cuenca, en la zona más cercana al Río de la Plata, infiriéndose que en este sector se produciría la descarga del acuífero Puelche.

Palabras Clave: Acuitardo, carga hidráulica, Cuenca Matanza Riachuelo, Pampeano, Puelche.

INTRODUCCIÓN

En el noreste de la provincia de Buenos Aires, los acuíferos Pampeano y Puelche forman parte de un sistema geohidrológico que se sitúa en los tramos superiores de una secuencia sedimentaria que se apoya sobre el basamento cristalino (Yrigoyen, 1975). Este sistema geohidrológico Pampeano – Puelche resulta ser la principal fuente de agua de la región, siendo un sistema de acuíferos multicapa del cual se abastece la población tanto para consumo humano como para otras actividades (industrial, agrícola, ganadera).

A partir de los estudios de EASNE, 1972 y Sala y Auge, 1973 se plantean los primeros esquemas hidrogeológicos del área, en los que adquieren relevancia los acuíferos Puelche y Pampeano, así como también la existencia de un nivel acuitardo, con propiedades semiconfinantes, entre ambos acuíferos. Posteriormente, diversos trabajos abordan temas relacionados al sistema geohidrológico Pampeano – Puelche como son Auge, 1995, Santa Cruz et al, 1997, Auge et al, 2002, Auge, 2005, Amato y Silva Busso, 2006, García et al, 2016.

El área de estudio se localiza en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires y constituye uno de los conglomerados urbanos más importantes del país. La Cuenca Matanza Riachuelo (CMR) se ubica entre los paralelos 34°36' y 35°08' de latitud sur y los meridianos 58°20' y 59°03' de longitud oeste presentando una superficie total de 2047 km² “ver Fig. 1”.

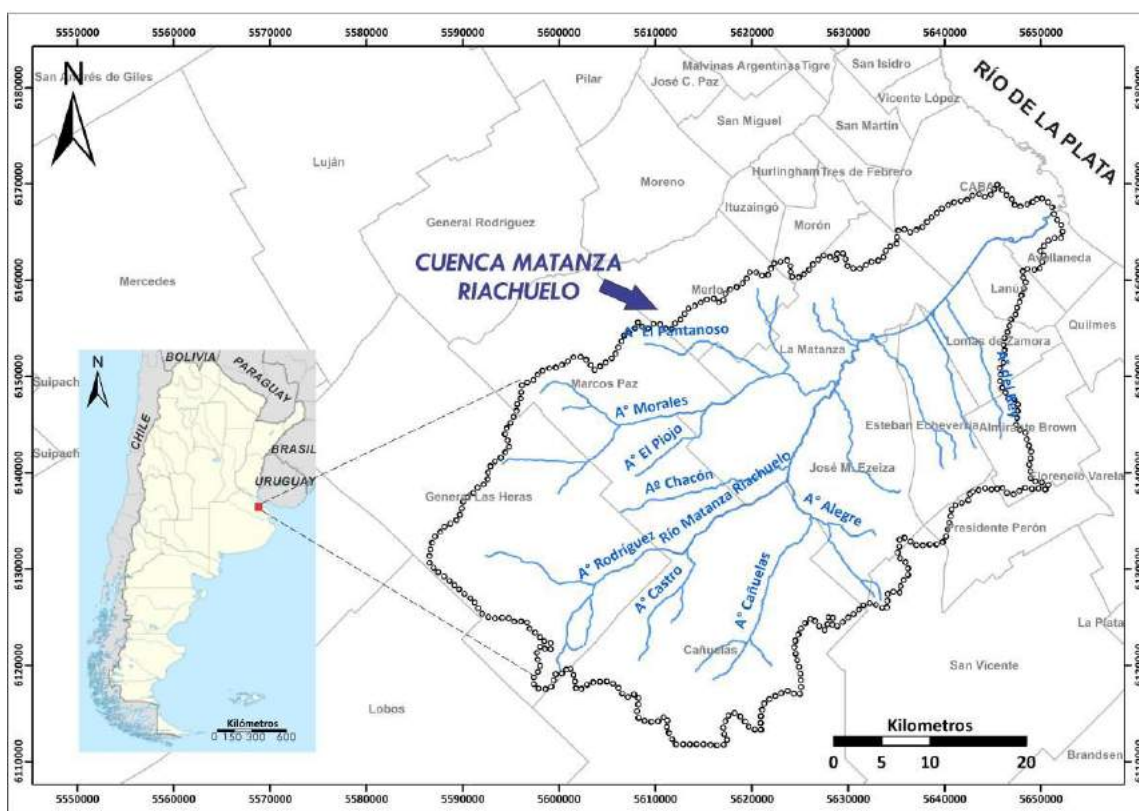


Figura 1. Mapa de ubicación de la Cuenca Matanza Riachuelo (CMR)

Las características hidrogeológicas de la CMR han sido abordadas en los trabajos de Mancino et al, 2013, Scioli et al, 2013 y Vives et al, 2013, en los cuales se establece una descripción de la geología y geometría de los niveles acuíferos y acuitardos, y se genera un modelo matemático de flujo, planteando tres posibles escenarios en los que el acuitardo presenta distintas propiedades hidráulicas.

