

VARIACIONES DE NIVELES FREÁTICOS EN LA CUENCA DEL ARROYO EL PESCADO (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Laurencena, P.⁽¹⁾, Kruse, E.⁽²⁾, Rojo, A.⁽¹⁾, Deluchi, M.⁽¹⁾ Carol, E.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Calle 64 N° 3.Lab.14 plarencena@fcnym.unlp.edu.ar

⁽²⁾ Paseo del Bosque S/N. La Plata kruse@fcaglp.edu.ar

Palabras claves: recarga, descarga, nivel freático, pampeano, agua subterránea

INTRODUCCION

La resolución de balances de agua resulta un paso fundamental para entender la mayoría de los problemas aplicados de la hidrología. La complejidad de los problemas, las características del área y la escala de trabajo determinan la importancia relativa y la precisión necesaria de los diferentes componentes del balance. En tal sentido, la estimación de la recarga o descarga a partir de las variaciones de los niveles freáticos es clave para formular cualquier modelo de flujo de agua subterránea o transporte de contaminantes que posibilite planificar un uso racional y sostenible de los recursos hídricos.

En los ámbitos de llanura, como es el caso de la Cuenca del Ao. 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 (período 1901 – 2004) y una *evapotranspiración* real, obtenida a partir del balance hídrico a nivel del suelo (Thorntwaite y Mather, 1955) de 783 mm/año. El *escurrimiento* fluvial estimado es de 53 mm/año, mientras que la infiltración es de 224 mm/año.

El arroyo El Pescado presenta un carácter efluente con respecto a las aguas subterráneas en todo su recorrido. En esta cuenca no existen explotaciones intensivas que extraigan un significativo volumen de agua subterránea del sistema. A través de un análisis de tormentas fue posible estimar, de acuerdo a la metodología de Soil Conservation Service (1975), que el *escurrimiento* superficial para eventos lluviosos significativos (precipitación superior a 120 mm y de cinco días de duración) varía entre el 1 % y el 60 % de la precipitación. El menor *escurrimiento* se corresponde con un estado de humedad del suelo muy seco, mientras que los valores mayores con condiciones antecedentes muy húmedas (Kruse et al 2004).

Los registros freatimétricos han mostrado que la disminución de la capacidad de almacenamiento subterráneo reflejada en cambios de los niveles freáticos coincide con el incremento de la lluvia y con los mayores excesos de agua, que se ponen en evidencia en los balances hidrológicos. La estimación de la recarga en períodos diarios dan valores que varían entre el 20 % y el 65 % de la precipitación y se relacionan con eventos de lluvias superiores a 150 mm y de cinco días de duración, asociados a excesos hídricos importantes para condiciones antecedentes de bajo contenido de humedad en el suelo (Laurencena et al 2002).

Por otra parte el análisis de los niveles freáticos ha demostrado que en un período particularmente húmedo (febrero 1989 – noviembre 1991) los excesos hídricos superaron en 99 mm al valor medio, estimándose entonces, en este período una infiltración, que constituye la recarga del sistema subterráneo, de 323 mm/año.

El objetivo de este trabajo es efectuar una evaluación de las variaciones freáticas, con especial referencia a la profundización significativa que se ha registrado en el período reciente 2003 – 2004.

UBICACIÓN DEL ÁREA Y PRINCIPALES RASGOS HIDROGEOLÓGICOS

El área de estudio corresponde a la cuenca del Arroyo El Pescado (Figura 1), que cubre un área de aproximadamente 300 km² hasta la planicie costera. El arroyo tiene sus nacientes al sur de la ciudad de La Plata y desemboca en el Río de La Plata. El ambiente es llano con suaves ondulaciones, desarrollado desde los 28 metros sobre el nivel del mar (msnm) (sector noroccidental) hasta el nivel del Río de La Plata (0 msnm), presentando una pendiente topográfica media hacia el NE de 10⁻³ (González y Laurencena 1988).

En trabajos previos (Laurencena y Kruse 1993, Laurencena et al 1999, 2002 y Kruse et al. 2003 y 2004) se puede encontrar una caracterización hidrogeológica detallada de las unidades que integran la secuencia sedimentaria en el subsuelo.

