

# **TRATAMIENTO DE AGUA SUBTERRANEA PARA ELIMINACION DE NITRATOS CON RESINA DE INTERCAMBIO IONICO PORTATIL, OSE**

**Iriburo, A.; Pessi, M., Castagnino, G., Garat, S.; Hackenbruch, R.; Laguardia, J.,  
Yelpo, L., Amondarain, A.; Brunetto, C.**

Obras Sanitarias del Estado, Carlos Roxlo 1275 Montevideo [airiburo@ose.com.uy](mailto:airiburo@ose.com.uy)

## **RESUMEN**

La localidad de Palmitas en el departamento de Soriano se abastece con agua subterránea proveniente de un acuífero sedimentario (Formación Asencio), poco profundo y con altos contenidos en nitratos. Debido a la falta de fuentes de agua potable alternativas, subterráneas o superficiales, se decidió ensayar el tratamiento del agua proveniente de una perforación cuyo tenores eran del orden de los 51-66 mg/l de nitratos. La metodología empleada para la eliminación de los nitratos es con resinas de intercambio iónico.

El problema principal que se planteaba en este caso era la disposición final de los efluentes provenientes del lavado de las resinas, debido a que en Palmitas no existe red de saneamiento colectivo, ni un curso de agua de suficiente caudal para su vertido. Se estudiaron varias alternativas (instalación de un depósito transitorio, acarreo con camiones cisternas, vertido en puntos distantes, etc.), las cuales fueron descartadas por su escasa viabilidad y/o altos costos. Finalmente se decidió instalar un equipo que contara con tres cilindros con resinas que fueran transportables, para lo cual deberían tener un peso inferior a los 75 kg y las que serían usadas en forma alternada. La regeneración de las resinas se efectúa en la ciudad de Mercedes, distante 40 km, donde existen las condiciones necesarias para el vertido de agua con un alto contenido en cloruro de sodio, resultantes del intercambio iónico.

Este proyecto piloto representa una primera etapa en el tratamiento para eliminación de nitratos en agua subterránea mediante la utilización de resinas transportables que tiene como fin el suministro público. Debido a las características de la localidad antes

mencionadas, la metodología elegida hubo de ser adaptada para que cumpliera con su cometido en forma satisfactoria. En este informe se presentan los primeros resultados de este proyecto a una año de su puesta en ejecución, el cual ha sido financiado por OSE y desarrollado por su personal, con el propósito de ser utilizado en otras localidades con problemas similares.

Palabras clave: agua subterránea, acuífero cretácico, nitratos, tratamiento, Palmitas.

## **INTRODUCCION**

La localidad de Palmitas se ubica en el suroeste del Uruguay (Figura 1), a 242 km de Montevideo y 36 km de Mercedes, capital departamental. Tiene una población de 1954 habitantes y el uso del suelo es esencialmente agrícola (trigo, maíz, soja, etc.), y en menor medida se dedica a la producción de ganado de carne y lechera. La abundante aplicación de fertilizantes nitrogenados y la falta de saneamiento en la localidad han causado que los acuíferos de la región tengan un alto contenido en nitratos. Palmitas se abastece exclusivamente con agua subterránea.

Debido a la ubicación geográfica de la localidad, en una zona de cabecera de cuencas, no existen fuentes de agua superficial cercanas, por lo que se optó por tratar el agua subterránea con resinas de intercambio iónico para remoción de nitratos. Si bien esta técnica ya era aplicada en el país y no presenta dificultades para su funcionamiento, constituye la primera experiencia de uso para abastecimiento público. El principal desafío en este caso fue la gestión de los desechos del lavado de regeneramiento de las resinas. Esto fue solucionado mediante la utilización de recipientes de bajo peso, fácilmente transportables y a la instalación del equipamiento para lavado de las resinas en la ciudad de Mercedes, distante 36 km, y la descarga del efluente generado en el río Negro.

Este trabajo es un resumen de las actividades llevados a cabo para la remoción de nitratos con resinas de intercambio portátiles y la evaluación del tratamiento. De acuerdo a los resultados ya obtenidos, se prevé la incorporación de otras perforaciones ampliando la capacidad instalada.

