

# ESTUDIO PRELIMINAR DEL USO DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN UN SECTOR DEL CINTURÓN HORTÍCOLA PLATENSE

Daiana Dell' Arciprete<sup>\*,\*\*</sup>, Maximiliano Fabiano<sup>\*,\*\*\*</sup>, Leonardo Sánchez Caro<sup>\*,\*\*</sup>,  
Silvina Carretero<sup>\*,\*\*</sup>, Patricia Laurencena<sup>\*,\*\*\*</sup>, Leandro Rodrigues Capítulo<sup>\*,\*\*</sup>  
y Eduardo Kruse<sup>\*,\*\*</sup>.

\* Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 64 N°3, La Plata, Argentina. E-mail: [dellarcipretedaiana@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:dellarcipretedaiana@fcnym.unlp.edu.ar)

\*\* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

\*\*\* Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Argentina.

## RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo generar una red de monitoreo que permita identificar los diferentes usos del suelo y su relación con los acuíferos del que se abastecen los agricultores. Se presenta una red de monitoreo identificando los diferentes usos del suelo y del recurso hídrico subterráneo dentro del Cordón Hortícola de La Plata, abarcando las zonas de cabecera y media de los arroyos Pereyra, Carnaval, Martín, Rodríguez y El Gato. Se generó una encuesta estructurada y posterior visita a las quintas. Se identificó el área urbana que comprende el sector de mayor densidad poblacional; el área periurbana, caracterizado por una explotación agrícola intensiva (horticultura, floricultura); y el área rural, con actividades agrícolas extensivas. Los diferentes usos del suelo condicionan la recarga de los acuíferos, alrededor del 60 % del área relevada corresponde a superficies impermeabilizadas por el cultivo bajo cubierta. El uso del agua subterránea es para consumo y producción. El recurso hídrico explotado proviene de los acuíferos Pampeano y Puelche. A partir del análisis de los pozos en la zona periurbana más del 90 % de las perforaciones censadas extraen agua de este último. La profundidad del agua medida en la red piezométrica oscila entre los 13,6 y 29,4 metros bajo boca de pozo. La zona periurbana se incrementó de un 39 % a un 53 % a expensas de la zona rural entre 2012 y 2021. Este trabajo representa la primera etapa de una tesis doctoral.

**Palabras Claves:** hidrogeología, uso de suelo, Cordón Hortícola de La Plata.

## ABSTRACT

The objective of this work is to generate a monitoring network which allows the identification of different land uses and their relationship with the groundwater consumption for productive purposes. This monitoring network is applied within the horticultural belt of La Plata which encompasses the headwaters and intermediate zones of the Pereyra, Carnaval, Martín, Rodríguez and El Gato creeks. A survey was carried out in the smallholding. Three areas were identified; the urban area with the highest population density, the periurban area characterized by intensive agricultural activity (horticulture, floriculture) and the rural area with more extensive agricultural activity. The different land uses affect groundwater recharge, around 60% of the study area corresponds to impervious surfaces due to greenhouse crops. The groundwater extraction is from the Pampeano and Puelche aquifers. According to the analysis in the periurban area more than 90% of the wells extract water from the latter. Groundwater depth measured in the piezometric network ranges between 13.6

and 29.4 meters below ground surface. The periurban area showed an increase of 39% to 53% in expense of the rural zone between 2012 and 2021. This work represents the first stage of an ongoing doctoral thesis.

**Keywords:** hydrogeology, land use, Horticultural Belt of La Plata.

## INTRODUCCIÓN

La horticultura en la localidad de La Plata, provincia de Buenos Aires, desde la fundación de la ciudad hasta el presente, ha exhibido una expansión ininterrumpida, no solo productiva y comercial, sino también tecnológica y económica. En la actualidad, la actividad productiva del Cinturón Hortícola de La Plata (CHLP) se posiciona como la región hortícola más importante del país (García, 2011; Miranda, 2017).

Una de las características que identifican este sector es la particular forma de ocupación del espacio; es una zona de fronteras móviles y difusas entre el campo y la ciudad, rodeando el casco urbano de La Plata en expansión hacia el sudoeste.

