

PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA DEL ACUÍFERO BOTUCATU: CRITERIOS PARA LA INTERPRETACIÓN DE SEV.

Jerónimo E. Ainchil¹ e E. Marcelo Giusso

Resumen - El Acuífero Gigante del Mercosur (Araújo, L.M. et al, 1995) o Acuífero Guaraní (Rocha, G.A., 1996) es uno de los mayores del mundo y cubre un área de 1.194.000 km² que incluye toda la cuenca del Paraná y parte de la cuenca Chaco - Paraná . Con este nombre se indica al Sistema Hidroestratigráfico Mesozoico que incluye al Acuífero Triásico (Formaciones Piramboia / Rosario do Sul en Brasil y Formación Buena Vista en Uruguay) y al Acuífero Jurásico (Formación Botucatú en Brasil, Formación Misiones en Paraguay y Argentina y Formación Tacuarembó en Uruguay).

El área de presencia del acuífero se encuentra bastante definido, pero las variaciones de la profundidad, de la columna litológica encima del mismo y de los espesores del basalto que lo confina, hacen que la geoelectrica sea una herramienta potente para estimar parámetros que condicionan las inversiones a realizar para explotarlo.

El presente trabajo pretende colaborar en la definición de criterios de interpretación de sondeos eléctricos verticales en la prospección del acuífero profundo descrito arriba. A partir de la medición de sondeos largos en distintas locaciones, del procesamiento de los datos obtenidos y de correlacionarlos con información de perforaciones profundas se logra dar comienzo a la definición de esos criterios.

INTRODUCCION

El acuífero Guaraní está constituido por areniscas de Edad Triásico Jurásico, confinadas por derrames basálticos cretácicos. Generalmente las areniscas jurásicas son pobremente cementadas y presentan una buena madurez textural (debida a su baja proporción de sedimentos arcillosos) y una fábrica de clastos cuarzosos bien redondeados.

¹ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas – UNLP, Paseo del Bosque s/n – CP 1900 – La Plata – Argentina - Tel:0054 21 217308 Fax:0054 21 211761 Email: jero@fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar

Los depósitos triásicos, en cambio, tienen una madurez textural menor con mayor contenido de arcilla en los poros. El contacto inferior del acuífero es generalmente con aguas salobres y saladas sobre sedimentos de menor permeabilidad, correspondientes a un ambiente regional acuitado permo-triásico

Sus características hidrogeológicas varían notablemente a lo largo de la cuenca, controladas principalmente por las variaciones en el ambiente deposicional, por su evolución estructural y por el tiempo de permanencia del agua en las formaciones.

Sus espesores varían desde pocos metros hasta más de 800m. En áreas próximas a afloramientos, sus espesores pueden variar fuertemente, debido a ciclos erosivos post-cretácicos. (Araújo, L.M. et al, 1995).

La calidad del agua generalmente es aceptable. El volumen de agua almacenado se estima en unos 30.000 km³. La explotación a través de pozos profundos permite extraer caudales de hasta 1.000 m³/hora. En algunas regiones los pozos son surgentes. La temperatura del agua varían entre 33°C a 43°C.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es definir criterios de interpretación de sondeos eléctricos verticales en la prospección del acuífero profundo descrito arriba. Los métodos eléctricos de prospección han mostrado tener una buena definición para detectar la presencia del acuífero en profundidad y también para estimar el espesor de basaltos que lo confina.

METODOLOGIA DE CAMPO E INSTRUMENTAL

Se utilizó como dispositivo de medida el Sondeo Eléctrico Vertical Schlumberger .

Dicho dispositivo consiste en materializar en el terreno un tendido tetrapolar lineal y simétrico respecto de un origen. El trabajo de campo consiste en obtener una Curva de Resistividad Aparente a partir de hacer circular una corriente I (conmutada) por el circuito de emisión materializada por estaciones de energización A y B, y medir la diferencia de potencial ΔV que se induce entre los electrodos de recepción M y N.

En base a esto se obtiene cada valor de resistividad aparente (en ohm.m), según la expresión:

$$\rho_{ap} = K \frac{\Delta V}{I}$$

donde K es la constante geométrica del dispositivo que tiene en cuenta la disposición del tetrapolo en el terreno.

El dato de campo (curva de resistividades aparentes) debe ser invertido para obtener una distribución de resistividades en profundidad que satisfaga matemáticamente la curva de respuesta observada (a menos de una banda de error experimental). Para obtener esa distribución de resistividades en profundidad (objetivo del método) se utilizan variadas técnicas matemáticas que se mencionan más adelante.

