

Incrustaciones y corrosiones en captaciones de agua subterránea del Complejo Acuífero Pucú, en explotación de los servicios de agua potable

Daniel Soldani¹; Rodolfo Cano¹ y Patricia Vera¹

¹ Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento.

Belgrano 255. Formosa. (CP 3600). Tel.+54 370 4436385/ 4433736 Int. 224/225.

Mail de contacto: disoldani@yahoo.com.ar

RESUMEN

En el estudio se analizan pozos en explotación pertenecientes al Complejo Acuífero Pucú, que tienen el propósito de abastecer a pequeños núcleos de población, con expresión de características físico-químicas y apreciación de la microbiología existente. Se reconocen las causas más importantes de envejecimiento, se resalta la importancia de la incrustación biológica. Objetivo General: conocer / Comprender/ Determinar los procesos que dan como resultado los fenómenos de corrosión e incrustación por interposición de materia, que impiden o dificultan el paso de agua a través de las tuberías filtrantes de los pozos y en las bombas. La metodología empleada es de carácter exploratorio descriptivo. Conclusiones: 1. Se observaron Bacterias Ferruginosas. Se continúan estudios. 2. Las aguas, en general presentan niveles muy aceptables de calidad. 3. En algunas localidades, las aguas contienen concentraciones de hierro consistentes. 4. Se continúa evaluando distintos métodos de rehabilitación y conservación de los sistemas.

Palabras claves: Complejo Acuífero Pucú - Calidad Agua - Corrosión - Incrustación - Bacterias Ferruginosas

ABSTRACT

The study analyzed exploitation wells belonging to Pucú Aquifer Complex, which are designed to supply small towns, with an expression of physical-chemical and microbiological evaluation of the existing. Are recognized causes of aging, highlights the importance of biofouling. General Objective: Know / Understand / Identify processes that result in the phenomena of corrosion and incrustation by interposing matter, that prevent or hinder the passage of water through the filter pipes from wells and pumps. The methodology used is descriptive exploratory. Conclusions: 1. Iron bacteria were observed. Studies are continuing.. 2. The waters, generally have very acceptable levels of quality. 3. In some localities, the water contains iron concentrations consistent. 4. It continues to evaluate various methods of rehabilitation and maintenance of the systems.

Keywords: Complex Aquifer Pucú - Water Quality - Corrosion - Incrustation - Bacteria Ferruginous

Introducción

En la provincia de Formosa la problemática de los recursos hídricos es de fundamental importancia, tanto en lo que hace a su impacto directo sobre la calidad de vida de los habitantes, como en lo que se refiere a su incidencia en el medio ambiente, por lo que la estimación cualitativa y cuantitativa de variables y parámetros indicativos de aspectos relativos al uso, gestión, control y preservación de los recursos hídricos subterráneos es un tema de gran interés para el Servicio Provincial de Agua Potable.

La variabilidad espacio-temporal de las características climáticas, incide directamente sobre el comportamiento de las variables hidrológicas más importantes de los recursos

hídricos de la provincia. A los gradientes espaciales a través de la región debe sumarse la gran variabilidad estacional de la temperatura, las lluvias y el escurrimiento superficial y flujo subterráneo en las cuencas provinciales.

En la provincia, la alternancia entre los excedentes y déficit hídricos de carácter natural que habitualmente se presentan, originan inundaciones y sequías; generando un sinnúmero de problemas en cuanto a la utilización, gestión, control y preservación de los recursos hídricos, para su captación y tratamiento para abastecimiento para consumo humano.

Debido a esta compleja situación, los servicios de abastecimiento de agua potable requieren y captan distintos tipos de fuentes de agua, es decir el origen del agua que se

suministra a la población puede ser variado, proviniendo de: agua subterránea captada a través de perforaciones, o agua superficial proveniente de ríos, riachos, embalses naturales o artificiales, que cuentan además con los aportes de aguas meteóricas; y fuentes mixtas cuando coexisten ambos orígenes.

Las aguas superficiales, junto con las subterráneas son las más empleadas para suministrar agua a las poblaciones formoseñas. Dentro de las disponibilidades existentes del vital elemento y de cada suministro en particular, las aguas serán sometidas a una serie de operaciones de tratamiento para eliminar los agentes patógenos y reducir los demás contaminantes a niveles insignificantes, no perjudiciales para la salud, y con el objeto de reducir al mínimo los tratamientos necesarios, no se admitirán aquellas aguas que contengan sustancias no deseables, salvo en los casos excepcionales en las que se valorarán los

riesgos sanitarios y se establecerán los controles oportunos.

