ESTUDIO GEOFISICO EN PIEDRAS GRANDES

El Jicaral, Juigalpa, Chontales, NICARAGUA

Para: SEQUINSA

Managua, Marzo 2016

Índice

Índice..... i
Lista de Figuras..... ii

I. INTRODUCCION..... 1
1.1. Generalidades..... 1
1.2. Ubicación del área de estudio..... 1
1.3. Relieve, altitud y geología..... 1
1.4. Clima..... 2
1.5. Objetivo..... 3

II. METODOLOGIA..... 3
2.1. Recopilación de la información..... 3
2.2. Trabajo de Campo..... 4
2.2.1. Georeferenciación..... 4
2.2.2. Medición de parámetros geofísicos..... 4
2.3. Análisis de datos..... 4

III. EXPLORACION GEOFISICA..... 6
3.1. Introducción..... 6
3.2. Método de prospección eléctrica..... 8
3.3. Procesamiento de datos..... 10
3.4. Resultados e interpretación..... 11

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 14
4.1. Conclusiones..... 14
4.2. Recomendaciones..... 14

V. REFERENCIAS..... 15

I. INTRODUCCION

1.1. Generalidades

A solicitud de SEQUINSA, se realizó un estudio geofísico en la comunidad de Piedras Grandes al noreste de la ciudad de Juigalpa en el departamento de Chontales en Nicaragua utilizando el método geofísico de Tomografías Eléctricas (TE) con la finalidad de estimar espesores, profundidades de capas permeables y no permeables, así como fracturamiento, para ubicar sitios favorables para perforación de pozos para uso doméstico.

1.2. Ubicación del área de estudio

La comunidad de Piedras Grandes, geográficamente se ubica en la zona central de Nicaragua, en la comarca El Jicaral, 9 kilómetros al noreste de la ciudad de Juigalpa, en el departamento de Chontales, en las coordenadas UTM WGS 84 (685262Este/1341725N.

1.3. Relieve, altitud y geología

El relieve del área de investigación geofísica es ondulado con elevaciones que oscilan entre 157 y 172 msnm, flanqueado al norte por el Río Manigua, al noreste y sureste por cerros que tienen elevaciones de hasta 600 msnm. La vegetación está constituida por arbustos de poca altura propios de zonas tropicales secas y por árboles de buen tamaño como el genízaro.

El sitio está en la denominada Tierras Altas del Interior en la Región Central de Nicaragua y en la unidad geológica Juigalpa (Tj) de edad Oligoceno Medio al Superior (**Foto 1**). Esta unidad consiste de flujos piroclásticos y depósitos de caída de composición dacítica a riolítica. A menudo de color blancusco a verdoso. Está unidad tiene espesores que varían de 500 m a 1000 m. La Unidad Tj incluye a las subunidades Tjm (Subunidad Jesús María) constituida

principalmente de depósitos arenosos epiclásticos, con espesores de 5 m a 10 m. y Tcg (Subunidad Cerro Las Guayabas) que consiste de material riolítico rico en fenocristales de cuarzo. Esta subunidad tiene espesores mayores a 100 m.

