

DETECCION DEL NIVEL CONDUCTIVO DE LA LENTE 2 DEL ACUIFERO ANGUIL CATRILO, PROVINCIA DE LA PAMPA

**RIVAS, Raúl; VARNI, Marcelo; USUNOFF, Eduardo
y WEINZETTEL, Pablo**

RESUMEN

El estudio presenta los resultados de la investigación del subsuelo mediante la técnica de los sondeos eléctricos verticales (SEV) en la lente 2 del acuífero Anguil Catriló, provincia de La Pampa. En los 120 km² que abarca el área de estudio, se realizaron 40 SEV. El ajuste del modelo resistivo se efectuó a partir de dos sondeos paramétricos. Se han determinado los bordes superior e inferior de la lente en la mayoría de los SEV, mientras que en otros se evidencian zonas de descarga de aguas subterráneas. A partir de estos resultados, se cubica su volumen.

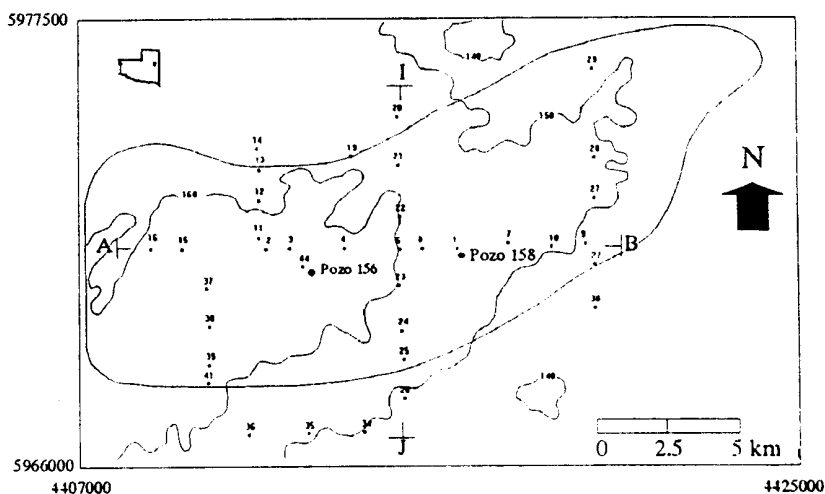
ABSTRACT

Forty vertical electrical soundings (VES) were used to characterize the Lens 2 of the Anguil Catriló aquifer, in La Pampa Province (120 km²). The VES data were used to identify the lens' upper and lower boundaries, zones of ground-water discharge, and, finally, the geometry of the reservoir.

INTRODUCCION

La zona de estudio es la denominada Lente 2 (Cavalié, 1979) del acuífero Anguil-Catriló ubicada al norte de la localidad de Anguil, provincia de La Pampa (Figura 1), dentro de las hojas del IGM La Pochola (3763-7-2) y La Trinidad (3763-8-1). Esta lente ha sido delimitada horizontalmente por la Administración Provincial del Agua (APA)(Cavalié, 1979) en base a consideraciones de calidad del agua (flúor, arsénico y sales totales) con un área de aproximadamente 120 km². En este trabajo se mantiene la denominación de lente, considerándola como una masa de agua subterránea dulce, de extensión limitada, que descansa sobre una masa de agua salada extensa, contenidas ambas en el mismo acuífero (González et al., 1986). El área corresponde a planicies medanosas con tosca, caracterizada hidrogeológicamente por zonas de recarga y descarga locales. Estas zonas están claramente diferenciadas por el contenido salino de sus aguas, lo que las hace aptas para su delimitación con métodos tales como los geoelectricos. Por otra parte, la lente se apoya en una capa conductiva, que se constituye en la base del acuífero (Calvetty Amboni, 1979), por lo que valen las mismas consideraciones anteriores.

Figura 1. Curvas de nivel topográfico, límite de la lente, ubicación de sondeos eléctricos y perforaciones de control.



En la parte central del área se cuenta con dos pozos exploratorios realizados por la APA (Cavalié, 1979), junto a los cuales se realizaron SEV paramétricos que luego permitieron calibrar el modelo resistivo.

CARACTERIZACION GEOLOGICA DEL AREA

A continuación se esboza el marco geológico del área de estudio. Se incluyen los aspectos referidos a la morfología superficial y geología.

