ESTUDIO GEOELÉCTRICO PARA EVALUAR EL POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO Y DEFINIR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA, UBICADO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA VALLE DE PARASHI, LOCALIZADA EN EL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE URIBIA, LA GUAJIRA.

Jose Aristides Serrano Martínez
Ingeniero Geólogo
Matricula Profesional 15223-248231BYC COPNIA

Ricardo A. Castro Padilla
Ingeniero Geólogo
Matricula Profesional 071232-064037 CES COPNIA

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 4
2 GENERALIDADES 5
2.1 LOCALIZACIÓN 5
2.2 VÍAS DE ACCESO 5
2.3 CLIMA 7
3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 9
3.1 ROCAS IGNEAS 9
3.1.1 Cuarzodiorita de Parashi (Ecp). 9
3.2 ROCAS METAMORFICAS 10
3.2.1 Conjunto Metamórfico de Etpana (K?cme). 10
3.3 ROCAS SEDIMENTARIAS 10
3.3.1 Formación Siamaná (Es). Oligoceno 10
3.3.2 Formación Uitpa (Eu). Oligoceno – Mioceno 11
3.3.3 Depósitos Cuaternarios 11
4 GEOELÉCTRICA 13
4.1 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA 13
4.2 METODOLOGÍA 13
4.3 PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN 14
4.3.1 Datos de campo 15
4.3.2 Ejecución de los trabajos 15
4.4 VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL MÉTODO 16
4.5 RESULTADOS 17
4.6 CORRELACIÓN LITOLÓGICA 18
4.7 MODELO GEOELÉCTRICO Y CORRELACIÓN LITOLOGICA 20
5 PREDISEÑO DE POZO PROPUESTO 22
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 23

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Localización del municipio de Uribía, departamento de la Guajira, Colombia.* *5*
Figura 2. *Localización regional para acceder a la Institución Educativa Valle de Parashi.* *6*
Figura 3. *Localización del sondeo eléctrico vertical realizado en la Institución Educativa Valle de Parashi.* *6*
Figura 4. *Clima en Uribía- La Guajira. Fuente: Weather Spark.* *7*
Figura 5*. Temperatura máxima y mínima promedio en Uribía- La Guajira. Fuente: Weather Spark.* *8*
Figura 6. *Mapa Geológico del área investigada. Fuente: Civildrill S.A.S.* *9*
Figura 7. *Arreglo Schlumberger. Tomada y modificada de López et al, 2003.* *13*
Figura 8. *Clasificación de resistividad en diferentes tipos de rocas.* *14*
Figura 9. *Equipo de resistividad de alta precisión SUBREME DC 600* *16*
Figura 10. *Modelo Geoeléctrico y correlación hidrogeológica SEV.* *21*
Figura 11. *Registro Fotográfico* *25*

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Localización del SEV realizado en Valle de Parashi. Sistema de coordenadas WGS84.* *17*
Tabla 2. *Progresión geométrica modificada Civildrill.* *18*
Tabla 3. *Márgenes de variación de resistividad del agua. Fuente: Solana, 2014.* *19*
Tabla 4. *Sondeo eléctrico vertical – interpretación* *20*
Tabla 5. *Datos tomados en campo.* *26*

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como principal objetivo, evaluar la presencia de acuíferos en el subsuelo de la Institución Educativa Valle de Parashi, localizada en el área rural del municipio de Uribia, departamento de la Guajira.

Las aguas superficiales son la principal fuente de captación de este líquido para las Institución Educativa, pero estas fuentes, se ven afectadas por procesos que atraviesa el medio ambiente como lo son fenómenos de sequía, donde los niveles de caudales se reducen considerablemente entrando en niveles de alerta y racionamiento del agua. En zonas cálidas como en esta región, resulta más económico y seguro la explotación de aguas subterráneas; aquí se tendrán ventajas sobre las aguas superficiales como:

- No se necesitarán obras civiles de captación (embalse).
- Las aguas subterráneas se encuentran en un embalse natural.
- No se verían afectadas por épocas de intenso verano.
- Los costos de explotación son mínimos si se cuenta con buena infraestructura en vías y redes eléctricas.

