

## 5 Condiciones hidrogeológicas en un sector de la planicie costera del nordeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina)

*Hydrogeological conditions in a coastal plain sector of the northeast of Buenos Aires province (Argentina)*

J. AINCHIL,<sup>1</sup> E. KRUSE,<sup>2</sup> A. MAZZOLDI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de La Plata, La Plata  
Università Ca' Foscari, Venezia

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,  
Universidad Nacional de La Plata, La Plata

<sup>3</sup> Istituto di Scienze Marine–Consiglio Nazionale Ricerche, Venezia

**Resumen:** Los procesos de urbanización e industrialización pueden originar fuertes modificaciones en las condiciones naturales, afectando a los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Esta situación se reconoce en la planicie costera del Río de La Plata (Argentina) que se ha elegido como área de estudio, con el objeto de evaluar los procesos hidrogeológicos que caracterizan actualmente a esta región. La operación de una red de monitoreo de aguas subterráneas permitió obtener datos para el seguimiento de las condiciones hidroquímicas de las aguas subterráneas. Con respecto a las características hidroquímicas se evaluaron las variaciones químicas en áreas y en profundidad de los niveles acuíferos, así como sus respectivas variaciones temporales. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que existe infiltración de los excesos de agua, a pesar de la baja permeabilidad del terreno. Ello es favorecido por ser frecuente la existencia de un escaso espesor de la zona no saturada. A su vez el transporte de contaminantes (hidrocarburos, metales pesados) es sumamente lento, lo cual confina arealmente los problemas de contaminación a las proximidades de las posibles fuentes de emisión.

**Palabras clave:** Hidrogeología. Monitoreo de aguas subterráneas. Contaminación industrial.

**Abstract:** The urban and industrial processes make important changes in the environment. These activities change the natural conditions, and also affect the superficial hydrological resources and groundwater. The coastal plain of the Río de la Plata (Argentina) shows these conditions. Here the study area of this work. The groundwater monitoring network operation allows obtaining hydrochemical data. With regard to the hydrochemical characteristics, the chemical spatial variations have been evaluated and, as well as its respective temporary variations. According to these results it can be concluded that infiltration of the water excesses exists, in spite of the low permeability of the area. These are due to the scanty thickness of the non saturated zone. Besides, the transport of pollutants (hydrocarbons, heavy metals) is very slow, which confines spatially the problems of pollution in the surroundings of the possible emission sources.

**Key words:** Hydrogeology. Groundwater monitoring. Industrial contamination.

## 5.1. Introducción

Los procesos de urbanización e industrialización en distintos sectores de la región costera del Río de La Plata a través de más de 100 años, han originado modificaciones en las condiciones naturales afectando a los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

En el área de estudio (fig. 5.1) donde el desarrollo socioeconómico adquiere importancia a nivel nacional, un conocimiento y seguimiento adecuado del comportamiento hidrológico resulta cada día más importante, no sólo para una correcta planificación del uso del agua sino también para prevenir cualquier alteración cuali-cuantitativa del recurso hídrico y de los ecosistemas asociados.

El conocimiento del comportamiento hidrogeológico y su significación en los aspectos ambientales ha sido limitado por el escaso número de perforaciones profundas, de manera que es muy escasa la información disponible. Ello es consecuencia de la alta salinidad natural del agua subterránea que resulta un condicionante en cuanto a su aptitud para distintos usos.

