

# ACTUALIZACIÓN DEL RÉGIMEN HÍDRICO DEL ACUÍFERO PUELICHE EN LA CUENCA DEL RÍO ARECO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

Juan Francisco Zanandrea\*; Santiago Perdomo\*; Patricia Laurencena\*\*; María Soledad Ruiz\*\*\*, Eduardo Kruse\*\*

\* CITNOBA- UNSAAdA- UNNOBA. Zapiola 237 2do Piso (2760) San Antonio de Areco, Argentina. E-mail: jfzanandrea@conicet.gov.ar

\*\* CEIDE- UNLP. Calle 64 N° 3 (1900) La Plata, Argentina.

\*\*\* UNSAAdA. Zapiola 237 2do Piso (2760) San Antonio de Areco, Argentina

## Resumen

El presente trabajo se basa en la primera campaña realizada en el ámbito de la cuenca del Río Areco con el objeto de generar una red de monitoreo del acuífero Puelche que permita mediciones en distintas situaciones hidrológicas. Esto permitirá reconocer la evolución hidrodinámica e hidroquímica del acuífero.

El acuífero Puelche forma parte de un sistema multiunitario junto con el acuífero Pampeano, siendo uno de los de mayor importancia de la provincia de Buenos Aires, ya que abastece a diferentes ejidos urbanos y rurales del noreste bonaerense.

Los primeros estudios de su hidrodinámica e hidroquímica, a escala regional, fueron llevados a cabo por distintos convenios del Consejo Federal de Inversiones de la provincia de Buenos Aires. El objetivo de este estudio es presentar una actualización al 2021 de los niveles piezométricos y la hidrodinámica del acuífero Puelche en la cuenca del Río Areco. También se analiza y compara con el comportamiento del agua subterránea del sector de la cuenca en los años 1972- 1993 y 2021.

**Palabras claves:** Acuífero Puelche, Cuenca del Río Areco, EASNE- DYMAS

## Abstract

This work is based on the first survey carried out in the area of the Areco River basin in order to generate a well monitoring network of the Puelche aquifer that allows measurements in different hydrological situations. This is the first stage to recognize and update the hydrodynamic and hydrochemical evolution of the aquifer. The Puelche aquifer is part of a multi-unitary system along with the Pampeano aquifer. This system is one of the most important in the province of Buenos Aires. Many cities and rural settlements of the northeast of Buenos Aires use this system as a water supply source.

On a regional scale, the first studies of its hydrodynamics and hydrochemistry, were promoted by Consejo Federal de Inversiones. The objective of this study is to present an update (2021) of the piezometric levels and hydrodynamics of the Puelche aquifer in the Areco River basin. Then it is analyzed and compared with results from previous results of the years 1972-1993.

**Keywords:** Puelche Aquifer, Areco River Basin, EASNE- DYMAS

## INTRODUCCIÓN

La cuenca del Río Areco se encuentra ubicada en la región noreste de la provincia de Buenos Aires. En esta zona la principal fuente de agua para consumo humano es el agua subterránea proveniente del sistema acuífero Pampeano- Puelche.

Este sistema ha sido definido, caracterizado e identificado regionalmente y desde el punto de vista hidrogeológico en el año 1972- 1973 por el Consejo Federal de Inversiones (CFI) junto con el ex comité de Estudios de Agua Subterránea del Noreste (EASNE), siendo uno de los primeros reportes realizados a nivel regional donde se estudió el comportamiento del acuífero Puelche, su hidroquímica y sus espesores (EASNE, 1972, 1973).

En el año 1993 el CFI realiza un nuevo convenio con el organismo de Desarrollo y Manejo de Aguas Subterráneas (DYMAS) para ampliar el área de estudio, actualizar y en algunos casos reafirmar algunos conceptos como por ejemplo las unidades morfológicas y la hidroquímica. Entre los antecedentes del área se cuenta con un

estudio regional del acuífero Puelche, que cubre el noreste bonaerense (Auge & Hernández, 1984) actualizado en el año 2002 (Auge et al., 2002) donde se utilizan 120 perforaciones para la estimación de la profundidad del piso y techo del acuífero, cambios de espesores, definición de parámetros hidrogeológicos y el análisis de curvas piezométricas,

El objetivo de este trabajo es presentar una actualización al 2021 de los niveles piezométricos y la hidrodinámica del acuífero Puelche en la cuenca del Río Areco. Se comparará el comportamiento del agua subterránea del sector de la cuenca en los años 1972, 1993 y 2021.