Dentro de los alcances de este proyecto, el cliente presenta la necesidad de garantizar el suministro de agua para las actividades diarias de la Institución Educativa, con este fin se contrató a la empresa CIVILDRILL S.A.S, para que explore la presencia o no, de acuíferos en área de interés por métodos geofísicos y en el caso en que sea positivo, definir los diferentes acuíferos presentes en la zona, posible calidad del agua subterránea, localización y profundidad de excavación o perforación para su explotación, además de un presupuesto aproximado del pozo a perforar según las normas y precios del mercado actual.

El presente estudio contempla la ejecución de un (1) Sondeo Eléctrico Vertical, para el análisis de las condiciones hidrogeológicas de la zona y los resultados de este se describen a continuación.

2 GENERALIDADES

2.1 LOCALIZACIÓN

El Municipio de Uribía, está localizado al noreste de Colombia, en la parte norte del Departamento de La Guajira, pertenece a la más septentrional de las penínsulas suramericanas (Península de la Guajira), que está situada en el extremo nororiental de la República de Colombia y de América Austral. En el municipio de Uribía no existe ningún río, pero se forman unos cauces naturales o zanjas de erosión a los que se denomina arroyos, por los cuales corren torrencialmente las aguas de las lluvias en época invernal. La red hidrográfica del municipio está integrada por la cuenca del Mar Caribe (sector nororiental) y la cuenca del Lago Maracaibo de Venezuela. Sus límites son: al norte y oriente con el mar caribe; al sur, con la República Bolivariana de Venezuela (Estado Zulia); al Suroccidente, con el municipio de Maicao; y al Occidente, con el municipio de Manaure. (Figura 1).

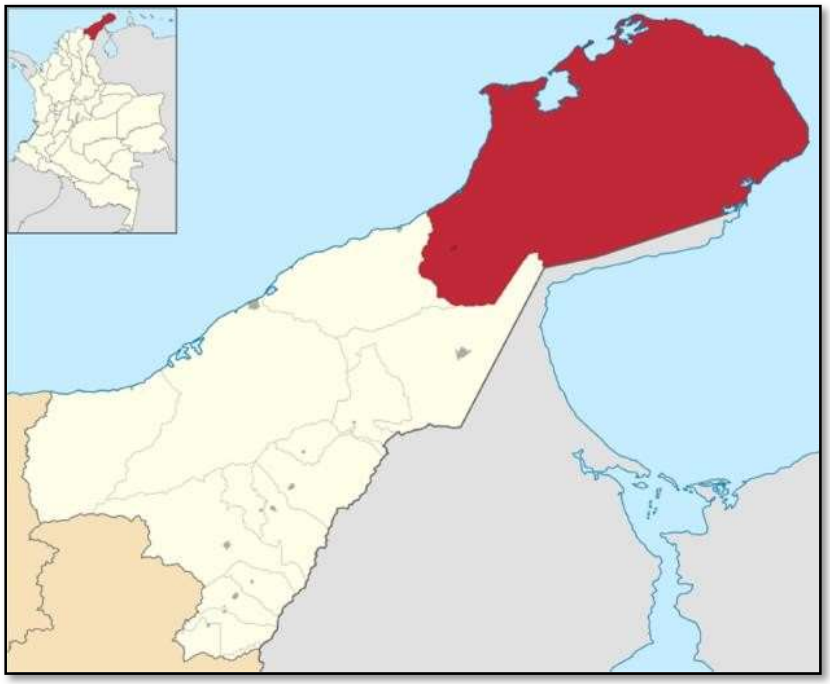


Figura 1. Localización del municipio de Uribía, departamento de la Guajira, Colombia.

2.2 VÍAS DE ACCESO

Para iniciar el trayecto, desde la cabecera del municipio de Uribia, se recomienda tomar la carretera Uribia - Puerto Bolívar (Ruta Nacional 88), una vía de arena y grava que se extiende hacia el noreste. Desde el centro del municipio de Uribia, recorra aproximadamente 40 km por esta carretera, que alterna entre tramos de grava compactada y sectores de arena suelta, hasta llegar a la intersección que conduce a Bahía Portete. Una vez en la intersección, continúe derecho, evitando el desvío a Bahía Portete, y prosiga por otros 5 km en la misma dirección. Este tramo es mayormente de arena, con algunas secciones angostas y pequeñas elevaciones que requieren precaución. Después de recorrer estos 5 km adicionales, habrá llegado a la comunidad de Valle Parashi.



Figura 2. Localización regional para acceder a la Institución Educativa Valle de Parashi.

