

AMBIENTES DE SEDIMENTACIÓN VINCULADOS AL ACUÍFERO PUELICHE EN LA REGIÓN DE LA PLATA

¹García, Juan Manuel ; ^{1,2}Kruse, Eduardo y ¹Deluchi, Marta

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Cátedra de Hidrología General, 64 n°3, tel: 221-424-9049 – jm.garcia689@hotmail.com

² CONICET. Cátedra de Hidrología General, 64 n°3, tel: 221-424-9049 - kruse@fcnym.unlp.edu.ar

Resumen

Se plantea una actualización de las características dimensionales e interpretación del ambiente de sedimentación en función de las características morfológicas de la base y el techo del Acuífero Puelche en el área abarcada por las cuencas hidrográficas que drenan hacia el Río de la Plata en los Partidos de Berisso, Ensenada y La Plata (Provincia de Buenos Aires). La metodología incluyó la recopilación y revisión de perfiles de perforación antiguos y recientes, los cuales permitieron la elaboración de una base de datos e integración en un SIG y así reajustar los mapas paleomorfológicos disponibles del techo y piso de la Formación Puelches. El ambiente de sedimentación fluvial de las arenas de la formación y los espesores de las distintas unidades son unos de los factores que tienen influencia directa en las variaciones de los parámetros hidráulicos y en las posibilidades de recarga y descarga de esta unidad. La sedimentación de la Formación Puelches ocurrió luego de la depositación de las arcillas verde azuladas de la Formación Paraná, reconociéndose el desarrollo de superficies de erosión en la base de la formación. La disposición perpendicular de la paleomorfolología del techo con respecto al piso de la formación en cuestión, podría estar representando cordones fluviales que siguen la dirección de transporte de un antiguo curso fluvial, con la orientación del actual Río de la Plata.

Palabras clave: Acuífero Puelche; base de datos hidrogeológicos; ambiente de sedimentación; mapas paleomorfológicos.

Abstract

This work propose an actualization of dimensional characteristics and sedimentation environment interpretation based on morphologic characteristics of Puelche Aquifer's base and roof in the area that include hydrographic basins who drains into Río de la Plata in district of La Plata, Berisso and Ensenada (Buenos Aires province). The methodology included collection and review of old and recent drilling profiles which allowed the development of a database and integration into a GIS and thus readjust available palaeomorphologic maps from base and roof of Puelches Formation. Fluvial sedimentation environment of Puelches Formation sands and different units thickness are one of the factors that have direct influence on hydraulic parameters variation and recharge-discharge possibilities of this unit. Sedimentation of Puelches Formation occurred after blue-green clays Parana's Formation deposition, recognizing the development of erosion's surfaces. The perpendicular arrangement of roof Palaeomorphology in relation to the floor formation could represent fluvial cordons that follow transport direction of an ancient river course, with the orientation of the current Rio de la Plata.

Keywords: Puelche Aquifer; hydrogeological data base; sedimentation environment; palaeomorphological maps

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo acerca de los ambientes de sedimentación y su relación con las características del Acuífero Puelche se fundamenta en la importancia que adquiere esta unidad como fuente de agua subterránea en un clásico sistema geohidrológico situado en los tramos superiores de la secuencia sedimentaria en parte de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y Córdoba. Dicho sistema incluye a la Formación Puelches, Sedimentos Pampeanos y Sedimentos Post-pampeanos. De acuerdo a las características hidrolíticas, estas unidades geológicas conforman un sistema geohidrológico único, con continuidad hidráulica, a pesar de que existen diferencias verticales de permeabilidad entre cada una de ellas (EASNE, 1972; Auge, 1995; Rojo, 2008). Dentro de este esquema, el nivel Acuífero Puelche de carácter semiconfinado representa uno de los más importantes de nuestro país, dadas sus reservas, calidad, explotación actual y diversidad de usos (agua potable, riego e industrial) (Auge, 2005; Laurencena et al., 2010).

Ocupa una extensión aproximada de 240.000 km² de los cuales 92.000 km² corresponden a la provincia de Buenos Aires (Auge et al., 2002). El límite SO se extiende en forma subparalela al Río Salado, internándose hacia el oeste de la provincia, para luego ingresar en el sur de la provincia de Santa Fe. Hacia el norte, alcanza el Chaco situándose también en Entre Ríos, Corrientes y el sector oriental de Córdoba.

