

Sondeos geofísicos

Alumnas. Billarent Cedillo Andrea
Gallardo Ramírez Abel
Hé Hernández Flores Stephany J.
Sacristán Ramírez Arantxa
Vargas Rodríguez Daniela

Lic. Ciencias de la Tierra, Facultad de
Ciencias, UNAM

Sedimentología y Estratigrafía

Los SONDEOS GEOFISICOS consisten en una serie de mediciones obtenidas por medio de una sonda con varios sensores o antenas transmisoras y receptoras que se introduce en una perforación para obtener distintas clases de parámetros físicos de la formación a diferentes profundidades.



Con los datos obtenidos se puede conocer:
el tipo de litología, la resistividad, la densidad volumétrica, la proporción de lodo, la porosidad, permeabilidad, la geometría y la saturación de hidrocarburos.

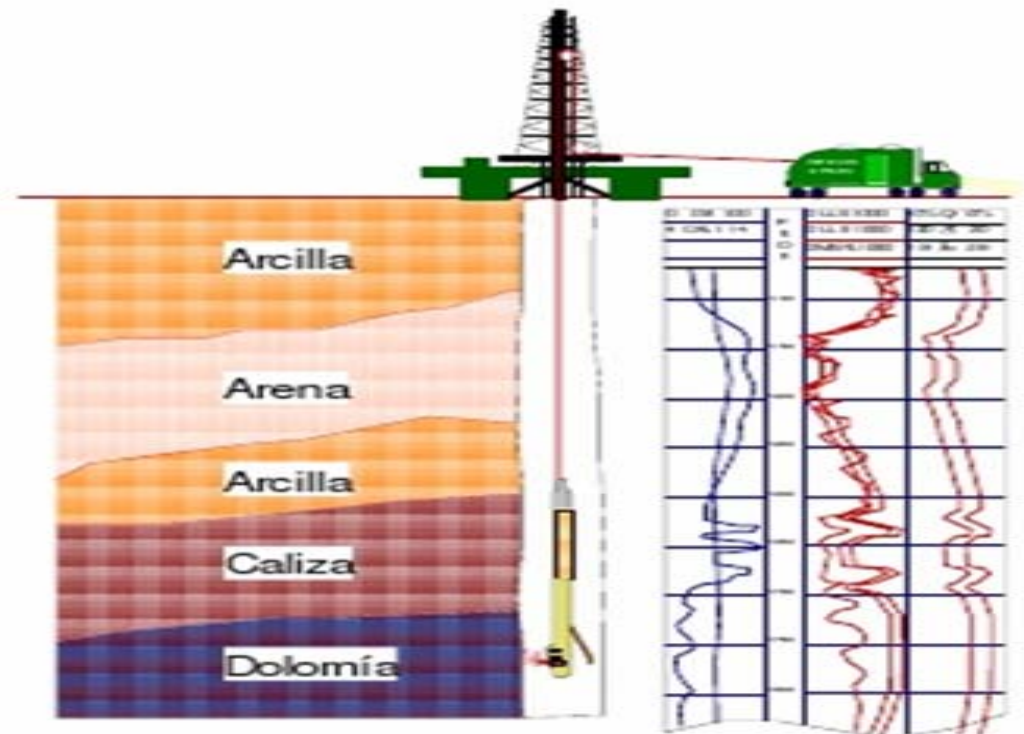
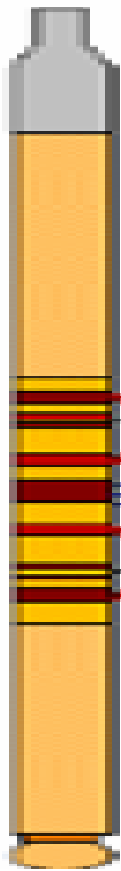


Figura. 4 Diagrama esquemático de la toma de registros.

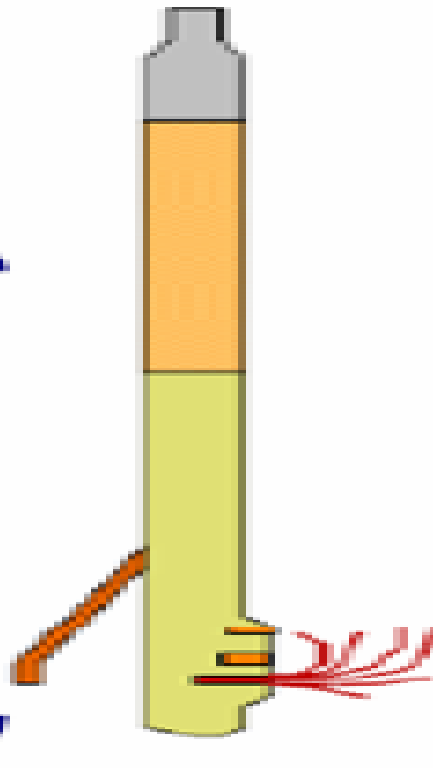
Se pueden mencionar 3 tipos de sondas:

