

Patente Española

# MEMORIA

descriptiva sobre *Un procedimiento eléctrico y su correspondiente aparato, para determinar los terrenos atravesados en los sondeos.*

POR

*Societé de Prospection Electrique  
Procédés Schlumberger*

DE

*Paris,*

*Francia*



El presente invento se relaciona con un procedimiento eléctrico, y su aparato correspondiente, que permite determinar los terrenos atravesados en los sondeos, sin tener que recurrir al cateo o sistema de calicatas mecánico hasta hoy en día utilizado.

El reconocimiento de los terrenos atravesados por un sondeo suele hacerse, en general, tomando muestras en forma de barritas cilíndricas recortadas en las rocas por el útil de taladro o barrena, y sacándolas luego a la luz del día. Estas operaciones son largas y molestas por demás en los métodos modernos de perforación o sondeo a gran velocidad que suelen emplearse para el reconocimiento o exploración y la explotación de los yacimientos petrolíferos.

El presente procedimiento denominado de "cateo eléctrico" consiste en reemplazar el cateo mecánico por la medida de la resistividad eléctrica de las rocas o terrenos atravesados, haciéndose la medición en el interior de un agujero de sondeo o barreno en aquella parte del mismo que no esté todavía entubado, a las diversas profundidades a estudiar. En efecto, los inventores han descubierto que la resistividad específica, (es decir, la resistencia de un cilindro que tenga 1 cm. de longitud y 1 cm<sup>2</sup> de sección). constituye un parámetro que caracteriza bastante bien las diversas rocas para poder deducir la naturaleza de éstas de la cifra obtenida en la medición eléctrica. El resultado final de las mediciones hechas en un sondeo se traduce en forma de un diagrama o gráfico de las resistividades del suelo a las diversas profundidades a lo largo del agujero de sondeo, Este diagrama permite reconocer los horizontes geológicos acotados o marcados como puntos de referencia, tales como la capa o la pared de tal o cual formación.



El invento tiene también por objeto un aparato para la realización de éste procedimiento. Comprende esencialmente dicho aparato unos instrumentos de medición, (un potenciómetro por ejemplo), colocados a la luz del día, es decir sobre la superficie del suelo y unidos por medio de cables aislados, a uno o más electrodos que ván sumergidos a profundidades diferentes, en el agua que llena normalmente el sondeo todo el tiempo que dura su perforación. Este agua asegura por su conductibilidad la conexión eléctrica indispensable entre los electrodos y la roca que constituye la pared del agujero en el sitio considerado. Al ser enviada una corriente eléctrica a uno de los electrodos desde un generador cualquiera cuyo otro polo vaya puesto a tierra, se crean por efecto, ohmico superficies equipotenciales alrededor de dicho electrodo y entre las cuales se puede medir la diferencia de potencial. Conocida esta diferencia de potencial entre dos puntos, así como la distancia que separa estos del electrodo y la intensidad de la corriente, se calcula la resistividad media del suelo en las proximidades del electrodo.

En el adjunto dibujo se representa una forma no limitativa de un aparato que realiza la idea del procedimiento con arreglo al invento.

El dispositivo de medición comprende en principio, tres cables aislados 1, 2 y 3, suspendidos por el interior del agujero 4 y que terminan cerca del fondo en tres electrodos A, M y N sumergidos en el agua del sondeo 5. Se supone que las distancias  $AM = r$  y  $AN = r'$  son grandes con relación al diámetro del agujero, pudiendo ser, por ejemplo, del orden de 10 a 20 veces dicho diámetro. El electrodo A sirve para el envío de corriente a tierra y los electrodos



M y N para medir la diferencia de potencial producida por efecto óhmico entre estos dos puntos por el paso de la corriente en el suelo.

Para enviar una corriente por el electrodo A se conecta este último, por medio del cable aislado 1 a uno de los polos de un generador eléctrico E colocado a la luz diurna y cuyo otro polo vá conectado a una toma de tierra cualquiera B situada en las proximidades del agujero de sondeo. Para medir la diferencia de potencial que resulta entre M y N se conectan estos dos electrodos por medio de cables aislados 2 y 3 a las dos bornas de un potenciómetro P situado a la luz del día, o sea sobre la superficie.

Coincidiendo las dos distancias  $r$  y  $r'$  la intensidad  $i$  de la corriente enviada, (que se mide por ejemplo, por un amperiómetro) y la diferencia de potencial  $\Delta V$  entre M y N que es medida en el potenciómetro, se puede calcular la resistividad media  $\rho$  del suelo en las proximidades del dispositivo de medición A,M,N.

He aquí de que manera se procede, por ejemplo para hacer el cálculo en el caso de ser el suelo sensiblemente homogéneo en dichos alrededores.

