

# Sondeos geofísicos segunda parte



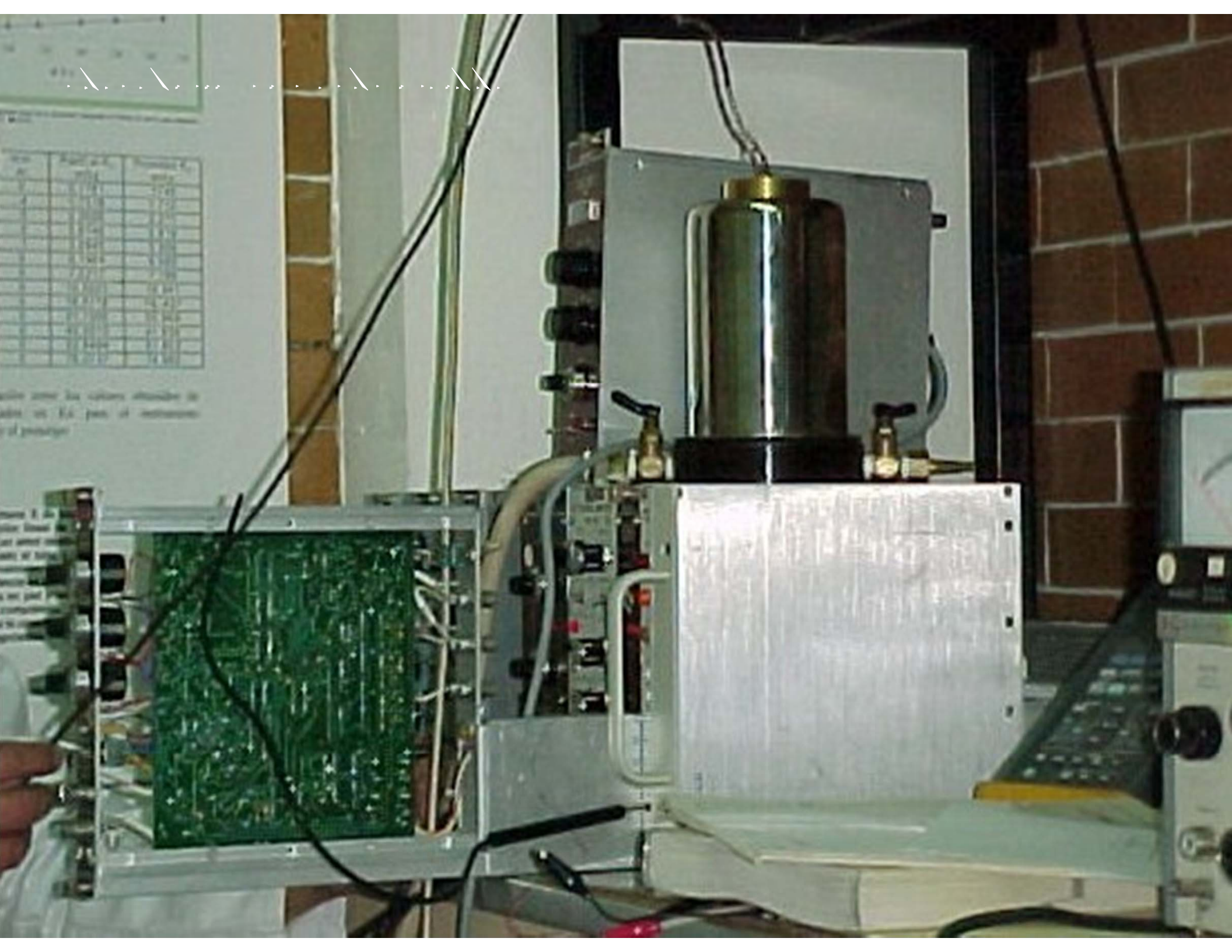
# Radiación gamma:

Es la radiación electromagnética emitida por un núcleo atómico excitado durante el proceso de desexcitación a un estado de menor energía. La radiación gamma tiene energías entre  $10^{-15}$  y  $10^{-10}$  julios (10keV a 10 MeV) correspondientes a un rango de longitudes de onda  $10^{-10}$  y  $10^{-14}$  metros. Una fuente común de radiación gamma es el cobalto-60



# Detectores de radiación gamma.

La principal aplicación de la técnica de compensación con litio es en relación con el contador de germanio, que ha transformado el campo de la espectroscopía de la radiación gamma. El germanio tiene una banda de solo 0.67 eV y debe enfriarse a la temperatura de nitrógeno líquido cuando se utiliza como contador, con vistas a reducir al mínimo la excitación térmica de electrones a la banda de conducción.