Herramientas de fondo

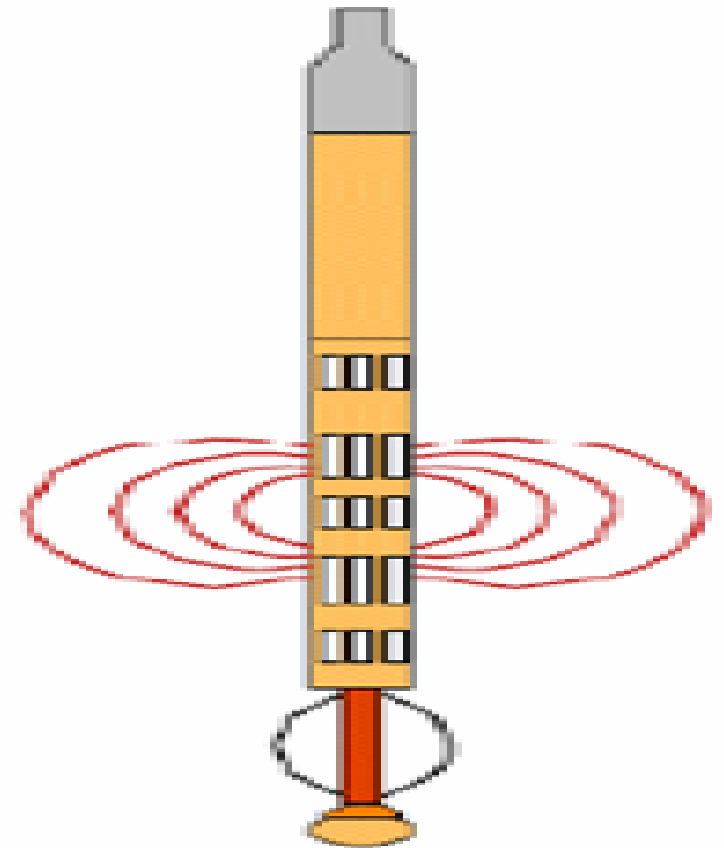
Eléctricas Radiactivas Sónicas



Resistivas



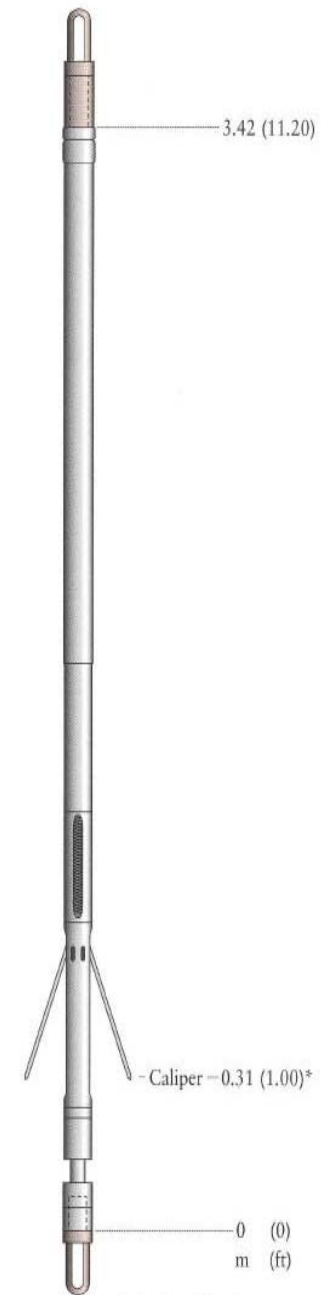
De
porosidad



Caliper

Puede detectar partes donde el ancho de la perforación se reduce por la acumulación de lodo, llamado “pastel de lodo”. Estas acumulaciones se crean por suspensiones sólidas del lodo perforado y se forman cuando encuentran una cama porosa y permeable que permite que se filtre el fluido y deja el lodo que no se filtró en las paredes de la perforación.

La sonda tiene brazos que pueden moverse hacia adentro o hacia afuera, al sacarse la sonda de la perforación el movimiento es convertido en una señal eléctrica por un potenciómetro.