Comparativamente, desde el punto de vista sanitario las aguas subterráneas presentan ventajas respecto a las superficiales, ya que se encuentran más protegidas de la contaminación exterior.

En estos últimos años y con el propósito de abastecer a pequeños núcleos de población, el Servicio Provincial de Agua Potable ha realizado un cierto número de perforaciones en localidades como Herradura, Tres Marías, Formosa Capital, Mojón de Fierro, Boca Riacho Pilagás, Colonia Dalmacia, Puerto Pilcomayo, el sector este de Clorinda, etc. Estas perforaciones se asientan sobre el Complejo Acuífero Pucú, que es una unidad hidrogeológica que se extiende en la zona de influencia del río Paraguay en dirección preferentemente noreste a sudoeste, coincidiendo con la traza del escurrimiento fluvial. Fig. N° 1.

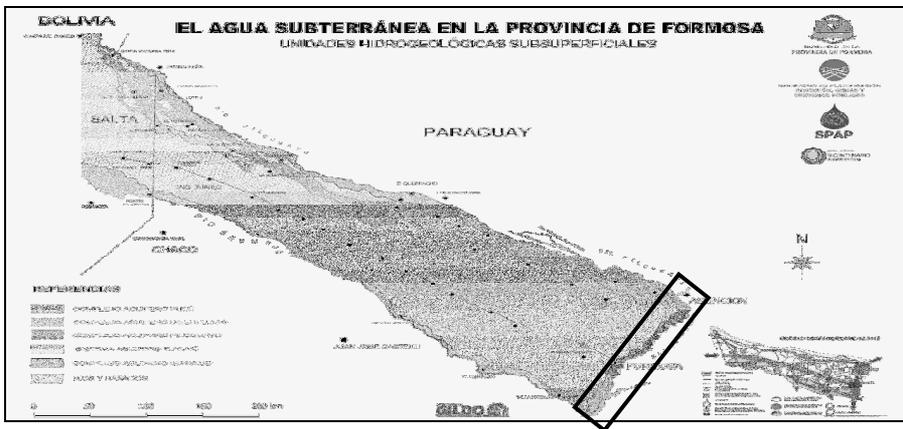


Figura1. Localización aproximada del Complejo Acuífero Pucú.

Una característica sobresaliente de esta unidad es que conforma una faja angosta a muy angosta, a ambos lados del cauce del río Paraguay, con producción de caudales significativos para la región y algunos condicionamientos en cuanto a la calidad del recurso (García et al., 2010), principalmente debido a la presencia excesiva de algunos analitos.

Dada la situación problemática, entre los objetivos de este proyecto en esta primera etapa, se encuentran conocer las causas que dan como consecuencia los fenómenos de corrosión e incrustación, establecer si en la generación de incrustaciones existe alguna correspondencia entre parámetros químicos, mineralógicos, y/o microbiológicos; evaluar los

distintos métodos de rehabilitación de los sistemas en explotación en caso de que sea necesario y establecer las medidas adecuadas para la conservación del mismo a medio y largo plazo.

Objetivos

Objetivo General

- Conocer / Comprender/ Determinar los procesos que dan como resultado los fenómenos de corrosión e incrustación por interposición de materia, que impiden o dificultan el paso de agua a través de las tuberías filtrantes de los pozos y en las bombas.

Objetivos Específicos

- Identificar e interpretar, los rasgos que permitan reconocer las características del entorno del Complejo Acuífero Pucú.
- Establecer relaciones entre distintos parámetros con la generación de incrustaciones.
- Evaluar y divulgar los distintos métodos de rehabilitación del sistema en explotación, en caso de que sea necesario, y establecer las medidas adecuadas para la conservación a medio y largo plazo.

Materiales y Métodos

En líneas generales, la metodología empleada es de carácter exploratorio descriptivo, fuente de datos primaria y secundaria. En el estudio se analizan pozos en explotación que tienen el propósito de abastecer de agua potable a pequeños núcleos de población pertenecientes al Complejo Acuífero Pucú, con expresión de sus características físico-químicas y apreciación de la microbiología existente.

En función de los objetivos planteados y las metas de desempeño propuestas, que fueron convenientemente adecuadas para cada caso particular, entre otras fueron: el ordenamiento y sistematización de información, la definición de indicadores de calidad, la selección del material cartográfico de base, la vinculación con prestadores de servicios, actividades de reconocimiento de campo, el monitoreo sistemático y estandarizado, la generación de datos, la estandarización y sistematización de la información y la actualización de la base de datos.

Los antecedentes de estudios físico-químicos-bacteriológicos, consultados para este estudio, fueron provistos por el Departamento Calidad y Medio Ambiente, del Servicio Provincial de Agua Potable. Las muestras extraídas al efecto, fueron analizadas en los laboratorios del mismo departamento.