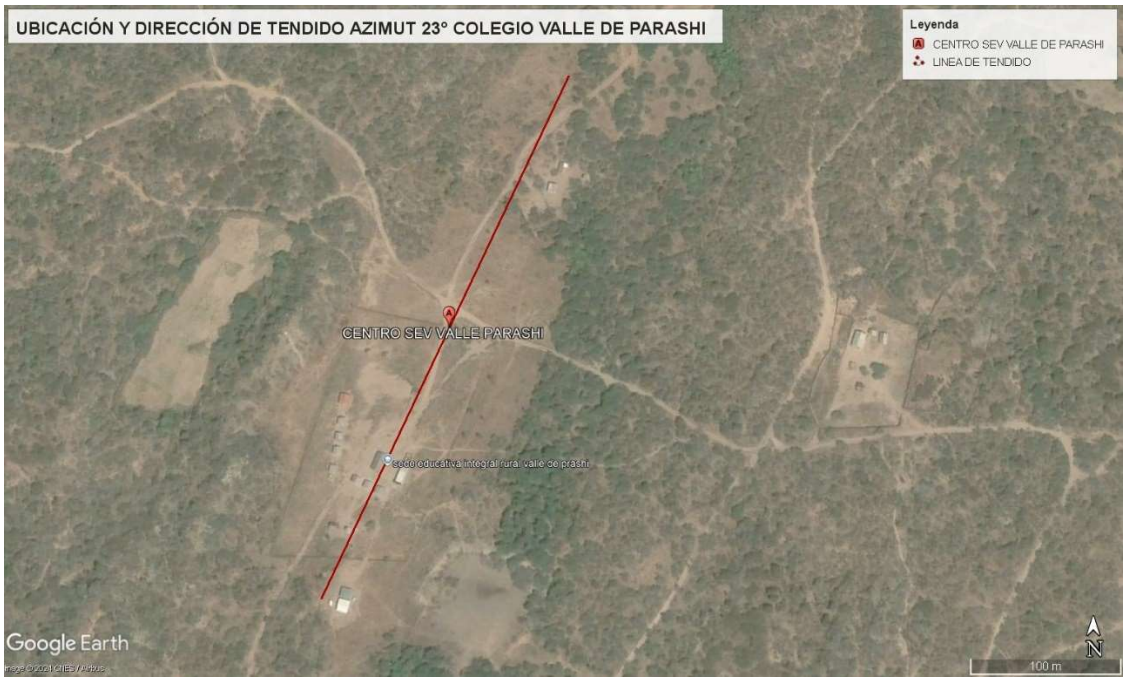


Figura 3. Localización del sondeo eléctrico vertical realizado en la Institución Educativa Valle de Parashi.

2.3 CLIMA

El clima del Departamento de La Guajira, es árido, seco y de temperaturas que varían entre 27 y 30 °C con máximas de hasta 45 °C, y las precipitaciones entre 500 y 1 000mm, por lo que se clasifica como un clima medio subhúmedo. La temperatura es modificada un poco con la brisa marina y los vientos alisios del noreste que soplan durante la mayor parte del año sobre las zonas planas; las lluvias son escasas y se presentan generalmente en los meses de septiembre a noviembre, cuando la Zona de Convergencia Tropical (ZCIT) se desplaza hacia el norte.

En Uribia, los veranos son cálidos y nublados; los inviernos son cortos, calurosos, secos y parcialmente nublados y está opresivo y ventoso durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 24 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de 22 °C o sube a más de 33 °C.

En base a la puntuación de playa/piscina, la mejor época del año para visitar Uribia para las actividades de calor es desde finales de diciembre hasta mediados de marzo. La temporada calurosa dura 3,1 meses, del 1 de agosto al 4 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 31 °C. El mes más cálido del año en Uribia es septiembre, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y mínima de 26 °C.

La temporada fresca dura 2,6 meses, del 23 de diciembre al 10 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 29 °C. El mes más frío del año en Uribia es febrero, con una temperatura mínima promedio de 24 °C y máxima de 29 °C.

