

# Fluctuaciones de niveles hidráulicos en un sector costero de la provincia de Buenos Aires. Caso de estudio: Pinamar

*Leandro Rodríguez Capítulo<sup>(1,2)</sup>, Eduardo Kruse<sup>(1,2)</sup> y Pablo De Bernardi<sup>(1)</sup>*

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Cátedra de Hidrología General, calle 64 n° 3. La Plata. Buenos Aires. Argentina. Teléfono (0221) 4249049.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Universidad Nacional de La Plata.

Mail de contacto: lrcapitulo@fcnym.unlp.edu.ar

---

## RESUMEN

La localidad de Pinamar abastece sus requerimientos hídricos a partir de un acuífero clástico pleistoceno-holoceno, que es recargado por la infiltración de los excesos de las precipitaciones. La provisión de agua se realiza de acuerdo a dos tipos de perforaciones, someras (menores a 10 m) destinadas al riego y otros usos, y profundas (mayores a 10 m) utilizadas para el consumo humano. En este trabajo se analizan las variaciones en los niveles hidráulicos, su relación con las precipitaciones y la vinculación existente entre ambos niveles productivos. Se realizaron mediciones mensuales y horarias de los niveles en una red de monitoreo compuesta de 44 perforaciones con diferentes profundidades. Adicionalmente se instalaron 7 pozos de menor profundidad junto a aquellos más profundos conformando pares someros-profundos. Se observó un cono de depresión asociado a la explotación durante la temporada turística. Se advierte una conexión hidráulica entre ambos niveles y su respuesta ante las precipitaciones.

Palabras clave: Niveles hidráulicos, acuífero costero, Pinamar.

---

## ABSTRACT

The Pinamar town supplies its water requirements from a clastic aquifer of Pleistocene-Holocene, which is recharged by rainfall excess. The groundwater supply is made from two types of holes, shallow (less than 10 m) for irrigation and other uses, and deep (greater than 10 m) used for human consumption. The aim of this work is to identify variations in water levels, their relation to precipitation and the linkage between the two levels of production. Monthly and hourly measurements were performed in a monitoring network consisting of 44 holes with different depths. Additionally settled 7 shallower wells along the deeper ones, forming shallow-deep pairs. There was a cone of depression associated with the farm during the tourist season. There is a link between the two levels and their response to rainfall.

Keywords: Groundwater levels, coastal aquifer, Pinamar.

---

## Introducción

El Partido de Pinamar se encuentra ubicado en el sector litoral costero de la provincia de Buenos Aires (Fig 1). Ocupa un área de 66 km<sup>2</sup> y cuenta con una población estable de 25.728 habitantes (INDEC, 2010) siendo su principal actividad el turismo. Esta actividad se acentúa durante diciembre, enero y febrero, generando un pico poblacional de alrededor de 500.000 personas según lo informado por la Secretaría de Turismo de Pinamar. El abastecimiento de agua potable se realiza exclusivamente a partir de aguas subterráneas provenientes de un acuífero clástico de edad Pleistocena-Holocena. La extracción del recurso se realiza a partir de dos tipos de perforaciones, aquellas que poseen

una profundidad menor a 10m y están destinadas al uso doméstico (riego de jardines, lavado de autos y otros usos domiciliarios) y otras que con una profundidad mayor a 10m, son utilizadas para el consumo humano. Las posibilidades de localizar otras fuentes de provisión de agua dulce se ven limitadas debido al carácter salobre de las aguas subterráneas situadas al oeste del cordón costero, y a la presencia de la cuña de agua salina hacia el este.

La única fuente de recarga al acuífero son los excesos de agua de las precipitaciones, (Rodríguez Capítulo y Kruse, 2011) cuyas variaciones en la recarga se manifiestan en fluctuaciones del nivel hidráulico.

La particularidad de la falta de estudios de caracterización de las aguas subterráneas como así también de políticas de gestión y fiscalización, que genera el uso no sustentable de los recursos hídricos y limita el crecimiento económico y el desarrollo planteado por Bocanegra et al., 2009 para los acuíferos costeros de Sudamérica es plenamente aplicable a la región en estudio.