Kruse *et al.* (2003) hacen mención a los usos de la tierra, la sobreexplotación del agua y las prácticas de disposición de efluentes y desechos en un medio urbano, ocasionando modificaciones en el ciclo hidrológico tanto en la calidad y cantidad del recurso hídrico, dando como resultado la disminución de la infiltración natural de las aguas pluviales y de la evapotranspiración y como consecuencia el aumento del escurrimiento superficial.

El desarrollo urbano, la demanda de agua y la inhabilitación de algunos pozos por problemas de contaminación han dado lugar a la expansión del área de explotación para abastecimiento de agua potable y esto ha generado una competencia por el uso de la tierra y consecuentemente por el uso del agua (Laurencena *et al.*, 2010).

Kruse *et al.* (2014), haciendo mención a un eventual cambio climático global, otorgan importancia a los cambios del uso del suelo por actividades agropecuarias. Estas actividades incluyen la incorporación de invernáculos, el desarrollo urbano y su consecuente infraestructura, evidenciado por la modificación de la dinámica del agua tanto superficial como subterránea. Los resultados de este estudio muestran que el incremento de superficies de suelo cubiertas, la eliminación de la cubierta vegetal y extracción sin límite de agua de los acuíferos, afecta directamente a la disponibilidad de agua, desencadenando eventualmente inundaciones.

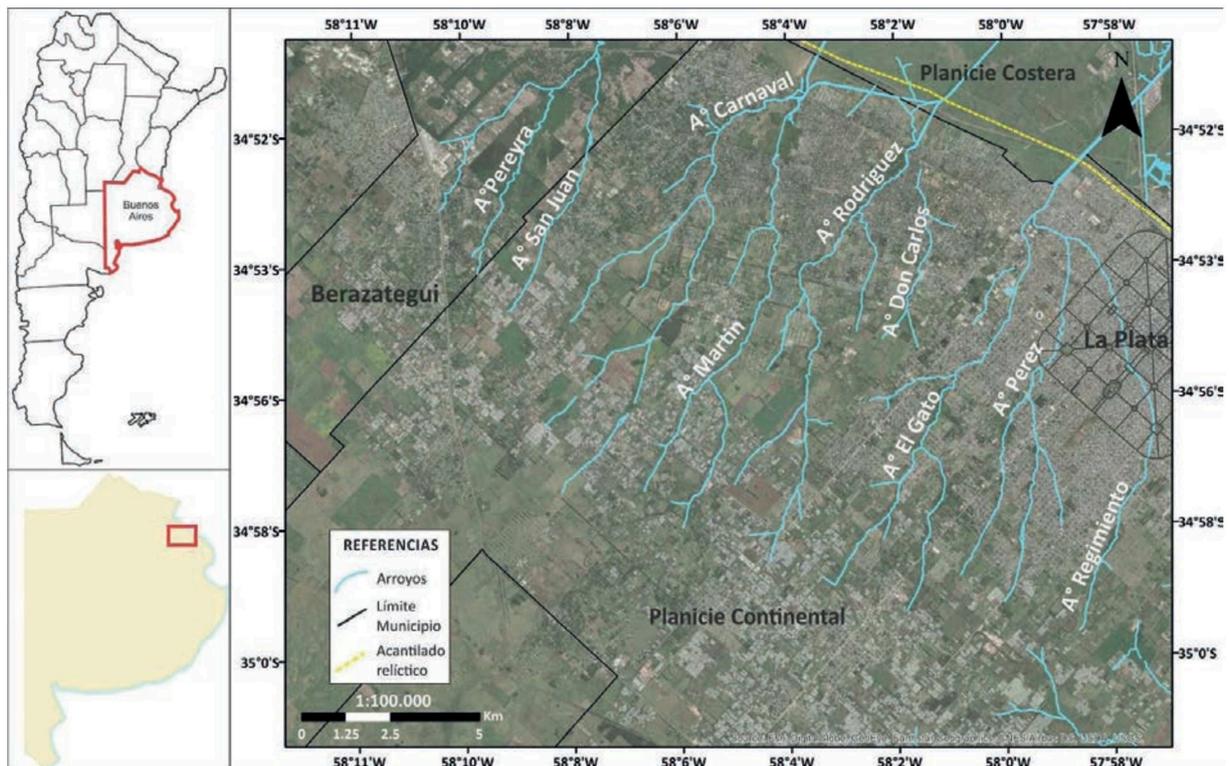
En esta primera etapa del trabajo el objetivo es generar una red de monitoreo que permita identificar los diferentes usos del suelo y su relación con los acuíferos del que se abastecen los agricultores, con el propósito futuro de evaluar la dinámica del agua subterránea vinculada al balance hídrico del CHLP, donde coexisten diferentes usos del suelo tales como la actividad hortícola y residencial. El desarrollo tecnológico de los sistemas productivos del CHLP está vinculado, principalmente, al grado de utilización de invernáculos, cobertura plástica, sistemas de riego por goteo y fertirrigación. Estos procesos modifican el ciclo hidrológico natural, por lo cual es necesaria la evaluación de su incidencia en el balance hídrico.

