

Serie: Informes científico-técnicos del
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras

Informe Técnico N°23

Prefactibilidad de la explotación del agua subterránea requerida para el desempeño del proyecto agroecológico de Chapadmalal: evaluación hidrogeológica preliminar dirigida a la gestión sostenible del recurso hídrico.



Autores: María Ximena Solana, Alejandro Basaldúa, Jesús David Gómez Gutiérrez, Guido Bacino, Salvador Lamarchina, Daniel Emilio Martínez.
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) UNMdP-CONICET
Mar del Plata, Argentina

Citar como: Solana, M. X., Basaldúa, A., Gómez Gutiérrez, J. D., Bacino, G., Lamarchina, S., Martínez, D. E. (2024). Prefactibilidad de la explotación del agua subterránea requerida para el desempeño del proyecto agroecológico de Chapadmalal: evaluación hidrogeológica preliminar dirigida a la gestión sostenible del recurso hídrico. Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras N° 23 (UNMdP-CONICET). 25 pp. ISSN 2796-9088

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. **ISSN 2796-9088**

La “Serie: Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras” se aloja en el sitio <https://www.iimyc.gob.ar/iimyc/es/informes-tecnicos/>

La utilización, redistribución, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original y que las obras que resulten sean publicadas bajo las mismas condiciones de libre acceso. Esta licencia se aplica exclusivamente al texto de la presente publicación. Para utilizar cualquier otro material que aparezca en ella (tal como textos, imágenes, ilustraciones o gráficos), será necesario pedir autorización a la Dirección del IIMyC iimyc@mdp.edu.ar. No está permitido utilizar el logotipo del IIMyC.

Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). El IIMyC no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en el/los idiomas que se publique será el texto autorizado”.

Mar del Plata, febrero 2024

Informe



PREFACTIBILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA REQUERIDA PARA EL DESEMPEÑO DEL PROYECTO AGROECOLÓGICO DE CHAPADMALAL: EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA PRELIMINAR DIRIGIDA A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL RECURSO HÍDRICO

María Ximena Solana^{1,2,4}, Alejandro Basaldúa^{1,2,4}, Jesús David Gómez Gutiérrez^{2,4}, Guido Bacino^{3,4}, Salvador Lamarchina⁴, Daniel Emilio Martínez^{1,2,4}

¹Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Argentina.

²Grupo de hidrogeología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

³Grupo Multidisciplinario de Estudios Bonaerenses (GEMEB), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

⁴Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.

[Correspondencia: María Ximena Solana <ximenasolana@mdp.edu.ar>]

RESUMEN. En el marco de un Servicio Tecnológico de Alto Nivel (STAN; CONICET) se ha llevado a cabo un estudio técnico para el Proyecto Agroecológico Chapadmalal. Éste abarca una extensión aproximada de 143 hectáreas, destinadas al desarrollo de actividades agropecuarias en el marco de un proyecto de gestión territorial con propuesta agroecológica. El principal objetivo fue brindar herramientas para evaluar la capacidad del acuífero pampeano en satisfacer la demanda hídrica asociada al proyecto e impulsar el desarrollo sostenible del recurso en las actividades productivas. El estudio incluye la evaluación detallada de variables hidroclimáticas para comprender a fondo los procesos de recarga y descarga del acuífero, así como el análisis de las direcciones de flujo mediante la integración de mapas topográficos con datos piezométricos y la estimación de la profundidad del basamento y espesor del acuífero mediante datos geofísicos. Se presentan además los parámetros hidráulicos derivados de un ensayo de bombeo y recuperación, así como la caracterización fisicoquímica del agua subterránea, su calidad de acuerdo al Código Alimentario Argentino y su clasificación en cuanto a aptitud para riego.

ABSTRACT. Pre-feasibility study of groundwater development activities proposed in Chapadmalal Agroecological Project: preliminary hydrogeological assessment for sustainable management of groundwater resources. Within the framework of a high-level technological service (STAN; CONICET), a technical study was carried out for the Chapadmalal Agroecological Project. In this project, about 143 hectares are planned for the development of agricultural and livestock activities within a territorial management project with an agroecological proposal. The main objective was to provide tools to evaluate the capacity of the Pampean aquifer to meet the water demand associated with the project and to promote the sustainable development of water resources in productive activities. The study includes a detailed evaluation of hydroclimatic variables for a thorough understanding of the recharge and discharge processes of the aquifer, as well as the analysis of flow directions through the integration of topographic maps with piezometric data and the estimation of the basement depth and the aquifer thickness through geophysical data. Hydraulic parameters derived from a pumping and recovery test are also presented, as well as the physicochemical characterization of groundwater, its quality according to the Argentine Food Code, and its classification in terms of irrigation suitability.

Palabras clave: Abastecimiento, acuífero pampeano, agua subterránea, hidrogeología, productividad, riego.

Key words: Hydrogeology, groundwater, irrigation, Pampean aquifer, productivity, water supply.

INTRODUCCIÓN

El sureste de la provincia de Buenos Aires es ampliamente conocido por su alta productividad agropecuaria. Particularmente, la llanura pampeana húmeda se ve favorecida por la cantidad y calidad del recurso hídrico subterráneo, almacenado princi-

palmente en el acuífero pampeano. Éste constituye la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la población, que es aprovechada tanto por el sector urbano como por el industrial y el agropecuario. Por otro lado, en la zona periurbana costera del sur de Mar del Plata, el abastecimiento de agua potable no se

encuentra regulado y se realiza mediante bombas sumergibles instaladas en pozos particulares. Y aunque la mayoría son pozos domiciliarios, otros tantos son pozos de riego destinados a actividades agrícolas.

El Proyecto Agroecológico Chapadmalal ha sido propuesto recientemente para llevarse a cabo en un campo de 143 hectáreas ubicado al sur de la ciudad de Mar del Plata, comprendido entre el océano Atlántico al sur, otros campos de cultivo al norte, el complejo deportivo Chapadmalal al este y el barrio El Marquesado al oeste. Teniendo en cuenta la proximidad de dicho núcleo barrial al lugar sugerido para llevar a cabo las actividades agropecuarias mencionadas, se plantea este estudio en el marco de un Servicio Tecnológico de Alto Nivel (STAN; CONICET), cuyo objetivo principal fue brindar herramientas para una gestión adecuada del recurso hídrico subterráneo en el proyecto agroecológico.

Para evaluar la prefactibilidad de la explotación del recurso hídrico subterráneo requerido para el desempeño de las actividades propuestas por el mencionado proyecto, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- › Analizar la hidroclimatología de la región a partir de los registros históricos de las precipitaciones, temperatura, humedad relativa y evapotranspiración.
- › Realizar un balance hídrico con los datos hidrometeorológicos para evaluar los periodos de excesos y déficits hídricos.
- › Estimar las direcciones de escurrimiento y flujo superficial a partir del análisis topográfico del terreno.
- › Elaborar un mapa piezométrico con datos de nivel freático para determinar direcciones del flujo subterráneo y espesores de la zona no saturada.
- › Elaborar un mapa del basamento hidrogeológico a partir de datos geofísicos para determinar el espesor del acuífero pampeano aprovechable para fines agroecológicos.
- › Llevar a cabo un ensayo de bombeo y recuperación dirigido a la determinación de parámetros hidráulicos propios del acuífero pampeano en el sector estudiado.
- › Interpretar la calidad de agua subterránea desde el punto de vista hidroquímico.

Se espera que la información generada en las diferentes etapas de investigación, sea de utilidad para los tomadores de decisiones del proyecto agroecológico en lo referente a la explotación del agua subterránea en el emplazamiento sugerido.

Contexto geológico del área de estudio

El campo destinado para el proyecto agroecológico se encuentra ubicado en el sureste de la provincia de Buenos Aires, al sur del Partido de General Pueyrredón. Desde el punto de vista regional, se emplaza en el ámbito sur del extremo oriental de las sierras de Tandil, que junto con Ventania y la cuenca de Claromecó constituyen lo que se conoce como "Positivo Bonaerense" (Yrigoyen, 1975). La secuencia estratigráfica del área puede observarse parcialmente en los acantilados de Chapadmalal. Los depósitos que los conforman están constituidos por limos areno-arcillosos de colores castaño-amarillentos a rojizos que fueron transportados y acumulados por la acción eólica y re TRABAJADOS por la acción fluvial entre el Plioceno y el Holoceno (actualidad) (Fig. 1A).

Particularmente, el campo se ubica en una amplia cuenca fluvial que se desarrolla entre la desembocadura del arroyo Lobería al noreste y la Punta Vorohué al suroeste, coincidiendo el

sector más profundo del valle con la desembocadura del arroyo Chapadmalal (Fig. 1B). Los sedimentos más antiguos de esta serie se habrían depositado entre los 5 y los 3,3 Ma, instaurándose a partir de entonces una red de drenaje fluvial que re TRABAJÓ los sedimentos en un ambiente más árido. Evidencias de ello se observan en paleosuelos que marcan episodios de acumulación sedimentaria sobre paisajes antiguos de contenido más arcilloso, así como en niveles de tosca formados a partir de la precipitación de carbonato de calcio, entre otros. En lo que se refiere a los valles de los arroyos que hoy día surcan el paisaje, éstos se habrían desarrollado durante los últimos 100.000 años, culminando con una cubierta sedimentaria arenosa de origen eólico depositada a finales de la última glaciación, hace unos 10.000 años atrás (Zárate et al., 2008). Mineralógicamente, la mayor parte de estos depósitos está constituida por fragmentos de rocas volcánicas, vidrio volcánico, plagioclasa, cuarzo, anfíboles y piroxenos, atribuidos por Teruggi (1957) a las rocas volcánicas formadas en la cordillera de los Andes, que fueron transportados por vientos procedentes del oeste y dieron origen al loess pampeano.

METODOLOGÍAS

A continuación, se detallan las fuentes de información consultadas, así como las metodologías empleadas para llevar a cabo las tareas propuestas.

