



**12-14 de Noviembre del 2012**  
**Facultad de Ingeniería Mochis, Universidad Autónoma de Sinaloa**

## **TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA 2D COMO HERRAMIENTA PARA LA DICTAMINACIÓN TÉCNICA DE FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN**

**M. Norzagaray-Campos<sup>1</sup>, O. Llanes-Cárdenas<sup>2</sup>, N.P. Muñoz-Sevilla<sup>3</sup> y L. Espinosa-Carreón<sup>1</sup>**

1 CIIDIR- Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Guasave Sinaloa, C.P 8101.

2 Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria Ángel Flores y Fuente de Poseidón S/N Los Mochis, Sinaloa.

3 CIIEMAD-IPN. Calle 30 de Junio de 1520, Barrio la Laguna Ticomán C.P. 07340. Del. Gustavo A. D.F.

### **RESUMEN**

En la gran mayoría de las construcciones se ignora el uso de herramientas geofísicas para obtener mayor información del subsuelo. Por lo que el objetivo fue: 1) conocer las características del subsuelo mediante métodos geoelectricos para la dictaminación técnica de factibilidad de una construcción. Se utilizó el método de tomografía geoelectrica 2D con dispositivo Wenner en el predio de La Palma localizado en la coordenada UTM: (7521187, 2842200) del Valle de Guasave. Los resultados de 2 tomografías muestran una profundidad total alcanzada de 25.9 m, arrojando resistividades aparentes de 2 a 60 Ohm m características de cuerpos: arcillosos, gravas y arenas saturadas con agua salada, debido al alto grado de fracturamiento de las rocas aflorantes. El predio La Palma no es viable para ningún tipo de construcción. Estos estudios geofísicos deben de tomarse en cuenta antes de planificar cualquier obra civil.

**Palabras claves:** tomografía, fracturamiento, subsuelo, resistividad y saturadas

### **ABSTRACT**

In the vast majority of construction is unknown geophysical tool use for details subsoil. So the goal was to: 1) determine the characteristics of the subsoil by geoelectric methods for technical feasibility dictamination construction. We used the method of 2D geoelectrical tomography dispositivo Wenner on the campus of La Palma located at UTM coordinate: (7521187, 2842200) Guasave Valley. The results of two scans show reached a total depth of 25.9 m, yielding apparent resistivities of 2-60 Ohm m bodies characteristics: clay, gravel and sand saturated with salt water,

due to the high degree of fracturing of the rock outcropping. The farm La Palma is not viable for any type of construction. These geophysical surveys should be taken into account before planning any civil works.

**Key words:** tomography, fracturing, subsoil, resistivity and saturated

## INTRODUCCIÓN

Durante la última década, se ha producido una adecuación en la aplicación de técnicas geofísicas en la resolución de conflictos geotécnicos o medioambientales. En el caso de la prospección eléctrica de resistividades mediante corriente continua ha experimentado avances importantes con la aparición de sistemas automáticos de adquisición de datos y programas informáticos para la obtención de imágenes del subsuelo con estimación de la distribución real de la resistividad en una sección del terreno. La implantación de arreglos de dispositivos eléctrico-resistivos para la localización de contactos entre materiales del subsuelo se han venido utilizando con éxito desde 1950<sup>1</sup>, si bien las técnicas modernas permiten establecer una cada vez mayor aproximación entre los resultados obtenidos y la verdadera disposición de los materiales en el subsuelo. Con todo, el éxito de una campaña de investigación geofísica de resistividad mediante Tomografía Eléctrica depende en gran medida de múltiples factores, tales como la selección de la configuración tetraelectródica más sensible para nuestro propósito, la determinación de un espaciado interelectródico adecuado para el objetivo a localizar, la densidad y número de medidas o, por supuesto, la interpretación de los resultados por un técnico geofísico con suficiente experiencia en la materia. Por lo anterior, se puede decir que la investigación mediante tomografía geoelectrica arrojará resultados en función de diversas decisiones que han de tomarse desde el inicio de una campaña de prospección<sup>2</sup>. Los antecedentes en la utilización de Tomografía Eléctrica para la localización de superficies de discontinuidad o contactos litológicos son múltiples y están bien documentados. <sup>1</sup> presenta buenos resultados empleando un dispositivo de 24 electrodos para la localización de depósitos de gravas y arenas, permitiendo hacer una valoración volumétrica con gran exactitud. <sup>3, 4</sup> y otros muchos han aplicado estas técnicas para localizar fallas activas en sedimentos cuaternarios recientes. La versatilidad de estas técnicas llega incluso a servir para el estudio de suelos contaminados <sup>5 ; 6</sup> o la evaluación de la potencialidad minera de terrenos para extracción de piedra ornamental<sup>7</sup>.

