



Análisis Hidrogeológico e Hidroquímico de distintos acuíferos en la zona de Carhué, partido de Adolfo Alsina, provincia de Buenos Aires, Argentina

Rene G. Plaa¹ y José M. Malán²

¹Geoandina S. R. L., Alberdi 254, Neuquén Capital, Argentina.

²Investigador Independiente, Venezuela 1028, Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

Mail de contacto: reneplaa@hotmail.com

RESUMEN

Geológicamente comprende el basamento hidrogeológico a 300 m, la Formación Macachín hasta los 207 m y la Formación Pampeana s.l., culminando en la zona aterrazada con capas de tosca; el área deprimida presenta depósitos del Platense-Lujanense. Fangos orgánicos salinos caracterizan el lago y su entorno. El acuífero freático en áreas elevadas se aloja en la formación Pampeana hasta los 60 m. En el área deprimida se ubica en sedimentitas post-pampeanas y el techo de la formación Pampeana; su carácter acuífero es variable ($T \approx 100 \text{ m}^2/\text{día}$). Por debajo de los 60 m se desarrolla un acuífero confinado ($T \approx 35 \text{ m}^2/\text{día}$) comprobado hasta 209 m. El acuífero libre en la alta terraza presenta baja salinidad ($< 1000 \text{ ppm}$). En el acuífero confinado principal la salinidad oscila entre 1500 y 2200 ppm. Existe un primer nivel confinado lentiforme en algunos puntos (30 a 35 m) con buena calidad química y surgencia inusitada.

Palabras clave: acuífero confinado, acuífero libre, Lago Epecuén.

ABSTRACT

Geologically it includes the hydrogeology basement to 300 m, the Macachín Formation until the 207 m and the Pampeano Formation s.l., culminating in the terrace area with tufa layers; the depressed area presents deposits of the Platense-Lujanense. Saline organic muds characterize the lake and its surroundings. The freatic aquifer in high areas lodge in the Pampeano Formation until the 60 m. In the depressed area it is located in sedimentitas post-pampean and the roof of the Pampean Formation; it is carácter is variable ($T \approx 100 \text{ m}^2/\text{d}$). The confinate aquifer is developed bellow the 60 m until the 209 m ($T \approx 35 \text{ m}^2/\text{d}$). The freatic aquifer in the high terrace it present low salinity ($< 1000 \text{ ppm}$). In the confinate aquifer it the salinity oscillated between 1500 y 2200 ppm. A first level confined lentiforme in some points exists (30 to 35 m) with good chemical quality and unusual surgencia.

Keywords: confined aquifer, phreatic aquifer, Epecuen lake.

Introducción

El área correspondiente a este trabajo ha sido objeto desde hace muchos años de distintos estudios y relevamientos geológicos e hidrogeológicos, con variados propósitos y alcances. Dadas las particularidades geohidrológicas que se advierten, se ha considerado de interés presentar una síntesis con los aspectos más significativos de los sistemas acuíferos detectados. La misma serviría de base para aprovechamiento de aguas subterráneas según distintos diseños de captación y usos.

Abarca una superficie de 324 Km² con centro aproximado en la ciudad de Carhué, partido de Adolfo Alsina, en coincidencia con la intersección de las hojas 3767-22-1-2-3-4 escala 1:50.000 (I.G.M.).

El primer antecedente hidrogeológico encontrado sobre el área de estudio se remite a Stappenbeck (1926); también resulta interesante mencionar un proyecto para provisión de agua potable a la localidad de Carhué por O.S.N. en el año 1927, en base a análisis químicos de muestras tomadas en las cercanías sin otra mención hidrogeológica.

