

La hidrogeoquímica como herramienta de gestión de agua subterránea. Caso de estudio: Intendente Alvear, La Pampa, Argentina

María E. Ughetti⁽¹⁾, Carlos J. Schulz⁽¹⁾, Eduardo C. Castro⁽²⁾

⁽¹⁾Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Avenida Uruguay N° 151 Santa Rosa (6300), La Pampa, Argentina. Teléfono 2954 425166.

⁽²⁾Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Ciencias Humanas. Coronel Gil N° 353 Santa Rosa (6300), La Pampa, Argentina. Teléfono 2954 451600.

Mail de contacto: memiu07@yahoo.com.ar

RESUMEN

En la actualidad la hidrogeoquímica se constituye en una herramienta importante como soporte para una adecuada gestión de las aguas subterráneas. Es así que el principal objetivo de este trabajo es utilizar la hidrogeoquímica como una metodología de gestión de agua potable en la localidad de Intendente Alvear, Dpto. Chapaleufú, ubicada al Noreste de la provincia de La Pampa. Para ello se complementará dicho trabajo con otras metodologías tradicionales. En ambientes medanosos, como lo es el comprendido por el área de estudio, el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento para la población, pero su explotación se encuentra parcialmente limitada por la presencia de elementos perjudiciales para la salud. La comprensión de los resultados obtenidos servirá como referencia y antecedente para lugares con características hidrogeológicas similares, y además será una vía para la gestión del agua subterránea en dicha localidad incitando a un aprovechamiento racional y sustentable de la misma.

Palabras claves: aguas subterráneas, gestión, hidrogeoquímica, Intendente Alvear.

ABSTRACT

At present hydrogeochemistry constitutes an important tool to support proper management of groundwater. Thus, the main objective of this work is to use an hydrogeochemical methodology drinking water management in the city of Intendente Alvear, Dept. Chapaleufú, located northeast of the province of La Pampa. To do such work will be complemented with other traditional methodologies. In sandy environments, like the study area, groundwater is the main source of supply for the population, but their management is partially limited by the presence of unhealthy elements. The knowledge of these results serves as a reference and background for places with similar hydrogeological characteristics, and will also be a pathway for groundwater management in the locality prompting a rational and sustainable utilization.

Keywords: groundwater management, hydrogeochemistry, Intendente Alvear.

Introducción

A lo largo del tiempo las aguas subterráneas, definidas como a aquellas que se encuentran bajo la superficie del suelo, en acuíferos libres o confinados (Ley 607 Código de aguas de la provincia de La Pampa., 1974) han tenido particular importancia en el abastecimiento de poblaciones y en diferentes actividades, tal como la agricultura (Calcagno et al., 2000) (UNESCO., 2003). Para la región pampeana, las aguas subterráneas constituyen un elemento esencial para la regulación de sus

recursos y para sobrepasar períodos de sequía (Calcagno et al., 2000).

De acuerdo a los Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina el agua es un bien de primera necesidad imprescindible para la vida. Es un recurso escaso, de muy fácil contaminación, susceptible de valoración económica (Balestri et al., 2001) y su distribución puede provocar la transmisión de distintos tipos de enfermedades poniendo en riesgo la salud de la población (Schulz et al., 1999).

La localidad de Intendente Alvear, La Pampa, no está exenta a esta situación, ya que

las aguas subterráneas constituyen la única fuente de agua para abastecimiento y para aprovechamiento socioeconómico dependiendo exclusivamente de ella. Sumado a esto históricamente la obtención de agua para consumo ha sido sumamente restringida por el contenido de As, F y otros oligometos (Castro y Schulz., 2009) (Schulz et al., 2007).

Frente a este escenario el objetivo del siguiente trabajo fue utilizar la hidrogeoquímica como una metodología de gestión de agua potable en la localidad de Intendente Alvear, Dpto. Chapaleufú, ubicada al Noreste de la provincia de La Pampa Argentina.

Área de estudio

El área de estudio se circunscribe en la localidad de Intendente Alvear (ver figura N° 1), Dpto. Chapaleufú, en el Noroeste de la provincia de la Pampa.

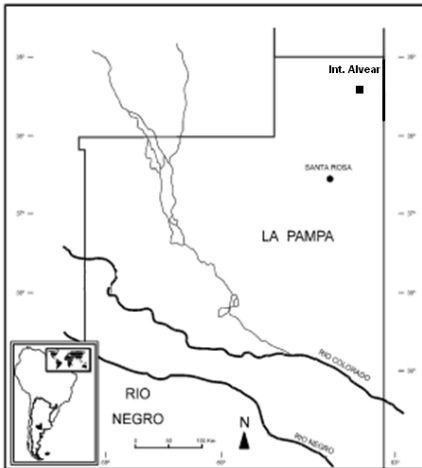


Figura 1. Localidad de Intendente Alvear, área de estudio, inserta en el Noreste de la Provincia de La Pampa.