El objetivo de este trabajo es caracterizar las fluctuaciones de los niveles hidráulicos a distintos pasos de tiempo (mensual, diario y horario) en los niveles de explotación (someros y profundos) y su relación con los eventos lluviosos.

### Características del área de estudio

La región corresponde al área denominada por Parker y Violante (1989) como cordón costero (Fig. 1). Geográficamente está situada en la provincia geológica de la Cuenca del Salado (Rolleri, 1975), que es una cubeta de sedimentación desarrollada en dirección NW-SE, desde el extremo norte de la provincia de Buenos Aires hasta la plataforma continental argentina en el sureste de la Bahía de Samborombón.

El acuífero costero está compuesto por arenas finas a muy finas con conchilla e intercalaciones más finas que van desde limos arenosos, arcillas plásticas, y paleosuelos con contenido variable de materia orgánica.

Desde el punto de vista hidrogeológico se trata de un área de infiltración preferencial y consecuente recarga, diferenciándose de su contraparte continental que se compone de sedimentos de baja permeabilidad y elevada salinidad (Gonzalez Arzac et. al 1993). En esta última son característicos los cuerpos de agua de carácter salobre (Laguna El Rosario) los cuales representan zonas de descarga subterránea.

La evolución de la región durante el Pleistoceno-Holoceno estuvo vinculada a las oscilaciones glacioeustáticas, en respuesta a las cambiantes condiciones climáticas imperantes durante el Cuaternario (Rodríguez Capitulo et. al. 2012). La alternancia de períodos glaciales e interglaciales indujo la ocurrencia de regresiones-transgresiones que modelaron el sustrato erosionándolo en parte y superponiéndole nuevos sedimentos litorales. Estos últimos depósitos son los responsables de las heterogeneidades observadas en sentido vertical y horizontal.

De acuerdo a los datos proporcionados por la estación del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ubicada en Pinamar para el período 1951

– 1976), y siguiendo la clasificación de Thornthwate (1948) el clima es húmedo, mesotermal frío, con moderada deficiencia de agua en verano. La precipitación media anual es de 894 mm y la temperatura media anual de 14,6°C.

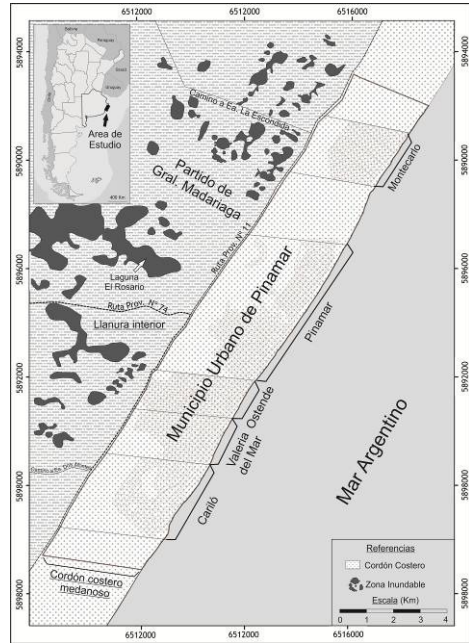


Figura 1 Ubicación del área de estudio

### Metodología

Se instaló una red monitora de niveles hidráulicos con una periodicidad mensual que cuenta con 44 perforaciones y cuya operación se realiza a partir de septiembre de 2010. Las profundidades de estas perforaciones oscilan entre un máximo de 10m (nivel somero) y 24m (nivel profundo). Las perforaciones fueron ubicadas de acuerdo a un diseño de malla del orden de 2 km de modo tal que se abarcara toda la superficie del partido. Existen 7 perforaciones someras situadas contiguamente a las profundas con el fin de reconocer la relación entre ambos niveles. Los sistemas de perforación utilizados fueron manuales y rotativos con inyección de lodo, en ambos casos se obtuvieron muestras de cutting para la reconstrucción del perfil litológico.

Se realizó el acotamiento de la boca de todos los pozos con nivel óptico (Método Geométrico).

