

MONITOREO DE NIVELES DEL ACUÍFERO PAMPEANO CON SENSORES AUTOMÁTICOS. NORTE DEL PDO. GRAL. PUEYRREDON

M. Lourdes Sacchetti¹, Gabriela A. Buntalyk², Juan C. Saiz³, Ariel F. Maffia⁴, R. Ignacio Redin⁵

Subgerencia de Recursos Hídricos, Obras Sanitarias Mar del Plata, Argentina. Teléfono: (0223) 499 2956
sacchetti.lourdes@osmmp.gov.ar¹, buntalyk.gabriela@osmmp.gov.ar², saiz.juan@osmmp.gov.ar³, maffia.ariel@osmmp.gov.ar⁴,
redin.hidricos@osmmp.gov.ar⁵

Introducción

Los acuíferos costeros son especialmente vulnerables a la intrusión salina, fenómeno que puede intensificarse por la sobreexplotación del agua subterránea, lo que exige un monitoreo constante de los niveles freáticos (Custodio, 2017). Otros factores que inciden en este proceso incluyen la recarga acuífera, las modificaciones costeras y el ascenso del nivel del mar (Mérida, 2001). Comprender el comportamiento hidrogeológico de estos sistemas es clave para diseñar estrategias estructurales y no estructurales que promuevan una explotación sostenible, como propone el Plan Director de Obras Sanitarias Mar del Plata (OSSE).

El Partido de General Pueyrredon ubicado sobre la costa atlántica en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, tiene como cabecera a la ciudad de Mar del Plata y cuenta con una población permanente de 667.082 habitantes según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2022), que se incrementa notablemente en verano con la llegada de hasta tres millones de turistas. Su abastecimiento de agua potable depende exclusivamente del agua subterránea, distribuida mediante tres acueductos (Oeste, Norte y Sur) y un sistema de impulsión directa, operados por OSSE.

Este trabajo tiene como objetivo presentar el monitoreo sistemático de los niveles del acuífero mediante sensores automáticos, con el fin de caracterizar su dinámica y evaluar nuevas estrategias de manejo en el sector norte del partido.

Características Físicas

La zona de estudio (Figura 1) comprende un área de 496 km² y presenta un clima mesotermal húmedo (Thornthwaite, 1948). Según el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), entre 1993 y 2024 la precipitación media anual fue de 914 mm, con registros inferiores al promedio en los últimos seis años. El régimen es estacional, con mayores precipitaciones entre octubre y abril. La temperatura media anual es de 14,1 °C, con mínimos de 7,9 °C en julio y máximos de 20,4 °C en enero.

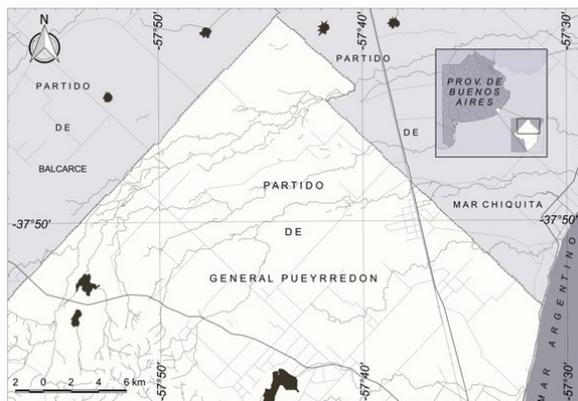


Figura 1.- Zona de estudio. Norte del Pdo. de Gral. Pueyrredon

Geomorfológicamente, el área se divide en: sierras, lomadas y llanura (Sala et al., 1979-1980). Las sierras, pertenecientes al Sistema de Tandilia, presentan pendientes hacia el sudeste. Las lomadas, adosadas al frente serrano, tienen relieves suaves (3–4%) y altitudes entre 12 y 120 m. La llanura, con pendientes de 0,2–0,3%, presenta bajos alargados y pequeños bañados conectados estacionalmente.

La red de drenaje está compuesta por arroyos de bajo caudal que nacen en el flanco norte del Sistema de Tandilia, escurren hacia el este, y desembocan en el mar o, como el arroyo Vivoratá, en la Laguna de Mar Chiquita (Giraut, 2023).