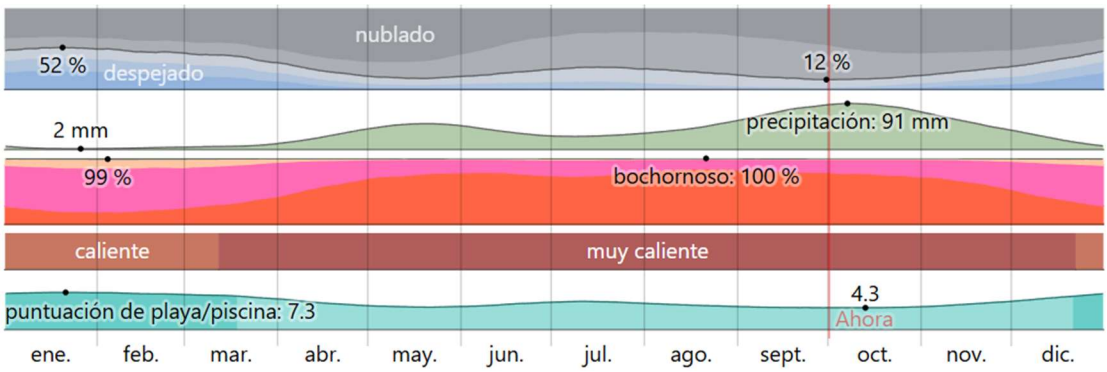
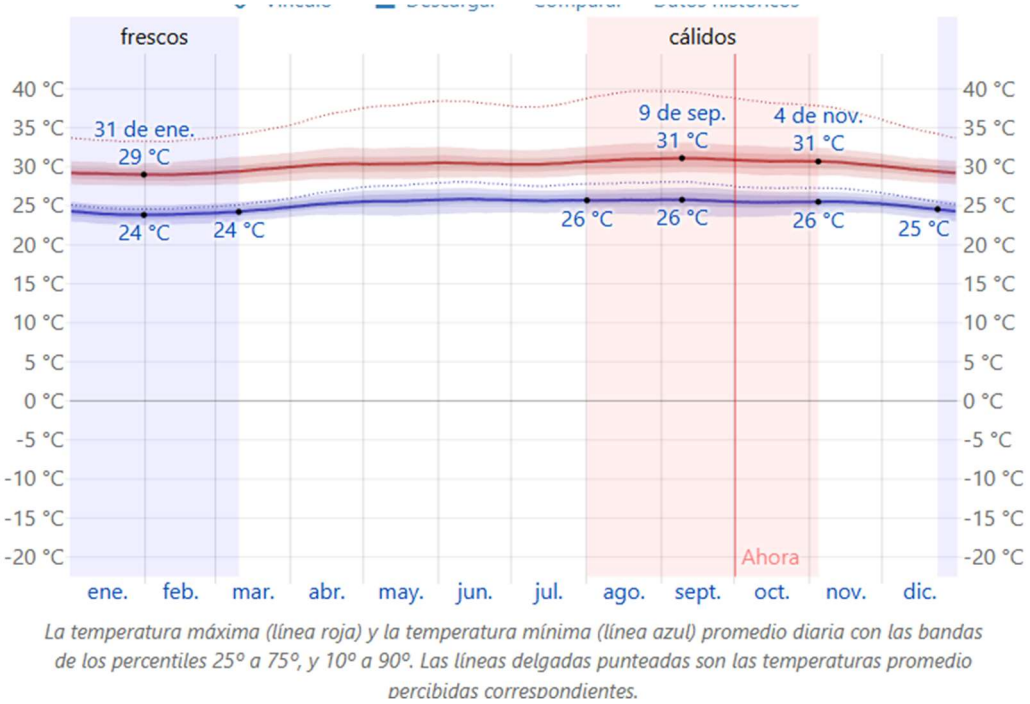


Figura 4. Clima en Uribía- La Guajira. Fuente: Weather Spark.



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Figura 5. Temperatura máxima y mínima promedio en Uribía- La Guajira. Fuente: Weather Spark.

3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

A continuación, se presenta una descripción de las rocas aflorantes en el área evaluada. (Ingeominas, GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 2, Uribia, 2009).