Este trabajo tiene como objetivo actualizar las características dimensionales del Acuífero Puelche a partir de información de subsuelo generada en los años recientes en la región de La Plata y alrededores; elaborar una base de datos hidrogeológica e integrarla a un Sistema de Información Geográfica (SIG) y; reconocer e interpretar el ambiente de sedimentación en función de las características morfológicas del acuífero.

El estudio se restringe a un área de aproximadamente 906 km², que abarca las cuencas hidrográficas que drenan hacia el Río de la Plata en los municipios de Berisso, Ensenada y La Plata (Figura 1).

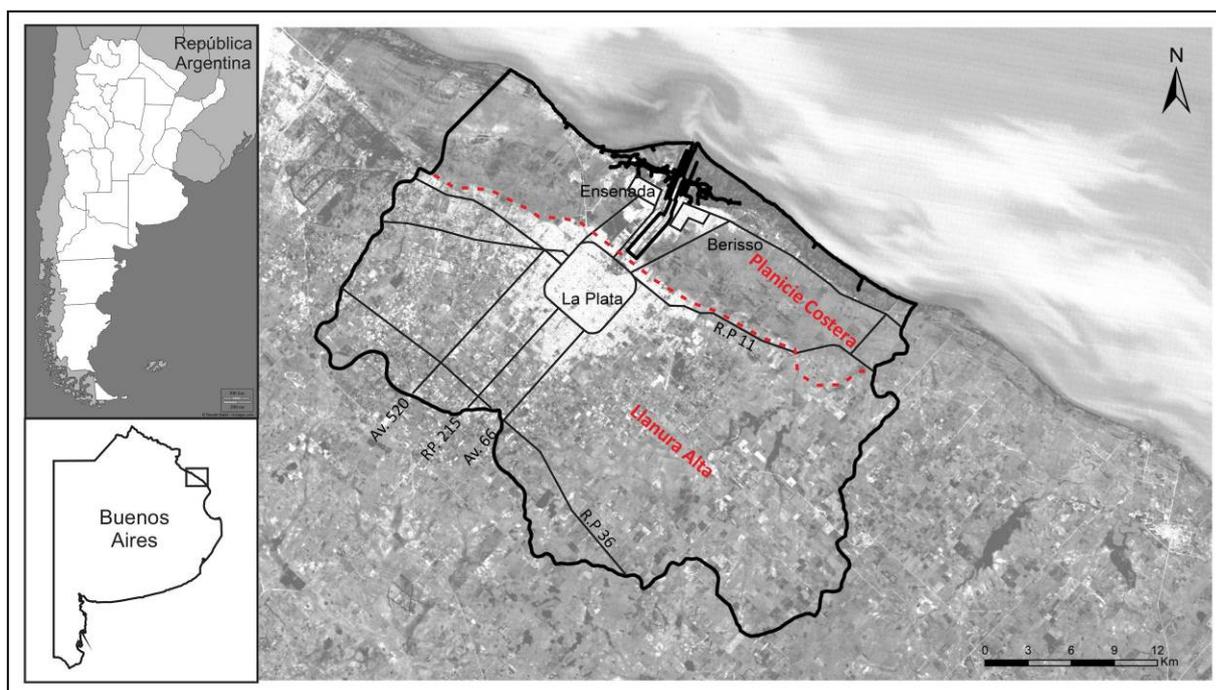


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Los primeros datos sobre lo que se conoce actualmente como Formación Puelches datan de la segunda mitad del siglo XIX. Burmeister (1863) menciona una capa de arena

acuífera; Aguirre (1883) señala un espesor de 30 m para una capa de arena que suprayace a arcillas verdosas, considerando un origen eólico o tal vez aluvional, existiendo opiniones diversas sobre el posible ambiente de sedimentación. Castellanos (1928) le atribuye un origen fluvial a estos sedimentos depositados a finales del Plioceno medio y comienzos del superior. Con posterioridad diferentes autores han analizado su origen, características sedimentológicas, posición estratigráfica, etc., pudiéndose citar entre otros a Frenguelli (1950), Groeber (1961), González Bonorino (1962 y 1965) y Andreis (1969). En la década del '70 a partir de los estudios realizados por el EASNE (1972) se produce un avance importante en su conocimiento hidrogeológico. Santa Cruz (1972) analiza las características sedimentológicas. Auge y Hernández (1983) realizan un aporte sobre las particularidades geohidrológicas del Acuífero en la llanura bonaerense, lo cual es actualizado en Auge et al. (2002).