## Método eléctrico:

Se basa en la medición de la resistividad de cada unidad. La principal ventaja es el bajo costo de realización y su principal inconveniente es la limitación de penetración en el subsuelo.



**METODOS DE  
EXPLORACION  
ELECTRICA. Autor:  
Prof.: Fernando  
Escalante. Alumnos:**

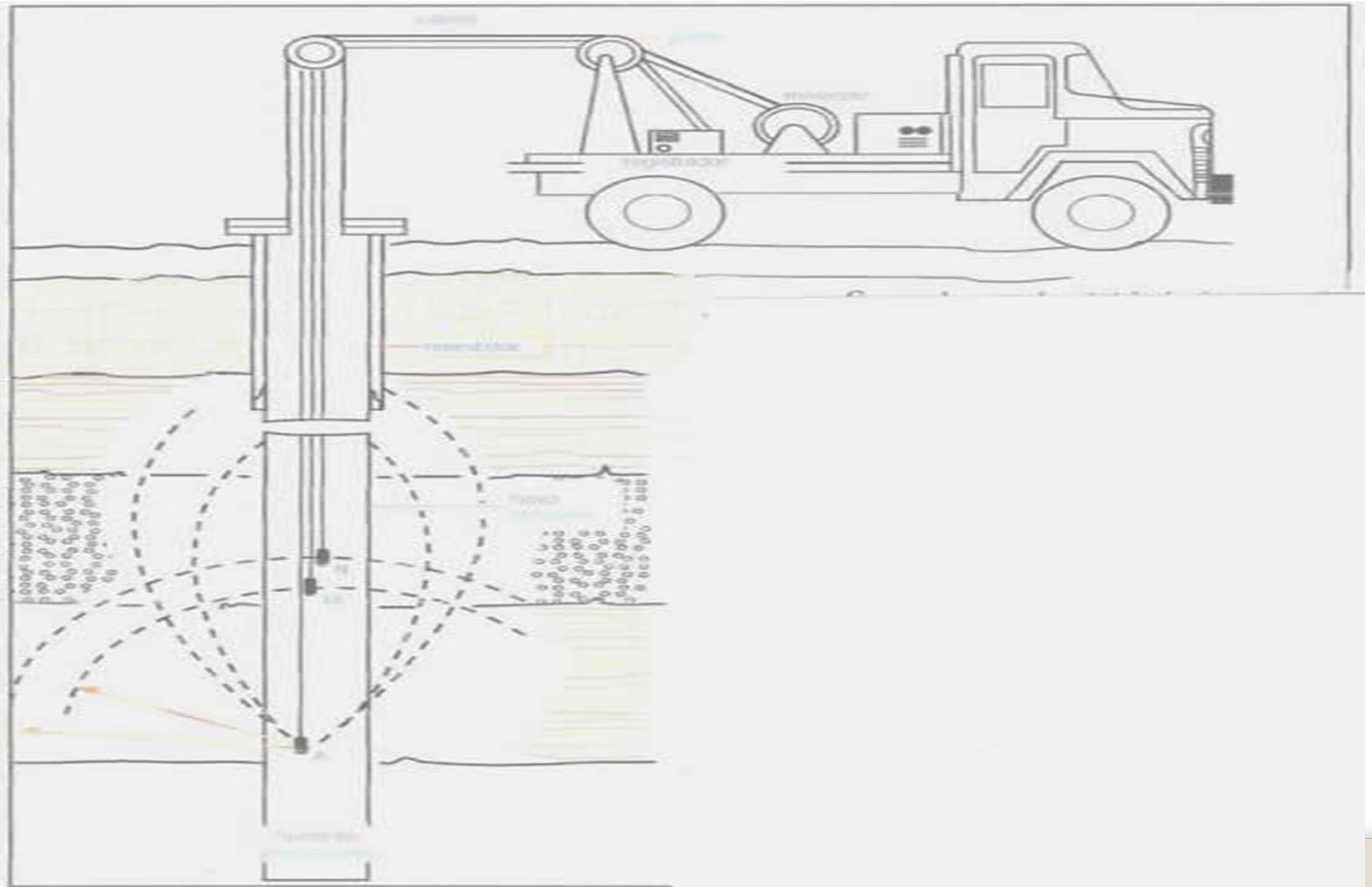
Los métodos eléctricos son un tipo de método geofísico, y constituyen pruebas realizadas para la determinación de las características geotécnicas de un terreno, como parte de las técnicas de reconocimiento geotécnico.