## **METODOLOGÍA**

Se ha generado una red de monitoreo al acuífero Puelche de perforaciones de particulares y empresas, contando con un total de 31 pozos distribuidos en toda la cuenca. La campaña se ha organizado en los meses de noviembre- diciembre con una duración de 14 días, los recorridos fueron planeados en base a imágenes satelitales LandSat 8- OLI donde se identificaron posibles puntos en su mayoría en los ejidos urbanos y rurales próximos a las rutas y autopistas principales. Los pozos se midieron con una sonda Solinst modelo 102 y fueron georreferenciados con un GPS Garmin Etrex.

En la misma campaña se tuvo en cuenta en el recorrido las unidades morfológicas del terreno presentadas por EASNE que junto con las curvas de nivel obtenidas de la infraestructura de datos espaciales (IDE) del IGN permitió completar el área faltante en la cuenca del Río Areco de estas divisiones siendo estas digitalizadas.

Con respecto a las curvas isopiécicas del EASNE y DYMAS, se realizó la georreferenciación a partir del ajuste con el trazado del Río Areco junto con otros ríos cercanos para luego crear un modelo vectorial y así unificar la metodología y comparar entre los distintos años. Los mapas realizados por EASNE y los mapas de DYMAS se encuentran a una escala 1: 500.000 y abarcan todo el noreste de la provincia de Buenos Aires. El mapa equipotencial 2021, fue realizado a partir de la profundidad de niveles medidos durante la campaña. Toda la información recopilada y digitalizaciones de trabajos anteriores se realizaron con un sistema de información geográfico de acceso libre llamado QGIS.

Debido a la falta de datos meteorológicos en la cuenca presentados en “Contribución al conocimiento geohidrológico de la porción oriental de la cuenca del Río Areco” (EASNE, 1972) se usaron datos de la estación meteorológica de EEA- Pergamino tanto para la precipitación como para las temperaturas. En este apartado se actualiza la información con datos de precipitación de la estación del AER- San Antonio de Areco ubicado en el centro de la cuenca en la ciudad homónima siendo más representativa al área de estudio con un registro de 1982- 2021. La temperatura se optó por continuar usando los pertenecientes a la estación meteorológica EEA- Pergamino con un registro de 1931- 2020 por falta de datos en la cuenca. Siendo ambas estaciones meteorológicas pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Se ha realizado el balance hídrico a nivel del suelo por la metodología Thornthwaite and Mather utilizándose una capacidad de campo de 200 mm correspondiente para suelos de tipo franco limosos bajo cultivos de raíces superficiales.

## **CARACTERÍSTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La cuenca del Río Areco es la segunda cuenca de mayor extensión, ocupa un área de 3980 km<sup>2</sup> (MlySP, 2020) y el río principal presenta una longitud de 147 km. La dirección predominante del río es suroeste- noreste con sentido de escurrimiento al noreste descargando sus aguas en el Río Baradero que desemboca en el Río Paraná de Las Palmas finalizando el recorrido en el Estuario del Río de la Plata. Se encuentra rodeada al norte- noroeste por la Cuenca Arrecifes, al suroeste por la Cuenca del Salado, al sur por la Cuenca de Luján y al sureste por la Cuenca de La Cruz (Figura 1).

El conjunto de estas cuencas es de importancia para la región por su alta productividad agropecuaria (Hernández et al., 2013) por lo que el monitoreo y el buen uso de las aguas subterráneas es fundamental. Los ejidos con mayor población dentro de la cuenca son Baradero, San Antonio de Areco, San Andrés de Giles y Carmen de Areco.

