

El Complejo Acuífero Profundo de Arauco, provincia de La Rioja

Esteban Tálamo¹, Federico Moya Ruiz¹, Rodolfo García¹, Verónica Rocha Fasola¹ y Francisco R. López¹

¹ CONHIDRO S.R.L., Tomás Vergara 1556, (4700) San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina.

Mail de contacto: conhidrocat@ametbiz.com.ar

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el descubrimiento en la zona de la localidad de Arauco, departamento homónimo, provincia de La Rioja, Argentina, de un reservorio de agua subterránea profundo con gran importancia para el abastecimiento de agua potable como así también para el riego de plantaciones de olivos que se practican en la región. Este importante reservorio fue localizado a partir de estudios de prospección geofísica y por pozos de exploración y explotación que alcanzaron profundidades de hasta 440 metros. Las facies sedimentarias del Complejo Acuífero Arauco están conformadas por arenas gruesas a gravas muy gruesas, polimícticas y subyacen a un potente manto de arcillas plásticas. Se estima que las unidades sedimentarias profundas podrían corresponderse con las facies basales de la Formación Las Cumbres (Pliopleistocenas) que afloran en las inmediaciones de la ciudad de Aimogasta y los Bordos de Mervil.

Palabras clave: Arauco, Complejo Acuífero, La Rioja, Hidrogeología.

ABSTRACT

The aim of this paper is present the discovery of a deep groundwater reservoir in Arauco town area, homonymous department, in La Rioja province, this reservoir have a great importance for drinking water supply as well as for the olive plants irrigation. This significant reservoir was located after the realization of geophysical studies and construction of exploration and production wells which reached depths up to 440 meters. The sedimentary facies of the Complejo Acuífero Arauco, are made up by coarse sands and polymictic gravel that underlie below a very thick plastic clay layer. It is estimated that the deep of sedimentary units could correspond to the basal facies of Las Cumbres Formation (Pliopleistocenas) that outcrop near of the city of Aimogasta and Bordos of Mervil.

Keywords: Arauco, Complejo Acuífero, La Rioja, Hydrogeology.

Introducción

En el presente trabajo tiene por objetivo dar a conocer la existencia de un reservorio de agua subterránea profundo, descubierto mediante exploración geofísica y perforaciones exploratorias realizadas en el establecimiento olivícola Palas Atenea, situado a 11 kilómetros al este de la Ciudad de Aimogasta, Departamento Arauco, Provincia de La Rioja, Argentina. (Figura 1).

A consecuencia de los buenos resultados obtenidos (hidráulicos e hidroquímicos) en esta región, en los últimos años se realizaron al menos nueve perforaciones con objetivos profundos, encontrando en todos los casos las facies sedimentarias gravosas, que son definidas en este trabajo como Complejo Acuífero Profundo de Arauco (CAPA). Se ha optado por definirlo como un complejo, debido a que la cantidad de información disponible, no es suficiente como para determinar sus límites, sus

características funcionales, zonas de recarga y descarga, su vínculo con el ciclo hidrológico actual, etc.

La zona de referencia del descubrimiento soporta una extensa actividad olivícola, regada casi en su totalidad por un sistema de goteo, que utiliza como fuente el agua subterránea captada por pozos cuyas profundidades se encuentran entre 150 y 200 metros. Las unidades acuíferas en este intervalo están compuestas por facies arenosas medianas a finas con abundantes intercalaciones de materiales finos (limos y arcillas) y "toscas" (limos con cemento calcáreo). Los rendimientos específicos alcanzados históricamente en estas obras de captación, oscilan entre 2 y 9 m³/h/m, para caudales de bombeo de 150 a 220 m³/h.

La rotura de varios pozos de la zona, por colapso de filtros, motivó la ejecución de estudios geofísicos que recomendaron explorar mediante perforaciones a mayores profundidades. Durante los trabajos de control

geológico de los primeros pozos exploratorios profundos, los autores determinaron que las probables causas de los colapsos de los pozos de la zona obedecían a que casi todos, ponían en producción los mencionados niveles de "toscas", que tienen una respuesta eléctrica similar a las arenas en los perfilajes eléctricos. Evidentemente, esta formación, al ser sometida a bombeos intensivos ha liberado las partículas de limo agregadas con cemento calcáreo, generando sistemas de cavernas en el entorno de la zona filtrante y de esta forma, al perder sustento, se derrumban, aplastando, deformando y rompiendo los filtros de los pozos.