- › Registros hidroclimatológicos: Se solicitaron los registros históricos de la estación meteorológica Mar del Plata AERO, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Los datos diarios utilizados fueron valores de precipitación (P), temperatura, humedad relativa y evapotranspiración potencial o de referencia (ETP o ET0), esta última calculada mediante el método de Penman-Monteith. Para el cálculo de la evapotranspiración real (ETR) se aplicó la metodología descrita por Thornthwaite y Mather (1957) para el balance hídrico.
- › Modelos Digitales de Elevación (MDE): Para el análisis regional de la topografía, se utilizó el MDE-Ar relevado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), con resolución de 30 m por pixel. En lo que se refiere al análisis local, éste se llevó a cabo utilizando el MDE obtenido por vuelo de dron sobre el campo objeto de estudio por el Dr. Guido Bacino y el Lic. Salvador Lamarchina, con resolución de 4 cm por pixel.
- › Niveles piezométricos: Para elaborar el mapa piezométrico que representa las direcciones del flujo subterráneo, se consultaron las bases de datos del grupo de hidrogeología de la UNMdP. En total, se utilizaron 65.535 datos pertenecientes al partido de General Pueyrredón, General Alvarado y Mar Chiquita. Esta información fue interpretada en conjunto con 5 datos de nivel tomados en tres pozos ubicados en el área de estudio, registrados entre octubre y noviembre del presente año.
- › Sondeos Eléctricos Verticales (SEV's): La estimación de la profundidad del basamento hidrogeológico se realizó a partir del relevamiento geofísico llevado a cabo por Massone et al. (2008) en la cuenca sur del partido General Pueyrredón. Dicho estudio se llevó a cabo en el marco de un contrato de asistencia técnica suscrito entre la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) y Obras Sanitarias S. E. (OSSE), y en él se presentaron los resultados obtenidos a partir de la interpretación de 173 Sondeos Eléctricos

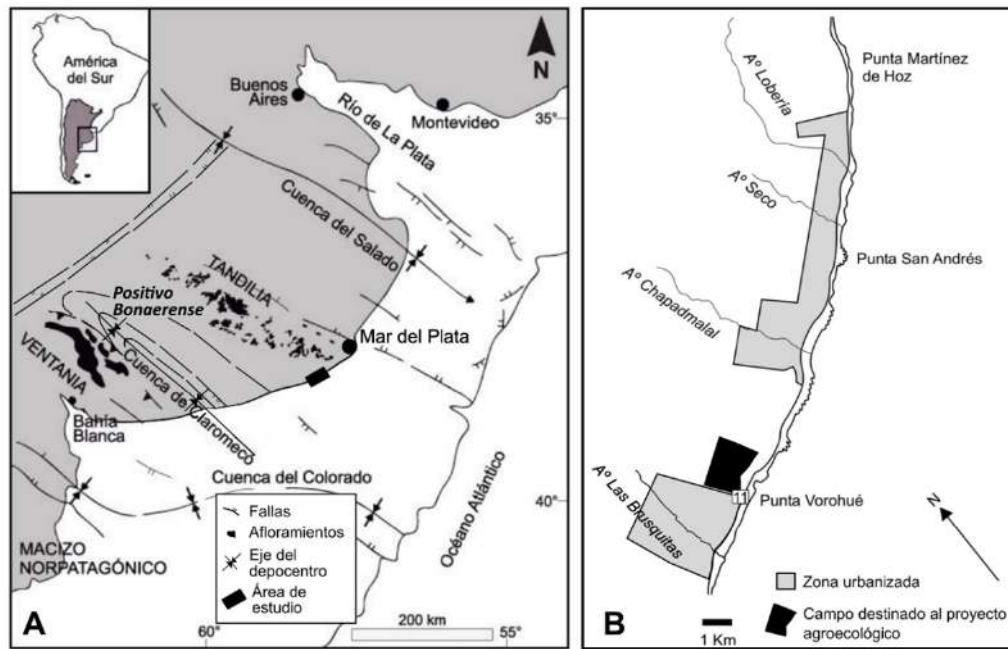


Fig. 1. A) Ubicación del área de estudio a escala regional. Modificado de Dalla Salda et al., (2005). B) Ubicación del campo destinado al proyecto agroecológico a escala local. Modificado de Zárate (1989).

Verticales (SEV) y 16 pozos paramétricos que alcanzaron el basamento hidrogeológico. La información consultada fue digitalizada y procesada para la realización del mapa.

- > Análisis fisicoquímico de muestras de agua subterránea: Durante las campañas de campo llevadas a cabo, se registraron valores de Conductividad Eléctrica (CE), pH y temperatura en dos pozos de riego mediante la utilización de una sonda multiparamétrica Hanna Edge. Adicionalmente, se colectaron dos muestras de agua subterránea que fueron enviadas al laboratorio bioquímico de FaresTaie para su análisis. Los parámetros solicitados al laboratorio fueron la composición en cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} y K^{+}) y aniones (Cl^{-} , CO_3^{2-} , HCO_3^{-} , SO_4^{2-} y NO_3^{-}) mayoritarios, dureza total, sólidos totales disueltos y alcalinidad. Los resultados de los análisis pueden consultarse en el [ANEXO](#).
- > Ensayo de bombeo y recuperación: Se llevó a cabo un ensayo de bombeo y recuperación de 24 horas de duración en los pozos ubicados en el campo objeto de estudio. En total, se bombearon 20 horas a caudal variable, extrayéndose del orden de 9.000 litros/hora. Una vez considerado el sistema en equilibrio, se dejó de bombear y se midió la recuperación de los pozos durante las 4 horas restantes del ensayo.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las etapas de investigación llevadas a cabo durante el servicio tecnológico de alto nivel prestado por el grupo de hidrogeología son los siguientes:

Análisis hidroclimatológico

Precipitación y temperatura

El análisis estadístico de los valores históricos de precipitación y temperatura fueron analizados recientemente por Quiroz Londoño et al. (2023) y se presentan en la [Fig.2](#). El gráfico de la

izquierda muestra los promedios anuales de precipitación para el periodo 1960-2021 y temperatura para el periodo 1994-2021. En él se observa una ligera tendencia general al aumento de las precipitaciones (línea azul), que es más acusado en los valores de temperatura (línea roja). Esto último se encuentra relacionado con los efectos del cambio climático a nivel global, registrándose un aumento de más de $0,5^{\circ}\text{C}$ en la temperatura media de Mar del Plata en el transcurso de los últimos 30 años. En lo que se refiere a las variaciones mensuales de dichos valores para el mismo conjunto de datos, el gráfico de la derecha muestra una coincidencia entre los meses más cálidos y los más lluviosos. Así, las mayores temperaturas se registran en los meses de diciembre a marzo, con enero como el mes más cálido ($20,6^{\circ}\text{C}$), julio como el mes más frío ($8,1^{\circ}\text{C}$) y una temperatura anual promedio de $14,4^{\circ}\text{C}$. En lo que se refiere a las precipitaciones, el mismo periodo de diciembre a marzo resultó ser el más lluvioso, registrándose el máximo de los valores promedio mensuales en marzo ($101,8\text{ mm}$) y el mínimo en julio ($57,8\text{ mm}$), con un promedio mensual de $76,9\text{ mm}$ de lluvia.

Humedad relativa

La distribución mensual de la humedad relativa registrada en la estación de Mar del Plata por el SMN para el periodo 2018-2023 se presenta en la [Fig.3](#). En términos generales, se observa una tendencia inversa a la observada en los valores de temperatura ([Fig.2](#)). El promedio de los años analizados osciló en torno al 79%. En lo que se refiere a variaciones mensuales, los meses de diciembre y enero se presentaron como los menos húmedos, con valores promedio cercanos al 73%, mientras que los meses de junio y julio fueron los más húmedos, con valores en torno al 83%. Esto indica que, a lo largo de todo el año, el contenido de vapor de agua presente en el aire se mantiene bastante elevado y aumenta en el invierno.

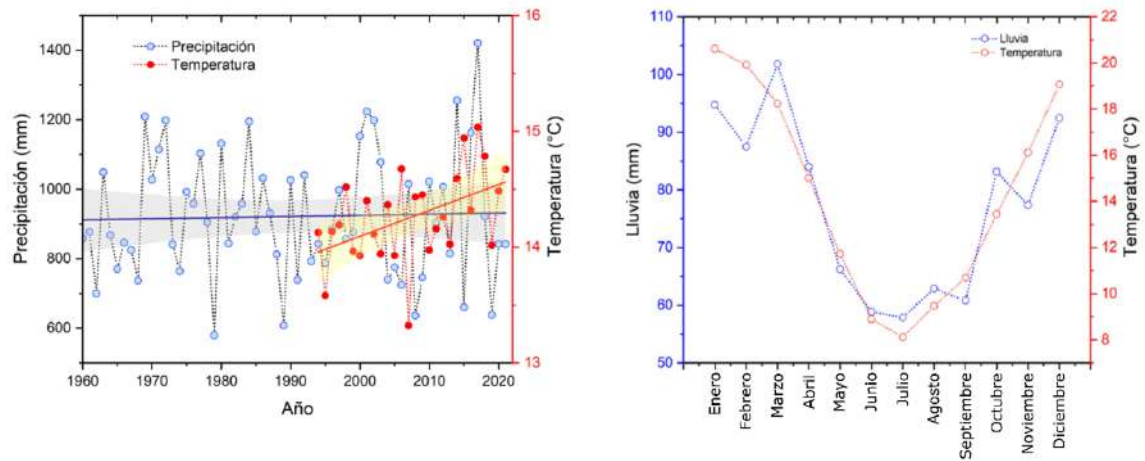


Fig. 2. Análisis histórico de los valores de temperatura y precipitaciones registrados en la estación meteorológica Mar del Plata AERO, perteneciente al SMN (Tomado de Quiroz et al., 2023). Izquierda: análisis anual. Derecha: análisis mensual.

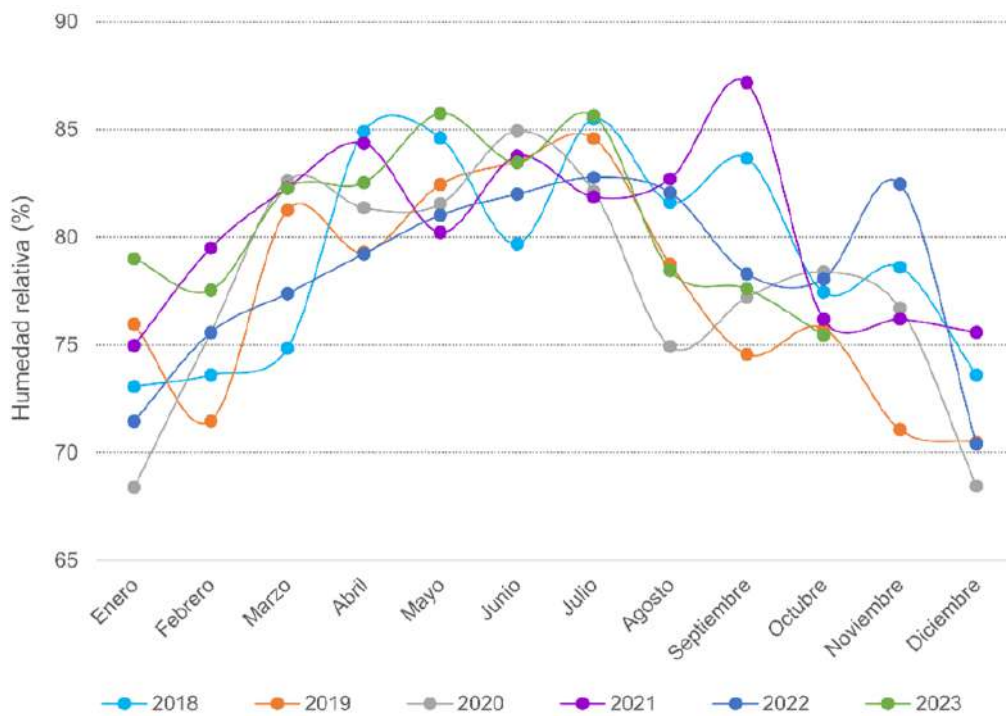


Fig. 3. Humedad relativa mensual para el periodo 2018-2023, registrada en la estación meteorológica del SMN.

