

## 24. Aguas

### **Influencia de un nivel acuitado en el comportamiento hidrogeológico del acuífero Puelche en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires**

Autor: Fabiano, Maximiliano; [maximilianofabiano@gmail.com](mailto:maximilianofabiano@gmail.com)

Orientadores: Rodrigues Capítulo, Leandro; [leandrorodriguescapitulo@gmail.com](mailto:leandrorodriguescapitulo@gmail.com);

Carretero, Silvina; [scarretero@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:scarretero@fcnym.unlp.edu.ar).

Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE)

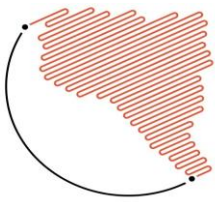
Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

---

#### **Resumen**

En la cuenca Matanza Riachuelo el recurso hídrico subterráneo es un componente vital en el desarrollo socioeconómico. El acuífero Puelche, presenta fundamental importancia por su gran extensión, su aceptable calidad natural y los altos caudales de extracción que admite. Esta unidad acuífera se limita en su techo por un nivel arcillo-limoso, de carácter acuitado, el cual vincula a los acuíferos principales Pampeano y Puelche. El objetivo de este trabajo fue reconocer la distribución de los espesores del nivel acuitado e identificar las áreas con mayor vulnerabilidad del Acuífero Puelche de acuerdo a la influencia de dicho espesor. Se generó un mapa de espesores a partir de la descripción litológica de 52 perforaciones observándose que el acuitado presenta espesores muy variables. Ante una situación de explotación intensiva y conociendo el funcionamiento del acuitado como un filtro natural frente a compuestos contaminantes, en los sectores donde existe una mayor potencia del acuitado, el Acuífero Puelche presenta una menor vulnerabilidad y en los sectores donde los espesores disminuyen, su vulnerabilidad aumenta. También se elaboró un mapa de flujo subterráneo del Puelche observando que las condiciones naturales están siendo modificadas en algunos sectores de la cuenca Media y Baja debido a explotación intensiva. Este trabajo muestra el rol fundamental que cumple el acuitado en el sistema, siendo su espesor un factor condicionante en la recarga del Acuífero Puelche como también en la vulnerabilidad de este último. Avanzar en el conocimiento del comportamiento hidráulico de este nivel permite conocer mejor el sistema hidrogeológico con el fin predecir comportamientos futuros para un mejor manejo del recurso hídrico en la región.

Palabras clave: acuitado – Acuífero Puelche – Cuenca Matanza Riachuelo



## Introducción

En el noreste de la provincia de Buenos Aires el recurso hídrico subterráneo es intensamente explotado para el abastecimiento de agua potable, industrias, riego y ganadería. La presencia de una unidad acuífera (unidad geológica que recibe, almacena y transmite agua con facilidad) conocida como nivel acuífero Puelche, tiene fundamental importancia debido a su gran extensión areal, la aceptable calidad natural de sus aguas y los altos caudales de extracción que admite.

Este nivel acuífero, de carácter semiconfinado, que se extiende por las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos, representa uno de los más importantes de nuestro país (Auge et al, 2002).

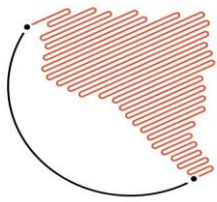
El Acuífero Puelche forma parte de un sistema geohidrológico multicapa y se sitúa en los tramos superiores de una secuencia sedimentaria que se apoya sobre el basamento cristalino (Yrigoyen, 1975). Dicho sistema incluye a las Arenas Puelche, Sedimentos Pampeanos y Sedimentos Post-pampeanos (García et al, 2016).

Las Arenas Puelche están conformadas por una secuencia de arenas cuarzosas que se disponen por encima de arcillas

verdes azuladas de la Formación Paraná. Los sedimentos Pampeanos, que están integrados principalmente por limos y en forma subordinada por arenas y arcillas, presentan con frecuencia concreciones o bancos calcáreos. El tramo cuspidal del Puelche se caracteriza por la presencia de pelitas consolidadas de color generalmente grisáceo, con un gran porcentaje de arcilla, con nulo o muy reducido porcentaje de la fracción arena y con un apreciable contenido de la fracción limo (Tofalo, 2005).

Los sedimentos del Acuífero Puelche están asociados a un evento sedimentario de tipo fluvial, que generó dichos depósitos arenosos por la acción de un paleo-río que en su fase terminal generó depósitos de planicie de inundación formando lagunas y pantanos con escasa circulación de agua, los cuales están formados por facies mayormente arcillo-limosas, conformando así el nivel acuitardo (García et al, 2017). Por encima de este nivel comenzó un ambiente de sedimentación eólica, con acumulación de material loessico acumulados por el viento en regiones semiáridas de escasa pendiente, generando la depositación de los Sedimentos Pampeanos (Tofalo, 2005).