## METODOLOGIA DE TRABAJO

Para la implementación del proyecto se eligió una perforación de bajo caudal ( $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) y alto contenido en nitratos ( $55\text{-}65 \text{ mg/l}$ ), fácil acceso y con espacio suficiente para las instalaciones. Se realizó una evaluación técnica para seleccionar la resina y definir el lay out de los sistemas de agotamiento y regeneración y se instalaron tuberías y estructuras. Se elaboró material de apoyo operativo: esquemas hidráulicos, procedimientos operativos, planillas de registro y se efectuó una operación de seguimiento y evaluación del tratamiento, incluyendo el traslado de los cilindros de resina a la ciudad de Mercedes para su regeneración.

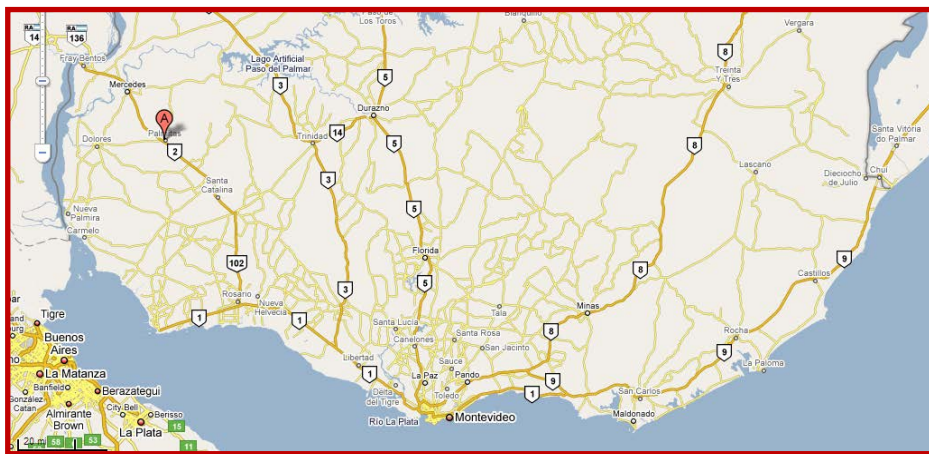


FIGURA N° 1.- Ubicación de Palmitas.

## ANTECEDENTES

### Geología

El subsuelo del área está formado por una sucesión sedimentaria de unos 40 m de espesor, comprende limos y loess de la Formación Fray Bentos de edad Cenozoica de 8-10 m de espesor, superpuestos a areniscas finas a medias, amarillentas, macizas, muy arcillosas, con moteados y concreciones de óxido de hierro de la Formación Asencio. Por debajo se encuentra una secuencia muy heterogénea formada por areniscas de granulometría variada, blancas y rosadas, con intercalaciones conglomerádicas, lutíticas y calcárea de la Formación Mercedes, ambas de edad Cretácica Superior y con una potencia de unos 20-22 m, apoyados sobre rocas del basamento (gneiss y granito).

Los niveles acuíferos se ubican en los niveles gravillosos y arenosos cretácicos, y en el contacto sedimentos-basamento, entre los 23 y 40 m de profundidad, con caudales que varían entre 2 y 8 m<sup>3</sup>/h.

## **RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO**

El intercambio iónico mediante resinas es una de las tecnologías para remover o eliminar impurezas iónicas que pueden presentarse en un agua natural y que son perjudiciales para procesos industriales o uso del agua para consumo humano. Las resinas absorben iones: cationes y aniones, de una solución (contaminantes) y los intercambian por cantidades equivalentes de otros iones de un sólido (resina), de la misma carga basada en una escala de selectividad de los mismos, en una reacción reversible.

Para este emprendimiento se eligió una resina aniónica específica. Purolite A-520E, de base fuerte y estructura macroporosa estirénica, diseñada para la remoción de nitratos en procesos de potabilización de agua.