En el sistema geohidrológico se halla un nivel de sedimentos limo-arcillosos que conecta al acuífero Puelche con el Pampeano, otorgándole continuidad hidráulica al sistema (Mancino et al, 2013). El acuitardo actúa como una membrana semipermeable

que permite la recarga indirecta del acuífero Puelche por filtración vertical descendente desde el acuífero Pampeano, en los sectores donde el Pampeano presenta mayor potencial hidráulico que el Puelche (Auge, 1986; Sala y Auge, 1973).

Según Auge, 2004 la vulnerabilidad de los acuíferos semiconfinados está controlada por las propiedades físicas y geométricas del acuitardo que conforma su techo (permeabilidad vertical, porosidad y espesor) y también por la diferencia de potencial hidráulico que guarda con el acuífero libre o semilibre sobrepuesto. Esta diferencia de carga hidráulica (Δh) entre un acuífero semiconfinado y otro libre generalmente es pequeña, pero se hace mayor en sectores bajo un régimen de explotación.

En condiciones naturales se reconoce una similitud entre los mapas isofreáticos (acuífero Pampeano) y piezométricos (acuífero Puelche). En las áreas de recarga el acuífero Puelche presenta cargas hidráulicas negativas respecto a las cargas hidráulicas del acuífero Pampeano, mientras que en las zonas de descarga ocurre a la inversa (EASNE, 1972; Auge 1995).

Además, el origen sedimentario de las formaciones que componen los acuíferos freáticos y Puelche, sea fluvial, eólico, de estuario o lagunar, indica la existencia de una heterogeneidad en sentido vertical y horizontal muy importante. Esto condiciona las respuestas de los niveles hidráulicos en distintas zonas de la CMR (Vives et al, 2012).

El nivel acuitardo presente en esta zona posee un espesor promedio de 7 metros, con extremos que van desde los 16 metros hasta ser casi nulo (Fabiano, 2019). Las mayores potencias se encuentran en el sector NNO de la cuenca y en una zona del sector E.

El espesor del nivel acuitardo cumple un rol fundamental en el sistema cuando se encuentra bajo condiciones de bombeo del acuífero Puelche. Esta situación se ve reflejada en la Δh entre ambas unidades acuíferas, infiriendo que en aquellos sectores donde el espesor del acuitardo es mayor, la Δh resultaría mayor “Ver Fig. 2a”, mientras que en sectores donde el espesor del acuitardo es menor, la Δh sería menor “Ver Fig. 2b” (Deluchi, 2010).