Balance hídrico

Los resultados obtenidos aplicando el balance hídrico mensual para el periodo comprendido entre julio de 2013 y junio de 2023 se presentan en la **Fig.4**. El gráfico muestra la relación entre la evapotranspiración potencial (ETP) calculada, la ETR y las precipitaciones mensuales. En él se han señalado en azul los periodos en los que se producen excesos en el sistema (curva de precipitaciones sobre ETR) y en naranja aquellos en los que se genera un déficit en el sistema (ETP sobre la curva de ETR).

En la **Tabla 1** se presenta el balance hídrico promedio para los últimos 10 años hidrológicos. En ella se observa una coincidencia general entre la ETR y la ETP a excepción de los meses de verano, cuando el aumento de temperaturas hace que la ETP requerida para que el sistema se mantenga en equilibrio sea muy alta, lo que conlleva al agotamiento progresivo de las reservas de agua utilizables (RAU) que, si no son suficientes, lleva a déficits (DEF) en el sistema hidrológico. Por otro lado, entre los meses de mayo y septiembre se generaron excedentes (EX) en el sistema debido a que las RAU se encontraban en su máxima capacidad, lo que podría dar lugar a la infiltración de los excedentes y/o a procesos de escorrentía superficial.

Análisis digital del relieve

Análisis de la topografía

En la **Fig.5** se muestra el mapa de elevación del área de estudio junto con mapas adicionales derivados de la topografía. A efectos gráficos, se han excluido del mapa de pendiente y del índice de humedad los valores atípicos correspondientes a valores máximos aislados, ya que afectan a la representación de la tendencia general de los datos. No obstante, se han incluido en la tabla de estadísticos descriptivos incluida en la figura. En el mapa de elevación se observa un desnivel total de 9,69 m, que es más acusado hacia el O en coincidencia con un valle que cruza el campo en dirección N-S para luego desviarse hacia el ONO-ESE, aproximadamente. Por otro lado, en el sector este del área de estudio se desarrollan lomadas y cubetas de pendientes más suaves, generalmente inferiores al 4%. Estas lomadas y cubetas se hacen más evidentes en el mapa de orientación del relieve, expresado en grados a partir del norte geográfico y en el sentido de las agujas del reloj. No se han incluido los estadísticos básicos de este mapa por tratarse de una variable circular. En lo que se refiere al índice de humedad topográfica, aunque su valor promedio es bastante bajo (6,03), en el mapa obtenido se diferencian sectores con mayor probabilidad de anegamiento asociados a bajos del mapa de elevación. De este modo, los sectores que por sus características topográficas tienen mayores probabilidades de anegamiento se destacan en azul, mientras que las zonas mejor drenadas se presentan en naranja.

Modelado hidrológico

Los resultados obtenidos en la modelación hidrológica de la escorrentía superficial se muestran en la **Fig.6**. Desde el punto de vista regional, el área de estudio forma parte de dos cuencas de arroyos intermitentes sin nombre definido, comprendidas entre la cuenca del arroyo San Eduardo al oeste y la cuenca del arroyo Chapadmalal al este. A escala local, se diferencian tres subcuencas principales y otras tres subordinadas de menor extensión. Entre las dos subcuencas de mayor tamaño se observa una divisoria de aguas que sugiere un salto en profundidad del basamento hidrogeológico. Otro de los aspectos observados es la confluencia de varias líneas de escorrentía superficial de

diferente orden en los puntos donde se ubican dos humedales intermitentes identificados con Google Earth.

Piezometría

El mapa de la **Fig.7** muestra el mapa piezométrico del Partido General Pueyrredón, destacándose los resultados obtenidos para el área de estudio. En ese sector, el agua subterránea se desplaza siguiendo una dirección entre NNO-SSE y N-S. El nivel freático de las perforaciones ubicadas en el campo se encontró en torno a los 12 metros de profundidad, que se traducen en 4 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.). Esos 12 metros representan también el espesor de la zona no saturada, comprendido entre la topografía y el nivel freático.

Basamento hidrogeológico

A efectos prácticos, conocer la profundidad del basamento hidrogeológico resulta de gran importancia, ya que determina el espesor del acuífero pampeano que es explotable con fines agropecuarios. Este acuífero, que se desarrolla en la secuencia sedimentaria descrita en la introducción, es portador de agua desde el nivel freático hasta el basamento hidrogeológico, ya que este último posee una capacidad limitada para almacenar agua. En el caso que nos ocupa, el basamento lo conforman las ortocarcitas de la Formación Balcarce (Sala, 1975), también conocidas como “piedra Mar del Plata”. Estructuralmente, este lecho rocoso conforma una sucesión de bloques ascendidos y hundidos denominados Horst y Grabens, afectados por tres sistemas de fallas subverticales con tendencia NO-SE, NE-SO y O-E (Teruggi y Kilmurray, 1980). En este sentido, el área de estudio forma parte de la Fosa Tectónica Chapadmalal definida por Massone et al. (2008) a partir de información obtenida mediante la aplicación de técnicas geofísicas en la cuenca sur del partido General Pueyrredón. Entre la información consultada se encuentra la perforación P15, ubicada unos 2 km al OSO de la estancia ubicada en el centro del campo y que alcanzó el basamento hidrogeológico a los 80 m de profundidad. No obstante, la interpolación de los datos sugiere que en el campo objeto de estudio el basamento hidrogeológico se encontraría en torno a los 100 m de profundidad, por lo que dicha perforación podría estar en otro bloque del basamento (**Fig.8**).

Ensayo de bombeo y recuperación

En la **Fig.9** se muestra un esquema conceptual del ensayo de bombeo y recuperación llevado a cabo el 11 de noviembre del presente año. El ensayo se inició en condiciones de equilibrio, encontrándose el nivel freático casi a la misma cota tanto en el pozo bombeado como en el de observación (4 m s.n.m.), este último ubicado a 32,75 m de distancia del primero hacia el ESE. Tras 20 horas de bombeo a un caudal promedio de 8,75 m³/hora, el descenso total del pozo de bombeo fue de 0,63 m, mientras que en el pozo de observación el descenso fue de 0,15 m. Acto seguido se cesó el bombeo y se midió la recuperación del nivel freático a su nivel inicial. Tras cuatro horas de mediciones, el nivel freático se recuperó un 97% en el pozo bombeado y un 60% en el pozo de observación. Los datos del ensayo pueden consultarse en el **ANEXO**.

La obtención de los parámetros hidráulicos se llevó a cabo aplicando el método de Boulton (1963) para acuíferos libres en régimen variable, ya que la curva de descensos reflejó el efecto del rendimiento retardado producto del drenaje por gravedad que caracteriza a los acuíferos libres. Este método es aplicable

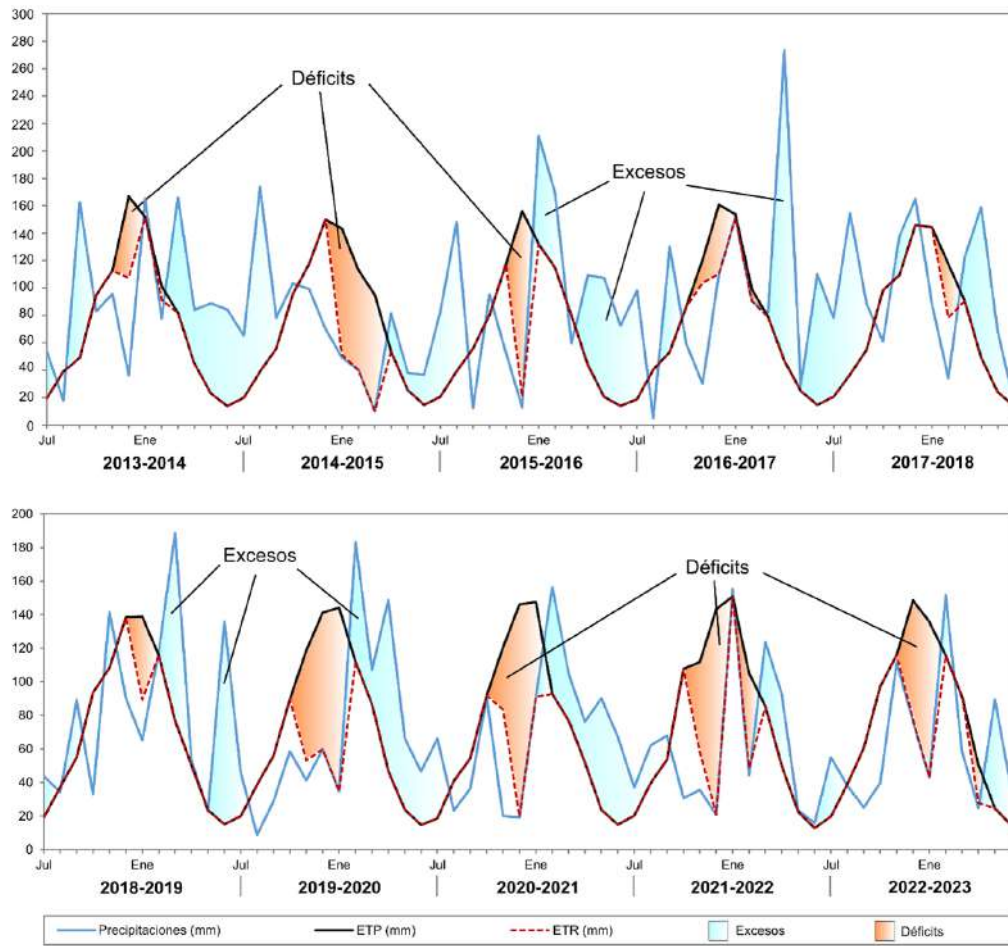


Fig. 4. Balance hídrico obtenido aplicando la metodología de Thornthwaite y Mather (1957) a los datos de precipitación y ETP registrados por el SMN en la estación meteorológica Mar del Plata AERO (julio 2013-junio 2023).

Tabla 1

Balance hídrico promedio para el periodo 2013-2023. P=precipitación, ETP=evapotranspiración potencial, VR= variaciones en las reservas, RAU=reservas de agua utilizables, ETR= evapotranspiración real, EX= excedentes, DEF=déficits.