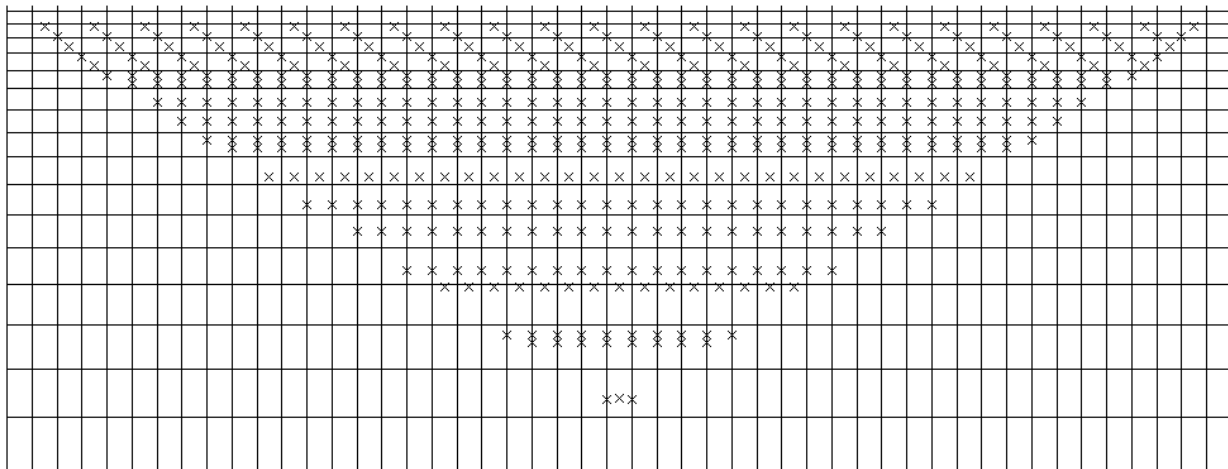
## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En este trabajo se desarrollaron 2 tomografías geoelectricas en el predio La Palma, ubicado en la coordenada UTM: (7521187, 2842200) en el Valle de Guasave. En las tomografías geoelectricas de utilizó el arreglo tetraelectródico tipo Wenner ya que es el más utilizado en la actualidad por su mayor resolución. El dispositivo Wenner utiliza 4 electrodos denominados A, B, M y N. Los electrodos llamados A-B, son los encargados de inyectar corriente eléctrica en el subsuelo y los electrodos M-N, son los responsables de la detección de superficies de diferente potencial <sup>8</sup>. El problema fundamental de la tomografía geoelectrica consiste básicamente en la obtención de imágenes de la distribución de conductividades en el subsuelo. En el caso 2-D, se discretiza la sección transversal a la superficie que se localiza debajo del arreglo de electrodos en

celdas cúbicas o bloques (Figura 1) <sup>9</sup>. El objetivo concreto es obtener la resistividad de cada bloque rectangular que producirá una sección de resistividades en la superficie que no discrepe en el sentido de los mínimos cuadrados con los datos obtenidos en campo <sup>8</sup> (Tabla 1). Las características del arreglo Wenner utilizado en este trabajo se mencionan a continuación:

- Unidad de separación de los electrodos = 3 m
- Tipo de formación = 1
- Número de puntos de datos = 334
- Tipo de ubicación x en los datos del punto medio = 1
- Marca para P.I. = 0

Para la obtención e interpretación de las imágenes (tomografías geoelectricas) se utilizó el software RES2DINV, el cual es ampliamente utilizado en diversas interpretaciones geofísicas <sup>10</sup>.



