

# VARIACIONES DE LOS NIVELES FREÁTICOS Y SU RELACIÓN CON EL AGUA SUPERFICIAL EN LA PLATA ( PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Marta Deluchi\*, Kruse Eduardo\*\*, Laurencena Patricia\*, Carol Eleonora\* y Rojo Adolfo\*

\* Calle 64 N°3 (e/ 119 y 120) Lab.14 mdeluchi@fcnym.unlp.edu.ar

\*\* Paseo del Bosque S/N, La Plata [kruse@fcaglp.edu.ar](mailto:kruse@fcaglp.edu.ar)

## Resumen

En el presente trabajo se analizan las variaciones areales y temporales de la relación aguas superficiales – aguas subterráneas en la zona de influencia de la ciudad de La Plata (Provincia de Buenos Aires), cuenca del Arroyo del Gato. El monitoreo periódico de niveles freáticos entre los años 2000 y 2004 ha permitido reconocer las características de dichas variaciones a partir de la interpretación de perfiles transversales. A su vez se efectúa un análisis comparativo con la serie de las precipitaciones. Como consecuencia de la profundización del agua subterránea producto de la intensa explotación del recurso hídrico subterráneo en la región, se modifica la condición natural de la relación entre aguas superficiales y aguas subterráneas. En la cuenca alta, donde los niveles freáticos varían entre una profundidad de 5 a 10 m bajo boca de pozo, se destaca el carácter manifiestamente influente del curso superficial con respecto a la capa freática. En la cuenca media la capa freática se profundiza, incrementándose los gradientes hídricos entre el arroyo y la superficie freática, correspondiendo este sector con la zona de mayor influencia del cono de depresión generado por la explotación. En la cuenca baja, que se corresponde con la planicie costera, el curso se encuentra canalizado y la superficie freática se encuentra aflorante en el canal. En el lapso que se han realizado las mediciones, si bien se reconocen variaciones significativas en los niveles freáticos no cambia el carácter de la relación aguas superficiales – aguas subterráneas.

Palabras claves: monitoreo, agua superficial- agua subterránea, arroyo del Gato,

## Abstract

In this work the areal and temporal variations of the surface water and groundwater in the influence zone of the La Plata city are analyzed. The water table monitoring between 2000 and 2004 has allowed recognizing the characteristics of these variations from the interpretation of cross-sectional profiles. A comparative analysis with the precipitation series was made. As a result of the deepening of the ground water product to the exploitation of the ground water in the region modifies the natural condition of the relation between surface water and ground water. In the high river basin, where the water table varies between depths of 5 to 10 m, the influent character of the surface waster with respect to the water table stands out manifestly. In the media river basin the water table is deepened, being increased the hydric gradients between the stream and the water table; this sector coincides with the zone of greater influence of the depression cones generated by the exploitation. In the low river basin, which corresponds with the coastal plain, the course is canalized and the water table outcrops in the channel. In the period that has been made the measurements, although significant variations in the water table are recognized does not change to the character of the relation surface water - ground water.

**Keywords:** monitoring, surface water – groundwater, Del Gato Creek.

## **INTRODUCCION**

En la zona de La Plata el ciclo hidrológico presenta cambios con respecto a las condiciones naturales como consecuencia del desarrollo urbano. La impermeabilización de la superficie del terreno ha producido un incremento significativo en los excesos de agua que se traducen en aceleración del escurrimiento superficial, aumento en la magnitud de los caudales y disminución en las posibilidades de infiltración a partir del agua meteórica. A su vez disminuye la disponibilidad de agua en el suelo para alimentar a la evapotranspiración real (Kruse et al, 2004).

Los vertidos industriales, pluviales y domiciliarios han modificado el comportamiento químico del agua superficial mostrando irregularidades a lo largo de su recorrido, presentando el agua freática la influencia de dichas características. (Kruse et al, 2003).