	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Total
P	62.5	66.5	71.9	65.5	76.5	66.1	100.4	104.3	102.2	105.4	62.3	57.4	941.0
ETP	19.7	39.0	54.9	93.4	115.2	149.7	143.4	109.7	84.0	48.7	23.6	14.2	895.5
VR	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	18.3	56.7	0.0	0.0	-
				27.9	38.7	33.4							
RAU	100.0	100.0	100.0	72.1	33.4	0.0	0.0	0.0	18.3	75.0	100.0	100.0	-
ETR	19.7	39.0	54.9	93.4	115.2	99.5	100.4	104.3	84.0	48.7	23.6	14.2	796.9
EX	42.8	27.5	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	43.2	144.1
DEF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.2	43.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	98.6

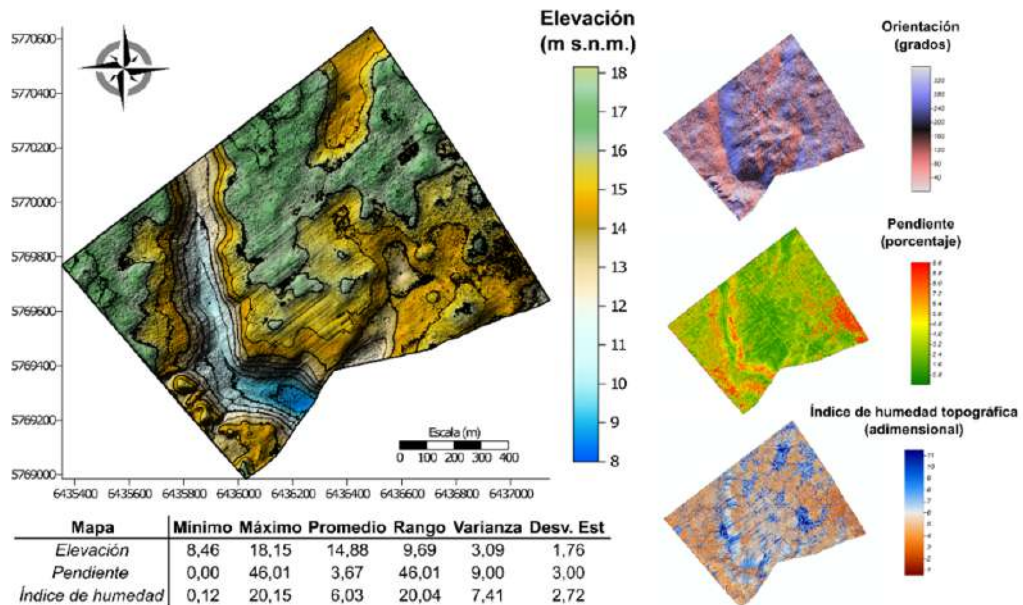


Fig. 5. Modelo digital de elevación perteneciente al área de estudio (izquierda) y mapas derivados de la topografía (derecha). Se han incluido los estadísticos básicos de algunos mapas.

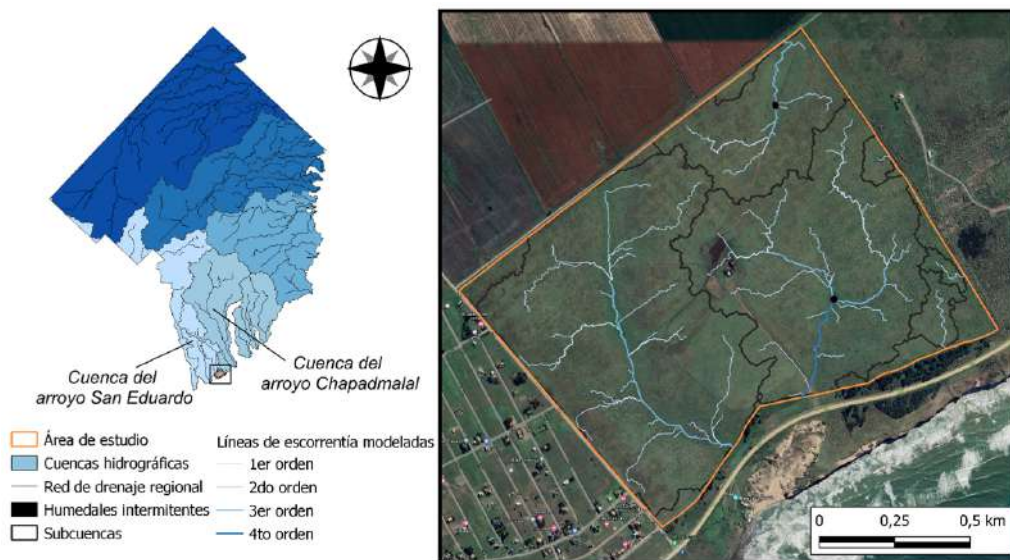


Fig. 6. Modelación hidrológica del área de estudio.

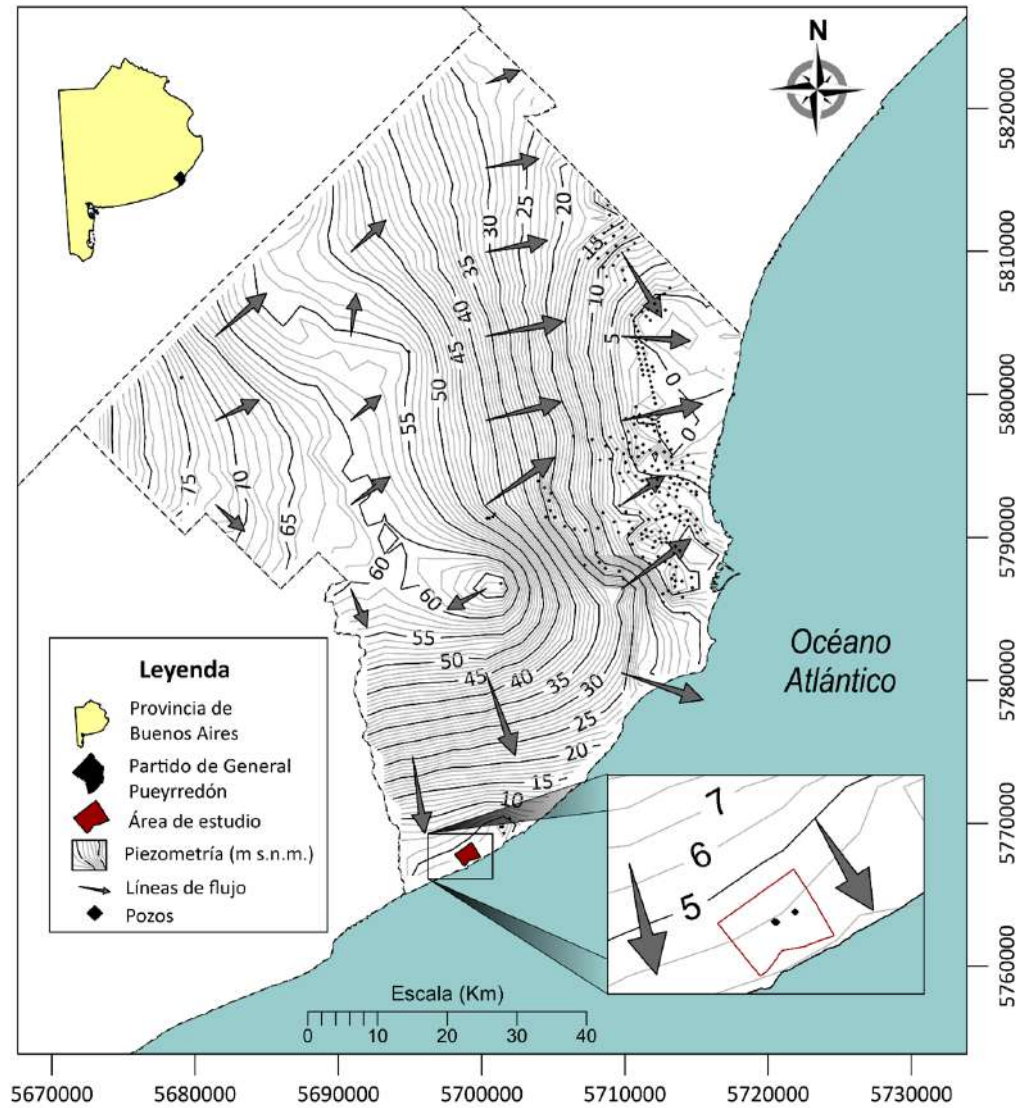


Fig. 7. Mapa piezométrico del Partido de General Pueyrredón obtenido a partir de los datos de nivel freático almacenados en la base de datos del Grupo de Hidrogeología de la UNMDP y los registrados en el marco de este proyecto. Se han destacado los resultados obtenidos para el área de estudio.

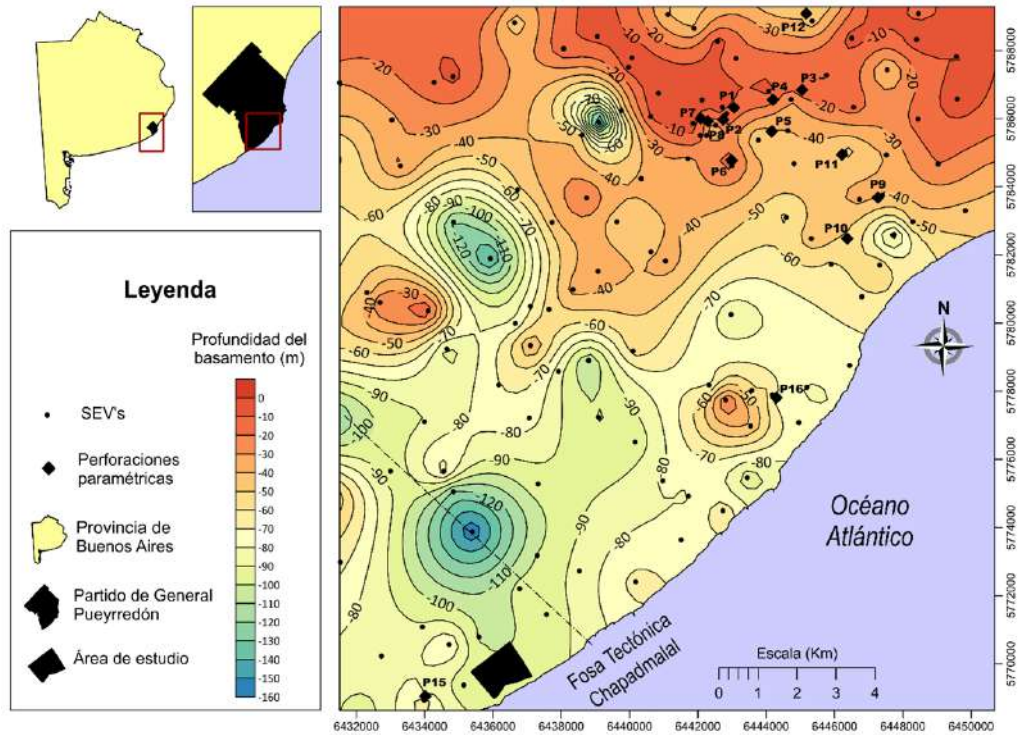


Fig. 8. Mapa del basamento hidrogeológico del área de estudio obtenido a partir de perforaciones y SEV's llevados a cabo por Massone et al. (2008) en la cuenca sur del partido de General Pueyrredón. Se ha señalado el eje de la fosa tectónica de Chapadmalal.