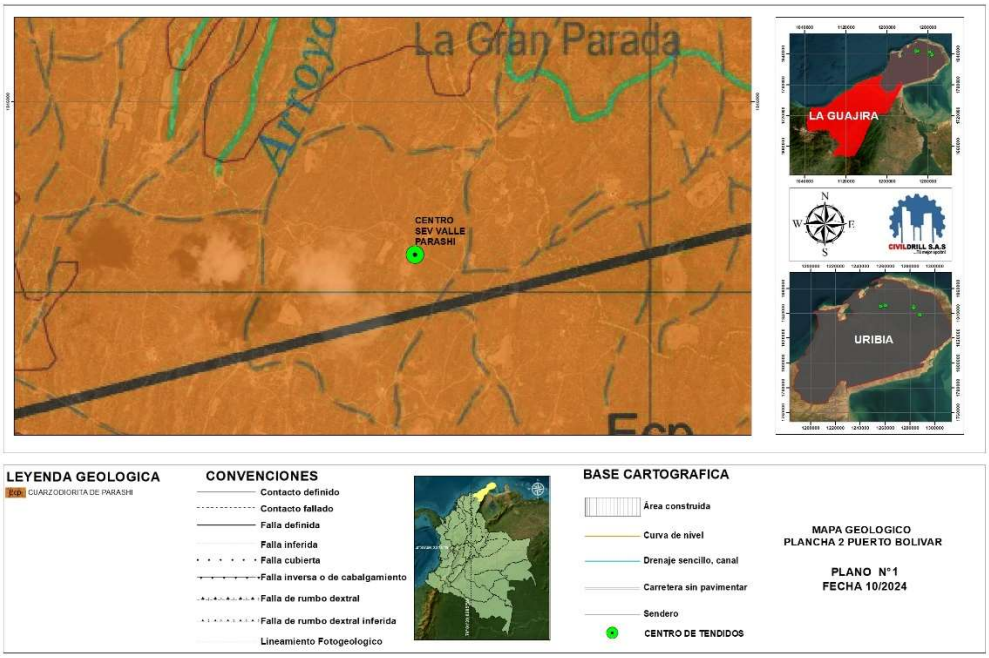


Figura 6. Mapa Geológico del área investigada. Fuente: Civildrill S.A.S.

3.1 ROCAS IGNEAS

3.1.1 Cuarzodiorita de Parashi (Ecp).

Esta unidad fue denominada por Radelli (1960) como Plutón de Parashi y posteriormente por Lockwood (1965) la denominó Cuarzodiorita de Parashi.

La Cuarzodiorita de Parashi es un cuerpo compuesto de rocas ígneas félsicas, idiomórficas, faneríticas equigranulares, que varían desde grano medio a grano muy grueso. Composicionalmente se clasifican granodioritas y ocasionalmente tonalitas, que contienen cristales anhedrales a subhedrales y en menor proporción euhedrales de plagioclasa (30 a 60%), mediogranulares con maclas continuas y bien definidas carlsbad-albita y periclina de composición andesina (Muñoz et al., 2005), cuarzo (20 a 30 %), en cristales anhedrales con extinción ondulante y bordes de granos saturados algunos con inclusiones de plagioclasa de tamaño fino y anfíbol (hornblenda) entre un 10 a 30 %, en cristales anhedrales a subhedrales, con tamaño de grano medio, de pleocroísmo amarillo claro a verde oliva, algunos cristales presentan maclas polisintéticas y longitudinales. Además, contiene cantidades menores de biotita, en cristales subhedrales de tamaño de grano medio,

pleocróicas, de amarillo pálido a rojizo, con deformación incipiente, este mineral es más abundante hacia los bordes del plutón. Como accesorios la roca presenta esfena y opacos (posiblemente ilmenita y magnetita). La roca también presenta apatito, circón, epidota y clorita en cristales euhedrales como inclusiones en los anfíboles (Muñoz et al., 2005).

3.2 ROCAS METAMORFICAS

3.2.1 Conjunto Metamórfico de Etpana (K?cme).

Esta unidad presenta una gran variedad litológica representada por cuarcitas, esquistos de origen sedimentario e ígneo, filitas y milonitas y por bloques de peridotitas serpentinizadas y metagabros. Predominan las rocas de origen cuarzo-pelítico (cuarcitas, esquistos cuarzosos y esquistos micáceos), que constituyen la matriz. En las cercanías a los contactos intrusivos con la Cuarzodiorita de Parashi se observan esquistos anfibólicos y silicificacion de esquistos por efectos térmicos mientras que, hacia la base de la unidad, en cercanías al contacto con los Esquistos de Jarara, se identifican niveles lenticulares de mármol. Las rocas de media y alta presión se observan asociados a conglomerados arenosos de la Formación Siamaná que descansan discordantemente sobre la unidad, al norte de la Serranía de Jarara. El Conjunto es intruido por diques de composición dacítica a andesítica, identificados en la Serranía de Jarara.

