

## RECONOCIMIENTO DE LA RELACION AGUAS SUPERFICIALES - AGUAS SUBTERRANEAS EN EL ARROYO DEL GATO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

Varela, L.\*, Laurencena, P.\*, Kruse, E.\*\* , Deluchi, M\* y A. Rojo.\*

\* CIC.Pcia de Buenos Aires. Fac.Ciencias Naturales y Museo.

\*\* CONICET – Universidad Nacional de La Plata

[lvarela@museo.fcnym.unlp.edu.ar](mailto:lvarela@museo.fcnym.unlp.edu.ar)

**Abstract.** The objective of this work is to analyze the present interactions between groundwater and surface water at Del Gato creek basin. A monitoring network has been installed since January 2001. This was carried out in selected areas near the creek as a result of geological, geomorphological and hydrological surveys. Performed measurements show general states of groundwater and surface water behavior. An influent condition of stream relative to water table is indicated at the high and middle zone of the basin, whereas at the low stream zone effluent condition is maintained. Chemical features of the surface water at low water situation verify influent state of stream, because variations related to groundwater do not exist. Analyzed data allow the definition of groundwater flow modifications that are produced from their natural conditions. To continue obtaining data of this monitoring network is necessary to recognize hydraulic and chemical evolutions of groundwater and surface water besides to determine possible causes for water quality modifications.

**Resumen.** Para comprender las interacciones que existen entre aguas superficiales y subterráneas en la actualidad en el Arroyo del Gato se ha instalado una red de monitoreo de la capa freática y del agua superficial desde enero de 2001. Esto se realizó en sectores vecinos al cauce seleccionados sobre la base de reconocimientos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos. Mediciones efectuadas evidencian las condiciones generales del comportamiento del agua superficial respecto a la subterránea. Se señala un manifiesto carácter influente del agua superficial del arroyo respecto al agua freática en los sectores alto y medio de la cuenca, mientras que se mantiene la condición efluente en la zona baja (planicie costera). Las características químicas del agua superficial durante el estiaje verifican el carácter influente del arroyo puesto que no se observan variaciones respecto a la composición del agua freática. Es necesario continuar con la obtención de datos periódicos de la red de medición para reconocer la evolución de las condiciones hidráulicas y químicas y detectar posibles causas modificantes de la calidad del agua.

**Palabras claves:** surface water, groundwater, Buenos Aires Province

### INTRODUCCION

Las características hidrológicas en los ambientes de llanura involucran una estrecha interrelación entre los aspectos superficiales y subterráneos resultando de ello el predominio de la infiltración y escurrimiento subterráneo sobre el escurrimiento superficial. En condiciones naturales y de clima húmedo, la alimentación de ríos y arroyos es consecuencia del aporte de las aguas subterráneas. Las actividades antrópicas como la expansión de la urbanización, la industrialización y los trabajos agrícolas, han llevado en algunas zonas a una explotación intensa del recurso hídrico subterráneo generando modificaciones en las características

hidrodinámicas originales. En un ambiente de estas últimas características se desarrolla la Cuenca del Arroyo del Gato en la Provincia de Buenos Aires (Figura 1). El objetivo de este trabajo es conocer las particularidades de la relación aguas superficiales - aguas subterráneas que presenta dicho arroyo en la actualidad e interpretar las posibles consecuencias de esta relación sobre el recurso hídrico.

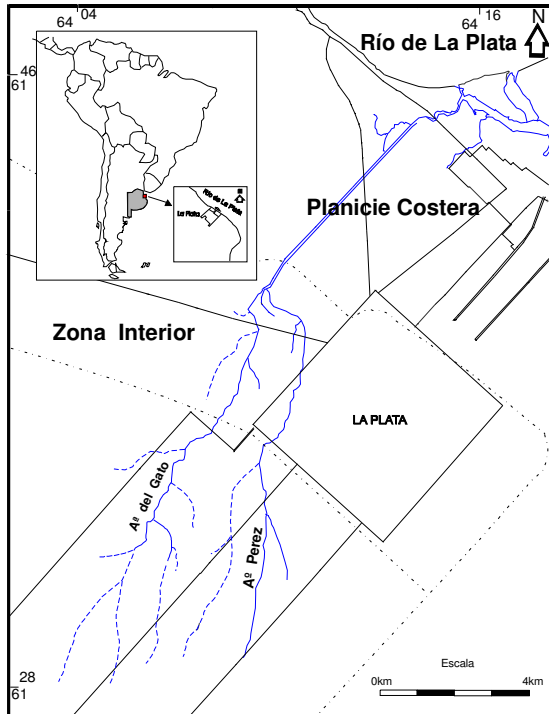


Figura 1

## GENERALIDADES

El arroyo del Gato, ubicado dentro del partido de La Plata, es un curso típico de áreas de llanura, afectado por un clima templado húmedo, con una precipitación media anual de 1020 mm y una temperatura media de 16° C . Su cuenca se desarrolla entre los 0 y 25 msnm en un ambiente de baja pendiente topográfica (menores a 0,1%).