En los nuevos pozos profundos, dirigidos por nuestro grupo de trabajos, solo se han puesto en producción aquellas facies clásticas, conformadas por arenas en la parte superficial y las gravas del CAPA, motivo del presente trabajo. Los resultados hidráulicos e hidroquímicos obtenidos bajo esta nueva concepción de diseño de los pozos, han permitido la obtención de agua de buena calidad para riego con rendimientos específicos variables entre 9,5 y 24,5 m³/h/m, para caudales de bombeo de 260 a 290 m³/h.

Descripción física del área

La zona de estudio se desarrolla en una superficie situada entre el río Salado (al norte), La Sierra de Velasco (al oeste), sierra de La Punta (al sur) y sierra de Mazán (al este). En esta región la precipitación media anual es de aproximadamente 150 mm (medidos en diferentes estaciones meteorológicas (Pinchas, Aminga, Anillaco, etc.); mientras que la evapotranspiración potencial anual podría alcanzar los 1600 o 1800 mm, con un marcado déficit hídrico (García, 1998).

Geológicamente, la comarca estudiada pertenece a la Provincia Geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales, limitada por bloques de basamento cristalino elevados por fallas inversas, que han generado depresiones que luego fueron rellenadas por sedimentos neógenos.

Las rocas del basamento cristalino de las sierras de Mazán son granitos, granitos migmatíticos y migmatitas. La sierra de Velasco contiene rocas graníticas al oeste, de edad Paleozoica Inferior y una faja milonítica al este, de edad Proterozoica. (Toselli et al., 2005). (Figura 1).

El Neógeno, está representado por la Formación Sálidas (Socic, 1973) de edad

Mioceno Superior - Plioceno y una potente secuencia Plio/Pleistocena conocida como Formación Las Cumbres. Estas formaciones sufrieron posteriormente el alcance de la tectónica moderna, encontrándose pequeños afloramientos de los mismos en los Bordos de Arauco, Bordos de Updianango, Bordos de Talacán, Cerro Colorado y en las inmediaciones de Santa Teresita, rodeando los afloramientos de la Sierra de Mazán. Existen también importantes secuencias holocenas y recientes, representadas por depósitos de conos aluviales, fluviales, planicies aluviales, eólicos y de barreales.

Litología del Neógeno

Se describe brevemente la composición litológica de las formaciones del Neógeno, por su implicancia hidrogeológica y porque podría explicar la presencia del Complejo Acuífero Profundo de Arauco, descubierto mediante perforaciones profundas.

Las sedimentitas terciarias de la Formación Sálidas, están conformadas por una arenisca de grano muy fino, en partes limosa y limolitas pardo rojiza a pardo amarillenta, friables, yesíferas. En algunos sectores se observa una pequeña capa de arenisca gruesa a conglomerádica, con rodados del basamento cristalino (Socic, 1973). Mediante discordancia, se disponen los sedimentos cuaternarios (Pleistoceno) conformados por conglomerados poco consolidados de rocas graníticas, migmatitas y cuarzo, aglutinadas por una matriz de arena gruesa a conglomerádica, donde se intercalan pequeños bancos de arenas y limos. Estos depósitos podrían ser equivalentes a la Formación Las Cumbres (Socic, 1973).

Los afloramientos de la Formación Las Cumbres existentes en el Cerro Colorado, a la latitud de la localidad de Villa Mervil, se inician con conglomerados finos a medianos, asignados a canales fluviales labrados sobre el techo de la Formación Sálidas (Bossi et al., 2007). Bossi menciona también que estos conglomerados no superan los 30 metros de espesor y que el resto de las unidades superiores, está dominado por cuerpos macizos de limos pardos acompañados por calcretos nodulares y finas venillas de calcita. La secuencia conglomerádica basal de la Formación Las Cumbres, posee un gran parecido con las gravas muestreadas en los pozos profundos perforados en la zona, y que conforman el CAPA.

