

TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA



1.-Introducción.

El origen de la testificación de sondeos se produce en 1927, cuando H. Doll y los hermanos Schlumberger realizan un registro de resistividad semi continuo. En la actualidad existen equipos muy sofisticados capaces de aportar información detallada de las características de las formaciones geológicas atravesadas por la perforación, ofreciendo datos sobre propiedades eléctricas, electromagnéticas, sísmicas, estructurales, composicionales, ect. Fundamentalmente, se trata de emplear el equipo de medida necesario para registrar el parámetro adecuado con el que llevar a cabo un análisis correcto y preciso para el proyecto o estudio en desarrollo (minería, obra lineal, investigación, hidrogeología, contaminación, etc.)

2.-Equipo de Medida.

El equipo de registro de datos consta de varios elementos. El más importante o relevante es la **sonda**, elemento que realizará la medida del parámetro físico requerido. Existen más de 50 tipos diferentes, y cada una de ellas presenta unas necesidades de registro concretas e igualmente, ofrecen distintas posibilidades. Los equipos modernos permiten realizar el registro simultáneo de varios parámetros gracias a la conexión múltiple de varias sondas para una misma carrera o pasada.

La información recibida por la sonda, es transmitida hasta la superficie por medio de la **línea de cable** o **wireline**, de una longitud que depende del objetivo y de la profundidad del sondeo, y se encuentra enrollado en el **winch** o **cabestrante**. Este elemento dispone de un motor eléctrico que permite realizar el descenso/ascenso de la sonda a una velocidad constante y adecuada para cada sonda, así como controlar la profundidad a la que se realizan las medidas de forma muy precisa, gracias al empleo de un **encoder** que permite conocer en todo momento el punto de medida real a lo largo de todo el sondeo.

Los datos son registrados por un ordenador y almacenados en su disco duro para su posterior procesado y análisis. Finalmente, el elemento que pone en comunicación el ordenador y la sonda, es el **logger** o **registrador**.

En la **Fotografía Nº 2.1** se muestra un equipo completo de testificación geofísica, situando la sonda de medida en el emboquille del sondeo.



Fotografía Nº 2.1.-Equipo de Testificación Geofísica.

3.-Uso de diagráfias.

La testificación geofísica de sondeos se puede llevar a cabo en distintos ámbitos, minería, petróleo, ingeniería civil, hidrogeología, investigación, medio ambiente, etc. Por ello, el uso de una sonda determinada dependerá del objetivo del proyecto de investigación o del campo en el que ésta se desarrolla.

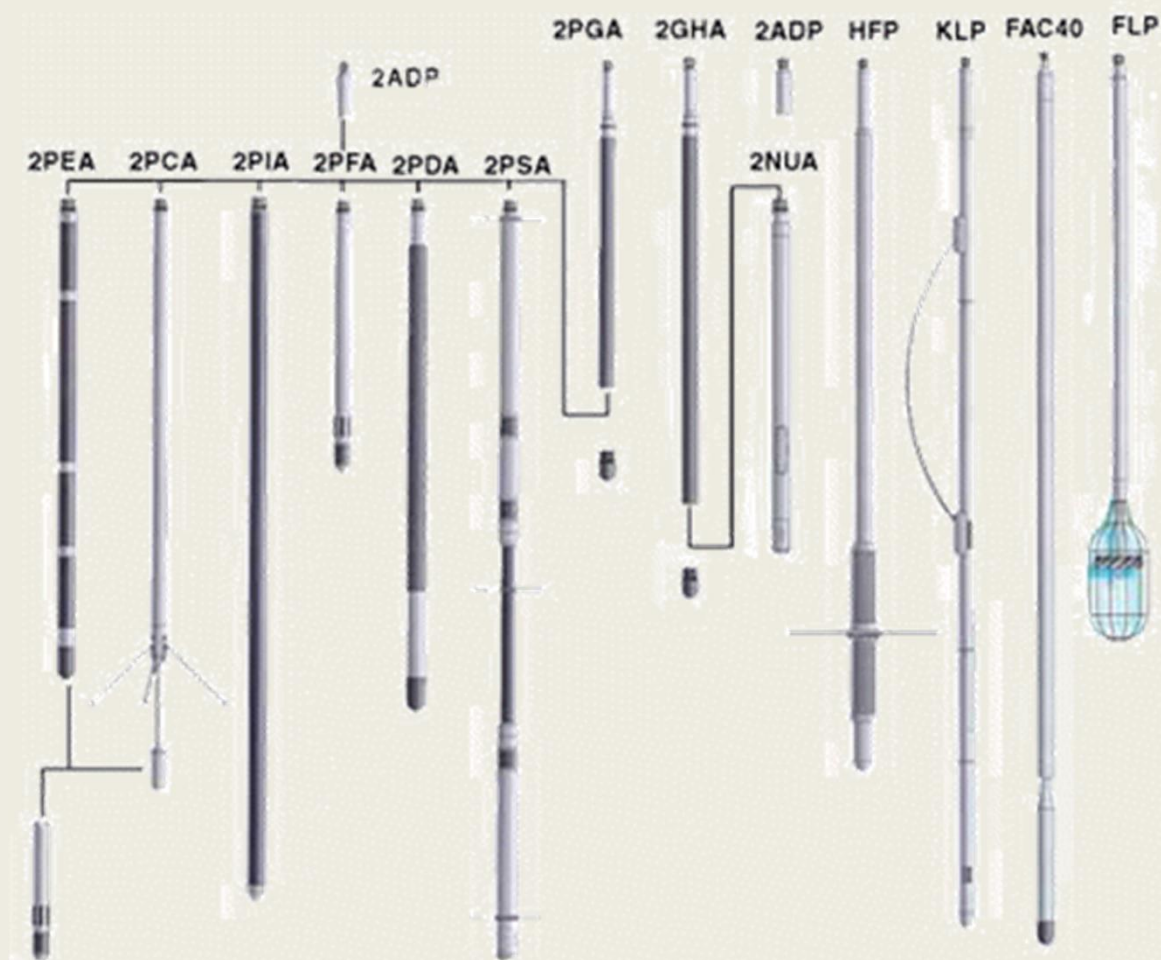
Parámetros como gamma natural, gamma espectral, resistividad, potencial espontáneo, resistencia puntual, propiedades electromagnéticas, porosidad, permeabilidad, sísmico (V_p, V_s , propiedades mecánicas,..), análisis estructural de macizo rocosos (juntas, fracturas, breakouts, esfuerzos tensionales,..), trayectometría, calíper, etc. Resultan fundamentales a la hora de definir las características de formaciones geológicas existente en un proyecto determinado.