Desde el punto de vista morfológico el área de estudio corresponde a planicies medanosas con tosca. Lo más destacable de la misma es la cobertura arenosa que se presenta en forma discontinua y que, además, muestra el efecto de los ciclos erosivos de épocas cercanas. Estas geoformas revisten una gran importancia debido a su permeabilidad elevada por su textura arenosa, lo cual permite la recarga del acuífero libre en la formación pampeana infrayacente. En zonas donde predominan los terrenos de texturas más finas el proceso de recarga se ve reducido.

En lo que respecta a la geología, el área se ubica en el sector nororiental de la cuenca de Macachín. En la localidad de Uriburu, 10 km al este de la zona de estudio, se verificó la existencia de un espesor sedimentario superior a los 1500 metros al alcanzarse dicha profundidad sin tocar el basamento en una perforación realizada por la Dirección de Minería de la Nación en colaboración con el gobierno de La Pampa (Miro, 1967). Esto se debería a un brusco hundimiento del basamento por fracturación al este de la localidad de Anguil (Salso, 1964).

METODOLOGIA

El método empleado es el de SEV con aplicación del dispositivo Schlumberger (Calvetty Amboni y Rapaccini, 1990; Orellana, 1982). El equipo utilizado incluye milivoltímetro, miliamperímetro, fuente de poder y electrodos, con el cual es posible obtener la distribución de resistividades en el subsuelo heterogéneo, a partir de las curvas de resistividad aparente (CRA) observadas.

Para la interpretación de los SEV se utilizaron los métodos gráficos de superposición y reducción (Orellana y Mooney, 1966), de aproximaciones sucesivas (Jöhansen, 1975), y por resolución del método inverso para la obtención de las curvas de Dar Zarrouk (Zohdy, 1975). Partiendo del modelo obtenido de los sondeos paramétricos, se utilizó el método gráfico como una primera aproximación a las resistividades, para luego ajustar la interpretación mediante los otros métodos.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los SEV paramétricos evidenciaron un buen contraste entre las resistividades de la lente y de la base conductiva. Pudo verificarse la correspondencia existente entre la cobertura arenosa no saturada y resistividades elevadas, materiales limo-arenosos con tosca (no saturados y saturados en aguas de baja salinidad) y resistividades medias, y sedimentos saturados con aguas de elevado contenido en sales con resistividades bajas. En la zona de resistividades medias pueden discriminarse dos rangos, mayores y menores a $20 \Omega \text{ m}$, que corresponden a los sedimentos no saturados y saturados, respectivamente. En la parte superior la variación eléctrica obedece a diferencias litológicas y a la presencia del nivel freático según se ha comprobado en los sondeos paramétricos, mientras que en la parte inferior la variación eléctrica se corresponde solamente con variaciones químicas, ya que el contraste de salinidades es muy importante y las altas salinidades enmascaran las posibles variaciones litológicas.

Como se observa en la Figura 2, las curvas de resistividad aparente medidas son de tipo QQ (Orellana, 1982) con pendientes medias. En su mayoría presentan dicha morfología, a excepción de las obtenidas en zonas bajas, las que presentan una forma casi plana. Esta morfología plana se debería a que la resistividad del medio es baja y tiene poca o nula variación con la profundidad, por ser zonas de descarga de las aguas subterráneas.

Los cortes geoelectricos que se obtuvieron a partir del procesamiento de los datos de campo se agruparon en secciones geoelectricas del subsuelo, las que se analizaron considerando las evidencias hidrogeológicas y la información de los SEV paramétricos, que se incorporaron al modelo inicial y permitieron la obtención del modelo más adecuado.

Figura 2. Curva de resistividad aparente típica.