El Acuífero Puelche, como se nombró anteriormente, se encuentra limitado



superiormente por un nivel arcillo-limoso, de carácter acuitardo (unidad geológica que recibe y almacena agua, pero que la transmite con dificultad) con espesores variables en toda la región y que tiene un rol preponderante en la conexión entre los acuíferos principales del sistema (Auge et al, 2002).

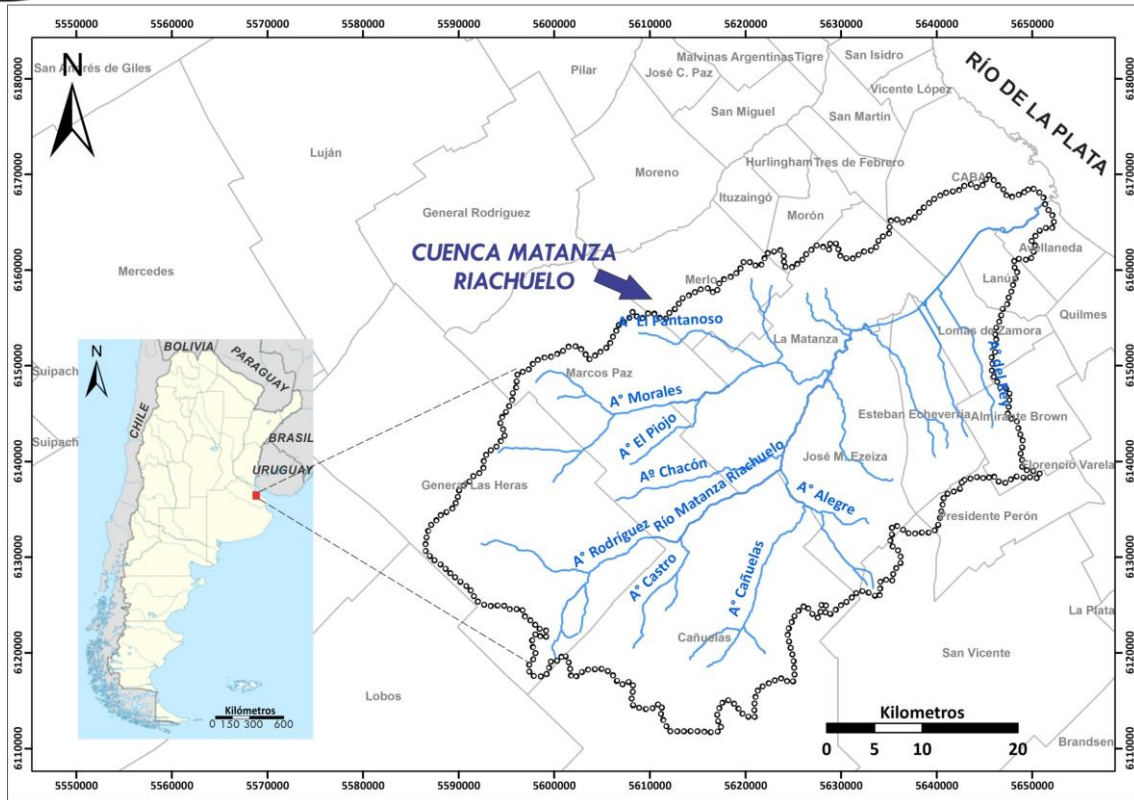
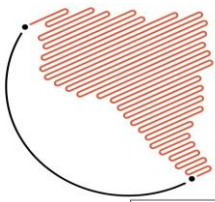
Enfocando la atención en la aceptable calidad de las aguas alojadas en el Acuífero Puelche es importante destacar el rol que cumple el nivel acuitardo que conecta al Acuífero Pampeano con el Puelche, y que le da el carácter semiconfinado a este último. De esta manera, el acuitardo funciona como una membrana semipermeable que permite la recarga del Acuífero Puelche por filtración vertical descendente desde el Acuífero Pampeano, en aquellas zonas donde el Pampeano presenta mayor potencial hidráulico que el Puelche (Auge, 1986). En ese sentido, al actuar como una membrana semipermeable, este nivel se comporta como un filtro natural frente a compuestos no deseables en el agua de consumo.

## Objetivos

El objetivo de este trabajo es reconocer la distribución de los espesores que presenta este nivel acuitardo e identificar las áreas con mayor vulnerabilidad del Acuífero Puelche de acuerdo a la influencia de dicho espesor.

Para ello se ha seleccionado como área representativa parte de la cuenca del Río Matanza Riachuelo. La cantidad, densidad y accesibilidad de la información de perforaciones provenientes de antecedentes (Vives et al, 2012) y aquellos generados por la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) son los que fundamentan dicha elección.

El área de estudio se localiza en el sector noreste de la provincia de Buenos Aires (Figura 1), 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 km<sup>2</sup>.