4.-Sondas de Testificación Geofísica.

Existen multitud de parámetros físicos de las formaciones geológicas que pueden registrarse empleando la sonda adecuada. El uso de una u otra será función de las características de dichas formaciones, así como del objetivo final del estudio.

Formaciones minerales determinadas, asociadas a una litología dada, presentarán unas características físicas que las harán diferentes respecto a otras formaciones de distinta naturaleza o a las mismas formaciones pero sin los elementos minerales prospectados.

Por ello, el empleo conjunto de distintas sondas, permitirá definir de la forma más precisa posible, cuales son las formaciones con la composición idónea para su explotación o análisis.

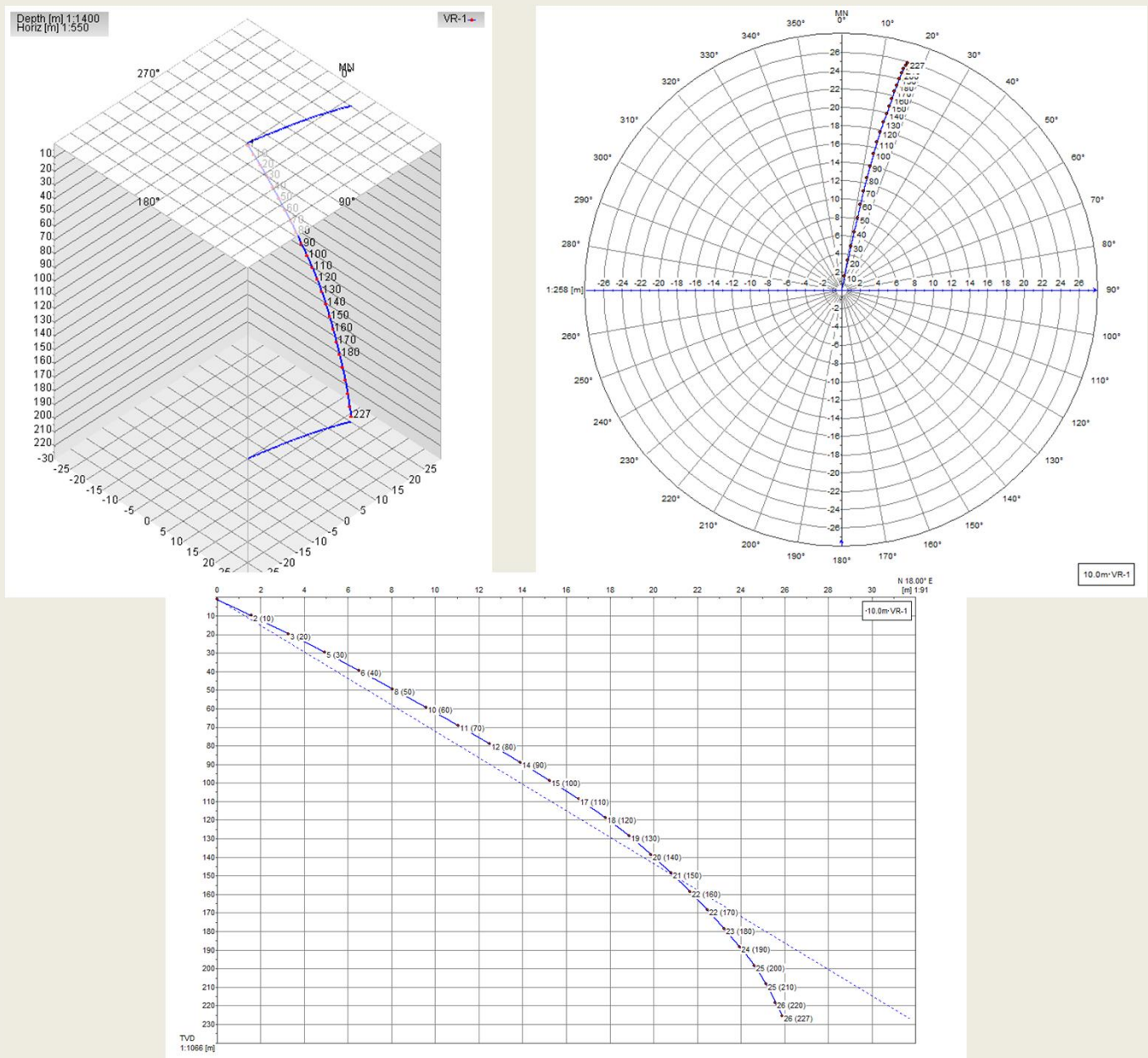


4.1-Acoustic Televiewer.