El instrumental de medida utilizado fue un resistímetro de última generación controlado por una computadora personal portátil. Entrega potencias de 250 W y resuelve lecturas de potencial del orden del microvolt en rangos variables.

Este instrumento tiene un sistema de lectura automática y los resultados de cada lectura son procesados en tiempo real y permiten operar sobre tantas muestras como considere apropiadas el operador, en un número de ciclos ajustable por estación de lectura.

El software controla y monitorea todas las mediciones para asegurar una óptima sensibilidad y garantizar un buen uso del instrumento. Al realizar cada medida el instrumento chequea los circuitos, las condiciones naturales presentes y el estado de la fuente de alimentación.

El instrumento utilizado ha sido desarrollado y construido en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP (Pinciroli et al, 1997).

Los tendidos se hicieron utilizando carretes de 500 m de cable cada uno, electrodos de acero inoxidable para emisión de corriente y electrodos impolarizables de $\text{Cu-SO}_4\text{CU}$ para medir ΔV .

SECUENCIA DE PROCESAMIENTO E INTERPRETACION

Como quedó dicho, el objetivo del procesamiento e interpretación de las curvas medidas, es establecer la distribución de resistividades en profundidad.

El procesamiento de la curvas de resistividad aparente observadas, se hizo utilizando el programa PRINTERSEV 2.0 (Giusso, E. M. y Soto C. M., 1995) para medios estratificados horizontales (una dimensión) y según una secuencia básica disponible en el mencionado software consistente en la obtención de un modelo inicial según Zohdy, A.R. (1989), reducción del número de parámetros del modelo (Orellana, E., 1982), ajuste manual interactivo (Johansen, H.K., 1975), y evaluación de los rangos de equivalencia del modelo e inversión con información a priori (Pous, J. et al, 1987). En todos los casos la obtención de la respuesta del modelo se obtuvo convolucionalmente, utilizando para ello el operador lineal

de Johansen, H. K. (op.cit.) que trabaja en un muestreo de la transformada de resistividad de 10 puntos por década logarítmica y tiene una longitud de 141 coeficientes, al que se consideró suficiente para evaluar curvas de contrastes resistivos como las que se presentan en la zona.

CURVAS CARACTERÍSTICAS

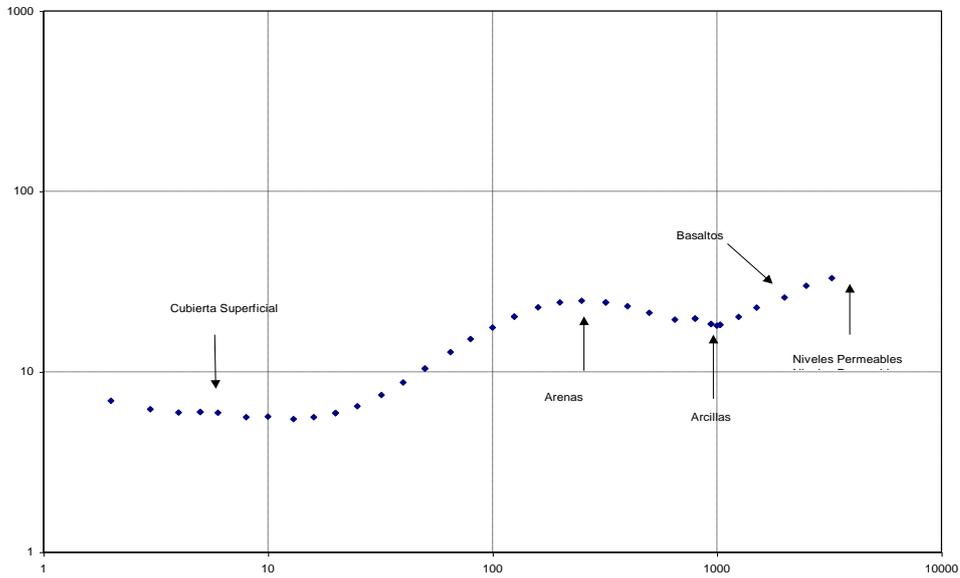
A continuación se muestran dos curvas de resistividad aparente medidas en dos localidades distintas: Villa Elisa (Entre Ríos) y Guaviraví (próximo a Yapeyú, Corrientes). Estas curvas han sido seleccionadas ya que las mismas permiten definir criterios interpretativos (Ainchil et al, 1997) pues fueron medidas en proximidades de perforaciones, lo que ha permitido parametrizar los cortes de resistividad verdadera.

La curva Villa Elisa 1 fue medida antes de realizar la perforación, como parte del estudio de prospección realizado a tal fin.