*Figura 1. Mapa de ubicación cuenca Matanza Riachuelo*

La CMR se emplaza en un paisaje típico de llanura con una pendiente regional de 0,04%. Su cauce principal recibe el nombre de Río Matanza Riachuelo, el cual posee numerosos afluentes durante su recorrido de unos 72 km en dirección SO – NE hasta desembocar en el Río de La Plata. Los afluentes más importantes que forman parte del sistema son los arroyos Cañuelas, Chacón y Morales en la provincia de Buenos Aires (Quaíni, 2011).

En su recorrido la cuenca abarca la región más poblada de la Argentina, con una cantidad de habitantes que supera los ocho millones, repartidos en 14 partidos

del Gran Buenos Aires y parte de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Tabla 1). Esta zona ha sufrido en el último siglo un aumento demográfico muy acelerado y sostenido en el tiempo.

Tal es así que se divide a la cuenca en tres sectores: cuenca Baja, cuenca Media y cuenca Alta (Figura 2). Esta división se realiza según la urbanización que presente cada sector (Quaíni, 2011) siendo la primera una zona altamente urbanizada, la segunda es una zona periurbana o urbana en vías de expansión y la última un área rural con poblaciones aisladas (ACUMAR, 2010).



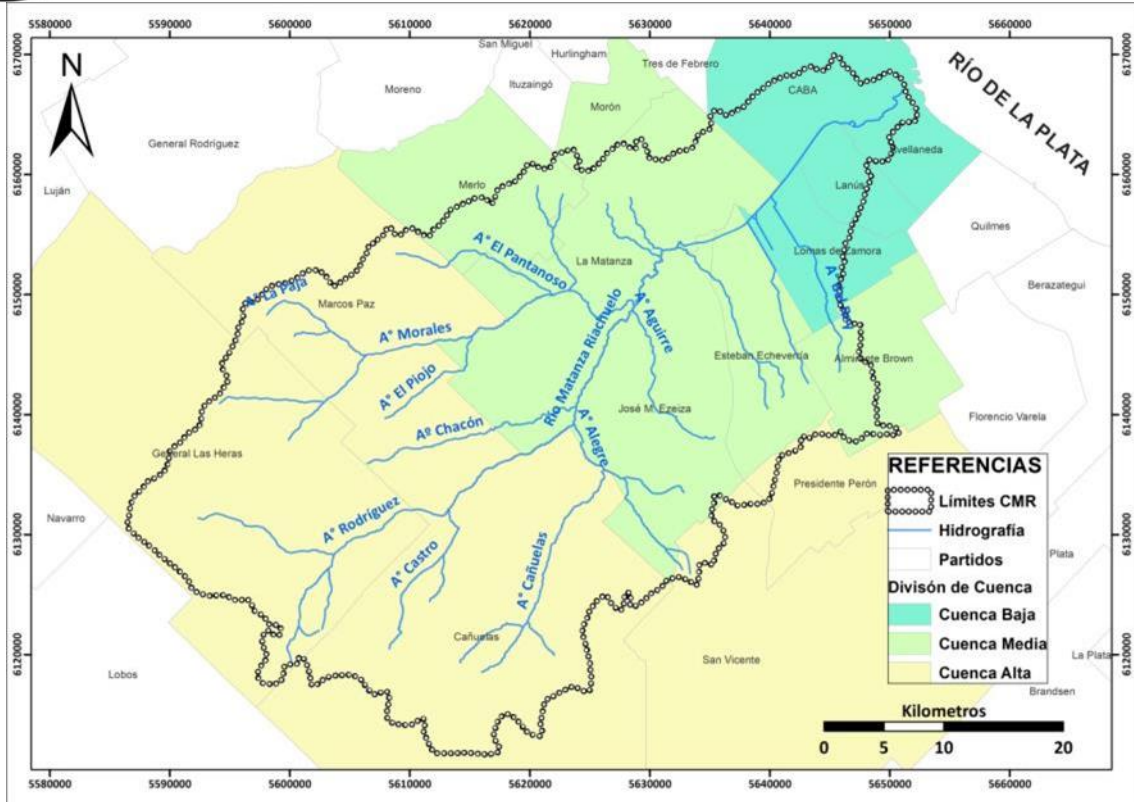
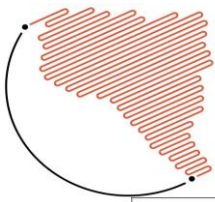
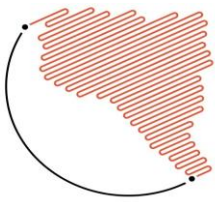


Figura 2. Mapa división de cuenca: Alta, Media y Baja.

<b>PARTIDOS</b>	<b>POBLACIÓN CENSO 2010 (N° habitantes)</b>	<b>CUENCA</b>
CABA	2890151	Baja
Avellaneda	342677	
Lanus	459263	
Lomas de Zamora	616279	
Moron	321109	Media
Merlo	528494	
La Matanza	1775816	
Ezeiza	163722	
Esteban Echeverría	300959	Alta
Almirante Brown	552902	
Marcos Paz	54181	
General Las Heras	14889	
Cañuelas	51892	
San Vicente	59478	
Presidente Perón	81141	
<b>TOTAL</b>	<b>8212953</b>	

Tabla 1. Cantidad de habitantes por sector de cuenca (Datos tomados del INDEC: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, 2010)



## **Materiales y Métodos**

Se analizaron datos de niveles piezométricos obtenidos en 2018 de una red de monitoreo distribuida dentro de la CMR y cuyos datos fueron aportados por la organización ACUMAR a partir de su Sistema de Gestión de Información Hidrológica (BDH-CMR).