De todas las sondas susceptibles de ser empleadas, la que mejor va a definir la estructura geológica de una zona es la sonda «acoustic televiewer». Mediante ella, es posible obtener datos correspondientes a:

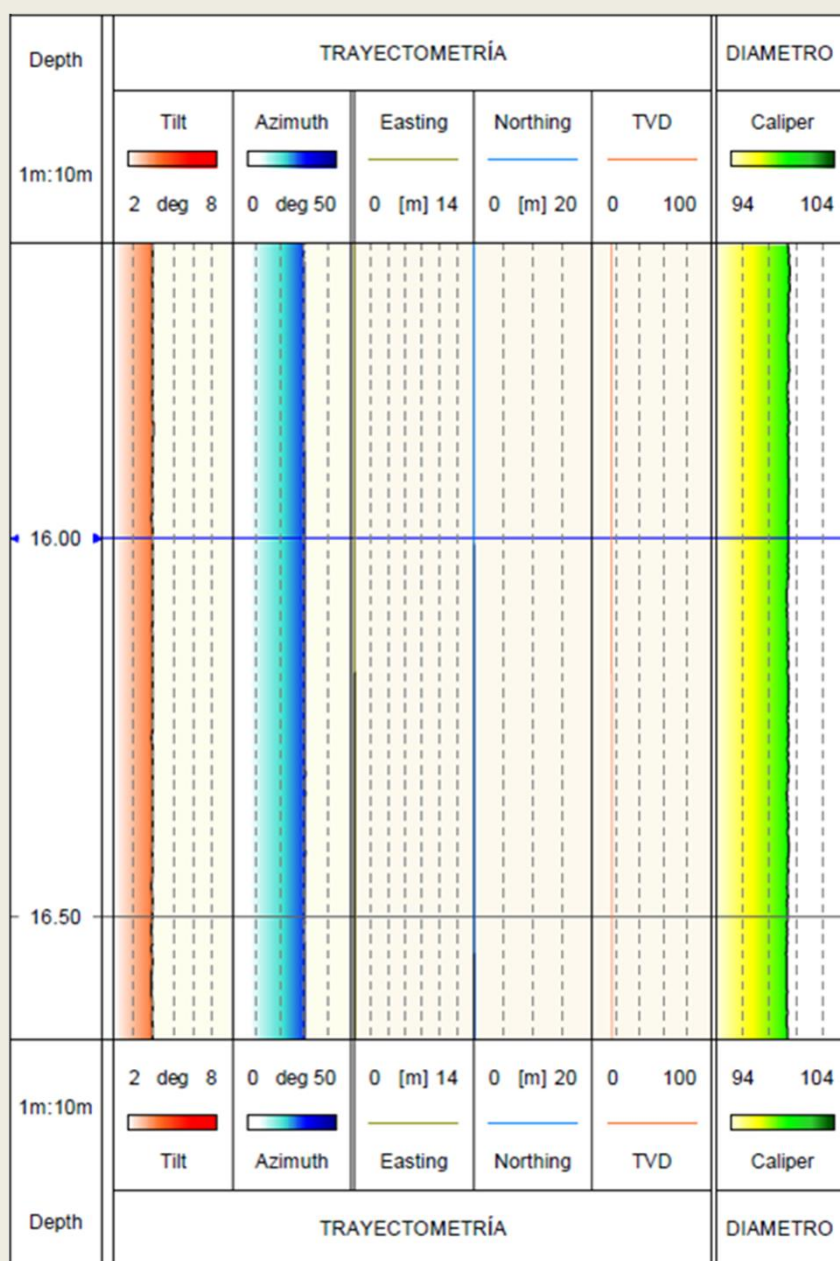
✓ Trayectometría.

El equipo dispone de diversos acelerómetros y magnetómetros mediante los cuales se calculan los valores de orientación e inclinación de la perforación, con una precisión milimétrica. Así, es posible ofrecer una información de detalle de la trayectoria seguida por la perforación, que se muestra en formato digital, diagramas 3d y diagramas 2d (Bull eye) o según una dirección dada.