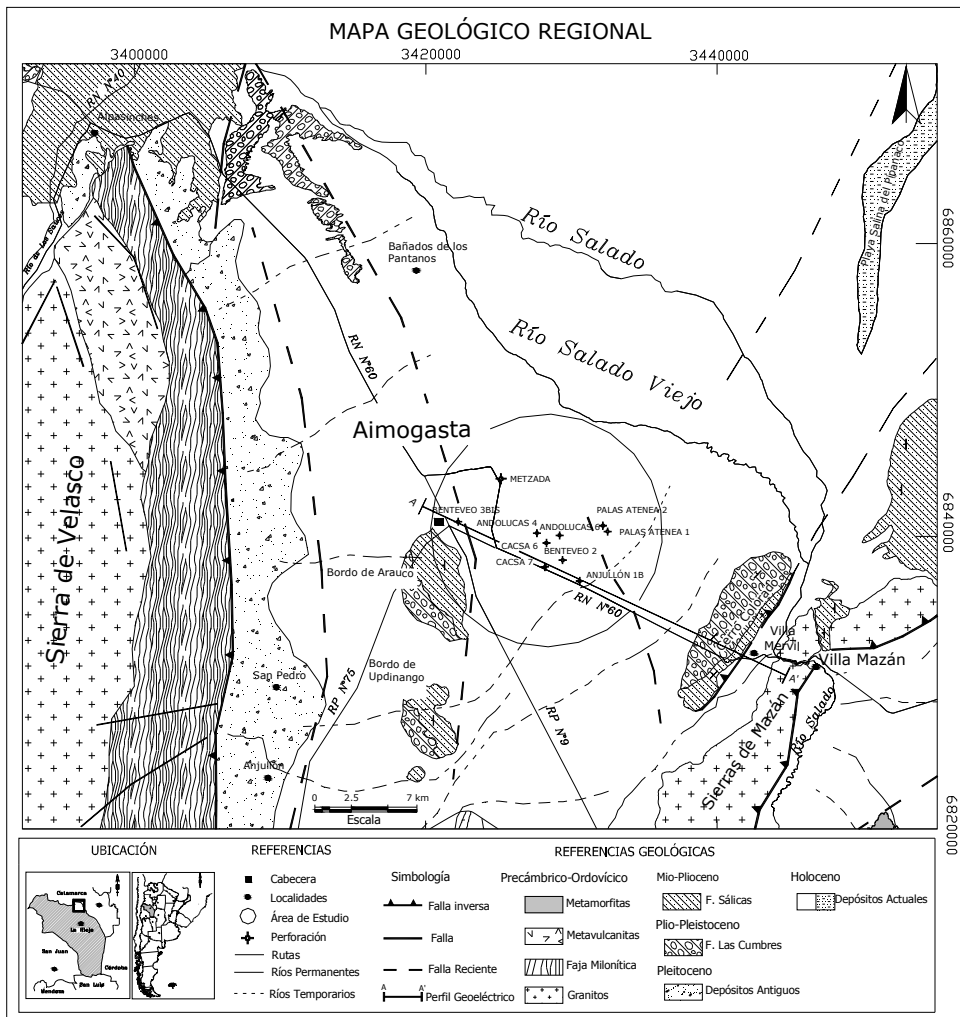


Figura 1. Mapa geológico y de ubicación de la zona de estudio.

Perfil geofísico y Correlación de electrofacies

A Los fines de comprender la disposición de las facies gravosas que componen el CAPA, se confeccionó un perfil geológico/geoelectrico que muestra las variaciones faciales en un corte de rumbo general NO – SE, que incluye información brindada por algunos de los pozos profundos realizados en la zona.

Como puede observarse en la **Figura 5**, existe una Unidad Conductiva inferior, interpretada como la presencia de la Formación Sállicas (Plioceno). Suprayaciendo a ésta, se

detecta una Unidad Semi Conductiva representando a los depósitos Plio/Pleistocenos de la Formación Las Cumbres. Por último se encuentra una Unidad Resistiva a Semiresistiva, que agrupa a facies Holocenas y Recientes.

En el mismo perfil puede observarse el estilo estructural que podría afectar al conjunto y explicar la presencia de los conglomerados profundos, que luego afloran en Villa Mervil.

En la **Tabla 1** se listan los pozos que interceptaron los niveles gravosos, la profundidad de exploración alcanzada en cada caso y el techo y base de los niveles conglomerádicos encontrados.

Tabla 1. Profundidades a las que se detectaron las gravas profundas

Perforación	Profundidad Exploración (m)	Techo y base de secuencia de gravas
Metzada 1	440	370/432
Andolucas 4	407	334/404*
Andolucas 6	408	305/382
CACSA 6	400	355/400*
CACSA 7	406	357/404
Palas Atenea 1	394	237/358
Palas Atenea 2	375	237/375
El Benteveo 2	412	295/385
Anjullón B 1	392	256/374

(*) Probablemente no se alcanzó la base.