La relación agua superficial-agua subterránea, en el arroyo del Gato (principal curso que drena el área), de acuerdo a estudios preliminares (Varela et al, 2002) ha determinado, para la cuenca alta y media, un carácter influente del mismo con respecto a las aguas subterráneas, siendo ésta otra modificación a la situación natural original, lo cual debe relacionarse con la intensa explotación del recurso hídrico subterráneo en la región (Auge, 1995).

En este trabajo a partir del monitoreo periódico de niveles freáticos se analizan las variaciones areales y temporales de la interrelación aguas superficiales – aguas subterráneas en la zona de influencia del área urbanizada de la ciudad de La Plata, con especial referencia al área de drenaje del arroyo mencionado (Figura 1).

## **CARACTERISTICAS GENERALES**

El área de estudio se caracteriza por su homogeneidad climática (precipitación media anual período 1909 -2004: 1011mm), con una alternancia de períodos secos y húmedos bien definidos. La estación más lluviosa es el otoño con el 28% de la precipitación y la de menor aporte pluvial es el invierno con el 18%. La temperatura media anual es de 16°C, reconociéndose que entre 1988 y 2002 el valor medio tuvo un incremento de 1° C. La evapotranspiración real obtenida a partir del balance hídrico a nivel del suelo (Thorntwaite y Matter, 1955) se estima en 783 mm/año.

La cuenca del Arroyo del Gato se desarrolla en un ambiente llano presentando dos tributarios sobre su margen derecha, el arroyo Perez y el arroyo Regimiento, que se encuentran entubados en el tramo que atraviesa el ejido urbano. El curso principal desagua en el Río de La Plata mediante una canalización presente en el área con mayores dificultades de drenaje.

Geomorfológicamente la cuenca superior y media comprende a la denominada Zona Interior, con cotas que varían entre 5 y 25 msnm y la inferior se ubica en la Planicie Costera (Fidalgo y Martínez, 1983), donde el arroyo está canalizado y las cotas son menores a 5 msnm. De acuerdo a Giménez et al (1992) ambas zonas se relacionan con un área de influencia continental y con un área de influencia estuárica respectivamente.

La Zona Interior presenta una cubierta sedimentaria de edad principalmente Pleistocena correspondiente a los Sedimentos Pampeanos (Fidalgo, 1975) conformados por limos arcillo-arenosos y arcillas limo-arenosas, incluyendo en su composición cuarzo, feldespato, trazas vítreas y carbonatos. En la Planicie Costera, la topografía es plana a

plano-cóncava, conformando un ambiente mal drenado y cenagoso, existiendo en superficie sedimentos Postpampeanos marinos de edad Holocena, integrados por limos arcillosos.

La configuración del sistema de aguas subterráneas responde al esquema clásico propuesto para el noreste bonaerense (EASNE, 1972). Para el presente análisis adquieren mayor