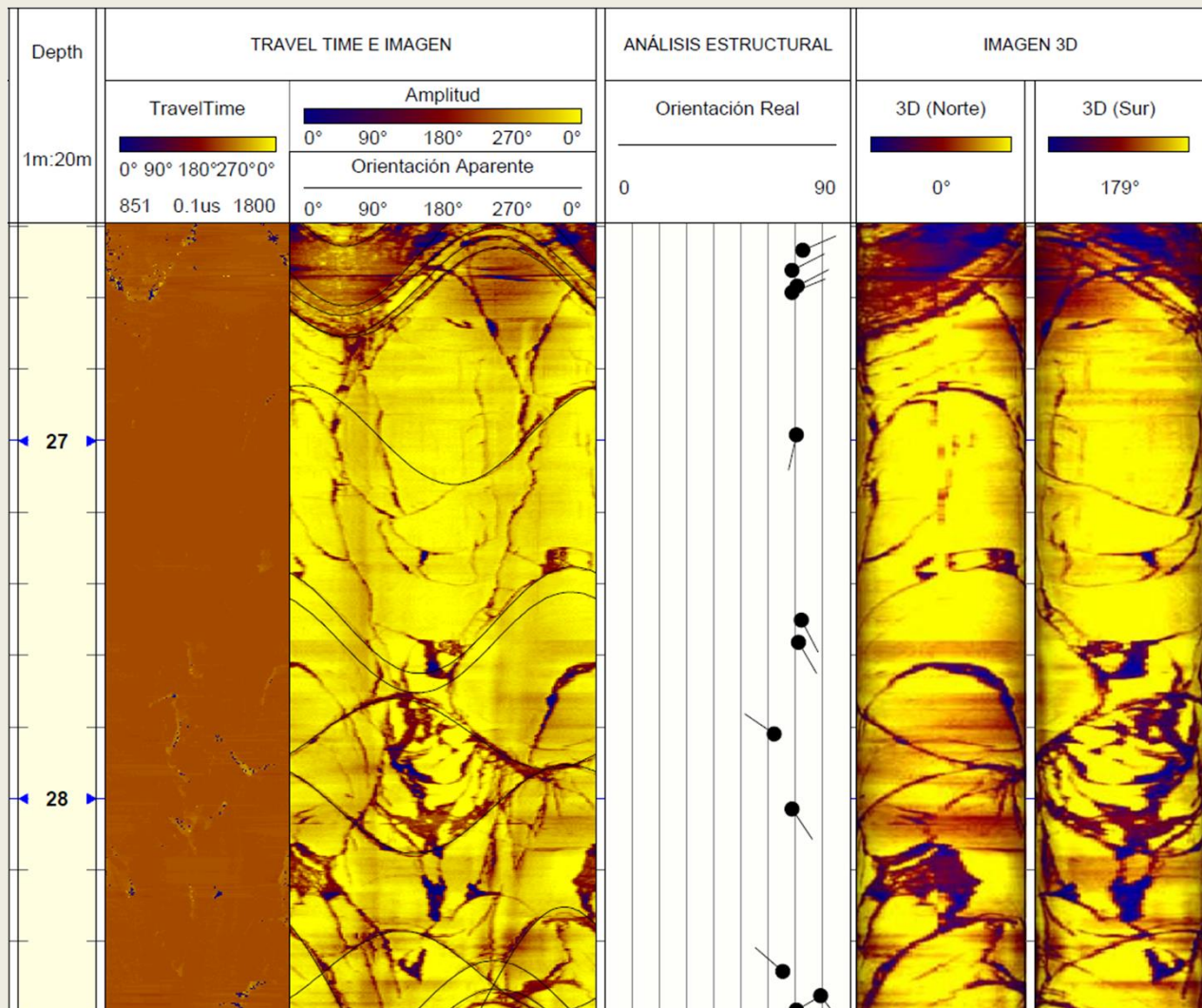
✓ **Caliper.**

Mediante el emisor acústico del equipo, se registra el tiempo de viaje desde que la señal generada sale de la sonda, viaja hasta la pared del sondeo, donde rebota, y vuelve a ser registrada de nuevo por la sonda. Conociendo la velocidad de propagación del impulso acústico en el fluido existente en el sondeo (agua o lodos), es posible calcular el diámetro de la perforación, indicativo de calidad de las formaciones geológicas, poniendo de relevancia la existencia de fracturas o fallas.



✓ **Travel time y Amplitud (Imágenes de las paredes de la perforación)** .

Mediante la amplitud registrada por el equipo, se muestra la imagen acústica de las paredes del sondeo, en la que se observa en forma desplegada los 360º de circunferencia del mismo. En esta diagragfía aparecen las juntas, fracturas y elementos estructurales que afectan al macizo rocoso en estudio. Las juntas se analizan y la información obtenida es referenciada respecto al Norte magnético, y además, se tienen en cuenta los datos de trayectometría para corregir los valores a la vertical del sondeo. El análisis del log permite ofrecer una información precisa de las familias de juntas existentes, extensión de fallas y fracturas, así como breakouts o fracturas inducidas, que indican la orientación de los esfuerzos tensionales en el macizo rocoso, fundamentales en proyectos que llevan asociada la excavación de túneles, galerías o cavernas.

