

# Aplicación de la Tomografía Eléctrica en la Caracterización del Deslizamiento de Doña Mencía

Álvaro R. Quintana Berlanga

*Tesis Fin de Máster (GEOMET)  
Universidad de Granada*

**Abstract.** El propósito de esta memoria ha consistido en la aplicación del método de tomografía eléctrica en un deslizamiento producido sobre la carretera comarcal A-318 en el término municipal de Doña Mencía (Córdoba), con el fin de determinar su extensión tanto en longitud como en profundidad y las posibles causas que lo han producido. La técnica utilizada ha sido la Tomografía Eléctrica (ERT) para obtener modelos de resistividad del terreno, habiéndose computado un total de 2738 medidas realizadas en cuatro perfiles eléctricos situados sobre el deslizamiento. La elaboración del modelo 3D con la información obtenida de los perfiles y los elementos cartografiados *in situ* ha representado fehacientemente la morfología del deslizamiento así como sus características intrínsecas como es la superficie de rotura y la cantidad de masa deslizante. Así mismo, los resultados obtenidos van a permitir disponer de información complementaria para planificar las medidas correctoras y de frenado.

**Keywords:** deslizamiento, Doña Mencía, tomografía eléctrica, ERT, perfiles eléctricos.

## INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Control de Calidad de Córdoba, perteneciente a la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía, ha sugerido la realización del presente trabajo con el objetivo de evaluar si el método de prospección geofísica puede ser una herramienta útil en la primera fase de intervención del estudio y paliación de un deslizamiento, así como para disponer de información complementaria para la planificación de medidas correctoras.

El área donde se ubica el deslizamiento seleccionado para este estudio se encuentra en la zona sureste de la provincia de Córdoba, en el tramo de carretera comarcal (A-318; P. K. 27+200) que se encuentra a 4 kilómetros al este del municipio de Doña Mencía. Esta zona se localiza en el borde septentrional de la Zona Subbética, situado en materiales del Cretácico Inferior, fundamentalmente en las margas arenosas siendo éstas las que deslizan sobre la misma formación inalterada.



Figura1 Parte de la zona deslizando que afecta a la carretera comarcal A-318.

Este deslizamiento empezó a manifestarse en el mes de abril de 2013, unos 5 meses después de las primeras lluvias, y como se verá, es el fenómeno que ha contribuido a disparar el mecanismo de deslizamiento de la masa lubricando y aumentando el peso del material deslizando.

## METODOLOGÍA

La Tomografía Eléctrica (*Electrical Resistivity Tomography*; ERT) es un método de resistividad multielectrónico que se basa en obtener modelos 2D y 3D de la resistividad del terreno. El procedimiento para obtener los modelos de resistividad del terreno consiste en inyectar una cantidad conocida de corriente al subsuelo y medir la diferencia de potencial entre dos puntos. El proceso se repite en todo el área de inspección y, una vez obtenidas estas medidas se dispone de una distribución de resistividades experimentales a lo largo del subsuelo. Dado que el subsuelo es heterogéneo, este conjunto de resistividades no corresponde a la distribución real sino que representa una amalgama de ellas; el cálculo para obtener el modelo de resistividades reales del subsuelo se realiza a través de técnicas de inversión utilizando un sistema iterativo.

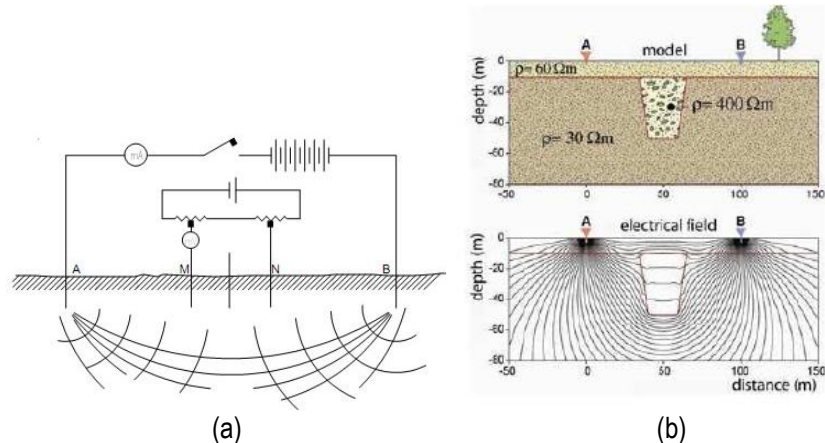


Figura 3.2 (a) Esquema de funcionamiento del método de prospección eléctrica en corriente continua siendo M, N electrodos de potencial, y A, B electrodos de corriente. (b) Distribución de las líneas equipotenciales en función de la resistividad de los cuerpos subyacentes.