Se realizó la interpretación de las unidades geológicas a partir de perfiles estratigráficos de 52 perforaciones realizadas en diferentes años (desde el 2002 a la actualidad). Adicionalmente se interpretaron perfilajes eléctricos y gamma natural. A partir de esta información se identificaron las variaciones de espesores de los sedimentos arcillo-limosos que actúan como un nivel acuitardo entre ambos acuíferos.

La información recopilada fue integrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permitió la creación de un mapa base compuesto por los límites de la cuenca, la red hidrográfica del área la trama de los partidos que abarca la cuenca y la ubicación de los pozos de monitoreo sobre el cual se realizó el mapeo de los espesores del nivel acuitardo. Para la representación y análisis de la información se trabajó en los formatos vectoriales y raster. La interpolación de los datos se llevó a cabo empleando el método del “vecino natural” (Natural Neighbor).

## **Resultados y discusión**

Los datos recopilados posibilitaron realizar una caracterización del nivel acuitardo, la asociación con el flujo de agua subterránea en el Acuífero Puelche (datos de niveles piezométricos de 2018) y el reconocimiento de la importancia de dicho nivel en la vulnerabilidad del acuífero Puelche.

### **Características físicas y geohidrológicas de la zona**

En el sector estudiado los sedimentos acuitardos presentan un espesor promedio de 7 m, variando sus extremos entre los 0 m y 16 m. Se destacan sectores donde el acuitardo no han sido localizado con certeza en el techo de las Arenas Puelche y solo es posible reconocer algunas delgadas intercalaciones arcillosas dentro del mismo.

El análisis de los perfiles litológicos, los perfiles eléctricos y de gamma natural permitieron distinguir algunos sectores diferenciables en relación al espesor del nivel acuitardo. Del análisis de los perfilajes se observó que el emplazamiento del nivel acuitardo en el perfil litológico se caracteriza por el aumento significativo de la fracción arcillosa.

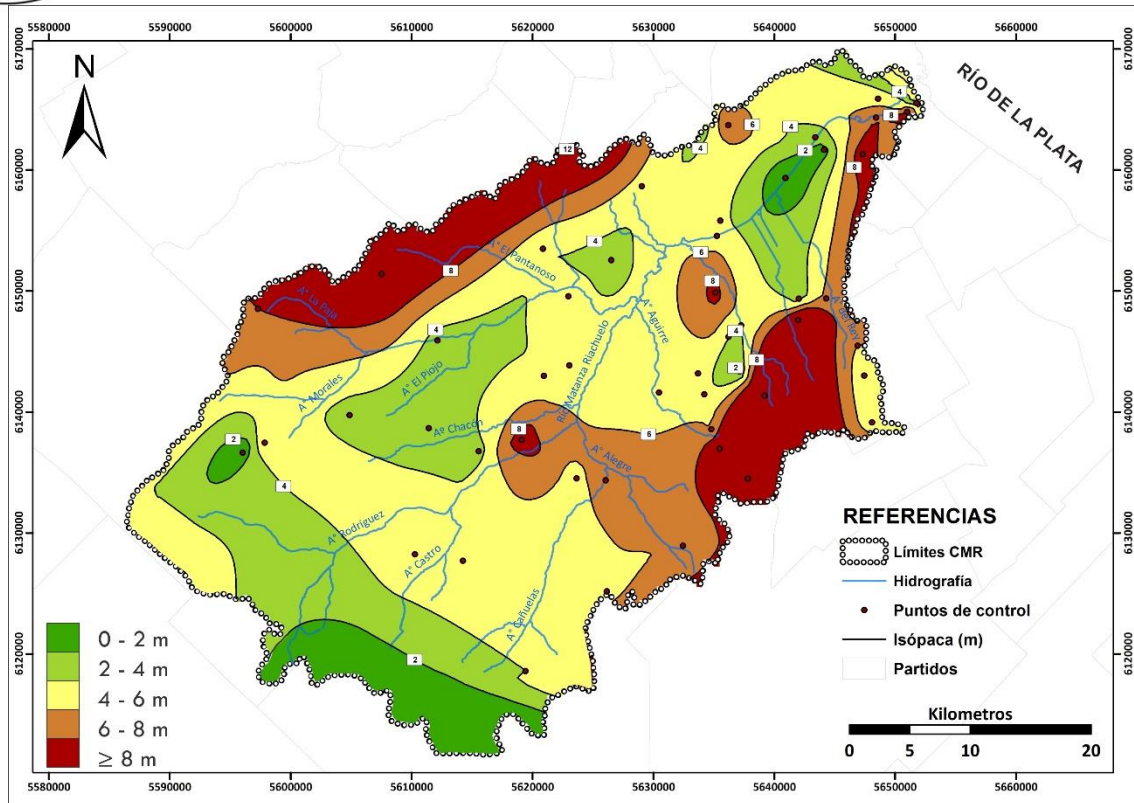
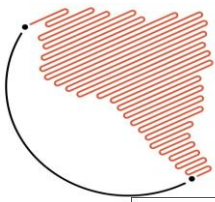