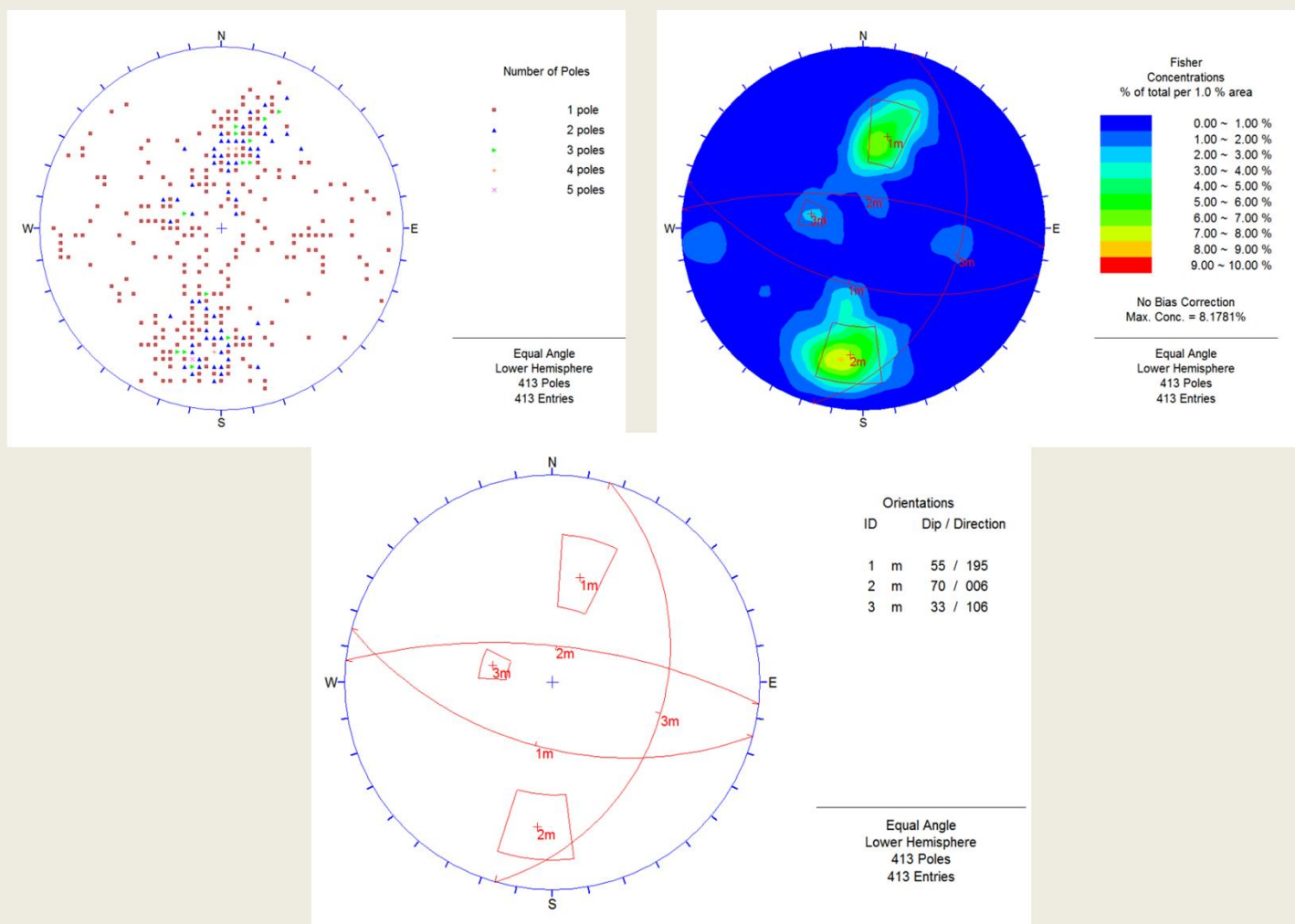


✓ **Análisis Estructural.**

La información sobre sentido de buzamiento y buzamiento de cada junta o fractura obtenida del log de amplitud, corresponde a una identificación aparente, que se transforma en orientación real al aplicar los datos correspondientes a la trayectoria del sondeo (tilt y azimut).

Una vez obtenida la orientación real de juntas y fracturas, se realiza el análisis estadístico mediante software específico (Dips).

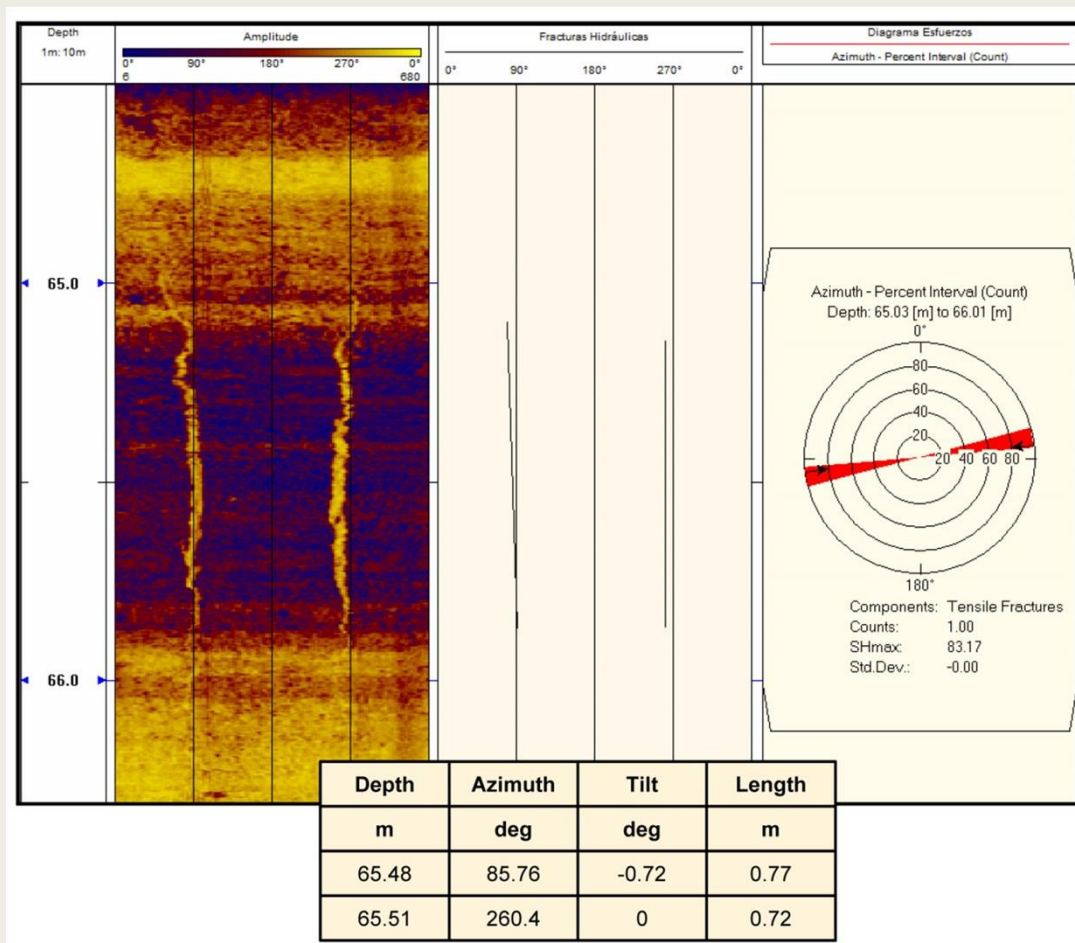
El análisis detallado a lo largo del sondeo y teniendo en cuenta la información aportada por los distintos sondeos que conforman la campaña de investigación, permitirá definir de forma clara y precisa, la estructura geológica de la zona, permitiendo llevar a cabo una interpretación geológica ajustada y veraz, fundamental en prospección minera, desarrollo de infraestructuras o investigación geológica.