Conjuntamente con el muestreo para el análisis físico-químico, se efectuaron muestras para ulteriores análisis microbiológicos. Los análisis realizados incluyeron la determinación cualitativa de bacterias ferruginosas. Para ello se utilizó el método de placa flotante o la Introducción de una superficie experimental. Los fundamentos de esta técnica son muy sencillos, se introduce en el agua por un cierto tiempo un portaobjetos, lámina de cristal o de celuloide, después se retira y se observan directamente con el microscopio los organismos que se han adherido sobre la misma, sin dañarlos,

Naumann aplicó este método a la determinación de las bacterias ferruginosas. (Mergaleff et al.).

Entre los parámetros relevados, se incluyen para la localización: las coordenadas geográficas, la referencia local de posición, y el código de pozo, este último elaborado por este equipo, a efectos de aunar criterios de nominación.

Entre las características del servicio en explotación se verificó: el sistema de explotación existente, el estado de actividad, la fecha de inicio explotación, los datos del perforista, además se incluye tipo y volumen de almacenamiento, el tipo de desinfección, el tipo de distribución y el número de conexiones domiciliarias de agua.

La caracterización de cada perforación incluyó las profundidades, el sistema de filtros, diámetro, los niveles estáticos y dinámicos, los coeficientes de almacenamiento, los caudales específicos, asimismo los tiempos de recuperación, las características y capacidades de la bomba instalada, y el tiempo de explotación diaria/ mensual.

Conclusiones

Respecto a los análisis físicos químicos

A pesar de la limitación de los registros de datos existentes, y la información disponible sobre cuarenta y dos perforaciones, revela que las aguas subterráneas, en general presentan niveles aceptables de calidad.

Se detectaron ciertos condicionamientos en cuanto a la calidad de las aguas, principalmente debido a la presencia en el contenido de hierro.

Se daría en algunas localidades, en las cuales las concentraciones obtenidas de hierro total obtenidas superan en un porcentaje del 46 %, el valor de 0,3 mg/l, fijado por las normas del Código Alimentario Nacional Argentino, para el agua de bebida.

Tabla 1: Parámetros de interés, relacionados con valores máximos, mínimos y medios

	Ma x	M in.	M ed.
Conductivida d ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	121 20,0	2 87,0	15 60,9
pH	10, 6	6 ,3	7, 6
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	28, 0	1 7,3	22 ,9
Hierro total (mg/l)	28, 0	0 ,03	3, 8

La presencia de hierro en las aguas subterráneas provoca inconvenientes en los sistemas de abastecimiento de agua potable, y dan lugar a quejas de los consumidores por el agua de color rojo, y otros tales como la aparición de manchas en las ropas, sanitarios y utensilios domésticos, y la modificación de las características organolépticas del agua de bebida (olor, sabor y color), siendo finalmente omitidas en el uso.

La representación gráfica de tres muestras distintivas seleccionadas, se expresan en un diagrama Piper-Hill-Langelier, que aparece en la figura N° 2.

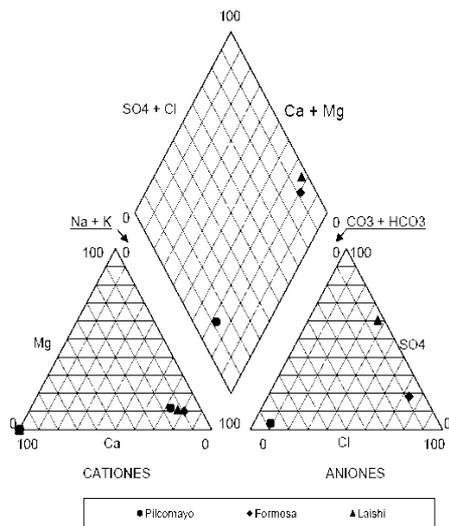


Figura 2. Diagrama Piper-Hill-Langelier, para muestras seleccionadas por zonificación en subregiones del acuífero Pucú.

A la vista, cada una de ellas identifica a la zonificación establecida del acuífero Pucú que es coincidente con la toponimia geográfica departamental: Pilcomayo-Norte, Formosa-Centro y Laishi-Sur. Se observan que las facies hidroquímicas aniónicas predominantes en la zona centro y sur es la clorurada y/o sulfatada mientras que en el sector norte el tipo preponderante es el bicarbonatado. Las facies catiónicas dominantes en las tres subregiones del acuífero, son del tipo sódico.