En esta región la utilización de las aguas subterráneas ha mostrado un incremento a lo largo de todo el siglo pasado tanto en las áreas urbanizadas, para el abastecimiento de la población como en las rurales para el riego. Se estima que el agua extraída de perforaciones que captan agua del Acuífero Puelche aumentó un 80% en los últimos 20 años (Deluchi et al., 2012). Dada esta situación, para cuantificar las reservas subterráneas resulta necesario conocer con el mayor detalle posible la configuración de esta unidad acuífera.

A partir de la perforación efectuada por la Dirección Provincial de Hidráulica en la Plaza de Armas de La Plata, cuya profundidad alcanzó el basamento a -497 m (Artaza, 1943) se identificaron las siguientes unidades (Cuadro 1).

Geología	Características	Edad	Profundidad	Origen
POST-PAMPEANO	Limo arenoso-arcilloso, color verde grisáceo.	Pleistoceno Superior - Holoceno	Variable	Marino, fluvial y lacustre
PAMPEANO	Limo arenoso, pardo rojizo con intercalaciones calcáreas de nódulos o estratiformes (tosca).	Pleistoceno Medio - Superior	0 - 44 m	Eólico y fluvial
	Limo arcilloso.			
FORMACIÓN PUELCHES	Secuencia de arenas cuarzosas, finas a medias de coloración pardo amarillenta. Presenta estratificación gradada y se tornan mas limos hacia los niveles superiores.	Plio - Pleistoceno	44 - 63 m	Fluvial
FORMACIÓN PARANÁ	Arcillas plásticas gris azuladas y verdosas. Niveles inferiores arenosos a conglomerádicos.	Mioceno Superior	63 - 277 m	Marino
FORMACIÓN OLIVOS	Arcillas limosas pardo rojizas y arena gruesa. Arcillas y limos con intercalaciones de yeso y carbonato de calcio. Conglomerado basal ligados por matriz arenosa.	Mioceno Inferior	277 - 497 m	Eólico y fluvial
BASAMENTO	Gneis graníticos.	Pre-Cámbrico	497 m	Metamórfico

Cuadro 1. Síntesis de las unidades descriptas.

METODOLOGIA

Se realizó la recopilación de antecedentes correspondiente al Acuífero Puelche, su caracterización como unidad formacional y particularidades en el ámbito de explotación. Se trabajó con datos de perforaciones suministrados tanto de la empresa actual de abastecimiento de agua potable en el área de estudio, ABSA, perforaciones antiguas como así también pozos recientes efectuados por la empresa privada AGUANOR, que ha facilitado gran parte de la información para la realización de este trabajo. Se hizo una homogenización y síntesis de la información, dado el distinto nivel de detalle que presenta la descripción de los perfiles de las perforaciones, a los fines de identificar las Arenas Puelches. Se tabularon los datos hidrogeológicos y entre otros temas se trabajó particularmente con niveles de piso y techo del acuífero Puelche. Se contó inicialmente con 384 perforaciones a partir de las cuales se seleccionaron dentro del área de trabajo las que contaban con datos suficientes para la elaboración de los mapas, quedando un total de 252 pozos.

Los datos obtenidos a partir de las diferentes fuentes de información, junto con los generados en este trabajo fueron integrados en un SIG para establecer relaciones de forma específica, lo que permitió a su vez generar nueva información. Los resultados incluyeron la revisión y evaluación de las características geométricas, geológicas e hidrogeológicas de la unidad acuífera, a partir de la confección de perfiles geológicos y los mapas anteriormente mencionados.

RESULTADOS

Paleomorfología del piso y techo del Acuífero Puelche

En la Figura 2 se observa la paleomorfología del piso del Acuífero Puelche. Se distingue una alternancia de partes altas y bajas elongadas con una dirección NE-SO. Ello se observa especialmente en el área vinculada a la Llanura Alta que, a su vez, constituye el sector con mayor densidad de datos. Las curvas se extienden desde los -30 m s.n.m hasta los -70 m s.n.m, siendo más frecuentes las cotas de -50 m s.n.m. Desde Lisandro Olmos y parte de Abasto hasta las proximidades de Villa Elvira se reconoce la morfología de cubeta alargada, según la orientación arriba indicada. Los niveles más profundos llegan hasta -76 m s.n.m. Hacia el SE del sector anteriormente mencionado, se observa el área donde el piso del acuífero se hace más superficial, con la curva de -40 m s.n.m encerrando a la de -30 m s.n.m, siendo la cota de -29 m s.n.m., la menor profundidad de la base de las arenas del área de estudio.