✓ **Análisis de los Esfuerzos Tensionales.**

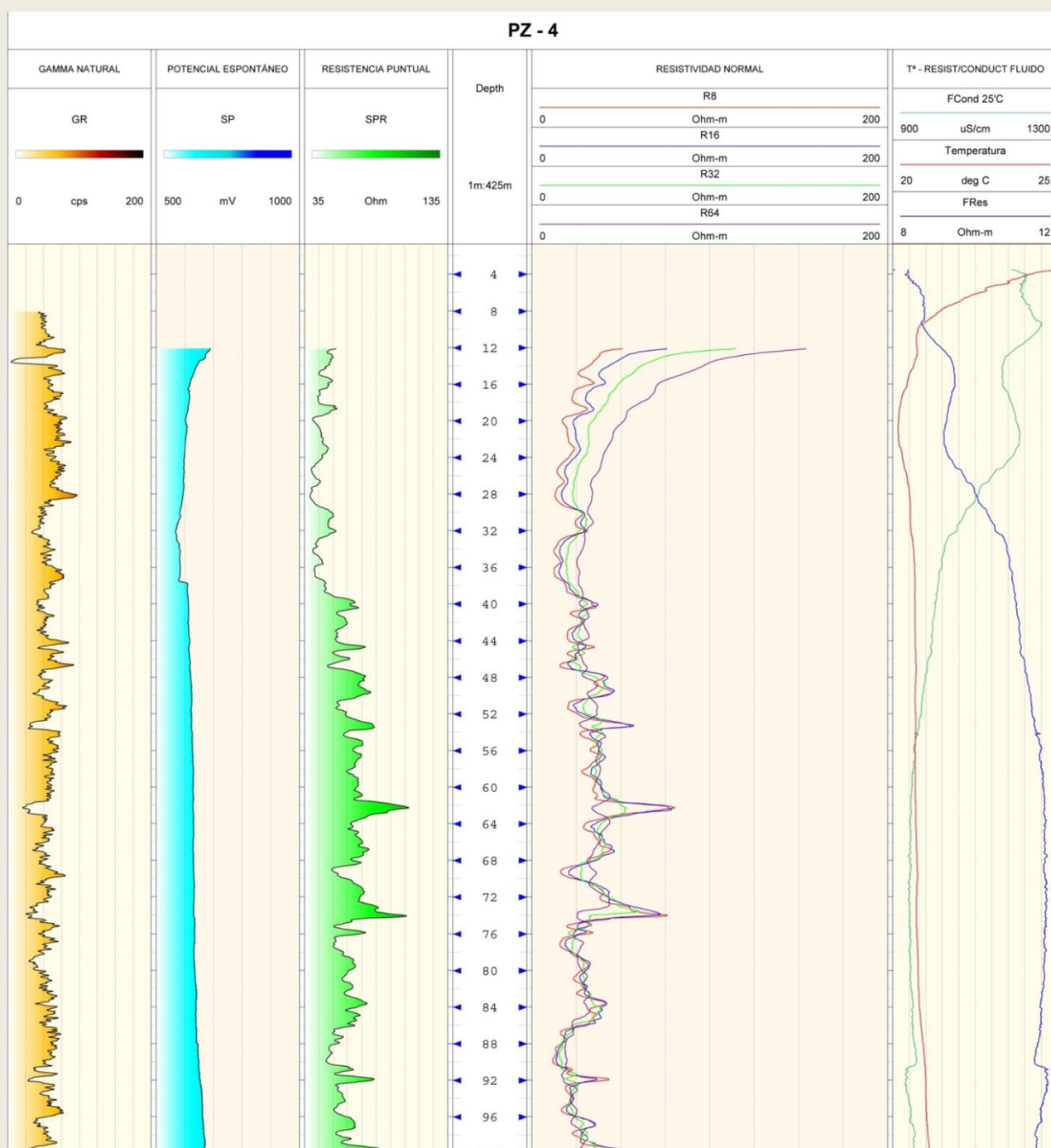
Aquellos proyectos en los que se van a llevar a cabo la excavación de túneles, galerías o cavernas, requieren el conocimiento de la orientación de los esfuerzos o tensiones que afectan al macizo rocoso. De esta forma, es posible ofrecer el mejor diseño para la estructura proyectada. Galerías mineras, cavernas hidroeléctricas o túneles de obras lineales, serían los principales elementos de estudio y aplicación del método.

Para que la información obtenida sea representativa de la orientación de los esfuerzos tensionales regionales, el análisis se debe realizar en sondeos de profundidad superior a 250m-300m. De otra forma, los breakouts o fracturas de tensión corresponderán a esfuerzos locales.