Según el Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa, Intendente Alvear pertenece a la Pampa húmeda y tiene un clima edáfico de tipo Térmico, de régimen Ústico. En cuanto a las precipitaciones este informe, partiendo de datos de diferentes localidades y para una serie de 1941-1960, calculó una media de 707 mm/año y una temperatura media de 16 °C.

Intendente Alvear, de acuerdo al censo poblacional realizado en el año 2001, tiene aproximadamente 6624 habitantes (Dirección General de Censos y Estadísticas., 2012) de los

cuales el 90% posee abastecimiento de agua potable. Este servicio, actualmente, es prestado por la Cooperativa de Electricidad, Obras y Servicios Públicos de Intendente Alvear Limitada (COSERIA).

El área hidrogeológica (ver figura N° 2) que abastece a la población está localizada a unos 12 Km hacia el WSW de dicha localidad, según coordenadas Gauss-Kruger X=6.092 e Y=4.436.000. Esta abarca aproximadamente 750 ha y está situada en un predio rural en pleno desarrollo agrícola-ganadero, en donde actualmente existen 14 perforaciones para el abastecimiento de la población.

Esta zona acuífera tiene características geomorfológicas, geoquímicas, hidrológicas y ecológicas particulares. Esto la hace única e indispensable para la provisión de agua potable a la localidad ya que no existe otra fuente de agua posible apta para consumo humano en un radio de 10 Km, debido a que se observan altos niveles de tenor salino, flúor, arsénico, sulfatos, cloruros entre otros (Castro y Schulz., 2009).

Geológicamente, en el área, se pueden distinguir tres unidades:

- Formación Junín: la cual está constituida por: a) Miembro Superior: conformado por arenas de tamaño variable, a veces limosas, inconsolidadas, prácticamente sin contenido cálcico, compuestas fundamentalmente por cuarzo, feldespatos, máficos y vidrio volcánico. Sobre esta formación se desarrollan en general los incipientes suelos del sector. Su espesor es variable, desde una capa delgada o ausente en las lomas, hasta 3 m en algunos puntos. Se desarrolla entre las áreas lagunares y bordes cuspidales, fruto de la remoción eólica del Lujanense y el Pampeano, por agentes principalmente eólicos. b) Miembro basal: integrado por arenas gruesas a finas y limosas o limosas-arenosas, son cuarzosas, tienen vidrios, y en menor cantidad máficos y feldespatos. Se presentan desde consolidadas a friables. El carbonato de calcio está presente aunque en estado pulverulento. Su potencia varía desde 2,80 m hasta 6,00 m. El conjunto es de color pardo amarillento a pardo rojizo y ambos miembros están separados por un diastema o discordancia erosiva.
- Formación La Pampa o Pampeano que es un conjunto de capas alternantes limosas-arenosas y arcillosas, mezcladas en donde se encuentran los acuíferos más importantes de la provincia de La Pampa; y

- Formación Paraná constituida por capas de origen marino, de la edad del Mioceno (Castro et al., 2005).



Figura 2. Imagen satelital del área hidrogeológica que abastece de agua a Int. Alvear (L.P). Extraída de www.googleearth.com.

El área acuífera es una llanura de agradación cuyo origen se remonta a la época del Terciario-Cuaternario temprano, que con el tiempo ha sido afectada por factores físicos que dieron por resultado una sucesión de bajos y lomas. Estas geofomas suelen denominarse cuencas o cubetas de deflación y médanos, cuyos tamaños son variables (Malagnino, 1989).

Generalmente los bajos más profundos se comportan como lagunas temporarias, mientras que las áreas más elevadas son médanos antrópicos que se han desarrollado sobre planicies medanosas antiguas. En esta capa arenosa se diferencian distintas unidades que conforman áreas de infiltración plena ya que carecen de perfil edáfico y de capacidad de retención. Estas unidades son: Planicies arenosas (son planos inclinados de superficie suave con desniveles menores a 0.50 m. y de suelos de tipo arenosos francos de buen drenaje), Planicies medanosas (son las partes más altas que se extienden entre médanos y que poseen superficies onduladas) y Médanos (son acumulaciones arenosas acordonadas en las cuales se pueden distinguir médanos vivos y médanos fijos).

Hidrogeológicamente existe un acuífero de tipo libre o freático estando el agua subterránea contenida en la parte superior de la Formación Pampeano y la parte inferior del manto arenoso. Al tener un carácter arenoso presenta caudales que varían desde 1,5 m³/hm hasta aproximadamente 6 m³/hm (Castro et al, 2009).