En este estudio se ha utilizado la configuración Wenner – Schlumberger que es un dispositivo simétrico muy utilizado en el caso de capas plano-paralelas. Los electrodos

que miden el potencial M y N se disponen en el centro del dipolo y se mantienen a una distancia constante ( $a$ ), mientras que los electrodos A y B por donde se inyecta corriente van aumentando progresivamente la distancia con el número de medidas ( $n$ ) hasta llegar al final del perfil ( $na$ ). El aumento progresivo de la distancia de los electrodos de corriente permite una mayor penetración en el subsuelo.

Se realizaron 4 perfiles eléctricos que cubriesen la mayor extensión del terreno afectado, obteniéndose un total de 2738 medidas; y 2 sondeos de penetración dinámica, que sirvieron para cotejar la información adquirida.

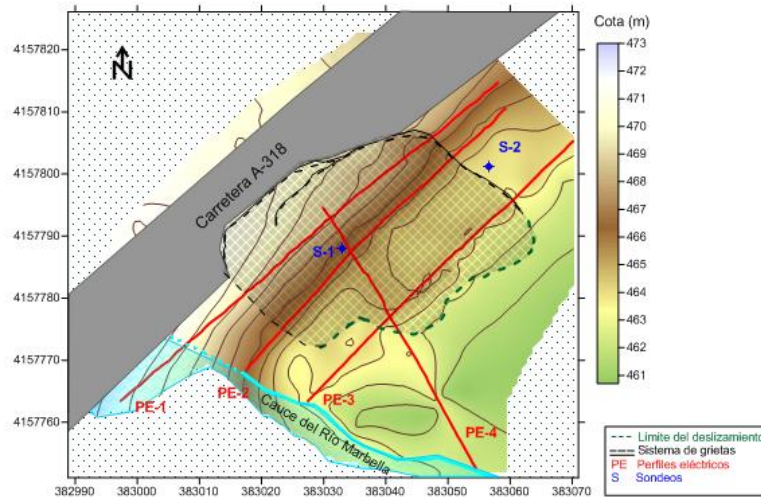


Figura 2 Perfiles realizados sobre el deslizamiento y los dos sondeos realizados en el área.

A partir de la información geológica y la aportada por dos sondeos de penetración dinámica, se estimó una profundidad alrededor de 6-7 m que condicionó la toma de datos. Por ello, se ha elegido una distancia interelectrónica mínima de 1 m para todos los perfiles, adecuada para alcanzar una profundidad superior a los 6 m con una resolución aceptable.

Posteriormente se realiza un procesado de datos para la obtención de los modelos de resistividades reales del terreno, cotejando si procede la información aportada por los sondeos.

## RESULTADOS

La correlación de los caracteres geológicos observados en el terreno con las resistividades medidas ha conducido a identificar las margas alteradas, localizadas en los tramos más superficiales y aireados, como el material más resistivo (entre 50-15  $\Omega.m$ ), mientras que las margas saturadas de agua se identifican con las resistividades más bajas (entre 3-8  $\Omega.m$ ); las resistividades comprendidas entre 8-15  $\Omega.m$  se han atribuido a margas menos húmedas.

El contacto entre la masa de material deslizante y las margas no alteradas se realiza de forma compleja. En el perfil 4 se detecta una superficie deslizante superior (2) caracterizada por un contacto conductor que se ha atribuido a margas saturadas o con un grado de humedad suficiente para lubricar el plano de deslizamiento. Sobre esta primera superficie la masa deslizante pasa de margas alteradas resistivas a margas conductoras, esto se ha interpretado como en este deslizamiento transicional se

produce una conversión de la masa disgregada en flujo y ello hace reducir la resistividad y el grosor. La falta de datos en los extremos del perfil no permite definir con claridad el contacto entre estas margas inferiores alteradas y las margas saturadas no deslizantes, de forma que la superficie 1 queda poco definida.

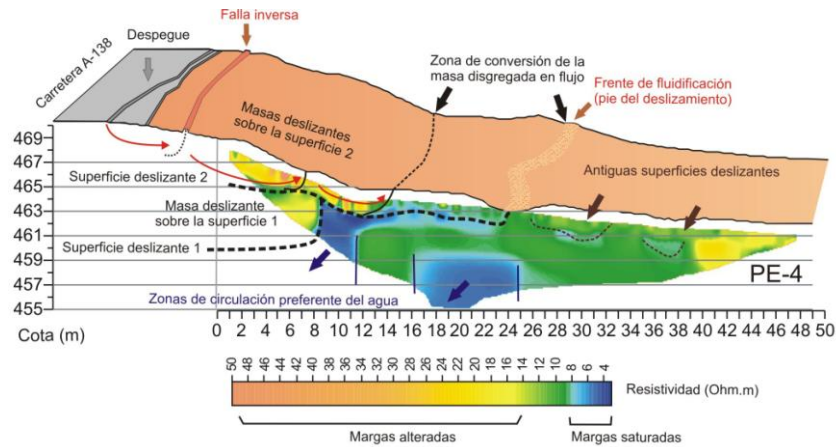


Figura 3 Interpretación del perfil PE-4

Se ha expuesto la interpretación el perfil PE-4 debido a que, al transcurrir longitudinalmente al deslizamiento, se dispone de una visión de cómo la masa deslizante progresa a lo largo del terreno.