La Figura 3 muestra la paleomorfología del techo de la Formación Puelches reconociéndose variaciones entre los -20 m s.n.m y -50 m s.n.m. Las formas predominantes tienen una orientación NO-SE, paralela a la dirección actual del río de La Plata. En el sector septentrional del mapa, los niveles corresponden a la isolínea de -20 m.s.n.m, pudiéndose ver su profundización progresiva hacia el interior del continente, hasta los -50 m s.n.m. Luego las curvas adquieren una configuración más apretada, lo que indica mayores pendientes en el relieve del techo de las arenas, llegando hasta -20 m s.n.m en el casco urbano. Por otro lado, entre Abasto y Barrio Aeropuerto las curvas se disponen en forma alargada en sentido NE-SO, con una profundización de hasta -54 m s.n.m. Estos valores gradualmente se van somerizando hasta llegar a -30 m s.n.m. Finalmente la parte más occidental, comprendida por City Bell y alrededores, presenta una serie de curvas cerradas de distintas formas y dimensiones.

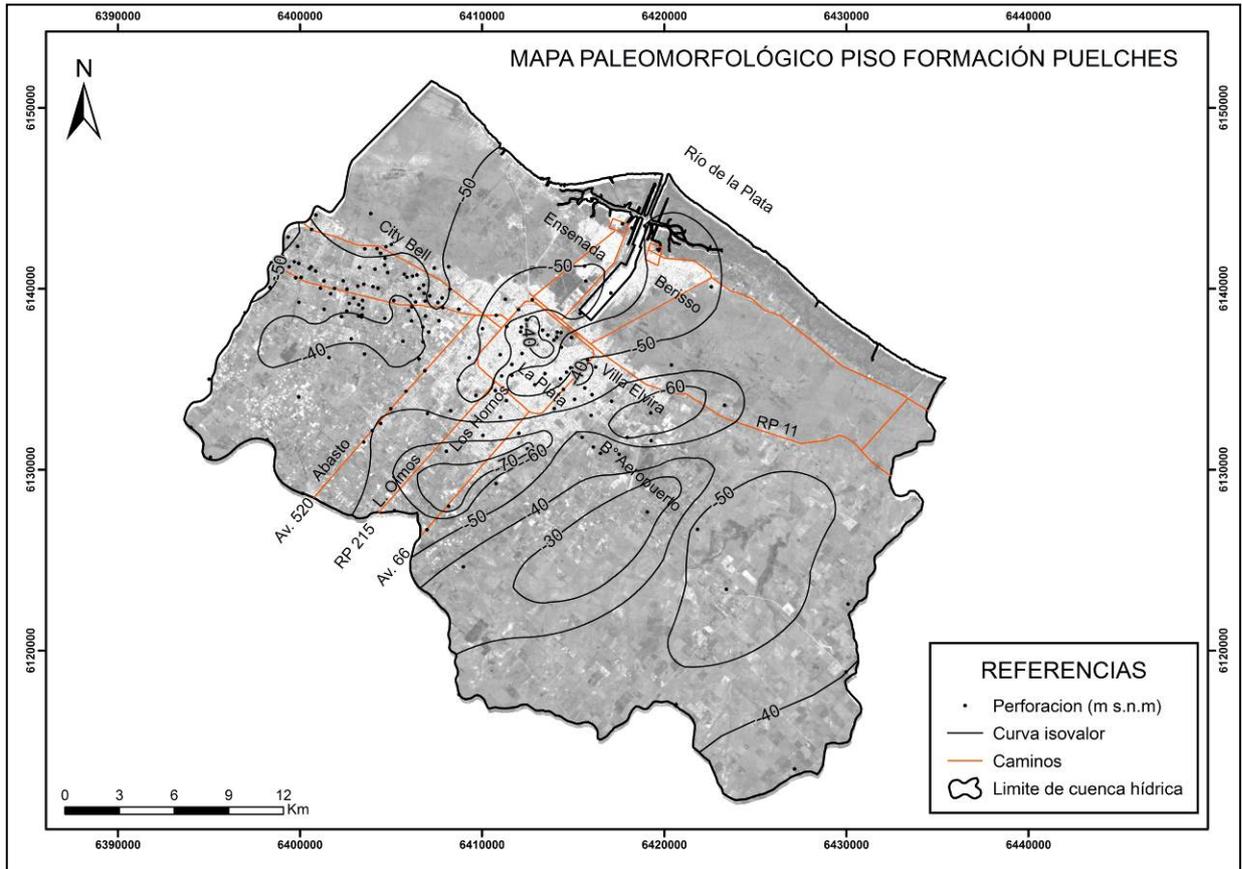


Figura 2. Mapa de cotas piso Formación Puelches.