A partir de la geología y la geomorfología del área se crea un sistema en donde surgen dos zonas hidrológicas: a) Partes cuspidales: actúan como zonas de recarga. b) Zonas bajas: se comportan como zonas de descarga. Estas zonas tiene particular importancia ya que a medida que la recarga disminuye, el agua se vuelve prácticamente inútil debido a que se produce un incremento de sales y de elementos como Flúor y Arsénico (Castro et al, 2005).

Metodología

La metodología de trabajo consistió en diferentes etapas:

- *Recopilación y síntesis bibliográfica:* Incluyó la búsqueda, selección y análisis de la bibliografía existente relacionada con la climatología, geomorfología, geología, hidrogeología e hidrogeoquímica del área de trabajo. Realización de un registro histórico de cada uno de los pozos considerando residuo seco, pH, conductividad (mmho/cm), Cl⁻, SO₄⁼, CO₃⁼, CO₃H, alcalinidad total, dureza total, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, F⁻, As⁺⁺⁺, Na⁺, K⁺ y RAS en mg/l en todos los casos.
- *Operaciones de Campo:* Comprendió tareas de inventariado de obras de captación existentes, medición de la profundidad del nivel freático y muestreo de agua subterránea. Luego se hizo uso de programas informáticos referidos al tema, para representar gráficamente los resultados analíticos de las muestras.

Resultados

En la Tabla 1 se presenta el resumen estadístico de los valores de Sólidos Disueltos Totales (SDT), pH, Conductividad Eléctrica (C. E.) y Cloruros (Cl) obtenidos para las muestras de las perforaciones.

Tabla 1: Resumen estadístico de las muestras de agua subterránea.

	SDT (mg/L)	PH	C.E (μS/cm)	Cl- (mg/l)
Mínimo	700	7,5	1102	84
Máximo	7100	8,5	5551	2098
Media	920	8,3	1463	125

Para la clasificación hidroquímica de las muestras se utilizó el diagrama de Piper (Figura 3).

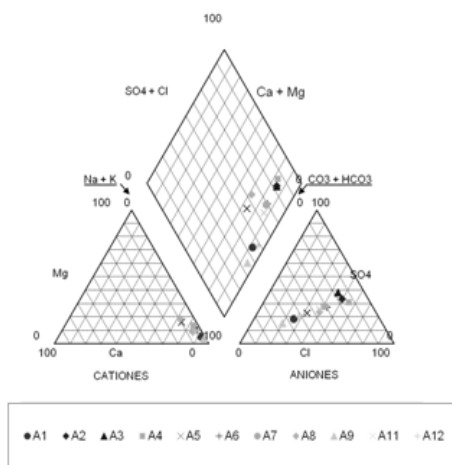


Figura 3. Diagrama de Piper de muestras de perforaciones de explotación

En el mismo puede observarse que las muestras A9 y A1 son bicarbonatas sódicas, hay cuatro muestras que son sódicas sin anión dominante (A5, A2, A11 y A7), mientras que el resto son cloruradas sódicas. Revisando bibliografía de años anteriores también se observaron los mismos resultados (Castro., 2009).

También se detectó, en el período 1994-2010, que históricamente la explotación de algunos pozos estuvo sumamente condicionada al contenido de

As y F. Tal es el caso del pozo 12 (Figura 4), en donde el valor medio de As ara ese período fue de 0,12 mg/l con un máximo de 0,20 mg/l y un mínimo de <0,04 mg/l. Estos valores superan lo dispuesto por el Código Alimentario Argentino (0,01 mg/l) y el Decreto N° 193 de la Ley Provincial 1027 (0,15-0,18 mg/l), actualmente derogada.

En cuanto al pozo 11(Figura 5) presenta una situación similar pero en este caso con el F. Para el período seleccionado el valor medio fue 4,30 mg/l con un máximo de 6,14 mg/l y un mínimo de 2,45 mg/l, todos estos valores superiores a lo establecido por el Código Alimentario Argentino (0,8-1,3 mg/l) y por el Decreto N° 193 de la Ley Provincial 1027 (1,2-1,8 mg/l), actualmente derogada.

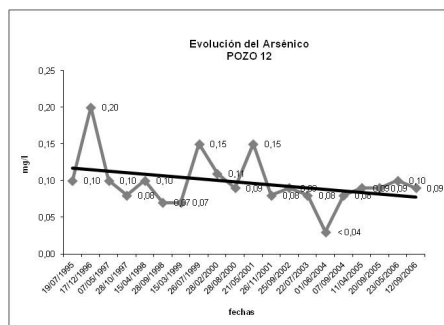


Figura 4. Evolución del arsénico para el período 1994-2010 para el pozo 12.