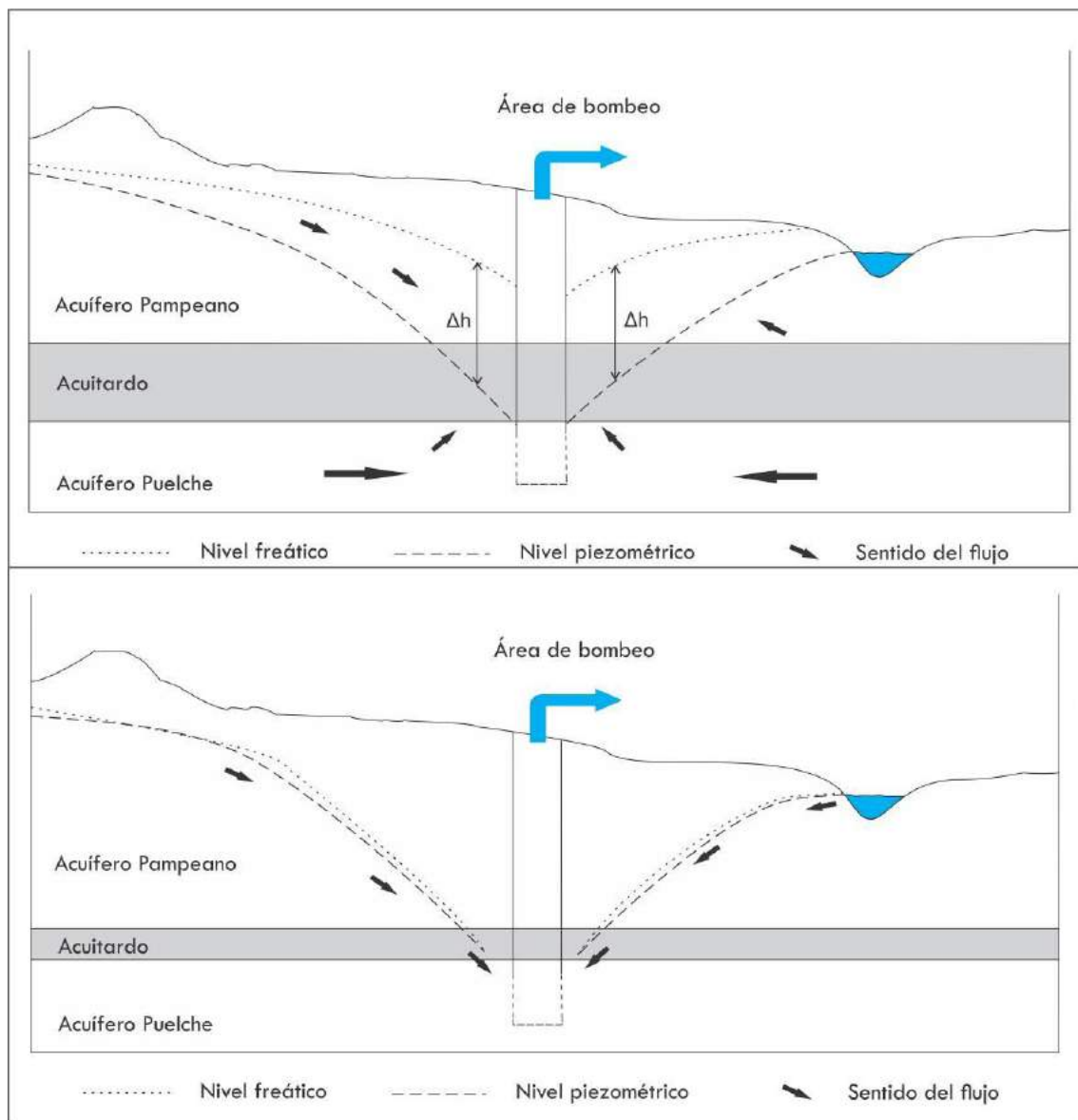


Figura 2. Esquema conceptual de flujo con un acuitardo. **a.** mayor espesor. **b.** menor espesor (Modificado de Deluchi et al, 2010).

El objetivo de este trabajo es relacionar la diferencia de carga hidráulica entre los acuíferos Pampeano y Puelche con la distribución de espesores del nivel acuitardo que vincula a ambas unidades acuíferas en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires. Este objetivo se plantea a partir de reconocer la influencia que tendría el espesor de estos sedimentos limo-arcillosos en el sistema geohidrológico frente a condiciones de explotación de las aguas subterráneas en la zona que comprende a la CMR.

MÉTODOS O DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para lograr el objetivo planteado, se tomó como referencia el trabajo de Fabiano, 2019 en el que se describe la distribución de espesores del nivel acuitardo en la CMR,

obtenido a partir de información de perfiles litológicos, perfilajes eléctricos y perfilajes gamma de 52 perforaciones de control distribuidas en el área de estudio.

Se analizaron datos de niveles hidráulicos del acuífero Pampeano y del acuífero Puelche obtenidos a partir de una red de monitoreo conformada por 84 perforaciones, las cuales se encuentran distribuidas en el área de la CMR y cuyos datos fueron aportados por la Autoridad de Cuenca Riachuelo-Matanza (ACUMAR) desde su Sistema de Gestión de Información Hidrológica (BDH-CMR). Los datos de niveles corresponden a los períodos de enero de 2018, agosto de 2018, abril de 2019, septiembre de 2019 y enero de 2020.

La información recopilada fue integrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), a partir del cual se generó un mapa base compuesto por los límites de la cuenca, la red hidrográfica del área, la trama de los partidos que se incluyen en la cuenca y la ubicación de las perforaciones de monitoreo. Se confeccionaron mapas de distribución de espesores del nivel acuitado y de las Δh de los acuíferos para los períodos estudiados.

Para la representación y análisis de la información se trabajó en los formatos vectoriales y ráster. La interpolación de los datos se llevó a cabo empleando el método “Natural Neighbor”.

