

FLUJO ASCENDENTE POR CESE DE LA EXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO PUELCHE EN QUILMES, ARGENTINA. IMPACTO REGIONAL Y MITIGACIÓN LOCAL

Gabriel Meconi

Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria. Buenos Aires. Argentina
Tel. (54-11) 4576-3329, 4759-3123. E-mail: gmeconi@sinectis.com.ar

Resumen. En el Área Metropolitana Buenos Aires se producen rápidos ascensos de niveles piezométricos del Acuífero Puelche (el más importante en Argentina), debido al cese o a la disminución de su explotación. Gran parte del agua subterránea para consumo fue reemplazada por agua del Río de la Plata, sin prever los impactos ambientales. El flujo vertical asciende desde este acuífero arenoso semiconfinado, a través del acuitardo limoarcilloso que lo separa del limo loésico que lo suprayace y que aloja a la capa libre, re-saturando la zona no saturada. Durante décadas la superficie piezométrica del Puelche y la freática estuvieron muy profundas por los grandes conos de depresión regionales. La infraestructura urbana construida en esa época se ve afectada ahora por el desmedido ascenso de la freática, agravado por el agua "importada" desde el Río de la Plata al subsuelo a través de los pozos absorbentes al no construirse suficientes cloacas, y por pérdidas en cañerías de distribución. Se analiza un caso a escala local y se lo relaciona con el flujo regional, exponiéndose las medidas de mitigación.

Abstract. Rising piezometric levels from Puelche Aquifer (the most important in Argentina) are being registered in Buenos Aires Metropolitan Area because of its exploitation cease. A great part of ground water for consumption was replaced by water of Río de la Plata estuary, without predicting environmental impacts. Non-saturated zone is being re-saturated by the rising vertical flow from this semiconfined sandy aquifer through the clayey silt aquitard that separates it from an upper silty loess, where another semiconfined aquifer and the water table are present. Puelche piezometric surface and water table were very deep during decades because of regional depression cones. Urban infrastructure built during that time is now affected because of the excessive rising of water table. The rising trend gets worse because the water from Río de la Plata estuary is "imported" to the ground through the cesspools when not enough sewage networks are constructed, and because of leaky distribution water pipes. A local scale case is analyzed and related to regional flow, and the mitigation measures are presented.

Key words: rising piezometric levels, exploitation cease, depression of phreatic surface, Puelche Aquifer, Argentina

INTRODUCCIÓN

En varias zonas del Área Metropolitana Buenos Aires (AMBA), desde la década de 1990 se producen rápidos ascensos de niveles piezométricos del Acuífero Puelche (el más explotado de la región más poblada de Argentina), por el brusco cese o disminución de su explotación. Gran parte del agua subterránea que se extraía se reemplazó por agua del Río de la Plata, sin previsión estatal ni privada de los impactos ambientales que el cambio acarrearía.