Respecto a los análisis microbiológicos

Los análisis realizados incluyeron la determinación de bacterias ferruginosas, el método empleado, permitió una observar y registrar la presencia de dichos

microorganismos en el 40 % de 37 muestras evaluadas, algunas imágenes se exponen en la figura N° 3.

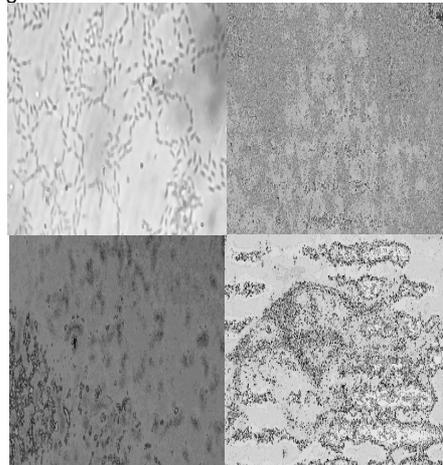


Figura 3. Vista de diversas especies de bacterias ferruginosas

La información relevada indica que las aguas subterráneas del señalado acuífero, en algunas localidades contienen concentraciones de hierro consistentes, lo que podría explicar la presencia de las bacterias mencionadas.

En cuanto a las conclusiones acerca del riesgo de obstrucción biológica (biofouling) en el Complejo Acuífero Pucú, podemos considerar la incidencia de Biofouling, que sería promovido por Ferrobacterias.

En cuanto a la validez del método aplicado, en todo lo que a valoraciones cualitativas de bacterias ferruginosas se refiere, habría que continuar estudios comparando los resultados con otros métodos analíticos. Se continúan estudios para su taxonomía.

Respecto a las características del servicio

Es importante destacar que actualmente más de 10.000 personas en pequeñas localidades y en poblaciones rurales dispersas se abastecen exclusivamente del Complejo Acuífero Pucú.

Dependiendo de la cantidad de usuarios, el sistema de abastecimiento de agua potable se sostiene según las necesidades propias de cada poblado y capacidades de los pozos, pudiendo ser solventada con una perforación o una batería de ellas. Actualmente el 50% de las perforaciones relevadas se encuentran inactivas.

En la gran mayoría de las perforaciones el sistema de explotación preferencial es mediante

la utilización de electrobombas sumergibles, si bien se observan algunos pocos sistemas de molinos, y bombas manuales inactivas en poblaciones rurales dispersas.

Además en la generalidad de los casos por medio de una cañería de impulsión, el agua es enviada a una cisterna, esos reservorios poseen una capacidad suficiente para satisfacer la demanda durante horas pico o ante eventuales paradas de producción.

Para asegurar la potabilización del agua y la eliminación de agentes patógenos, el agua es tratada con hipoclorito de calcio y/o sodio, que se inyecta en este punto de almacenamiento para aumentar la barrera de protección. Institucionalmente y por razones de vulnerabilidad a la contaminación, no se considerará fuente segura a una napa subterránea con una profundidad menor a 40 m. Posteriormente el agua pasa a un tanque de distribución que cumple la función de conducir el agua producida en la hacia las instalaciones domiciliarias.

Se continúa el estudio, evaluando los distintos métodos de rehabilitación de los sistemas en explotación, y establecer las medidas adecuadas para la conservación a medio y largo plazo.

Respecto a las características de las perforaciones

Las condiciones actuales de explotación de algunas perforaciones activas, se desconoce si coinciden en función de los ensayos de producción que se habrían realizado al finalizar la obra, en muchos de los casos la información al respecto es dispersa o discontinua.

Las perforaciones activas o inactivas, a las que se pudo acceder, son la minoría, pero datos de interés relevados nos permiten conocer que las profundidades de las perforaciones oscilan entre los 14 a 60 m, los niveles estáticos determinados a boca de pozo van desde los 2,80 a 8,90 m y los niveles dinámicos oscilan desde los 4,40 a 15 m aproximadamente.

En ocasión de este estudio, se efectuaron entrevistas a los operadores de los servicios de provisión de agua potable en explotación. Algunos de ellos manifestaron que en las captaciones de agua subterránea, existen:

- Incrustaciones mucilaginosas de color pardo rojizas en las rejillas de las bombas, reduciéndose la superficie abierta.
- Obturación de las rejillas por la presencia de partículas finas.

- La pérdida de productividad ocasionada por una reducción de la superficie filtrante de los pozos y en las bombas.
- Y la consecuente necesidad de mantenimiento periódico.
- No se observaron vestigios de corrosión, ello se debería a lo reciente de las perforaciones y la calidad del material involucrado.