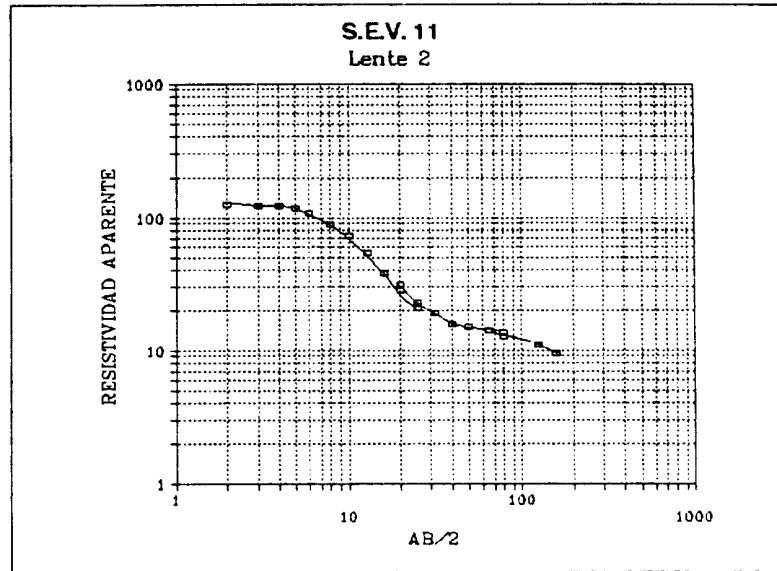
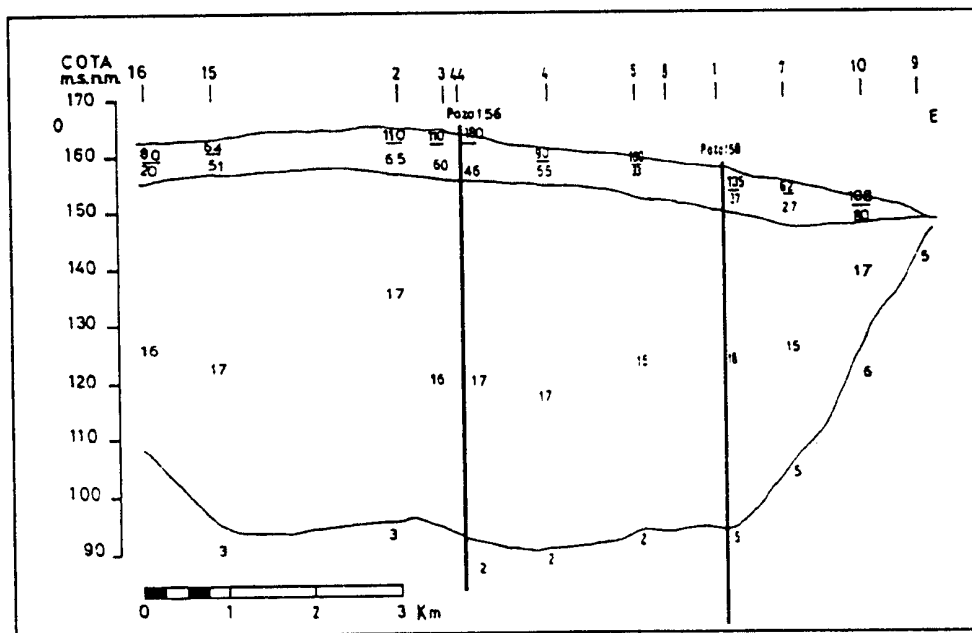


Figura 3. Sección AB.



Se detallarán dos secciones consideradas típicas para el área, según trazas marcadas en la Figura 1.

Sección AB

Esta sección tiene una orientación oeste-este y una longitud de 12 km (Figura 3). Se observa una capa superior de alta resistividad que representa los niveles permeables de textura arenosa y de espesores variables. Sus valores de resistividad oscilan entre 90 y