Existen registros de perfiles de perforaciones realizadas por reparticiones oficiales como la Dirección de Minería, y las Direcciones de Hidráulica y Obras Sanitarias de la prov. de Bs As, convenios C.I.A.S (1968, 1969 y 1970) y D.Y.M.A.S 1974, además de información verbal de trabajadores particulares de Carhué. En cuanto a los elementos geológicos, hidrogeológicos y geomorfológicos generales se han considerado

los trabajo de Frenguelli (1950, 1956 y 1957),
González Uriarte et, al., (1988), Sala (1972),

Fidalgo et al. (1975), Salso (1966),

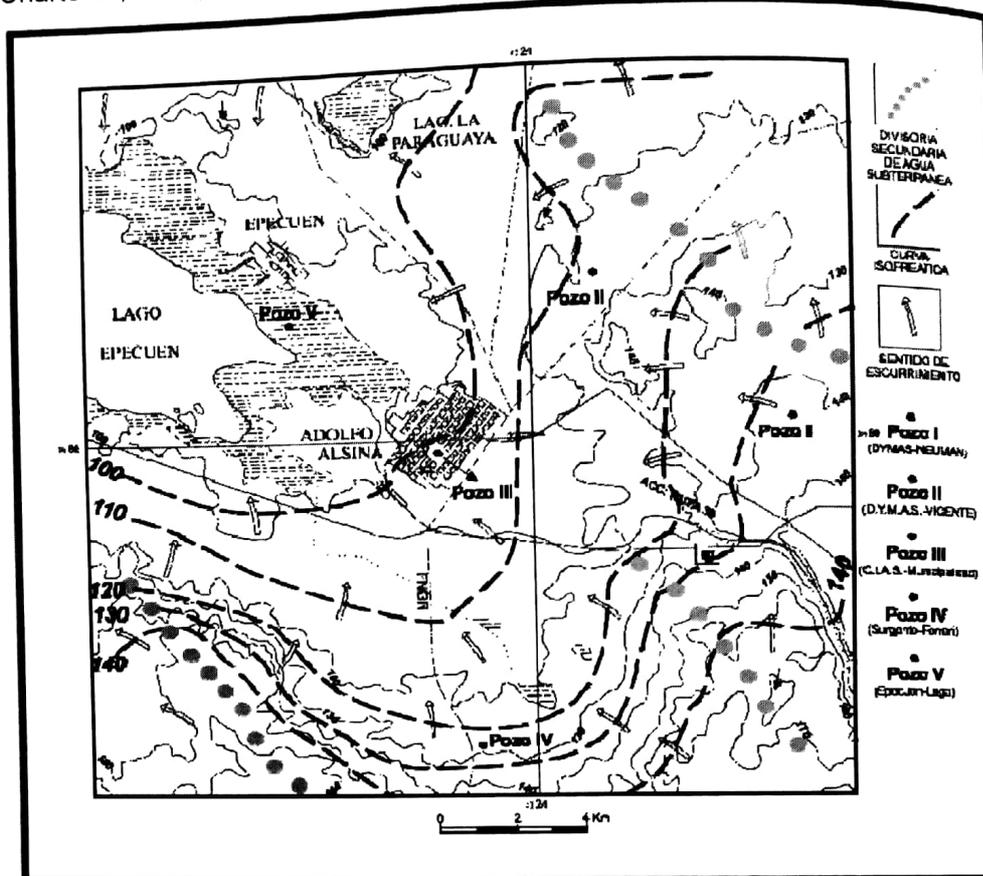


Fig. 1. Mapa de ubicación del área de estudio, topográfica y piezometría.

Arigós (1969), Malán et al. (1975), D.Y.M.A.S (1974). En el área específica de estudio, otras referencias consultadas corresponden principalmente a distintos relevamientos y estudios hidrogeológicos y Geofísicos realizados por el C.I.A.S 1968, 1969 y 1970 Gimenez, H.R. 1968, Malán, 1972, D.Y.M.A.S (1974), Vizcarra (1974) y complementariamente referencias de trabajos en área vecinas S.A.S.B.A. (1976).