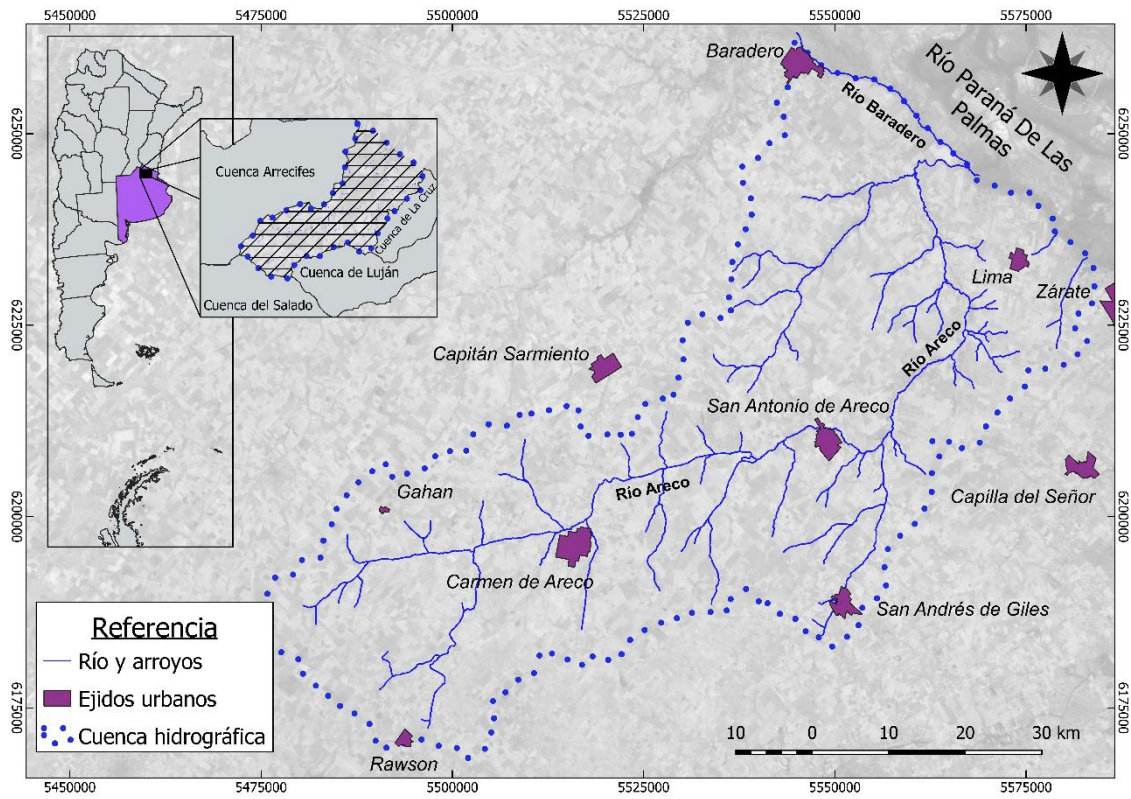


Figura 1. Ubicación regional de la Cuenca del Río Areco. Fuente: Elaboración propia.

## Geomorfología

La cuenca ubicada en la subregión llanura pampeana húmeda se sitúa sobre la Pampa Ondulada (Daus, 1946) con lomadas de suaves pendientes emplazadas sobre sedimentos Pampeanos. Las mayores alturas son encontradas al suroeste en el sector de nacimiento de la cuenca, posee un valor máximo de 78 m.s.n.m y valores mayores a 60 m.s.n.m que van disminuyendo hacia el noreste donde se encuentran un mínimo de 1 m.s.n.m y valores por debajo de los 15 m.s.n.m (Brieva, 2018). Presentando en general pendientes por debajo del 2% aunque en sectores próximos a la desembocadura sobre el Río Baradero en su margen derecha se encuentran altos desniveles observándose fuertes pendientes con geformas como paleocantilados y barrancas (Fucks et al., 2011).

EASNE divide en tres unidades morfológicas la cuenca, la llanura alta caracterizada por una pendiente escasa permitiendo un predominio en los movimientos verticales (infiltración- evapotranspiración) sobre los movimientos horizontales (escurrimiento) encontrándose mayormente en las áreas próximas a las divisorias, pequeñas áreas en los interfluvios y en la zona próxima al Río Baradero, luego la llanura intermedia con una red de drenaje más desarrollado evidenciado por un aumento en los cursos de agua y en la pendiente predominando así los movimientos horizontales sobre los verticales. Por último, la llanura baja abarca la menor área en la cuenca ocupando principalmente las zonas inundables del Río Areco y la zona de desembocadura en el Río Baradero y mayormente en el Río Paraná de Las Palmas (Figura 2).

