

Proyecto Integrador para la Mitigación de la Contaminación Atmosférica
Proyecto Integrador para la Determinación de la Calidad del Agua
Tercera Reunión Anual PROIMCA Primera Reunión Anual PRODECA, Agosto, 2011

EVOLUCIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL SURESTE DE LA PLATA (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Laurencena Patricia¹; Deluchi Marta¹; Rojo Adolfo¹; Carol, Eleonora¹; Kruse, Eduardo¹; Bazán, José Manuel²; Alberino, Juan Carlos²; Varriano, Nicolás²; Cariello, Jorgelina²;

1: Cátedra de Hidrología
Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata
64 y 120 N°3 La Plata, Buenos Aires, Argentina
e-mail: plauren@fcnym.unlp.edu.ar, kruse@fcnym.unlp.edu.ar

2: Grupo Evaluación de Calidad de Aire, Agua, Suelos y Sedimentos (ECAASS) y el Grupo de Estudio del Trabajo y la Producción (GETyP)
Facultad Regional La Plata
Universidad Tecnológica Nacional
60 y 124 La Plata, Buenos Aires, Argentina
e-mail: ecass@frlp.utn.edu.ar, varriano@frlp.utn.edu.ar, cariello@frlp.utn.edu.ar

Palabras clave: agua subterránea, calidad química, acuífero freático.

Resumen. *Las características químicas constituyen un condicionante fundamental para determinar el uso del agua subterránea. En el SE de la ciudad de La Plata existe un sector en el que se produce una competencia de uso del recurso entre consumo humano y riego tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad del agua subterránea. El objetivo de este trabajo es analizar la calidad y la evolución química del agua subterránea desde 1987 a la actualidad. La zona de estudio se halla a unos 5 km del ejido urbano, se trata de un ambiente de llanura con suaves ondulaciones, de clima húmedo en donde se distinguen zonas con predominio de infiltración, y zonas favorables para el escurrimiento superficial. Pertenece a la cuenca del Arroyo El Pescado y la principal actividad que se desarrolla se relaciona con la ganadería y agricultura de carácter extensivo. Se observa que la evolución química del agua subterránea está condicionada por los cambios de uso del suelo, por la mayor explotación del recurso hídrico y por el desarrollo económico de la región.*

1. INTRODUCCION

La cátedra de Hidrología General ha establecido en la cuenca del Arroyo El Pescado, un área experimental donde estudiar los procesos hidrológicos y sus particularidades que opera desde 1987 hasta la actualidad. En la cuenca se encuentra instalada una red de monitoreo de agua superficial y subterránea que consta de 35 pozos freáticos y 6 sitios en el curso para mediciones y muestreos.

La información hidrodinámica obtenida periódicamente, conjuntamente con el análisis de los datos de precipitación en La Plata han permitido la elaboración e interpretación de las variaciones de los niveles freáticos y su influencia en la recarga y descarga del agua subterránea.

La cuenca del Arroyo El Pescado se ubica a unos 5 Km de la ciudad de La Plata y abarca un área aproximada de 400 km², ocupando los partidos de La Plata y Magdalena.

Se caracteriza en general por ser un área de escasa modificación antrópica excepto en el sector de cabeceras, en donde, en la última década la expansión de la urbanización y del desarrollo agrícola ha dado lugar a una competencia por el uso de la tierra y consecuentemente el uso del agua. [1]

El objetivo de este trabajo es analizar la calidad y la evolución química del agua subterránea desde el año 1987 a la actualidad

2. CARACTERISTICAS DEL ÁREA

La cuenca del Arroyo El Pescado está ubicada en el litoral del Río de La Plata y es parte integrante de la región hidrológica del Noreste según la sistematización efectuada para la provincia de Buenos Aires por Sala et al.(1983)[2]

El clima es de tipo “húmedo, mesotermal con nula o pequeña deficiencia de agua y baja concentración térmica estival” cuya notación es B₁B₂ra. [3]

En los ámbitos de llanura, como es el caso de la Cuenca del Arroyo El Pescado se reconoce el predominio de los movimientos verticales del agua (infiltración- evapotranspiración) sobre los movimientos horizontales (escurrimientos) existiendo además una estrecha interrelación entre las aguas superficiales y subterráneas.

Un balance hidrológico general en sus términos medios para esta cuenca indica una precipitación media de 1060 mm/año y una evapotranspiración real, obtenida a partir del balance hídrico a nivel del suelo [4] de 783 mm/año. El escurrimiento fluvial estimado es de 53 mm/año, mientras que la infiltración es de 224 mm/año.