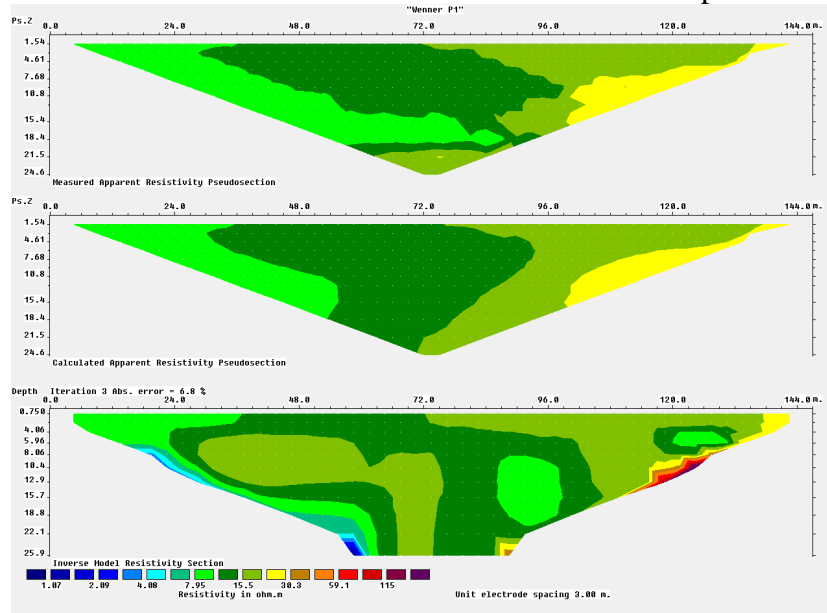
**Figura 1.- Dos disposiciones posibles de los bloques utilizados en un modelo de 2-D junto con los puntos de datos en la Pseudosección.**

**Tabla 1.- Intervalo de resistividades presentes en diferentes materiales geológicos**

<b>Material</b>	<b>Resistividad (Ohm m)</b>
Arcilla y limo saturado	0-100
Arcilla arenosa y arena limosa húmeda	100-250
Arena arcillosa y arena saturada	250-500
Arena	500-1500
Grava	1500-5000
Roca meteorizada	1000-2000
Roca sana	1500-40000