Esta prospección tiene como objetivo determinar la resistividad eléctrica de las rocas que constituyen el subsuelo y su distribución.

De tal manera que se puedan interpretar los cambios que se producen, debidos a la presencia del agua subterránea o al contenido mineralógico que presentan las formaciones de roca. Estos métodos eléctricos utilizan la distribución del subsuelo en términos de homogeneidad, basados en la caracterización resistiva.

En esta distribución del subsuelo, es posible observar zonas anómalas que pueden ser debidas a estructuras geológicas contrastantes o bien la presencia de fluidos conductores como el agua y el contenido mineralógico que altera los valores de la resistividad del medio.

En esta grafica se ve lo antes explicado acerca del método de exploración eléctrico por schlumberger:

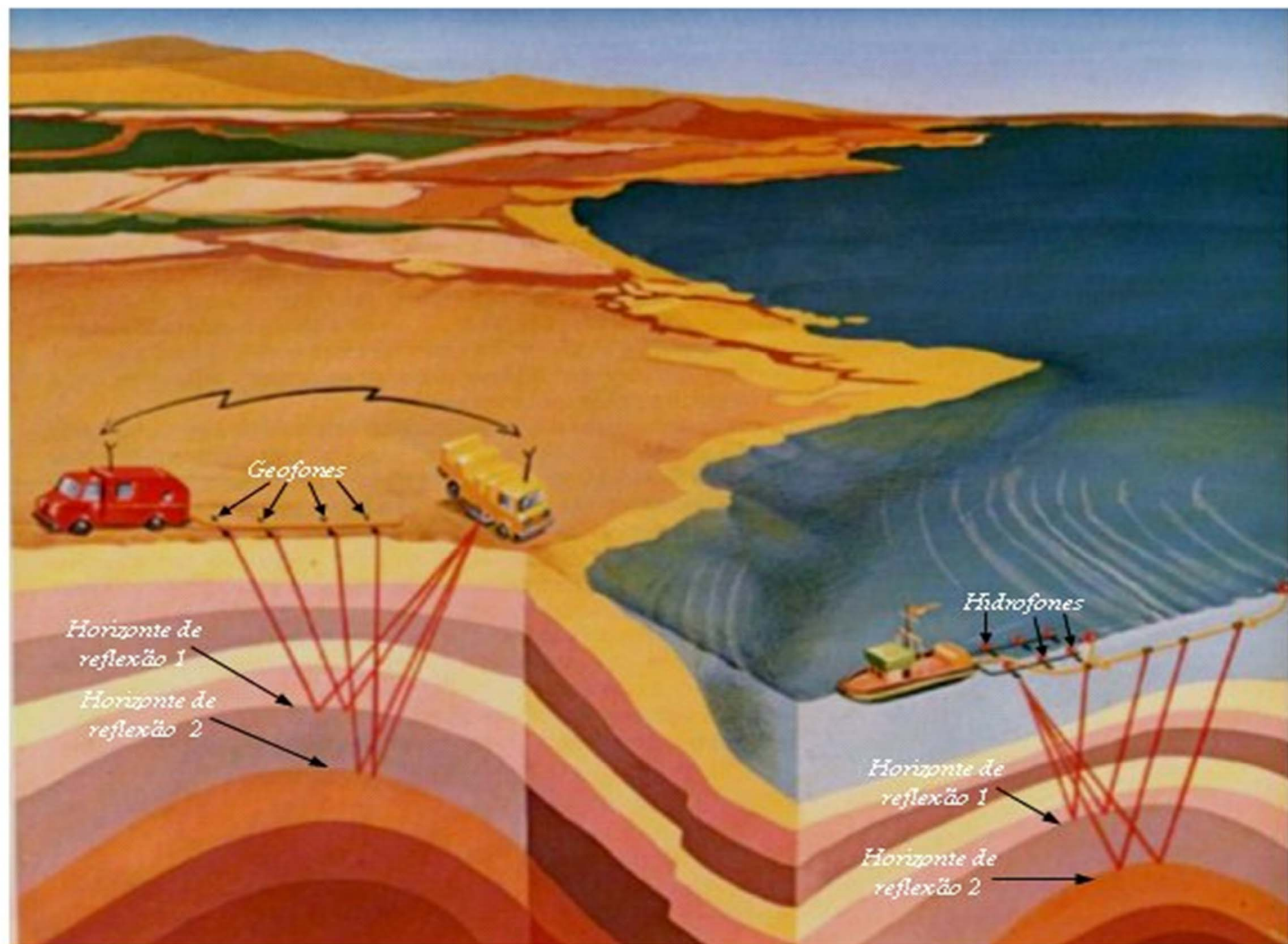




## Método sísmico:

El método sísmico se basa en la reflexión de las ondas sonoras por los diferentes materiales. La profundidad de penetración es grande, pero sus costos son mayores que el eléctrico.

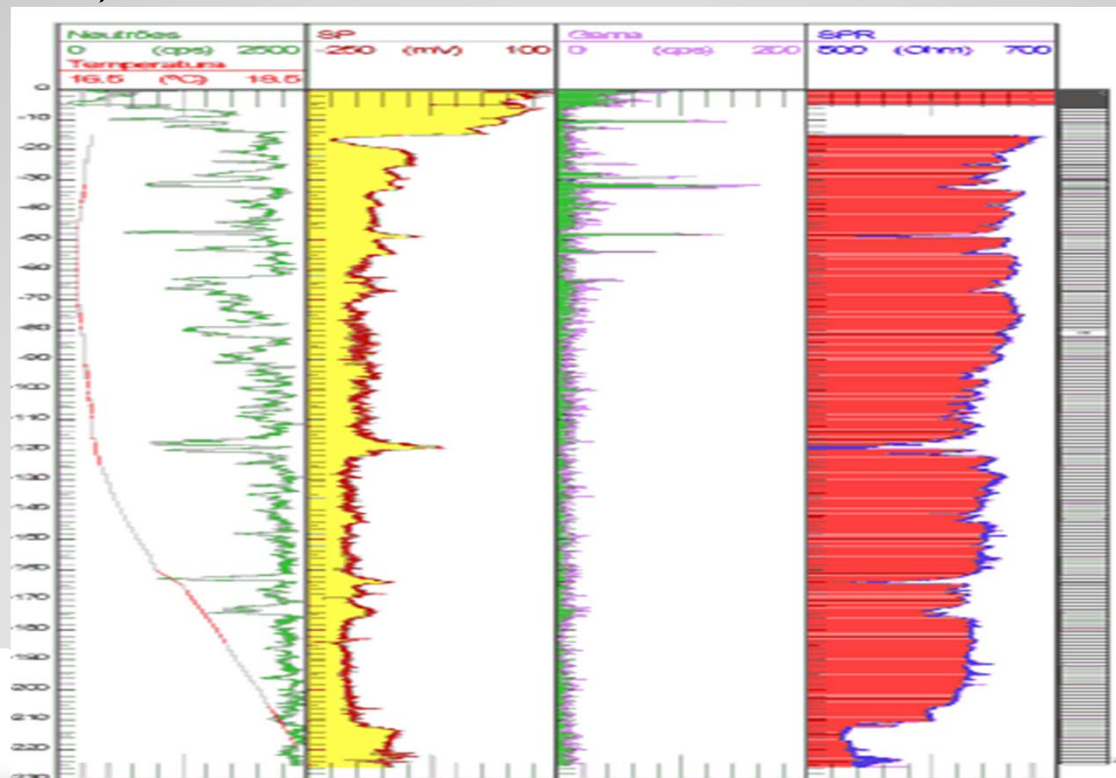
*Esquema do método sísmico de prospecção aplicado em terra e no mar.*



La realización de un sondeo permite obtener la sucesión litológica completa en el punto de perforación. En la realidad, la mayor parte de las veces, o debido a problemas técnicos no es posible recuperar el testigo en su totalidad, o bien la muestra que llegan a la superficie están alteradas o no son totalmente representativas de la litología atravesada.