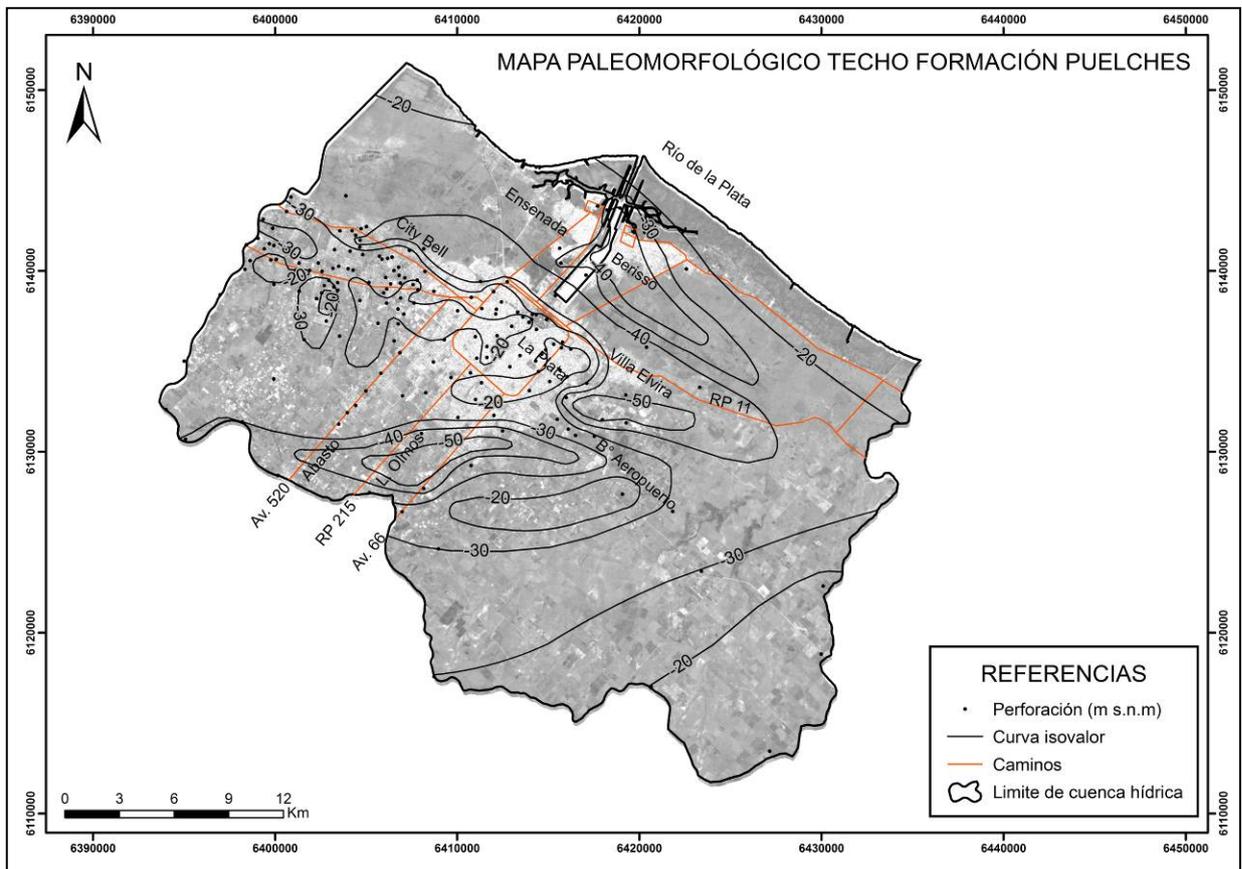


Figura 3. Mapa de cotas techo Formación Puelches.

Variaciones de los espesores

En la figura 4 los valores extremos de espesor corresponden a 0 m a partir de un dato puntual próximo a la RP 11, en la localidad de Berisso, y las curvas de 35 m que delimitan áreas de escasa extensión restringidas a tres sectores comprendidos dentro del casco urbano de la ciudad y alrededores. Es frecuente reconocer curvas isopáquicas cerradas de 15 y 25 m que abarcan superficies pequeñas a medianas (Lisandro Olmos, Abasto, City Bell y Ensenada). Se trata de un mapa con morfologías ligeramente irregulares, con un espesor promedio de 21 m. Con respecto al casco urbano de la ciudad, se presentan dos sectores, uno hacia el N y otro hacia el E. El primero tiene una orientación E-O con variaciones abruptas de las isópacas que van desde 15 m a 5 m. En el segundo sector, las mismas se encuentran más separadas, lo que indica un cambio más gradual, para los mismos espesores.