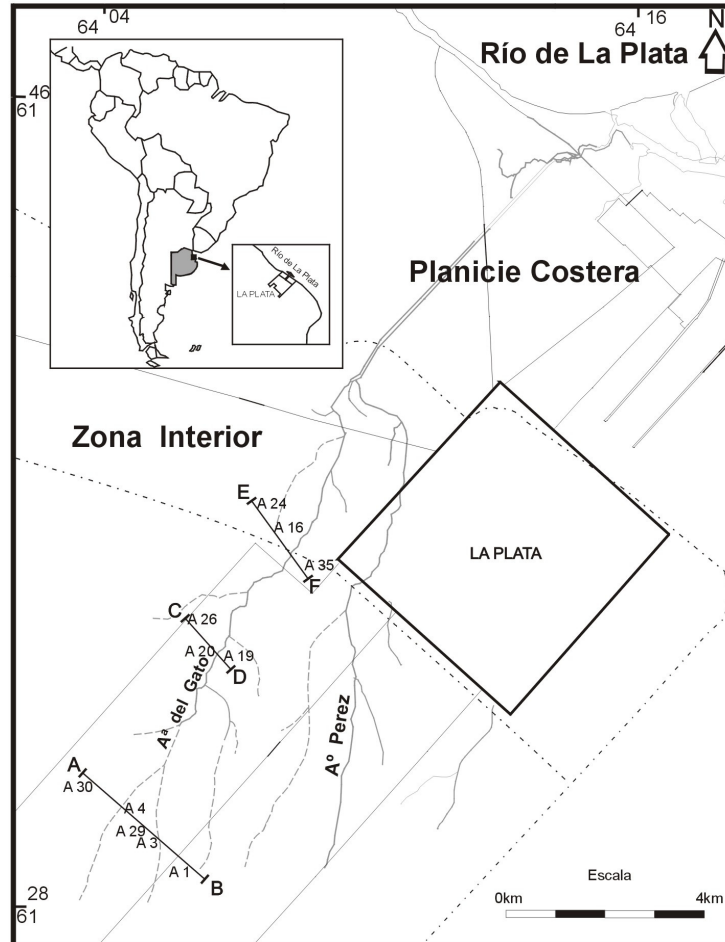


Figura 1 – Ubicación del área de estudio

importancia los términos superiores de la secuencia sedimentaria del subsuelo que incluyen a las Arenas Puelches, Sedimentos Pampeanos y Sedimentos Postpampeanos. Las características hidrogeológicas reconocidas permiten establecer la existencia de un único sistema hídrico subterráneo siendo posible considerar que el agua en las unidades mencionadas presenta una continuidad hidráulica, a pesar que la permeabilidad presenta variaciones verticales. Las Arenas Puelches constituyen el nivel más profundo y yacen a partir de los 45 m. aproximadamente. Poseen un carácter semiconfinado, y están compuestas por arenas cuarzosas de 20 a 30 m de espesor promedio (Auge 1995). Estas arenas representan a una de las fuentes primarias de abastecimiento de agua potable a la ciudad de La Plata siendo además las principales proveedoras de los requerimientos industriales y de riego. Por encima se ubica otro nivel acuífero que representa a los sedimentos Pampeanos. Su espesor no supera los 45 m y contiene a la capa freática.

En condiciones naturales la recarga de la capa freática es autóctona directa, de origen meteórica y sujeta a las variaciones de los excesos de agua en el balance hidrológico Las Arenas Puelches, cuya recarga se produce en forma indirecta a través de la unidad suprayacente, están sometida a una sobreexplotación lo cual ha generado un descenso de

la superficie piezométrica con la formación de un cono de depresión de magnitud. Dada la vinculación hidráulica existente esta profundización de niveles también afecta a la capa freática.

### INFORMACIÓN UTILIZADA

Para la obtención de información sobre las variaciones de los niveles freáticos y aguas superficiales se trabajó sobre la base de los registros de una red de monitoreo compuesta por 37 pozos de medición de la capa freática y 16 de agua superficial. El acotamiento de las bocas de pozos y los datos de profundidades de niveles de la capa freática de diferentes años permitió la realización de mapas isofreáticos seriados y perfiles de flujo en distintas secciones del arroyo para reconocer su evolución. El análisis de los datos de precipitaciones se basó en los registros de La Plata. Se consideró la información anual para el período 1909-2004 y mensual para el período censado, desde el año 2002 al 2004. La operación de la red de monitoreo también incluye la extracción de muestras de agua superficial y subterránea, que son analizadas por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria del Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería, dependiente de la UN.L.P.

### CARACTERÍSTICAS DE FLUJO EN LA CAPA FREÁTICA

La Figura 2 representa el mapa isofreático en las proximidades del Ao. Del Gato.