La obtención por medios indirectos de estas características en las perforaciones se llama testificación. Utilizando la nomenclatura francesa, esta operación y sobre todo, el resultado, se denomina **Diagrafía**.

Una diagrafía es todo registro continuo en función de la profundidad, de una característica física de las formaciones atravesadas por un sondeo.



# Los principales tipos de diagrafas son:

- \* **Potencial espontaneo:** se basa en la existencia de corrientes eléctricas de origen natural en los materiales. Consiste en medir la diferencia de potencial entre un electrodo fijo, situado en la superficie y otro que desciende por el pozo. Es necesario que el pozo esté lleno de lodos o fluidos conductores.

✿ Resistividades: es una diagráfia eléctrica en la que se mide la diferencia de potencial, causada por el paso de la corriente a través de las unidades de roca. La resistividad de la roca es proporcional a la diferencia de potencial. A su vez, la resistividad está ligada directamente con la porosidad y el fluido que rellena los huecos. Cuando la roca no tiene prácticamente porosidad, las resistividades son muy altas.

Para este tipo de registro es necesario que el pozo esté lleno de fluido conductor y sin entubar. Para obtener un detalle mayor y distinguir tramos más delgados se utiliza el microregistro, en el que la separación entre los electrodos es muy pequeña.

✿ Radiactividad natural: consiste en la detección de los rayos gamma emitidos espontáneamente por los elementos radiactivos de las unidades litológicas. Suele ser mayor en las arcillas y menor en las arenas, calizas y sales. Se puede realizar en perforaciones entubadas.

- ✱ Neutrones: consiste en la medición de la radioactividad secundaria originada en cada unidad mediante la emisión de neutrones desde el mismo aparato. Está relacionada en forma inversa con la porosidad del material; así en arcillas da pequeños valores, mientras que en rocas compactas los valores son altos.
- ✱ Acústico: se basa en la determinación del tiempo transcurrido en atravesar el sonido un espesor determinado de roca.

# Detección de energía de neutrones

Estas técnicas:

- permiten la medición de densidades de los elementos orgánicos presentes en algunos materiales independientemente de su estructura.



- El objetivo principal es estudiar la interacción del neutrón con elementos livianos a través de la simulación de un sistema fuente-dispersor-detector, usando el paquete de simulación Geant4 [11]. Para esto se simula la respuesta del detector ante diferentes tipos de propiedades del dispersor, como son: composición química, densidad y volumen, además de simular la respuesta del detector ante las diferentes energías de los neutrones, rápidos ( $E_n=200 \text{ keV}-10 \text{ MeV}$ ) o lentos ( $E_n=0.025 \text{ eV}$ ), provenientes del material dispersado.

- Los neutrones se pueden clasificar dependiendo de su energía de la siguiente forma:
- Neutrones rápidos, entre 200 keV y 10 MeV.
- Neutrones intermedios, entre 0.4 eV y 200 keV.
- Neutrones térmicos o lentos, con energías comparables con la energía de agitación térmica,  
 $E \approx kT = 0.025 \text{ eV}$ .
- Neutrones Fríos, meV.
- Neutrones Ultra fríos,  $\mu\text{eV}$ .
- 1 kiloelectrón volt =  $1.60217646 \times 10^{-16}$  joules

- Este método se basa en la moderación de neutrones altamente energéticos (neutrones rápidos) que se producen ya sea por una fuente radioisotopa o por un generador de neutrones.
- La cantidad de neutrones de baja energía o térmicos que se retrodispersan desde el área investigada es una indicación directa de la cantidad de hidrogeno presente en el volumen irradiado.

- Problemas con esta técnica:
- el valor crítico de humedad que se alcanza cuando la densidad de átomos de hidrógeno en la mina es la misma que en el suelo
- pequeñas variaciones en la humedad del suelo pueden conducir a una falsa detección.