El sistema hidrogeológico del área está conformado por un basamento impermeable y el complejo clástico suprayacente de carácter permeable (Sala, 1975). El basamento impermeable, aflorante en el sector serrano, corresponde a la Formación Balcarce (Dalla Salda e Iñiguez, 1978) y se compone de ortocuarcitas altamente silicificadas, con porosidad secundaria generada por diaclasamiento, lo que les confiere carácter acuífugo. Sobre este basamento se dispone un Complejo Clástico Permeable (Sala, 1975), dividido en tres secciones. La sección hipoparaniana, hallada en el noreste del partido mediante una perforación profunda de OSSE en 2016, está formada por una secuencia continental de areniscas y arcillas rojas de baja permeabilidad y comportamiento acuífugo. La sección paraniana, correspondiente a depósitos marinos de la ingresión homónima, se compone de arcillas verdosas con intercalaciones arenosas, que configuran una secuencia acuícluda con horizontes acuíferos discretos. Finalmente, la sección epiparaniana o “Sedimentos Pampeanos y Postpampeanos”, está conformada por materiales eólicos y fluvioeólicos representados principalmente por limos loessoides, con fracciones arcillo-arenosas finas a muy finas, y contenidos variables de carbonatos y vidrio volcánico. Hidrogeológicamente, esta unidad actúa como un acuífero multiunitario, con marcada anisotropía vertical y lateral (Cionchi et al., 2000).

Metodología

Desde la década de 1980, OSSE lleva adelante un plan sistemático de monitoreo de niveles del acuífero Pampeano en el partido de General Pueyrredon, orientado a evaluar y analizar su comportamiento hidrodinámico. Este plan comprende campañas de medición de niveles estáticos y dinámicos, que ha incorporado a lo largo del tiempo nuevos puntos de registro en pozos de explotación, pozos en establecimientos rurales, y otros sitios estratégicos. Paralelamente se ha fortalecido la capacidad técnico-operativa mediante la incorporación de personal que se ha especializado en tareas de relevamiento y análisis de datos de campo.

El monitoreo resulta especialmente relevante en la zona norte del partido donde se encuentra emplazada una importante batería de pozos de explotación que abastecen a los acueductos Norte (SAN) y Oeste (SAO). En este contexto, y previo a la construcción del SAO, se estableció una red piezométrica conformada inicialmente por diez pozos de monitoreo, la cual

fue ampliada posteriormente hasta alcanzar un total de veintitrés puntos en el área de influencia de los pozos de explotación. La ubicación de los piezómetros fue definida en zonas de cabecera de cuencas, zonas intermedias y zonas de descarga.

Complementariamente a las mediciones manuales con sonda, se incorporó como herramienta innovadora, la utilización de sensores automáticos de nivel en veinte puntos de la red de monitoreo. Los sensores fueron programados para registrar lecturas cada seis horas, obteniéndose cuatro registros diarios por pozo. Cada dispositivo mide la presión absoluta por encima del sensor, es decir, la suma correspondiente a la presión hidrostática ejercida por la columna de agua y la presión atmosférica. Para calcular el nivel del agua subterránea, se aplica una compensación barométrica sobre los registros, mediante el uso de sensores de presión atmosférica instalados de manera estratégica según el radio de influencia. Luego, los valores de presión corregidos son transformados en niveles de agua.

Cada seis meses los sensores son retirados de los piezómetros para la descarga de los datos registrados y su posterior evaluación. Los registros obtenidos son analizados en conjunto con datos de precipitación diaria provistos por el SMN, los índices de sequías mensuales calculados por el Sistema de Información sobre Sequías para el Sur de Sudamérica (SISSA), la información operativa de las perforaciones de explotación de OSSE y el apoyo de imágenes satelitales para evaluar el entorno de cada sensor.

Asimismo en cada punto de monitoreo, especialmente en aquellos donde se encuentran instalados los sensores, se lleva a cabo una rutina de adecuación y mantenimiento de las protecciones superficiales de cada piezómetro, con el propósito de garantizar la correcta adquisición de datos y el cuidado de la infraestructura.

Resultados

A partir de los registros obtenidos por los sensores automáticos de nivel instalados en la red piezométrica desde el año 2022, se evaluó el comportamiento del acuífero Pampeano en el sector norte del partido, frente a presiones tanto naturales como antrópicas. Estas influencias se manifiestan mediante variaciones de nivel registradas por los equipos de medición.

En términos generales, la comparación entre los registros pluviométricos y las fluctuaciones del nivel del agua subterránea indican que la recarga del acuífero es predominantemente autóctona. No obstante, en el sector medio del área de estudio, se identificó una recarga de tipo alóctona, asociada a las características litológicas del área.