Figura 3. Mapa isopáquico del acuitardo

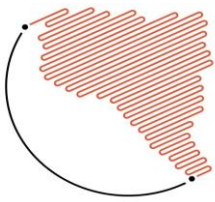
Al analizar el mapa de espesores (Figura 3) se observa que, en el sector suroeste y oeste de la cuenca, allí donde nacen los Arroyos Cañuelas, Castro, Rodríguez y Morales, que el espesor del acuitardo no supera los 4 m de espesor, llegando a ser nulo en el sector sur. En dirección suroeste - noreste siguiendo la dirección del flujo del Río Matanza Riachuelo se observa que el nivel acuitardo presenta espesores entre 4 y 6 m, existiendo en algunos sectores centrales potencias entre 2 y 4 m. Se presentan algunas excepciones puntuales con valores mayores a 6 m.

En el borde noroeste de la cuenca se visualizan los mayores espesores los

cuales superan los 8 m. También se distinguen potencias superiores a 8 m en el sector este, alcanzando valores excepcionales de 16 m en una perforación situada en ese sector.

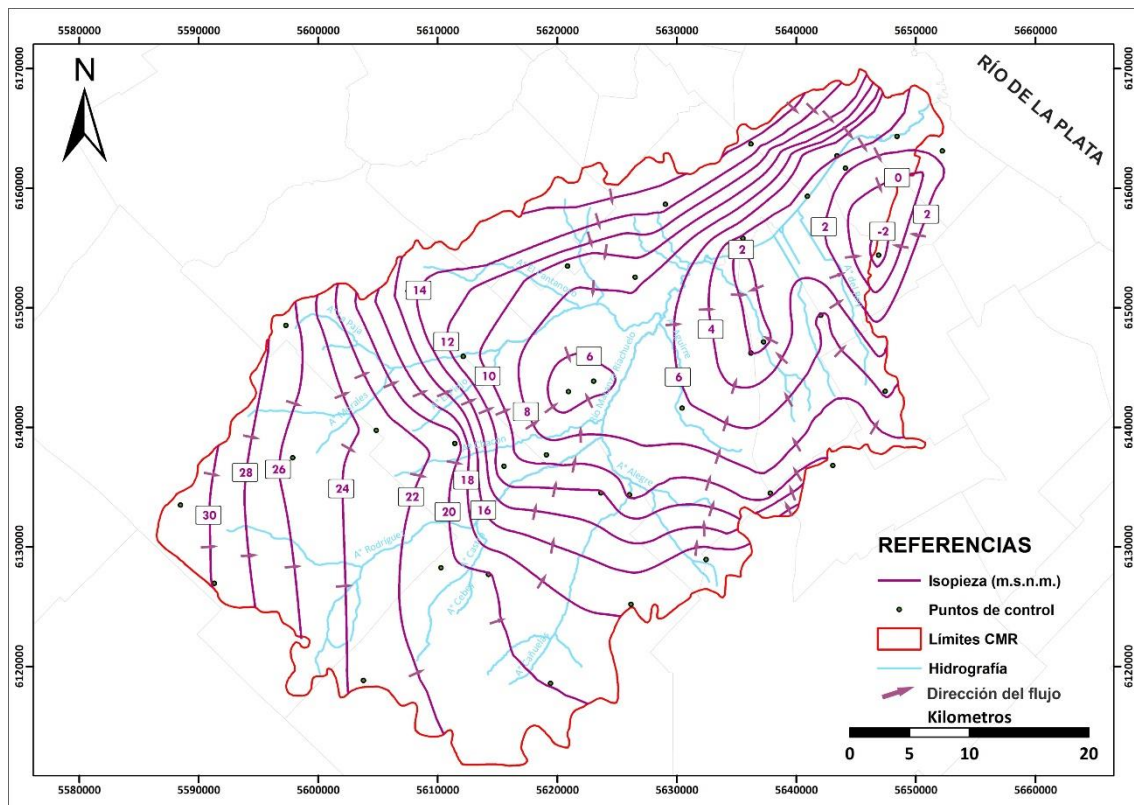
Por otro lado, al analizar el mapa isopiécico realizado (Figura 4) se observan curvas que unen puntos de igual altura hidráulica del Acuífero Puelche con valores que van desde los 30 m.s.n.m. hasta los -2 m.s.n.m.