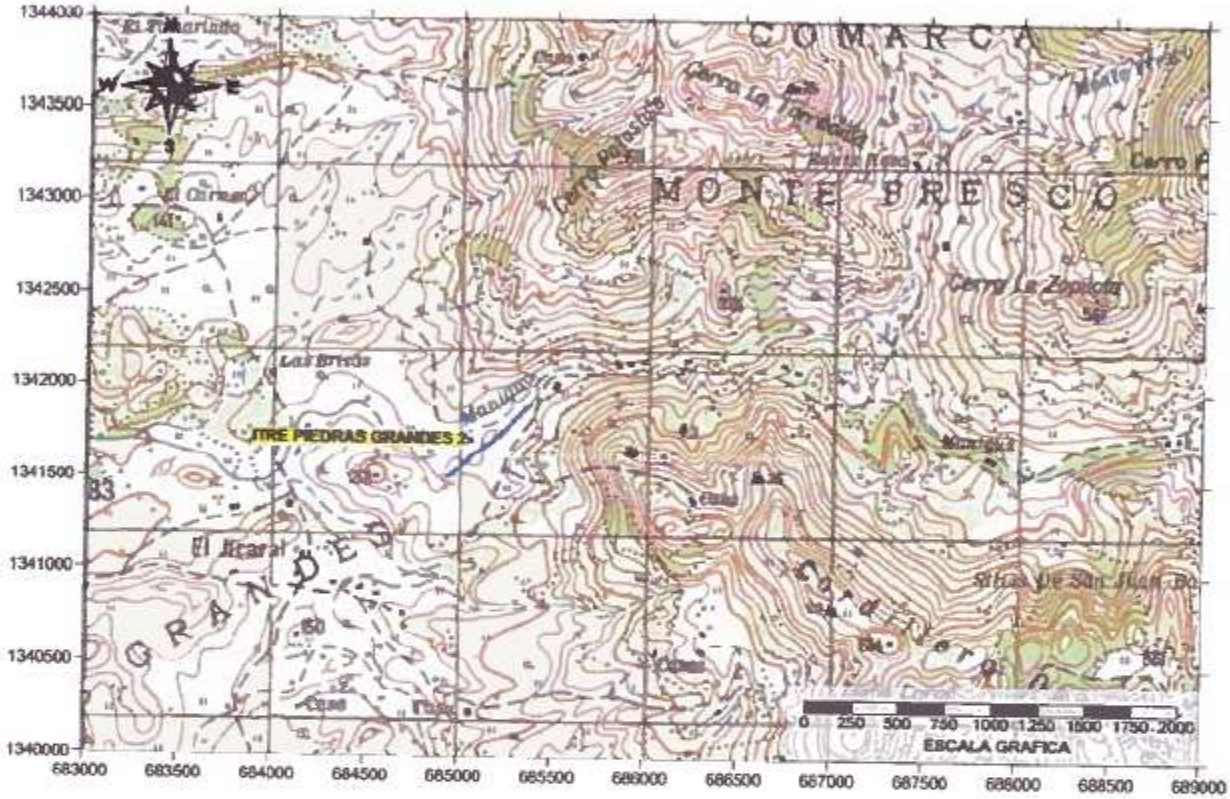

Figura 1-1. Mapa de localización del área de estudio.

1.4. Clima

Predomina el clima cálido y seco de sabana tropical. La temperatura media oscila entre los 25°C y 28°C; siendo más caliente de Marzo a Mayo, con una temperatura media de 28°C y más frio de Diciembre a Enero, con una temperatura media de 25.7°C. La precipitación anual varía entre 1,000 y 1,500 mm/año.

Foto1. Rocas del Oligoceno Medio al Superior que afloran en el área.

1.5. Objetivo

Estimar espesores, profundidades de capas permeables y no permeables, así como fracturamiento, para ubicar sitios favorables para perforación de pozo para uso doméstico.

II. METODOLOGÍA

2.1. Recopilación de Información

Inicialmente se procedió a la recopilación, revisión, selección e interpretación de información existente, así como mapas topográficos y geológicos de las zonas de estudio, a escala 1:50,000.

2.2. Trabajo de campo

El trabajo de campo comprendió las actividades in-situ de las mediciones geofísicas de resistividad eléctrica, realizada en Marzo del 2016. Durante el trabajo de campo, se llevó a cabo la ubicación, selección de sitio y la realización de una Tomografía Eléctrica (TE).

2.2.1 Georeferenciación

Los perfiles de Tomografía Eléctrica fueron georeferenciados con GPS midiendo la latitud y longitud en coordenadas UTM WGS84.

2.2.2 Medición de parámetros geofísicos

Para obtener los parámetros geofísicos del área en estudio, fue necesario realizar una Tomografía Eléctrica (**Figura 2-1**), para determinar extensión, espesor y profundidad de capas permeables y no permeables. La interpretación y procesamiento de la información sirvió para confeccionar la imagen de resistividad eléctrica y su respectiva correlación con las caracteristicas hidrogeológicas y geológicas del área. Para la adquisición de datos se utilizó un resistivímetro del tipo Terrameter SAS 4000 (**Foto 2**). La longitud total cubierta es de 600 metros lineales y la profundidad máxima alcanzada es de 100 metros.