Para la finalidad específica de este trabajo interesan las unidades reconocidas en el subsuelo menos profundo, que son 'Arenas Puelches' y 'Pampeano'. Estas unidades resultan las más conocidas y presentan una mayor significación en los balances hidrológicos.

El Pampeano, que incluye a la capa freática, situado más próximo a la superficie del terreno, está integrado principalmente por limos, y en forma subordinada por arenas y arcillas de color castaño rojizo, presentando con frecuencia concreciones o bancos de carbonato de calcio. Su espesor es del orden de 50 m. De acuerdo a experiencias realizadas, la capacidad de infiltración varía entre 5 y 10 m/día y el coeficiente de trasmisividad es de alrededor de 200 m²/día.

Por debajo del Pampeano se sitúan las Arenas Puelches que representan al acuífero más importante del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Se trata de una secuencia de arenas cuarzosas finas a medianas, con un tamaño de grano que aumenta en profundidad y un espesor que varía para la zona estudiada entre algo menos de 20 m a algo más de 30 m. (Auge, 1995a) La transmisividad media es de 500 m²/día y el agua tiene bajos tenores salinos (menor a 1000 mg/l) siendo de buena calidad para el consumo humano.

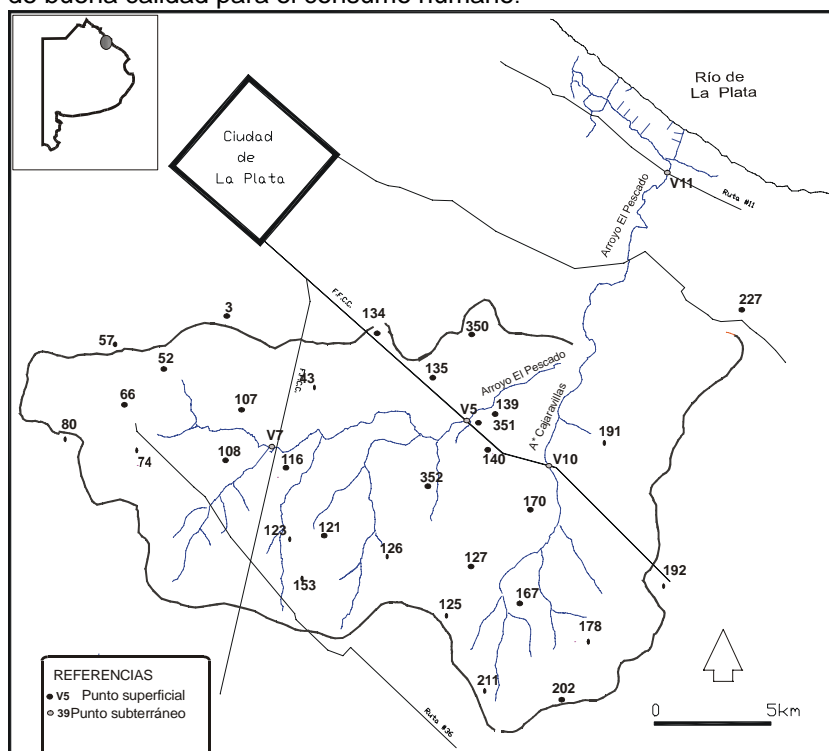


Figura 1

DATOS UTILIZADOS

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 (bimestral), 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.

CARACTERÍSTICAS DEL REGIMEN PLUVIOMÉTRICO

La precipitación es el principal ingreso de agua a considerar en el balance hidrológico de la zona. En el caso que se analiza representa al término de mayor extensión en los registros y por otra parte proporciona la base para reconocer las variaciones en la disponibilidad de agua superficial y subterránea.

En la Figura 2 se muestra el registro anual de precipitaciones, desde 1909 hasta la actualidad.