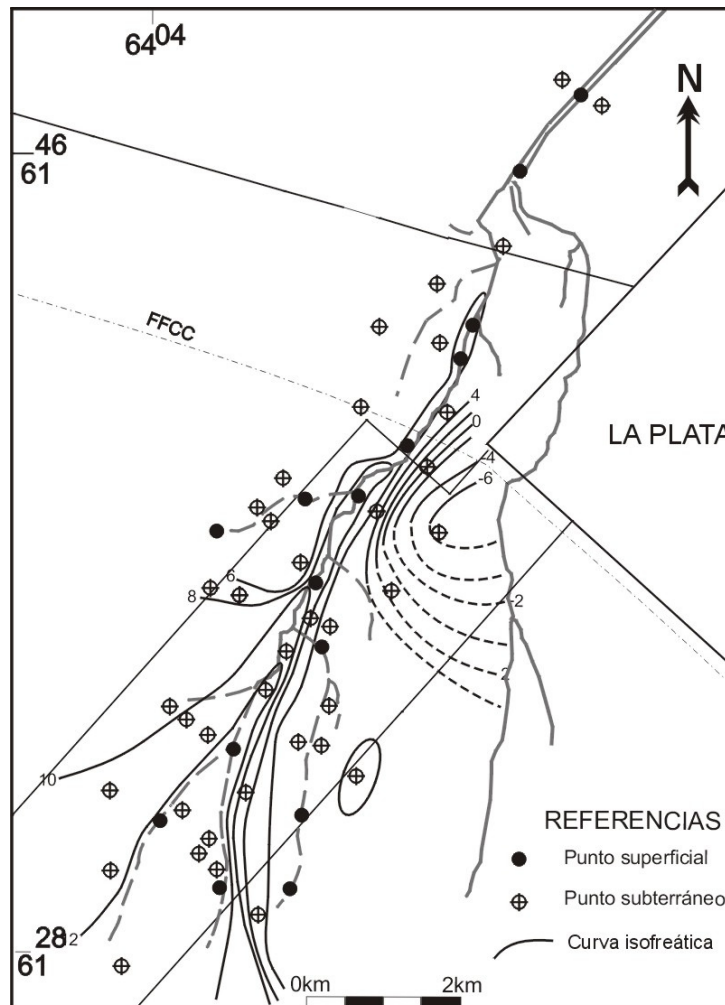


Figura 2 – Mapa Equipotencial. Julio 2004

El mapa muestra que en la cuenca superior y media, el agua superficial alimenta a la capa freática. En la zona de cabeceras de la cuenca, los niveles freáticos se ubican a una cota de 12 msnm, siendo la cota del pelo de agua en este sector para los dos cursos medidos de 17 msnm y 19 msnm. En el sector medio las alturas varían entre 6 msnm y 10 msnm. La altura del pelo de agua es algo superior a 10 msnm.

Las menores alturas se registran sobre la margen derecha del arroyo, en el área adyacente al casco urbano, alcanzando valores mínimos de - 6 msnm.

Se observa un apretamiento de las curvas en la zona próxima al cauce del arroyo, que se hace más evidente en la cuenca media, con los mayores gradientes hídricos en la margen derecha, alcanzando valores del orden de 10 m/km. Las curvas en el área de mayor urbanización tienen una tendencia a la distribución concéntrica, con la presencia de niveles por debajo de la cota cero. Los filetes de flujo son divergentes a partir del arroyo, indicando el comportamiento influente del mismo sobre la capa freática.

### VARIACIONES DE NIVELES FREÁTICOS

Se ha efectuado el análisis de variación de niveles freáticos en base a tres sectores transversales al arroyo del Gato que se corresponden con los perfiles A-B, C- D y E-F (Figura 1).

El régimen actual del arroyo se caracteriza por presentar importantes crecidas de corta duración (1 ó 2 días), favorecidas por el rápido escurrimiento superficial desde la zona urbana (Kruse et al, 2004). Luego del paso de las crecidas el nivel de agua superficial se mantiene en valores relativamente constantes ya que es producto de la alimentación de efluentes pluviales, industriales, etc.