## **EVALUACION DEL PROYECTO**

### **Remoción de nitratos**

La etapa de anteproyecto tuvo lugar entre los meses de octubre de 2008 y febrero de



2009, instancia previa en la que se seleccionó el lugar geográfico donde realizar la instalación y la perforación específica a tratar (Figura N° 2). Se definió el lay out del agotamiento colocándose los cilindros de a tres en serie, de manera de agotar en forma completa los tres en orden.

FIGURA N° 2.- Instalaciones en perforación.

Según las recomendaciones del fabricante de la resina, se realizó una regeneración inicial, seguida de un ciclo completo con agua a descarte, luego una nueva regeneración y finalmente se llevaron las resinas al sitio y se comenzó con el tratamiento. Durante la puesta en marcha en Palmitas se midió la concentración de nitratos en la perforación, a la salida del tratamiento y de la mezcla (tratamiento y by pass) y de los cloruros a la salida del tratamiento (Figura 3). Se verificó el cumplimiento de los criterios de calidad vigentes en la reglamentación para los parámetros analizados. Se ajustó el caudal del tratamiento y del bypass de modo de cumplir con los requerimientos del fabricante de la resina y que la relación entre el caudal por el tratamiento y el del bypass permitiera en el balance de masa aplicado a los nitratos una mezcla que cumpliera los requerimientos de potabilidad.

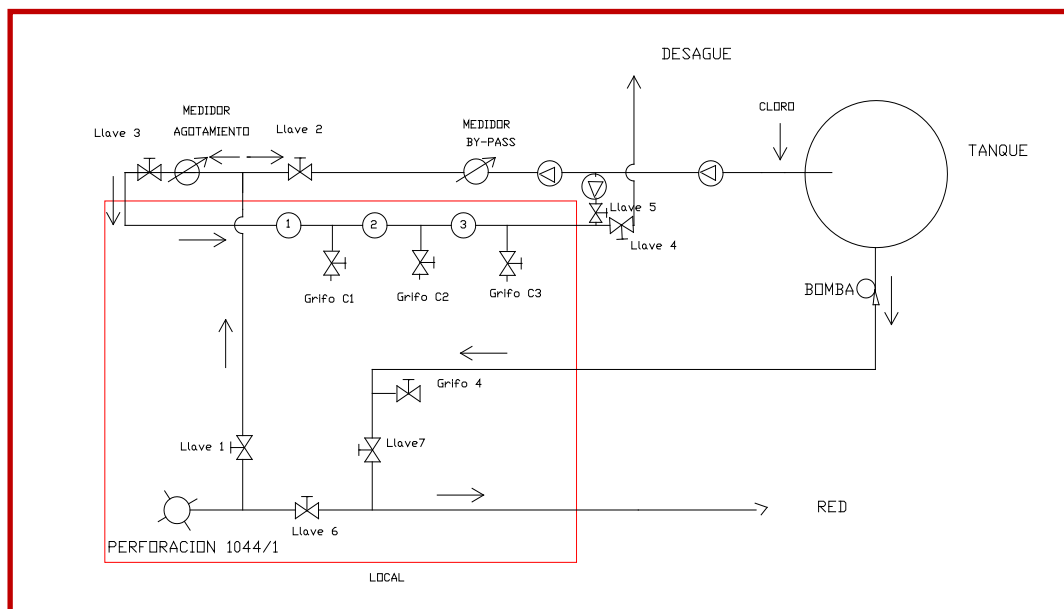


FIGURA N° 3.- Croquis de instalación en tratamiento en perforación.

La de operación, seguimiento y evaluación del tratamiento tiene lugar entre marzo y junio de 2009. La misma incluye la operación del tratamiento, controles operativos y extracción de muestras para análisis de laboratorio a efectos de verificar la calidad del agua producida y la remoción de nitratos en varios puntos del ciclo.