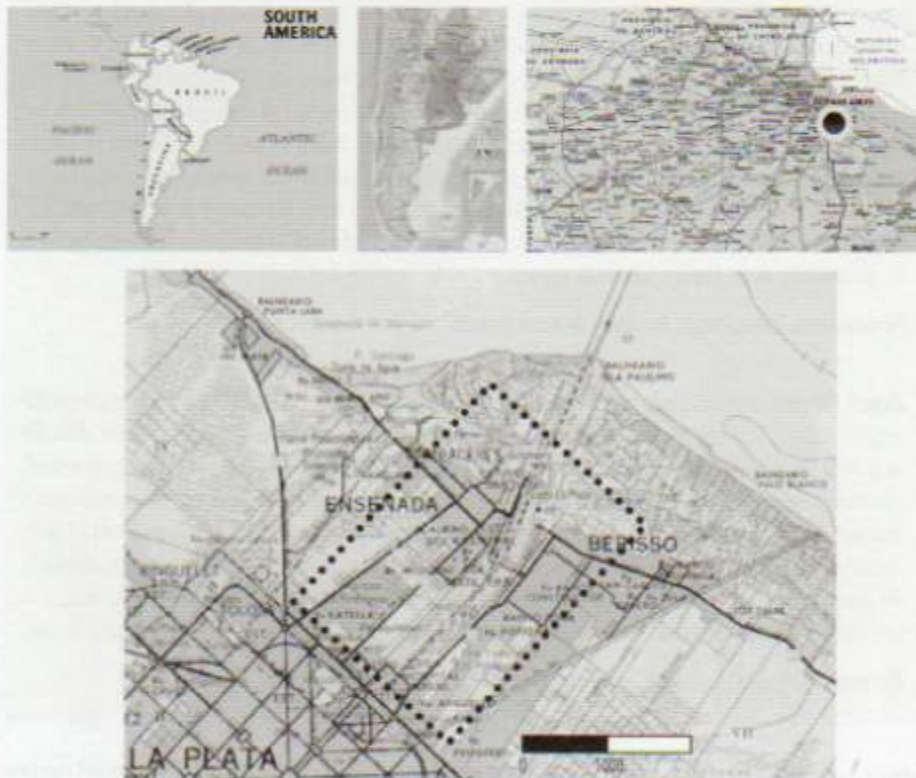


Figura 5.1: Ubicación del área de estudio.

Por esa razón, en la planificación del monitoreo de las aguas subterráneas debió contemplarse el reconocimiento de las particularidades geológicas del régimen del flujo subterráneo y de la relación hidráulica entre distintos niveles acuíferos.

El objetivo de este trabajo es definir las características hidrogeológicas generales de un sector de la planicie costera en las proximidades de La Plata (Argentina). Ello se basa en la interpretación de nuevas perforaciones realizadas con motivo de la instalación de una red de monitoreo de las aguas subterráneas.

## 5.2. Generalidades del área de estudio

El área de estudio, de una superficie del orden de 50 km<sup>2</sup>, se sitúa en lo que se conoce morfológicamente como *llanura baja* (EASNE, 1972) o *planicie costera* (Fidalgo y Martínez, 1983). Constituye un ámbito llano, que se desarrolla entre cotas 5 y 0 m s.n.m., con gradientes topográficos medios de 0,5 m/km en forma paralela al Río de La Plata y representa el sector terminal de arroyos pequeños que surcan la ciudad de La Plata y sus periferias (fig. 5.1).

Un sector importante de la región en estudio está ocupado por industrias, en general vinculadas a la actividad petrolera, las primeras de las cuales han sido instaladas en la década de 1920. Se encuentran rodeadas por áreas urbanizadas pertenecientes a los municipios de Berisso y Ensenada. A su vez, su extremo sudoeste limita con el municipio de La Plata.

El clima es templado húmedo, con una precipitación media anual de 1079,3 mm (1991-2000). En la figura 5.2 se muestra la distribución mensual de las precipitaciones, que registra el máximo en abril (113,1 mm) y el mínimo en agosto (57,5 mm). La temperatura media anual es de 15,7 °C, siendo enero el mes más caluroso (21,2 °C) y julio es más frío (7,5 °C).

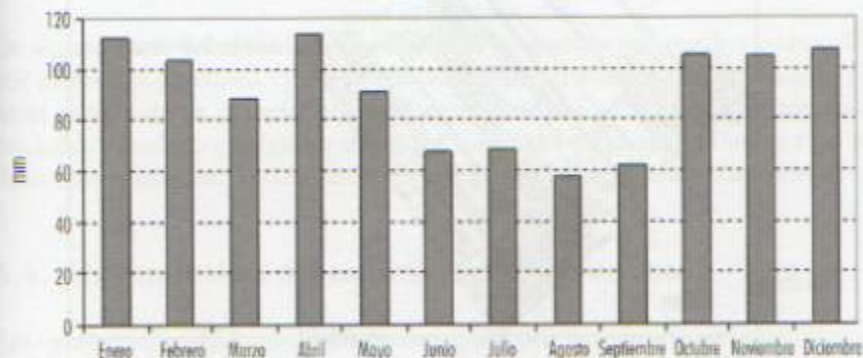


Figura 5.2: Precipitaciones medias mensuales (1991-2000) en La Plata.