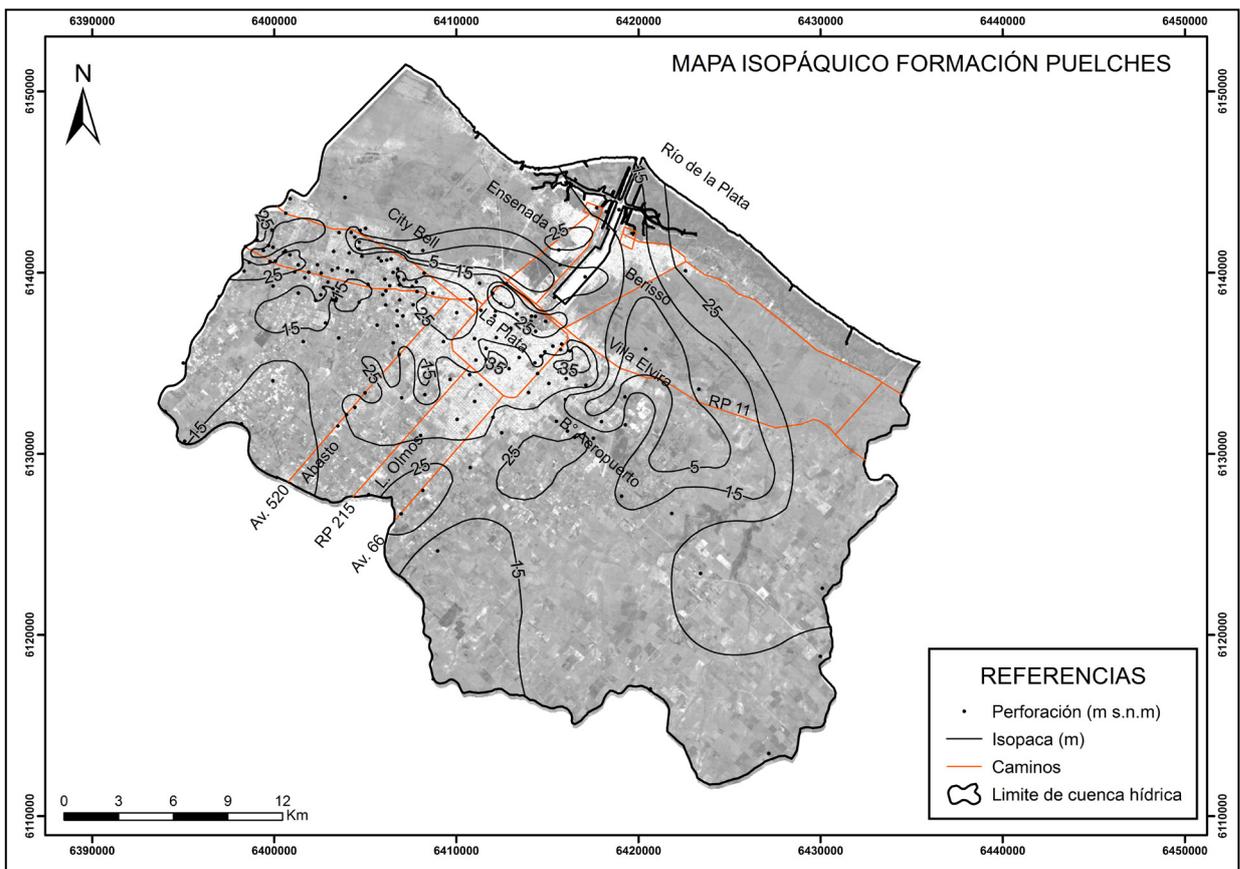


Figura 4. Mapa isopáquico Formación Puelches.

DISCUSIÓN

Los sedimentos arenosos de la Formación Puelches, están acotados por el techo de los depósitos marinos de la Formación Paraná y la base de los Sedimentos Pampeanos. De esta forma comprenderían el intervalo Plioceno Tardío-Pleistoceno Tardío (3,2 Ma – 0,040 Ma).