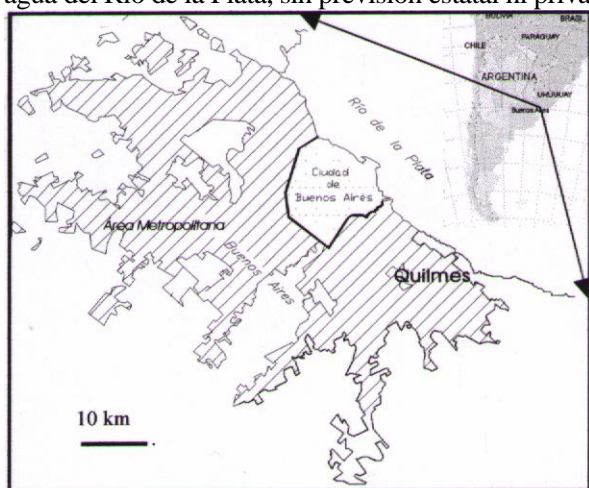


Figura 1: Ubicación de Quilmes dentro del AMBA

Este trabajo expone un ejemplo a escala local de infraestructura anegada en una planta industrial debido al flujo regional ascendente de los acuíferos Puelche y Pampeano, producido por inadecuada gestión del cese de la explotación. Se presentan las medidas implementadas para alterar por bombeo el flujo vertical y lateral de la freática y así mitigar localmente el impacto de origen regional. Con una superficie de media hectárea, la planta industrial se ubica en Quilmes, al SE del AMBA (Fig. 1), en la cuenca del Arroyo de las Piedras, en la denominada Pampa Ondulada (parte de la amplia Llanura Chacopampeana). El arroyo corre 1,5 km al W del predio, con dirección al estuario o Río de la Plata, donde desagua a unos 10 km al N de la planta.

CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

El Puelche (Plio-Pleistoceno) es un acuífero arenoso semiconfinado, ampliamente explotado para abastecimiento de la población, uso industrial y agropecuario. Ocupa un área de 240.000 km², de los cuales 92.000 pertenecen al NE de la Provincia de Buenos Aires (Auge *et al.*, 2002). En la zona estudiada su techo se encuentra a 45 m de profundidad, posee 20 m de espesor, y sobreyace a un acuícludo constituido por arcillas del tope de la Formación Paraná (Mioceno superior), la que también posee acuíferos más profundos, en general con agua salada.

Sobreyaciendo al Acuífero Puelche y aflorando en superficie se encuentran limos loésicos, areno-arcillosos, denominados "Pampeano" (Pleistoceno), con 45 m de espesor en el área analizada. El Pampeano aloja a la capa freática y a otra semiconfinada, íntimamente relacionadas hidráulicamente, denominadas en conjunto Acuífero Pampeano, de baja productividad. Éste también es utilizado, pero sobre todo en las zonas suburbanas y rurales, pues suele estar contaminado en las áreas urbanas. La base del Pampeano es generalmente limoarcillosa, actuando como un acuitardo que lo separa del Puelche. En condiciones naturales, la superficie freática suele estar por encima de la piezométrica del Puelche, por lo cual éste es recargado por el agua meteórica que se infiltra a través del Pampeano en las zonas topográficas altas. En las áreas bajas, también en condiciones naturales, el potencial hidráulico del Puelche suele ser mayor que el del Pampeano, por lo cual se produce la descarga del primero en el segundo (Auge, 1986). Ambos presentan zonas de descarga que conforman el flujo base de cuerpos y cursos de agua efluentes o "ganadores". Existe así una comunicación hidráulica muy importante entre el Pampeano y el Puelche a través del acuitardo (Sala y Auge, 1973), destacándose que la comprensión de sus sistemas de flujo regionales permite evaluar el problema local expuesto en este trabajo y plantear su mitigación parcial y temporaria.

Desde fines de la década de 1980 varios autores (Hernández *et al.*, 1989; Hernández y González, 1994 y 1997; Santa Cruz y Silva Busso, 2002) abordaron la problemática del ascenso de los niveles piezométricos del Puelche debido al cese o a la disminución de su explotación, sobre todo cuando se realiza rápidamente. Un breve resumen de la historia previa, también tratada por dichos autores, entre otros, esclarece la situación. La explotación cada vez más intensiva del Acuífero Puelche desde la década de 1920 hasta la de 1980 generó grandes conos de depresión regionales en su superficie piezométrica, provocando la extrema profundización de la superficie freática ya que el Pampeano aportaba más agua al Puelche a través del acuitardo al incrementarse la diferencia de cargas hidráulicas. Esto alcanzó su máxima expresión en la década de 1980. El Pampeano llegó incluso a secarse en los ápices de los conos más profundos cuando la superficie freática llegó al techo del Puelche. Por ejemplo, en 1987, en Quilmes, donde se encuentra el caso ejemplificado en este trabajo, el nivel piezométrico se encontraba a una cota de -40 m (Hernández y González, 1994). La intensa explotación sostenida por décadas, generó diversos problemas ambientales entre los que se mencionan: i) avance de cuñas salinas desde el estuario, ii) contaminación con nitratos provenientes del Pampeano, y otros. A ellos se sumaron cambios económicos y políticos importantes: recesión y cierre de fábricas con disminución de la explotación industrial del Puelche; privatización de los servicios de agua potable y cloacas, con la principal empresa concesionaria dando prioridad al uso del agua del Río de la Plata sobre el agua subterránea, en las localidades donde las redes existentes o las nuevas permiten el reemplazo. La privatización provocó en buena medida la pérdida del control estatal del recurso hídrico.