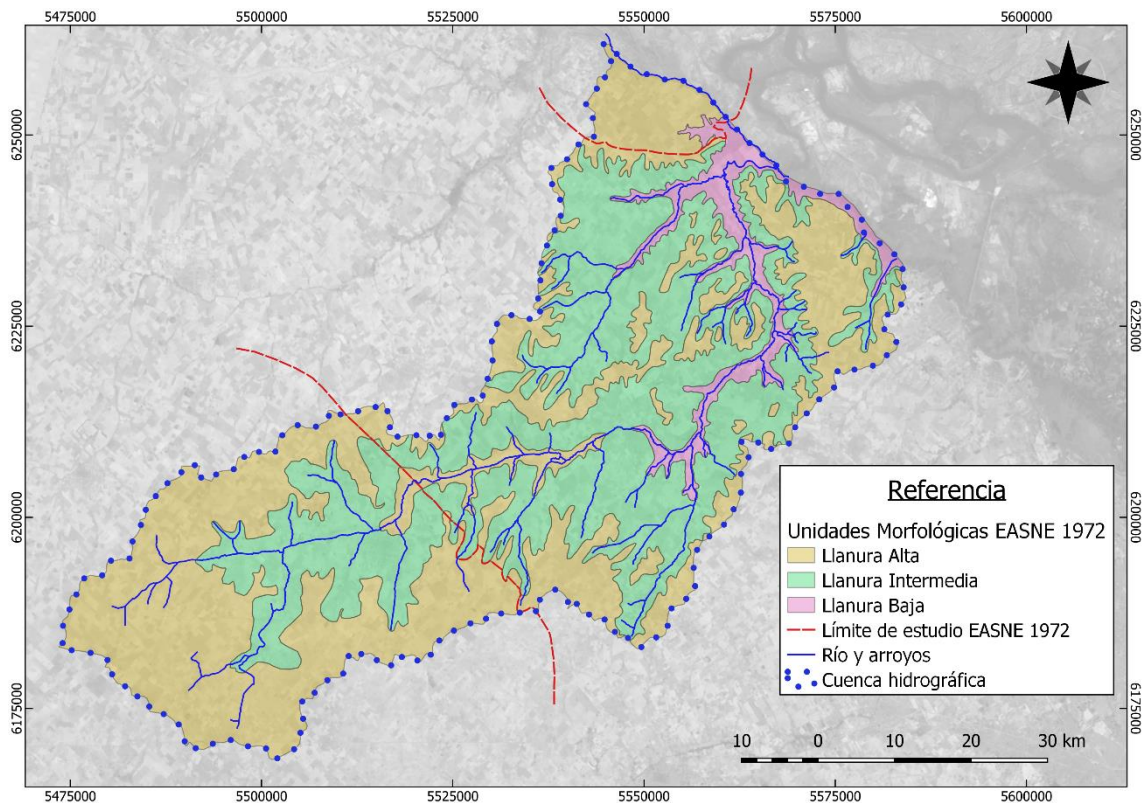


Figura 2. Unidades Morfológicas de la Cuenca del Río Areco. Fuente: Modificado de EASNE 1972

## Hidrogeología

La cuenca del Río Areco se encuentra en la Región I o Noreste limitada al sur por las cuencas del Salado y Samborombón hacia el norte con el Arroyo del Medio y al noreste con el delta del Río Paraná y el Estuario del Río de la Plata (González, 2005) cuenta con un sistema multiunitario estudiado por varios autores (Auge, 1986; Auge et al., 2002; García & Zanandrea, 2017; García et al., 2018;; Perdomo et al., 2011). En la parte superior se encuentra el Epiparanaeo con los acuíferos Pospampeano, Pampeano y Puelches. El primer acuífero alojado en la formación Pospampeano posee una variada litología abarcando material fluvial, eólico y marino compuesto por arenas fluviales y eólicas, limos arcillosos proveniente del retrabajo de sedimentos Pampeano y en sectores se pueden encontrar bancos de conchilla. Por debajo se ubica el segundo acuífero alojado en la formación Pampeana compuesta principalmente de “loess” con lentes de arcillas menos permeables y bancos de material arenoso, intercalando así áreas con distinta productividad, estos dos acuíferos son de difícil diferenciación en campo, en su base se encuentra un estrato arcilloso con la capacidad de transmitir el agua de manera muy lenta actuando como acuitardo separando así los primeros dos acuíferos del acuífero Puelche. El acuífero Pampeano es considerado en sectores donde no aflora el acuífero Pospampeano como acuífero libre. El acuífero semi-confinado Puelche se aloja en la formación “Arena Puelches” compuesta por arenas cuarzosas gruesas a media de buena selección por lo que le confiere una permeabilidad y transmisibilidad media- alta siendo junto con el acuífero pampeano los más productivos del área.