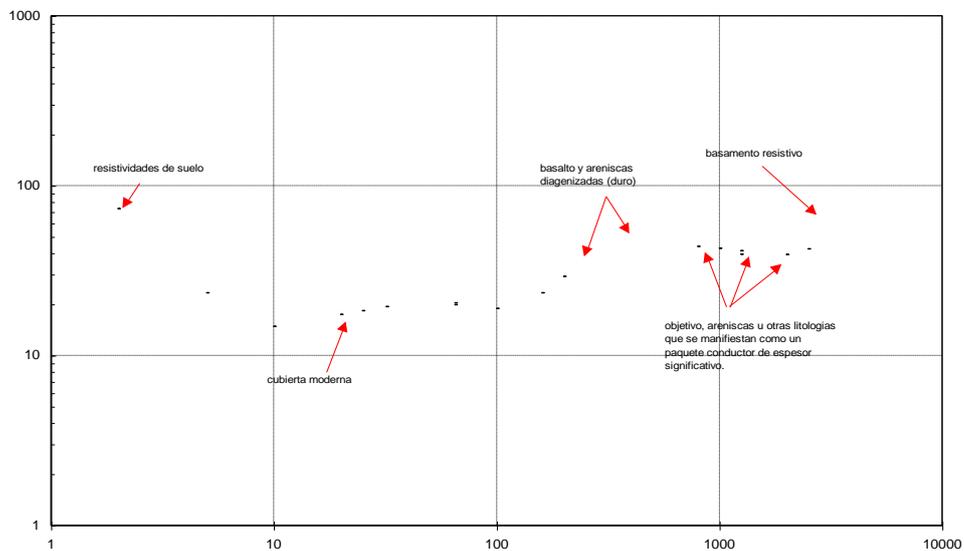
Se analiza la morfología de la curva. Para ello se hace una atribución cualitativa a cada tramo de la curva de la litología que, de acuerdo con nuestro criterio, le da origen.

Las dos curvas corresponden a dos localidades que se encuentran a una distancia aproximada de 400 kilómetros. Sin embargo la columna litológica presenta variaciones importantes, principalmente en las formaciones atravesadas y sus espesores. Esto trae, como consecuencia, que el acuífero buscado se encuentre a profundidades diferentes. Desde el punto de vista del presente trabajo estas diferencias le dan mayor interés, ya que se pueden extraer criterios más generales.

VILLA ELISA 1



Guaviraví 1



Los valores de resistividad verdadera adoptados para cada corte se detalla a continuación:

Villa Elisa	ρ [ohm.m]	Guaviraví	ρ[ohm.m]
Cubierta superficial	4	Cubierta superficial	20
Arenas y rodados	90	Arenas	10 a 20
Limos	35	Arenas con arcilla	5
Limo y arcilla	6	Melafiro	200
Basaltos	70	Niveles permeables	15
Niveles permeables	4	Sustrato	500
Sustrato	1500		

Finalmente en la Figura 1 se muestran las litologías atravesadas por las perforaciones utilizadas para parametrizar los cortes geoelectricos.

CONCLUSIONES

Las curvas presentadas, los valores asignados, la descripción de las perforaciones tomadas para la parametrización, permiten el diseño de un programa de prospección del acuífero hidrotermal profundo. Si bien el área de presencia del acuífero se encuentra al presente bastante definido, las variaciones en la profundidad, en la columna litológica esperable por encima del objetivo, y fundamentalmente las diferencias en la potencia de los basaltos que lo confinan, hacen que la geoelectrica sea una herramienta útil para estimar presencia y espesores que condicionan las inversiones a realizar para ejecutar una perforación.

Esto adquiere mayor importancia en la mesopotamia argentina, ya que el límite sur de la cuenca se encuentra en esta región, y el método eléctrico permite detectar la presencia del acuífero en profundidad.