En el sector de cabecera de la cuenca se distinguen los valores más altos, disminuyendo hacia la zona de descarga, es decir hacia el Río de la Plata. Sin



embargo, se observan sectores dentro de la Cuenca Media y Cuenca Baja donde el flujo modifica sus condiciones naturales, probablemente debido al bombeo por parte de industrias y de la empresa que abastece a las poblaciones. En estos sectores, donde cambian las condiciones naturales de flujo, se presentan valores

mínimos que llegan a los -2 m.s.n.m. Es importante destacar la diferencia en el comportamiento de la Cuenca Alta, asociado a una condición de flujo natural, con respecto a la Cuenca Media y Baja en donde se observa un comportamiento vinculado con la actividad extractiva.



*Figura 4. Mapa isopiécico del Acuífero Puelche del año 2018*

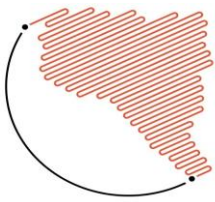
### Comportamiento del sistema hidrogeológico

Los sedimentos arcillo-limosos que separan al acuífero Puelche del Pampeano cumplen un rol fundamental en el funcionamiento hidráulico del sistema. Tanto la recarga como la descarga del acuífero Puelche se produce a través del acuitardo, considerando las diferencias de

potencial hidráulico entre los niveles piezométricos y los niveles freáticos, además de tener en cuenta el espesor del acuitardo.

Cuando el nivel freático se encuentra por encima del nivel piezométrico existe un pasaje de agua desde el Acuífero Pampeano hacia el Acuífero Puelche, generándose recarga de este último





(Figura 5. A), en cambio cuando el nivel freático se encuentra por debajo del nivel piezométrico el proceso es inverso, por lo que se produce descarga desde el

Puelche hacia el Pampeano (Figura 5. B). La situación de no flujo vertical ocurre cuando los dos niveles se encuentran a la misma profundidad (Figura 5. C).

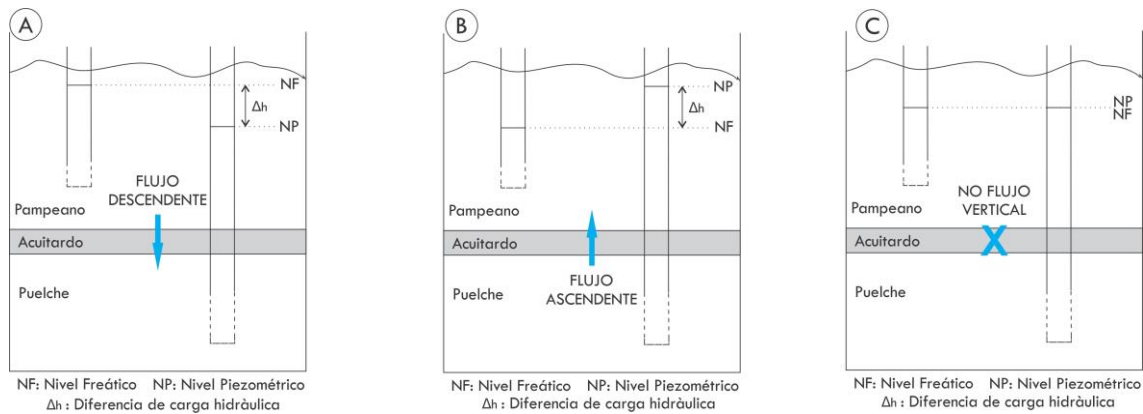


Figura 5. Esquema conceptual del funcionamiento hidráulico de acuerdo a los niveles freáticos y piezométricos. A. Flujo descendente. B. Flujo ascendente. C. No flujo vertical.

### Influencia del espesor del acuitardo en condiciones de bombeo

La extracción por bombeo del Acuífero Puelche, permite reconocer distintas respuestas en las diferencias de carga

hidráulica que se produce entre los acuíferos. En las Figuras 6 y 7 se ha representado de forma esquemática la influencia del espesor del acuitardo en la respuesta de la variación de los niveles.