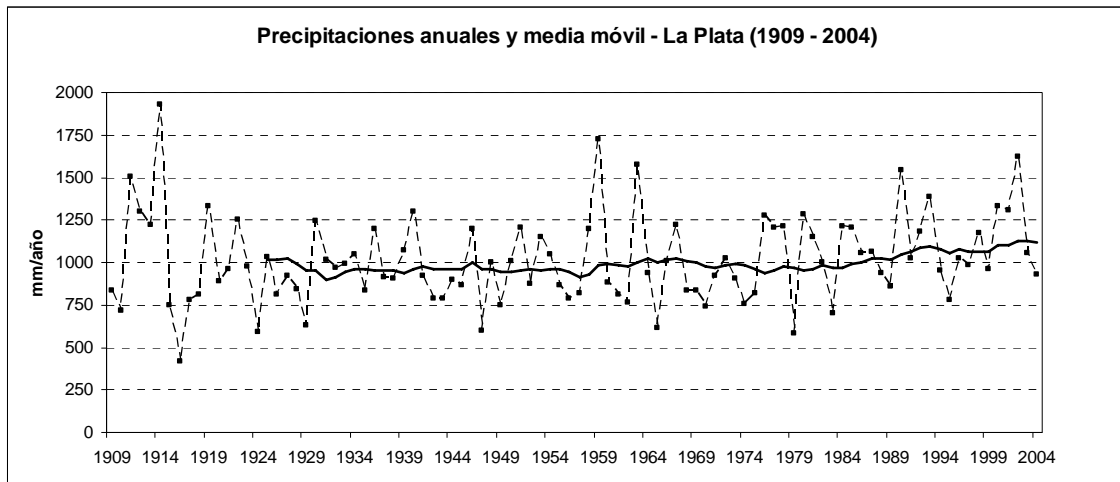


Figura 2

Si bien no se cuenta con datos continuos de los niveles freáticos, los más antiguos se refieren a 1988, es decir que corresponden a un lapso de 17 años. Por esta razón y con una finalidad comparativa se analizaron las medias móviles cada 17 años en el período 1909-2004. Se aprecia que a partir de 1990 estos valores medios se ubican en un entorno de 1100 mm/año, mientras que en los registros anteriores no superan 1000 mm/año. De modo que el lapso considerado debe vincularse con un período manifiestamente húmedo.

Por otra parte en el 2000 comienza un período de lluvias por encima de los valores medios, alcanzando 1333 mm en el año 2000, 1305 mm en 2001 y un máximo de 1619 mm en 2002. En el año 2003 las precipitaciones disminuyen a 1058 mm y en 2004 el valor (929 mm) se encuentra por debajo de los medios.

CARACTERIZACIÓN DEL FLUJO FREÁTICO

La morfología freática muestra un escurrimiento subterráneo regional hacia el Río de La Plata (Laurencena y Kruse, 1993), con gradientes hidráulicos que varían entre 1,8 m/Km (llanura alta) y 0,5 m/Km (llanura baja), y una divisoria regional (zona de recarga) del agua subterránea coincidente con la divisoria superficial y zonas de descarga subterránea preferencial que coinciden con la planicie de inundación del arroyo. 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.

En la zona de divisoria principal la profundidad de los niveles freáticos oscila entre 10 y 15 metros 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.

El control periódico de los niveles freáticos ha permitido reconocer que sus oscilaciones se pueden relacionar con las variaciones en los excesos hídricos. En la Figura 3 se han seleccionado algunos freatómetros para graficar la evolución de los niveles entre el año 1988 y el año 2005.