La Potencia de las facies gravosas que componen el CAPA, en aquellos pozos donde se presume que fueron atravesadas en su totalidad, alcanza un promedio de 117 metros. Podría existir una disminución del espesor en sentido SE-NO y también E-O.

Para poder apreciar el gran contraste existente entre las facies Holocenas y las gravas de la Formación Las Cumbres, se presenta un ejemplo gráfico del Pozo Palas Atenea 1 (CONHIDRO S.R.L., 2004), con su correspondiente descripción litológica, incluyendo las curvas de Resistividad Normal Corta y Normal Larga del electroperfilaje y su diseño constructivo (**Figura 6**). En la **Figura 7**, se muestra un corte transversal logrado mediante la correlación de estas facies gruesas, utilizando la información de las perforaciones en una línea de rumbo general NO-SE.

Características Hidráulicas e Hidroquímicas del CAPA

Desde un punto de vista hidráulico, al no existir pozos de observación, lamentablemente no se pudieron establecer los parámetros fundamentales como Coeficiente de Almacenamiento, Transmisividad y Permeabilidad del CAPA. Solo pueden mencionarse algunos valores de Transmisividad, estimados durante los ensayos de recuperación, luego de las pruebas de bombeo, que oscilan entre 1039 y 666 m²/día (Conhidro S.R.L.).

El CAPA conformaría un acuífero confinado que podría estar fuertemente controlado por el sistema de fallas que afecta a la región.

En la **Tabla 2**, se muestran los niveles estáticos (obtenidos de los legajos originales) con el año de la medición y los valores de caudal ensayado y caudal específico logrado en cada caso.

Si bien no hay herramientas ni información suficiente como para establecer el vínculo entre los acuíferos superiores (explotados históricamente) y los profundos (CAPA), puede señalarse que no existirían grandes diferencias piezométricas.

Mediciones de control realizadas en algunas fincas, permiten afirmar que se observan grandes descensos anuales en los niveles estáticos, tanto de los pozos antiguos (que producen de niveles superiores) como de aquellos que pusieron en producción el denominado CAPA.

Tabla 2. Caudales específicos

Perforación	Q (m ³ /h)/ qe (m ³ /h/m)	Nivel estático (m) /año
Metzada 1	271/5.23	39.88/2007
Andolucas 4	265/9.5	41.32/2009
Andolucas 6	239/9.45	27.89/2009
CACSA 6	261/9.45	37.12/2004
CACSA 7	257/10.82	54.35/2010
Palas Atenea 1	288/14.62	15.86/2004
Palas Atenea 2	268/14.29	12.65/2004
El Benteveo 2	272/24.46	51.03/2010
Anjullón B 1	254/14.31	43.95/2006

Geoquímicamente, las aguas obtenidas en los pozos profundos, se clasifican como cloruradas y/o sulfatadas y/o bicarbonatadas sódicas, a excepción del pozo de Metzada, que es definitivamente bicarbonatada sódica, probablemente por la mezcla con niveles superiores o bien, por algún error analítico. (**Figura 2**).

Las aguas de los pozos que captan el CAPA, poseen una buena aptitud para uso agrícola siendo el 100 % de las muestras obtenidas, clasificadas como C2-S1, indicando un Moderado Peligro de Salinidad y un Bajo Riesgo de Alcalinidad o Sodicidad.

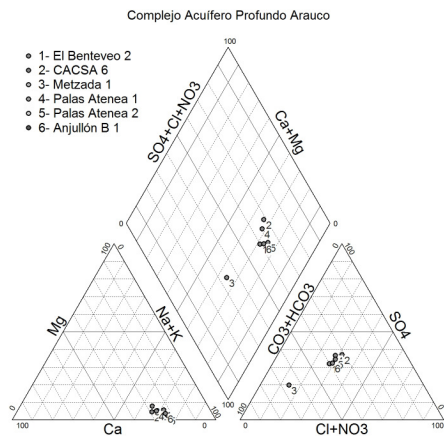


Figura 2. Clasificación de las aguas del CAPA en un diagrama de Piper.