El perfil A-B (figura 3) está ubicado en una zona subrural, próximo a la divisoria de la cuenca, en cabeceras, caracterizada por presentar un uso del suelo destinado a producciones intensivas concentradas principalmente en la horticultura y la floricultura y en menor escala avicultura, granja, etc.

Para el período analizado las alturas máximas se han registrado en el censo de noviembre de 2002, con posiciones comprendidas entre 11 msnm y 15 msnm. Durante este año las variaciones entre febrero y noviembre alcanzaron los 3 metros. Para julio de 2004 los niveles descendieron a valores que se encuentran entre 6 msnm y 11 msnm .

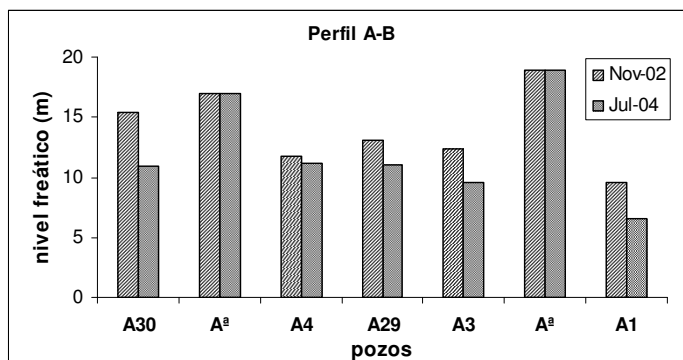


Figura 3 – Perfil en zona subrural

El perfil C-D (figura 4) se localiza en la cuenca media, en un área suburbana, donde hay sectores con “asentamientos” y carencia de redes de servicios o bajo nivel de provisión de los mismos. La actividad industrial se concentra principalmente en este sector de la cuenca. Los niveles freáticos presentan los registros más altos en noviembre de 2002 con valores entre 7msnm y 8 msnm y los más bajos en julio de 2004 con valores entre 4 y 5 msnm.

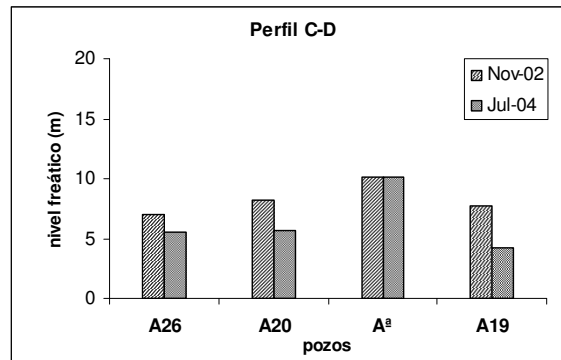


Figura 4 – Perfil en zona suburbana

El perfil E-F (figura 5) se halla en una región urbana, adyacente al casco de la ciudad, donde prevalecen las actividades comercial y de servicios.

Las mediciones de los niveles freáticos efectuadas muestran valores negativos con respecto al 0 del nivel del mar hacia la margen derecha del curso, con los registros más bajos en julio de 2004, que oscilan entre -0.10 mbnm y -2.55 mbnm . Los niveles más altos, como ocurre en las secciones anteriores, son alcanzados en noviembre de 2002 con valores comprendidos entre 0.5 y 2.5 msnm.

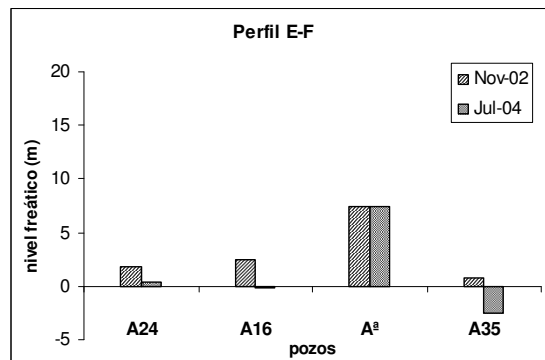


Figura 5 – Perfil en zona urbana

En los tres perfiles considerados, a pesar de las fluctuaciones en los niveles freáticos, puede observarse que se mantiene el carácter influente del arroyo con respecto al agua subterránea durante todo el período estudiado. La relación aguas superficiales – aguas subterráneas se produce con un gradiente elevado que se pone de manifiesto en las proximidades del cauce.