* Caliper depth offset calculated at 200 mm (7.9 ins) diameter

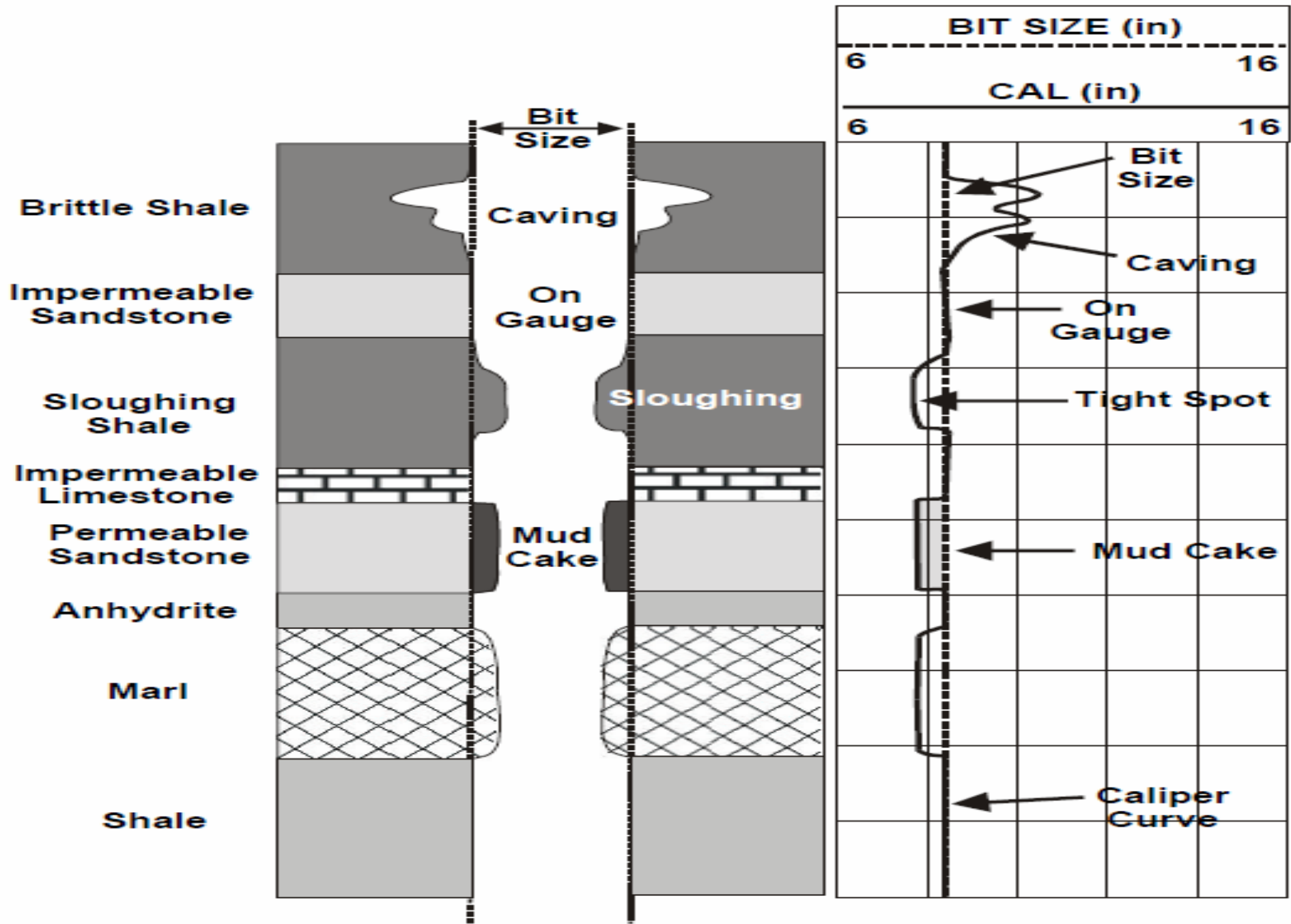


Figure 9.3 Typical caliper responses to various lithologies.

Diámetro del hoyo	Posibles causas	Litologías
Promedio	<ul style="list-style-type: none"> -Formaciones bien consolidadas -Formaciones no permeables 	<ul style="list-style-type: none"> -Areniscas masivas -Rocas Ígneas -Rocas metamórficas -Pizarra calcárea
Poco más grande	<ul style="list-style-type: none"> -Formación soluble en lodo de perforación -Formaciones débiles y que se derrumban 	<ul style="list-style-type: none"> -Formaciones de sal con agua -Arenas, gravas y pizarras quebradizas no consolidadas
Poco más pequeño	<ul style="list-style-type: none"> -Las formaciones se hinchan y fluyen hacia la perforación -Formación de “pasteles de lodo” para rocas porosas y permeables. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pizarras hinchadas -Areniscas porosas y permeables.

Interpretación de datos obtenidos

Sondeos eléctricos

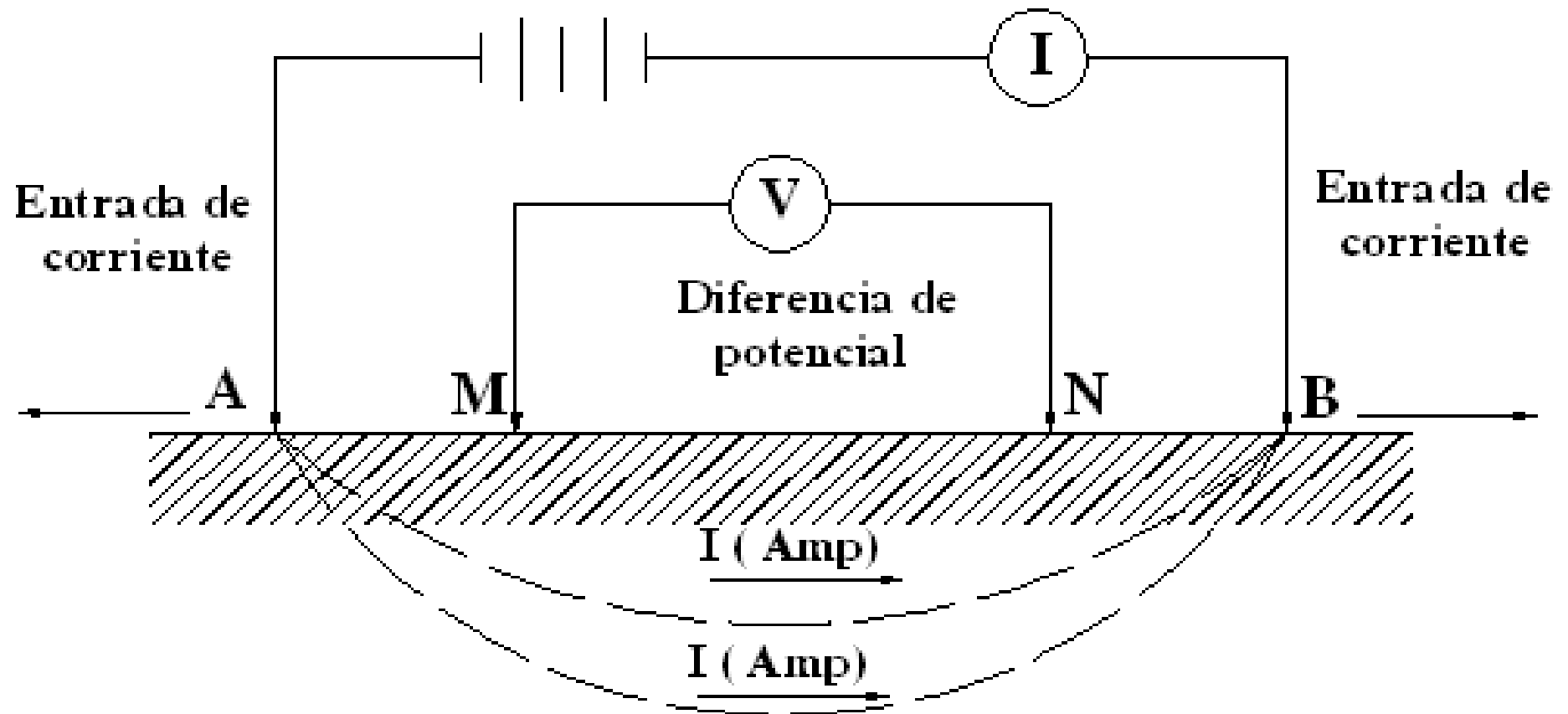
Se basan en el principio de que la distribución del potencial eléctrico en el suelo alrededor de un electrodo con corriente, depende de las resistividades y la distribución de los suelos y rocas circundantes.