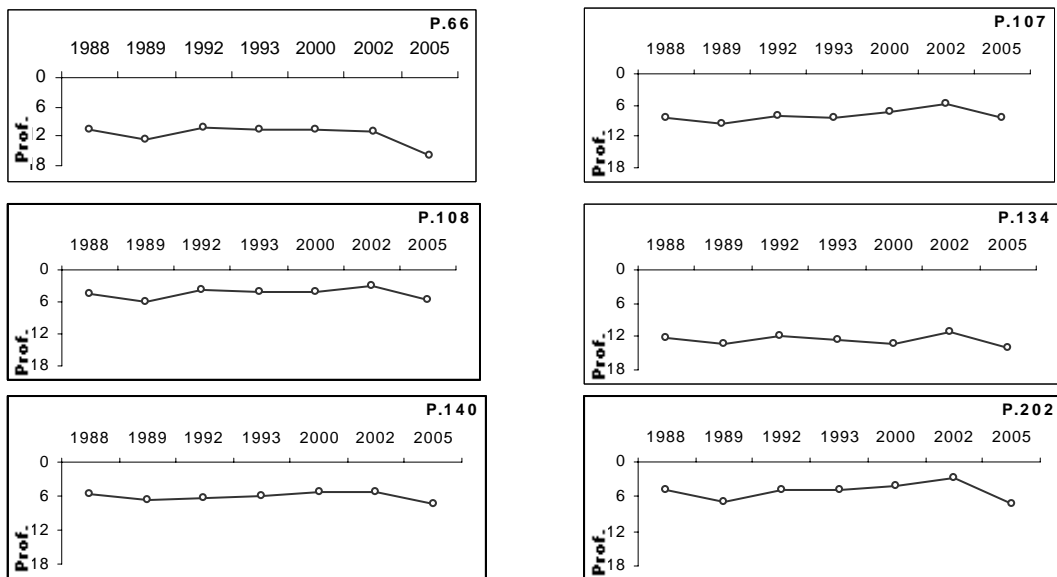


Figura 3

Se observa una profundización en el año 1989 coincidiendo con un año con valores de precipitaciones por debajo de la media (978 mm), luego se recuperan y se mantienen estables hasta alcanzar las menores profundidades en el año 2002 en el cual las precipitaciones alcanzaron los 1619 mm. Los valores de los niveles medidos en el año 2005 evidencian los menores ingresos que se produjeron en el sistema entre fines de 2002 y principios de 2005 (2003: 1058 mm y 2004: 929 mm).

BALANCE HIDROLOGICO

Como fuera señalado, en el 2002 se registró un pico de precipitaciones y los niveles freáticos alcanzaron su nivel más próximo a la superficie. Entre 2003 y 2004 se produjo una disminución en los registros de precipitaciones anuales y una profundización de los niveles freáticos.

Con el objeto de caracterizar el comportamiento de las aguas subterráneas en este último período se estimó un balance hidrológico regional. Para este período la precipitación media fue de 994 mm/año. La evapotranspiración real se obtuvo del balance hídrico a nivel del suelo y su valor medio fue estimado en 821 mm/año. En la Figura 4 se muestra la marcha mensual del balance hídrico (2002-2004)

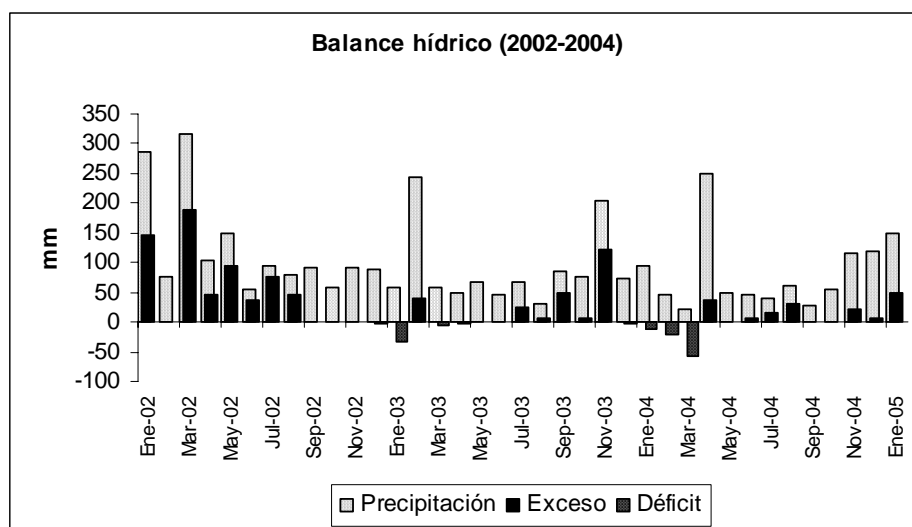


Figura 4

En el análisis de las variaciones freáticas entre Noviembre de 2002 y Febrero de 2005 se advierte una profundización generalizada de los niveles (Figura 5).