2.3. Análisis de datos

Consiste en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el campo del levantamiento geofísico sobre un perfil de tomografía eléctrica (**Foto 3**).

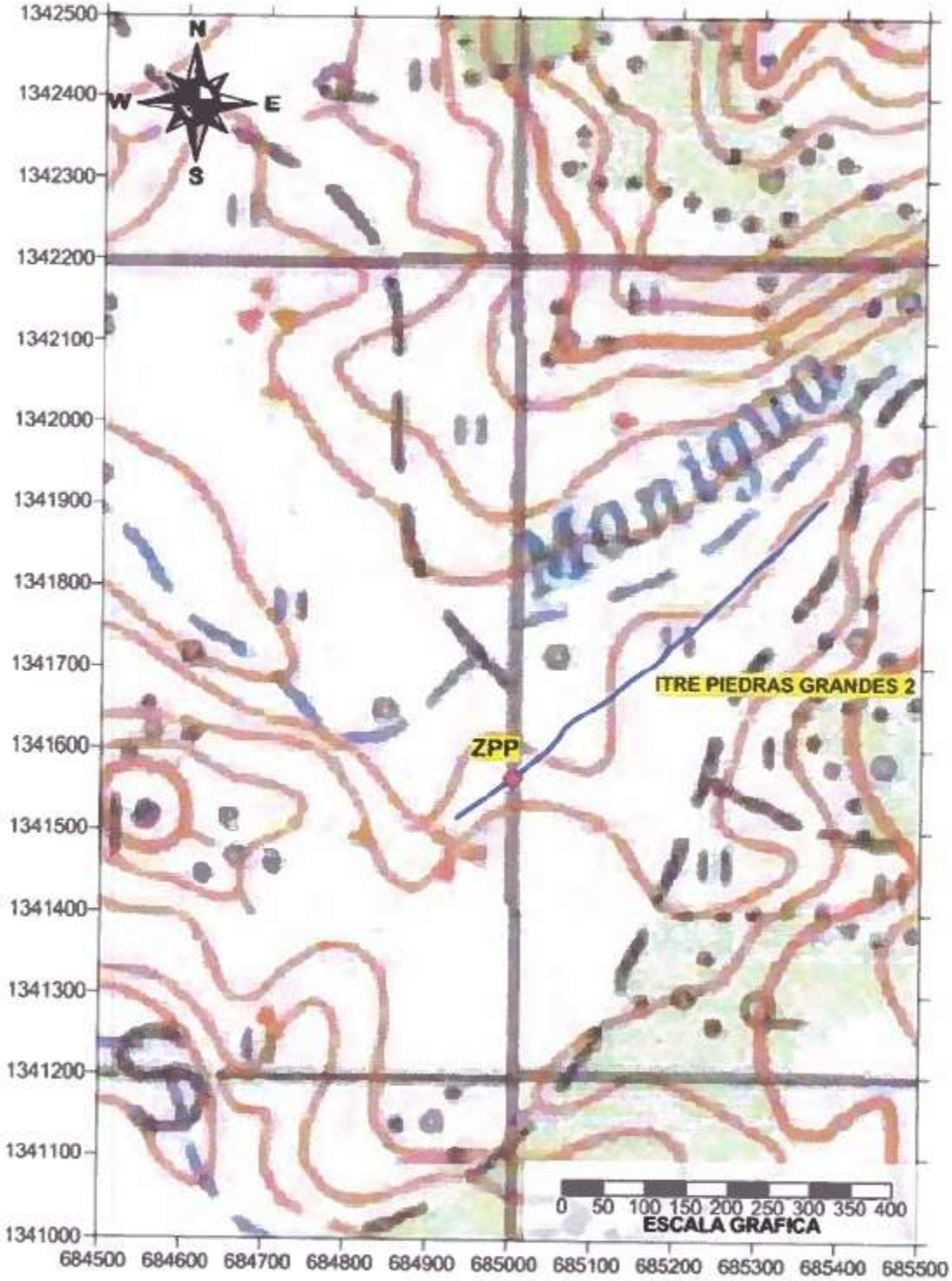

Figura 2-1. Mapa de localización de la tomografía eléctrica.