Las limitantes de este método esta en que el valor obtenido de cualquier punto representa un promedio de los efectos producidos sobre una gran cantidad de material.

Los sondeos de resistividad son útiles para detectar lechos de roca a profundidades considerables. Los datos de sondeos de este tipo se presentan y se interpretan como un resultado de la resistividad aparente.

Se utilizan electrodos de diferentes tamaños para investigar cambios en la resistividad con respecto a la profundidad, los comúnmente usados son los electrodos Schlumberger, Wenner y el **dipolo-dipolo**.

Wenner y el **dipolo-dipolo**.



Para graficar las mediciones obtenidas se utiliza un programa llamado WinSev 3.3 de Geosoft que interpreta los datos utilizando los datos de la estratigrafía de la zona.

Este tipo de técnicas se utilizan para averiguar si hay agua en el subsuelo y permite identificar si la zona en la que se encuentra es im potable para buscar este recurso hídrico.

Las rocas secas son las menos conductoras, al contrario de las rocas que se encuentran en algún fluido rico en aguas saladas. Los minerales no conducen electricidad así que la resistividad de suelos y rocas se debe principalmente a la cantidad de agua que haya en la roca y la resistividad que ésta tenga.

<i>Aguas y rocas</i>	<i>Resistividad (ohm*m)</i>
Agua de mar.....	0.2
Agua de acuíferos aluviales.....	10 – 30
Agua de fuentes.....	50 – 100
Arenas y gravas secas.....	1000 – 10000
Arenas y gravas con agua dulce.....	50 – 500
Arenas y gravas con agua salada.....	0.5 – 5
Arcillas.....	2 – 20
Margas.....	20 – 100
Calizas.....	300 – 10000
Areniscas arcillosas.....	50 – 300
Areniscas cuarcitas.....	300 – 10000
Tobas volcánicas.....	20 – 100
Lavas.....	300 – 10000
Esquistos grafitosos.....	0.5 – 5
Esquistos arcillosos.....	100 – 300
Esquistos sanos.....	300 – 3000
Gneis, granito alterado.....	100 – 1000
Gneis, granito sanos.....	1000 - 10000

Fig. Tabla de resistividad de algunos materiales.