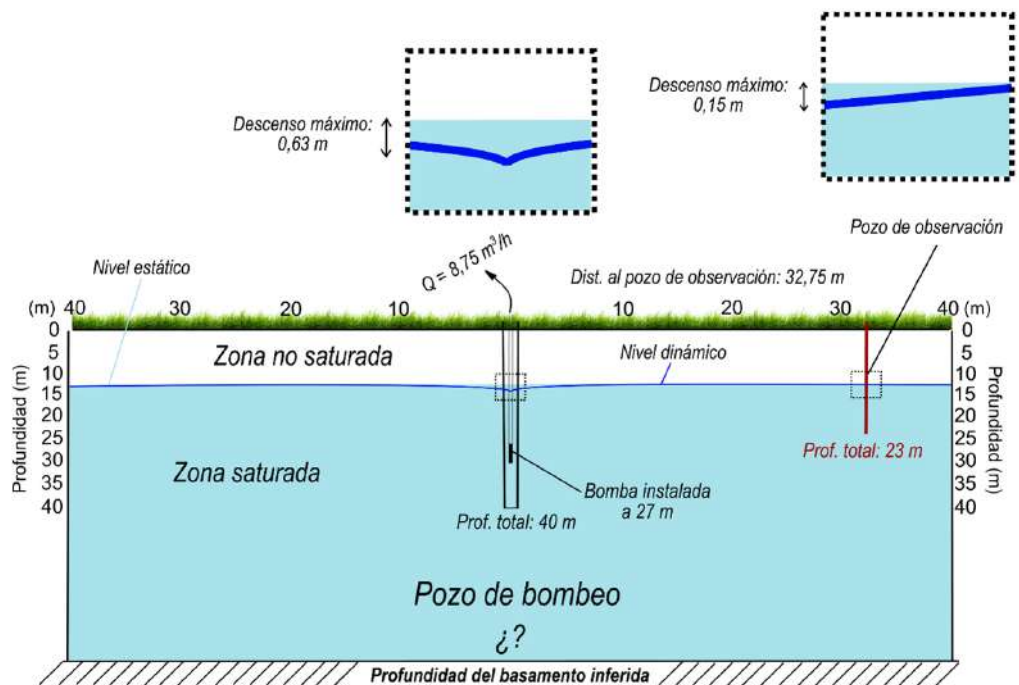


Fig. 9. Esquema conceptual del ensayo de bombeo llevado a cabo en el área de estudio. Se ha exagerado la escala horizontal en relación a la escala vertical.

tanto para pozos totalmente penetrantes como parcialmente penetrantes, siendo este último el caso que nos ocupa. La interpretación se llevó a cabo a partir de los datos registrados en el pozo de observación, dado que su volumen puede considerarse despreciable (0,10 cm de diámetro) en relación al pozo de bombeo (0,30 cm de diámetro). Otro de los motivos por el que se eligieron estos datos se debe a que los descensos no están afectados por los efectos de pérdida de carga asociados al funcionamiento de la bomba. Tras ajustar la curva con el software *Aquifer Test*, se obtuvieron los parámetros hidráulicos que se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Parámetros hidráulicos obtenidos en el ensayo de bombeo.

Parámetro	Resultado
Transmisividad (m^2/d)	252
Conductividad hidráulica (m/d)	6,3
Coefficiente de almacenamiento	$3,96E^{-2}$
Caudal específico ($m^3/d/m$)	18,9

Hidroquímica

En la **Fig.10** se presenta la clasificación hidroquímica de las dos muestras de agua analizadas, así como su ubicación en el área de estudio. Según el diagrama de Piper de la figura, el agua analizada es de tipo bicarbonatada sódica. Los valores de conductividad eléctrica (CE) registrados en campo estuvieron comprendidos entre los 1.378 y 1.430 $\mu S/cm$, que clasifican al agua como dulce (Custodio y Llamas, 1983). En lo que se refiere al pH, éste presentó valores cercanos a la neutralidad (7,6) a 16 °C de temperatura.

De acuerdo con el Código Alimentario Argentino (CAA, Res. Conj. SPRyRS N 68/07 y SAGPyA N196/07), las muestras de agua analizadas no cumplen con los límites establecidos para consumo humano. En la muestra obtenida en el pozo destinado para el ganado y rotulado como G-AGRO-1 en el informe de FaresTaie, el parámetro que no cumplió con la norma fue la turbidez, mientras que para el caso de la muestra extraída del pozo para riego y rotulado como G-AGRO-2, el parámetro que no cumplió la norma fue el contenido en nitritos, excediéndose en 3,14 mg/L de los límites establecidos. En lo que se refiere a la calidad del agua para riego, la muestra del pozo destinado a riego se clasificó en la categoría S2C3 siguiendo los criterios de la FAO y normas de Riverside, mientras que la muestra del pozo destinado al abastecimiento del ganado se correspondió con la categoría S3C3 (**Fig.11**). Atendiendo a estos criterios las muestras se clasifican en admisibles para el riego, pero con precauciones, dado que hay riesgo alto de salinización y moderado-alto de sodificación del suelo.

CONCLUSIONES

- El análisis hidroclimatológico reveló un clima húmedo (79% en promedio), con temperatura promedio de 14,4°C y precipitaciones que se concentran en los meses de verano, con un valor promedio histórico mensual de 76,9 mm. Por otro lado, el balance hídrico de los últimos 10 años hidrológicos reveló que es en esos meses cuando se producen déficits en el sistema producto de la evapotranspiración, mientras que los excesos hídricos se registran en los meses más fríos.

- El análisis de la topografía mostró un desnivel total de 9,69 m, con lomadas y cubetas de pendientes suaves hacia el E y el desarrollo de un valle de pendientes más acusadas hacia el O que cruza el campo en dirección al océano Atlántico. Las características topográficas de este sector hacen que presente mayores probabilidades de anegamiento, mientras que hacia el E el encauzamiento de las líneas de escorrentía modeladas a partir del MDE se produce hacia los humedales intermitentes identificados en el campo, que también coinciden con zonas con mayor probabilidad de anegamiento.
- Para el área de estudio, el mapa piezométrico situó al nivel freático en torno a los 4 m s.n.m, con líneas de flujo hacia el S y el SSE. A partir de la topografía, del mapa piezométrico y las mediciones efectuadas durante el ensayo de bombeo, se determinó un espesor para la zona no saturada de 12 m.
- A partir de los datos geofísicos de la cuenca sur del partido General Pueyrredón se estimó la profundidad del basamento hidrogeológico entre los 90 y los 100 m de profundidad. No obstante, debido a la complejidad intrínseca de esta formación geológica en profundidad este dato debe tomarse como estimativo, ya que no se cuenta con datos geofísicos relevados en el área de estudio. Como aproximación, esto podría indicar un espesor saturado del acuífero pampeano en este sector comprendido entre los 78 y los 88 m.
- A partir de los datos obtenidos en el ensayo de bombeo y recuperación se obtuvo una transmisividad de 252 m²/día, una conductividad hidráulica de 6,3 m/día, un coeficiente de almacenamiento de 3,96E-2 y un caudal específico de 18,9 m³/d/m. Los valores obtenidos son acordes a los reportados por otros autores para el acuífero Pampeano. No obstante, deben tomarse como una aproximación a las características del acuífero, ya que el ensayo se realizó con una bomba de baja potencia y los descensos del nivel freático fueron pequeños y difíciles de interpretar. Teniendo en cuenta que las actividades propuestas requerirán mayores caudales, sería conveniente realizar ensayos adicionales con las bombas que se van a utilizar para observar el comportamiento del acuífero en los niveles de explotación requeridos.
- Los análisis fisicoquímicos revelaron una composición bicarbonatada sódica para las muestras analizadas. De acuerdo a la normativa del CAA, el agua fue clasificada como no apta para consumo humano debido a la turbidez por un lado y al contenido en nitritos y nitratos por el otro. Cabe mencionar en este punto que las muestras se tomaron de los pozos cuando éstos se encontraban en desuso, por lo que se sugiere repetir los análisis tras bombeos más prolongados para descartar que se trate de contaminación puntual producto de encontrarse descubiertos. En lo que se refiere a la aptitud del agua para riego, las muestras se clasificaron en admisibles, pero con precauciones debido al riesgo de salinización y sodificación del suelo. En este sentido, debe ponerse especial atención en la realización de emprendimientos de riego y considerar el tipo de cultivo a utilizar y la cantidad de riego requerida, ya que las normas anteriores suponen un riego permanente, y no uno complementario como el que se aplica normalmente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de un Servicio Tecnológico de Alto Nivel (STAN ST4638), formalizado mediante un convenio de asistencia técnica entre el CONICET y el

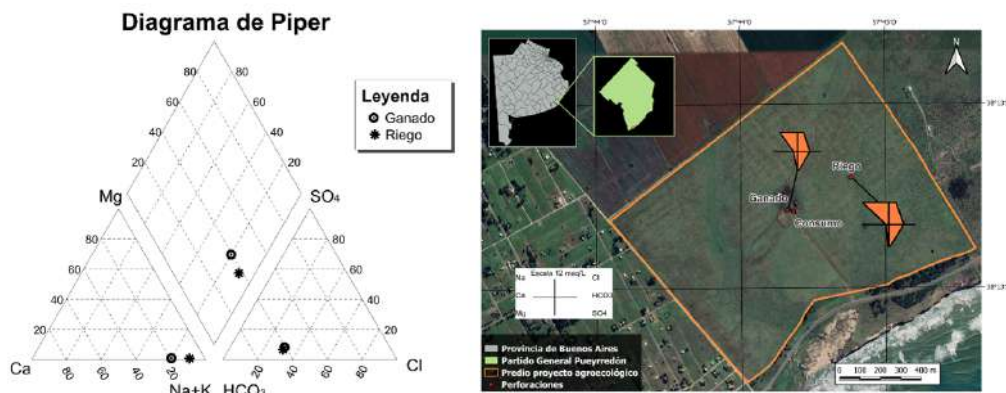


Fig. 10. Izquierda: Diagrama de Piper con la composición hidroquímica de las muestras de agua analizadas. Derecha: Ubicación de las muestras analizadas y diagramas de Stiff.

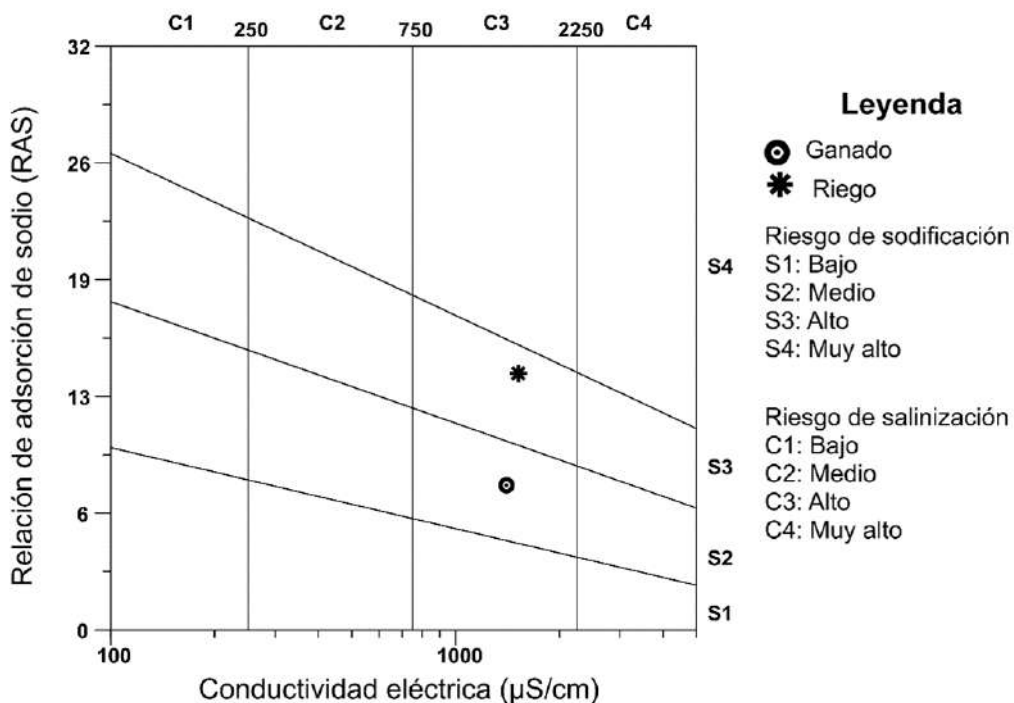


Fig. 11. Diagrama de clasificación de Wilcox para las aguas de riego.