### 5.3. Condiciones hidrogeológicas

En la figura 5.3 se indica la ubicación de un perfil hidrogeológico, el cual es la base para la descripción de las unidades del subsuelo.

El perfil hidrogeológico (fig. 5.4) permite visualizar la posición de las unidades hidrogeológicas y sus variaciones de espesor.

Las arenas puelches que representan el acuífero más importante del noreste de la provincia de Buenos Aires incluyen una secuencia de arenas cuarzosas, castañas amarillentas, en general bien seleccionadas. Se disponen por encima de arcillas verdes azuladas (paraniano). En las perforaciones ejecutadas, el techo se reconoce por presentar arenas muy finas limosas, con un tamaño de grano que aumenta en profundidad, para constituirse en arenas gruesas hacia la base. El espesor disminuye levemente desde el continente hacia la costa.

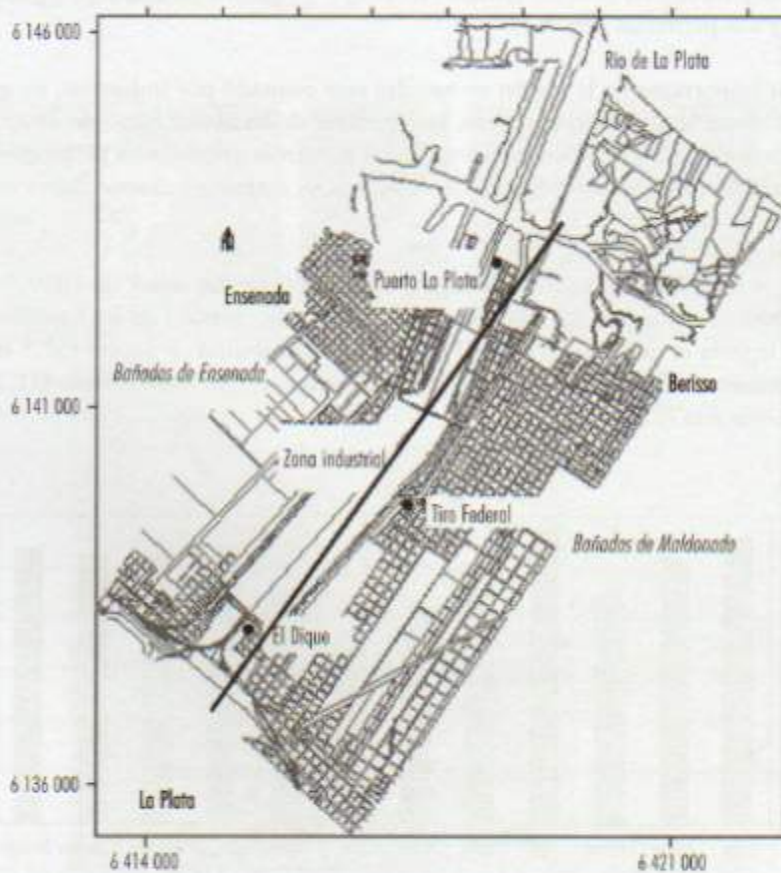


Figura 5.3: Ubicación de perfil hidrogeológico.

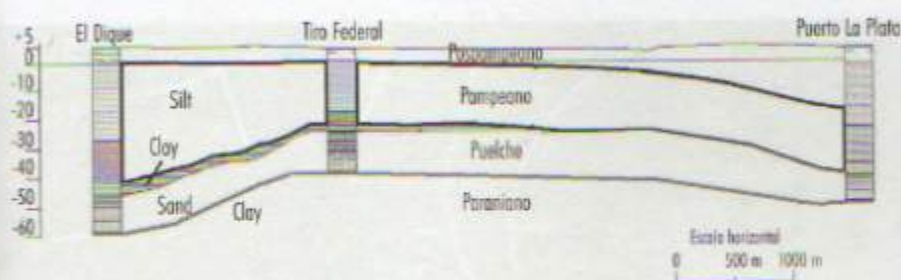


Figura 5.4: Perfil hidrogeológico.