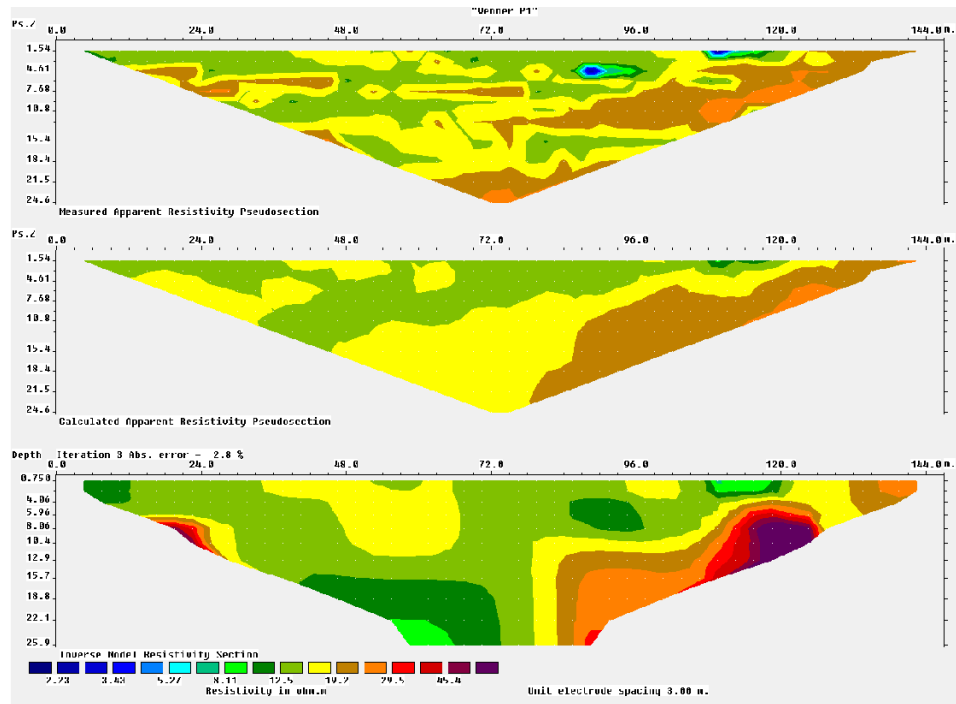
## RESULTADOS

En la figura 2 se aprecia que a una profundidad de 0.75 a 25.9 m se encuentran cuerpos con características arcillo-limosas saturadas con agua ya que estos presentan resistividades de 7.95 a 30.3 Ohm m. A una profundidad de 8 a 15.7 m se presentan los valores de resistividad mayores de 30.3, sin embargo son presencias mínimas de cuerpos arcillo-arenosos y areno-limosos húmedos. El error cuadrático medio (RMS) calculado para la tomografía 1 fue de 6.8 % lo cual nos indica que tenemos un 93.2 % de exactitud en los cálculos de interpretación.



**Figura 2.- Tomografía 1 en el predio La Palma**

En la figura 3 se aprecia que a una profundidad de 0.75 a 25.9 m se encuentran cuerpos con características arcillo-limosas saturadas con agua ya que estos presentan resistividades de 8.11 a 29.5 Ohm m. A una profundidad de 8.06 a 15.7 m se presentan los valores de resistividad mayores de 29.5, Así como también se apreció en la tomografía 1, en la tomografía 2 la presencia de cuerpos arcillo-arenosos y areno-limosos húmedos es mínima. El error cuadrático medio (RMS) calculado para la tomografía 2 fue de 2.0 % lo cual nos indica que tenemos un 98 % de exactitud en los cálculos de interpretación.



**Figura 3.- Tomografía 2 en el predio La Palma**  
**CONCLUSIONES**

Se concluye que el predio La Palma, es altamente peligrosa para desarrollar cualquier tipo de cimentación ya sea aislada, corrida o profunda, pues los resultados de este trabajo muestran que desde profundidades de 0.75 m el terreno ya presenta características de la presencia de cuerpos con alto contenido de humedad, lo cual es perjudicial para el suelo al momento de mantener estable una construcción.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CIIDIR-IPN-Sinaloa por el préstamo del resistivímetro (Saris) para el trabajo de campo.

### REFERENCIAS

- [1] I.A. Beresnev, C. Hruby, C. Davis, "Exploration Geophysics". Journal of Applied Geophysics, 49 (2002): Pp. 245-254.
- [2] J.A. Porres, "Caracterización de cavidades en el subsuelo mediante la interpretación de perfiles de Tomografía Eléctrica". Tesis Doctoral. (Biblioteca central de la Universidad de Burgos, Burgos 2003): p. 76

[3] D. Demanet, E. Pirard, F. Renardy, D. Jongmans, "Application and processing of geophysical images for mapping faults" *Computers & Geosciences* 27 (2001): pp. 1031-1037.

[4] R. Caputo, S. Piscitelli, A. Oliveto, E. Rizzo, V. Lapenna, "The use of electrical resistivity tomographies in active tectonics: examples from the Tyrnavos Basin, Greece" *Journal of Geodynamics* 37 (2003): Pp. 19-35.

[5] M. De la Vega, A. Osella, E. Lascano, "Joint inversión of Wenner and dipole-dipole data to study a gasolina-contaminated soil" *Journal of Applied Geophysics* 54 (2003): pp. 97-109.

[6] E. Aracil, U. Maruri, J. Vallés, J. Martínez Pagán, J.A. Porres, "Evaluación de problemas medioambientales mediante tomografía eléctrica" *Ingeopres* 122 (2003): pp. 34-39.

[7] A.T. Battayneh, A.A. Al-Biabat, "Application of a twodimensional electrical tomography technique for investigating landslides along the Amman-Dead Sea highway, Jordan". (*Environmental Geology* 2002).

[8] J. Salgado, *Geoelectrical resistivity structure at Kirishima volcano and its geothermal significance*. (M.Sc. Thesis, Faculty of Science, The University of Tokyo, Japan 1988): p. 283.

[9] E. Orellana, *Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua*. (2<sup>a</sup> ed. Madrid: Vol. 1 Paraninfo 1982).

[10] M.H. Loke, R.D. Barker, *Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method*. *Geophysical Prospecting*, 44 (1996): pp. 131-152.