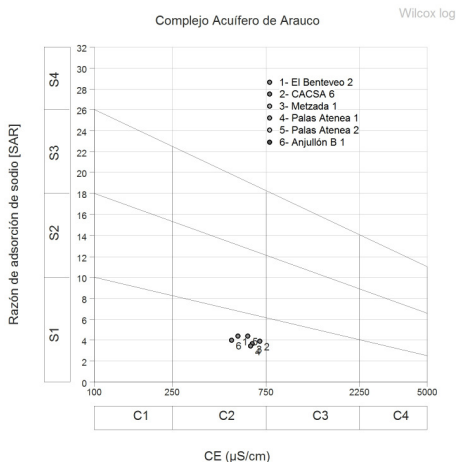


Figura 3. Clasificación de las aguas del CAPA según Wilcox.

Modelo Conceptual del CAPA

Resulta complicado establecer un modelo conceptual del Complejo Acuífero Profundo de Arauco, principalmente porque la información disponible, en algunos casos, proviene de la mezcla de los acuíferos superiores y los del CAPA, ya que se han colocado filtros en niveles permeables de ambas unidades. Además no existen datos suficientes que permitan observar la evolución de los niveles piezométricos de la zona en la última década. Nuestro grupo de trabajo ha realizado un monitoreo hidráulico en finca CACSA, donde se han podido medir

descensos en la piezometría, que superan, en algunos casos los 2.6 metros por año (CONHIDRO, 2011)..

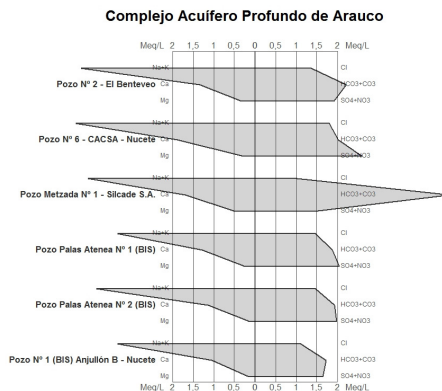


Figura 4. Diagramas de Stiff de las aguas del CAPA.

En el caso particular de esa finca y por contar con datos de niveles piezométricos instantáneos, se pudo determinar que la dirección de flujo del agua subterránea es de Sudoeste a Noreste. Obviamente, esta piezometría surge de niveles estáticos combinados, medidos luego de un tiempo de 24 horas de inactividad en los pozos (CONHIDRO S.R.L., 2011).

Existe una subdivisión de cuencas subterráneas propuestas por el Centro Regional de Aguas Subterráneas (Sánchez, 1995), donde se define la Subcuenca de La Costa (entre la Sierra de Velasco y la falla que eleva la sierra de La Punta y los Bordos de Updinango y Arauco) y la Subcuenca Oriental, entre la falla antes mencionada y la Sierra de Mazán.

El descubrimiento del CAPA se restringe en este trabajo a la Subcuenca Oriental, siendo la posible zona de recarga, el agua proveniente de la Subcuenca de La Costa (tanto superficialmente como por trasvase subterráneo) y por infiltración directa del río Salado o Colorado en las inmediaciones de Bañado de Los Pantanos. A esta recarga, se puede agregar el aporte que proviene de las sedimentitas neógenas, que podrían tener una conexión hidráulica, sobre todo cuando se las vincula mediante las perforaciones profundas y por fallas.

La zona de descarga sería probablemente la planicie aluvial del sistema del río Salado, sobre todo su viejo cauce, en las proximidades de los paraje de La Chilca y Santa Teresita.