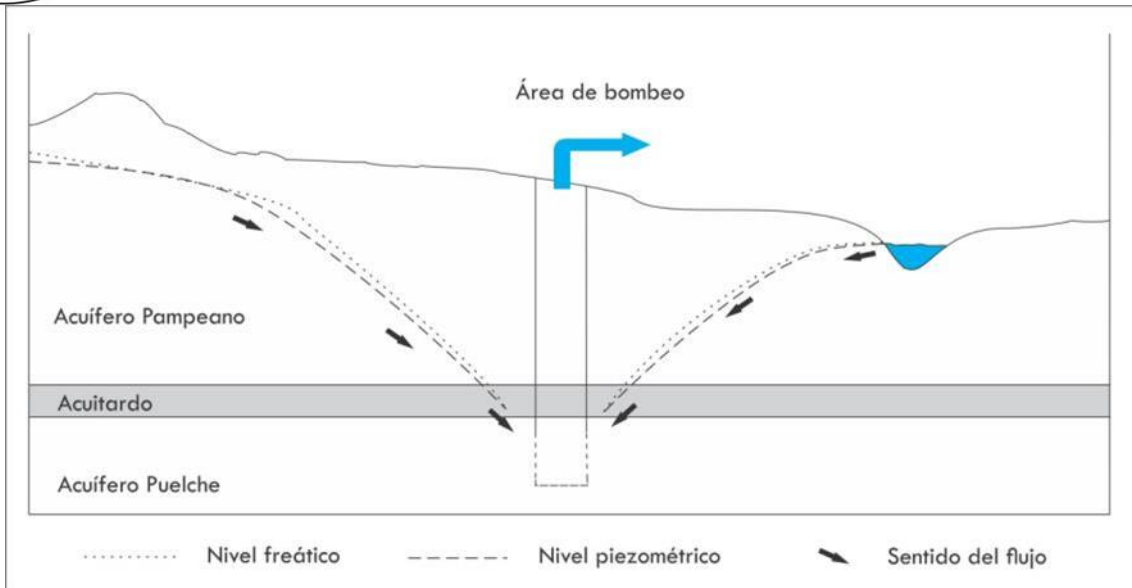


Figura 6. Esquema conceptual de flujo con un acuitardo de menor espesor (Modificado de Deluchi et al, 2010)

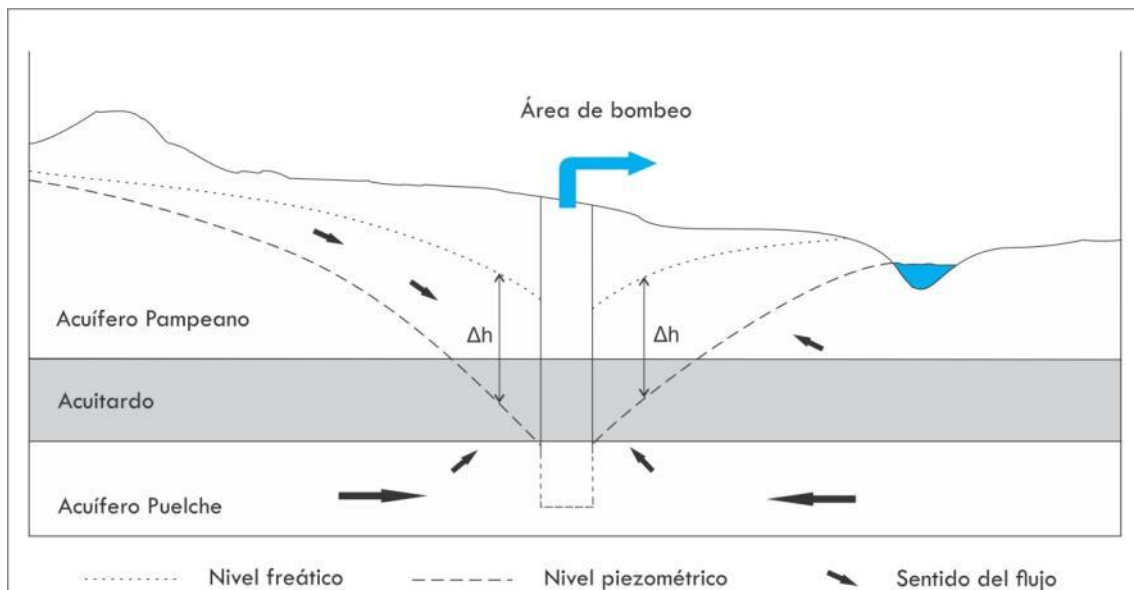
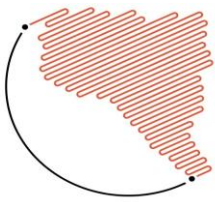


Figura 7. Esquema conceptual de flujo con un acuitardo de mayor espesor (Modificado de Deluchi et al, 2010)

En la Figura 6 se esquematiza la situación en donde el acuitardo presenta un escaso espesor. En este caso la profundización de los niveles freáticos acompaña a la de los piezométricos, por lo que las diferencias de carga hidráulica son

pequeñas. Esto significa que, al comportarse de manera similar los niveles, podría producirse un pasaje de agua desde el Pampeano hacia el Puelche evitando que el acuitardo actúe



de manera eficiente como un filtro natural ante los contaminantes.

En la Figura 7 se representa el escenario donde el espesor del acuitardo es mayor. En este caso hay un incremento progresivo de las diferencias de carga hidráulica, por lo que existirá un aumento del flujo lateral del Acuífero Puelche como consecuencia del bombeo producido. De esta manera, el pasaje de agua desde el Pampeano hacia el Puelche es más lenta y no de manera directa, por lo que le permitiría al acuitardo cumplir su función filtrante ante contaminantes.

### **Conclusiones**

En el área seleccionada se observa que el acuitardo que forma parte del Sistema Hidrogeológico Pampeano – Puelche presenta un espesor heterogéneo, con potencias que van desde los 0 m hasta excepcionales valores de 16 m, teniendo un espesor promedio de 7 m. Una mayor densidad de datos de perforaciones permitirá ajustar la variación del espesor de esta capa.