Morfología e Hidrología superficial

El área de estudio está ubicada en el sector suroccidental de la llanura pampeana; su morfología general responde a estas características ambientales, individualizándose en la zona analizada, dos niveles de planicies consideradas principales por su representatividad areal en la región. Ambas caracterizan dos tipos de paisajes diferentes, la "Pampa serrana" (hacia el Este, Sudeste y Sur) y la "Pampa arenosa" (hacia el Noroeste), morfologías distintivas ya reconocidas entre otros autores por Fidalgo et al., (1975) como "Area Interserrana y pedemontana" y "Area Noroccidental", respectivamente (González

Uriarte et, al., 1988). Se interpone entre ambas planicies una faja deprimida, de rumbo OSO-ENE, con un ancho promedio de unos 20 Km citada como "Zona deprimida radial" por Frenguelli (1950) en las que se alinean el Sistema de las Lagunas Encadenadas Oeste, asociándose a su evolución niveles de terraza, de altitudes intermedias, claramente reconocibles en el sector de estudio (Gonzalez Uriarte et al., 1988).

Predomina en el área específica el ambiente de la pampa serrana (pedemontana) que localmente se ha denominado como "Zona Aterrazada" o Alta Llanura, constituida por terrenos pampianos recubiertos por suelo, que se apoyan sobre una base de tosca de potencia y dureza variable. Fuera de los límites del área, esta planicie inclinada y con numerosas ondulaciones va a engranar con el piedemientos de las sierras de Puan, últimos afloramientos del Sistema de la Ventana. Culmina hacia la "Zona deprimida radial" o Baja Llanura, con un frente muy abrupto (>60 m) en los sectores laterales al arroyo Pigüé, que la disecta para luego desembocar en el lago Epecuén.

Según Salso, (1966) correspondería a una facies costera (arenas de médanos) en lugar de los típicos limos arcillosos que caracterizan esta formación marina hacia el centro de la cuenca. De acuerdo con las referencias de otras perforaciones más distantes (Malan, et., al. 1975), está compuesta por arcillas verde-azuladas, algo arenosas, en parte rojizas con yeso y nódulos limolíticos, indicando una formación netamente acuícluda con intercalaciones fuertemente acuitardas, que alojan acuíferos con presión que puede determinar surgencia o semisurgencia.

En la perforación efectuada por la Empresa E.C.E.C. para la D.O.S.B.A. hasta 194 mbbp, no se detectaron las arcillas verdosas características de la Formación aunque si se aprecia en muestra de fondo la presencia de abundantes cristales de yeso incluidos en sedimentos arcillosos pardo claros (Malán, 1976), indicando un carácter hidrogeológico acuitardo-acuícludo.

Formación Pampeano y Post-Pampeano (Epiparaniano)

Comprende a toda la pila sedimentaria que desde el techo del Paraniense (Tabla 1) se continúa hasta la superficie, según el criterio adoptado por Salso, 1966. No obstante se considera conveniente establecer subdivisiones, en función de las distintas particularidades litológicas observadas en los distintos perfiles considerados.

Se denomina Sección Inferior a sedimentos predominantemente limosos, friables, de color pardo rojizo, con algo de arena fina y cemento calcáreo, lo cual otorga una característica netamente acuitarda a la columna, evidenciado por las determinaciones hidráulicas.

La Sección Intermedia está constituida por arcillas rosadas, arcillas limosas, limos muy plásticos y algo de arenas finas, que geológicamente corresponderían, junto con la Sección Inferior, a la Fm Epecuén siendo su carácter hidrogeológico acuícludo a acuitardo.

Para la Sección Superior se debe hacer una distinción en sentido lateral según el sector morfológico que se considere.