- Existen por lo menos dos maneras de atacar el problema:
- 1. Combinar la técnica de neutrones lentos con alguna otra que no se vea afectada por la presencia de agua. Tal otra técnica puede ser el uso de identificación por rayos gamma.
- 2. Detectar de subproductos provenientes de la reacción de neutrones rápidos con el objeto investigado



- Dos contadores de neutrones “SN-01”, de ASPECT, Scientific Production Center. La mezcla de gas con la que se llena el tubo es: 2.8 atm.
- $3\text{He} + 1.2\text{ atm Ar} + 20\text{ Torr CO}_2$ . La longitud total de cada detector es de 533 mm, con una longitud del volumen efectivo de 400 mm, un diámetro de 30 mm y un peso neto de 300 g

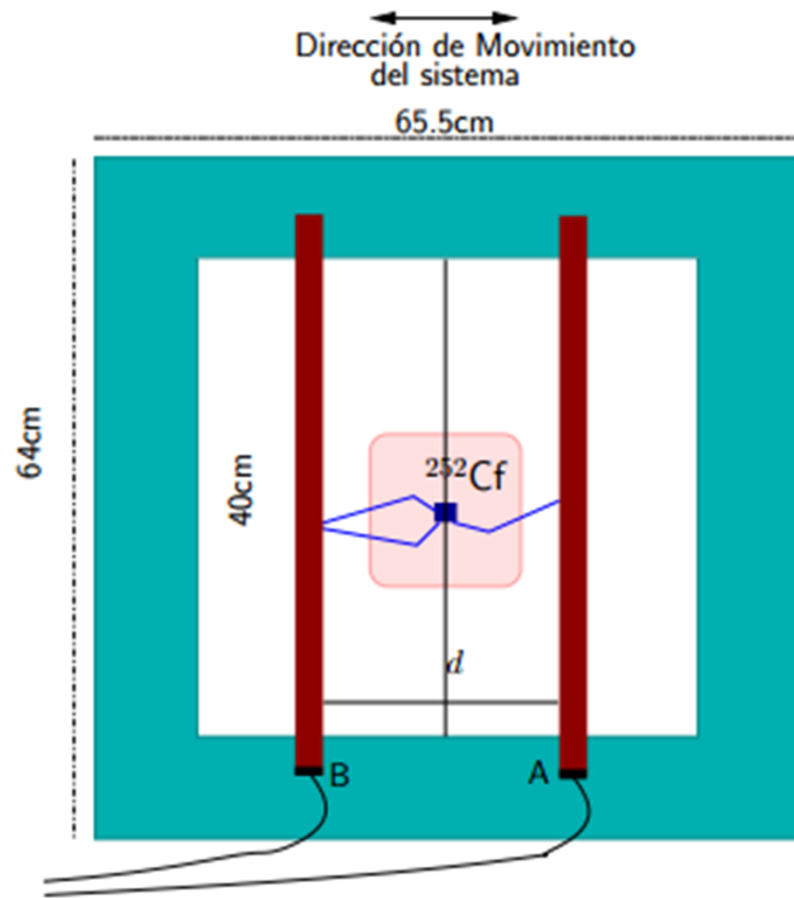


Figura 2.2. Soporte móvil  $d$ : distancia variable entre los tubos.