Ministerio de Desarrollo social, Secretaría de Integración Socio Urbana. Dicho servicio se enmarca en un proyecto dirigido a impulsar espacios y procesos de aprendizaje colaborativo y cooperativo para formar capacidades tecno-productivas. Los autores quieren agradecer al Servicio Meteorológico Nacional por los datos hidrometeorológicos proporcionados y al laboratorio bioquímico de FaresTaie por la realización de los análisis fisicoquímicos de las muestras de agua subterránea.

General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Tesis, 220 pp.
Zárate, M., Deschamps, C., Bargo, S., & Scaglia, O. (2008). Los Acantilados de Chapadmalal. Un libro sobre la historia geológica de la región pampeana. Sitios Interés Geológico, SegemAR, Tomo II, 15 pp. ISSN 0328-2325.

LISTA DE REFERENCIAS

- Bocanegra, E. & Mejía Rivera, O. (2007). Cambio climático y estimación de la recarga del acuífero de Mar del Plata. En: V Congreso de Hidrogeología y III Seminario Hispanoamericano de Temas Actuales de la Hidrogeología Subterránea, Paraná, Entre Ríos, Argentina, 167 - 176.
- Boulton, N.S. (1963). Analysis of data from non-equilibrium pumping tests allowing for delayed yield from storage. *Proc. Inst. Civil Eng.*, 26: 469-482.
- Custodio, E. y Llamas, M. (1983). *Hidrología Subterránea*, Tomos 1-2, Barcelona, Ediciones Omega, SA.
- Dalla Salda, L., De Barrio, R., Echeveste, H. & Fernández, R. (2005). El basamento de las Sierras de Tandilia. En: *Geología y Recursos Minerales de la provincia de Buenos Aires. Relatorio del 16 Congreso Geológico Argentino*: 31-50
- Massone, H. E., Martínez, D. E., Quiroz Londoño, O. M., Tomás, M. L., Ferrante, A., Bernasconi, V., & Farenga, M. O. (2008). Prospección geoelectrica con fines hidrogeológicos en la cuenca Sur del Partido de General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Asociación Latinoamericana Hidrología Subterránea para el Desarrollo (ALHSUD)*, 6, 57-68.
- Quiroz Londoño, O. M., Solana, X., Esquiús, S., Domínguez, M. S., Bernava, G., & Alcaraz, E. (2023). Estudio hidrogeológico en el predio de la asociación civil Ecomuna utilizando técnicas fisicoquímicas, isotópicas, bacteriológicas e hidrodinámicas. Una herramienta de apoyo a la gestión del recurso hídrico. Informe Técnico solicitado por la asociación civil "Ecomuna". Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras N° 12 (UNMdP-CONICET). 13pp. ISSN 2796-9088.
- Sala, J.M. (1975). Recursos Hídricos (especial mención de las aguas subterráneas). En: *Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires. IV Congreso Geológico Argentino*. Buenos Aires, Argentina: 169-193.
- Teruggi, M. (1957). The Nature and Origin of Argentine loess. *Journal of Sedimentary Petrology* 27 (3): 322-332.
- Teruggi, M.E. & Kilmurray, J. (1980). Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. En: *II Simp. Geol. Regional Arg.*, Acad. Nac. Ciencias, I, 359-372.
- Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R. (1957). Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Publications in Climatology*, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, v. 10(3), 185-311.
- Villanueva, M. & Iglesias, A. (1984). Pozos y acuíferos: técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Yrigoyen, M.R. (1975). Geología del subsuelo y plataforma continental. En: *Relatorio 6° Congreso Geológico Argentino*: 139-168.
- Zárate, M.A. (1989). Estratigrafía y geología del Cenozoico tardío aflorante en los acantilados marinos comprendidos entre Playa San Carlos y el Arroyo Chapadmalal, partido de

ANEXO

**INFORME DE RESULTADOS**

Laboratorio certificado bajo normas ISO 9001 - ISO 14001
Laboratorio Habilitado por Ministerio de Ambiente PBA - N° 007

SOLICITADO POR: CONICET
DIRECCIÓN: GODOY CRUZ 2290 - C1425FQB - Buenos Aires
- ARGENTINA

FECHA DE EMISIÓN DEL PROTOCOLO: 09/11/2023
INFORME N°: 2023/051873-FQA-1
CÓDIGO DE LA MUESTRA: 2023/051202

FECHA DE INGRESO: 14/10/2023
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 14/10/2023
FECHA DE FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 08/11/2023

ENVASE: 1 BOTELLA/S DE PLASTICO
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: Remitida - Conservada

DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

RÓTULO DE MUESTRA: G-AGRO 1
DESCRIPCIÓN: AGUA
FECHA Y PUNTO DE MUESTREO: 12/10/2023

RESULTADOS

Análisis	Método	Límite permitido (C.A.A.)	Resultado	Unidad	Ue ⁽¹⁾
COLOR	SM*, 24th ed. (2023). 2120 B	Máx. 5	< 1.00	Upt-Co	---
OLOR	SM*, 24th ed. (2023). 2150 D	Sin olores extraños	Sin olores extraños		---
TURBIDEZ	SM*, 24th ed. (2023). 2130 B	Máx. 3	10.5	NTU	---
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	SM*, 24th ed. (2023). 2510 B	---	1.20	mS/cm	10%
CARBONATOS	SM*, 24th ed. (2023). 2320 B	---	< 10	mg/L	10%
BICARBONATOS	SM*, 24th ed. (2023). 2320 B	---	378	mg/L	10%
CLORUROS	SM*, 24th ed. (2023). 4110 B	Máx. 350	111	mg/L	9%
DUREZA	SM*, 24th ed. (2023). 2340 C	Máx. 400	118	mg/L	
CALCIO	SM*, 24th ed. (2023). 4110 B	---	44	mg/L	10%
MAGNESIO	SM*, 24th ed. (2023). 4110 B	---	2	mg/L	10%
NITRATOS	SM*, 24th ed. (2023). 4110 B	Máx. 45	82	mg/L	10%
NITRITOS	SM*, 24th ed. (2023). 4110 B	Máx. 0.1	0.10	mg/L	23%
AMONIO	Método interno ALT09156	Máx. 0.2	< 0.20	mg/L	12%
SULFATOS	SM*, 24th ed. (2023). 4110 B	Máx. 400	42	mg/L	8%
SODIO	SM*, 24th ed. (2023). 4110 B	---	209	mg/L	10%
pH	SM*, 23rd ed. (2020). 4500 H* - B	6.5 - 8.5	7.5	UpH	1%
CLORO ACTIVO RESIDUAL	SM*, 24th ed. (2023). 4500-CI B	---	0.20	mg/L	25%
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	SM*, 24th ed. (2023). 2540 C	Máx. 1500	768	mg/L	

Opiniones/Interpretaciones:**DECLARACION DE CONFORMIDAD:**

Desde el punto de vista fisicoquímico, los parámetros analizados **NO CUMPLEN** con los límites establecidos para Agua para consumo humano según el Código Alimentario Argentino (C.A.A., Res. Conj. SPRyRS N 68/07 y SAGPyA N196/07), excluido el valor de nitratos.

Valor de nitratos: **CUMPLE**

Límite de Nitratos según OMS: Recomendado: menor a 50mg/L; Aceptable: mayor a 50 y menor a 100 mg/L; No recomendado: mayor a 100 mg/L.

OBSERVACIONES:

SM*=Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater

Nota⁽¹⁾: Ue es la incertidumbre expandida para un factor de cobertura k=2 (95% de confianza).

NOTAS:

La presente muestra NO ha sido extraída por personal del Laboratorio. En consecuencia este NO se hace responsable del método de extracción utilizado y/o la real procedencia de la muestra analizada.-

Los resultados sólo están relacionados con la muestra ensayada, tal y como fue recibida.-

No está permitida la reproducción parcial de este informe.-

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra es de carácter confidencial entre el Cliente y el Laboratorio. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, salvo consentimiento del Cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el Cliente será debidamente informado.-

Para la toma de decisiones se utiliza la regla de decisión simple basada en la Guía ILAC-G8:03/2009 "Guidelines on the reporting of Compliance with Specification" descripta en el procedimiento interno ALI0906.

-----FIN DE INFORME-----

Firmado Electrónicamente por Ing. ESPINOSA, Juan Pablo. Director Técnico MP: 57.542

Página 1/1



INFORME DE RESULTADOS

Laboratorio certificado bajo normas ISO 9001 - ISO 14001
Laboratorio Habilitado por Ministerio de Ambiente PBA - N° 007

SOLICITADO POR: CONICET
DIRECCIÓN: GODOY CRUZ 2290 - C1425FQB - Buenos Aires
- ARGENTINA

FECHA DE EMISIÓN DEL PROTOCOLO: 25/10/2023
INFORME N°: 2023/051873-AA-1
CÓDIGO DE LA MUESTRA: 2023/051202

FECHA DE INGRESO: 14/10/2023
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 14/10/2023
FECHA DE FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 24/10/2023

ENVASE: 1 BOTELLA/S DE PLASTICO
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: Remitida - Conservada

DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

RÓTULO DE MUESTRA: G-AGRO 1
DESCRIPCIÓN: AGUA
FECHA Y PUNTO DE MUESTREO: 12/10/2023

RESULTADOS

Análisis	Método	Resultado	Unidad
POTASIO	SM*, 24th ed. [2023]. 3500-K 8	12.2	mg/L

OBSERVACIONES

NOTAS:

La presente muestra NO ha sido extraída por personal del Laboratorio. En consecuencia, este NO se hace responsable del método de extracción utilizado y/o la real procedencia de la muestra analizada.

Los resultados sólo están relacionados con la muestra ensayada, tal y como fue recibida.

No está permitida la reproducción parcial de este informe.

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra es de carácter confidencial entre el Cliente y el Laboratorio. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, salvo consentimiento del Cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el Cliente será debidamente informado. Para la toma de decisiones se utiliza la regla de decisión simple basada en la Guía ILAC G8:09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity descripta en el procedimiento interno ALI0906.