Por encima de las arenas puelches se encuentran los sedimentos pampeanos, que están integrados principalmente por limos, y en forma subordinada por arenas y arcillas de color castaño rojizo, presentando con frecuencia concreciones o bancos calcáreos. El espesor es marcadamente superior hacia La Plata (43 m en la perforación El Dique), disminuyendo hacia la costa (25 m en Puerto La Plata).

El contacto entre los sedimentos pampeanos y las arenas puelches es nítido en las perforaciones El Dique y Tiro Federal. En el primer caso mediante una arcilla gris, de aproximadamente 5 m de espesor y en el segundo de alrededor de 2 m. En cambio en Puerto La Plata se produce una variación gradual en el tamaño de grano hasta definirse las características arenas.

Los sedimentos pampeanos constituyen la base de los pospampeanos. Estos últimos están representados por limos arcillosos y limos arenosos de colores grises o verdosos de origen estuárico marino. En general conforman una unidad de baja permeabilidad, en la cual también se observan algunas intercalaciones de composición limoarenosa fina con valores mayores de permeabilidad, que se hacen más frecuentes desde Berisso – Ensenada hacia la costa. Estos sedimentos que desaparecen en las proximidades del límite La Plata – Berisso (Avenida 122), aumentan su espesor hacia la costa del Río de La Plata, alcanzando 15 m en Puerto La Plata.

De acuerdo a lo reconocido, los sedimentos pospampeanos pueden estar cubiertos por materiales de relleno, con espesores variables, que pueden superar los 3 m. En general se trata de un material predominantemente limoarcilloso, con intercalaciones calcáreas, mezclado en algunos sitios con materiales de construcción, que no modifican sustancialmente la condición general de una baja permeabilidad relativa.

#### 5.4. Características del escurrimiento subterráneo

Las características hidrogeológicas reconocidas por las perforaciones permiten establecer la existencia de un sistema hídrico subterráneo de carácter multiunitario (Sala y Auge, 1973).



Figura 5.5: Mapa isofreático.

La unidad acuífera más superficial (pospampeano) está representada por la capa freática. De acuerdo a los relevamientos realizados (2006-2008) es posible distinguir distintos sectores (fig. 5.5).

En el sector sudoeste, en la zona limítrofe entre La Plata y Berisso, se reconoce una divisoria subterránea (predominio de recarga), donde el flujo local es divergente hacia la costa y hacia la zona interior (Ainchil *et al.*, 2004). El sentido de flujo hacia la zona interior se relaciona con el cono de depresión que se origina por la explotación de aguas subterráneas para el abastecimiento a la población de La Plata.

En los sectores intermedios (Bañados de Maldonado y Bañados de Ensenada), el escurrimiento subterráneo local es convergente hacia estos ámbitos, topográficamente deprimidos, y que constituyen áreas donde predomina la descarga parcial del agua freática. Se trata de una zona anegadiza con niveles freáticos a escasa profundidad (1 m) o aflorantes.

Un tercer sector, ubicado en el noreste, relacionado con el área urbanizada de Berisso y Ensenada, se reconoce por un flujo divergente a partir de esta franja que es topográficamente algo más elevada y que, desde un punto de vista geomorfológico, re-

presenta a un albardón costero. El sentido de flujo es hacia los bajos antes mencionados (sur) y hacia la costa del Río de la Plata, donde se produce la descarga final de la capa freática.

Otro sector que se distingue en la morfología freática está asociado a la zona industrial en el cual sobre el terreno natural existe material de relleno, que en algunos casos puede superar los 2 m de espesor. Este sector representa una elevación en la superficie freática, constituyendo un domo que es reconocido por valores superiores a la curva isofreática de 1 m s.n.m. En este caso el flujo subterráneo local se produce hacia los bajos situados hacia el este y oeste.