Finalmente se realizó un análisis comparativo de las Δh para cada período y su vinculación con las variaciones de los espesores de los sedimentos limo-arcillosos que componen el acuitado. Ello demandó una tarea de interpretación, buscando la posible incidencia de estos factores en la dinámica hidrogeológica de la zona de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del análisis de los mapas de isovariación de carga hidráulica realizados para los períodos de enero 2018, agosto 2018, abril 2019, septiembre 2019 y enero 2020 “Ver Fig. 3” se observan sectores de distinto comportamiento dentro de la CMR. Las estimaciones de Δh oscilan entre valores mayores a los 12 metros y menores a 0.

Asimismo, se reconoce que las Δh entre el acuífero Pampeano y el acuífero Puelche en los distintos sectores de la cuenca no presentaron variaciones significativas durante el período analizado.

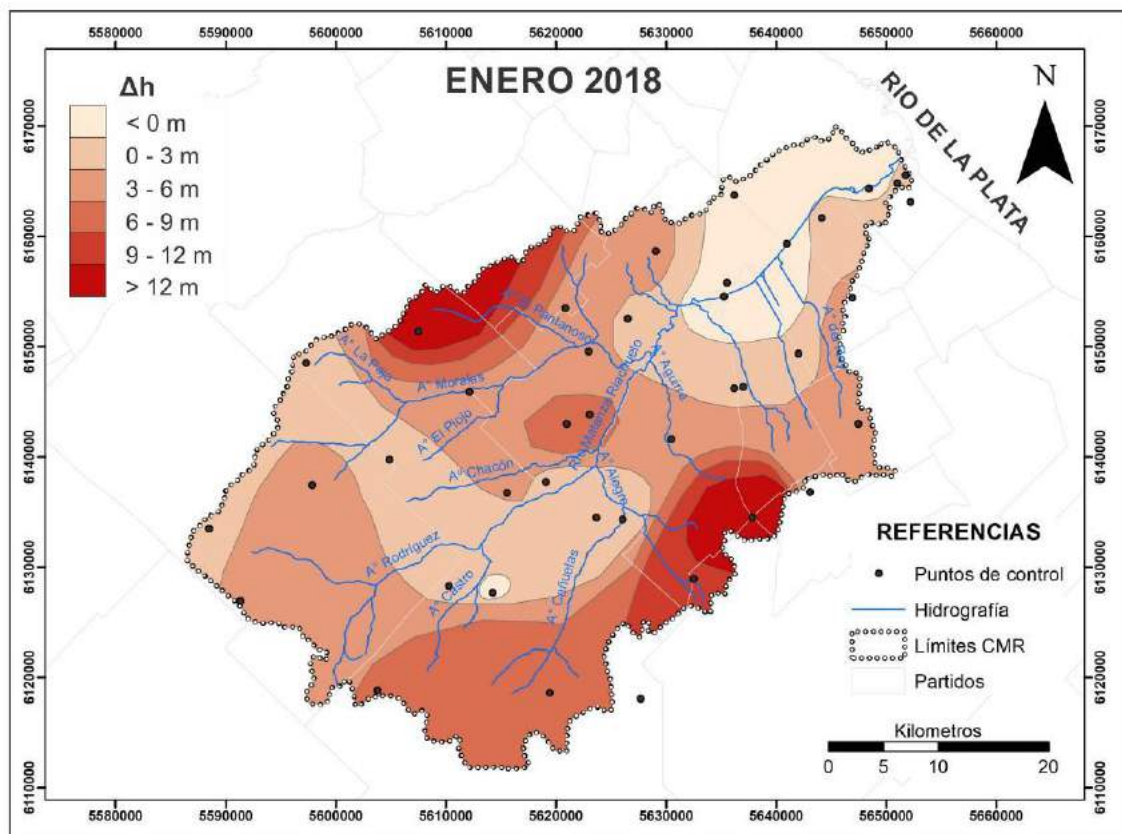


Figura 3. Mapa de isovariación de carga hidráulica enero 2018