-----FIN DE INFORME-----

Firmado electrónicamente por Ing. ESPINOSA, Juan Pablo. Director Técnico MP: 57.542.-

Página 1/1



INFORME DE RESULTADOS

Laboratorio certificado bajo normas ISO 9001 - ISO 14001
Laboratorio Habilitado por Ministerio de Ambiente PBA - N° 007

SOLICITADO POR: CONICET
DIRECCIÓN: GODOY CRUZ 2290 - C1425FQB - Buenos Aires
- ARGENTINA

FECHA DE EMISIÓN DEL PROTOCOLO: 09/11/2023
INFORME N°: 2023/051874-FQA-1
CÓDIGO DE LA MUESTRA: 2023/051203

FECHA DE INGRESO: 14/10/2023
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 14/10/2023
FECHA DE FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 08/11/2023

ENVASE: 1 BOTELLA/S DE PLASTICO
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: Remitida - Conservada

DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

RÓTULO DE MUESTRA: G-AGRO 2
DESCRIPCIÓN: AGUA
FECHA Y PUNTO DE MUESTREO: 12/10/2023

RESULTADOS

Análisis	Método	Límite permitido (C.A.A.)	Resultado	Unidad	Ue ^{td}
COLOR	SM*, 24th ed. (2023), 2120 B	Máx. 5	2.20	UPT-Co	----
OLOR	SM*, 24th ed. (2023), 2150 D	Sin olores extraños	Sin olores extraños		----
TURBIDEZ	SM*, 24th ed. (2023), 2130 B	Máx. 3	1,6	NTU	----
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	SM*, 24th ed. (2023), 2510 B	----	1,25	mS/cm	10%
CARBONATOS	SM*, 24th ed. (2023), 2320 B	----	< 10	mg/L	10%
BICARBONATOS	SM*, 24th ed. (2023), 2320 B	----	428	mg/L	10%
CLORUROS	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	Máx. 350	119	mg/L	9%
DUREZA	SM*, 24th ed. (2023), 2340 C	Máx. 400	67	mg/L	
CALCIO	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	----	25	mg/L	10%
MAGNESIO	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	----	< 2	mg/L	10%
NITRATOS	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	Máx. 45	54	mg/L	10%
NITRITOS	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	Máx. 0.1	3,24	mg/L	23%
AMONIO	Método interno ALT09156	Máx. 0.2	< 0,20	mg/L	12%
SULFATOS	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	Máx. 400	38	mg/L	8%
SODIO	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	----	273	mg/L	10%
pH	SM*, 23rd ed. (2020), 4500 H+ - B	6,5 - 8,5	7,6	UpH	1%
CLORO ACTIVO RESIDUAL	SM*, 24th ed. (2023), 4500-Cl B	----	0,20	mg/L	25%
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	SM*, 24th ed. (2023), 2540 C	Máx. 1500	800	mg/L	

Opiniones/Interpretaciones:

DECLARACION DE CONFORMIDAD:

Desde el punto de vista físico-químico, los parámetros analizados **NO CUMPLEN** con los límites establecidos para Agua para consumo humano según el Código Alimentario Argentino (C.A.A., Res. Conj. SPRyRS N 68/07 y SAGPyA N196/07), excluido el valor de nitratos.

Valor de nitratos: **CUMPLE**

Límite de Nitratos según OMS: Recomendado: menor a 50mg/L; Aceptable: mayor a 50 y menor a 100 mg/L; No recomendado: mayor a 100 mg/L.

OBSERVACIONES:

SM*=Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater

Nota⁽¹⁾: Ue es la incertidumbre expandida para un factor de cobertura k=2 (95% de confianza).

NOTAS:

La presente muestra NO ha sido extraída por personal del Laboratorio. En consecuencia este NO se hace responsable del método de extracción utilizado y/o la real procedencia de la muestra analizada.-

Los resultados sólo están relacionados con la muestra ensayada, tal y como fue recibida.-

No está permitida la reproducción parcial de este informe.-

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra es de carácter confidencial entre el Cliente y el Laboratorio. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, salvo consentimiento del Cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el Cliente será debidamente informado.- Para la toma de decisiones se utiliza la regla de decisión simple basada en la Guía ILAC-G8:03/2009 "Guidelines on the reporting of Compliance with Specification" descripta en el procedimiento interno ALI0906.

-----FIN DE INFORME-----

Firmado Electrónicamente por Ing. ESPINOSA, Juan Pablo. Director Técnico MP: 57.542

Página 1/1



INFORME DE RESULTADOS

Laboratorio certificado bajo normas ISO 9001 - ISO 14001
Laboratorio Habilitado por Ministerio de Ambiente PBA - N° 007

SOLICITADO POR: CONICET
DIRECCIÓN: GODOY CRUZ 2290 - C1425FQB - Buenos Aires
- ARGENTINA

FECHA DE EMISIÓN DEL PROTOCOLO: 25/10/2023
INFORME N°: 2023/051874-AA-1
CÓDIGO DE LA MUESTRA: 2023/051203

FECHA DE INGRESO: 14/10/2023
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 14/10/2023
FECHA DE FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 24/10/2023

ENVASE: 1 BOTELLA/S DE PLASTICO
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: Remitida - Conservada

DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

RÓTULO DE MUESTRA: G-AGRO 2
DESCRIPCIÓN: AGUA
FECHA Y PUNTO DE MUESTREO: 12/10/2023

RESULTADOS

Análisis	Método	Resultado	Unidad
POTASIO	SM*, 24th ed. [2023]. 3500-K 8	11.1	mg/L

OBSERVACIONES

NOTAS:

La presente muestra NO ha sido extraída por personal del Laboratorio. En consecuencia, este NO se hace responsable del método de extracción utilizado y/o la real procedencia de la muestra analizada.

Los resultados sólo están relacionados con la muestra ensayada, tal y como fue recibida.

No está permitida la reproducción parcial de este informe.

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra es de carácter confidencial entre el Cliente y el Laboratorio. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, salvo consentimiento del Cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el Cliente será debidamente informado. Para la toma de decisiones se utiliza la regla de decisión simple basada en la Guía ILAC G8:09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity descripta en el procedimiento interno ALI0906.

-----FIN DE INFORME-----

Firmado electrónicamente por Ing. ESPINOSA, Juan Pablo. Director Técnico MP: 57.542.-

Página 1/1



INFORME DE RESULTADOS

Laboratorio certificado bajo normas ISO 9001 - ISO 14001
Laboratorio Habilitado por Ministerio de Ambiente PBA - N° 007

SOLICITADO POR: CONICET
DIRECCIÓN: GODOY CRUZ 2290 - C1425FQB - Buenos Aires
- ARGENTINA

FECHA DE EMISIÓN DEL PROTOCOLO: 09/11/2023
INFORME N°: 2023/051873-FQA-1
CÓDIGO DE LA MUESTRA: 2023/051202

FECHA DE INGRESO: 14/10/2023
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 14/10/2023
FECHA DE FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS: 08/11/2023

ENVASE: 1 BOTELLA/S DE PLASTICO
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA: Remitida - Conservada

DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

RÓTULO DE MUESTRA: G-AGRO 1
DESCRIPCIÓN: AGUA
FECHA Y PUNTO DE MUESTREO: 12/10/2023

RESULTADOS

Análisis	Método	Límite permitido (C.A.A.)	Resultado	Unidad	Ue ^{td}
COLOR	SM*, 24th ed. (2023), 2120 B	Máx. 5	< 1.00	UPT-Co	----
OLOR	SM*, 24th ed. (2023), 2150 D	Sin olores extraños	Sin olores extraños		----
TURBIDEZ	SM*, 24th ed. (2023), 2130 B	Máx. 3	10.5	NTU	----
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	SM*, 24th ed. (2023), 2510 B	----	1.20	mS/cm	10%
CARBONATOS	SM*, 24th ed. (2023), 2320 B	----	< 10	mg/L	10%
BICARBONATOS	SM*, 24th ed. (2023), 2320 B	----	378	mg/L	10%
CLORUROS	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	Máx. 350	111	mg/L	9%
DUREZA	SM*, 24th ed. (2023), 2340 C	Máx. 400	118	mg/L	
CALCIO	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	----	44	mg/L	10%
MAGNESIO	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	----	2	mg/L	10%
NITRATOS	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	Máx. 45	82	mg/L	10%
NITRITOS	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	Máx. 0.1	0.10	mg/L	23%
AMONIO	Método interno ALT09156	Máx. 0.2	< 0.20	mg/L	12%
SULFATOS	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	Máx. 400	42	mg/L	8%
SODIO	SM*, 24th ed. (2023), 4110 B	----	209	mg/L	10%
pH	SM*, 23rd ed. (2020), 4500 H+ - B	6.5 - 8.5	7.5	UpH	1%
CLORO ACTIVO RESIDUAL	SM*, 24th ed. (2023), 4500-Cl B	----	0.20	mg/L	25%
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	SM*, 24th ed. (2023), 2540 C	Máx. 1500	768	mg/L	

Opiniones/Interpretaciones:

DECLARACION DE CONFORMIDAD:

Desde el punto de vista físico-químico, los parámetros analizados **NO CUMPLEN** con los límites establecidos para Agua para consumo humano según el Código Alimentario Argentino (C.A.A., Res. Conj. SPRyRS N 68/07 y SAGPyA N196/07), excluido el valor de nitratos.

Valor de nitratos: **CUMPLE**

Límite de Nitratos según OMS: Recomendado: menor a 50mg/L; Aceptable: mayor a 50 y menor a 100 mg/L; No recomendado: mayor a 100 mg/L.

OBSERVACIONES:

SM*=Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater

Nota⁽¹⁾: Ue es la incertidumbre expandida para un factor de cobertura k=2 (95% de confianza).

NOTAS:

La presente muestra NO ha sido extraída por personal del Laboratorio. En consecuencia este NO se hace responsable del método de extracción utilizado y/o la real procedencia de la muestra analizada.-

Los resultados sólo están relacionados con la muestra ensayada, tal y como fue recibida.-

No está permitida la reproducción parcial de este informe.-

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra es de carácter confidencial entre el Cliente y el Laboratorio. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, salvo consentimiento del Cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el Cliente será debidamente informado.- Para la toma de decisiones se utiliza la regla de decisión simple basada en la Guía ILAC-G8.03/2009 "Guidelines on the reporting of Compliance with Specification" descripta en el procedimiento interno ALI0906.