Por debajo de la unidad Epiparanaeo se encuentra la sección Paranaeo e Hipoparanaeo, la primera se ubica la formación Paraná o “Mioceno Verde” compuesto de arcillas y limos, en la segunda sección esta la formación Olivos o “Rojo” compuesto de arcillas de coloración rojizas dada por el abundante yeso que posee, por debajo se



encuentra el basamento hidrogeológico o impermeable compuesto de granitos, gneises (Sala & Hernandez, 1993).

## Climatología

Según la clasificación climática de Thornthwaite la cuenca se ubica en un clima “C<sub>2</sub>- r- B’<sub>2</sub>” “subhúmedo con falta de agua pequeño o nula Mesotermal” mientras que según el método Köppen el clima es “Cfa” “clima templado húmedo subtropical”.

Se ha analizado la precipitación para un periodo de 39 años entre 1982 a 2021. Esta presenta una tendencia positiva hacia la actualidad, aunque estos últimos 3 años actúa en la región un periodo seco, la media de 1079 mm/año con un 45 % de años por encima de la media y un 55% de años con precipitaciones por debajo de la media. El valor máximo de precipitaciones es de 1608 mm en el año 2014 y un mínimo en el año 1986 de 521 mm (Figura 3).

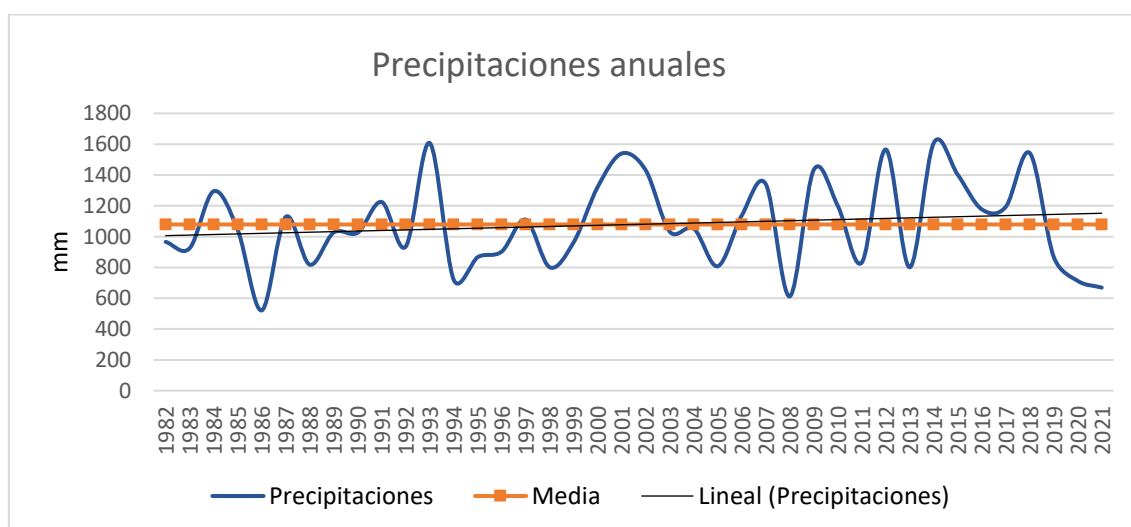


Figura 3. Precipitaciones anuales periodo 1982- 2021. Fuente: Elaboración Propia.

Según el promedio de precipitaciones mensuales para el mismo periodo se observa una media de 90 mm. Desde octubre hasta abril se tiene los mayores valores de precipitación mientras que mayo a septiembre se encuentran los meses menos lluviosos. El máximo se ubica en el mes de abril con 122 mm y en el mes de junio con 41 el mínimo. Del promedio anual de 1079 mm el 74% ocurre mediados de la primavera hasta mediados de otoño y el 26% restante en las estaciones de invierno hasta principio de primavera.