La Baja Llanura está constituida por arenas finas y arenas limosas, con algunos niveles de tosca, especialmente en su techo. Estos sedimentos de edad post-pampeana (Lujanense-Platense) se presentan en discordancia sobre la Formación Epecuén. Para la Alta Llanura sobre la Sección Intermedia se desarrollan sedimentitas limo arenosas predominantemente, dentro de las cuales se intercalan depósitos aluviales

areno-gravosos con clastos redondeados a subredondeados de 4 cm con mineralogía similar a las rocas de las sierras de Puan (cuarcitas rosadas y cuarzo hialino). Hacia la superficie la secuencia remata con capas de tosca variablemente cubierta por suelo. Fidalgo et al., (1975) señala en el área pedemontana occidental de las Sierras de Curamalal y Ventana, la presencia de formaciones sedimentarias a la que subdivide en dos secciones: la inferior arcillosa y la superior psefítica o arenosa y con capas de tosca en superficie, denominándola Formación La Norma, la cual se correlaciona con la Formación Epecuén.

Aguas Subterráneas

Piezometría

Con respecto a los fenómenos de recarga y descarga, para una zona más amplia que la estudiada (S.A.S.B.A., 1976), la red de flujo marca la existencia de recarga de tipo alóctono (respecto del área objeto) en el ambiente serrano próximo. La de carácter autóctono debe producirse en mayor o menor medida en toda el área hasta las vecindades de la laguna Epecuén. La mayor separación de las curvas isofreáticas en los interfluvios indican zonas de recarga de la capa freática.

La red de drenaje presenta netamente un carácter radial centripeto (Figura 1) hacia el lago Epecuén, al cual contribuye también el escurriendo desde la llanura arenosa del noroeste del lago. El fenómeno de descarga de agua subterránea por evapotranspiración que tiene lugar en el ámbito de la laguna Epecuén es evidente; la disposición y menor distanciamiento de las curvas en sus alrededores no hace más que confirmarlo. D.Y.M.A.S., (1974).

El análisis de los niveles piezométricos en el Pozo I (DYMAS-NEUMAN) Fig. 1, aporta elementos de interés para la interpretación. Este pozo con cota aproximada de 140 msnm. señala que hasta los 114 m los niveles estáticos oscilan entre 9,70 m y 10 mbbp. a mayor profundidad y hasta los 209 m (fondo de pozo), los valores descienden hasta 14 mbbp. La no existencia por debajo de los 63 mbbp de sedimentos estrictamente acuícludo, como así mismo la variación lateral y en espesor de las pelitas, lleva a la conclusión de que se atraviesan superficies equipotenciales de menor rango, coincide con el comportamiento de los acuíferos en general en las áreas de recarga y próximas D.Y.M.A.S., (1974).

En el Pozo II (D.Y.M.A.S.-VICENTE) Fig. 1 (cota aproximada 129 m s.n.m.) el comportamiento es similar aunque las profundidades no son equivalentes: hasta los 72 mbbp el nivel estático es de 8,60 mbbp; de allí a 139 m (profundidad final) descienden a 13,60 mbbp.

En resumen, los horizontes productivos del Pampiano constituyen una sola unidad acuífera con variaciones laterales y verticales en su transmisibilidad, que localmente llegan a ser importantes. De esta manera, se tiene un acuífero libre por encima de la secuencia limoarcillosa, a la cual se le ha asignado un carácter meramente acuífero con variaciones verticales y laterales en la permeabilidad (D.Y.M.A.S., 1974); por debajo, un acuífero de escasa productividad en función de la litología limoarenosa fina predominante y el tipo de empaquetamiento desfavorable (D.Y.M.A.S., 1974).

En el área deprimida, contrariamente los niveles piezométricos resultan superiores a los del acuífero libre, dando lugar al fenómeno de surgencia en un gran número de perforaciones profundas o semisurgencia en sectores ligeramente más elevados, como por ejemplo el pozo en la municipalidad de Carhué (Pozo III C.I.A.S.-Municipalidad, Fig. 1.), de 127,8 m de profundidad sin conocerse los entubamientos, y otros particulares existentes en las mediaciones. En la perforación citada, se advierten mayores cambios litológicos que en los Pozos I y II, ya que según el perfil descripto, se presenta una primera capa pelítica aproximadamente entre 30 m y 56 m y una segunda entre 71 m a 89 m.