### ■ Características generales del área de estudio

El área mencionada se ubica en el NE de la provincia de Buenos Aires, comprendiendo la zona oeste del municipio de La Plata y el sector sur del municipio de Berazategui, entre las latitudes 34°50' S y 35° S y las longitudes 57°56' y 58°10', ocupando una superficie de aproximadamente 180 km<sup>2</sup>, considerándose una zona que se encuentra en las cercanías de la margen sur del estuario del Río de la Plata.

El área de estudio ubicada dentro del CHLP abarca las zonas de cabeceras y zonas medias de los arroyos ubicados de NO a SE: Pereyra, Carnaval, Martín, Rodríguez y El Gato (Figura 1) dentro de la planicie continental, en donde no existe el servicio de aprovisionamiento de agua potable ni sistema cloacal; por ello, se utiliza agua subterránea para consumo y producción.

En este sector coexisten diversos sistemas de producción como el convencional bajo invernáculo, convencional al aire libre, orgánico bajo invernáculo y orgánico al aire libre, en donde los cambios tecnológicos asociados a estos sistemas de producción han originado un aumento en el volumen de agua utilizada para riego (Auge, 2005). Como consecuencia, se generan impactos potenciales en el recurso, sumado a que cada quinta se provee de agua a través de perforaciones y bombeo; a su vez, se construyen pozos absorbentes para los líquidos cloacales.



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en el CHLP

El clima del área es de tipo templado - húmedo, con precipitaciones medias anuales de 1086 mm/año, una temperatura media anual de 17.2°C (Zanandrea, 2019). De acuerdo a la clasificación en el sistema de Thornthwaite, el clima es húmedo (B2) y microtermal (C'2), con valores de evapotranspiración mayores a 570 mm. En cuanto a la clasificación de Köppen-Geiger es del tipo templado (C), subtropical, sin estación seca (pampeano) y con veranos cálidos (fa). La intensidad media anual de los vientos es de 12 km/h, predominando los provenientes del E y secundariamente los de NE y NO (Hurtado *et al.*, 2006).

La Plata, particularmente, según su geomorfología se puede clasificar como una planicie continental también denominada zona interior (Fidalgo y Martínez, 1983) (tomando como referencia al estuario del Río de la Plata) y la planicie costera o llanura costera marginal, al noreste (Fidalgo y Martínez, 1983; Cavallotto, 1995) (Figura 1), en donde el límite entre ambas está representado por un acantilado relíctico, que se sitúa aproximadamente a los 5 m.s.n.m.

En relación con el drenaje superficial de la planicie costera en el área de estudio, los arroyos (Pereyra, Carnaval, Martín, Rodríguez y El Gato) tienen un rumbo general de escurrimiento SO-NE, desaguan en la Planicie Costera, determinando, en general, un paisaje conformado por suaves ondulaciones.

En la actualidad, la mayoría de los cursos han sido rectificadas, profundizadas y ensanchadas para facilitar el escurrimiento ya que la gran mayoría de estas planicies de inundación han sido ocupadas por la población, despreciando el paisaje original de base.