Las temperaturas para un periodo de 38 años desde 1982 a 2020 no varía significativamente respecto a lo publicado por EASNE (1972), se observa las máximas temperaturas en los meses diciembre- enero y febrero y las mínimas temperaturas en los meses junio- julio y agosto. La máxima es de 23,62°C en el mes de enero y la mínima de 9,65°C en julio, siendo la media mensual de 16,80°C.

El balance hidrológico realizado para el periodo 1982- 2020 da como resultado una precipitación media de 1079 mm/año, una evapotranspiración real calculada por el método de balance hídrico Thornthwaite y Mather (Thornthwaite & Mather, 1957) de 823 mm/año siendo el 76% de la precipitación, para el escurrimiento el valor es 129, 5 mm/año usando un factor de 0, 12 para la región (EASNE, 1972) siendo el 12% y una infiltración de 126, 5 siendo el 12 %. Los excesos son del orden de 256 mm/año siendo abril el mes de máximo excesos con 65 mm/año y un deficit de 4 mm/año.

## DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Para el año 1972, la curva isopiécica de mayor valor es de 30 m.s.n.m ubicada entre Carmen de Areco y San Antonio de Areco mientras que la mínima de 0 m.s.n.m

se encuentra en la zona de descarga. Las curvas equipotenciales se encuentran paralelas entre ellas marcando un flujo subterráneo regional en dirección noreste hacia la descarga regional en el Río Baradero y Río Paraná de Las Palmas.

En el año 1993 no se observan diferencias significativas en la cuenca baja, manteniendo la morfología de las curvas y sus valores entre las curvas de 30 a 10 m.s.n.m. En este estudio se completa el análisis mostrando las curvas equipotenciales en la totalidad de la cuenca (Figura 4).

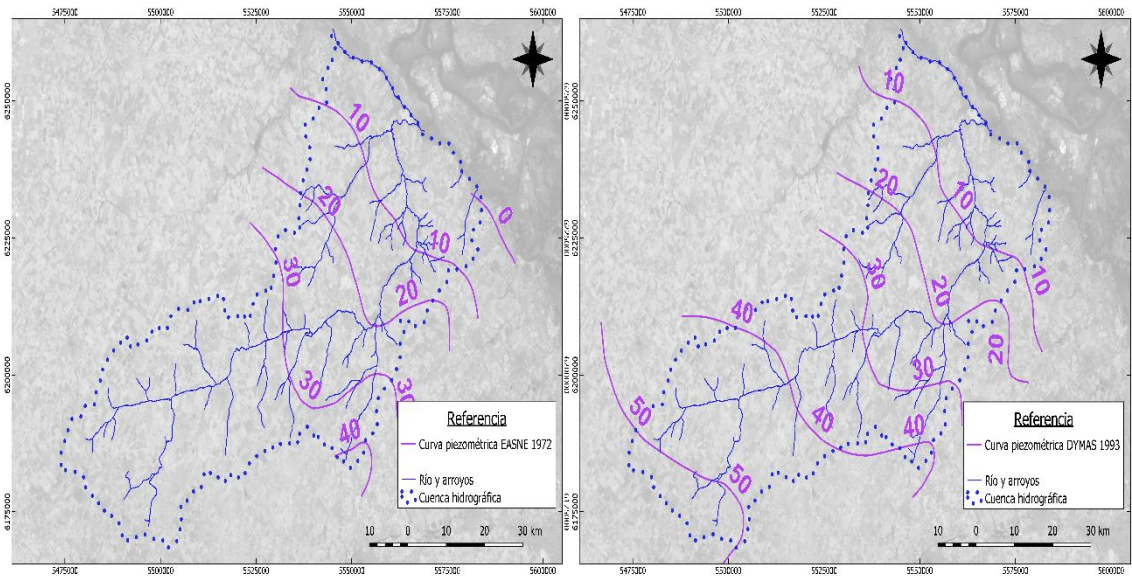


Figura 4. Mapas de curvas isopiécicas. EASNE 1972 (izquierda), DYMAS 1993 (derecha). Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2021 se observa el trazado de las curvas de forma muy similar al año 1993, con excepción de las curvas 20, 30 y 40 m.s.n.m. que evidencian una dirección de flujo en sentido al río Areco cerca de los ejidos urbanos de San Antonio de Areco y Carmen de Areco. Esto podría deberse al aumento en el uso del agua subterránea que se está dando en estos sectores más urbanizados ubicadas próximas al río, que fueron creciendo y aumentando la demanda de agua desde 1972, además de los cambios producidos en el uso del suelo (Figura 5).