Los otros tres perfiles se encuentran transversalmente al PE-4 y vienen a confirmar que se trata de un deslizamiento translacional, y la existencia de una superficie deslizante superior e inferior.

Realizando una interpretación conjunta de los 4 modelos en 3D se observa el colapso de la superficie deslizante mediante observación de una disminución de las resistividades en las capas inferiores. Mientras la conversión de la masa disgregada a flujo queda reflejada por la desaparición de las altas resistividades de la masa superficial detectada en el perfil PE-4 que es coincidente con las resistividades de la parte superficial del perfil PE-3.

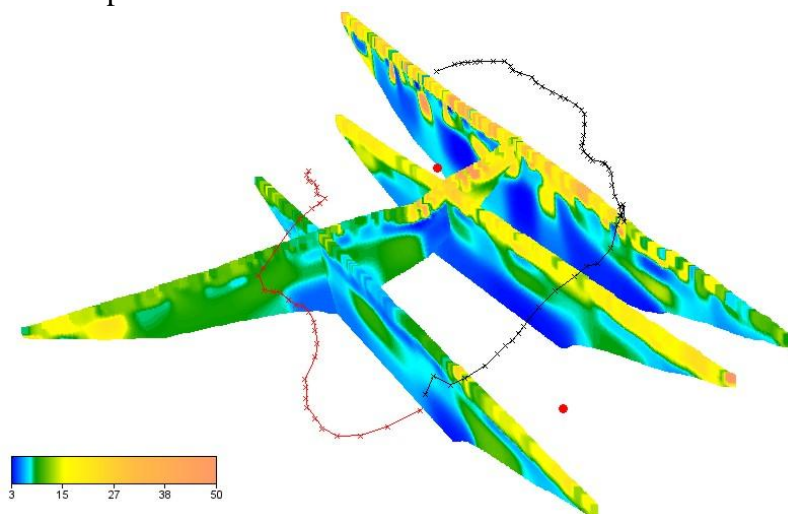


Figura 4. Visiones conjuntas 3D de los perfiles eléctricos. Sobre ellos se han marcado los límites cartografiados del despegue, el flanco lateral este y el pie del deslizamiento.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se han establecido las zonas de margas alteradas caracterizadas por resistividades superiores a 15  $\Omega$ .m y que son la principal masa deslizante.
- ✓ Apoyándose en la información geológica y geotécnica se han determinado dos superficies de deslizamiento: una inferior que se situaría alrededor de los 5-6 m de profundidad y otro más superficial situado entre 1-2 m de profundidad.
- ✓ Para la masa deslizada 1 se estima una cantidad de masa deslizada entre 2462 y 2667 Toneladas; y para la masa deslizada 2 al estar más aireada se estiman unos valores entre 1457 y 1569 Toneladas.
- ✓ A nivel geotécnico parece ser que el causante del frenado de las superficies deslizantes son las margas menos húmedas (entre 8- 15  $\Omega$ .m), las cuales no solo actúan como diques condicionando las superficies deslizantes, sino que también actúan modelando los flancos del deslizamiento.
- ✓ Finalmente concluir que el ensayo realizado apoya la propuesta de que la tomografía eléctrica es un método muy adecuado en el reconocimiento de deslizamientos; no solo en su fase activa donde la facilidad de instalación del dispositivo permite actuar y obtener información antes que pueda entrar la maquinaria pesada necesaria para realizar los análisis geotécnicos; sino también en fases preliminares para evaluar el riesgo de posibles deslizamientos o bien en fases posteriores para estimar la bondad de las medidas correctoras aplicadas: secado de las masas deslizadas, efecto de los diques y del drenaje aplicado, etc.

## AGRADECIMIENTOS



## REFERENCES

1. Lines, L. R. & Treitel, S. (1984): "A review of least-squares inversion and its application to geophysical problems". Geophysical Prospecting 32 (2), pp. 159-186.
2. -Loke, M. H. (2010): "2-D and 3-D electrical imaging surveys". 147 págs.
3. Orellana, E (1982): "Prospección geoelectrica en corriente continua". Biblioteca Técnica Philips. 580 págs.
4. Teixidó, T.; Artigot, E. G.; Peña, J. A.; Molina, F.; Nájera, T. y Carrión, F. (2013): "Geoarchaeological Context of the Motilla de la Vega Site (Spain) Based on Electrical Resistivity Tomography". Archaeological Prospection, 20, pp. 11-22.