Electromagnéticos

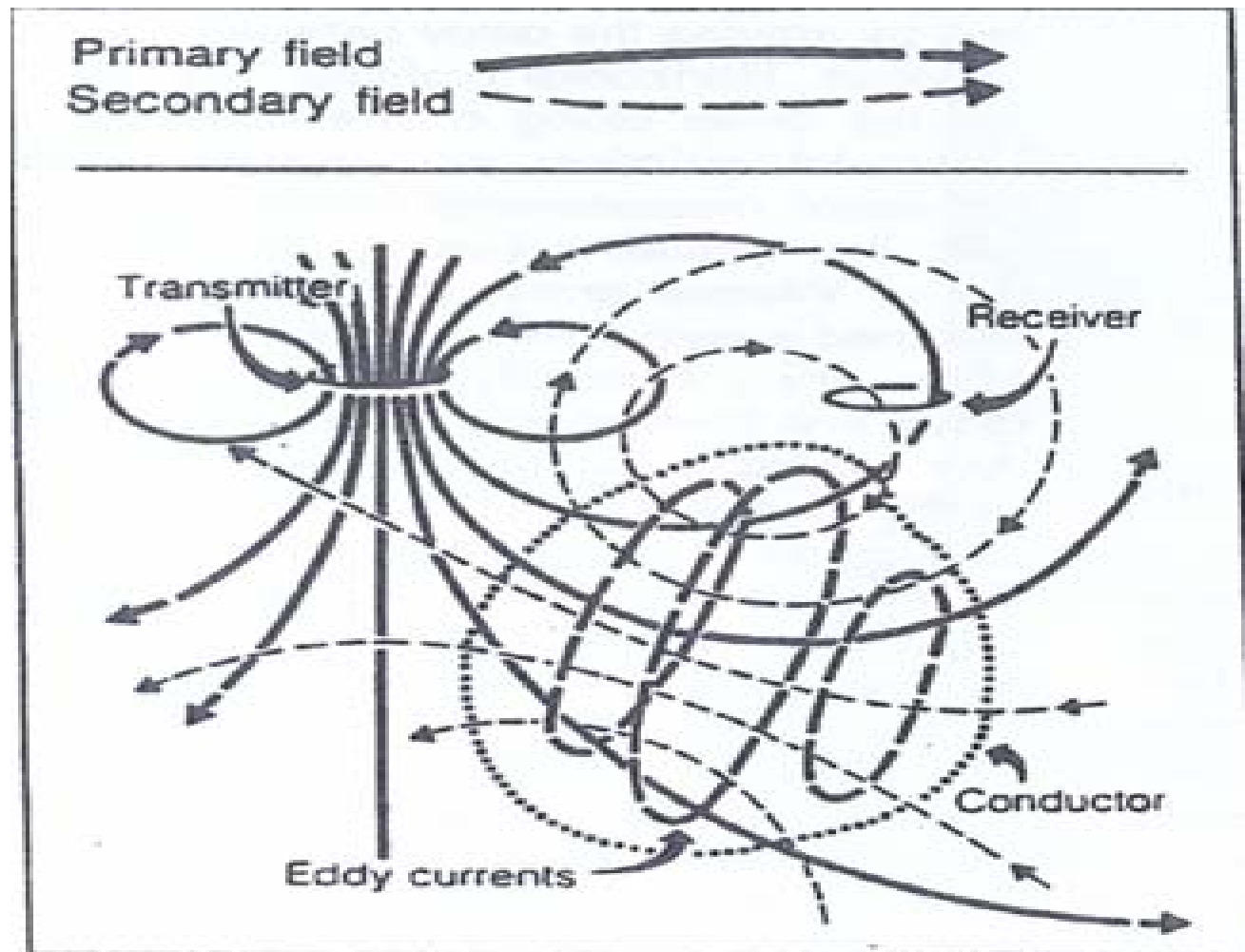
Las propiedades dieléctricas de formación de los fluidos se miden con esta herramienta

Consiste en transmisiones de microondas que propagan un pulso de energía electromagnética a través de la formación y mide la atenuación de la onda con los receptores.



Esta herramienta se puede usar para distinguir entre petróleo y agua en formaciones porosas

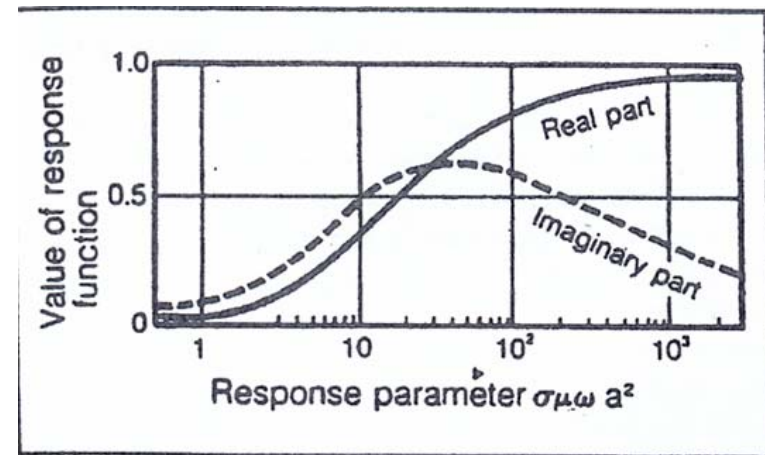
Se utiliza un transmisor EM con una corriente variable en una bobina. La corriente en el transmisor genera un campo magnético de la misma frecuencia y fase. Las líneas de fuerza de este campo magnético penetran la tierra y suelen penetrar cuerpos conductores.



Cuando esto ocurre, una fuerza electromotora o un voltaje se presenta sin el conductor, de acuerdo a la ley de Faraday:

$$EMF_c = M_{tc} \frac{dI_t}{dt}$$

Donde EMF_c es la fuerza electromotora o el voltaje en el conductor, M_{tc} es la inductancia entre el transmisor y el cuerpo conductor en el suelo y dI_t/dt es el tiempo estimado del cambio en la corriente I_t en el salto del transmisor.



Método FDEM, en el método de dominio de frecuencia, el transmisor emite una sinusoidal variante en una frecuencia específica. Debido a la inductancia mutua entre el transmisor y el conductor es una cantidad compleja, la fuerza electromagnética inducida en el conductor se cambia de fase con respecto al campo primario. El receptor, el campo secundario generado por las corrientes en el conductor también cambia de fase la misma cantidad. Existen tres métodos para describir al campo secundario.