La geología, en conjunto con su comportamiento hidrológico, se puede discretizar en tres componentes, encontrándose de base a techo:

1. el basamento cristalino comportándose como un acuífugo;
2. sistema pasivo, compuesto por la Formación Olivos y la Formación Paraná, en donde ambas formaciones actúan en su parte inferior como acuíferos confinados y en las superiores como acuícludo (González, 2005);
3. sistema activo. La Formación Puelches, se encuentra aproximadamente entre los 44 y 63 m (García, 2016) y está compuesta por arenas cuarzosas, por encima se encuentran los Sedimentos Pampeanos que normalmente varía entre 0 y 43 m, de acuerdo a los desniveles topográficos y la posición del techo de la Formación Puelches, que están formados por limos arenosos (García, 2016). La sección superior de la Formación contiene a la capa freática (acuífero freático) y su base está formada por un limo arcilloso que lo separa del Puelche, otorgando a este último un comportamiento de acuífero semiconfinado.

El techo de la secuencia estratigráfica está conformado por los Sedimentos Postpampeanos, que actúa como acuitardo o acuícludo (Auge, 1990), y es donde se encuentra la zona no saturada.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En el análisis para la discretización de los usos del suelo se emplearon los criterios de Laurencena *et al.* (2010), identificando tres sectores diferentes: urbano, periurbano y rural, los cuales fueron actualizados a través de las imágenes adquiridas de Google Earth de mayo 2021 de los partidos de La Plata y Berazategui y verificado en los recorridos de campo.

La información recopilada fue integrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) a partir del cual se generó un mapa base compuesto por la red hidrográfica del área, la trama de los partidos que se incluyen en la cuenca y la ubicación de las perforaciones de monitoreo.

Se realizaron encuestas entre los meses de septiembre de 2021 y abril del 2022 a diversos agricultores y/o floricultores. Se generó una encuesta estructurada formulada en base a tres criterios: el hidrológico, el uso del suelo y el uso del agua.

El criterio hidrológico se abordó consultando sobre el estado de los pozos de agua en su terreno, la profundidad del mismo, caudal de extracción, características de las bombas trifásicas y monofásicas en uso y sistema de recolección de agua de lluvia.

El criterio referido al uso del suelo se enfatizó en el sistema de cultivo utilizado (bajo cubierta o al aire libre), pesticidas y/o agroquímicos utilizados y el espacio ocupado por invernáculos.