Además se emplazaron equipos de medición continua de los niveles en los pares profundos-someros. La instalación de una estación meteorológica en la Cooperativa de Agua y Luz de Pinamar (Lat: 37°6'18.31"S; Long: 56°51' 53.80" W), permitió contar con datos de precipitación concordantes con los registros de niveles.

Las tareas de gabinete consistieron en la generación de un sistema de información geográfica, el procesado de datos, la elaboración de mapas topográficos y de flujo subterráneo.

Se compararon los mapas de flujo de marzo y noviembre de 2012, que comprende la finalización del período de mayor explotación, luego de la temporada turística, y la posterior recuperación de los niveles durante ese mismo año. Se analizaron mapas de isovariación para los meses anteriormente citados y las variaciones mensuales y diarias de los niveles en los pozos, diferenciándose zonas ubicadas en los sectores Este, Centro, y Oeste del cordón costero.

## Resultados

De acuerdo a los mapas de flujo subterráneo la morfología freática es radial con isolíneas de flujo que se orientan en sentido paralelo a la línea de costa. La divisoria de agua subterránea coincide, a nivel regional, con las máximas alturas. No obstante se aprecia una desviación de esta divisoria hacia la ruta interbalnearia, vinculada a la existencia de un promontorio en la morfología asociado a las lagunas de oxidación (Figuras 2 y 3). Regionalmente el flujo subterráneo se produce hacia la llanura continental y hacia el mar.

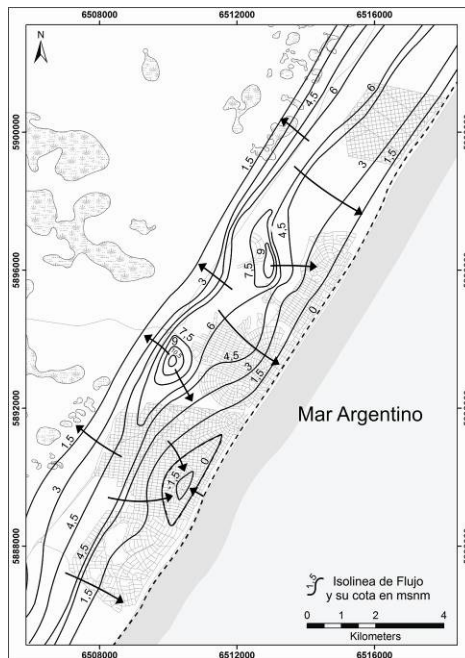
Evolución de los niveles para el período Marzo – Noviembre de 2012.

El análisis comparativo de las redes de flujo evidencia un ascenso general de los niveles hidráulicos en noviembre con respecto a marzo de 2012.

Además de la profundización citada de los niveles, en marzo se manifiesta un cono de depresión en la zona costera de Ostende y Valeria del Mar (Figura 2).

En la Figura 4 se muestra la distribución de perforaciones para el servicio de agua potable. De acuerdo a lo informado por personal del ente prestador del servicio, en lo que refiere al funcionamiento de las bombas de extracción, éstas se activan de manera progresiva llegando al pico en la explotación durante enero, febrero y marzo, y son desactivadas al final de la temporada. Esta práctica genera una depresión

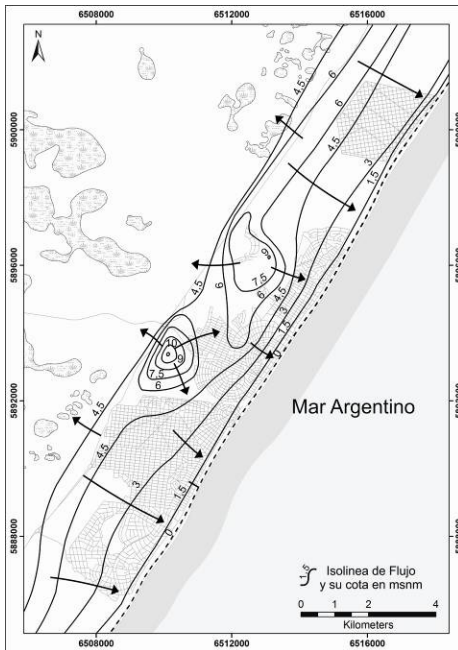
acentuada de los niveles en las zonas de mayor densidad de perforaciones.