La corriente  $i$  que vá desde el electrodo A que hay en el suelo, dá lugar por efecto óhmico, a un conjunto de superficies equipotenciales que envuelven A. Estas superficies son, en razón a su simetría, materialmente unas esferas que tienen su centro común en A, siempre y cuando que se haga abstracción: 1º de la región cercana de A, o de la presencia del agujero de sonda lleno de agua y de las dimensiones del electrodo A que llevan aparejada cierta perturbación; 2º de las regiones alejadas de A, donde las superficies equipotenciales son influidas por la presencia



de la puesta a tierra B, o la falta de homogeneidad del suelo, (como la entubación metálica del agujero de sonda, etc...).

Muy especialmente, las dos superficies equipotenciales S y S' que pasan por los puntos M y N son practicamente esferas, dadas las dimensiones asignadas o elegidas para  $r$  y para  $r'$ . Estas esferas recortan la columna de agua del sondeo sin producir deformación apreciable. La medida de potencial entre los electrodos M y N que sean sumergidos en el agua es, pues, equivalente a una medida hecha en el interior del suelo a las mismas distancias  $r$  y  $r'$  del electrodo A.

La aplicación de la ley de Ohm entre las esferas S y S' de rayos  $r$  y  $r'$  conduce a la fórmula:

$$\rho = 4 \frac{\pi}{i} \frac{\Delta V_r r r'}{r' - r}$$

que nos dá la resistividad deseada puesto que todas las cantidades del segundo miembro de la ecuación son conocidas.

Cuando el suelo está constituido por rocas que ya no pueden ser consideradas como homogéneas en las proximidades del dispositivo de medición A M N, los cálculos resultan más complicados, pero conducen, sin embargo, a resultados bastante aproximados para lo que exigen las necesidades de la práctica.

La medición de la resistividad de las rocas en el interior del agujero de sondeo podría también hacerse por medio de otros dispositivos eléctricos análogos. Por ejemplo, si no se dispone más que de un solo cable aislado tal como 1, se le conecta al electrodo A que se profundiza en el sondeo y a una comunicación con tierra B a la luz del día. Se



mide la resistencia total  $R$  del circuito que comprende el cable, sus dos terminaciones en A y B y el suelo entre A y B. Esta resistencia  $R$  se compone de tres términos, a saber :

1º.- La resistencia  $R_1$  del cable que está medida directamente.

2º.- La resistencia  $R_2$  de la puesta a tierra B, (el suelo en las proximidades de B) que también está medida directamente.

3º.- La resistencia  $R_3$  de la puesta a tierra en A, (el suelo en las inmediaciones de A) que tiene como valor  $R_3 = R (R_1 \mp R_2)$ .

La parte del suelo comprendida entre A y B y lejos de estos dos puntos no interviene. En efecto, esta parte solo ofrece una resistencia ohmica que es negligible, a causa de la gran sección de los filamentos de corrientes que la atraviesan.

Ahora bien,  $R_3$  tiene la forma  $K\rho$  pudiendose calcular el coeficiente de proporcionalidad  $K$  de antemano cuando se conocen la forma y las dimensiones del electrodo A. Del valor de  $R_3$  se puede, pues deducir, la resistividad deseada  $\rho$  del terreno que rodea A.

N O T A.  
=====

Habiendo ya descrito y detallado con toda amplitud la naturaleza de nuestro invento, así como la manera de llevarlo a cabo en la práctica, debemos hacer constar que las disposiciones anteriormente descritas son susceptibles de ligeras modificaciones de detalle, sin que por ello se altere el principio fundamental del invento y lo que constituye su esencia, y por lo que solicitamos patente de invención por veinte años en España, es por: "Un procedimiento eléctrico



y su correspondiente aparato, para determinar los terrenos atravesados en los sondeos". caracterizandose por lo siguiente:

1º.- Un procedimiento de cateo o de calicatas o sondeos, por medio de la electricidad, destinado a reemplazar el sistema mecánico, caracterizado por el hecho de que se mide a las diferentes profundidades a estudiar y en el interior del agujero de sonda en la parte de éste último que se halla todavía por entubar, la resistividad eléctrica de las rocas atravesadas por el sondeo y de que se establece con ayuda de los valores obtenidos, un diagrama o gráfico que permite reconocer con arreglo a su parámetro eléctrico las diversas rocas recortadas.

2º.- Para la realización práctica del procedimiento que se puntualiza en la reivindicación 1ª, el sumergir en el agua contenida en la región no entubada del agujero de sondeo, un electrodo conectado por medio de un cable aislado a un generador de corriente cuyo otro polo está embornado con tierra en la superficie del suelo, y luego por medio de otros dos electrodos conectados a cables aislados, se mide entre dos puntos de alturas diferentes en el interior del agujero, y en la proximidad del electrodo de entrada de corriente. La diferencia de potencial entre las dos partes o puntos citados, deduciéndose luego de estas medidas la resistividad del suelo a la profundidad de los electrodos.