Foto 2. Terrameter SAS 4000

III. EXPLORACION GEOFISICA

3.1. Introducción

Desde inicios del S. XX, se han usado estudios de resistividad eléctrica en investigaciones geológicas, hidrogeológicas, mineras, geotécnicas y recientemente en estudios ambientales.

El propósito de los estudios eléctricos es determinar la distribución de resistividades eléctricas del subsuelo, haciendo mediciones en la superficie. De estas mediciones, puede estimarse la resistividad verdadera del subsuelo.

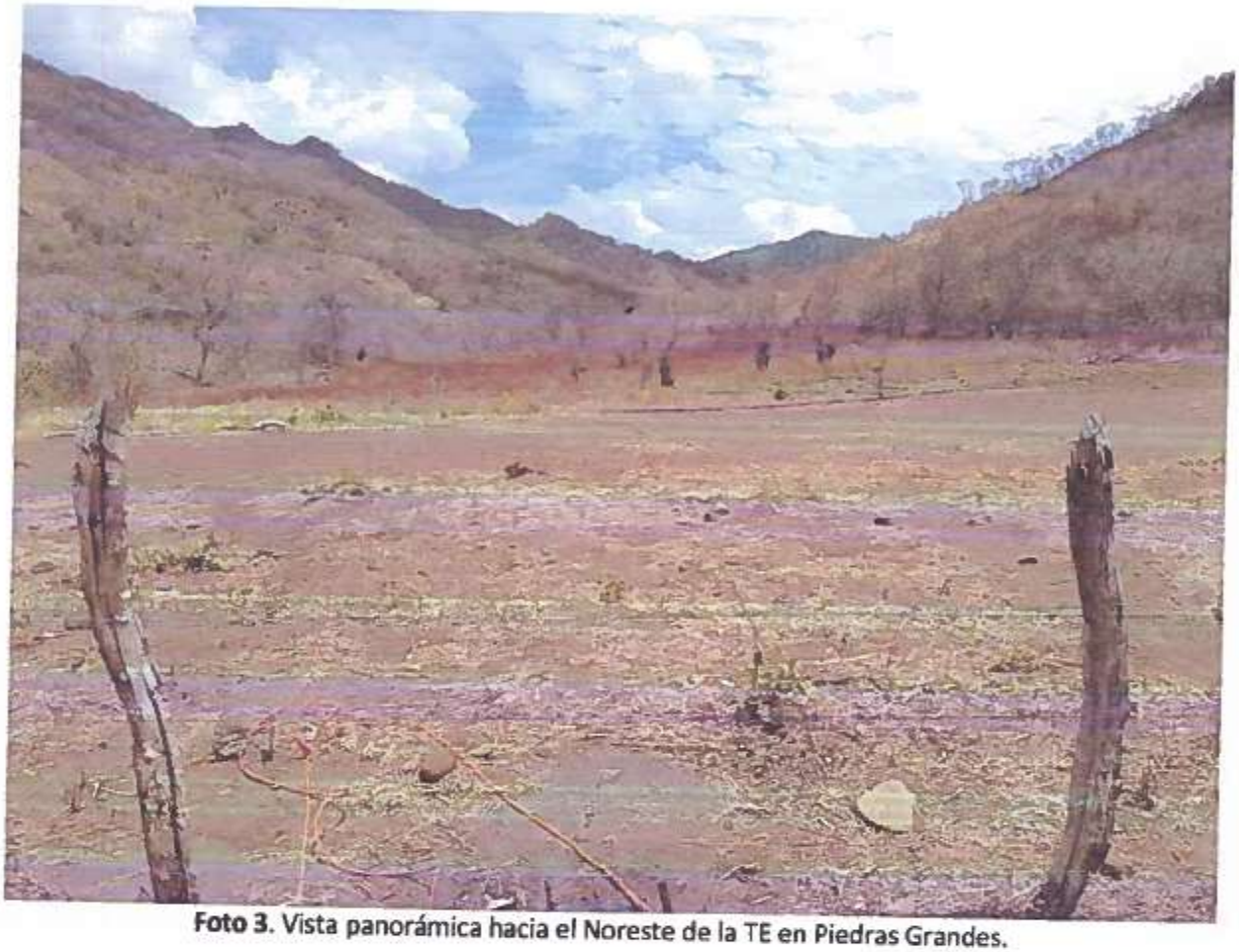

Foto 3. Vista panorámica hacia el Noreste de la TE en Piedras Grandes.

Las mediciones de resistividad normalmente se realizan mediante la inyección de corriente al terreno a través de dos electrodos de corriente C_1 y C_2, midiendo la diferencia de voltaje resultante entre los dos electrodos de potencial P_1 y P_2 (**Figura 3-1**). De los valores de corriente (I) y voltaje (V) se calcula un valor de resistividad aparente (ρ_a), siendo ρ_a=K V/I; donde $K = \pi \frac{\overline{C_1P_1} x \overline{C_1P_2}}{\overline{P_1P_2}}$ es un factor geométrico que depende del arreglo de los cuatro electrodos.

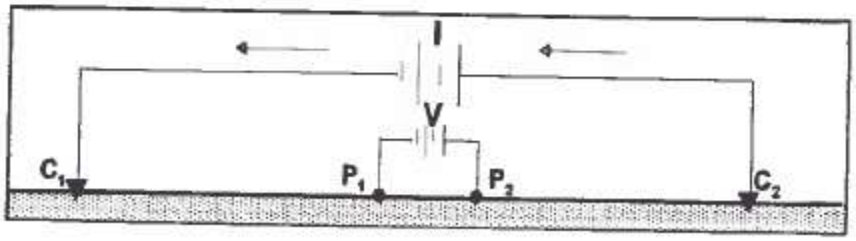

Figura 3-1. Esquema del Dispositivo Schlumberger

La resistividad del terreno está estrechamente relacionada a varios parámetros: tipo de roca, presencia de minerales, contenido de fluidos, porosidad y grado de saturación de las rocas.