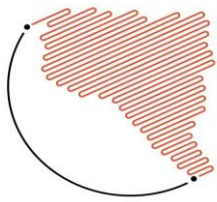
En el proceso de recarga o descarga del Acuífero Puelche, el acuitardo cumple un papel preponderante. Cuando el nivel freático se encuentra por encima del nivel piezométrico se produce un pasaje de agua desde el Acuífero Pampeano hacia el Puelche, generándose la recarga de este último. En sentido contrario, cuando

el nivel freático se encuentra por debajo del nivel piezométrico el proceso es inverso, por lo que se produce la descarga del Puelche hacia el Pampeano.

En estos procesos, el acuitardo actúa como una membrana semipermeable que permite el pasaje de agua de un lugar a otro, dependiendo de las condiciones de los niveles de ambos acuíferos. Por lo tanto, en caso de extracción de agua desde el Puelche, resulta de importancia conocer el espesor que presenta el acuitardo.

De esta manera, si el acuitardo presenta mayores espesores, las diferencias de cargas hidráulicas entre el nivel freático y el nivel piezométrico se irían incrementando progresivamente debido al descenso del nivel piezométrico sin afectar el nivel freático, y existiría un incremento del flujo lateral hacia el cono generado por la explotación. Esta situación podría suceder en los sectores este y sureste de la cuenca, y en el sector noroeste de la misma, donde los espesores del acuitardo superan al promedio, con potencias mayores a los 8 m.

Caso contrario, en los sectores donde el acuitardo tiene espesores menores, al generar un bombeo desde el Acuífero Puelche, los niveles hidráulicos se comportarían de manera similar, es decir que no habría diferencia de carga



hidráulica, por lo que el proceso predominante sería la transferencia vertical desde el acuífero superior al inferior. Esta es una situación que podría darse en gran parte de la cuenca, donde los espesores son menores al promedio, principalmente en el sector suroeste y en una región de la Cuenca Baja, dado que los espesores son menores a los 2 m.

De acuerdo con esta situación y conociendo que el acuitardo funciona como un filtro natural frente a compuestos contaminantes, en los sectores donde existen los mayores espesores el Acuífero Puelche presenta una menor vulnerabilidad y en los sectores donde los espesores son menores, la vulnerabilidad del Puelche aumentaría considerablemente ante un evento de explotación intensiva o la contaminación.

### Referencias Bibliográficas

ACUMAR (2010). Plan integral de saneamiento ambiental de la Cuenca Matanza Riachuelo. *Buenos Aires: ACUMAR*. Disponible en: [cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/va1036.pdf](http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/va1036.pdf)

Auge, M. P. (1986). Hydrodynamic Behavior of the Puelche Aquifer in Matanza River Basin. *a. Groundwater*, 24(5), 636-642.

Auge, M. P., Hernández, M. A., & Hernández, L. (2002). Actualización del

conocimiento del acuífero semiconfinado Puelche en la provincia de Buenos Aires, Argentina. In *XXXII IAH & VI ALHSUD Congress. Actas* (pp. 629-633).

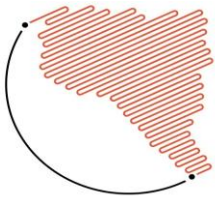
Deluchi, M., Kruse, E., Laurencena, P. C., Rojo, A., & Rodrigues Capítulo, L. (2010). Características de la explotación de aguas subterráneas en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Aguas Subterráneas y Desarrollo Sustentable de los Pueblos Latinoamericanos* (Caracas, Venezuela), 10.

García, J. M., Deluchi, M., & Kruse, E. (2016). Ambientes de sedimentación vinculados al acuífero Puelche en la región de La Plata. In *IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea* (Catamarca, 2016).

García, J. M., Kruse, E. E., & Laurencena, P. C. (2017, August). Caracterización paleomorfológica de la Formación Puelches en el sector NE de la provincia de Buenos Aires. In *XX Congreso Geológico Argentino* (Tucumán, 7 al 11 de agosto de 2017).

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas: censo del Bicentenario. Serie B n°2.





Quaíni, K. (2011). *Análisis espacio-temporal de un índice de incidencia antrópica en la cuenca Matanza Riachuelo, Provincia de Buenos Aires* (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría en Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta temprana a Emergencias. CONAE-IG. <http://www.famaf.unc.edu.ar/wp-content/uploads/2014/04/5-Gulich-QUAINI.pdf>).

Tofalo, O. R., Etchichury, M. C., & Fresina, M. (2005). Características texturales y petrofacies de depósitos neógenos,

Bancalari, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60(2), 316-326.

Vives, L., Mancino, C., & Scioli, C. (2012). 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.*

Yrigoyen, M. R. (1975). Geología del subsuelo y plataforma continental. In *Relatorio 6º Congreso Geológico Argentino* (pp. 139-168).