Durante el segundo ciclo de operación de cada tríada (el primero a la red), además de los análisis in situ, se extrajeron muestras para análisis en laboratorio de la concentración de nitratos a la salida de la perforación y del grifo correspondiente a cada uno de los 3 cilindros de la tríada operativa, las muestras se extrajeron a los 30, 60 y 90 m<sup>3</sup> tratados. Del análisis se verifica en todos los casos que la salida a la red de distribución presentaba una concentración de nitratos aceptable (por debajo de 35 mg/l).

## Regeneración de resinas

En la instalación de agotamiento se dispone de tres cilindros en serie, con 50 litros de resina cada uno y con un diámetro de 12 pulgadas y 48 pulgadas de altura (Poly Glass 30646) (Figura N° 4). El caudal de agua a tratar es de 1 m<sup>3</sup>/h.

En esta etapa, la más importante del ciclo, el regenerante se pone en contacto con la resina agotada para restablecer su capacidad de intercambio. Son factores fundamentales en esta etapa:

- La concentración de regenerante tanto como su calidad o grado de pureza, son determinantes dado que el ion que se intercambiará posee menor selectividad que el retenido.
- La velocidad o flujo en la operación, que es más lenta que en el caso del servicio.
- El tiempo de la operación, La mayoría de los fabricantes coinciden en sugerir tiempos de regeneración entre 30 y 60 minutos.

El nivel de regeneración empleado, es decir la cantidad de regenerante que se usa por unidad de volumen de resina permite hacer una evaluación económica del proceso en términos de comparar el volumen de agua producida respecto al consumo de reactivo para regeneración. Cada fabricante suministra para cada tipo de resina, la relación entre la capacidad útil de la misma y el nivel de regeneración requerido.



FIGURA N° 4

## CONCLUSIONES

La operativa de traslado de los cilindros y de las etapas de agotamiento y regeneración se encuentran dentro de las previsiones del diseño del sistema. El traslado y las operaciones se realizan sin dificultades, con el personal previsto, y con los resultados esperados.

Esta experiencia, llevada adelante en la localidad de Palmitas incorpora una tecnología de uso frecuente en la industria en Uruguay, pero aún no utilizada en el tratamiento de agua para consumo humano. Por tanto, para la Administración de las Obras Sanitarias

del Estado, representa la posibilidad de evaluar en la práctica los beneficios y dificultades operativas que ella conlleva.

Del mismo modo entrenar a los operadores de tratamiento en su utilización y estandarizar los procedimientos y criterios de diseño permitirán un eficiente traslado de la experiencia a otras localidades gestionadas por la propia empresa.

El disponer de un tratamiento que permita utilizar el agua de perforaciones que presentan una concentración de nitratos por encima de los niveles aceptables, constituye una herramienta de gestión que permite garantizar la cantidad, calidad y continuidad del servicio de agua potable acompañando el crecimiento poblacional de localidades que afrontan esta problemática.

## **BIBLIOGRAFIA**

ADMINISTRACION DE LAS OBRAS SANITARIAS DEL URUGUAY 2006, Norma Interna de Calidad de Agua Potable R/D N°1477/06.

GARAT, S. et al, 2008 Filtros de Lavado Mutuo Levemente Presurizados. Puesta en Marcha y Evaluación de la UPA 4000 Dolores, Memorias del XXXI Congreso Interamericano AIDIS, Santiago-Chile

HACKENBRUCH R. e IRIBURO, A, 2009 Remoción de nitratos de agua subterránea para consumo humano utilizando resinas de intercambio iónico en la localidad de Palmitas, departamento de Soriano, Uruguay. Proyecto de Tesina presentado ante la Universidad Nacional del Centro del Perú, Junín, Perú

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS 2008, Agua Potable - Requisitos, *UNIT 833:2008*,.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, 2008 Guías para la calidad del agua potable, tercera edición, Volumen 1: Recomendaciones

PRECIOZZI F. et al, 1988 Memoria Explicativa de la Carta Geológica del Uruguay a la Escala 1:500.000, DINAMIGE, Ministerio de Industria y Energía Montevideo

PUROLITE, A-520E Macroporous Strong Base Anion Exchange Resin (For the selective removal of nitrate) Technical Data, [www.purolite.com](http://www.purolite.com).