En general, las rocas de Etpana presentan coloraciones amarillas en muestra oxidada y tonalidades negras, grises, verdes y blancas en muestra fresca; en sectores dominados por serpentinitas y esquistos micáceos, adquiere colores amarillo-rojizos, probablemente por oxidación de minerales oscuros (óxidos de hierro). La foliación es esquistosa, con tamaño de grano predominante fino, aunque puede alcanzar tamaño medio y con desarrollo de pliegues a escala métrica y centimétrica

3.3 ROCAS SEDIMENTARIAS

3.3.1 Formación Siamaná (Es). Oligoceno

Esta unidad, propuesta por Renz (1960 en Rollins, 1965) toma su nombre de la Ranchería Sillamahana, ubicada en el borde noreste de la Serranía de Cosinas. El término “Siamaná”, es una deformación del nombre de dicha ranchería, el cual también es aplicado al gran sistema de arroyos de dirección NW-SE que controla la parte Este-Sureste de la Alta Guajira.

En general, la unidad está constituida por rocas terrígenas y calcáreas (Figura 28). Las primeras están representadas por capas medias a gruesas, tabulares, planoparalelas, sin estructuras internas, de arenitas calcáreas de grano fino a muy fino, fosilíferas, esporádicamente conglomeráticas, de coloración amarilla-café, con abundantes guijos de cuarzo lechoso, esquistos, neises y ocasionalmente fragmentos de rocas graníticas. La segunda litología corresponde a rocas calcáreas tipo bioesparitas, en capas gruesas que alcanzan hasta los 2 m. de espesor, planoparalelas, tabulares, sin estructuras internas y con coloración clara en tonos amarillos, rosados y cafés. También se reportan niveles de limolitas calcáreas cuya ocurrencia está supeditada a la presencia de las capas arenosas.

3.3.2 Formación Uitpa (Eu). Oligoceno – Mioceno

Definida por Renz (1960 en Rollins, 1965) y modificada por Rollins (1965), toma su nombre de la denominación indígena del manantial de Uitpa, ubicado en el borde sureste de la Serranía de Jarara. El término se emplea para describir capas de lodolitas abigarradas y limolitas amarillo-cafés.

Litológicamente, la Formación Uitpa agrupa de base a tope una secuencia granodecreciente de arenitas muy finas y limolitas en su mitad inferior y de lodolitas en su parte superior. A la base, la unidad inicia con una serie de capas medias a gruesas de arenitas muy finas, las escasas estructuras sedimentarias apreciables muestran una laminación planoparalela y ligeramente ondulosa. Estas arenitas se encuentran intercaladas con niveles ocasionales de rocas calcáreas en capas medias a delgadas con guijos finos a medios de cuarzo lechos sorteados esporádicamente.

3.3.3 Depósitos Cuaternarios

En cercanías a la zona de estudio, se pueden observar los siguientes depósitos cuaternarios:

- Depósitos Aluviales Recientes (Qale)

INGEOMINAS (2009), describe como Depósitos Eólicos pero que a partir del control de campo realizado por INGEOMINAS (2009) se denominó como Depósitos Aluviales Recientes con presencia de depósitos eólicos de arena fina cuarzosa (Qale).

Esta unidad se caracteriza por presentar una morfología plana, aunque de manera muy puntual se observan zonas levemente colinadas. Los Depósitos Aluviales Recientes con presencia de depósitos eólicos, inconsolidados, se encuentran compuestos de manera general por arenas de grano fino y arcillas inconsolidadas de color pardo amarillento, compuestas predominantemente por cristales de cuarzo, plagioclasa y minerales máficos sin diferenciar, cubierto por una serie de clastos sueltos de composición silícea como cuarzo lechoso y chert? de colores pardo, pardo rojizo y negro con formas subredondeadas, tamaño de grano máximo ≥4cm, promedio de 2cm y mínimo de 3mm, acompañada por la formación incipiente de montículos de baja altura, compuestos por arenas cuarzosas, inconsolidadas con tamaño de grano arena fina de color amarillo claro relacionada con depósitos eólicos (dunas) INGEOMINAS (2009).