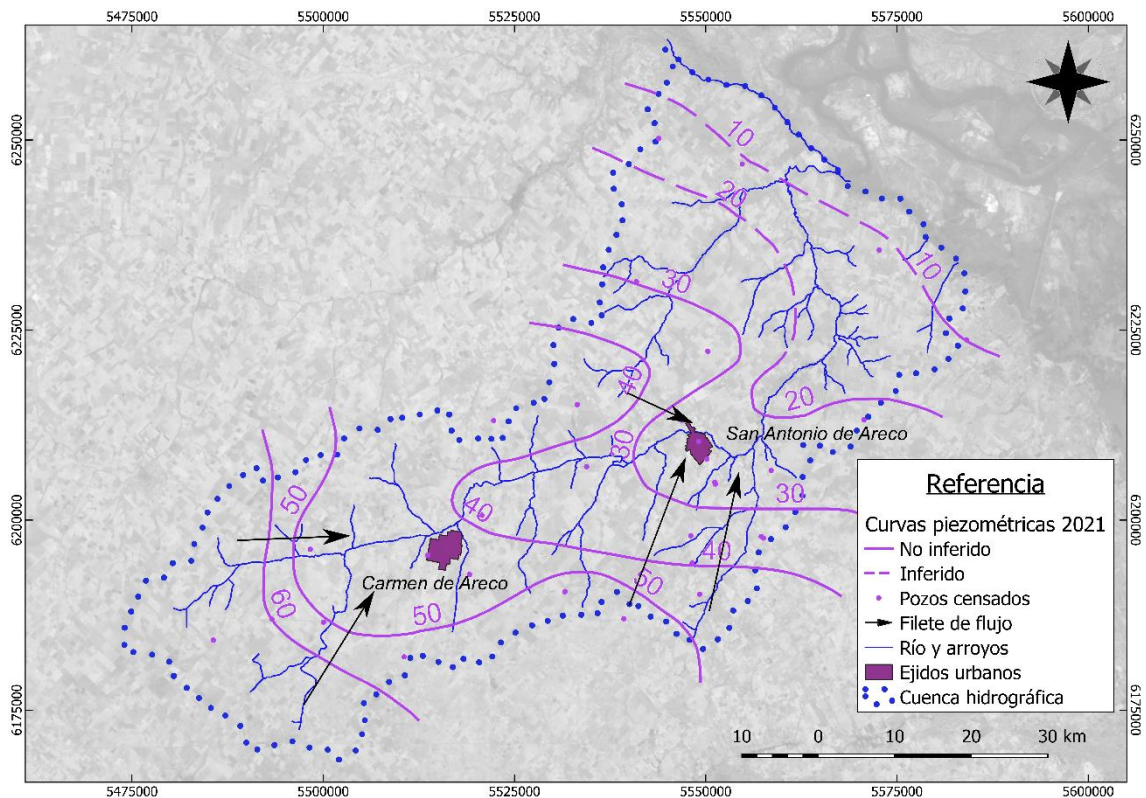


Figura 5. Mapa de curvas isopiécicas campaña 2021. Fuente: Elaboración propia.

Los años 1972 y 1993 no presentan diferencias hidrodinámicas y se observa que el flujo del acuífero Puelche es hacia el NE.

En el mapa que corresponde al año 2021 se reconoce una divisoria local en el sector centro- norte indicando una zona elevada entre Río Areco y la Cañada Honda. El sentido de escurrimiento subterráneo es al noreste hacia las descargas regionales Río Baradero y Río Paraná de Las Palmas. Mientras que en el sector cercano a la naciente y el centro de la cuenca se ven que los filetes se dirigen en dirección a los ejidos urbanos mencionados con anterioridad.

El estudio del agua subterránea en el área de la cuenca del Río Areco como así también las cuencas cercanas es de suma importancia para el uso sostenible del recurso hídrico.

La generación de una red de monitoreo y una base de datos que registre distintas situaciones hidrológicas del sistema subterráneo en la cuenca, permitirá avanzar en el modelo conceptual de funcionamiento.