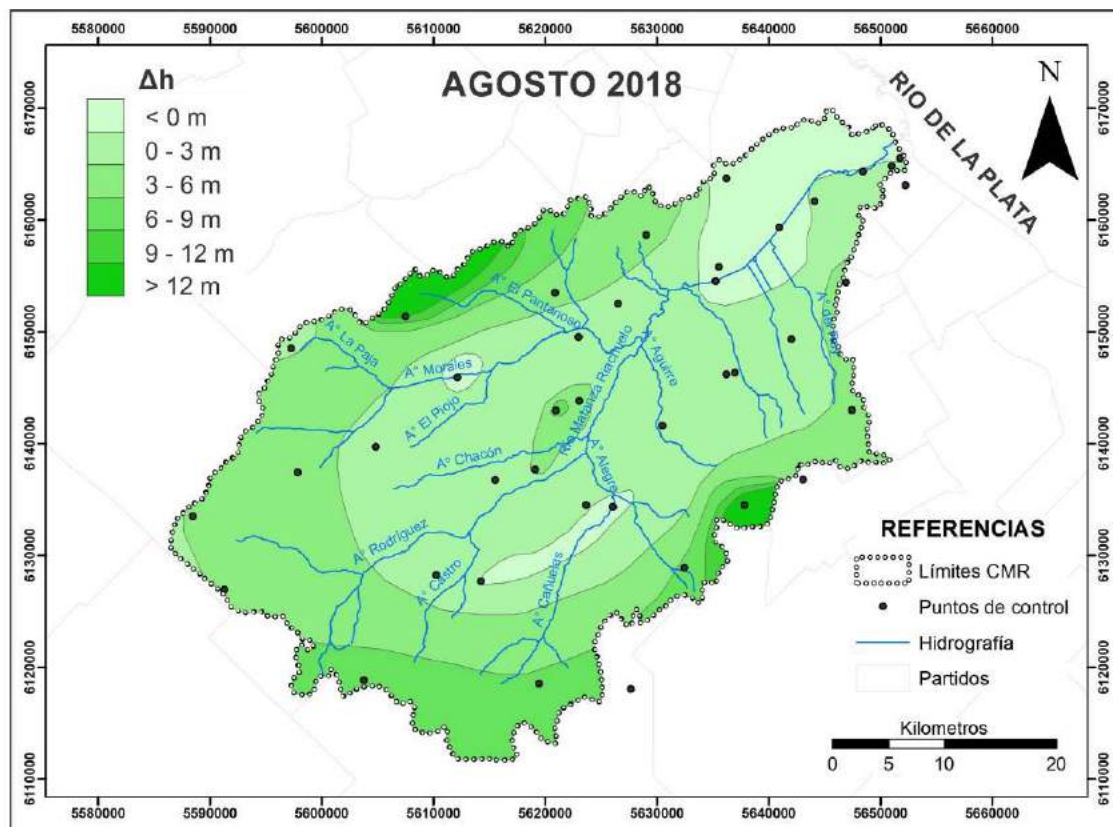


Figura 4. Mapa de isovariación de carga hidráulica agosto 2018

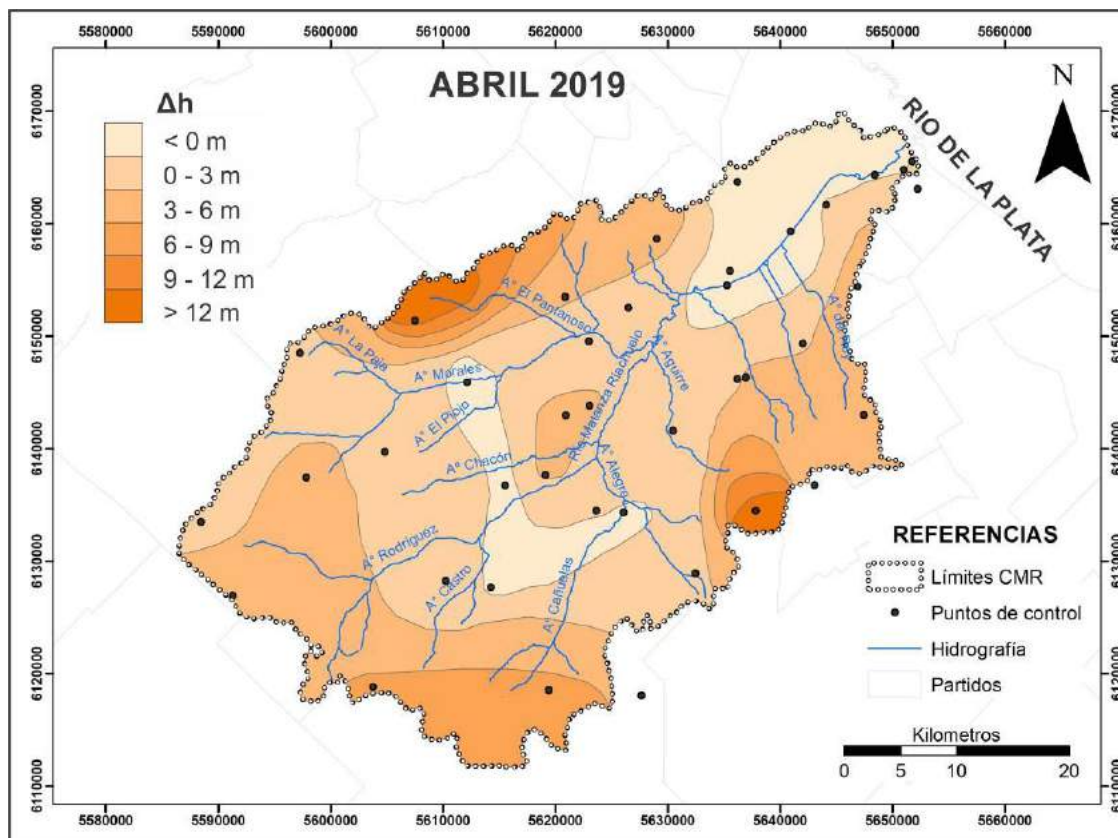


Figura 5. Mapa de isovariación de carga hidráulica abril 2019

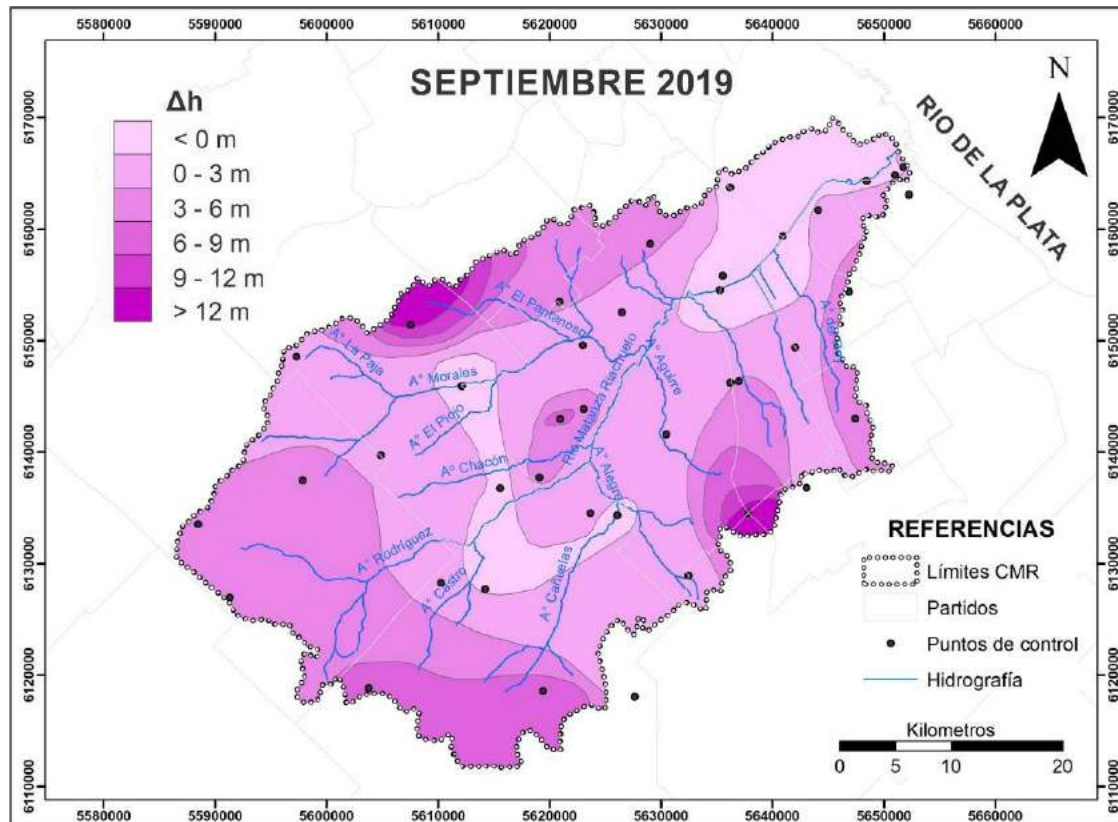


Figura 6. Mapa de isovariación de carga hidráulica septiembre 2019

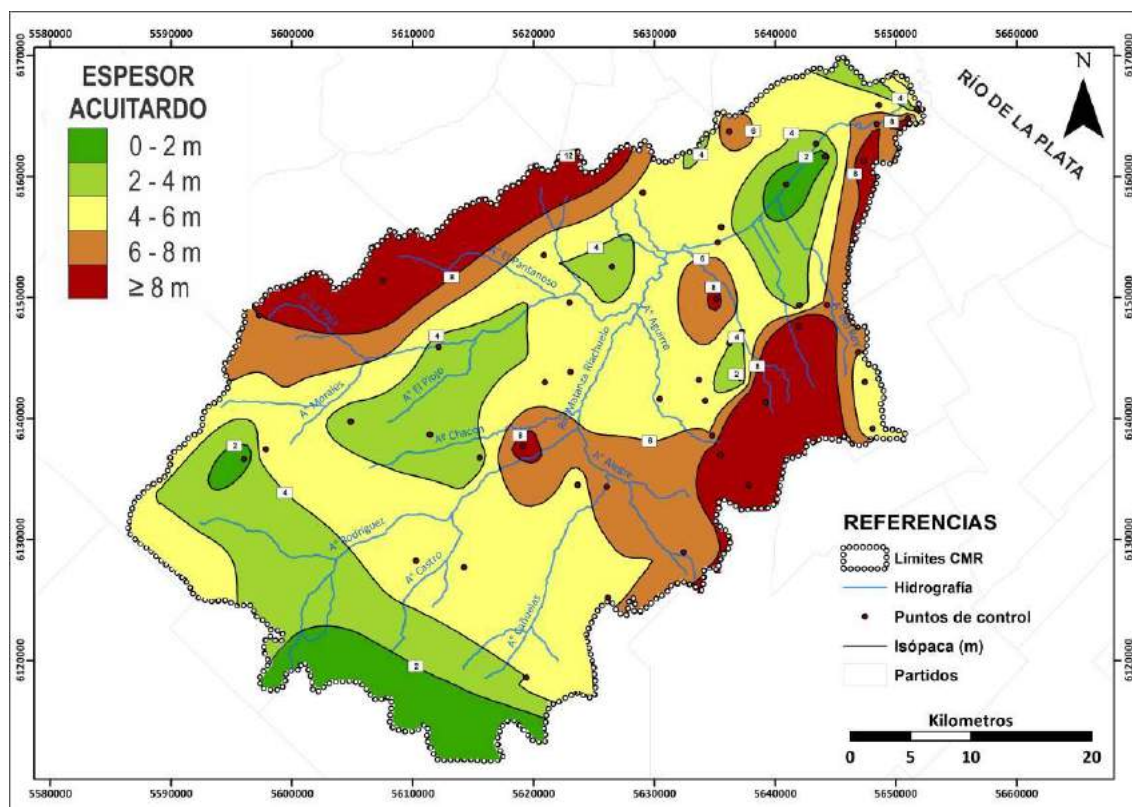


Figura 8. Mapa isopáquico del acuitardo

CONCLUSIONES

En el área de la CMR se visualizan dos situaciones distintas con respecto al comportamiento hidráulico del acuífero Puelche. En los sectores de cuenca alta y media el nivel hidráulico del Pampeano se encuentra relativamente más alto en relación al Puelche, indicando que la recarga se produciría de manera indirecta desde el Pampeano hacia el Puelche. Por otro lado, en el sector de cuenca baja y en sectores puntuales de la cuenca media se produce una inversión de los niveles hidráulicos, posicionándose el nivel hidráulico del Puelche por encima del Pampeano, lo que permite inferir que la descarga del acuífero Puelche se produce en dirección al Río de la Plata.