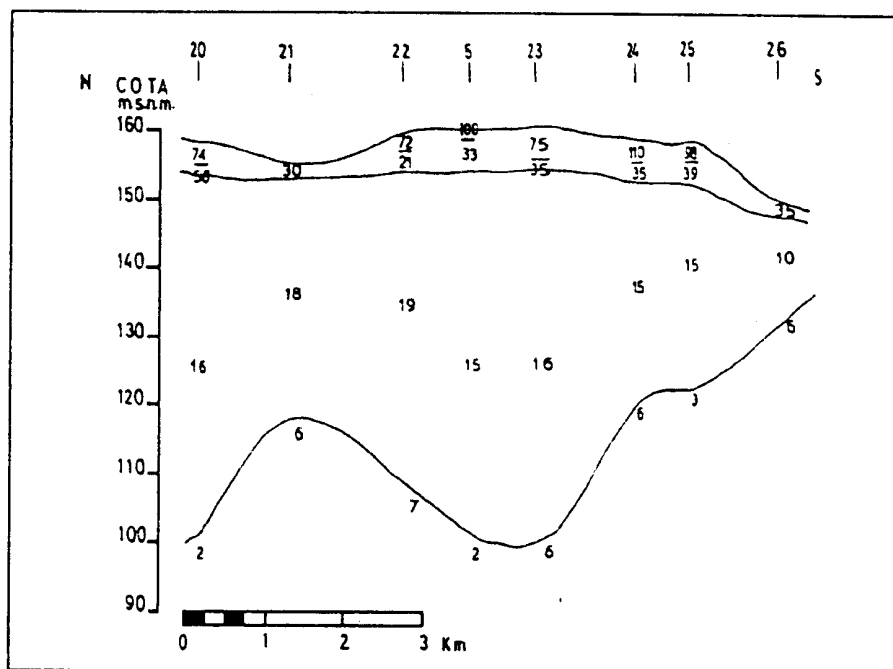
180 Ω m y espesores de 1 a 3 metros. Esta capa es la que permite la infiltración del agua que recarga al acuífero. Luego se presenta un nivel areno-limoso-calcareo de texturas predominantemente finas con intercalaciones de tosca, no saturado, de resistividades entre 20 y 60 Ω m de espesores entre 6 y 8 metros. Debajo de esta capa, comienza una zona del mismo sedimento saturado, lo cual se evidencia por un descenso en la resistividad, que oscila entre los 10 y 19 Ω m, y una variación de espesores de 20 hasta 63 m. La presencia del nivel freático entre los 7 y 11 m de profundidad es coherente con mediciones realizadas en perforaciones de la zona. Finalmente, se detecta el nivel conductivo, de resistividad menor a 7 Ω m. Este nivel conductivo, de buen contraste de resistividades con el nivel de la lente, es considerado en este trabajo como base del sistema. No es posible identificar un paquete arcilloso discontinuo que se encuentra próximo a los 80 m de profundidad con un espesor aproximado de 20 m debido al elevado contenido en sales de las aguas que portan los sedimentos a esas profundidades, lo cual enmascara el cambio litológico.

Al observar en el corte geoelectrico la morfología del nivel conductivo, se nota que se produce un ascenso hacia las zonas de descarga (SEV 9). El sector donde dicho nivel se profundiza se corresponde con el mayor espesor de la lente y con su área de recarga.

Sección II

Se ubica a lo largo de la Ruta Provincial N° 3, con orientación norte sur y una longitud de 10 km (Figura 4). Al igual que la sección anterior, presenta resistividades elevadas en la capa superior con valores comprendidos entre 70 y 110 Ω m y espesores entre 1 y 4 metros; le sigue un espesor no saturado con valores similares a la sección anterior,

Figura 4. Sección II.

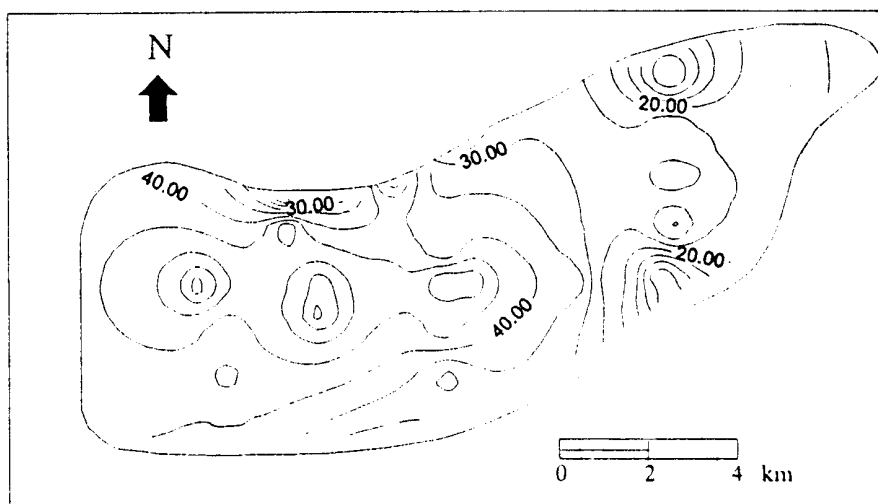


ubicándose por debajo sedimentos saturados de espesores entre 14 y 56 metros donde las resistividades siguen manteniendo un contraste importante. Por último se encuentra el nivel conductivo caracterizado por valores bajos de resistividad (menores de $7 \Omega \text{ m}$) de profundidad variable en todo el perfil. Esta variación se corresponde con la topografía del área de forma invertida; en cotas topográficas bajas el nivel conductivo asciende y en las zonas altas se profundiza. El SEV 26 presenta un ascenso del nivel conductivo por su cercanía a una zona de descarga local.