Las características de las actividades humanas permiten reconocer tres ámbitos: la cuenca alta, que se desarrolla en un área suburbana con baja densidad poblacional, donde prevalecen actividades primarias (horticultura y floricultura) y unas pocas industrias. Aguas abajo, en la cuenca media, hay un incremento de la urbanización y de la densidad de población a medida que se acerca al casco urbano de La Plata, además de un mayor número de industrias, actividades de servicios y barrios de viviendas precarias instalados próximos al cauce del arroyo.

La cuenca inferior corresponde al sector donde el curso, una vez que abandona el área urbana, corre encauzado por un canal que atraviesa una zona con escasa población. Su desembocadura final se produce en el Río de La Plata (Figura 1).

## METODOLOGÍA

El análisis de los aspectos regionales constituyeron la etapa inicial de este estudio. Se reconocieron los rasgos más significativos del medio físico en relación al cauce del arroyo y su entorno, así como también su implicancia hidrológica sobre la base de mapas topográficos, fotografías aéreas y reconocimientos de campo.

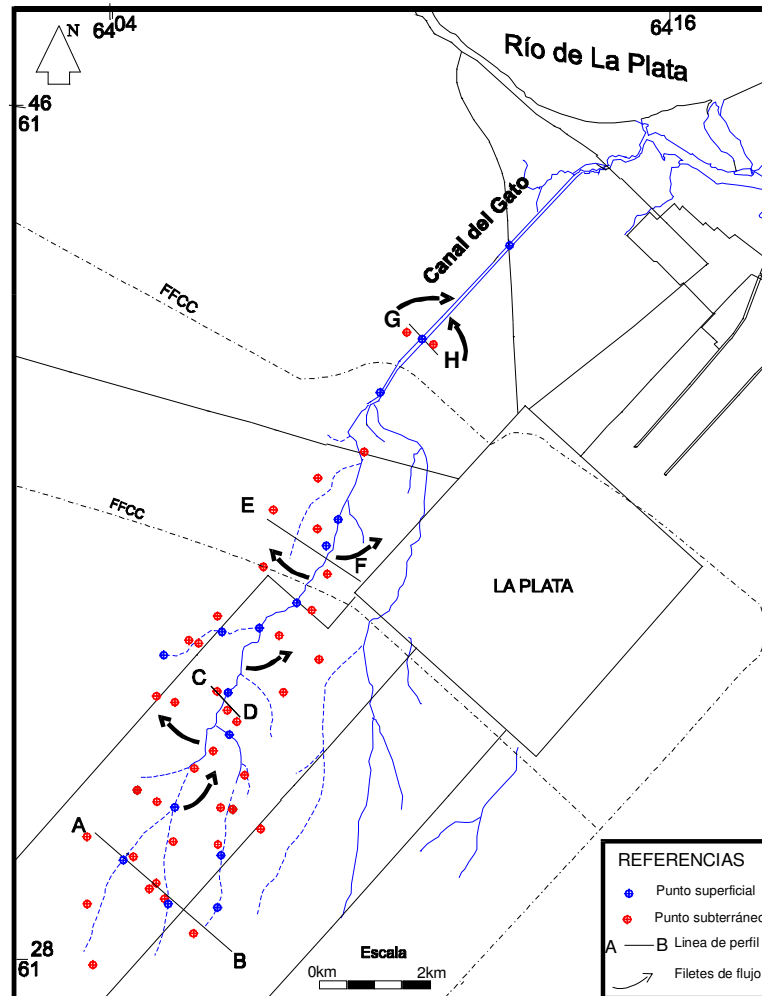
Se instaló una red de monitoreo de agua superficial y subterránea, ubicándose inicialmente los puntos en base a los reconocimientos geológicos, geomorfológico e hidrológicos efectuados. Se identificaron pozos que se encontraban en las proximidades del cauce del arroyo con el fin de realizar un análisis preliminar de la relación agua superficial – agua subterránea. Posteriormente se reconoció la necesidad de densificar la red y situar nuevos puntos en zonas más alejadas del cauce debido a las modificaciones del flujo del agua subterránea. En la actualidad la red de monitoreo consta de 37 puntos de medición y muestreo de agua subterránea y 16 de agua superficial, cubriendo un área de 50 km<sup>2</sup> (Figura 2).