La regresión del mar paranense se produjo hace aproximadamente 3,4 Ma y a partir de ello se genera el desarrollo de sistemas fluviales en las áreas continentales, entre ella el sistema depositacional de la Formación Puelches. Estos sistemas actuaban como descarga de las áreas mesopotámicas hacia el área costera atlántica de la provincia de Buenos Aires.

El contacto entre la Formación Puelches y la Formación Paraná es a través de una discordancia erosiva. Fue posible reconocer que la paleomorfología de la Formación Puelches presenta ondulaciones alargadas en una dirección NE-SO, que se podría asociar a un proceso fluvial erosivo con descarga hacia el actual Río de la Plata. Esta característica no es apreciable en mapas anteriores (EASNE, 1972; Auge, 2005), confeccionados con menor cantidad de datos de perforaciones. En ellos, si bien se reconocen cotas relativamente similares en la posición del piso (predominantemente entre -50 m s.n.m y - 60 m s.n.m), no existe un patrón en la distribución de las curvas.

La Formación Puelches se inicia con facies fluviales de arenas gruesas y gravas. Estas características se van modificando a arenas finas para luego producir una gradación a ambientes de planicie de inundación. El contacto con la unidad suprayacente (Formación Pampeano) es por sectores neto, asociado a un nivel arcilloso (planicie de inundación), aunque en otras áreas las arcillas son inexistentes, siendo posible reconocer transiciones sedimentarias con intercalaciones de arenas típicamente Puelches en los limos de los Sedimentos Pampeanos. Tal es el caso observado en algunas perforaciones de la Planicie Costera en el área de estudio.

Las características geológicas descritas confirman que el acuífero semiconfinado Puelche forma parte de un sistema hidrológico único conjuntamente con las unidades suprayacentes (Sedimentos Pampeanos y Sedimentos Post-pampeanos). Los cambios litológicos se traducen en variaciones en la conductividad hidráulica, lo cual le otorgan una complejidad hidrológica que es necesaria tener en cuenta en cualquier evaluación hidrogeológica de detalle.

CONCLUSIONES

La base de datos generada, a partir de la cual se confirma la importancia del nivel acuífero por su grado de explotación, incluye un total de 252 perforaciones entre las históricas y las recientes. El Sistema de Información Geográfica elaborado permite la operación, análisis y representación de los datos con el objeto de analizar y resolver problemáticas en la planificación de explotación del recurso hídrico subterráneo.

La elaboración de mapas paleomorfológicos del techo y piso del Acuífero Puelche permitió la actualización de las características dimensionales del acuífero, así como también la interpretación del comportamiento estructural, poniendo de relieve las diferencias y similitudes que existen con otros autores.

La sedimentación de la formación tiene lugar luego de la depositación de las arcillas verde azuladas de la Formación Paraná por la transgresión del mar paranense. Se produce una regresión que habría permitido el desarrollo de superficies de erosión en la base de la Formación Puelches. El labrado de estas formas erosivas se reconoce en el mapa paleomorfológico del piso de la Formación Puelches, ya que se evidencia la disposición de una serie de altos y bajos paleotopográficos elongados en sentido NE-SO, sobre los cuales comenzaron a depositarse las arenas.

La paleomorfología del techo de la Formación Puelches presenta una serie de curvas continuas y alargadas en sentido NO-SE. Esta disposición perpendicular a la del piso de la formación en cuestión, podría estar representando cordones fluviales que siguen la dirección de transporte de un antiguo curso fluvial.

Al comparar conjuntamente la paleomorfología del piso y techo de la Formación Puelches, en ambos se distingue la ausencia de desniveles abruptos en el paleorelieve y la continuidad de las curvas de isovalor a excepción de algunas curvas cerradas. En

consecuencia, se deduce que la actividad tectónica no jugó un papel fundamental en la disposición actual de los sedimentos Plio-Pleistocenos. Al analizar el mapa de espesor del Acuífero Puelche, tampoco surgen indicios de que la tectónica influyera sobre este. Presenta espesores que van desde los 0 a 44 m, con un valor promedio de 21 m.

La presencia de los altos topográficos en la base de la formación, sugiere que el manto arenoso podría representar un sistema de canales anastomosados. Estos se caracterizan por depósitos de gravas y arenas bien seleccionadas que indican corrientes tractivas y variación en el tamaño de grano de las arenas, que reflejan cambios en el flujo tanto en sentido vertical como lateral.

