



Tomografía eléctrica 2D para el estudio de la contaminación producida por balsas de purines en la Región de Murcia, sureste de España

(1) Gerson Ramos*; (1) Angel Faz; (2) Pedro Martínez-Pagán; (1,3) Ana Belén Olivares
 (1) Technical University of Cartagena (UPCT), Grupo de Investigación Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas; (2) Technical University of Cartagena (UPCT), Grupo de Investigación Geotécnica y Métodos de Explotación; (3) Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia (FECOAM) grrds@tuca.na.alu.upct.es, angel.fazcano@upct.es, p.martinez@upct.es, anab.olivares@upct.es, www.upct.es.

Copyright 2008, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III SimBGF, mas não necessariamente representa a opinião da SBGF ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGF.

Abstract

Spain ranked second in the number of pig stock in the European Union-25 (M.A.P.A., 2006). As a consequence of the intensive livestock activity giving rise to the production of slurry, the Region of Murcia produced, in 2003, about 9 million m³ of slurry, dumped into slurry ponds for drying and subsequent use as an agricultural fertilizer. The slurry ponds are sources of potential contamination. In order to assess the spatial evolution of the potential pollution by the slurries in this type of structures, 2D electrical tomography was employed, but also there was carried out drills with core in order to know the geochemical composition. The geochemical analysis of the soil samples and slurries were carried out. 30 representative ponds were selected for geophysical measures.

Introducción

El sector porcino de la Región de Murcia es uno de los más importantes de España no sólo económicamente sino que también en repercusiones medioambientales, como demuestran los datos estadísticos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (M.A.P.A., 2006). La necesaria protección del medio ambiente y las directivas medioambientales europeas requieren el desarrollo de estudios que permitan concretar las repercusiones que este tipo de residuos produce en el suelo y subsuelo. Esto tiene el objeto de formular recomendaciones oportunas que garanticen la continuación de esta actividad, de una forma sostenible, en la Región de Murcia. La mayor parte de las explotaciones ganaderas de porcinos se concentran en la zona suroeste, sobre todo en la zona del Valle del Guadalentín (Lorca) (figura1). Sin embargo, existen otras áreas con una evolución creciente en cuanto a número de explotaciones y plazas inscritas en el Registro de Explotaciones Porcinas, como son los Municipios de Cartagena y Fuente-Álamo. Esta elevada densidad de animales da lugar a un importante problema medioambiental debido a que se genera una gran cantidad de purín, que se almacena en emplazamientos

próximos a la explotación, denominados balsas. Estas balsas según la Legislación española, (RD 324/2000) deben estar cercadas y tener una impermeabilización, natural o artificial, para evitar el riesgo de filtración y contaminación tanto de aguas superficiales como subterráneas; impidiéndose también pérdidas por rebosamiento o por inestabilidad geotécnica, con la capacidad suficiente de almacenamiento para la producción de al menos tres meses y que permita la gestión adecuada de la misma.

Por lo tanto en este estudio se incluyen una serie de actuaciones y técnicas con el objetivo de conocer, el alcance de la filtración del purín en el subsuelo. Para ello se ha empleado tomografía eléctrica 2D, conjuntamente con el empleo de sondeos y análisis geoquímicas, para poder conocer, en emplazamientos representativos de la Región sobre los que se ha depositado purín en este tipo de balsas, ya sea con o sin impermeabilización artificial, en qué medida éste residuo ha afectado al subsuelo.

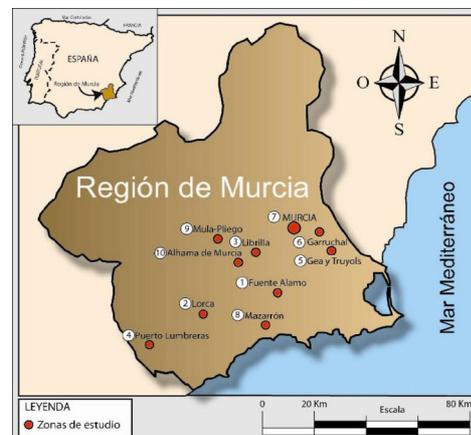


Figura 1. Situación geográfica de las balsas de purín de la Región de Murcia sobre las que se han realizado las investigaciones

Metodología

Se seleccionaron 30 balsas de purines, representativas en la Región de Murcia, en las zonas con mayor

densidad de explotaciones, para conocer el comportamiento purín-subsuelo, el alcance de la posible contaminación, y también establecer recomendaciones y medidas correctoras. La mayor parte de las balsas seleccionadas, se localizan en Lorca, con una producción de purín anual de 4 000 000 m³ y Fuente Alamo, con producción anual superior a 2 000 000 m³ (Llona, 2005).