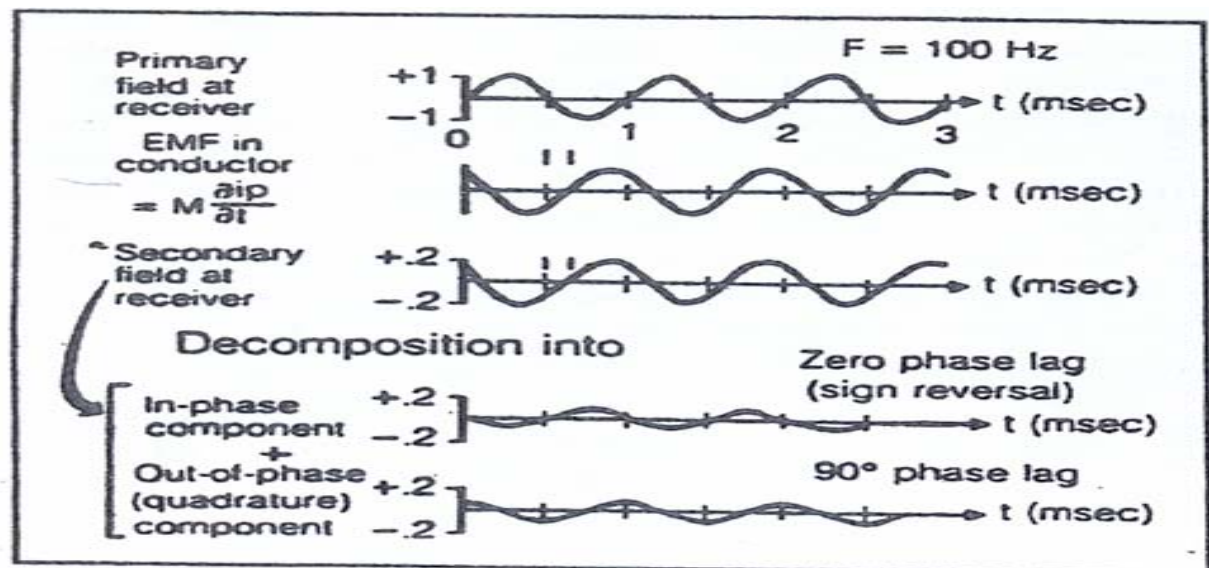


FIG. 4-40. Generalized picture of the FDEM method (Klein and Lajoie 1980; copyright permission granted by Northwest Mining Association and Klein).

Existen tres métodos para describir al campo secundario.

❖ **Amplitud y fase.** La amplitud del campo secundario se mide y se expresa como un porcentaje de el campo primario teórico en el receptor. El cambio de fase también puede ser medido y mostrable.

❖ **Componentes enfasados y desfasados.** Consiste en separar electrónicamente el campo recibido en dos componentes: la primera componente está en fase con el campo transmitido mientras que la segunda componente está exactamente a 90° fuera de fase con el campo transmitido.

❖ **Angulo de inclinación.** El objetivo de este método es medir desviaciones de la normal de la dirección enfasada e interpretar en términos de conductores geológicos.



Para medir la conductividad en un terreno una persona lleva una bobina transmisora, mientras que otra carga otra bobina que recibe los campos magnéticos primarios y secundarios. Estos dispositivos permiten un rápido acercamiento a la conductividad promedio del suelo. Si el lugar donde está explorando no varía considerablemente, la información escasa de variaciones verticales no se considera un problema muy grave.

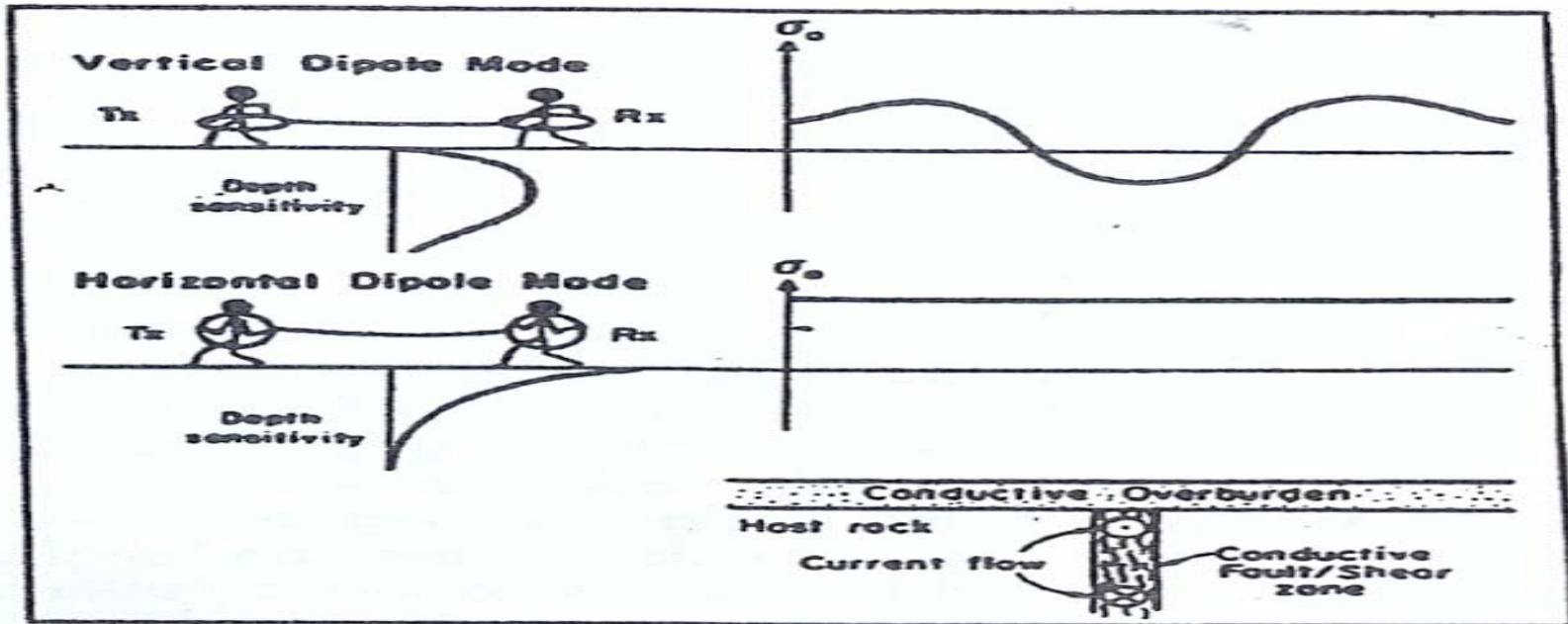


FIG. 4-42. Terrain conductivity meter response over conductive dike (McNeill 1990; copyright permission granted by Society of Exploration Geophysicists).