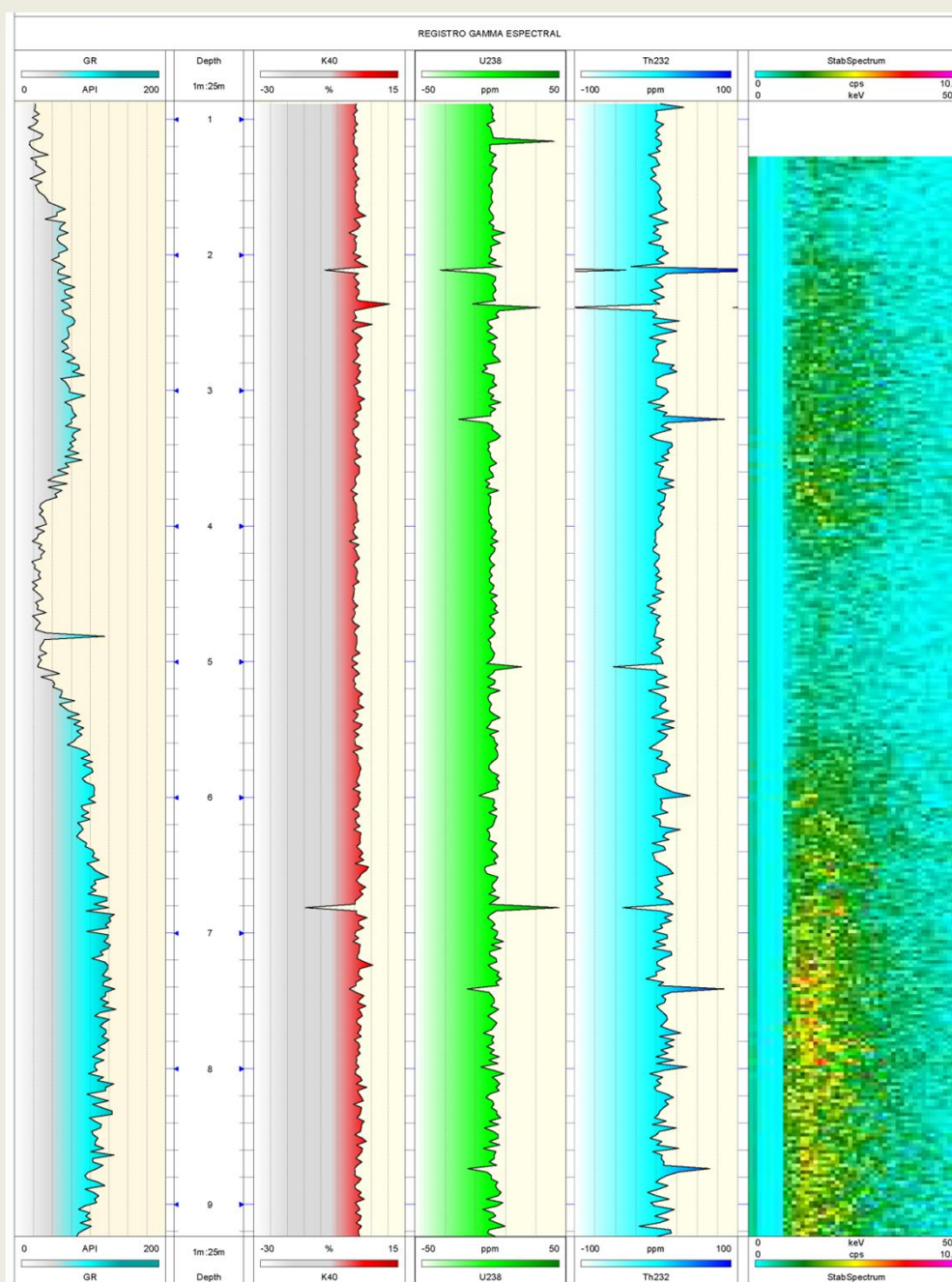
4.2-Resistividad Normal, Potencial Espontáneo (SP), Resistencia Puntual (SPR).

Las sondas de Resistividad Normal, Potencial Espontáneo ,Resistencia Puntual y Gamma Natural, permiten definir de forma clara y evidente, que formaciones son más resistivas y conductoras, así como cuales presentan una mayor concentración de minerales arcillosos o generadores de radiaciones gamma natural. El estudio en conjunto de los distintos logs, permite obtener una interpretación más ajustada y valiosa para definir zonas de interés principal, secundario o de descarte.