En cada una de las balsas se ha empleado el método de tomografía eléctrica 2D, además, se han llevado a cabo sondeos mecánicos con extracción de testigo continuo para determinar la columna litológica, sobre la cual se asienta la balsa de purines, y servir de muestras para los análisis geoquímicos posteriores. En cada una de las balsas de purín seleccionadas se han realizado dos perfiles de tomografía eléctrica, uno interior y otro exterior a una cierta distancia que garantice una mínima influencia del penacho contaminante. El dispositivo empleado ha sido el Wenner-Schlumberger, que lo hace idóneo, según su función de sensibilidad, ante la posibilidad de contrastes resistivos de formaciones geológicas, o de fluidos, tanto horizontales como verticales (Edwards, 1977; Roy y Apparao, 1971). Se han empleado perfiles de 36 electrodos con una separación entre electrodos de 2.5 metros, de forma que garantizan la cobertura total de la balsa y el alcance de la mínima profundidad de investigación exigida (Foto 1).



Foto 1. Medidas geoelectrica en el interior de la balsa de purin.

Los testigos obtenidos por los sondeos se retiraban de la superficie circundante a la balsa, y provenían de una profundidad de hasta 15 metros, entubado con PVC.

(Foto 2). El material recogido era desecado y tamizado, para el posterior análisis físico-químico, donde destacamos, el análisis granulométrico, y la conductividad eléctrica, entre otros.



Foto 2. Emplazamiento de la máquina de sondeos, con extracción de testigo.

Resultados y Discusión

Los resultados de la tomografía eléctrica 2D han identificado adecuadamente los principales horizontes litológicos que han sido cotejados por los testigos continuos. Esto ha permitido asignarle a cada capa de material un rango de valores de resistividad eléctrica (Martínez-Pagán et al, 2005). La filtración del purín en el terreno ha sido identificada a través de la tomografía eléctrica con valores inferiores a 10 Ohm·m. Las Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7 son algunos ejemplos de las seudosecciones eléctricas obtenidas con los perfiles realizados sobre algunas de las balsas de purín estudiadas. En ellas se han situado los sondeos realizados junto con su columna litológica.

En las Figuras 2 y 3, la tomografía eléctrica ha identificado, de acuerdo a los sondeos, los horizontes de arenas y gravas (> 40 Ohm·m) y de arcilla arenosa (20 ohm·m). En la Figura 2 aparece una capa somera de arcilla arenosa con valores en torno a los 20 Ohm·m y que es el horizonte con mayor probabilidad de ser alcanzado por el purín. Esto último fue corroborado por los resultados de los análisis físico-químico que se llevaron a cabo a través de las muestras de los sondeos. En la figura 3, la seudosección muestra características eléctricas similares, habiendo una somera afectación por la actividad de las balsas de purín. Sin conexión de profundidad, es decir sin filtración profunda del purín.

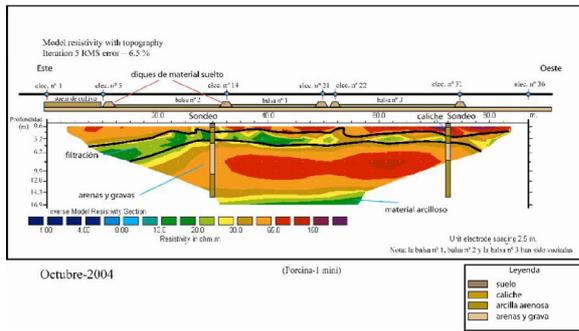


Figura 2. Seudosección eléctrica del perfil interior de la balsa de purín de nº 1 de Fuente Álamo con los sondeos.