Los estudios de resistividad dan una visión de la distribución de resistividades en el subsuelo. Para convertir una imagen de resistividad eléctrica en imagen geológica, es necesario tener conocimiento de la geología del área y de los valores típicos de resistividad para los diferentes tipos de materiales en el subsuelo.

Rocas ígneas y metamórficas, típicamente tienen altos valores de resistividad. La resistividad de estas rocas depende en gran medida del porcentaje de fracturas rellenas con agua.

Las rocas sedimentarias usualmente son más porosas, por tanto, a mayor contenido de agua, menor es la resistividad. Los suelos húmedos y el agua fresca tienen valores de resistividad aún más bajo. Suelos arcillosos húmedos, presentan valores de resistividad más bajos que suelos arenosos húmedos.

La resistividad del agua varía de 10-100 Ohm.m, dependiendo de la concentración de sales disueltas. La baja resistividad de alrededor de 0.2 Ohm.m del agua del mar es debido al alto contenido de sal. Esto hace que el método de resistividad eléctrica sea una técnica ideal para mapear la interfase agua salada - agua dulce en áreas costeras.

3.2 Método de Prospección Eléctrica

La Tomografía Eléctrica (TE), es una técnica geofísica empleada para el estudio del subsuelo con el objetivo específico de determinar la distribución real de la resistividad eléctrica del subsuelo, a partir de valores de resistividad aparente obtenidos de mediciones realizadas en la superficie del terreno. Como regla general, un estudio de tomografía eléctrica requiere la

obtención de un número muy elevado de datos, con un pequeño espaciado entre medidas para poder obtener la resolución lateral necesaria **(Tierra, 2011)**.