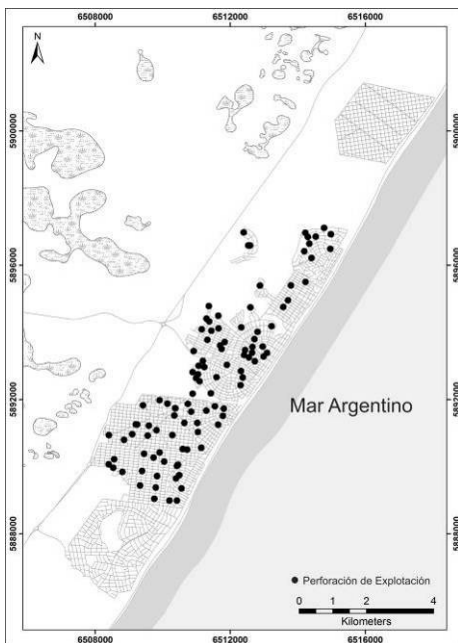
**Figura 2** Red de flujo subterráneo mar-2012. Se observa un cono de depresión en la zona de Valeria del Mar vinculado a la explotación intensiva realizada durante diciembre, enero y febrero.

La mayor densidad de perforaciones para el abastecimiento de agua potable se sitúa en Pinamar, Ostende y Valeria del Mar, no existiendo en la zona de Cariló y Montecarlo. Luego de la temporada turística y dependiendo del régimen pluviométrico, los niveles hidráulicos se recuperan como puede observarse en la Figura 3, e incluso no se reconoce el cono de depresión antes mencionado.

El mapa de isovariación (Figura 5) evidencia un ascenso general de los niveles para el período marzo – noviembre, acentuándose en Valeria del Mar y Ostende, mientras que en Pinamar Centro y Norte la recuperación observada es de menor magnitud.

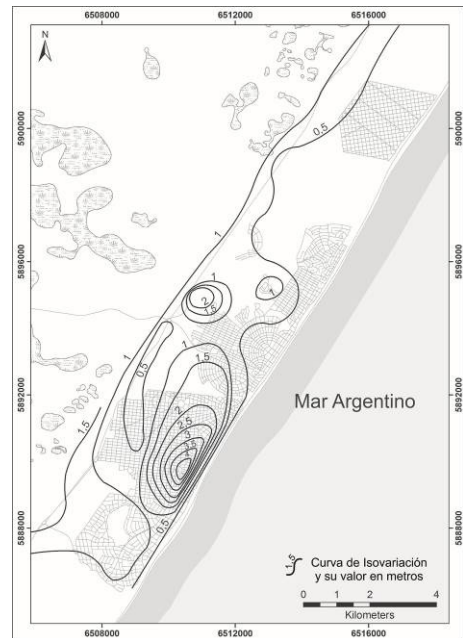


**Figura 3** Red de flujo subterráneo nov-2012



**Figura 4** Distribución de las perforaciones que alimentan la red de abastecimiento del partido.

Puntualmente, el mayor contraste se reconoce en la zona costera de Valeria del Mar, y en la intersección de la Av. Bunge y la Ruta Interbalnearia, evidenciando el cese en la extracción de las perforaciones de explotación.



**Figura 5** Mapa de isovariación marzo - noviembre

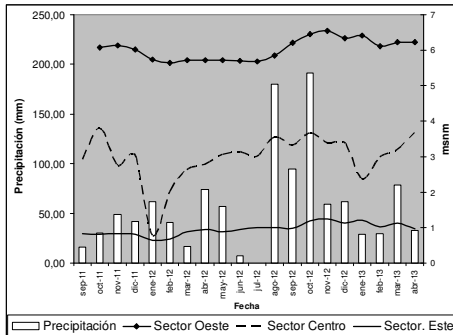
### **Análisis mensual de niveles y precipitaciones**

La serie de los niveles mensuales demuestra una relación entre los eventos lluviosos y el ascenso del nivel. Entre marzo y noviembre de 2012 se registraron 681 mm de precipitación y el ascenso promedio de los niveles fue de 77 cm.