-----FIN DE INFORME-----

Firmado Electrónicamente por Ing. ESPINOSA, Juan Pablo. Director Técnico MP: 57.542

Página 1/1

Sample Summary Report

Sample ID G992_12oct2
 3
 Sample Date 12/11/2023
 Station G992
 Location Chapadmalal
 Geology
 Watertype Na-HCO3-Cl
 Temperature (°C) 16,00
 pH 7,00
 Conductivity 1378,00 uS/cm

Sum of Anions 11,59 meq/L
 Sum of Cations 11,76 meq/L
 Balance -0,74 %

Total dissolved solids 890,00 mg/L
 Total hardness 118,12 mg/l CaCO3
 Alkalinity 326,71 mg/l CaCO3

Major ion composition	mg/l	mmol/l	meq/l
Na	209,00	9,09	9,09
K	12,00	0,307	0,307
Ca	44,00	1,10	2,20
Mg	2,00	0,08	0,16
Cl	111,00	3,13	3,13
SO4	42,00	0,44	0,88
NO3	82,00	1,05	1,05
HCO3	378,00	6,19	6,19

Ratios	Comparison to Seawater			
	mg/l	mmol/l	mg/l	mmol/l
Ca/Mg	22,00	13,34	0.319	0.194
Ca/SO4	1,05	2,51	0.152	0.364
Na/Cl	1,88	2,90	0.556	0.858
Cl/Br			287	648

DESCRIPTION:



PROJECT:

PROJECT NO:

CLIENT:

DATE:

Sample Summary Report

Sample ID G994_12oct2
 3
 Sample Date 12/10/2023
 Station G994
 Location Chapadmalal
 Geology
 Watertype Na-HCO3-Cl
 Temperature (°C) 16,00
 pH 7,00
 Conductivity 1430,00 uS/cm

Sum of Anions 12,19 meq/L
 Sum of Cations 13,57 meq/L
 Balance -5,36 %

Total dissolved solids 960,00 mg/L
 Total hardness 70,67 mg/l CaCO3
 Alkalinity 367,72 mg/l CaCO3

Major ion composition	mg/l	mmol/l	meq/l
Na	273,00	11,87	11,87
K	11,00	0,281	0,281
Ca	25,00	0,62	1,25
Mg	2,00	0,08	0,16
Cl	119,00	3,36	3,36
SO4	38,00	0,40	0,79
NO3	54,00	0,69	0,69
HCO3	428,00	7,01	7,01

Ratios	Comparison to Seawater			
	mg/l	mmol/l	mg/l	mmol/l
Ca/Mg	12,50	7,58	0.319	0.194
Ca/SO4	0,66	1,58	0.152	0.364
Na/Cl	2,29	3,54	0.556	0.858
Cl/Br			287	648

DESCRIPTION:

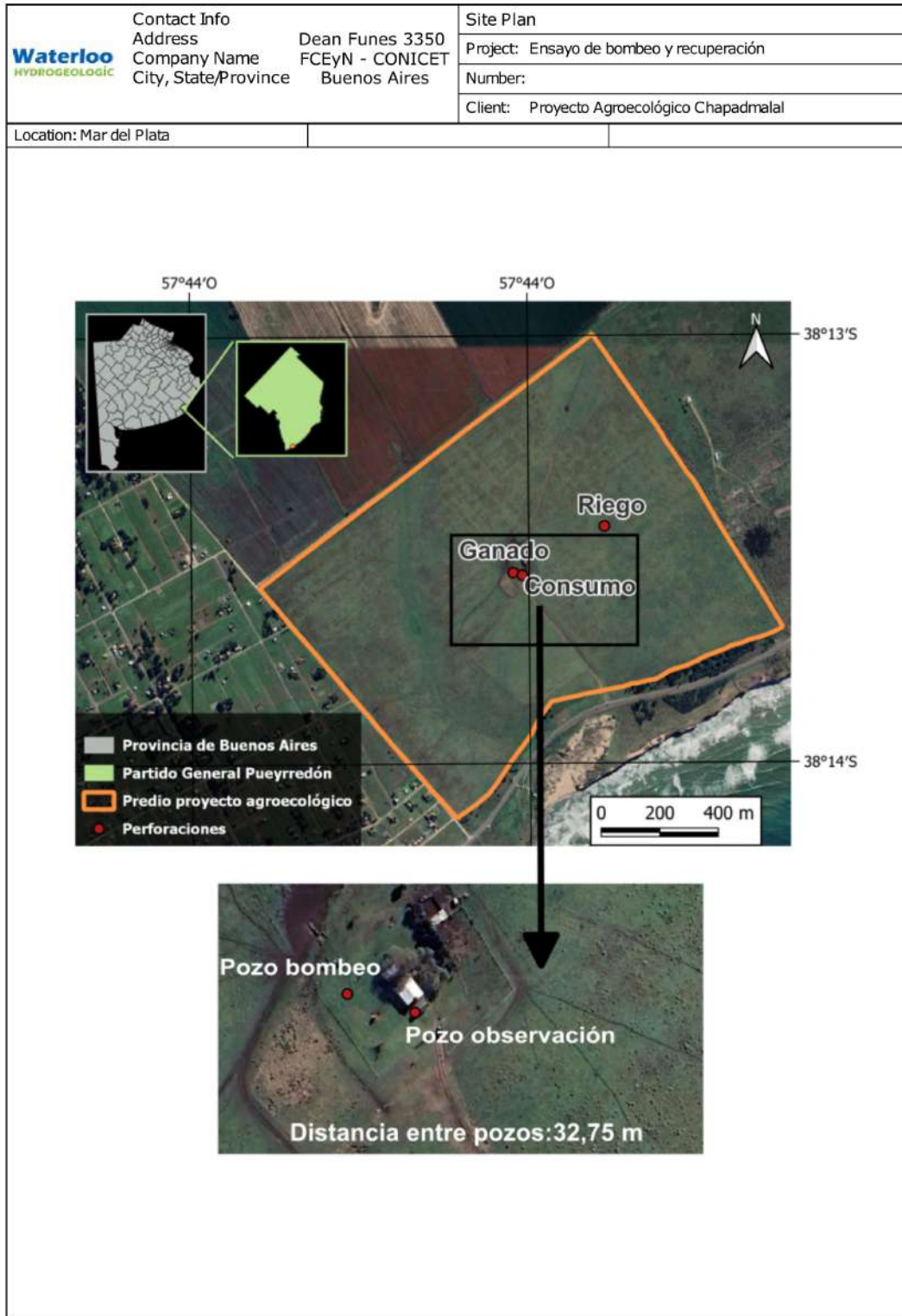


PROJECT:


PROJECT NO:


CLIENT:


DATE:



Contact Info		Pumping Test - Water Level Data		Page 1 of 1
Address		Project: Ensayo de bombeo y recuperación		
Company Name		Number:		
City, State/Province		Client: Proyecto Agroecológico Chapadmalal		
Location: Mar del Plata		Pumping Test:	Pumping Well: Well 1	
Test Conducted by: Grupo de hidrogeología			Test Date: 11/11/2023	
Discharge: variable, average rate 8,75 [m³/h]			Radial Distance to PW [m]: -	
Observation Well: Well 1		Static Water Level [m]: 11,85		
	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]	
1	30	12,12	0,27	
2	60	12,19	0,34	
3	90	12,25	0,40	
4	120	12,29	0,44	
5	180	12,31	0,46	
6	240	12,35	0,50	
7	300	12,40	0,55	
8	360	12,43	0,58	
9	600	12,44	0,59	
10	900	12,43	0,58	
11	1500	12,45	0,60	
12	1800	12,40	0,55	
13	2700	12,40	0,55	
14	3600	12,40	0,55	
15	4500	12,41	0,56	
16	7200	12,42	0,57	
17	9000	12,42	0,57	
18	10800	12,43	0,58	
19	14400	12,43	0,58	
20	21600	12,44	0,59	
21	25200	12,47	0,62	
22	28800	12,47	0,62	
23	32400	12,47	0,62	
24	36000	12,47	0,62	
25	43200	12,47	0,62	
26	50400	12,48	0,63	
27	55200	12,48	0,63	
28	57600	12,48	0,63	
29	64800	12,48	0,63	
30	72000	12,48	0,63	
31	72030	12,15	0,30	
32	72060	12,05	0,20	
33	72090	12,00	0,15	
34	72120	11,98	0,13	
35	72180	11,96	0,11	
36	72240	11,94	0,09	
37	72300	11,93	0,08	
38	72360	11,92	0,07	
39	72420	11,91	0,06	
40	72480	11,90	0,05	
41	72540	11,89	0,04	
42	72600	11,88	0,03	
43	72900	11,87	0,02	
44	73200	11,87	0,02	
45	73500	11,87	0,02	
46	73800	11,87	0,02	
47	74700	11,87	0,02	
48	75600	11,87	0,02	
49	76500	11,87	0,02	
50	77400	11,87	0,02	
51	78300	11,87	0,02	
52	79200	11,87	0,02	
53	81000	11,87	0,02	
54	82800	11,87	0,02	
55	86400	11,87	0,02	

Contact Info		Pumping Test - Water Level Data		Page 1 of 2
 Address Company Name City, State/Province		Project: Ensayo de bombeo y recuperación		
		Number:		
		Client: Proyecto Agroecológico Chapadmalal		
Location: Mar del Plata		Pumping Test:		Pumping Well: Well 1
Test Conducted by: Grupo de hidrogeología			Test Date: 11/11/2023	Discharge: variable, average rate 8,75 [m ³ /h]
Observation Well: Well 2		Static Water Level [m]: 11,89		Radial Distance to PW [m]: 32,75
	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]	
1	30	11,89	0,00	
2	60	11,89	0,00	
3	90	11,89	0,00	
4	120	11,89	0,00	
5	180	11,89	0,00	
6	240	11,90	0,01	
7	300	11,90	0,01	
8	360	11,90	0,01	
9	420	11,90	0,01	
10	480	11,91	0,02	
11	540	11,91	0,02	
12	600	11,91	0,02	
13	900	11,92	0,03	
14	1200	11,92	0,03	
15	1500	11,93	0,04	
16	1800	11,93	0,04	
17	2700	11,94	0,05	
18	3600	11,94	0,05	
19	4500	11,95	0,06	
20	5400	11,95	0,06	
21	6300	11,95	0,06	
22	7200	11,95	0,06	
23	9000	11,96	0,07	
24	10800	11,96	0,07	
25	14400	11,97	0,08	
26	18000	11,97	0,08	
27	21600	11,98	0,09	
28	25200	11,99	0,10	
29	28800	12,00	0,11	
30	32400	12,00	0,11	
31	36000	12,01	0,12	
32	43200	12,02	0,13	
33	50400	12,03	0,14	
34	55200	12,03	0,14	
35	57600	12,04	0,15	
36	64800	12,04	0,15	
37	72000	12,04	0,15	
38	72030	12,03	0,14	
39	72060	12,03	0,14	
40	72090	12,02	0,13	
41	72120	12,02	0,13	
42	72180	12,02	0,13	
43	72240	12,01	0,12	
44	72300	12,01	0,12	
45	72360	12,00	0,11	
46	72420	12,00	0,11	
47	72480	12,00	0,11	
48	72540	12,00	0,11	
49	72600	12,00	0,11	
50	72900	11,99	0,10	
51	73200	11,99	0,10	
52	73500	11,98	0,09	
53	73800	11,98	0,09	
54	74700	11,98	0,09	
55	75600	11,97	0,08	
56	76500	11,97	0,08	
57	77400	11,97	0,08	

Contact Info		Pumping Test - Water Level Data		Page 2 of 2
 Address Company Name City, State/Province		Project: Ensayo de bombeo y recuperación		
		Number:		
		Client: Proyecto Agroecológico Chapadmalal		
	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]	
58	78300	11,96	0,07	
59	79200	11,96	0,07	
60	81000	11,95	0,06	
61	82800	11,95	0,06	
62	86400	11,94	0,05	

 Contact Info Address Company Name City, State/Province		Pumping Test - Discharge Data Page 1 of 1	
		Project: Ensayo de bombeo y recuperación	
		Number:	
		Client: Proyecto Agroecológico Chapadmalal	
Location: Mar del Plata		Pumping Test:	
		Pumping Well: Well 1	
Test Conducted by: Grupo de hidrogeología		Test Date: 11/11/2023	
		Discharge: variable, average rate 8,75 [m ³ /h]	
Observation Well: Well 1		Radial Distance to PW [m]: -	
	Time [s]	Discharge [m ³ /h]	
1	72000	8,75	
2	86400	0,00	