El resultado final de este tipo de estudio es una Imagen distancia - profundidad con la distribución de la resistividad real del subsuelo, fácilmente comprensible en términos geológicos, geotécnicos o ambientales **(Tierra, 2011)**.

El dispositivo empleado fue el arreglo multielectródico, denominado como Gradiente **(Figura 3-2)**, garantizando una profundidad de penetración de 100 metros.

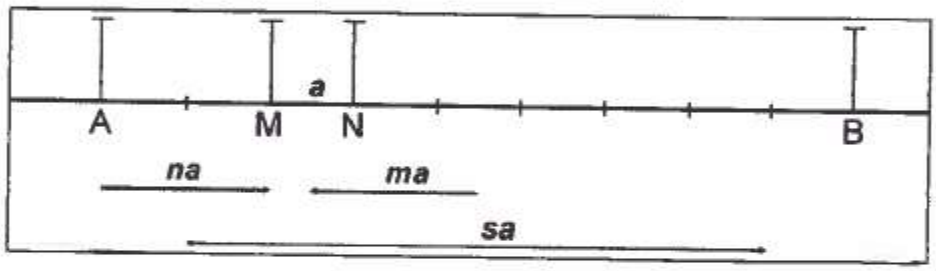

Figura 3-2. Esquema del arreglo gradiente mostrando la posición de los electrodos para una medición con una separación entre electrodos de corriente de *(s+2)a*, donde el factor de separación s = 7, el factor n = 2 y el factor del punto medio m = -2. Aquí, el factor *n* se define como la separación relativamente más pequeña entre un electrodo de corriente y uno de potencial **(Sequeira and Escolero, 2009)**.

Se señaló el rumbo deseado del dispositivo y se tendieron 3 cables de 200 metros cada uno para cubrir una longitud de 600 metros en el perfil **(Tabla 3-1)**. A lo largo del cable, se clavaron electrodos en el terreno con espaciamiento de 10 metros y se conectaron al mismo, procediendo a la adquisición de datos. Normalmente, para alcanzar mayor distancia, se conectan más cables hasta alcanzar la longitud deseada.

Tabla 3-1. Características de las tomografías eléctricas realizadas en el área

Tomografía Eléctrica	Coordenadas				Puntos medidos	Longitud (metros)	Profundidad (metros)
	INICIO		FIN				
	Este	Norte	Este	Norte			
Piedras Grandes 2	684935	1341516	685381	1341907	4248	600	100

3.3 Procesamiento de datos

En el proceso de inversión, se produce un modelo geoeléctrico de capas de resistividades verdaderas y espesores. Con el conjunto de modelos consecutivos adyacentes, se produce un panel de modelos, en el cual los horizontes de diferentes resistividades se pueden delimitar **(Zohdy, 1989)**.

El método común para la representación cualitativa de los datos de resistividad, es el trazado de pseudo-secciones **(Figura 3-3)**. Una pseudo-sección se construye por el graficado de datos en un diagrama, usando el eje X para la distancia a lo largo de la línea de estudio y el eje de profundidad para las separaciones entre electrodos **(Dahlin, 1993)**. La pseudo-sección representa una imagen aproximada de la distribución de resistividades en el sub suelo, siendo útil como un medio para presentar los valores medidos de resistividades aparentes y como una guía inicial para interpretación cuantitativa adicional. El programa de inversión utilizado es el RES2DINV, el cual determina de manera automática un modelo bidimensional para el subsuelo basado en los datos obtenidos de los sondeos eléctricos verticales continuos **(Griffiths and Baker, 1993)**.