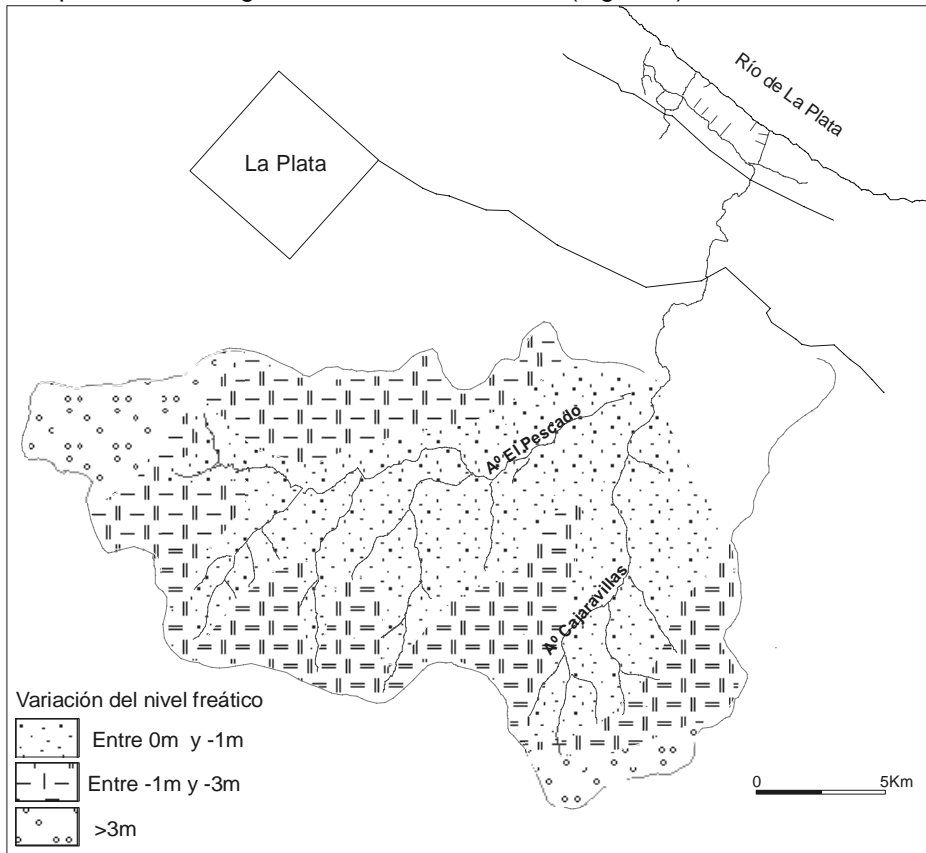


Figura 5

En el mapa se observa que los máximos descensos coinciden con dos pequeños sectores situados en las divisorias principales (al noroeste y sur) con valores que alcanzan los 4 m., rangos de variación intermedios, entre 1 y 3 m se localizan en el resto de las divisorias principales y secundarias. Las mínimas fluctuaciones con valores entre 0 y 1 m, en las zonas vinculadas con la planicie de inundación del curso principal y sus afluentes.

La fluctuación media estimada para el período es de 1,5 m. afectando a un volumen de descarga del orden de 390 Hm^3 , al considerar un área de drenaje de 260 km^2 .

Esta profundización media de los niveles significa en el balance hidrológico una descarga neta de 150 mm de la capa freática en un lapso de 2 años. Ello se obtiene si se asume una porosidad eficaz de los sedimentos del orden de 0,1. Este valor guarda similitud con el definido para los sedimentos Pampeanos por distintos autores en la región. Auge (1995b) y González et al (1997).

Esta descarga de la capa freática se relaciona con el escurrimiento subterráneo que se produce hacia los cursos, dado su carácter efluente y con el volumen de agua que alimenta al nivel acuífero Puelche. Debe tenerse en cuenta que la recarga es autóctona indirecta a través del Pampeano mediante filtración vertical descendente y ocurre en coincidencia con las áreas de divisorias, cuando la carga hidráulica de la capa freática es positiva respecto a la del Puelche (Auge et al, 2002). Las importantes profundizaciones ocurridas en las zonas de divisoria para este período (mayores a 3 m.) en el cual a pesar de disminuir las precipitaciones, existen excesos hídricos, ponen de manifiesto la importancia de la recarga del acuífero pampeano a las Arenas Puelche.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El régimen de la capa freática en la cuenca analizada, puesto en evidencia por las variaciones en los niveles freáticos, está influenciado por las oscilaciones de las precipitaciones y los excesos de agua.