También, dentro del área deprimida aunque solo en algunos puntos muy localizados, se han detectado indirectamente, a través de los S.E.V. y verificado por el censo (Malán, 1972), la existencia de cuerpos lentiformes de poca extensión con características hidráulicas y o piezométricas destacadas, sin conocerse la litología, aunque se sabe que los horizontes productivos se desarrollan aproximadamente entre los 35 m y 56 m (Malán, 1972), como ejemplo en el Pozo IV (Surgente-Ferrari) Fig. 1.

En síntesis, la piezometría indica que se produce una recarga hacia los niveles más profundos a expensas de los superiores en el área aterrizada, sector oriental y meridional del área de estudio, e inversamente una descarga en el área deprimida (depresión lago Epecuén y su entorno).

La importancia y magnitud de estos efectos guarda relación con el grado de confinamiento o semiconfinamiento, producto de la litología y

espesor de las capas pelíticas que se desarrollan entre el acuífero libre y el más profundo con comportamiento semiconfinado o confinado según lo expresado.

Ensayos Hidráulicos

Los ensayos de bombeo practicados (D.Y.M.A.S., 1974) proporcionan los datos más efectivos para la evaluación. En el Pozo I (DYMAS-NEUMAN) la columna entre 9,70 y 53 mbbdp da una transmisibilidad de 112 m³/d/m. para el acuífero libre. El valor del coeficiente de almacenamiento es del orden de 2×10^{-2} , lo que coloca el acuífero dentro de la categoría de capa libre. La presencia de un espesor de 10 m (20-30 mbbdp) de sedimentos aluvionales areno-gravosos, indican que en esa porción la permeabilidad (y por lo tanto la transmisibilidad) y el almacenamiento relativo se incrementarían bastante, debiendo asignarse esencialmente a estos depósitos el caudal característico elevado, de alrededor de 5 m³/h/m. La sección superior en el Pozo II (D.Y.M.A.S.-VICENTE) desde 8,40 a 44 m bbdp, alcanza una transmisibilidad de 70 m³/día/m., el caudal característico es de cerca de 1 m³/h/m y la permeabilidad, baja, de 0,7 m/día. El cálculo del caudal característico teórico (1,5 m³/h/m) permite determinar que la eficiencia del pozo es aproximadamente 60%.

En cuanto a las secciones acuíferas ubicada por debajo de las capas confinantes-semiconfinantes, limo arcillosas, en el ensayo del Pozo I de 53-114 mbbdp la transmisibilidad fue de 40 a 50 m³/d/m y caudal característico de 0,52 m³/h/m; arroja un almacenamiento de $2,6 \times 10^{-2}$ es decir una capa libre muy poco productiva. En la misma posición el ensayo de 53-209 mbbdp da una transmisibilidad aún menor: 30 a 40 m³/día/m el caudal característico de 1,2 m³/h/m es insuficiente para una explotación de cierta envergadura.

En el Pozo II se efectuó un ensayo en la Sección Inferior (55-139 mbbp); se obtuvieron resultados menores pero comparables para profundidades correlativas del pozo anterior. La transmisibilidad es del orden de los 15 m³/día/m, con un caudal característico de 0,4 m³/h/m y una permeabilidad de 0,1 a 0,2 m/día, en total concordancia con la litología descripta. En el Pozo III (C.I.A.S.-Municipalidad), de 127,8 m arrojó un Qc de 342 l/h.m valor concordante con los pozos antes mencionados. Con respecto a los aspectos hidráulicos en las perforaciones particulares detectadas durante el censo de pozos en la zona de surgencia, área deprimida, sólo se poseen datos de sus caudales espontáneos, los cuales oscilan entre

un mínimo de 0,163 m³/h y el máximo 4,6 m³/h para profundidades de 100 y 190 m, en tanto que para las lentes acuíferas situadas dentro de las sedimentitas arcillosas entre 35 y 58 m de profundidad van entre 0,6 m³/h y 18,5 m³/h no conociéndose valores piezométricos.