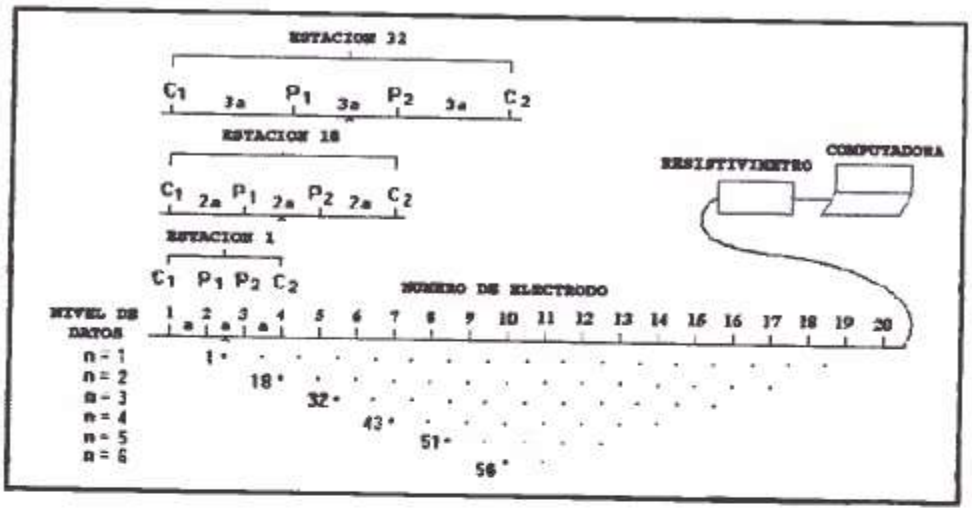

Figura 3-3. Diagrama para la construcción de una pseudo-sección a partir de datos obtenidos por el sistema multi-electrodos.

3.4 Resultados e Interpretación

La tomografía eléctrica (TE) se muestra en las **Figura 3-4,** en la que, el eje horizontal representa la distancia (en metros) o longitud del perfil y el eje vertical la profundidad de investigación en metros sobre el nivel del mar (msnm). Debajo de la imagen (sección eléctrica) se observa la escala de colores que representa los valores de resistividad eléctrica (en Ohm-m). De acuerdo a este modelo obtenido en el área de estudio, se han definido rangos de resistividad eléctrica a como sigue:

- Resistividades eléctricas < a 25 Ohm-m, correspondiente a materiales arcillosos húmedos sin flujos de agua subterránea.
- Resistividades eléctricas entre 20 y 40 Ohm-m, que se corresponden con depósitos no compactos húmedos con flujos de agua subterránea en la parte más profunda.
- Resistividades eléctricas entre 40 y 70 Ohm-m, que se corresponden con materiales rocosos fracturados con flujos de agua subterránea.
- Resistividades eléctricas entre 70 y 140 Ohm-m, que se corresponden con materiales rocosos poco fracturados y poco flujo de agua subterránea.

- Resistividades eléctricas > a 140 Ohm-m, que se corresponden con materiales rocosos compactos y sin flujos de agua subterránea.

La TE Piedras Grandes 2, se orienta de Suroeste a Noreste, con una longitud de 600 metros. Un pozo perforado 45.72 metros, se ubica a los 400 metros sobre el perfil y cuyo nivel freático está a 14.02 metros de profundidad.