### RELACION NIVELES FREÁTICOS Y PRECIPITACIONES

A lo largo del registro anual de precipitaciones (1909-2004) se aprecia, que a partir del año 2000 comienza un ciclo de lluvias por encima de la media (1011mm), alcanzando 1333 mm en el año 2000, 1305 mm en 2001 y un máximo de 1619 mm en 2002.

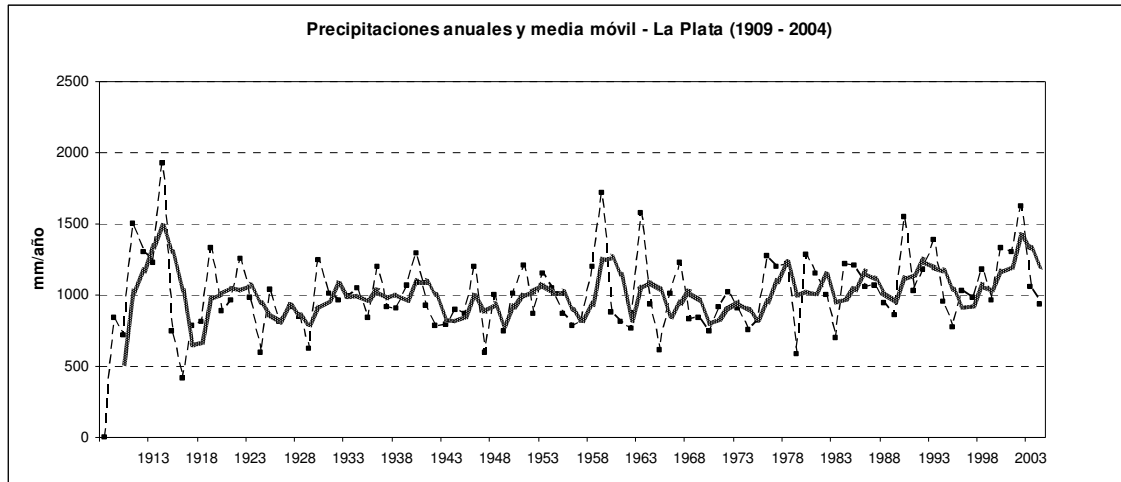


Figura 6 – Precipitaciones anuales y medias móviles (3 años)

Si se consideran las medias móviles cada 3 años (Figura 6), este lapso (2000-2002) con 1419 mm/año es el segundo en importancia luego del período 1912-14 con un registro de 1478 mm/año. En el año 2003 las precipitaciones disminuyen a 1058 mm y en 2004 el valor de 929 mm se encuentra por debajo de la media.

Con respecto a las variaciones de los niveles freáticos en las tres secciones del arroyo, las mismas responden concordantemente con las oscilaciones de las lluvias. En forma general, durante el año 2002 los niveles freáticos se encuentran más cercanos a la superficie, durante el año 2003 los mismos descienden y en el 2004 se registran los valores más profundos.

En el año 2002 el nivel freático medido en febrero es respuesta al pico de precipitaciones ocurrido en enero, que alcanzó un valor de 287 mm. Las mediciones realizadas en noviembre indican niveles más altos, los cuales se vinculan a un período antecedente con excesos hídricos y baja evapotranspiración. La diferencia en los niveles freáticos entre estos meses llegó a superar los 2 m.