En el período 1988 – 2005 los niveles freáticos reflejan las características de un período húmedo (precipitación media 1120 mm) en que se registran variaciones en los excesos de agua en el balance hídrico. Se destaca un ascenso significativo de los niveles en 2002 cuando se produjeron los más altos valores anuales de lluvias del período. La variación registradas entre fines de 2002 y comienzo de 2005 evidencian una fuerte profundización de los niveles, lo cual no significa la inexistencia de excesos de agua, sino que el egreso supera a los ingresos.

Los egresos del sistema están relacionados con la descarga subterránea local que se produce en el curso principal y en algunos de los efluentes y la recarga al acuífero Puelche cuya magnitud depende de la diferencia de carga hidráulica con la capa freática. Las áreas preferenciales de recarga del Puelche la constituyen las zonas de divisorias, coincidentes en este período con las áreas de mayor profundización de los niveles freáticos (mayores a 3 m).

La variación del volumen de agua almacenada define el volumen de reservas reguladores del sistema y constituye una base fundamental para una gestión adecuada de la explotación de los recursos hídricos subterráneos.

BIBLIOGRAFÍA

- Auge, M.P., 1995 a. Manejo del agua subterránea en La Plata, Argentina. Convenio IDRC - UBA. Inédito
- Auge, M.P., 1995 b. Similitudes hidrogeológicas entre los acuíferos Pampeano y Puelche en La Plata, Argentina. II Seminario Hispano Argentino de Hidrología Subterránea: 235 - 241. Tucumán.
- Auge, M., Hernández, M. y L. Hernandez 2002 Actualización del conocimiento del Acuífero semiconfinado Puelche en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. XXXII IAH & VI ALSHUD Congreso Aguas Subterráneas y Desarrollo Humano'. Pág. 624-633. Mar del Plata.
- Gonzalez N. y P. Laurencena 1988. Cuenca hidrológica experimental Arroyo El Pescado. Resultados preliminares. Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses. Pp. 641-649. Bahía Blanca.
- Gonzalez, N., Hernandez, M.A. y A. Ruiz de Galarreta, 1997. Balance hidrológico a nivel de la zona no saturada en un área de la cuenca de los Arroyos Martín y Carnaval, La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. III Seminario Hispano – Argentino sobre temas actuales de Hidrología Subterránea: 97 – 106. Bahía Blanca. .
- Kruse, E.; Laurencena P.; Deluchi M.; Varela L.; Albina L. y Rosales E. 2003 Relación hidroquímica superficial – subterránea en cuencas de llanura. Noreste de la Provincia de Buenos Aires. III Congreso de Hidrogeología. I Seminario Hispano – Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología subterránea. Tomo II Pág. 461-471 Rosario
- Kruse, E.; Varela L.; Laurencena P.; Deluchi M.; Rojo A. y E. Carol 2004 Modificaciones del ciclo hidrológico en un área del noreste de la Provincia de Buenos Aires. Argentina. Serie Hidrogeología y aguas subterráneas: 11(131-139). Instituto Geológico Minero de España. ISBN 84-7840-539-9. Madrid.
- Laurencena P. y Kruse, E. 1993 Procesos hidrológicos y la actividad antrópica en una cuenca del noreste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). X Simposio Brasileiro de Recursos Hídricos e do I Simposio de Recursos Hídricos de CONESUL. Pp 83-89. Brasil
- Laurencena P.; Varela L. y E. Kruse. 1999 Variación de la recarga subterránea. Cuenca Arroyo El Pescado (Provincia de Buenos Aires). VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Pág. 183 - 192. Santa Rosa. La Pampa.
- Laurencena, P.; Varela, L.; Kruse, E.; Rojo A. y M. Deluchi. 2002 Características de las variaciones freáticas en un área del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. XXXII IAH & VI ALSHUD Congreso Aguas Subterráneas y Desarrollo Humano'. Pág. 176. Mar del Plata.
- Soil Conservation Service. (1975). Urban hydrology for small watersheds. Tech. Rel. N. 55. U.S. Dept. of Agriculture. Washington, D. C.
- Thornthwaite, C.W. y Mather, J.R., 1955. Instruction and tables for computing the potential evapotranspiration and the water balance. Climate Crewel Inst. of Technology. 10(3).