El escurrimiento subterráneo profundo se vincula con las unidades acuíferas pampeano y puelche. El sentido de escurrimiento general en el ámbito analizado es de sudoeste a noreste, tendiendo a descargar en el Río de la Plata.

La relación puntual entre los niveles piezométricos reconocidos permite analizar posibles comportamientos de la dinámica subterránea regional (fig. 5.6). Debe tenerse en cuenta que las diferencias de potencial hidráulico entre los niveles captados son pequeñas (menores a 50 cm), lo cual de por sí indica una muy lenta transferencia de agua entre los niveles.

En la perforación El Dique, de acuerdo a su potencial hidráulico, el acuífero pampeano estaría aportando agua al freático y a su vez al puelche.

En la perforación El Dique, el nivel freático presenta una carga hidráulica levemente superior a la del pampeano (aproximadamente 0,10 m), la cual a su vez es mayor (0,20 m) que la correspondiente al puelche. De modo que existiría una transferencia vertical en profundidad entre estos niveles acuíferos.

En Tiro Federal, tanto los niveles piezométricos del pampeano como del puelche resultan superiores a los niveles freáticos (pospampeano), lo cual indicaría que el agua del puelche ingresaría al pampeano y la de éste al freático.

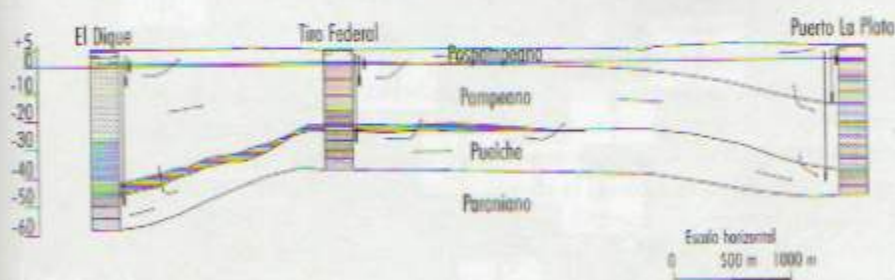


Figura 5.6: Relación entre niveles piezométricos de las unidades hidrogeológicas.

En el Puerto La Plata, el pampeano y puelche presentan cargas hidráulicas progresivamente inferiores con respecto al freático (pospampeano), mostrando una situación característica de recarga vertical a partir de la capa freática como consecuencia de la influencia del flujo local hacia los niveles más profundos.

Si bien no existen estudios específicos sobre la influencia de contaminantes en el agua subterránea, derivados de la actividad industrial y de sectores urbanizados que carecen de sistemas cloacales, este comportamiento debe considerarse como un factor significativo al evaluar potenciales contaminaciones en los distintos niveles acuíferos.

### 5.5. Características químicas del agua subterránea

En la capa freática se reconoce en la zona estudiada fuertes variaciones químicas areales (fig. 5.7) vinculadas con el flujo subterráneo local.

Los valores de salinidad total inferiores a 1000 mg/L son coincidentes con el área de recarga local (Berisso – Ensenada), donde el agua es bicarbonatada cálcica. Ello se relaciona con agua de infiltración reciente producida en el albardón costero.