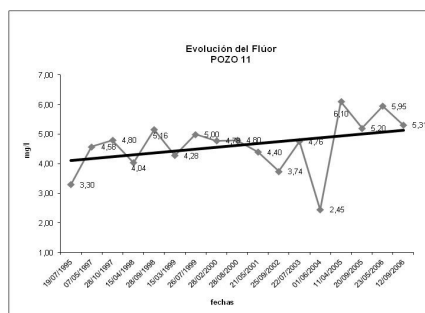


Figura 5. Evolución del Flúor para el período 1994-2010 de pozo 11.

Según un estudio previo (Ughetti et al, 2011) donde se comparó las precipitación y la concentración de As y F de los pozos a través

del tiempo se detectó que las precipitaciones son un elemento esencial en la recarga del área hidrogeológica. A su vez, condicionan la concentración del As y el F, en años con precipitaciones por sobre la media el agua provoca un efecto diluyente disminuyendo las concentraciones de estos elementos y en épocas donde las precipitaciones son menores se produce un aumento de los mismos.

Conclusiones

La comprensión de los resultados indica que si bien en el área de estudio se pueden detectar sectores con un buen potencial para la obtención de agua subterránea, históricamente la explotación ha sido condicionada al contenido de Arsénico, Flúor y otros oligoelementos. Este trabajo además de aportar un mayor conocimiento a la zona de estudio permitió incluir la hidrogeoquímica como herramienta, a la correcta gestión y planificación hídrica del recurso agua.

Agradecimientos

Agradecemos a COSERIA la ayuda brindada durante el desarrollo de las tareas de campo y al laboratorio del Departamento de Ciencias Naturales, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por la prestación de instrumentos de medición.

Referencias

Balestrí, L.; Schulz, C. y Castro, C. 2001. Naturaleza y ventajas de las cooperativas de aguas, en la provincia de La Pampa, Argentina, Instituto Tecnológico Geominero de España. *Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas*, Tomo II, p 943-950. Editores: A. Medina; J Carrera y L Vives. Madrid, España, ISBN: 84-7840-428-7.

Calcagno, A.; Mendiburo, N. y Gaviño Novillo, M. 2000. *Agua para el siglo XXI: de la visión a la acción. Informe sobre la gestión del agua en la República Argentina*. Global Water Partnership. Argentina.

Cano, E.; Casagrande, H.; Conti, B.; Fernandez, R.; Hevia, J. C.; Lea Plaza, D.; Maldonado Pinedo, H.; Martínez, M. A.; Montes y Peña Zubiate, C. A. 1980. *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa-Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación*. INTA-Gobierno de La Pampa-UNLPam. Santa Rosa. 493 p.

Castro, E.; Tullio, J.; Schulz, C. 2005. Vulnerabilidad del acuífero de Intendente

Alvear (La Pampa), Argentina. Riesgo de contaminación por actividades agropecuarias.

Castro, E. y Schulz Carlos. 2009. Hidrogeología y modelo conceptual del acuífero detrítico de Intendente Alvear y Ceballos, La Pampa, Argentina. En: *VI Congreso Argentino de Hidrogeología*. Santa Rosa, Argentina.

Ley 607 *Código de agua de la provincia de La Pampa*, 1974. Santa Rosa, La Pampa.

Malagnino E. 1989. Paleformas de Origen Eólico y sus relaciones con los modelos de inundación de la Provincia de Buenos Aires. *IV Simposio Latinoamericano de Percepción remota. IX reunión planetaria SELPER*, pág. 611-620. Bariloche. Río Negro. Argentina.

Schulz, C.; Castro, E. y Dornes P. 1999. El agua subterránea como factor de desarrollo económico y social en La Pampa-Experiencias Cooperativas. *II Congreso Nacional de Hidrogeología, IV Seminario Hispano Argentino sobre temas actuales en la Hidrología Subterránea*, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Hídricas, Santa Fe.

Schulz, C.; Castro, E. y Fernández, A. 2007. *Gestión del agua potable en el sector noreste de La Pampa-Argentina*.

Ughetti, M. y Schulz, C. 2011. Gestión de agua potable en la localidad de Intendente Alvear-La Pampa-Argentina. *VII Congreso Argentino de Hidrogeología/Hidrogeología Regional Argentina*. V Seminario Hispanolatinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea

UNESCO. 2003. *Agua para todos, agua para la vida*. El Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.

www.estadisticalapampa.gov.ar/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=19&Itemid=30. Visitada el 17/09/2012.