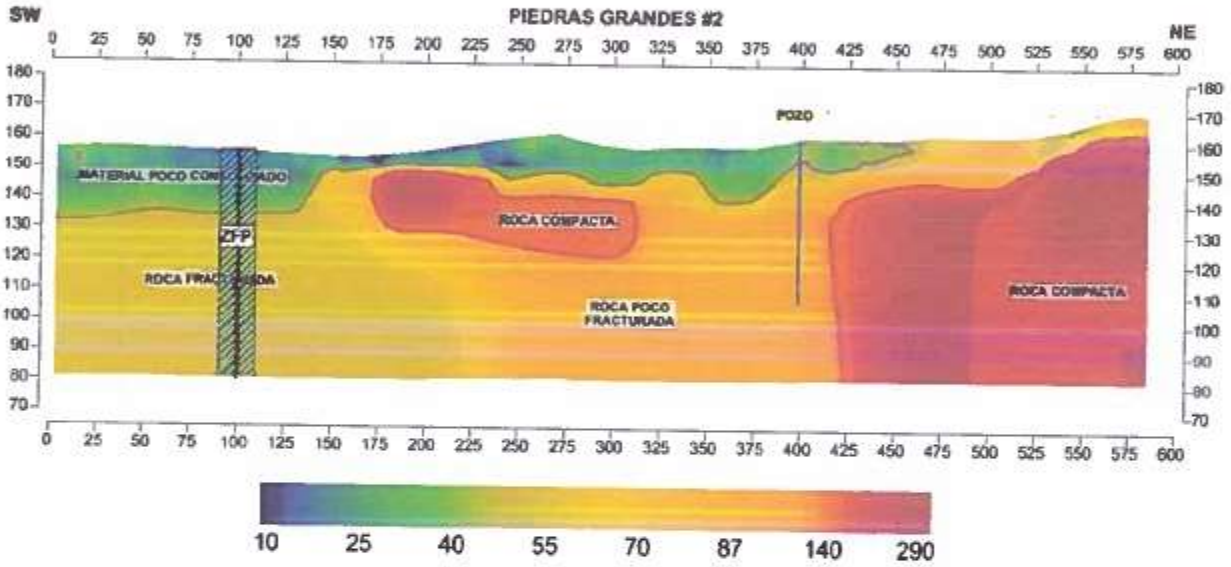

Figura 3-4. Tomografía Eléctrica Piedras Grandes 2

La capa superior corresponde a un estrato de materiales no compactos transportados desde las artes más alta en el Este del área, producto de la erosión y degradación de las rocas en el área. Aquí se desarrolla un acuífero poco productivo con flujos de agua en la parte inferior del estrato.

En profundidad, se observa una capa rocosa potente con espesor no determinado mayor a 60 metros. En este estrato, de izquierda a derecha se identifican 3 bloques diferenciados por sus resistividades eléctricas:

IV. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La ocurrencia de agua subterránea en el área, es en los depósitos no consolidados productos de la erosión. Los flujos de agua en estos depósitos no son significativos en los primeros 15 metros de profundidad en promedio, pues es variable según el espesor de los mismos. Sin embargo, los mayores flujos ocurren en la roca fracturada a espesores mayores a 20 metros y en los primeros 200 metros sobre la tomografía eléctrica.

En la Tabla 3-2 se presentan las coordenadas del sitio que se propone en esta investigación como el más favorable para la perforación de pozo en términos de producción de agua subterránea. Las coordenadas vienen dadas en proyecciones UTM con el sistema geodésico WGS 1984.

TABLA 3-2. Coordenadas del sitio propuesto como zona favorable para perforación

SITIO	ESTE	NORTE
ZFP	685001	1341564

El nivel freático se encuentra en la primera capa (superficial) a profundidades entre 10 y 20 metros. El acuífero o acuíferos existentes en el área de estudio son de tipo libre,

4.2. Recomendaciones

Basados en estos resultados, se recomienda perforar el pozo en la zona especificada a una profundidad mayor de 60.

V. REFERENCIAS

- ✓ Bernstone, C. and Dahlin, T. 1997. DC resistivity mapping of old landfills: two case studies, European Journal of Engineering and Environmental Geophysics, 2(2), 121-136.

- ✓ Dahlin, T., 1993. On the automation of 2D resistivity surveying for engineering and environmental applications. PhD Thesis, Lund University.

- ✓ Griffiths and Baker, 1993. Two dimensional resistivity imaging and modeling in areas of complex geology. Journal of Applied Geophysics. Volume 29, Issues 3-4. Pages 211-266.

- ✓ Sequeira, L. and Escolero, O., 2010. The application of electrical methods in exploration for ground water resources in the River Malacatoya sub-basin, Nicaragua. *Geofísica Internacional 49 (1), 27-41 (2010).*

- ✓ Tierra, 2011. Terrameter LS explorando la tierra. Revista del Instituto de Geología y Geofísica. IGG-CIGEO / UNAN-Managua. Año 14 - No. 24 - Mayo de 2011.

- ✓ Zohdy, A. 1989. A new method for the automatic interpretation of Schlumberger and Wenner sounding curves. Geophysics 54(2), 245–253.