En la figura 6 se han representado las variaciones de niveles de tres pozos representativos del sector oeste, central y este del cordón y los valores de la precipitación mensuales.

En sentido general se observa el ascenso de los niveles hidráulicos entre marzo y noviembre de 2012 en los 3 sectores. Las variaciones máximas medidas en los sectores Oeste y Este, fueron menores al metro. Se aprecia que los eventos de mayor precipitación tienen una correspondencia con los ascensos de los niveles.

El sector centro muestra las mayores fluctuaciones con valores no menores a 1,63 m y máximos de 3,02 m. Este efecto se ve acentuado por la profundización que se produce durante enero de 2012 y de 2013, y estaría vinculado a una mayor extracción de las perforaciones que se ubican principalmente en este sector.



**Figura 6** Evolución de niveles mensual para los grupos 1, 2 y 3.

### Evolución mensual y horaria de los pares someros - profundos

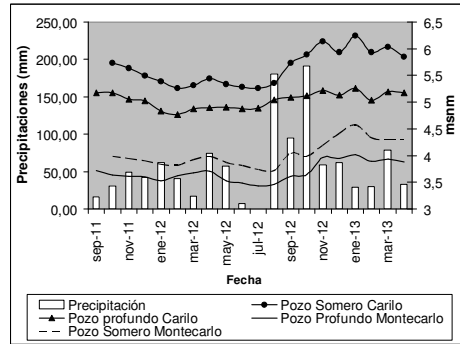
En la figura 7 se han representado los valores mensuales obtenidos a partir de 2 de los pares de perforaciones someras – profundas. En estos dos casos y en los restantes pares de perforaciones, el nivel hidráulico es menos profundo en la perforación que capta el agua del nivel más somero. Además se reconoce una correspondencia entre las curvas de ascenso y descenso en los casos analizados. No obstante, se advierte una atenuación en la magnitud de los ascensos y descensos en los niveles de las perforaciones mas profundas.

Esta característica también se evidencia cuando se analizan los datos con un paso de tiempo menor (horario). (Figura 8).

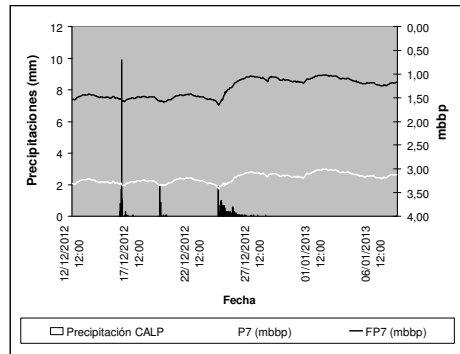
Por otra parte se determino un tiempo de retardo de 2 a 3 horas entre el evento de precipitación y el ascenso del nivel hidráulico esta respuesta se prolonga al menos durante 24 a 48 horas dependiendo de la intensidad y duración del evento lluvioso. El ascenso se produce de manera abrupta y se atenúa en la medida que no se produzcan más precipitaciones.

Con un ejemplo de variaciones horarias se caracteriza la diferencia en las magnitudes de ascenso de los niveles somero y profundo. Un evento de una leve precipitación de 18 mm ocurrido entre las 14 hs del 24/12/2012 y las 21 hs del 26/12/2012, produjo un ascenso de los

niveles de 59,6 y 34,7 cm respectivamente. Sin modificaciones significativas en la explotación la respuesta tuvo su pico de ascenso el 27/12/2012 a las 7 hs. Se advierte una similitud en las variaciones medidas para ambos casos.



**Figura 7** Evolución de niveles mensual para los pares somero-profundo.



**Figura 8** Evolución de niveles horarios para el par somero-profundo para el período 12/12/12 al 06/01/2013.

### Conclusiones

La descripción de las fluctuaciones hidráulicas en el acuífero de agua dulce alojado en el cordón costero obtenidas a partir de una red de monitoreo (44 perforaciones) permitieron reconocer algunas características del comportamiento de las aguas subterráneas en el Partido de Pinamar.