Hidrología y Calidad del Agua

Al igual que para los aspectos hidráulicos se hace una diferenciación entre el acuífero libre y el sistema semiconfinado-confinado.

Acuífero Libre

En el sector de la alta llanura, área de recarga y con litología limoarenosa a gravosa, el agua subterránea es de muy baja salinidad (Fig. 2), en general, alrededor de 1000 mg/l y en casos menor de 500 mg/l con valores

aceptables para el As y Va en tanto que para el F predominan valores mayores a 3 mg/l, aunque con pequeñas áreas por debajo del límite de potabilidad, en concordancia con su situación hidrogeológica; el flúor es el mayor limitante para la calidad del uso humano.

En la franja que separa este sector de la zona deprimida se advierte un leve incremento de salinidad, 1000 a 1500 mg/l (conducción) que luego en la baja llanura (área de descarga) alcanza valores que superan los 5 gr/lit, quizá mayores, aunque no detectados en los censos.

Esta clara zonación en el contenido salino concuerda con el perfil piezométrico descrito.

También es acompañada con un evolución geoquímica en el mismo sentido, pasando de bicarbonatadas sódicas a cloruradas sódicas.

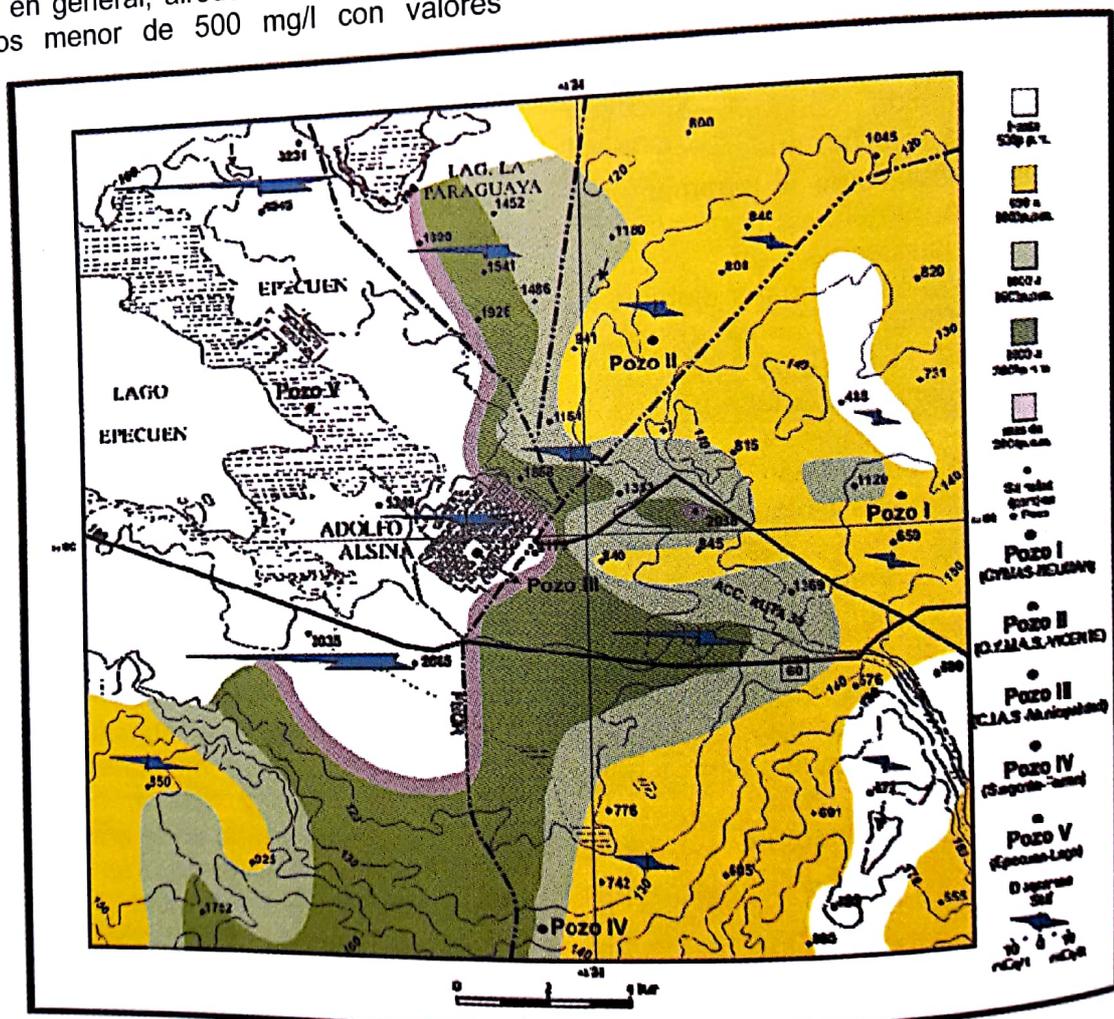


Fig. 2. Variación de la calidad del Agua en el acuífero libre a medida que nos aproximamos al Lago Epecuén.

Sistema Acuíferos Semiconfinado-Confinado

Al igual que para el freático, la salinidad aumenta en el sentido de la pendiente, con un mínimo de 1050 mg/lit, aumentando gradualmente hasta 1700 mg/lit, aumentando aluvial, alcanzando un máximo de 2500 mg/lit en la ribera del lago Epecuén y en el sector

ubicado hacia el norte de la localidad homónima (Fig. 3). El contenido en F y As es bajo aunque en el cuadrante SW del área de estudio se han detectados valores más altos, como por ejemplo el As un valor máximo detectado de 0,12 mg/lit; en cuanto al V no supero los 0,20 mg/lit.

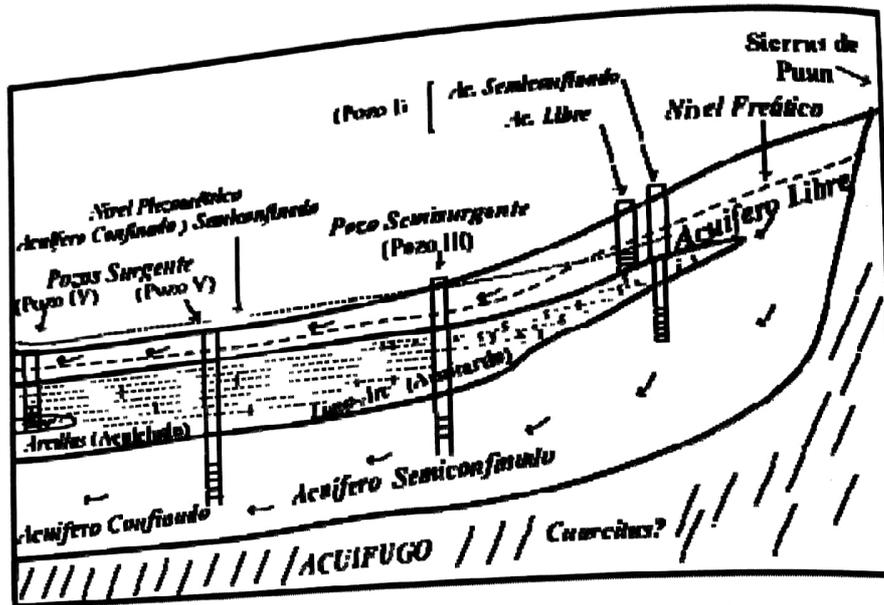


Fig. 4. Posible esquema hidrogeológico regional.