Durante 2003, como ya se mencionara, las precipitaciones disminuyeron con respecto al año anterior. Las mediciones de los niveles freáticos efectuadas muestran una profundización. En el año 2004 existe una disminución anual de las precipitaciones de 129,2 mm con respecto al año 2003. El menor registro de lluvias se pone en evidencia en la variación de los niveles freáticos con la continuidad en el descenso de los mismos.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En condiciones naturales, los ríos y arroyos del Noreste de la Provincia de Buenos Aires son efluentes con relación a la capa freática. Tal es el caso verificado en la cuenca vecina del Ao. El Pescado, donde no existen explotaciones intensivas del sistema hídrico subterráneo. Por otra parte en condiciones naturales las variaciones de los niveles freáticos están directamente relacionadas con las variaciones en las precipitaciones y excesos de agua (Laurencena et al 2002).

En la cuenca del Ao del Gato como consecuencia de la intensa explotación que se produce del nivel acuífero Puelche se ha modificado la relación natural entre el agua superficial y el agua subterránea. Dada la vinculación hidráulica existente la profundización de niveles piezométricos del Puelche también afecta a la capa freática. Se destaca así para las condiciones actuales en la cuenca alta y media, el carácter influente del curso con respecto a la capa freática.

El análisis de las variaciones de los niveles freáticos ha permitido verificar que la inversión es localizada y restringida a los sectores próximos al curso superficial, con gradientes hídricos altos con respecto a la zona circundante. Dada la baja permeabilidad de los sedimentos de la planicie aluvial, el gradiente hídrico y la carga hidráulica del arroyo se

puede deducir que el aporte desde el curso de agua hacia la capa freática no es significativo y menor al flujo subterráneo que escurre lateralmente hacia el cono de depresión generado por la explotación.

A su vez se reconoce que en el período 2000 – 2004 no se produjo una expansión manifiesta de dichos conos de depresión, que se han mantenido en términos regionales relativamente estables.

Las altas precipitaciones registradas entre 2000 y 2002, con un máximo en el último año se manifiestan en un importante ascenso de los niveles, mientras que las menores precipitaciones de 2003 y 2004 producen una profundización de la capa freática. Las diferencias observadas en los distintos perfiles descriptos permiten definir que las oscilaciones más pronunciadas (2-3 m) se generan en cabeceras disminuyendo hacia los sectores medios (1-2 m).

En estas condiciones se reconoce que la posición de los niveles freáticos, dada la estabilidad citada, están supeditadas a las variaciones en las precipitaciones y en los excesos de agua, siendo la infiltración el principal factor de recarga directa al sistema subterráneo.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Auge, M.P.**, 1995. Manejo del agua subterránea en La Plata, Argentina. Convenio 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 F., y Martinez R.** 1983. Algunas Características Geomorfológicas dentro del Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires. Revista Asociación Geológica Argentina, XXXVIII (2), 263 - 279. Buenos Aires
- Giménez J., Hurtado M., Cabral M., y Da Silva M.** 1992. Estudio de Suelos del Partido de La Plata. Consejo Federal de Inversiones – Universidad Nacional de La Plata. Informe Final. La Plata.
- 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. T 2; Pg.461-471. Rosario. Argentina.
- Kruse, E.; Varela L.; Laurencena P.; Deluchi M.; Rojo A. y Carol E.** 2004. Modificaciones del ciclo Hidrológico en un Area 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.; Varela,L.; Kruse,E; Rojo A. y Deluchi M.** 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.
- Riggs, J.C., Fidalgo, F.,Martinez, O y Porro, N.** 1996. Geología de los “Sedimentos Pampeanos” en el Partido de La Plata. RAGA XLI (3-4): 316-333.
- Thorntwaite, 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).
- Varela, L. Laurencena, P., Kruse, E. , Deluchi, M y Rojo A.** 2002. Reconocimiento de la Relación Aguas Superficiales - Aguas Subterráneas en la Cuenca del Arroyo del Gato. Buenos Aires”. Groundwater and Human Development. Bocanegra, E., Martínez, D, Massone, H. (Eds) 2002. ISBN 987-544-063-9. Pág: 1334-1341. Mar del Plata. Argentina.