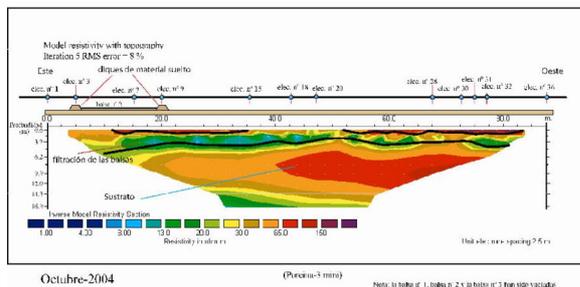


Figura 3. Seudosección eléctrica del perfil exterior de la balsa de purín nº 1 de Fuente Álamo con sondeos.

En la figura 4 los valores del interior de la balsa nº 3 de Lorca, indican de forma clara una zona de afectación por filtración del purín (<10 Ohm·m). Esta zona alcanza una profundidad de 3 a 4 metros. No hay una progresión vertical y no revela filtración significativa.

La Figura 5 es la seudosección del perfil de tomografía eléctrica realizado en el exterior de la balsa de purín nº 3 (Lorca) y aunque la zona señalada con una elipse a trazos puede ser indicativo de la presencia de arcilla, como ha demostrado el sondeo, no obstante por la forma de la anomalía y la posición que ocupa respecto a los límites de la balsa, podría tratarse de una acumulación importante de purín. Extremo que se a confirmado con los resultados de los análisis de laboratorio.

Las Figura 6 y 7 son las seudosecciones eléctricas de los perfiles de tomografía eléctrica llevados a cabo sobre la balsa de purín nº 4 (Lorca). La Figura 6 muestra de forma clara la zona afectada por el purín bajo la balsa, con valores muy bajos de resistividad (< 10 Ohm·m), hasta una profundidad de 5 metros. Para establecer el grado de migración del purín, fuera de esta zona claramente afectada, se ha realizado el perfil exterior, en la Figura 7 que, a pesar de ser una zona geológicamente uniforme

formada por horizontes de arenas y gravas alternándose con arcilla, refleja la influencia de las balsas de purín con valores de resistividad en torno a 20 Ohm·m (señalado con las elipses a trazos). Los resultados de los análisis físicoquímicos establecieron la concentración de purín que ha podido migrar a esas regiones y así corroborado con las interpretaciones de la tomografía eléctrica.

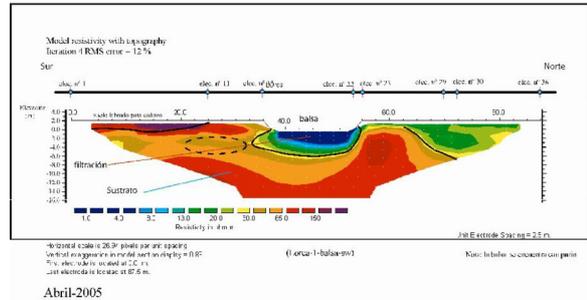


Figura 4. Seudosección eléctrica del perfil interior de la balsa de purín nº 3 de Lorca con el sondeo

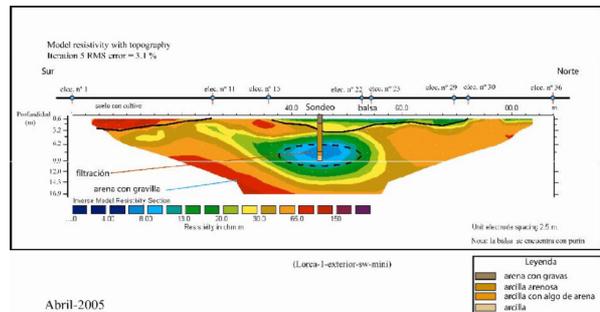


Figura 5. Seudosección eléctrica del perfil exterior de la balsa de purín nº 3 de Lorca con el sondeo.