Cubicación de la lente

A partir de los espesores obtenidos de la interpretación de los SEV en cada punto, se realizó una interpolación de la que se obtuvo el mapa isopáquico de la lente (Figura 5). Mediante éste se obtuvo la cubicación obteniéndose un volumen de material saturado de 3500 hm^3 . La porosidad específica de los materiales areno-limosos en los que se ubica la lente es levemente menor al 10 %, pudiéndose adoptar un valor medio de 0.08 de los ensayos realizados por Santa Cruz y Schulz (1989). Para dicha porosidad se obtendría un volumen de agua explotable de 280 hm^3 .

Figura 5. Mapa isopáquico de la lente.



CONCLUSIONES

Del análisis del modelo hidrogeológico resistivo planteado para la totalidad del área se logró el siguiente esquema para el subsuelo:

- 1) La presencia de un nivel superior con resistividades comprendidas entre 60 y $180 \Omega \text{ m}$ que tipifica zonas con suelos secos de texturas arenosas de elevada permeabilidad que facilitan la recarga del acuífero y son las que caracterizan el área de estudio.
- 2) Un nivel intermedio de litología limo-arenosa, calcárea, en parte saturada y en parte no saturada. Para el nivel no saturado los valores de resistividad están entre 20 y $60 \Omega \text{ m}$,

mientras que para el nivel saturado, con aguas de bajo contenido en sales, el rango de resistividades se ubica entre 10 y 19 Ωm . El nivel freático se ubica entre los 7 y 11 m de profundidad.

- 3) El límite inferior de la lente está caracterizado por resistividades menores de 7 Ωm y está constituido por sedimentos portadores de aguas con elevado contenido en sales. Estas aguas enmascaran variaciones litológicas importantes, tales como un potente paquete arcilloso ubicado bajo la lente.
- 4) En las cotas inferiores a los 148.5 msnm se identifican las áreas de descarga local con valores de resistividad inferiores a los 7 Ωm .
- 5) A partir de un mapa isopáquico de la lente y de información antecedente de la zona, se estima un volumen de agua explotable de 280 hm³.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de La Pampa, por la beca otorgada para las campañas de SEV, y al Licenciado José Miguel Malán por su constante apoyo.

BIBLIOGRAFIA

- Cavalié, C. 1979. *Estudio hidrogeológico para la provisión de agua subterránea a la ciudad de Santa Rosa. Acuífero Santa Rosa-Anguil Santa Rosa-Toay. APA. Volumen 1, 41 p.*
- Calvetty Amboni, B. 1979. *Estudio geoelectrico Santa Rosa-Anguil. Consejo Federal de Inversiones, 10 p.*
- Calvetty Amboni y A. Rapaccini. 1990. *Introducción a la prospección geoelectrica aplicada en geohidrología, en: Métodos aplicados a la hidrología subterránea. Consejo Federal de Inversiones, 50 p.*
- González, N., M.A. Hernández y C.R. Vilela. 1986. *Léxico hidrogeológico. Publicación especial CIC, La Plata, 249 p.*
- Jöhansen, H.K. 1975. *An interactive computer/graphic-display-terminal system for interpretation of resistivity soundings. Geophysical Prospecting, 23, pp. 449-458.*
- Miró, R. 1967. *Perforación Uriburu 2. Dirección de Minería y Gobierno de La Pampa. Informe interno, 42 p.*
- Orellana, E. y Mooney, H. 1966. *Tablas y curvas patrón para sondeos eléctricos verticales sobre terrenos estratificados. Interciencia, Madrid.*
- Orellana, E. 1982. *Prospección geoelectrica en corriente continua. Paraninfo. Madrid.*
- Salso, J. 1964. *La cuenca del Macachín, provincia de La Pampa. AGA. Tomo XXI, Nº2, pp. 107-117.*
- Santa Cruz, J. y A. Schulz. 1989. *Información de 28 pozos de producción. Informe de la Empresa Bernardo Koll.*
- Zohdy, A. 1975. *Automatic interpretation of the Schlumberger sounding curves, using modified Dar Zarrouk functions. Geological Survey Bulletin 1313-E.*