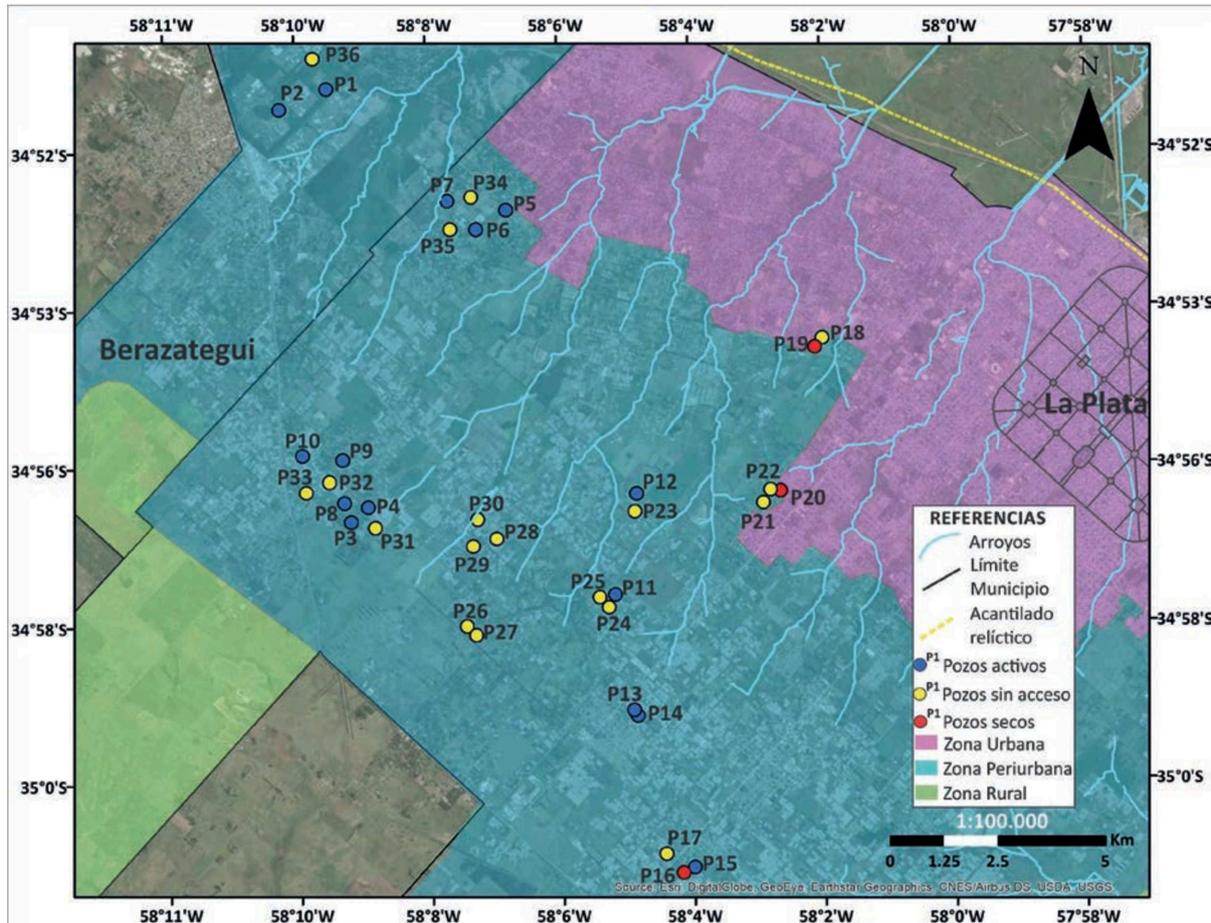
El uso del agua se abordó preguntando uso para riego, diferentes técnicas de riego, uso industrial, para consumo humano o de animales. Se contabilizó la cantidad de pozos que hay en cada sector en el que se pudo acceder y se evaluaron, con visitas a cada quinta, un total de 36 perforaciones.

La evaluación de los pozos de agua consistió en corroborar el acceso al mismo para medir los niveles de profundidad del agua subterránea.

Se procesó la información obtenida de las encuestas junto con las mediciones de la profundidad del agua subterránea tomadas con una sonda de nivel, y se analizaron las características de las perforaciones como su ubicación, accesibilidad para medir los niveles de agua y sus características constructivas, clasificándolas como aptas o no aptas para formar parte de la red de monitoreo en el área de estudio.

## RESULTADOS

Según la discretización de los usos del suelo se identificó el área urbana que comprende el sector de mayor densidad poblacional; el área periurbana, caracterizado por una explotación agrícola intensiva (horticultura, floricultura); y el área rural, donde se desarrollan actividades agrícolas extensivas (Figura 2).



**Figura 2.** Discretización de usos del suelo para mayo de 2021 y ubicación de los pozos de agua dentro del CHLP.

Los 36 pozos de agua fueron subdivididos según su ubicación con respecto a la clasificación de suelos, se encuentran todos en el sector periurbano y, de momento, no se obtuvo acceso a ningún pozo en la zona urbana y rural. Las profundidades medidas de las perforaciones oscilaron entre los 40 y 60 metros, con lo cual se interpreta que se extrae aguas del acuífero semiconfinado Puelche. La excepción la constituyen 3 perforaciones que tienen aproximadamente 30 metros de profundidad (P7, P13 y P33), lo cual corresponde a una extracción del recurso hídrico a partir del acuífero Pampeano.

Los productores enfatizan que los pozos de agua son realizados a determinadas profundidades (generalmente más de 45 metros) por consejo del perforista, para que luego no se tenga que profundizar el pozo por escasez de agua u otros agravantes, representando un beneficio a futuro para el productor. A su vez, esta recomendación, aceptada por los productores y por la comunidad rural, tiene otros inconvenientes como la sobreexplotación de las aguas obtenidas del acuífero confinado Puelche y una posible contaminación del mismo por conexión con el acuífero freático Pampeano.