3º.- Una variante del procedimiento y de su ejecución con arreglo a las reivindicaciones precedentes, en la que no se utiliza más que el electrodo de entrada de corriente y el cable correspondiente, midiéndose la resistencia del cable, de la comunicación con tierra en la superficie del suelo y la resistencia de la comunicación con tierra en la



proximidad del electrodo sumergido, deduciéndose de dicha medición la resistividad del suelo en la inmediata proximidad de dicho electrodo.

4º.- Un aparato para la realización del procedimiento el cual aparato consta esencialmente de instrumentos o dispositivos de medición instalados a la luz del día, es decir, sobre la superficie del terreno a reconocer, y conectados por medio de cables aislados, a varios electrodos susceptibles de ser sumergidos a diferentes profundidades en el agua del agujero de sondeo, y de un generador de electricidad provisto de otro electrodo, dispuesto de manera que pueda establecer comunicación con tierra.

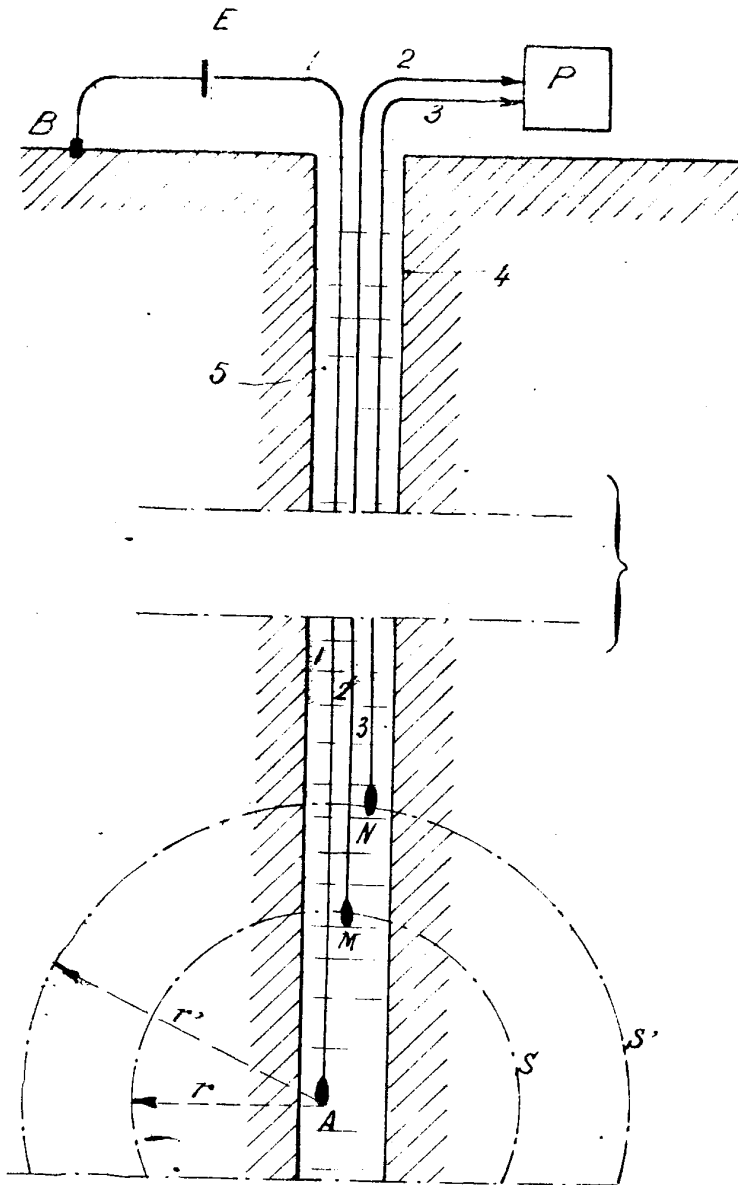
5º.- Una variante del aparato que se especifica en la reivindicación 1ª, variante que consiste en un generador de electricidad, un cable aislado que termina en un electrodo y vá conectado a uno de los polos del generador de electricidad a cuyo otro polo vá conectada una comunicación con tierra.

"Un procedimiento eléctrico, y su correspondiente aparato, para determinar los terrenos atravesados en los sondeos"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria, e ilustrado en los dibujos que se acompañan. Consta esta memoria de siete hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 23 de Julio de 1929.

SOCIETE DE PROSPECTION ELECTRIQUE  
PROCEDES SCHLUMBERGER.

P. P.



Madrid 23 de Julio 1929.

*J. González*