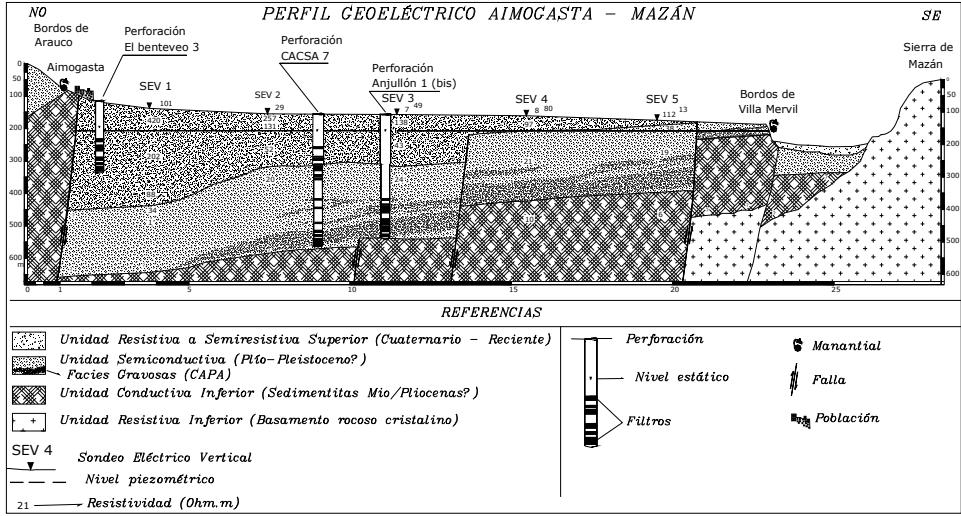


Figura 5. Perfil geoelectrico geológico A-A'.

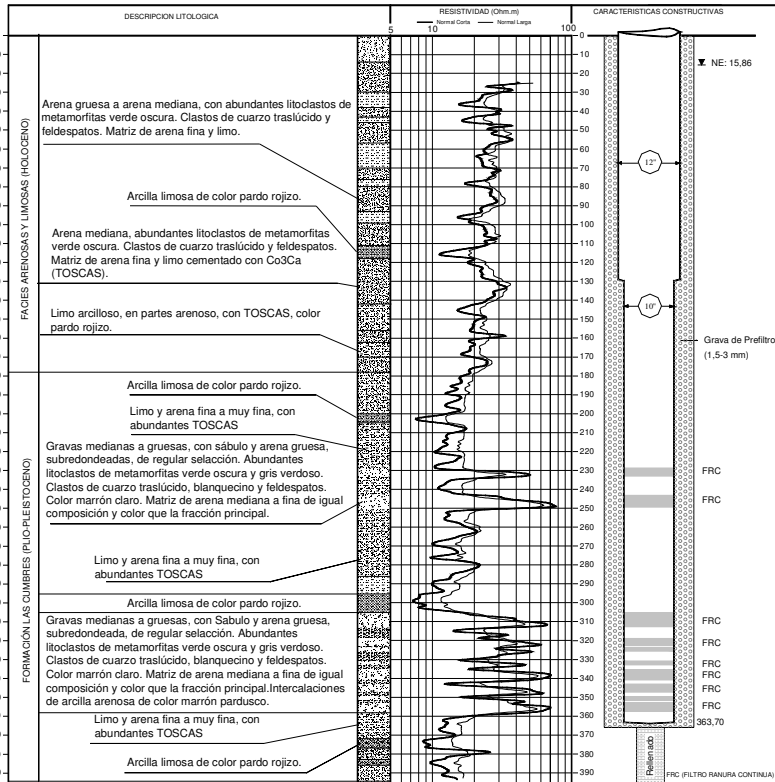


Figura 6. Perfil integrado del Pozo profundo Palas Atenas 1.

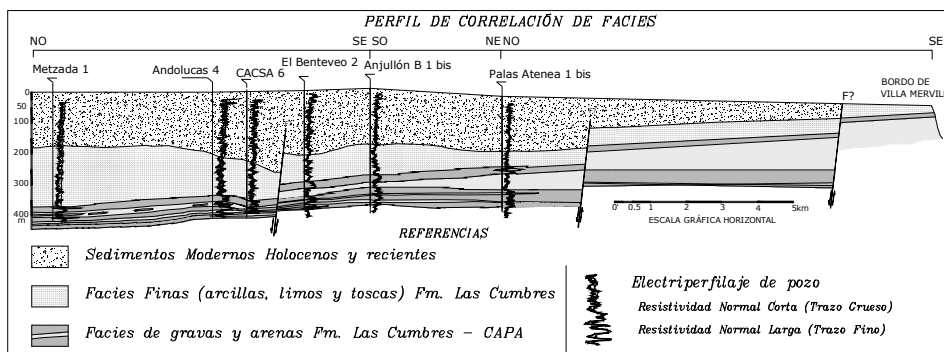


Figura 7. Perfil de correlación de facies y perfilajes eléctricos de pozos.

Conclusiones

Se define en este trabajo el Complejo Acuífero Profundo de Arauco (CAPA), integrado por facies de gravas y arenas gruesas polimícticas encontradas a profundidades variables entre 237 y 370 metros, en todas las perforaciones profundas realizadas en un área aproximada de 64 km².