Según las características constructivas de cada perforación se pudo realizar la medición de profundidad en 18 de los 36 pozos, ubicados todos en el sector periurbano. Se determinó que tres pozos no fueron aptos para realizar la medición dentro del sector periurbano clasificándose como "pozos secos" (P16, P19, P20) (Figura 2). Se accedió a los 15 pozos restantes para realizar la medición del nivel del agua.

Los resultados obtenidos a partir de las encuestas a los productores y las observaciones de campo se encuentran resumidos en la Tabla 1. De acuerdo a la información obtenida, el más del 53 % de las quintas recorridas presentan entre un 85 % y un 100 % de la superficie de su terreno cubierto por invernáculos; un 30 % de las quintas presentan entre 16 % y 84 % de la superficie cubierta y aproximadamente un 30 % se encuentra entre 0 % y 15 % con superficies con poca impermeabilización del terreno, produciendo cultivos al aire libre.

El método de riego más utilizado en los invernáculos es por goteo y en cultivos al aire libre aprovechan el agua de lluvia o riego por surcos (técnica de riego donde se riega de a un surco a la vez inundándose y haciendo circular el agua).

Los invernáculos presentan surcos a su alrededor para conducir el agua que choca contra la estructura hasta zanjas presentes en las veredas fuera de las delimitaciones del terreno. Se da por entendido que ninguna quinta presenta canalizaciones hacia los cursos de agua, a excepción de un agricultor que realizó canalizaciones hasta una laguna artificial de un country privado lindante y otra canalización hasta su propio estanque de almacenaje de agua de precipitaciones.

En cuanto a la profundidad del agua, se observó que los niveles se encontraron a una profundidad entre los 13,6 y 29,4 mbbp (metros bajo boca de pozo).

En el caso del P7, el pozo que extrae agua subterránea del acuífero Pampeano, se obtuvieron medidas más consecutivas variando en el periodo de 3 meses entre 15,42 a 15,74 mbbp.

Según Laurencena *et al.* (2010), para el año 2010 el sector periurbano abarcaba un 39 % de la superficie del municipio de La Plata. De acuerdo a los cálculos de las superficies de los usos del suelo realizados en el presente trabajo, esta superficie se incrementó a un 53 %. La zona rural del partido de La Plata ocupa un 27,4 % y el sector urbano un 19,5 % para mayo del 2021.

**Tabla 1.** Datos de las quintas obtenidos de las encuestas realizadas a los productores y su observación en el campo.

Uso de suelo	Pozo	Profundidad del nivel de agua (mbbp)	Fecha del censo 2022	Acuífero en explotación	% de la propiedad con invernáculos	Quinta	
P E R I U R B A N O	P1	28	2-abr	Puelche	10 %	QH1	
	P36	-					
	P2	29,4			25 %	QH2	
	P7	15,5					
	P34	-	12-feb	Pampeano	25 %	QH3	
	P35	-					
	P6	17,85					
	P5	17,00	10-abr		100 %	QH4	
	P8	15,66			100 %	QH5	
	P9	17,53	4-mar		90 %	QH6	
	P10	14,4					
	P32	-					
	P33	-					
	P3	15,53					
	P4	13,92	10-abr	Puelche	21 %	QH7	
	P31	-	2-abr		0 %	QH8	
	P26	-					
	P27	-					
	P12	22,83	9-feb		43 %	QH9	
	P23	-					
	P18	-					
	P19	Seco					
	P20	Seco	8-feb		0 %	QH11	
	P21	-					
	P22	-					
	P11	22	4-mar	Pampeano	50 %	QH12	
	P24	-		Puelche			
	P25	-	2-abr	-	0 %	CQ13	
	P28	-					
	P29	-		Puelche			75 %
P30	-						
P13	24,43						
P14	23,4	9-feb	Pampeano	100 %	QH15		
P15	21,3	Puelche					
P16	Seco	8-feb	-	100 %	QH16		
P17	-		Puelche				

## CONCLUSIONES

En el periodo 2010-2021, el incremento del área periurbana se produjo a expensas de la zona rural. En general, en esta zona la explotación del agua subterránea se lleva a cabo de manera particular mediante perforaciones, tanto para uso doméstico como para el riego.