El flujo subterráneo muestra un sentido regional de escurrimiento hacia el este (mar) y hacia el oeste (llanura continental) a partir de una divisoria que naturalmente coincide con las mayores alturas del cordón medaneso. La actividad del hombre distorsiona este esquema general con conos de depresión asociados a zonas de explotación y promontorios en la capa

freática que se encuentran alejados de las mayores alturas, vinculados a una zona de recarga artificial producto del vertido de aguas residuales del saneamiento urbano.

El análisis comparativo de marzo y noviembre de 2012 evidencia un ascenso general de los niveles hidráulicos del orden de los 77 cm. Esta recuperación se relaciona con una disminución del volumen de explotación y con el aporte pluviométrico (681 mm). Las mayores variaciones se localizan en Pinamar, Ostende y Valeria del Mar donde existe una mayor concentración de pozos de extracción, y es de menor magnitud en Cariló y Montecarlo.

En el análisis mensual de los pares someros – profundos indican que el cordón costero representa un área de recarga existiendo un flujo vertical desde el nivel somero al profundo.

La respuesta a las precipitaciones de los niveles en los pozos someros y profundos indica que se trata de una unidad acuífera, con una conexión hidráulica entre ambos niveles de extracción.

La variación de los niveles frente a un evento lluvioso es prácticamente inmediata en los pozos someros y profundos. Existe diferencia en la magnitud, ya que la variación es más atenuada en los más profundos.

Se debe resaltar la necesidad de avanzar en una caracterización de detalle de las aguas subterráneas que constituyan las bases para un uso sustentable del acuífero de agua dulce. Por otra parte se destaca la necesidad de la creación de una legislación específica para este tipo de acuíferos que presentan una elevada vulnerabilidad frente a la actividad del hombre.

## Agradecimientos

Se agradece especialmente a la Cooperativa de Agua y Luz de Pinamar, a la Municipalidad de Pinamar y al Lic. Merlo por su constante aporte en las tareas de campo.

## Referencias

- Bocanegra, E., Cardoso Da Silva, G., Custodio, E., Manzano M. & Montenegro S. 2010. State of knowledge of coastal aquifer management in South America Hydrogeology Journal. Vol. 18: 261–267
- González Arzac, R., Pérez Spina, R., Garay, R., Vizcaino, A., Remorini, G., Campos, A., Rascovsky, L., García, R. & Bravo Molino, R. 1993. Estado Actual de las fuentes subterráneas en Pinamar y Villa Gesell (Primera etapa: Pinamar). Consejo Federal de Inversiones. Administración General de Obras Sanitarias. 71p

Indec. 2010. Censo nacional de poblaciones hogares 2010. [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar) (Último acceso 06/04/2013)

Parker, G. y Violante, R. A. 1989. Geología y Geomorfología. Regiones I y II. Punta Rasa - Faro Querandí. Provincia de Buenos Aires. Convenio Consejo Federal de Inversiones y Servicio de Hidrografía Naval, Informe final. 141 pp.

Rodrigues Capitulo, L y Kruse E. 2011. Balance hidrológico en un área costera medanosa con forestación. Caso de estudio: Partido de Pinamar (Provincia de Buenos Aires). VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea. Hidrogeología regional y exploración hidrogeológica. Actas del taller 2: 80-87, Salta.

Rodrigues Capitulo, L y Kruse E. 2012. Influencia de la evolución geomorfológica Pleistocena Holocena en la dinámica del acuífero costero medanoso. En: Ollier C. et al. (Editor) Degiovanni y Andrazzinni (compiladores). V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. ISBN 978-987-688-012-1. UniRío editora. Río IV. Córdoba. pp 263-272.

Rolleri, E., 1975. Provincias Geológicas Bonaerenses. VI Congreso Geológico Argentino, Relatorio, Bahía Blanca, 29-54.

Thorntwaite, C. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Reprinted from The Geographical Review, 38 (1): 55-94.