Este trabajo constituye la primera etapa de un estudio integral hidrodinámico e hidroquímico de la cuenca del Río Areco.

## AGRADECIMIENTOS

Al EEA- Pergamino y en especial al AER- San Antonio de Areco por brindar la información meteorológica y al Centro Interdisciplinario de Investigaciones Aplicadas al Agua y al Ambiente- UNLP por colaborar con la movilidad para la campaña.

## REFERENCIAS

- Auge, M.** 1986. Hydrodynamic behavior of the Puelche Aquifer in Matanza River Basin. *Groundwater*, 25(5), 636–642.
- Auge, M., y Hernández, M. A.** 1984. Características geohidrológicas de un acuífero semiconfinado (Puelche) en la Llanura Bonaerencia. *Coloquio Internacional Sobre Hidrología de Las Grandes Llanuras.*, 3(UNESCO), 1019–1043.
- Auge, M., Hernández, M. A., y Hernández, L.** 2002. Actualización del conocimiento del acuífero semiconfinado puelche en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Groundwater*

and Human Development, 624–633.

- Brieva, C.** 2018. Caracterización y análisis multidisciplinario de la información hidrológicas en cuencas. In *PROGRAMA NACIONAL AGUA - PNAGUA* (1st ed.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/caracterizacion\\_de\\_cuencas\\_0.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/caracterizacion_de_cuencas_0.pdf)
- Daus, F.** 1946. Morfografía General de las Llanuras Argentinas. Geografía de la República Argentina. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*, 3, 115–198.
- EASNE.** 1972. Porción oriental de la Cuenca del Río Areco. In *Contribución al conocimiento geohidrológico de la porción oriental de la cuenca del Río Areco* (p. 20).
- EASNE.** 1973. Contribución al estudio geohidrológico del noreste de la provincia de Buenos Aires. In *Serie Técnica N°24 Tomo I*.
- Fucks, E., Blasi, A., Carbonari, J., Huarte, R., Pisano, F., y Aguirre, M.** 2011. Evolución Geológica-Geomorfológica de la cuenca del río areco , NE de la Provincia de Buenos aires. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 68(1), 109–120.
- García, J. M., y Zanandrea, J. F.** 2017. Dinámica hídrica del acuífero Puelche en la ciudad de La Plata y alrededores. Resultados Preliminares. *4to Congreso Internacional Científico y Tecnológico de La Prov. de Buenos Aires, Argentina (CIC)*.
- García, J. M., Zanandrea, J. F., Laurencena, P., y Kruse, E.** 2018. Modificaciones antrópicas del sistema geohidrológico Pampeano-Puelche en La Plata y Alrededores. *XIV Congreso Latinoamericano de Hidrogeología, X Congreso Argentino de Hidrogeología y VIII Seminario Hispano-Latinoamericano, Salta, Argentina*, 145–151.
- González, N.** 2005. Los ambientes hidrogeológicos de la provincia de Buenos Aires. In *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino* (pp. 359–374).
- Hernández, M. A., González, N., Romanazzi, P., Trovatto, M. M., Solero, C., y Ceci, J. H.** 2013. Aproximación de volúmenes de agua subterránea disponibles para riego en las cuencas de los ríos Areco y Arrecifes (Buenos Aires). In *Agua subterránea, recurso estratégico. Tomo 1* (1era ed., Vol. 1, pp. 46–51). VIII Congreso Argentino de Hidrogeología y VI Seminario Latinoamericano sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea.
- MlySP.** 2020. *Atlas Cuencas y regiones hídricas - Ambientales de la Provincia de Buenos Aires*. [www.gba.gob.ar/recursoshidricos](http://www.gba.gob.ar/recursoshidricos)
- Perdomo, S., Ainchil, J., y Kruse, E.** 2011. Relación entre la conductividad hidráulica de un acuífero y parámetros geoelectrónicos en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires. *VII Congreso Hidrogeológico Argentino (Salta, Argentina)*, 108–115.  
<https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/3272>
- Sala, J. M., y Hernandez, M. A.** 1993. Contribución al mapa geohidrológico de la provincia de Buenos Aires. Zona Noroeste. In *DYMAS. Desarrollo y manejo de aguas subterráneas*.  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/65651>
- Thorntwaite, C. W., y Mather, J. R.** 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. *Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology.*, 3(10), 183–311.