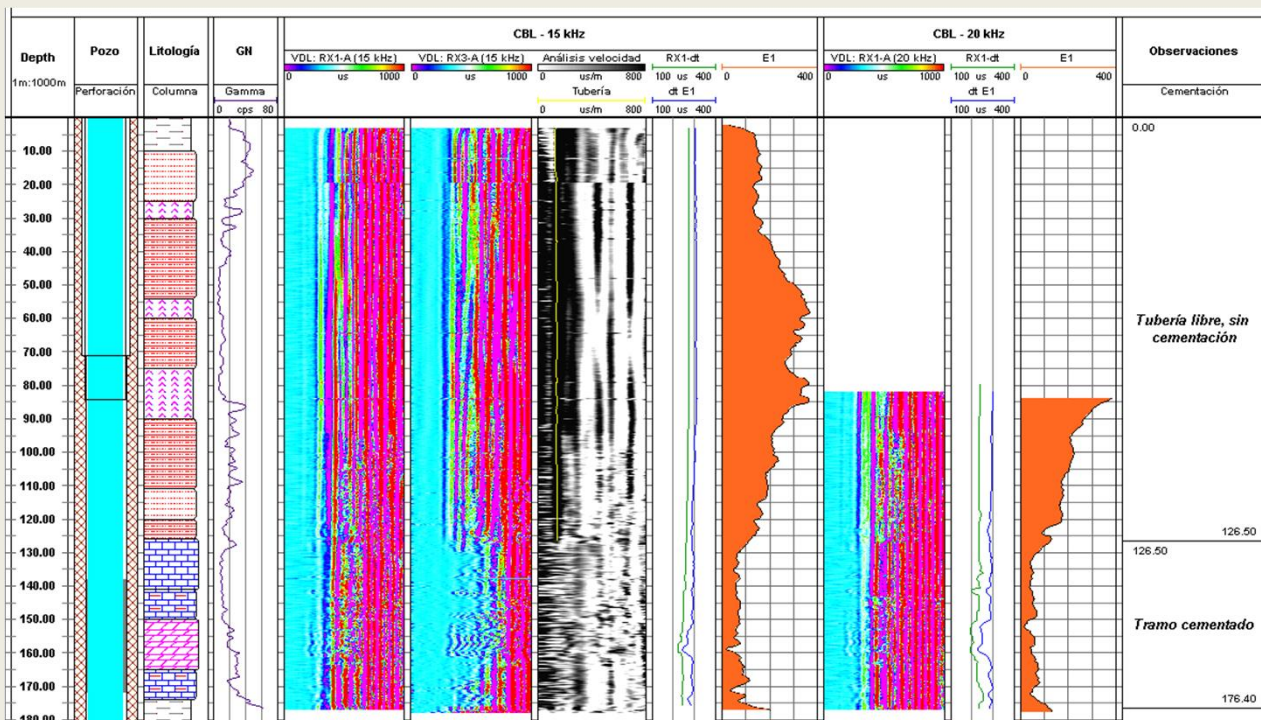
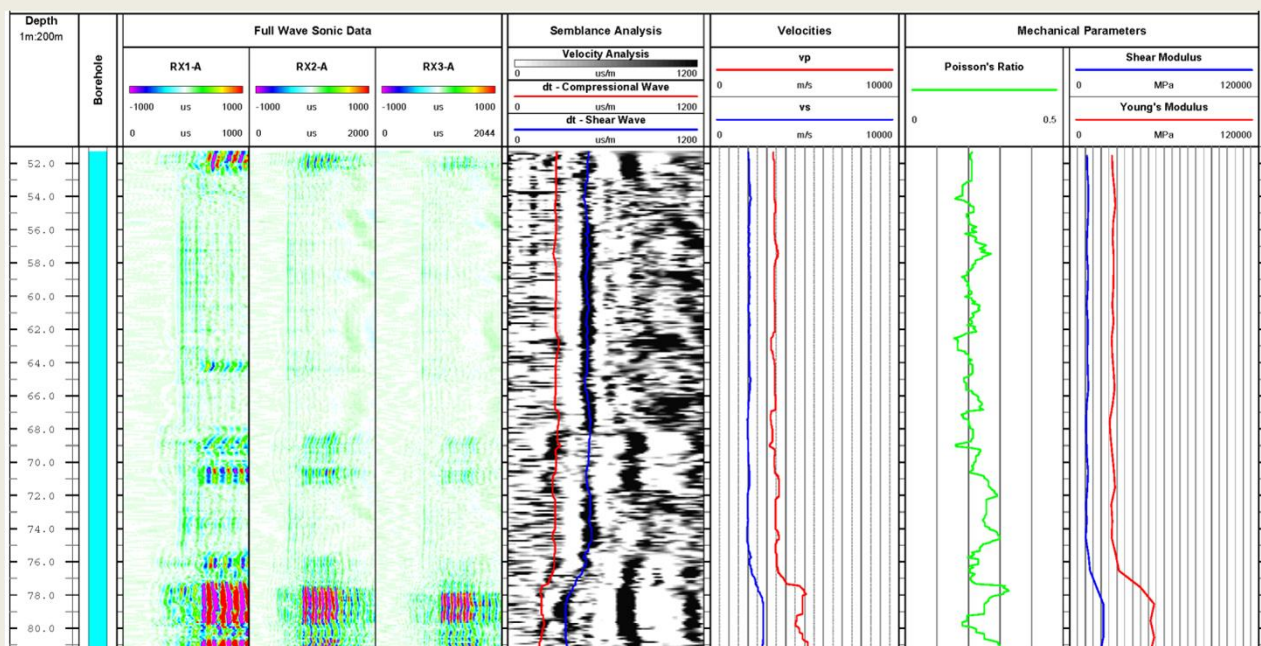
4.3-Gamma Natural y Gamma Espectral (U, K, Th).

Mediante estas sondas, se mide la cantidad de radiación gamma que se produce de forma natural dentro de las formaciones atravesadas por un pozo y cuenta el número de emisiones gamma asociadas con cada nivel de energía. Los rayos gamma son producidos principalmente por isótopos de potasio, torio y uranio, y sus productos de descomposición. El registro espectral de rayos gamma es ampliamente utilizado en las industrias minera y ambiental para la identificación de litología, correlación entre perforaciones y análisis de contenido de arcilla.



4.4-Sónico de Ondas Completa (FWS).

Se utiliza ampliamente en hidrogeología, minería y geotecnia. Los registros sínicos se emplean para proporcionar datos acerca de la porosidad, permeabilidad y propiedades geomecánicas de los macizos rocosos. Esta sonda es ideal en identificación de fracturas y el registro de tipo «cement bond», en análisis del grado de adherencia de cemento en una entubación.



4.5-Spinner Flowmeter

La identificación precisa de los puntos en los que se producen entradas de agua a los sondeos es un aspecto de indudable interés en los proyectos hidrogeológicos y también en los estudios geotécnicos.

El parámetro que se mide con estas sondas es la componente vertical del vector de velocidad del agua en el sondeo. El objetivo de la medición de flujos verticales en los sondeos es, en definitiva, localizar las capas productivas atravesadas y calcular su porcentaje de aporte al sondeo.

Con objeto de forzar el flujo natural y potenciar así flujos menos apreciables en régimen estático, en caso de que sea posible instalar una bomba en el interior del pozo o sondeo, se bombea el sondeo con un caudal constante. Si el diámetro del sondeo es pequeño e imposibilita llevar a cabo el proceso de ascenso-descenso de sonda y situar la bomba, se llevarán a cabo pasadas a distintas velocidades.