Desde un punto de vista geomorfológico el área se encuentra ubicada en una llanura de suave pendiente regional hacia el NE, del orden de 0,001, dentro del ámbito de la Pampa Ondulada [5]. En este paisaje se puede diferenciar, tanto en lo referente a su génesis como a su forma, dos unidades morfológicas: Zona Interior y Planicie Costera [6].Figura 1

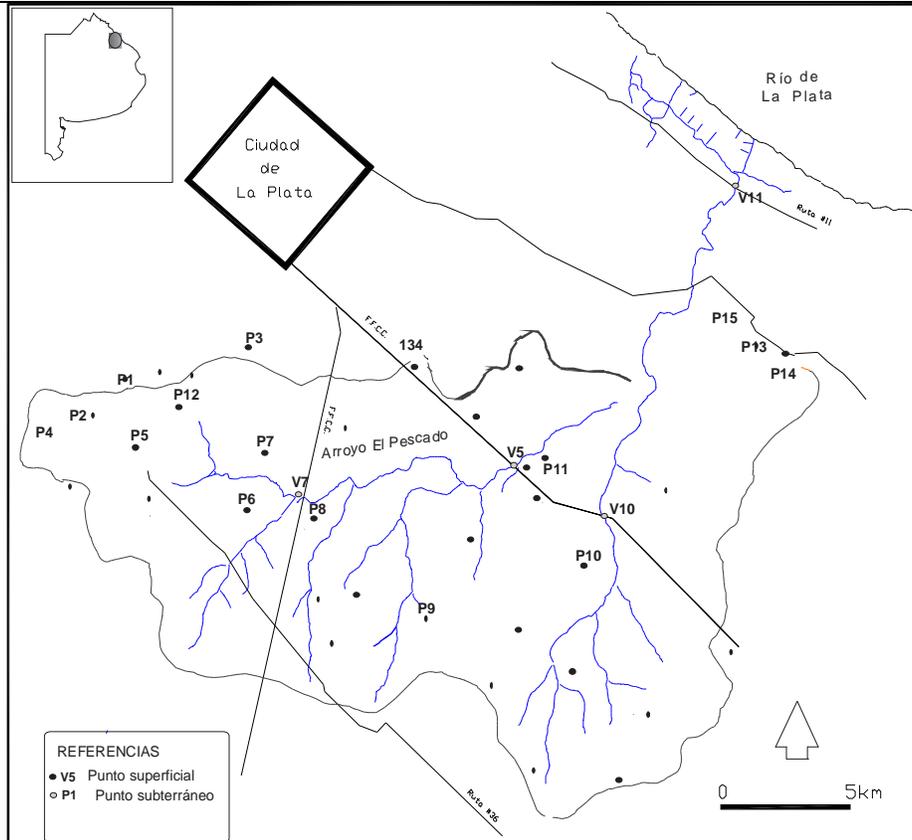


Figura 1 Cuenca de Arroyo El Pescado

La Planicie Costera comprende una faja de 5 a 8 Km de ancho dispuesta en forma paralela a la línea de ribera. En ella, las alturas están en un 90% por debajo de los 3 m.s.n.m.(metros sobre el nivel del mar), lo cual le confiere un aspecto llano, prácticamente sin relieve.

La Zona Interior, se desarrolla entre las cotas 5 y 25 m.s.n.m. En este ámbito morfológico, se desarrolla la cuenca propiamente dicha del Arroyo El Pescado, que cuenta con 10 cauces, con una longitud total de 80 Km y 36 Km. de longitud del principal. Este arroyo nace a cota 20 m y llega a la planicie Costera, donde es canalizado para posibilitar su desembocadura al Río de La Plata. La pendiente longitudinal del cauce, desde cabeceras hasta su canalización, es 0,6 m/Km.

3. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

A nivel regional, el área de estudio se emplaza en uno de los cuatro elementos estructurales positivos de primera magnitud reconocidos en el ámbito bonaerense [7]. Este elemento positivo (Umbral de Martín García), constituye el límite NE de la cuenca sedimentaria del Salado. El basamento cristalino se ubica a una profundidad de 486 mbbp (metros bajo boca de

pozo) en La Plata, disponiéndose por encima una secuencia estratigráfica compuesta por: Formación Olivos o "El Rojo" (Mioceno Inferior) ubicado entre los 297 y 486 m; la Formación Paraná o "El Verde" (Mioceno Superior) entre 63 y 297 mbbp, la Formación Puelches o "Arenas Puelches" (Plio-Pleistoceno) entre 44 y 63 mbbp; culminando la secuencia con las formaciones Pampeano (Pleistoceno Medio-Superior) y Postpampeano (Pleistoceno Superior-Holoceno).