En consecuencia acerca del riesgo de obstrucción biológica (biofouling) en el Complejo Acuífero Pucú y de acuerdo a este estudio se concluye que:

- Se observaron Bacterias Ferruginosas. Se continúan estudios para su taxonomía.
- Se continúan estudios comparando los resultados con otros métodos analíticos, respecto a bacterias ferruginosas.
- La información relevada indica que las aguas subterráneas, en general presentan niveles muy aceptables de calidad.
- En algunas localidades, las aguas subterráneas del señalado acuífero, contienen concentraciones de hierro consistentes, lo que podría explicar la presencia de las bacterias mencionadas.
- La necesidad de rehabilitación de perforaciones dada la emergencia hídrica, y la demanda creciente de la población.
- Se continúa el estudio, evaluando los distintos métodos de rehabilitación de los sistemas en explotación, y establecer las medidas adecuadas para la conservación a medio y largo plazo.
- Se obtuvo una regionalización de los patrones de comportamiento de variables hidroquímicas de interés diverso para la cuenca Complejo Acuífero Pucú.
- Posibilidad de introducir modelos de regionalización de diversas variables y parámetros descriptivos de procesos hidrológicos e hidroquímicos relevantes, y el mapeo de los resultados de modo de presentar una síntesis geográfica como producto de ayuda a la toma de decisiones en la planificación hídrica en el área.
- Posibilidad de replicar el modelo de investigación a otros acuíferos de interés en la provincia.

Propuestas

El proyecto continúa, orientado a atender la necesidad de relevar el estado de situación actual de la unidad hidrogeológica al servicio de la institución oficial y de aquellos que lo requieran, para de esta manera abordar la solución de problemas, de interés para los

tomadores de decisión a los efectos preventivos y/o correctivos.

Este estudio brinda la oportunidad de, dado el estado de situación actual, mejorar las condiciones imperantes con la adquisición de sensores e instrumental para monitoreo permanente de la disponibilidad/calidad de agua, en los sistemas de captación, y en las redes para mejorar el diseño hidráulico. Realizar mejoras en las instalaciones y equipos. La incorporación de plantas de remoción de contaminantes. Recibir asesoramiento para estudios, proyectos y obras, etc.

Un objetivo de logro de mayor alcance y fuera del marco de este estudio, será la posibilidad de predecir los problemas de pérdida de eficacia que puedan afectar a pozos nuevos para establecer las medidas adecuadas para su mantenimiento.

En segunda instancia se pretende obtener una regionalización más específica o con mayor grado de certidumbre de los patrones de comportamiento de variables hidrológicas e hidroquímicas de interés para el Complejo Acuífero Pucú, estas incluyen tareas de recopilación de bibliografía, compilación y tratamiento de datos hidrológicos e hidroquímicos, desarrollo de modelos de regionalización de diversas variables y parámetros descriptivos de procesos hidrológicos relevantes,

Por ello se hace necesario poder contar con datos suficientes, incluyendo los datos técnicos de los sondeos así como los datos hidrogeológicos, para poder realizar estudios estadísticos que nos permitirán predecir con cierta fiabilidad qué tipo de afecciones podrían tener los pozos y poder paliar, en la medida de lo posible, los efectos del llamado “envejecimiento de pozos”.

Esto permitirá establecer acciones basadas en la planificación del uso del territorio. Planificar el uso de los recursos hídricos, que son una parte vital del ambiente, implica el conocimiento acabado de su dinámica, disponibilidad y calidad y de la vulnerabilidad, amenaza y riesgo de contaminación e inadecuada explotación.

Agradecimientos

Los autores quedan muy agradecidos al Servicio Provincial de Agua Potable por las facilidades y apoyo dadas en el proceso de este estudio. En concreto al Administrador Ing. Julio Cesar Vargas Yegros, Gerentes, Jefes de Distritos de las áreas involucradas, operadores de servicio, y al personal técnico de los

Laboratorios del Departamento Calidad y Medio Ambiente.

Referencias

- García, R.; Moya Ruiz F. A.; Rocha Fasola M. V.; Vargas Yegros J. C. L.; Gigli M. M.; M. F. García Ortiz y E. Tálamo. 2010. *El Agua Subterránea en la Provincia de Formosa*. Servicio Provincial de Agua Potable. Gobierno de la Provincia de Formosa.
- Mergaleff, R. 1947. Los métodos para la investigación de las comunidades acuáticas adnadas y especialmente las formadas por organismos microscópicos (perifiton, pecton). *Collectanea Botánica*. Vol I Fas III, N°15
- Código Alimentario Argentino*. Ley N° 18.284. Capitulo XII. Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificada. Agua Potable. Artículo 982 - (Res MSyAS N° 494 del 7.07.94).