La interpretación de la información hidrodinámica e hidroquímica obtenida permitió establecer las particularidades de la interrelación aguas superficiales - aguas subterráneas

## CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FISICO

En el área estudiada se distinguen dos rasgos morfológicos de importancia: la Zona Interior y la Planicie Costera (Fidalgo y Martínez; 1983) (Figura 1).

En la Zona Interior se desarrollan la cuenca superior y media del arroyo, que se extiende entre las cotas de 5 y 25 msnm. En estos sectores los suelos son de buena calidad y bien drenados (Giménez et al, 1992), siendo predominantes los procesos de infiltración. El cauce principal de alrededor de 15 km de recorrido en este sector, es en general de poca profundidad ( 3 m ) y de escasos metros de ancho (alrededor de 20m), presentando agua en forma permanente. En la cuenca media el curso recibe la descarga de agua de numerosos drenajes que, a través de obras de entubamiento, surcan el área urbana de la ciudad de La Plata. En coincidencia con el valle se reconocen los denominados Sedimentos Postpampeanos constituidos por limos arcillosos de origen fluvial que presentan espesores desde algunos centímetros hasta



FiguraN° 2

alrededor de 1m. En los sectores de interfluvios predominan los Sedimentos Pampeanos de composición limosa y en menor proporción limos arenosos, sin estratificación y con intercalaciones calcáreas (tosca).

En la Planicie Costera se localiza la cuenca inferior del arroyo entre los 5 msnm y la ribera del Río de La Plata estando el 90% de sus alturas por debajo de los 3 m. Conforman un ambiente mal drenado, cenagoso y con agua subterránea aflorante o a muy poca profundidad y constituye una zona de descarga parcial del sistema de aguas subterráneas. El curso en esta planicie ha sido rectificado circulando a través de un canal realizado con el objeto de acelerar el escurrimiento superficial hacia el Río de la Plata.

En esta zona predominan en superficie sedimentos Postpampeanos de origen estuárico y marino.

### MARCO HIDROGEOLÓGICO

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

presentan una continuidad hidráulica, a pesar que existen diferencias verticales de permeabilidad. 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 al acuífero freático encontrándose más expuesto que el anterior a los efectos de la contaminación debido a su menor profundidad (Varela et al 2001).

La recarga de las Arenas Puelches es autóctona indirecta a través del acuífero Pampeano mediante filtración vertical descendente, siendo la recarga de este último de origen meteórico.

Las Arenas Puelches están sometida a una sobreexplotación lo cual ha generado, a partir de una extracción del orden de 124 hm<sup>3</sup>/año (Auge 2001), 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.

### **PARTICULARIDADES DE LA RELACION AGUAS SUPERFICIALES - AGUAS SUBTERRÁNEAS**

De acuerdo a antecedentes regionales (EASNE, 1972), se desprende que los cursos principales de esta zona entre los que se incluye el arroyo del Gato, son áreas de descarga natural, si bien se indica en el mismo trabajo que la escasez de puntos censables han conferido poco detalle al mapa isofreático resultante. Auge (1995) señala que no surgen evidencias del carácter efluente del arroyo a partir de la red de flujo obtenida debido a la equidistancia y a lo reducido de su cuenca, sin embargo sostiene que la extensión del cono de depresión de La Plata y su ámbito de influencia, produjeron la pérdida del carácter efluente del arroyo del Gato.

Las mediciones efectuadas en el presente trabajo evidencian las características de la relación entre el agua superficial y el agua subterránea. Se destaca para las condiciones actuales en la cuenca alta y media, el carácter manifiestamente influente del curso con respecto a la capa freática.

En la Figura 2 se muestran la ubicación de perfiles transversales al arroyo en diferentes sectores de la cuenca que permiten visualizar esta relación.

En la zona de cabeceras (cuenca alta), la profundidad de los niveles freáticos oscila entre 5 y 20m bajo boca de pozo (Figura 3).