El ambiente de sedimentación y las variaciones en los espesores de las distintas unidades son uno de los condicionantes del comportamiento hidrogeológico del acuífero. Tienen influencia directa no sólo en las variaciones de los parámetros hidráulicos (transmisividad, almacenamiento, porosidad) sino también en las posibilidades de recarga y descarga de esta unidad.

El tratamiento del Acuífero Puelche como un manto relativamente homogéneo en cuanto a su conductividad hidráulica y espesor puede sobrevalorar o subestimar las reservas de agua subterránea en una evaluación hidrogeológica detallada. Ello adquiere importancia en factores que hacen directamente a la explotación de agua subterránea como ser diseño de las perforaciones, caudales extracción, separación entre perforaciones, etc.

Dado el ambiente de sedimentación y las variaciones morfológicas – litológicas reconocidas, cualquier intento de modelado y gestión sustentable del recurso hídrico subterráneo a nivel local, como puede ser la aplicación para el abastecimiento de agua potable, requerirá de un análisis detallado y particular de la influencia de las características indicadas en el comportamiento hidrológico del acuífero.

REFERENCIAS

- Aguirre, E.**, 1883. Constitución Geológica de la provincia de Buenos Aires. Censo General de la provincia de Buenos Aires. Cap. III.
- Andreis, R.**, 1969. Estudio mineralógico de muestras de la Formación Puelches (Perforación Atalaya, provincia de Buenos Aires). Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Inf. Int. Sed. N° 8. La Plata.
- Auge, M.; Hernández, M.**, 1983. Características geohidrológicas de un acuífero semiconfinado (Puelche) en la llanura bonaerense. Su implicancia en el ciclo hidrológico de las llanuras dilatadas. Coloquio internacional de Hidrología de Grandes Llanuras. UNESCO (III), 1019-1043, Buenos Aires – París.
- Auge, M.**, 1995. Manejo del agua subterránea en La Plata – Argentina. 3 T: 1-149. Convenio International Development Research Centre-Universidad de Buenos Aires. Inédito
- Auge, M.; Hernández, M.; Hernández, L.**, 2002. Actualización del conocimiento del acuífero semiconfinado Puelche en la provincia de Buenos Aires, Argentina. XXXII IAH & VI ALSHUD. Mar del Plata, Argentina.
- Auge, M.**, 2005. Hidrogeología de La Plata, provincia de Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 293-312, La Plata.
- Burmeister, G.**, 1883. Corte Geológico de la perforación del pozo artesiano de Barracas.
- Castellanos, A.**, 1928. Notas críticas sobre el Puelchense de los sedimentos Neógenos de la Argentina. Revista de la Universidad Nacional de Córdoba, Año XV, N° 5-6, pp 48-96.
- Deluchi M.; Kruse E.; Laurencena P.; Rojo A.; Carol E.**, 2012. "Modificaciones en el flujo subterráneo por aumento en la extracción de agua en la ciudad de La Plata." I Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana. I Curso Internacional de Ecología Urbana. Desafíos y escenarios de desarrollo para las ciudades latinoamericanas. Pag.624-628.
- EASNE**, 1972. Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la provincia de Buenos Aires CFI, La Plata. Serie Técnica N° 24. Tomo I y II.

- Frenguelli, J.**, 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la provincia de Buenos Aires. LEMIT. Serie II (33), pp. 1-72. La Plata.
- Groeber, P.**, 1961. Contribuciones al conocimiento geológico del Delta del Paraná y alrededores. Anales Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata. V. II.
- González Bonorino, F.; Centrángolo, G.**, 1962. Minerales de arcilla en el subsuelo de la Capital Federal y el origen de la formación terciaria "Arcilla Parda". Anales Primeras Jornadas Geológicas Argentina, III, pp. 37-58.
- González Bonorino, F.**, 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico. RAGA, XX, N° 1, pp. 67-150.
- Rojo, A.**, 2008. Particularidades de la Relación aguas subterráneas - aguas superficiales en un sector del noreste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, IX Congreso Latinoamericano de Hidrología subterránea y Expo Agua 2008. Quito. Ecuador.
- Laurencena, P.; Deluchi, M.; Rojo, A.; Kruse, E.**, 2010. Influencia de la explotación de aguas subterráneas en un sector del área periurbana de La Plata. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Volumen 66, N° 4, Pp. 484-489. Número especial Geología Urbana, Ordenamiento Territorial y Teledetección.
- Santa Cruz, J.**, 1972. Estudio sedimentológico de la Formación Puelches en la provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, T27, 1:5-62.