Asimismo, se observó que la recarga presenta un marcado comportamiento estacional. Durante los meses invernales, el nivel piezométrico tiende a incrementarse, lo que evidencia una recarga efectiva. Sin embargo, esta tendencia no se manifestó durante el otoño-invierno de 2024, como consecuencia de la sequía registrada en el centro del país. Dicha situación se revirtió entre octubre de 2024 y marzo de 2025, periodo en el que se registraron ascensos de nivel de hasta 1,10 m en el extremo noroeste del área de estudio.

El análisis complementario con imágenes satelitales permitió constatar la presencia de áreas encharcadas tras eventos de precipitación, las cuales generan un retardo en el escurrimiento superficial y favorecen procesos de infiltración, lo que contribuye de manera significativa a la recarga.

Por último, se identificaron periodos de descenso de niveles, particularmente durante el verano, asociados tanto a procesos de evapotranspiración como a la explotación del recurso hídrico por parte de múltiples usuarios. Esto representa una presión adicional sobre el sistema acuífero.

Conclusiones

La implementación de una red piezométrica con sensores automáticos de medición de nivel ha permitido el monitoreo sistemático del flujo subterráneo en el norte del partido de General Pueyrredon, que facilitó la caracterización de los procesos de ascenso y descenso de los niveles del acuífero. No obstante, resulta esencial garantizar el correcto funcionamiento del instrumental y validar los registros mediante mediciones manuales in situ.

El análisis del comportamiento piezométrico permitió redefinir la frecuencia del monitoreo histórico con la incorporación de dos campañas anuales de medición de niveles estáticos y dinámicos. Esta mejora fortaleció la base de datos y posibilitó la generación de mapas de nivel y modelos hidrogeológicos. Dichas herramientas resultan fundamentales para la identificación de zonas vulnerables a la intrusión salina y para diseñar estrategias de explotación eficiente y sostenible del acuífero Pampeano, por ejemplo, la suspensión temporal del funcionamiento de pozos en el área norte, y el traslado de la extracción hacia el oeste del partido (Mérica, 2022).

Agradecimientos

Al Sr. Sebastián Schneur y al personal de las Áreas Monitoreo del Acuífero y Gestión de Perforaciones (Subgerencia de Recursos Hídricos). Al Ing. Juan Carlos Szpyrnal (subgerente de la Subgerencia de Obras), al Ing. Pascual Furchi (gerente de la Gerencia Técnica) y a las Autoridades de OSSE.

Referencias

- Cionchi, J.L., Mérida, L.A. y Redin, R.I.** (2000). “La explotación racional de los recursos hídricos subterráneos en el Partido de Gral. Pueyrredon. El caso de Obras Sanitarias S.E. OSSE.” Informe Inédito.
- Custodio, E.** (2017) *Salinización de las aguas subterráneas en los acuíferos costeros mediterráneos e insulares españoles*. Iniciativa Digital Politécnica, Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC.
- Dalla Salda, L., Iñiguez, A.M.** (1978). “La Tinta, Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires.” VII Congreso Geológico Argentino. Actas, I: 539:550.
- Giraut, M.A.** (2023). *Argentina físico-natural: Aguas superficiales*. ANIDA. Atlas Nacional Interactivo de Argentina. Instituto Geográfico Nacional.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC).** (2022). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Resultados definitivos. <https://indec.gov.ar>
- Mérida, L.A.** (2001). “La evolución de la intrusión salina en el acuífero marplatense.” OSSE. Informe inédito. Mar del Plata.
- Mérida, L. A.** (2022) “Gestión hídrica y gobernanza de cuencas en la agenda del cambio climático.” OSSE. Informe inédito.
- Sala, J.M.** (1975). “Recursos Hídricos (Especial mención de las aguas subterráneas).” En Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires. VI Congreso Geológico Argentino. Pág 169-193.
- Sala, J.M., Hernandez, M., Gonzalez, N., Kruse, E. y Rojo, A.** (1979-1980). *Investigación geohidrológica aplicada en el área de Mar del Plata*. Convenio O.S.N.-UNLP. Informe inédito. La Plata, 4 fascículos.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN).** Datos abiertos. <https://www.smn.gov.ar/descarga-de-datos>
- Thornthwaite, C.W.** (1948). “An Approach Toward a Rational Classification of Climate.” *Geographical Review*, 38(1), 55–94.