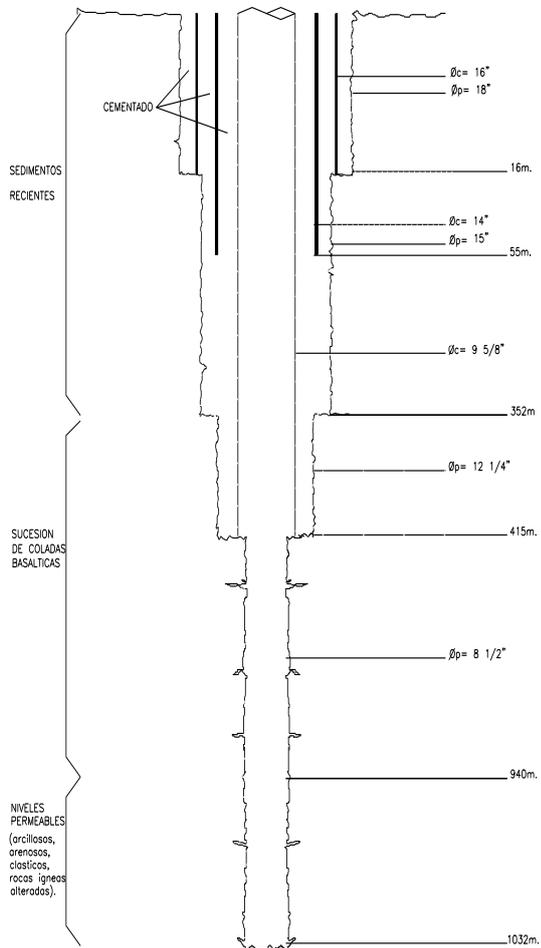
REFERENCIAS

- Ainchil, J.E. y Giusso, E.M. (1997) "Perforación hidrotermal profunda en Villa Elisa (E.R.). El ajuste de la factibilidad geoelectrica y los criterios interpretativos". Actas del Primer Congreso Hidrogeológico Argentino, p/ 97 -103.
- Araujo, L.M.; França, A.B. y Potter, P.E. (1995) "Acuífero gigante del Mercosur en Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay: Mapas hidrogeológicos de las formaciones Piramboia, Rosario do Sul, Buena Vista, Misiones y Tacuarembó". Petrobrás.

- Giusso, E. M. y Soto, C. (1995) "Programa de Procesamiento e Interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales. PRINTERSEV 2.0". Inédito.
- Johansen H.K.(1975) "An interactive Computer/Graphic-Display-Terminal System for interpretation of resistivity soundings" *Geophysical Prospecting* Vol. 23 p/449-458.
- O'Neill, D.J. and Merrick, N.P. (1984) "A digital linear filter for resistivity sounding with a generalized electrode array". *Geophysical Prospecting* 32.p/105-123.
- Orellana E. (1982) "Prospección geoelectrica en corriente continua". Ed. Paraninfo. Madrid.
- Perforaciones de Guaviraví, Yapeyú y Tapebicuá. Archivos de la Dirección Nacional de Geología y Minería. Distintos años.
- Pincioli, R.; Calvety, B.; Giusso, E.; Ainchil, J. (1997), Resistivímetro para SEV controlado por PC. XIX Reunión Científica AAGG. San Juan.
- Pous, J.; Marcuello, A. and Queralt P. (1987) "Resistivity inversion with apriori information". *Geophysical Prospecting* 35. p/590-603.
- Rocha, Geroncio Albuquerque (1996) "Mega Reservatório de Agua Subterrânea do Cone Sul: Bases para uma Política de Desenvolvimento e Gestão"
- Zohdy A. R. (1989) "A new method for the automatic interpretation of Schlumberger and Wenner soundings curves". *Geophysics* Vol. 54 Nro 2 p/245-253.

Villa Elisa 1

Municipalidad de Villa Elisa (ER)



Guaviraví 1

Dirección Nacional de Minería R.A.

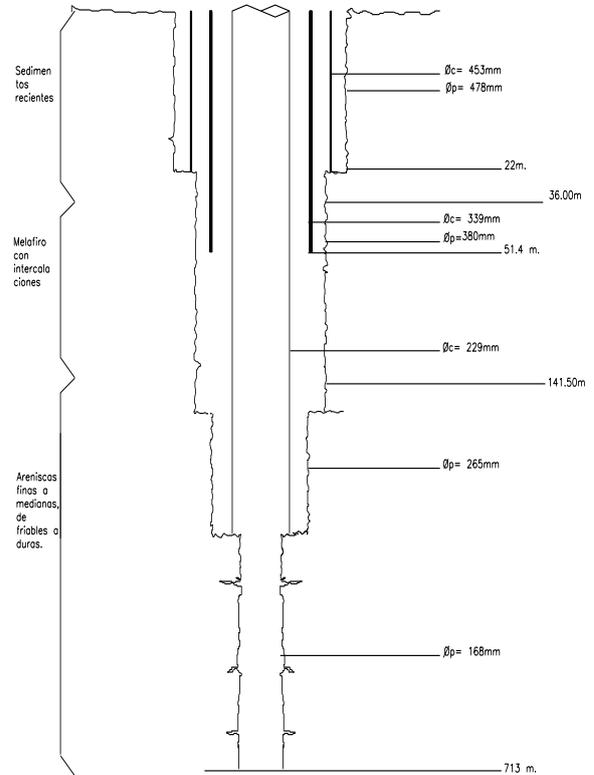


Figura 1 Croquis sin escala de las perforaciones Villa Elisa 1 y Guaviraví 1.