Referencias

- Arigos, L.E. 1969. Agua Subterránea en el Oeste de la Pcia. de Buenos Aires, *Reunión sobre la geología del agua subterránea de la provincia de buenos aires*, 51-78.
- C.I.A.S., 1968-1969. Perfil Esquemático Longitudinal Sismográfico Pigue-Ingeniero Thompson-Provincia de Buenos Aires. *Convenio Institucional Nacional de Geología y Minería Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires*. Inédito.
- C.I.A.S., 1970. Informe Primer Objetivo- Hoja Topográfica 3763-22, Adolfo Alsina, *Comité Investigación Agua Subterránea (CIAS), Convenio CFI-PBA-LP*; La Plata. Inédito.
- D.Y.M.A.S., 1974. Contribución al Mapa Geohidrológico de la provincia de Buenos Aires escala 1:500000 zona interserrana, Desarrollo y Manejo Agua Subterránea, convenio C.F.I.-P.B.A. Inédito
- D.Y.M.A.S., 1974. Factibilidad de Provisión de Agua Subterránea Potable a las Localidades de Carhué y Lago Epecuén. Inédito.
- Fidalgo, F., De Francesco, F., Pascual, R. 1975: Geología superficial de la llanura bonaerense. *VI Cong. Geol. Arg., Actas. Relatorio de la Geol. de la Prov. de Bs As*, 103-189.
- Freguelli, J. 1950. Rasgos Generales de la Morfología y la Geología de la Provincia de Buenos Aires; *LEMIT*, Serie II, N° 33; La Plata, 1950.
- Freguelli, J. 1956. Rasgos Generales de la Hidrografía de la Provincia de Buenos Aires. *Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigación Tecnológicas*. Ministerio de Obras Públicas. Prov. de Bs As. Serie II N°62.
- Freguelli, J. 1957. Neozoico. *Sociedad Argentina de Estudios geográficos*, Buenos Aires, *GAEA* 2, 3, 218.
- Gimenez, H.R. 1968. Informe Técnico de Perforación. Pozo Carhué N° 1. P:1-4. Inédito.
- Gonzalez, Uriarte, M. y Navarro, E. 1988. Carta Geomorfológica Aplicada de la Laguna Epecuén y Adyacencias. Provincia de Buenos Aires. *Segunda Jornada Geológica Bonaerense*, Bahía Blanca, 133-142.
- Malán, J. 1972. Área Carhué-Informe sobre los estudios Hidrogeológicos y Geológicos preliminares, Adolfo Alsina-Provincia de Buenos Aires. Inédito.
- Malán, J., Cavalle, C.C., y Mandell., J.F. 1975. Contribución al Conocimiento Geohidrológico del Suroeste Bonaerense- Región Vertiente Pampeana; *Desarrollo y Manejo Aguas Subterráneas, Convenio CFI-PBA (DYMAS)*; La Plata. Inédito.
- Salso, J.H. 1966. La Cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. Nota preliminar. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 21: 107-117.
- S.A.S.B.A., 1976. Contribución al Conocimiento Geohidrológico Preliminar de la Zona de Guaminí y sus adyacentes, Provincia de Buenos Aires. Inédito.
- Sala, J.M. 1972. Aspectos Hidrogeológicos salientes del Territorio Bonaerense; en *Reunión sobre la Hidrología de la Ciudad de Mar del Plata*; C.I.C.; La Plata.
- Stappenbeck, R. 1926. *Geology and Hydrogeology of the Pampa*. Facsimil de la Portada de la Obra Original. Ediciones Pangea Argentina 1979.
- Vizcarra, R. 1974. Método de Resistividad Superficial en Corriente Continua. *Estudio Geoeléctrico del Acuífero Carhué*. Inédito.