Todas estas situaciones contribuyeron a que gran parte del agua subterránea para consumo fuese reemplazada por agua del Río de la Plata, sin prever los impactos ambientales (excepto en ámbitos universitarios y técnicos). En amplias zonas del AMBA el rápido abandono de gran cantidad de pozos del Puelche provocó el ascenso de su superficie piezométrica tendiendo a recuperar su equilibrio original, en muchos casos ubicándose por encima de la superficie freática. De esta forma, la mayor carga hidráulica del Puelche respecto al Pampeano provoca un flujo vertical ascendente a través del acuitardo que los separa, produciendo la re-saturación de la zona no saturada, la cual tuvo un gran espesor "artificial" durante décadas debido a los grandes conos regionales de depresión. La infraestructura urbana construida durante esa época se ve ahora afectada por el desmedido ascenso de la capa freática. Además, el agua "importada" desde el Río de la Plata al subsuelo a través de los pozos absorbentes cuando el reemplazo del agua subterránea no se acompaña con suficientes cloacas, y las pérdidas en cañerías de distribución de agua, son aportes extras que agravan la tendencia ascendente y llegan a producir, incluso, afloramientos superficiales de agua freática.

EJEMPLO A ESCALA LOCAL

Una planta industrial en Quilmes es un ejemplo a escala local de infraestructura anegada por el ascenso regional de la freática (ver Tabla 1). En 09/1999 la cota de la superficie freática variaba entre 0,1 y 1,6 msnm (profundidad media 9,3 m). El flujo subterráneo vertical, descendente durante décadas (a veces nulo), pasó a ascender en forma sostenida y 3 años después (07/2002) el nivel freático había subido un promedio de 7,8 m (profundidad media 1,5 m), inundando el sótano y dañando estructuras subterráneas. Los dos primeros esquemas de la Fig. 2 (utilizando un estilo esquemático basado en Hernández y González, 1997) ilustran idealizadamente estos cambios, representando las cargas hidráulicas del Pampeano (h) y del Puelche (H), y el flujo vertical a través del acuitardo, descendente primero y ascendente después. El flujo ascendente cambió la dirección del movimiento lateral de la freática: en 09/1999 (Fig. 3) era hacia el ENE, alterado por conos de

bombeo regionales ubicados en esa dirección; pero en 07/2002 (Fig. 4) iba hacia el WNW, pues ya sin conos, el flujo retomó su dirección natural, pendiente abajo hacia el Arroyo de las Piedras, que volvió a ser efluente luego de haber sido artificialmente influente o "perdedor".

El estudio hidrogeológico detallado para solucionar el problema planteado en este predio incluyó: mapas de profundidad y flujo subterráneo de la superficie freática; ensayo de bombeo para determinar transmisividad ($T = 119 \text{ m}^2/\text{día}$), permeabilidad ($K \cong 3 \text{ m/d}$) y almacenamiento ($S = 5,4 \cdot 10^{-3}$) de las capas freática y semiconfinada del Pampeano (en conjunto); simulación matemática de depresión de la freática, basada en la ley de superposición de conos de bombeo; diseño y construcción de cuatro pozos depresores (D1 a D4; Fig. 5). Éstos bombean unos $1000 \text{ m}^3/\text{d}$, más $500 \text{ m}^3/\text{d}$ de cuatro depresores construidos por el municipio (M1 a M4; Fig. 4).