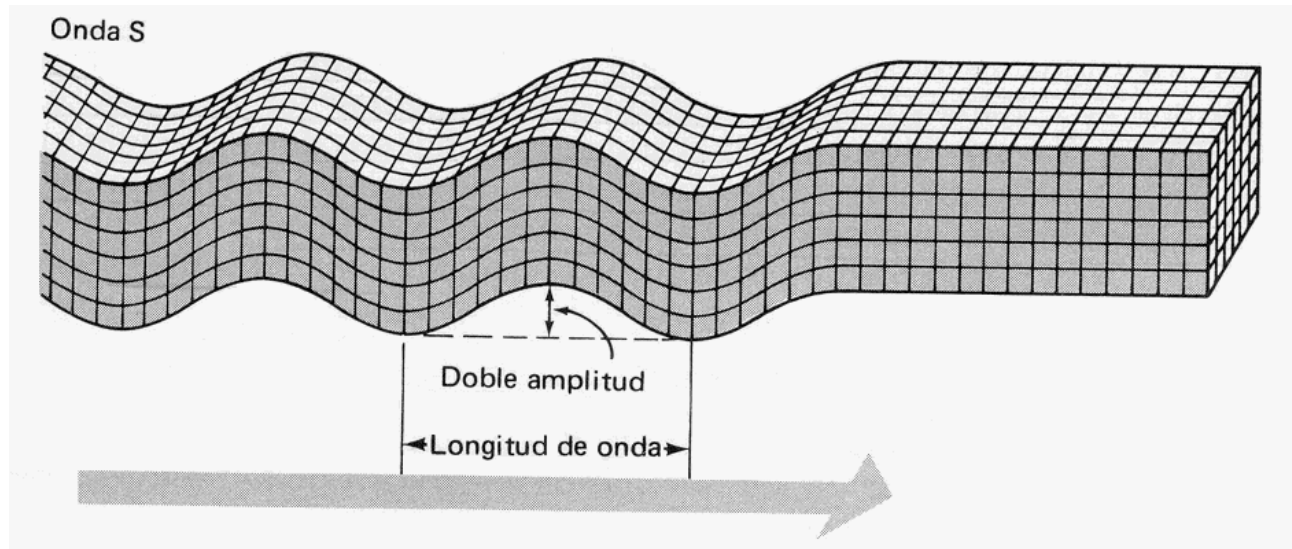
Hay tres aspectos importantes a considerar:

- ❖ En las conductividades bajas y moderadas, la cuadratura es linealmente proporcional a la conductividad del piso.
- ❖ Los instrumentos para medir conductividad se diseñan para que la cuadratura en la fase cero se mantenga constante con el tiempo, temperatura, etc., todo esto para dar un resultado más preciso de la conductividad.
- ❖ Los números bajos de inducción significan que si la frecuencia cambia proporcionalmente, cambiará la cuadratura.

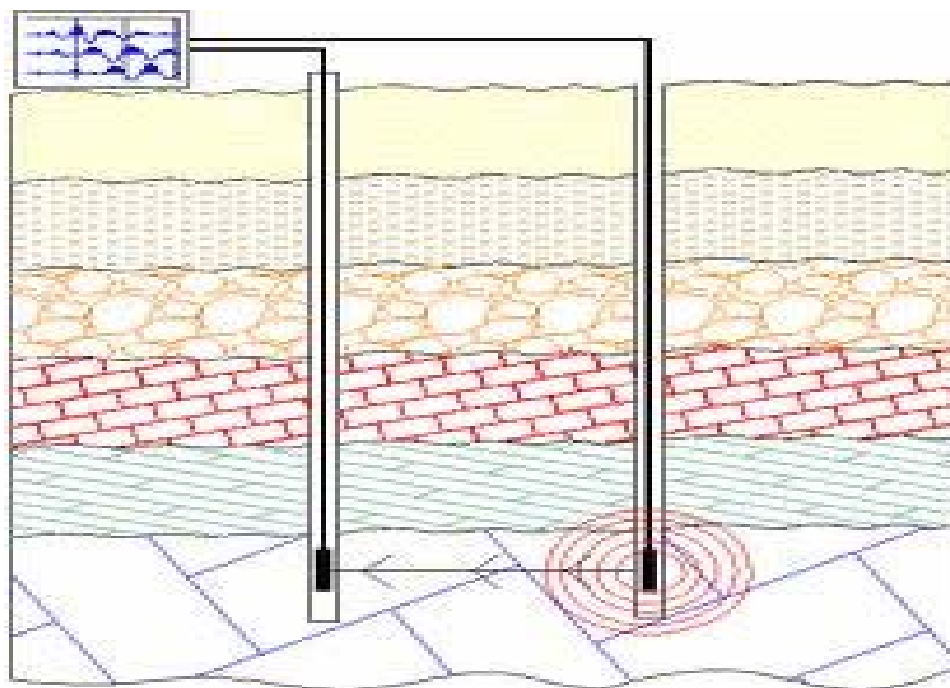
CROSS-HOLE

Sondeos sónicos

Técnica desarrollada fundamentalmente para determinar la velocidad de propagación de las ondas tangenciales S.