Estas unidades presentan una alternancia de secciones productivas separadas por sedimentos de menor permeabilidad que conforman un acuífero multiunitario. [8]

Las Arenas Puelches representan al acuífero más importante del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Se trata de una secuencia de arenas cuarzosas cuya transmisividad media de $500 \text{ m}^2/\text{día}$. Por encima se desarrolla el Pampeano que presenta un espesor del orden de 50 m y una transmisividad de alrededor de $200 \text{ m}^2/\text{día}$. Este nivel incluye a la capa freática, cuya profundidad, en condiciones naturales, varía entre 5 y 10 metros.

4. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

La morfología freática muestra que la divisoria regional del agua subterránea además de representar una zona de predominio de recarga, es coincidente con la divisoria superficial que limita la cuenca del Arroyo El Pescado. A su vez, las zonas de descarga preferencial coinciden con la planicie de inundación de dicho arroyo. En la zona de divisoria principal la profundidad de los niveles freáticos oscila entre 10 y 15 m bajo boca de pozo (mbbp), en la zona de divisoria intermedia la profundidad varía entre 3 y 5 mbbp. En las proximidades de la zona de descarga en el arroyo la profundidad de los niveles varía entre 1 y 2 mbbp y en la llanura costera se encuentra el nivel freático prácticamente en superficie.

La morfología es de tipo radial con filetes de flujo convergentes y perfil de depresión hiperbólico, todo lo cual indica el carácter efluente del agua subterránea con respecto al agua superficial. El curso principal de este sistema presenta un flujo de agua permanente siendo la descarga del escurrimiento subterráneo local el que posibilita el mantenimiento del caudal.

El escurrimiento subterráneo regional se orienta hacia el NE [9], con un gradiente hidráulico de $0,5 \text{ m/Km}$ en la zona de descarga. Cabe destacar la variación existente en los sectores norte y sur de la cuenca, en los gradientes hídricos, correspondientes a la zona de conducción. Así se observa que en el sector norte, el gradiente hidráulico medio para la zona de conducción es de $0,6 \text{ m/Km}$, mientras que para el sector sur de la cuenca éste asciende a $1,8 \text{ m/Km}$.

La variación en los gradientes hidráulicos señalada precedentemente, puede ser un indicio de diferencias de permeabilidad de los Sedimentos Pampeanos en dichos sectores de la cuenca.

5. HIDROQUÍMICA

La composición química predominante del agua freática en la cuenca del Arroyo El Pescado es bicarbonatada sódica, evolucionando a clorurada sódica en la zona de descarga regional (llanura baja).

El análisis de las características químicas del acuífero freático desde el año 1987 a la actualidad, muestra que en general la composición del agua subterránea es similar con escasas variaciones locales.

Los datos aportados en 1987 muestran que en la llanura alta la salinidad se sitúa entre 370 y

1600 mg/l, los cloruros promedian 40 mg/l y los sulfatos son inferiores a 60 mg/l. En 2011 los resultados se encuentran dentro de los rangos establecidos, observando los promedios de sulfatos con valores algo menores, en el orden de 30 mg/l. En la figura 2 se muestran los gráficos Piper realizados para 1987, 2003 y 2011.

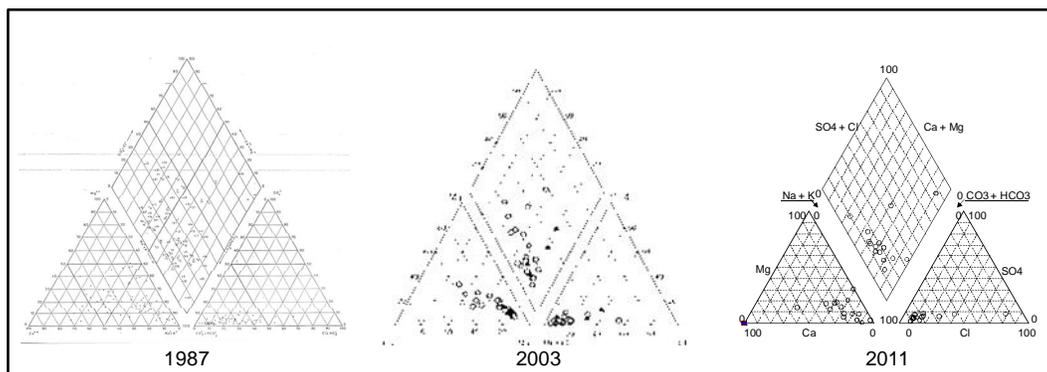


Figura 2 Piper años 1987,2003 y 2011

La Planicie Costera presenta tenores salinos que ascienden a 8000 mg/l, los cloruros superan los 3000mg/l y los sulfatos aumentan a 1400 mg/l.