La freática descendió una media de 2,4 m (07/2003), con una profundidad media mayor a 5 m en el sótano y en las estructuras subterráneas, que quedan nuevamente dentro de la zona no saturada (Figs. 2 y 5). La Fig. 5 muestra los conos superpuestos de los depresores D1, D2 y D3 en la zona más crítica (W), e insinúa el de D4 (E) (a diferencia de las Figuras 3 y 4, la 5 representa la profundidad pues es un dato más útil que el potencial hidráulico para evaluar los resultados).

CONCLUSIONES

El caso puntual tratado en este trabajo muestra que la alteración por bombeo del flujo vertical y lateral de la capa freática, sirvió para mitigar localmente el impacto del flujo ascendente desde el Acuífero Puelche, producido por la mala gestión del cese o la disminución de la explotación a nivel regional. Ésta es una solución parcial y transitoria pues el flujo ascendente desde el Puelche continúa, e incluso se incrementa ya que su carga hidráulica aumenta respecto a la del Pampeano al ser bombeado este último. Pero es relativamente económica y sencilla cuando no se disponen de suficientes recursos, como en el caso de industrias o infraestructuras de escala mediana o pequeña.

Una solución más adecuada se lograría con el bombeo del Acuífero Puelche mediante un plan de gestión integral regional del recurso hídrico subterráneo regulado por el Estado, con la participación de las empresas privadas responsables de los servicios sanitarios, y con asesoramiento hidrogeológico científico-técnico.

REFERENCIAS

- Auge, M. 1986. Hydrodynamic behavior of the Puelche Aquifer in Matanza River basin. *Ground Water*, 24(5), 636-642.
- Auge, M., Hernández, M. y Hernández, L. 2002. Actualización del conocimiento del Acuífero Semiconfinado Puelche en la Pcia. de Buenos Aires, Argentina. In: Bocanegra, E. et al. (eds.) *Groundwater and Human Development*, 624-633.

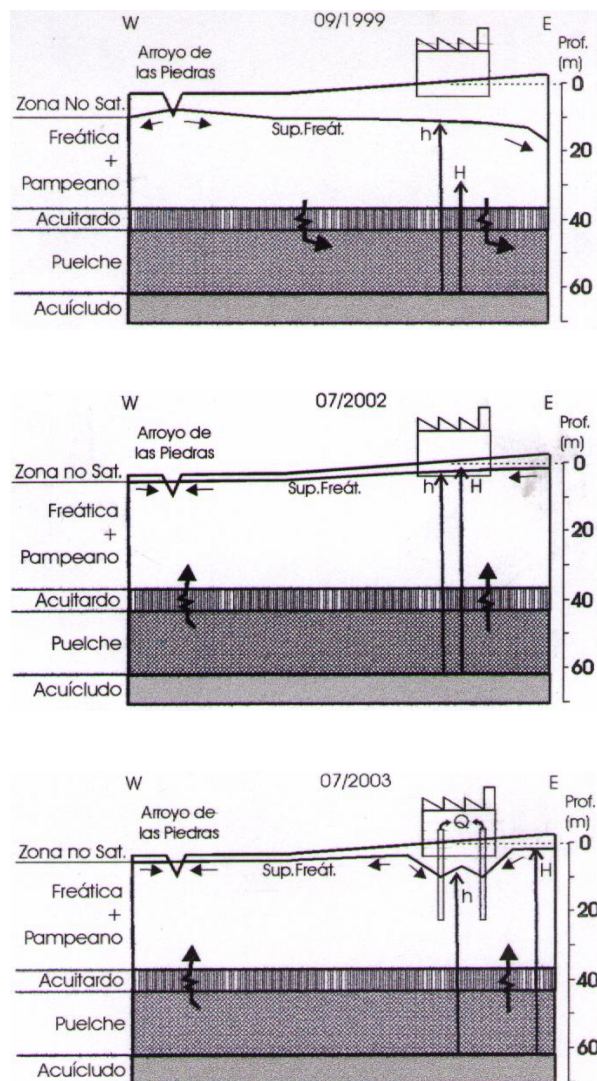


Figura 2: Esquemas simplificados de los cambios del flujo subterráneo en el predio estudiado ante cada escenario (estilo esquemático basado en Hernández y González, 1997). Sin escala horizontal.