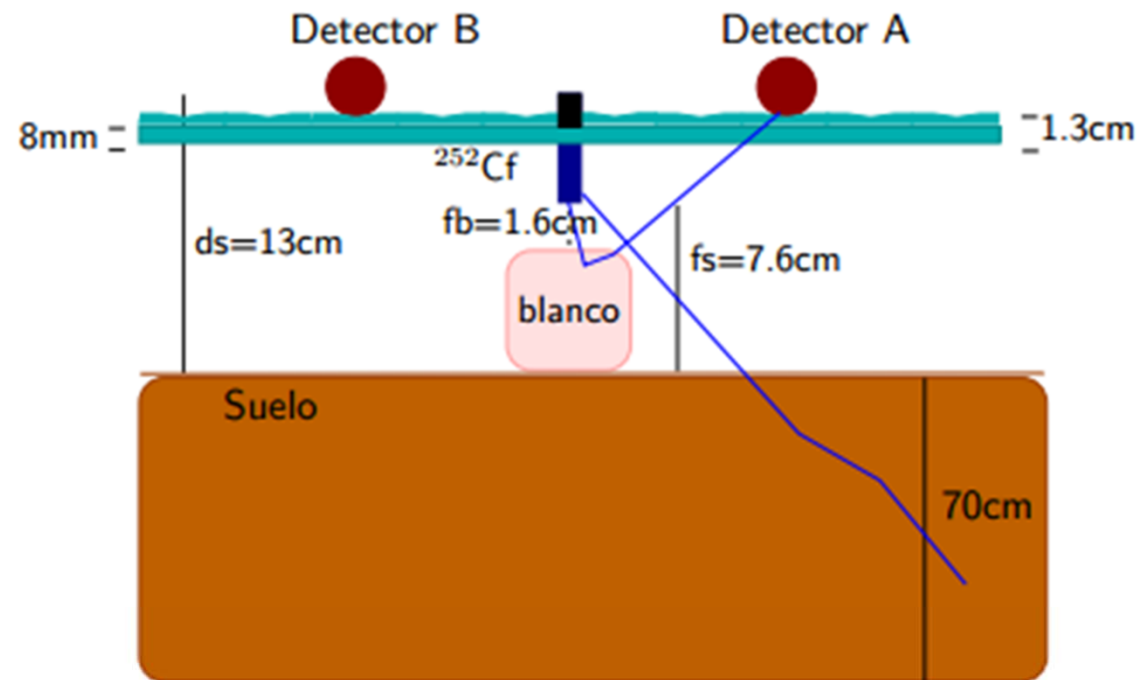
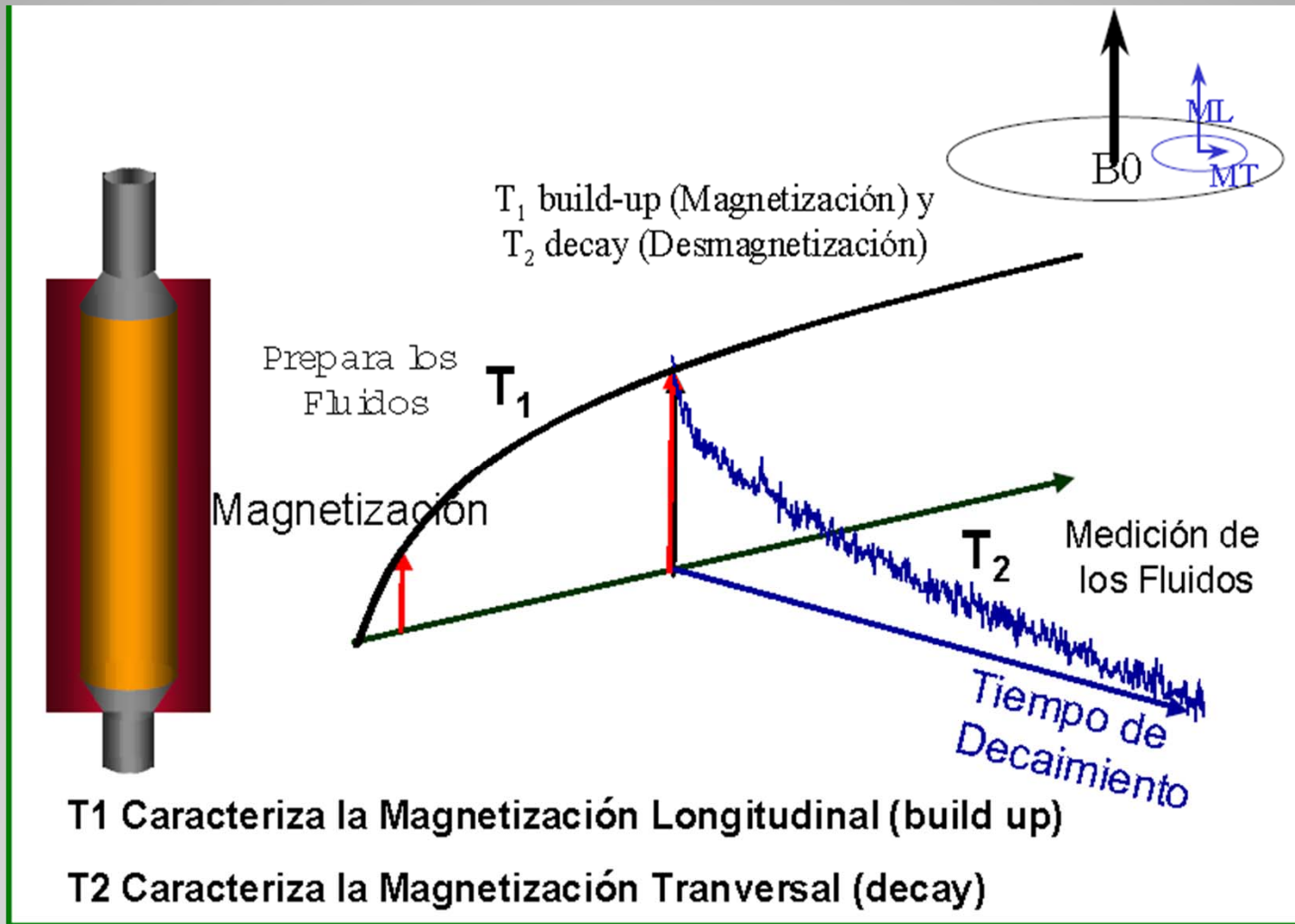