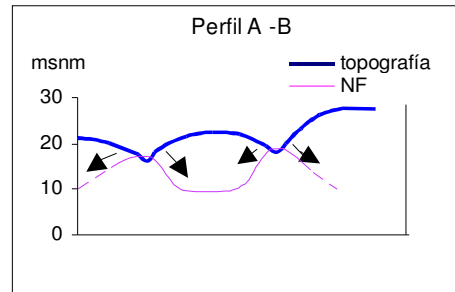


Figura N° 3

En la Figura 4 se muestra un perfil en una posición intermedia, con niveles freáticos que se encuentran a menos de 10 m.

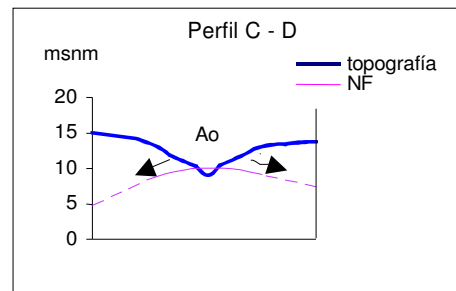


Figura N° 4

Hacia aguas abajo, también en la cuenca media, la capa freática se encuentra a mayor profundidad y se incrementan los gradientes hídricos entre el arroyo y la superficie freática, correspondiéndose este sector con una zona de mayor influencia del cono de depresión generado por la explotación (Figura 5).

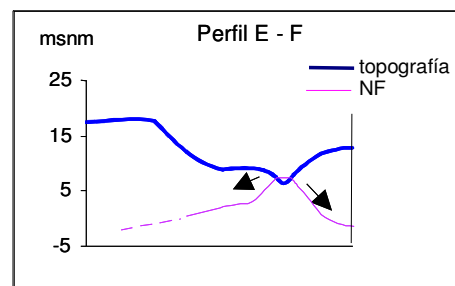


Figura N° 5

En la planicie costera, el curso se encuentra canalizado y la superficie freática se encuentra aflorante en el canal (Figura 6)

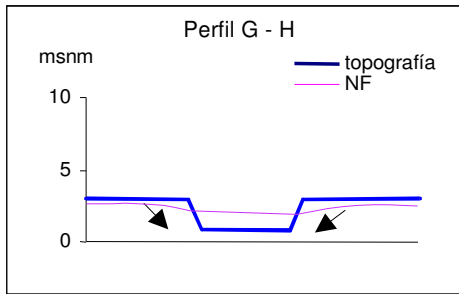


Figura N° 6

Las características químicas del agua del curso en momentos de estiaje verificarían el carácter influente del arroyo, ya que no se observan variaciones en la composición.

## COMPORTAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA

La explotación de agua subterránea de las Arenas Puelches, dada su alta productividad y excelente calidad, impuso un régimen caracterizado por la expansión de conos de depresión, lo cual produjo la inversión de los gradientes hídricos naturales de los niveles de las aguas subterráneas.

De acuerdo a los relevamientos realizados esta modificación es manifiesta en la cuenca alta y media. Por ello se efectúa un planteo general en esos sectores del comportamiento del agua del arroyo y las aguas subterráneas.

El nivel de agua del arroyo se encuentra por encima del nivel freático. El cauce se caracteriza por presentar en su fondo una capa de baja permeabilidad, correspondiente a los sedimentos Postpampeanos compuestos por depósitos esencialmente arcillosos. Por debajo se reconoce la presencia de sedimentos limosos (Pampeanos) de mayor permeabilidad. De acuerdo a las características granulométricas y ensayos de campo efectuados se estima un coeficiente de permeabilidad para los sedimentos arcillosos del orden de  $1 \times 10^{-3} \text{ m/día}$ , mientras que los sedimentos limosos que se encuentran por debajo representan en esta zona valores que varían entre 1 y 5 m/día.

La filtración desde el cauce del arroyo está en función de la permeabilidad y espesor de la capa de baja permeabilidad y de la carga hidráulica. Una estimación del caudal de filtración

de agua a partir del arroyo indicaría un valor de  $0,001 \text{ m}^3/\text{día por m}^2$  de fondo del arroyo. Para ello se tuvo en cuenta el citado coeficiente de permeabilidad de la capa de baja permeabilidad y un espesor promedio de 1m. La diferencia del nivel de agua libre sobre dicha capa en momentos de estiaje se puede estimar en términos medios en 1 m. Si se considera que el arroyo tiene una longitud de 15 km y un ancho medio de 20 m, el volumen filtrado alcanzaría a  $300 \text{ m}^3/\text{día}$ . El valor obtenido es significativamente menor al flujo subterráneo que escurre lateralmente hacia el cono de depresión, y que de acuerdo a la evaluación realizada por Auge (1995) puede alcanzar en el sector considerado valores superiores a  $7000 \text{ m}^3/\text{día}$  en el acuífero Pampeano.