En el área estudiada se observa que el acuitardo cumple un rol relevante en el funcionamiento del sistema geohidrológico y que su espesor regula las Δh condicionando la transferencia vertical del sistema y, por tanto, en el comportamiento entre ambos acuíferos. En sectores donde el espesor del acuitardo es mayor, se esperaría que se generen mayores Δh , mientras que en sectores donde el espesor es menor, las Δh resultantes serían menores. Esta afirmación se corresponde con lo planteado por Vives et al, 2013 referido a que existen diferencias de nivel hidráulico entre ambos acuíferos en distintos sectores.

En conjunción con lo expresado en el presente trabajo, Vives et al, 2013 afirman que estas Δh son producto de un acuitardo de condición hidráulica variada. Sin embargo, sería conveniente obtener resultados específicos de la condición hidráulica del nivel

acuitardo en distintos sectores de la cuenca, teniendo en cuenta que su espesor y su permeabilidad son variables condicionantes en la determinación de parámetros hidráulicos como la conductividad hidráulica vertical (k') o la transmisividad vertical (T').

En condiciones de explotación intensiva del acuífero Puelche, como ocurre en el área estudiada, en los sectores donde el espesor del acuitardo es mayor se genera mayor Δh , dado que el tiempo de tránsito del agua que atraviesa el nivel acuitardo es mayor. El tiempo de tránsito depende de la conductividad vertical de esta unidad semiconfinante, que es menor que la de las unidades acuíferas adyacentes.

Las Δh entre el Puelche y el Pampeano junto con la distribución de espesores del nivel acuitardo son elementos a tener en cuenta en el análisis y evaluación de una región que presenta un incremento de la demanda de agua potable a partir de la explotación del agua subterránea. Este tipo de indicadores resultan útiles para la identificación de aquellas áreas que requieren un control más exhaustivo de los volúmenes de extracción.