El agua superficial se clasifica como bicarbonatada sódica pasando gradualmente a clorurada sódica hacia desembocadura. La salinidad es de 400 mg/l en la cuenca alta y media y oscila entre los 700 y 950 mg/l en la llanura baja. En algunas oportunidades puede presentar alta turbiedad, producto del transporte en suspensión de sustancias orgánicas.

Los procesos que definen las características químicas del agua subterránea y contribuyen con la evolución hidroquímica se asocian a la infiltración de agua de lluvia, dilución de $\text{CO}_2(\text{g})$, disolución principalmente de carbonatos, evaporación e intercambio catiónico. Se observa una evolución de aguas Ca-HCO_3 a Na-HCO_3 desde las zonas de recarga hacia las de descarga local.

En esta cuenca se mantienen en forma general las condiciones naturales, tanto desde el punto de vista hidráulico, como desde el punto de vista químico. Las aguas subterráneas muestran condiciones aceptables para uso humano en la llanura alta, mientras que debido al alto contenido salino en la llanura baja se transforma en no apta para la mayoría de los usos.

El agua freática en la cuenca media y superior del Arroyo El Pescado se caracteriza por presentar condiciones hidrodinámicas e hidroquímicas naturales con escasa afectación por la actividad del hombre.

Se ha reconocido una tendencia al incremento de los valores de nitrato en el agua freática. Si bien el contenido natural de nitrato regionalmente en el agua freática puede presentar un nivel natural relativamente alto (20 mg/l) como consecuencia de los procesos de nitrificación naturales (leguminosas, alfalfa), el aumento reconocido se relaciona puntualmente con la actividad agrícola – ganadera de la zona. La movilidad de los compuestos nitrogenados hacia el agua freática es favorecida por el predominio de los movimientos verticales de agua

(infiltración) y su incorporación a la zona saturada por la escasa profundidad a que se encuentra el nivel freático.

6. CONCLUSIONES

El agua subterránea en la cuenca del arroyo El Pescado es bicarbonatada sódica, evolucionando a clorurada sódica en la zona de descarga regional. El análisis de la información obtenida desde 1987 a la actualidad muestra que en 24 años las características hidroquímicas predominantes son similares, manifestándose particularidades locales en relación a los contenidos de sulfato y nitrato.

Los resultados obtenidos en el Arroyo El Pescado, indican una variación hidroquímica en el sentido de drenaje con un incremento regular de la salinidad. Ello verifica el carácter efluente del arroyo con respecto al agua freática.

Los procesos que definen las características químicas del agua subterránea y contribuyen con la evolución hidroquímica se asocian a la infiltración de agua de lluvia, dilución de CO_{2(g)}, disolución, evaporación e intercambio catiónico.

Las aguas subterráneas muestran condiciones aceptables para uso humano en la llanura alta, mientras que debido al alto contenido salino en la llanura baja se transforma en no apta para la mayoría de los usos.

REFERENCIAS

- [1] Laurencena, P., Deluchi, M., Rojo, A. y E. Kruse. *Influencia de la explotación de aguas subterráneas en el sector periurbano de La Plata*". Revista de la Asociación Geológica Argentina Vol 66 N°4: Pág. 484 - 489 Numero especial Geología Urbana, Ordenamiento Territorial y Teledetección.(2010)
- [2] Sala JM, Gonzalez N, Kruse YE Generalización *hidrológica de la provincia de Buenos Aires*. In: Coloquio Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras, pp 976 – 1009 (1983)
- [3] Burgos, J.J. y Vidal, A.L. *Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de Thornthwaite*. Rev.Meteor. I,(1) (1951)
- [4] Thornthwaite C.W. Y Mather J.R. *Instruction and tables for computing the potential evapotranspiration and the water balance*. Climate Crewel Inst. of Technology. 10(3). (1955).
- [5] Daus, F.A. *Morfología general de las llanuras Argentinas*. Geografía de la República Argentina. GAEA, VI (1946)
- [6] Fidalgo, F. y Martinez, R. *Algunas características geomorfológicas dentro del Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires*. Revista Asociación Geológica Argentina, XXXVIII (2), 263 - 279. Buenos Aires. (1983)

[7] Yrigoyen, M.R., *Geología del subsuelo y plataforma continental*. Relatorio del VI Congreso Geológico Argentino(1975)

[8] Sala J. M. y Auge M. *Presencia de capas filtrantes en el noreste de la Provincia de Buenos.Aires. Su determinación*. Actas V Congreso Geológico Argentino Tomo V, 185 – 194. Buenos Aires (1973)

[9] González, N.& Laurencena P. *Cuenca hidrológica experimental Arroyo El Pescado. Resultados preliminares*. II Jornadas Geológicas Bonaerenses: 641-649. (1988)