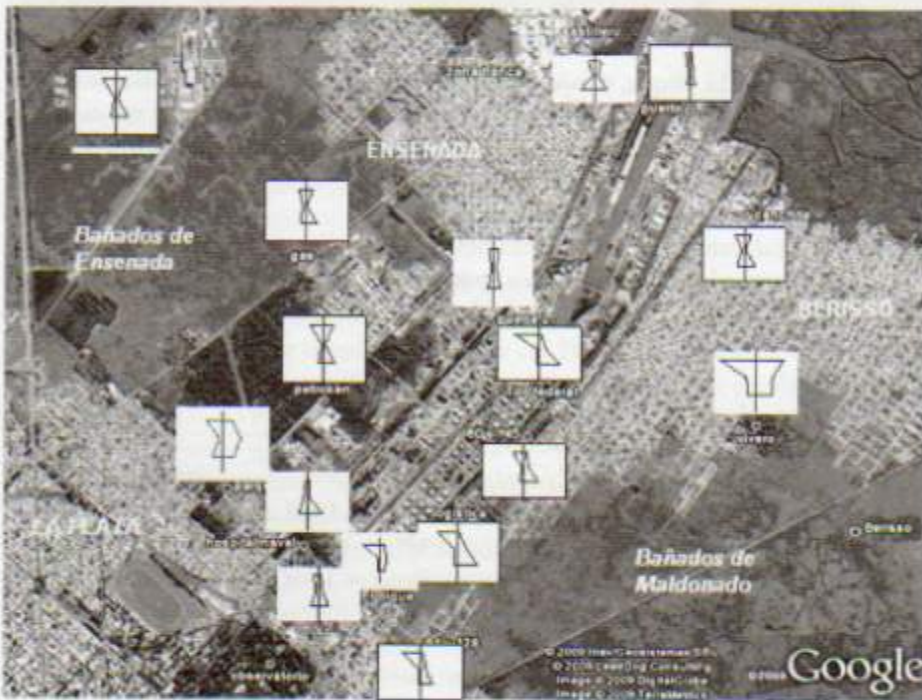


Figura 5.7: Diagramas de Stiff del muestreo de la capa freática.

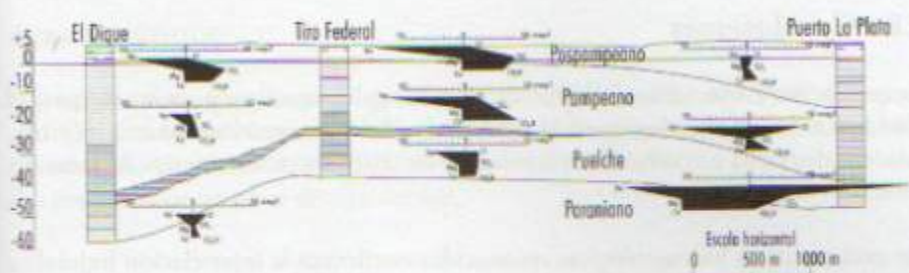


Figura 5.8: Diagramas de Stiff en el muestreo en los niveles acuíferos.

En la zona de descarga local del agua freática (Bañados de Maldonado y Ensenada) se reconoce asociado el sentido de escurrimiento un incremento en el contenido salino y un enriquecimiento en el contenido de sodio. En esta zona se registran los mayores valores de salinidad, que superan los 2000 mg/L, alcanzando un máximo de 3850 mg/L, lo cual es posible relacionarlo con un mayor tiempo de contacto agua-sedimento de origen estuárico marino y a su vez con un mayor efecto de la evapotranspiración, dado por la escasa profundidad de los niveles freáticos. Hacia el sureste, el agua es clorurada sódica, con valores extremos de cloruros que oscilan entre 630 y 1160 mg/L, alcalinidad entre 650 y 1300 mg/L, sulfatos entre 480 y 840 mg/L y sodio entre 630 y 870 mg/L. En el sector suroeste el agua es sulfatada sódica, con valores de sulfatos entre 600 y 880 mg/L y sodio de 250 a 460 mg/L.

Los muestreos en los acuíferos pampeano y puelche posibilitaron reconocer significativos cambios químicos verticales relacionados con el escurrimiento subterráneo en los niveles más profundos (fig. 5.8).

En la zona de El Dique se destaca el agua freática por una alta salinidad (residuo 3595 mg/L), fuertemente sulfatada sódica. Los acuíferos pampeano y puelche presentan un menor contenido salino, del orden de 1000 mg/L. En este sitio las aguas sulfatadas sódicas de la capa freática, pasan a bicarbonatadas sódicas en el pampeano y a cloruradas sódicas en el puelche.

En la zona del Tiro Federal, el agua freática (sulfatada sódica) muestra una muy alta salinidad (12 765 mg/L), en el pampeano (bicarbonatada sódica) es algo menor (4165 mg/L) y en el puelche (clorurada sódica) el contenido salino es de 2005 mg/L.