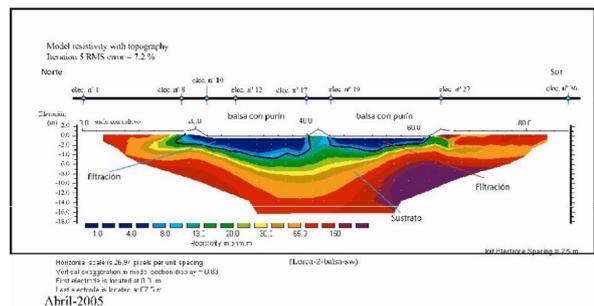


Figura 6. Seudosección eléctrica del perfil interior de la balsa de purín nº 4 de Lorca con el sondeo.

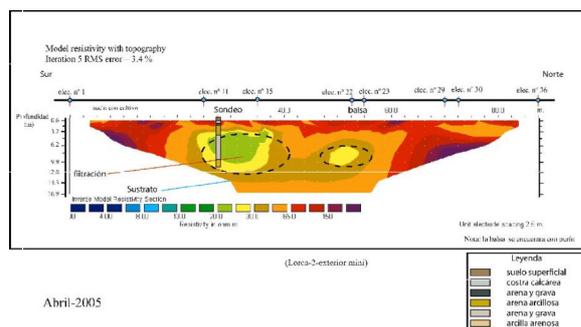


Figura 7. Seudosección eléctrica del perfil exterior de la balsa de purín nº 4 de Lorca con el sondeo.

A través de los sondeos, se ha podido estimar junto al empleo de la tomografía eléctrica 2D, la posibilidad de penetración del purín a capas someras del terreno. La conductividad eléctrica es mayor en las capas más superficiales, disminuyendo sucesivamente según aumentamos en profundidad. Este aumento de conductividad eléctrica, se relaciona con una disminución de resistividad en la tomografía eléctrica 2D, lo que nos indica la acumulación de sales procedentes del purín únicamente en capas superiores.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en los perfiles de tomografía eléctrica destacan el fuerte contraste de resistividad, atribuido a la presencia somera de purín en el subsuelo y a las capas de arcilla detectadas con los sondeos. La posible contaminación de los suelos sobre los que se ubican las balsas de purines. Se puede establecer que en la región estudiada, las balsas evaluadas presentan afectación hasta una profundidad somera, sin ocasionar riesgo a posibles acuíferos subterráneos. Únicamente se ha detectado algún caso en el que, presumiblemente por presencia de fisuras, la zona afectada ha alcanzado mayor profundidad, siendo estas profundidades mayores en la zona de Lorca que en la zona de Fuente-Álamo; dicha afección tiende a remitir de forma rápida favorecida por el clima semiárido en la que se encuentran las balsas de purines. Se ha puesto de manifiesto la idoneidad el empleo de estas técnicas de tomografía eléctrica conjuntamente con los análisis geoquímicos de los sondeos para determinar el grado de filtración de las balsas de purines en climas semiáridos.

Agradecimientos

Proyecto 05809/PI/07: Monitorización de riesgos ambientales a través de técnicas geofísicas y

geotécnicas en depósitos de residuos industriales en la Región de Murcia (Fundación Seneca) y Dirección General de Calidad Ambiental de la Región de Murcia

Referencias

Edwards, L.S. 1977. "A modified pseudosection for resistivity and induced-polarization". *Geophysics*, 42: 1020-1036.

Llona, M. 2005. "Utilización agronómica de purines del cerdo en brocoli y sandía en condiciones mediterráneas semiáridas. Influencia en el sistema suelo-planta". Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 374 pp.

M.A.P.A. (Spanish Ministry of Agriculture, Fisheries and Food). 2006. Guía de mejores técnicas disponibles del sector porcino. Bigeriego Martín de Saavedra, M. (director), GuíaMTDsSectorPorcino.pdf, Madrid. www.mapa.es, 136 pp.

Martínez-Pagán, P. Faz, A. Fisher, T. Aracil, E. Maruri, U. 2005. Potential use of 2D electrical tomography in slurry ponds to establish environmental pollution. *Póster, Proceedings of the Near Surface Meeting (EAGE)*, Palermo, Italy.

Roy, A., Apparao, A. 1971. "Depth of investigation in direct-current methods". *Geophysics*, 36: 943-959.