Alrededor del 60 % del área de las quintas relevadas corresponde a superficies impermeabilizadas por el cultivo bajo cubierta.

El recurso hídrico en explotación proviene de los acuíferos Pampeano y Puelche, en donde alrededor del 90 % de las perforaciones censadas extraen agua de este último.

Las encuestas fueron representativas para discretizar el uso del agua y del suelo. La información obtenida permitió confeccionar un mapa de uso del suelo y recurso hídrico utilizado.

Este trabajo representa la etapa inicial de una tesis doctoral con el objetivo de evaluar la dinámica del agua subterránea vinculada al balance hídrico del CHLP.

## REFERENCIAS

- Auge, M., 1990. Aptitud del agua subterránea en La Plata, Argentina. Seminario Latinoamericano de Medio Ambiente y Desarrollo. Actas: 191-201. Bariloche.
- Auge M., 2005. Hidrogeología de La Plata, Provincia de Buenos Aires. 16º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 293-312, La Plata.
- Cavallotto, J., 1995. Evolución Geomorfológica de la Llanura Costera del Margen Sur del Río de La Plata. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (inédita), 237 p., La Plata.
- Fidalgo, F. y Martínez, 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.
- García, M., 2011. El Cinturón Hortícola Platense: ahogándonos en un mar de plásticos. Un ensayo acerca de la tecnología, el ambiente y la política. Theomai, 23, 35–53. Disponible en: [http://revistatheomai.unq.edu.ar/NUMERO%2023/contenido\\_23.htm](http://revistatheomai.unq.edu.ar/NUMERO%2023/contenido_23.htm)
- García, J. M., 2016. Particularidades del Acuífero Puelche en la región de La Plata. Trabajo Final de Licenciatura. p.69. Facultad de Ciencias Naturales y Museo-Universidad Nacional de La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/64657>
- González, N., 2005. Los ambientes hidrogeológicos de la provincia de Buenos Aires. En: R.E. de Barrio, R. O. Etcheverry, M.F. Caballé y E. Llambías (edit.) Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. Cap. XXII: 359–374. La Plata.
- Hurtado, M., Giménez, J., Cabral, M., Silva, M., Martínez, O., Camilión, M., Sánchez, C., Muntz, D., Gebhard, J., Forte, L., Boff, L., Crincoli, A., y Lucasoli, H., 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27046>
- Kruse, E., Varela, L., Laurencena, P., Deluchi, M., Rojo, A. y Carol, E., 2003. Modificaciones del ciclo hidrológico en un área del noreste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Simposio sobre El Agua y la Ciudad sostenible: Hidrogeología Urbana. Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Grupo Español. Pág. 30 -36.
- Kruse, E., Sarandón, R., Gaspari, F., Schnack, E., Del Cogliano, D., Fucks E., Perdomo, R., Guerrero, Borges V., Rodríguez, Vegaria, A., Pousa, J., Simontacchi, L., Carretero, S., Richter, A., Gómez, M.E., Bagu, D., Charó, M., Ainchil, J., Perdomo, S., Ruiz, M.S., Besteiro, S., Delgado, M.I., Laurencena, P., Mendoza, L., Nuccetell, G., Pisano, M.F., Rodríguez, Capítulo L., Tavarone, M.F., 2014. Impacto del cambio climático en el Gran La Plata. EDULP, La Plata. 105 p.
- Laurencena, P., Deluchi, M., Rojo, A. y Kruse, E., 2010. 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 Número especial Geología Urbana, Ordenamiento Territorial y Teledetección.

- Miranda, M., 2017. Riesgos ambientales asociados al cultivo bajo cubierta en el cinturón hortícola del gran la Plata. 1° Encuentro Nacional sobre Periurbanos e interfases críticas. Ciudad de Córdoba: INTA.
- Zanandrea, J. F., 2019. Variaciones del nivel freático en la cuenca del Arroyo El Pescado. Periodo 2017–2018. Trabajo Final de Licenciatura. p.45. Facultad de Ciencias Naturales y Museo-Universidad Nacional de La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26575>