En Puerto La Plata el agua freática es de baja salinidad, en el pampeano se incrementa el contenido salino a 3650 mg/L, mientras que en el puelche registra un máximo valor de salinidad (25 480 mg/L). El agua de la capa freática se presenta como de tipo bicarbonatada sódica, con baja mineralización, de origen meteórico. En el pampeano y puelche el agua es de tipo clorurada sódica, aumentando el contenido iónico de manera importante, en especial en el nivel acuífero más profundo, lo cual podría estar asociado al aporte de agua marina.

## 5.6. Conclusiones

La instalación y operación de la red de monitoreo ha significado un aporte para el conocimiento hidrogeológico en la zona analizada. Con anterioridad esta información era deducida a través de extrapolación de datos de perforaciones de áreas vecinas.

Las características hidrogeológicas reconocidas confirman la interrelación hidráulica entre la capa freática y los niveles acuíferos pampeano y puelche.

El escurrimiento subterráneo local está caracterizado por la morfología de la capa freática, siendo posible distinguir áreas de predominio de recarga y descarga. El sentido de escurrimiento regional de las unidades acuíferas pampeano y puelche es de sudoeste a noreste, tendiendo a descargar en el Río de la Plata.

La relación puntual entre los niveles piezométricos de los acuíferos permite establecer que las diferencias de potencial hidráulico entre los mismos son pequeñas (menores a 50 cm), lo cual de por sí indica una muy lenta transferencia de agua entre ellos.

Se definió la existencia de una divisoria de aguas (recarga) en el escurrimiento de los acuíferos pampeano y puelche, al igual que lo que ocurre con la capa freática, aproximadamente en el límite entre La Plata y Berisso. De modo que a partir de esa divisoria existe un escurrimiento del agua subterránea hacia el Río de la Plata y hacia el interior, donde existe un cono de depresión producto de la intensa explotación de aguas subterráneas realizada en La Plata.

En la capa freática se reconocen fuertes variaciones químicas areales vinculadas con el flujo subterráneo local. En los acuíferos pampeano y puelche, predominan las altas salinidades reconociéndose cambios químicos verticales relacionados con el escurrimiento subterráneo regional.

Las experiencias realizadas y los resultados obtenidos pueden ser una base para adoptar pautas de uso y protección de recurso en la región costera estudiada, donde es necesario plantear un adecuado manejo que permita alcanzar un equilibrio entre los requerimientos de agua y el ambiente. Este manejo de los recursos hídricos debe estar asociado con la zona vecina de la ciudad de La Plata, donde las aguas subterráneas constituyen la fuente más significativa para el abastecimiento de agua.

La continuidad de la operación de la red de monitoreo permitirá detectar el origen de las variaciones en la calidad química de las aguas subterráneas y efectuar predicciones acerca de su respuesta frente a distintas acciones que afectan la dinámica y calidad química.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al proyecto ELANCAM: European and Latin America Network on Coastal Area Management. Proyecto UE ALFA, Number EU Grant: AML/19.0902/97/0666 (II-0419-FA-FCD-FI), a partir del cual fue posible elaborar parte de este trabajo.

#### REFERENCIAS

- AINCHIL J., CALAHORRA FUERTES P., KRUSE E. (2004). Variaciones químicas del flujo subterráneo en la planicie costera próxima a La Plata, Argentina. *Proceedings: Groundwater Flow Understanding: XXXIII Congress IAH - 7º Congress Alhsud*. T2 - 31. Zacatecas (México). 2004.
- AUGE M.P. (1995). Manejo del agua subterránea en La Plata, Argentina. *Convento IDRC - UBA*. Inédito.
- EASNE (1972). Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. *EASNE-CFI. Serie. Téc. 24*. Tomo I y II.
- FIDALGO E., MARTÍNEZ O.R. (1983). Algunas características geomorfológicas dentro del Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires. *Revista Asociación Geológica Argentina XXXVIII* (2): 263-279.
- SALA J.M., AUGÉ M. (1973). Presencia de capas filtrantes en el noreste de la Provincia de Buenos Aires. Su determinación. *Actas V Congreso Geológico Argentino Tomo V*, 185-194.