Hernández, M., Boccanegra, E. y Fasano, J. 1989. Prevención de riesgos en la recuperación de niveles piezométricos en áreas urbanas de Argentina. **En:** Actas 2ª Conf. Latin. de Hidrogeología Urbana, ALHSUD, 130-138. B. Aires.

Hernández, M. y González, N. 1994. Impacto de la recuperación de niveles piezométricos en el Conurbano Bonaerense. **En:** Memorias XV Congreso Nac. del Agua, 3, 207-216. La Plata, Argentina.

Hernández, M. A. y González, N. 1997. Impact of rising piezometric levels on Greater Buenos Aires due to partial changing of water services infrastructure. **In:** Chilton *et al.* (eds.) Groundwater in the Urban Environment: Problems, Processes and Management, 1, 237-242. Balkema, Rotterdam.

Sala, J. y Auge, M. 1973. Presencia de capas filtrantes en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Su determinación. **En:** Actas 5º Congreso Geológico Argentino, V, 185-194. Buenos Aires.

Santa Cruz, J. y Silva Busso, A. 2002. Evolución hidrodinámica del agua subterránea en el conurbano de Buenos Aires, Argentina. *Boletín Geológico y Minero IGME*, 113 (3), 259-272.

Tabla 1: Principales variaciones en cota de superficie freática a lo largo de 4 años, industria en Quilmes (SE del AMBA)

Pozo	Cota superficie freática (m)			Variación (m)		Inicio bombeo
	09/1999	07/2002	07/2003	07/2002 - 09/1999	07/2003 - 07/2002	
PAF1	1,24	8,77	6,26	+ 7,53	- 2,51	
PAF2	1,58	8,60	5,69	+ 7,02	- 2,91	
PAF3	0,86	8,80	6,85	+ 7,94	- 1,95	
PAF4	0,10	8,84	6,72	+ 8,74	- 2,12	
D1	--	--	0,88	--	--	Ago. 2002
D2	--	--	0,60	--	--	Dic. 2002
D3	--	--	2,98	--	--	Dic. 2002
D4	--	--	2,74	--	--	Ene. 2003
M1	--	8,70	--	--	--	Fin 2002
M2	--	9,73	--	--	--	Fin 2002
M3	--	10,04	--	--	--	Ene. 2003 (?)
M4	--	8,05	--	--	--	Fin 2002
B1	--	8,68	--	--	--	
B2	--	8,07	--	--	--	
B3	--	8,99	--	--	--	

Fig. 3: Mapa equipotencial de superficie freática en 09/1999

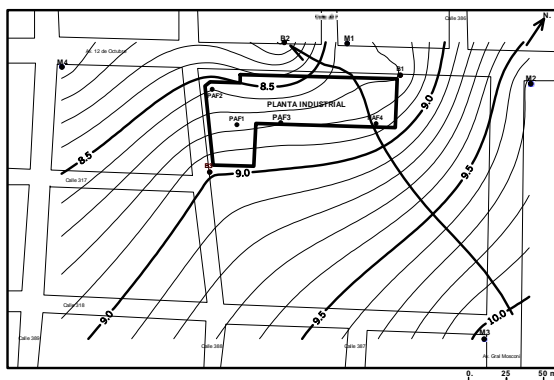
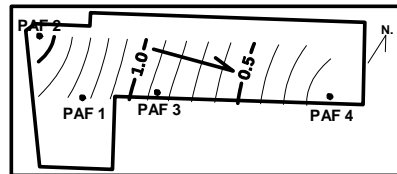


Fig. 4: Mapa equipotencial de superficie freática en 07/2002

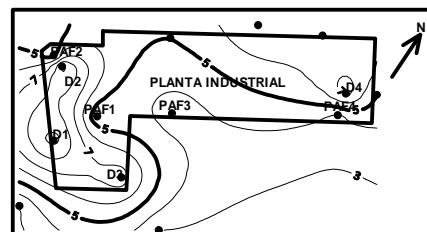


Fig. 5: Mapa de profundidad de superficie freática en 07/2003