El ensayo Cross Hole tiene como objetivo detectar los tiempos de transmisión de las ondas tangenciales SV (vibración de las partículas del terreno en la dirección vertical), también sirve para detectar la existencia de zonas con anomalías de velocidad entre los sondeos.



Este ensayo se realiza a través de trayectorias horizontales directas entre dos puntos situados, cada uno en el interior de un sondeo, a la misma profundidad:

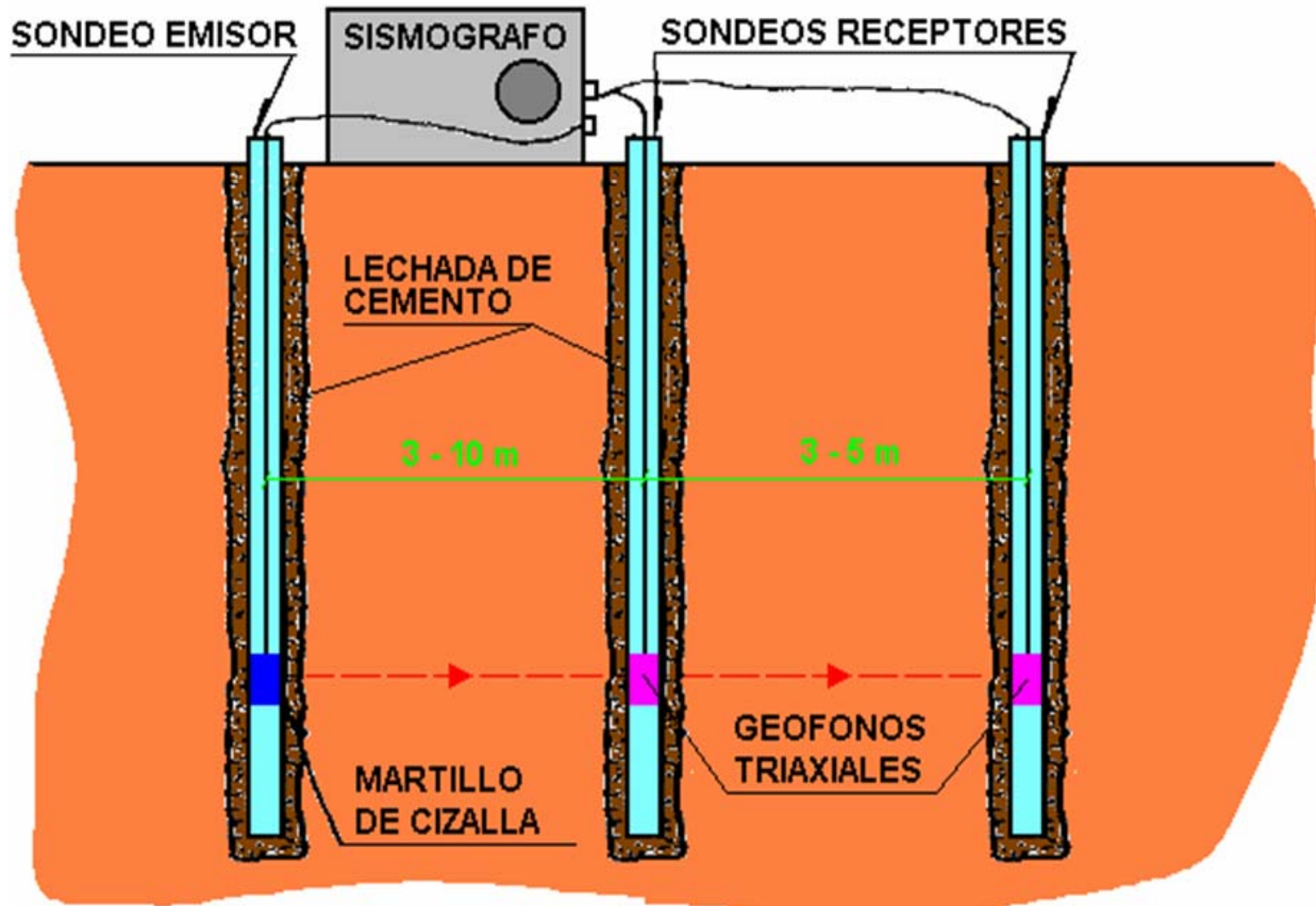
- ❖ Sondeo emisor: se sitúa la fuente de energía
- ❖ Sondeo receptor: se sitúa el geófono de pozo



Se sitúa sucesivamente una fuente de ondas, que cizalle verticalmente el subsuelo, a distintas profundidades dentro de un sondeo emisor y se registra el instante de llegada de las ondas tangenciales así generadas a uno o más sondeos receptores, que, dependiendo de la rigidez del material a ensayar y de la precisión de los equipos de medida, se suelen situar alineados con el sondeo emisor a distancias comprendidas entre 3 y 10 m.



Cross Hole



Estos ensayos constituyen una ayuda muy valiosa a la hora de interpretar los registros sísmicos. Otro punto importante que hay que tener en cuenta en el ensayo es el de asegurar el contacto íntimo entre la entubación definitiva de los sondeos, que alojará el equipo de medida, y el terreno mediante mortero o lechada de cemento.

Estos ensayos se han de realizar según la norma [D4428 ASTM](#) que dice las indicaciones para llevarlo a cabo correctamente