Un abordaje integral del sistema geohidrológico que considere la influencia que tiene el nivel acuitardo y sus variaciones en espesor, resulta un indicador útil para la interpretación de los distintos comportamientos acuíferos. En este sentido, este trabajo pretende sumar evidencia en el reconocimiento de un nivel acuitardo que presenta una distribución espesores heterogéneos, y que dichas variaciones podrían ser consideradas como una herramienta eficaz para mejorar el manejo del recurso hídrico subterráneo en un sector que se encuentra afectado por la explotación intensiva.

REFERENCIAS

- Amato, S., & Busso, A. S. Relaciones estratigráficas e hidroquímicas de los acuíferos Pampeano y Puelches en el noreste de la provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 8(1), 9-26. (2006)
- Auge, M. P. Hydrodynamic Behavior of the Puelche Aquifer in Matanza River Basin a. *Groundwater*, 24(5), 636-642. (1986)
- Auge, M. P. Manejo del agua subterránea en La Plata – Argentina. *Convenio Intern. Develop. Res. Cen-Univ. de Bs.As. Inédito*. 3 T: 1-149. (1995)
- Auge, M. P., Hernández, M., & Hernández, L. Actualización del conocimiento del acuífero semiconfinado Puelche en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *XXXII International Hydrogeology Congress* (pp. 624-633). (2002)
- Auge, M. P. Vulnerabilidad de acuíferos. *Revista Latinoamericana de Hidrogeología N°4* – pp 85 – 103. (2004)
- Auge, M. P. Hidrogeología de La Plata, Provincia de Buenos Aires. *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino* (pp. 293-311). (2005)
- Base de Datos Hídricos – Autoridad Cuenca Matanza Riachuelo. Recuperado de http://www.bdh.acumar.gov.ar/bdh3/index_contenido.php
- Deluchi, M., Kruse, E., Laurencena, P. C., Rojo, A., & Rodrigues Capítulo, L. Características de la explotación de aguas subterráneas en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Aguas Subterráneas y Desarrollo Sustentable de los Pueblos Latinoamericanos (Caracas, Venezuela)*, 10. (2010)
- EASNE. Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. *EASNE-CFI. Serie.Téc.24, Tomo I y II*. (1972)

- Fabiano, M. Influencia de un nivel acuitado en el comportamiento hidrogeológico del acuífero Puelche en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires. *Anais XXVII Jornadas de Jovens Pesquisadores*. ISBN 978-85-94099-11-2. Universidade Federal de Sao Carlos, Brasil. pp 5094 -5106 (2019)
- García, J. M., Deluchi, M., & Kruse, E. Ambientes de sedimentación vinculados al acuífero Puelche en la región de La Plata. *IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea, Catamarca*. (2016)
- Mancino, C., Vives, L., Funes, A., Zárate, M. & Martínez, S. Modelación del flujo subterráneo en la cuenca Matanza—Riachuelo, Provincia de Buenos Aires. 1. Geología y geometría del subsuelo. *Temas actuales de la hidrología subterránea*, 2013, 85-92. (2013)
- Sala, J. M., & Auge, M. Presencia de capas filtrantes en el noreste de la Provincia de Buenos Aires. Su determinación. *Actas V Congreso Geológico Argentino* (Vol. 5, pp. 185-194). (1973)
- Santa Cruz, J., Amato, S., Silva Busso, A., Guarino, D., & Cernadas, M. Explotación y deterioro del acuífero Puelches en el Área Metropolitana de la República Argentina. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 31, 34-37. (1997)
- Scioli, C., Vives, L., Burgos, M., & Martínez, S. Modelación del flujo subterráneo en la cuenca Matanza—Riachuelo, Provincia de Buenos Aires. 2. Cálculo de la recarga. *Temas actuales de la hidrología subterránea*, 2013, 85-92. (2013)
- Vives, L., Mancino, C., & Scioli, C. Modelo conceptual y numérico de flujo de agua subterránea de la cuenca del río Matanza-Riachuelo. *Informe Final. Instituto de Hidrología de Llanuras. Informe realizado para la Autoridad de cuenca Matanza-Riachuelo*. (2012)
- Vives, L., Scioli, C., Mancino, C., & Martínez, S. Modelación del flujo subterráneo en la cuenca Matanza—Riachuelo, Provincia de Buenos Aires. 3. Modelo numérico de flujo. *Temas actuales de la hidrología subterránea*, 2013, 101-108. (2013)
- Yrigoyen, M. R. Geología del subsuelo y plataforma continental. *Relatorio 6° Congreso Geológico Argentino*. p. 139-168. (1975)