La estimación preliminar efectuada representa a un valor mínimo de aporte del arroyo hacia el agua subterránea. En el cauce se realizan frecuentemente tareas de limpieza, excavación y profundización que originan una disminución o eliminación del espesor de los sedimentos de baja permeabilidad. Ello puede dar lugar a aumentos significativos en los volúmenes filtrados hacia la capa freática.

Por otra parte el régimen del arroyo se caracteriza por presentar importantes crecidas de corta duración (1 ó 2 días), favorecidas por el escurrimiento desde la zona urbana. Ello genera un aumento temporal de la carga hidráulica que puede superar puntualmente en varias veces el aporte estimado.

Una parte del agua del acuífero freático puede filtrarse verticalmente hacia el nivel acuífero semiconfinado Puelche, producto de una filtración vertical descendente, impulsada por la diferencia de carga hidráulica entre ambos acuíferos, a favor del freático. Esta diferencia de carga hidráulica entre el freático y el Puelche se incrementaría en coincidencia con el cauce. Dado que el agua que fluye por el acuífero Puelche es mayor que en el Pampeano, el aporte de agua a partir del proceso descripto sería comparativamente de una menor significación.

El agua del arroyo de acuerdo a los análisis químicos realizados se caracteriza por presentar un alto grado de contaminación, dada la concentración sustancias orgánicas, de fósforo y de pesticidas, producto de vertidos de las actividades que realiza el hombre en la zona. **Ello permite definir que el agua del arroyo no es adecuada para su uso.**

Los contaminantes del arroyo pueden escurrir hacia el acuífero freático, sufriendo los procesos modificantes que cada uno de los

compuestos presentan en el flujo por un medio poroso. Además debe considerarse un factor de dilución dado por la relación entre el volumen aportado por el arroyo y el volumen que escurre por el acuífero. De acuerdo a dichos factores será el grado de afectación que puede presentar las características químicas del agua en los pozos vecinos al arroyo.

## CONCLUSIONES

En las condiciones actuales el arroyo en los sectores correspondiente a la cuenca alta y media, constituye una zona de alimentación al agua subterránea. Ello modifica su condición natural como consecuencia de las profundización de los niveles freáticos producto a la intensa explotación del recurso hídrico subterráneo en la región.

El mínimo aporte estimado a partir del arroyo (300 m<sup>3</sup>/día), sería de escasa significación en comparación con el flujo subterráneo lateral hacia la zona de mayor explotación. Ese puede ser manifiestamente superior debido a la disminución del espesor de la capa de baja permeabilidad existente en el fondo del cauce y en los períodos de crecidas.

Los contaminantes existentes en el agua del arroyo pueden afectar la capa freática y ello depende de los procesos modificantes de los compuestos en el flujo subterráneo y del factor de dilución entre el volumen aportado por el arroyo y el flujo subterráneo.

Los datos disponibles hasta el momento permiten definir las características actuales del comportamiento del flujo del agua superficial hacia el agua subterránea. Es necesario continuar con la obtención de datos de esta red de monitoreo para reconocer la evolución de las condiciones hidráulicas y químicas del agua subterránea y del agua del arroyo y detectar posibles modificaciones en la calidad del agua.

## Referencias

Auge M.P. 1995 . Manejo del agua subterránea en La Plata, Argentina. (Groundwater management in La Plata. Argentina) *Convenio IDRC - UBA*. Informe Final. La Plata.

Auge M.P. 2001. Hidrogeología de La Plata - Argentina. (La Plata - Argentina hydrogeology) *Revista Latino Americana de Hidrogeología*. Vol 1 N° 1: 27-40. Curitiba.

EASNE 1972. Contribución al estudio geohidrológico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. (Contribution to the geohydrological study in the NE of Buenos Aires Province) *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. (Geomorphological features in La Plata, Buenos Aires Province) *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. (Soil study of La Plata) *Consejo Federal de Inversiones – Universidad Nacional de La Plata*. Informe Final. La Plata.

Varela L., Laurencena P., Kruse E., Rojo A., y Deluchi M. 2001. Consideraciones acerca de la gestión de las aguas subterráneas en el área metropolitana de Buenos Aires (Argentina) (Observations about the groundwater management in Buenos Aires (Argentina) metropolitan area )*Actas VII Simposio de Hidrogeología de España* Tomo I, 649 – 659. Murcia