Estos conglomerados profundos, podrían representar la base de la Formación Las Cumbres, de edad Plio/Pleistocena, la cual es elevada sucesivamente en bloques, por fallas inversas, hasta aflorar en el Cerro Colorado y Villa Mervil.

El comportamiento hidráulico de los pozos que han puesto en producción el CAPA de manera exclusiva, o bien combinando estas facies con niveles acuíferos arenosos superiores, ha permitido duplicar y hasta triplicar los rendimientos específicos que existían hasta el momento en la zona. El agua obtenida posee una buena calidad para ser utilizada en el riego de plantaciones (siendo en este caso, exclusivamente para el riego de olivares, bajo un sistema presurizado de goteo).

Se considera que en el futuro, deberían realizarse estudios isotópicos que permitan determinar el vínculo o interrelación entre las aguas captadas en los pozos que producen de los acuíferos arenosos superiores y aquellas provenientes de las gravas y conglomerados del CAPA.

Se destaca la necesidad de instalar una red de monitoreo que permita definir una piezometría regional. Sería conveniente confeccionar modelos numéricos que permitan la realización de balances de agua actuales y

futuros, en virtud del uso intensivo del agua subterránea que existe en la comarca.

Agradecimientos

Se agradece al Geólogo Rubén Ottonello por brindar información hidrogeológica local. Al Dr. Sergio Andrés Bea, del Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo J. Usunoff", por sus observaciones en aspectos hidroquímicos.

Referencias

- Bossi G.E.; Georgieff S.M. y Vides, M. E. 2007. Arquitectura y paleoambientes de los depósitos fluviales gravosos de la Formación Las Cumbres (Neógeno), en Villa Mervil, La Rioja, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, Vol. 14 (1) 53-57.
- Bossi G.E.; Georgieff S.M., Muruaga C.M., Ibáñez L.M. y Sanuaga J.G. 2009. Los conglomerados sintectónicos de la Formación Las Cumbres (Plio-Pleistoceno), Sierras Pampeanas de La Rioja y Catamarca, Argentina. *Andean Geology. Revista Geológica de Chile*. 36 (2) 172-196.
- CONHIDRO S.R.L. 2004. Informe Técnico Dirección Técnica Pozo Palas Atenea N° 1 (bis), Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2004. Informe Técnico Dirección Técnica Pozo Palas Atenea N° 2 (bis), Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2005. Informe Técnico Dirección Técnica Pozo CACSA 6 (bis), Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.

- CONHIDRO S.R.L. 2006. Informe Técnico Dirección Técnica Pozo Agropecuaria Anjullón B N°1 (bis), Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2006. Informe Técnico Estudio Geoeléctrico Finca SILCADE S.A., Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2007. Informe Técnico Dirección Técnica Pozo Metzada 1 – Silcade S.A., Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2009. Informe Técnico Inspección Técnica Pozo Andolucas N°6 – Andolucas S.A., Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2009. Informe Técnico Inspección Técnica Pozo Andolucas N°4 – Andolucas S.A., Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2010. Informe Técnico Dirección Técnica Pozo El Benteveo N°2 – Agroaceitunera S.A., Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2010. Informe Técnico Electroperfilaje Pozo N°7 CACSA, Departamento Arauco, provincia de La Rioja. Industrias Metalúrgicas Ferrer Hermanos S.A.. Inédito.
- CONHIDRO S.R.L. 2010. Informe Técnico Monitoreo de Pozos en Finca CACSA, Departamento Arauco, provincia de La Rioja.. Inédito.
- García, R.F. 1998. Estudio de identificación y evaluación de fuentes de agua en Bañado de Los Pantanos, Departamento Arauco, Provincia de La Rioja. Consejo Federal de Inversiones, Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades.
- Sánchez V., Gianni R., Di Chiacchio J, Victorio J., Pellegrino J., Mercado N. y Guimaraes R. 1995. Evaluación Hidrogeológica General del Área Colonias Machigasta – Bañado de los Pantanos, La Rioja. IT CRAS N° 166 – San Juan.
- Sosic M.V.J. 1973 – Descripción Geológica de la Hoja 14 e, Salar de Pipanaco, Provincias de Catamarca y La Rioja. Servicio Nacional Minero Geológico – Subsecretaría de Minería de La Nación.
- Toselli, .A.J., Rossi J. N., Báez M., Grosse P., López J.P. y Bellos L. 2005. Las rocas graníticas y metamórficas de la sierra de Velasco. INSUGEO Serie de Correlación Geológica, 19: 211-220.