Figura 2.3. Dimensiones utilizadas:  $d_s$ ; distancia detector-suelo,  $f_s$ ; distancia fuente-suelo,  $f_b$ ; distancia fuente-blanco.



# Método de la RMN (Resonancia Magnética Nuclear)

- Dado que los núcleos atómicos giran con movimiento de precesión (*spín*), alrededor del eje de un campo magnético, la técnica RMN mide la respuesta provocada por dichos átomos. La herramienta RMN genera campos magnéticos en dos direcciones: uno paralelo a su eje, de carácter permanente y estático,  $B_0$ , el otro transversal al eje,  $B_1$ , de tipo variable y originado por pulsos de radiofrecuencia (RF) periódicos. En relación con dichas direcciones, la herramienta efectúa dos pasos repetitivos:
  - -Orientar (magnetizar, polarizar) los *spines* del átomo paralelamente al  $B_0$
  - -Reorientar los *spines* en dirección al  $B_1$  (a  $90^\circ$  del  $B_0$ ) mediante los pulsos de RF



- El Método que en principio es capaz de satisfacer esta condición se denomina Resonancia magnética Nuclear (RMN) y el parámetro apropiado es la frecuencia de resonancia de los protones de hidrogeno ( $H^+$ ) contenidos en el agua ( $H_2O$ ), como un ejemplo pero también se puede utilizar para fluidos como el petróleo y gases como el metano, en presencia de un campo magnético, en este caso se utiliza el campo magnético geoestacionario de la tierra como margen natural.

- La Fortaleza del método proviene del hecho de que nucleídos de algunas especies en diferentes entornos químicos (por ejemplo hidrogeno, benceno o ciclo hexano) poseen frecuencias de resonancias diferentes, por lo que el método es el único que en la actualidad facilita una investigación directa no únicamente sobre el agua sino también sobre hidrocarburos y alguno depósitos minerales.

Fluido	$T_1$ (ms)	$T_2$ (ms)	$T_1/T_2$ Típico	$HI$	$\eta$ (cp)	$D_0 \times 10^{-5}$ (cm <sup>2</sup> /s)
Agua	1-500	1-500	2	1	0.2 - 0.8	1.8 - 7
Petróleo	3,000 - 4,000	300 - 1,000	4	1	0.2 - 1,000	0.0015 - 7.6
Gas	4,000 - 5,000	30 - 60	80	0.2 - 0.4	0.011 - 0.014 metano	80 - 100

La idea principal de este método es clara y es la de aumentar de forma drástica la eficiencia en la explotación del subsuelo. Mediante técnicas geofísicas que deberán ser sensibles a parámetro físico el cual puede distinguir un fluido o material de otro en el subsuelo.

## Bibliografía:

- \* [http://books.google.com.mx/books?id=UCCqhTGyxJQC&pg=PA169&dq=deteccion+de+radiacion+gamma&hl=es&sa=X&ei=Qa5IT\\_q9K0ae2Q\\_XTiLCmAg&ved=0CDwQ6AEwAQ#v=onepage&q=deteccion%20de%20Oradiacion%20gamma&f=true](http://books.google.com.mx/books?id=UCCqhTGyxJQC&pg=PA169&dq=deteccion+de+radiacion+gamma&hl=es&sa=X&ei=Qa5IT_q9K0ae2Q_XTiLCmAg&ved=0CDwQ6AEwAQ#v=onepage&q=deteccion%20de%20Oradiacion%20gamma&f=true)