- Depósitos de Cauce Aluvial (Qca)

El nombre de esta unidad es retomado de Rodríguez & Londoño (2002) quien toma esta denominación de Mosquera et al. (1976) para denominar depósitos acumulados en las márgenes de ríos y arroyos perennes. En los períodos de sequía se encuentran en el interior de los cauces de arroyos intermitentes.

Esta unidad corresponde a depósitos semiconsolidados y no consolidados de origen aluvial que en algunos lugares se encuentran mezclados con material de origen eólico, por disgregación de la capa superior del suelo actual o de las unidades geológicas sobre las que discurren las corrientes. Lo anterior se deduce a partir de que los sedimentos conservan local y parcialmente las características de las unidades de donde se derivan.

Están constituidos por gravas, arenas y arcillas en proporciones muy variables de acuerdo con la distancia a la fuente de transporte, cubriendo áreas extensas en las zonas planas y bajas topográficamente.

- Depósitos de Llanuras de Inundación (Qll)

Estos depósitos, de carácter inconsolidado a semiconsolidado, presenta un tamaño de grano arena fina-arcilla y color café-amarillento. Son matriz soportados, con relación matriz: armazón variable (generalmente 90:10%). La matriz del depósito presenta tamaño de grano arcilla, la cual embebe fragmentos blancos de costras calcáreas o “caliche” con tamaño de grano menor a 1 cm. y fragmentos de rocas negras con texturas afaníticas. En la parte superior es común observar grietas que permiten la filtración de carbonatos a las capas inferiores. Frecuentemente se encuentran suprayacidos por niveles de suelos, así como por fragmentos subangulares a subredondeados de cuarzo lechoso y cuarcitas tamaño promedio guijo (1,5 a 2,5 cm), relacionados a depósitos de abanicos y coluviones.

4 GEOELÉCTRICA

4.1 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

La prospección geofísica es un método rápido y económico para conocer las condiciones Geológicas e Hidrogeológicas del subsuelo.

Los sondeos Eléctricos Verticales son actualmente uno de los métodos geofísicos más preciso para conocer las condiciones Geológicas e Hidrogeológicas del subsuelo y cada día presenta avances en recursos tecnológicos, desplazando a otros métodos de prospección. Dicha actividad debe realizarse por personal especializado (Hidrogeólogos), el cual debe contar con los equipos necesarios para esta actividad y software de interpretación de resultados.

4.2 METODOLOGÍA

El método Geoeléctrico, consiste en inyectar una corriente eléctrica en el terreno y observar la respuesta resistiva al paso de la corriente, de los diferentes materiales presentes en el subsuelo. Para lo anterior se utiliza un dispositivo desarrollado por Schulumberger y que lleva su mismo nombre y en el cual mediante 4 electrodos, distribuidos simétricamente, dos situados en los extremos por donde se inyecta la corriente y dos en el centro de los anteriores por donde se mide la caída de voltaje que se da al paso por las rocas debido a su resistividad

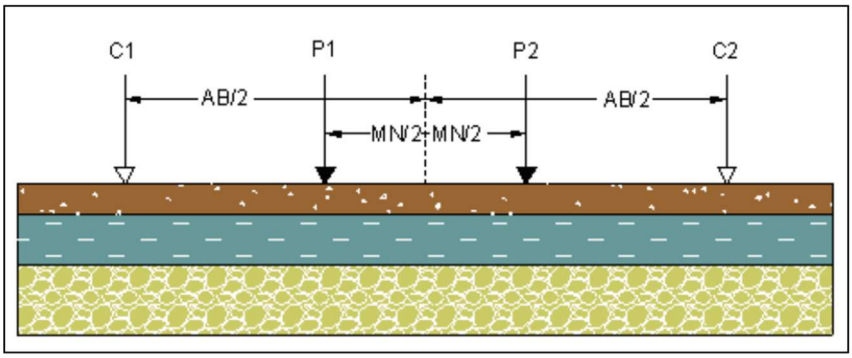


Figura 7. Arreglo Schlumberger. Tomada y modificada de López et al, 2003.

Con la información recolectada en campo de Voltaje y Corriente asociados a una distribución simétrica, de los electrodos, impuesta por el método se obtienen las curvas de Resistividad Aparente en Ohmios –m, contra profundidad. Lo anterior, sumado a la información geológica, geomorfológica entre otras, del área, la experticia del Profesional y de Software adecuados se interpreta dichas curvas y se obtienen modelos Geoeléctrico, de distribución en profundidad del espesor y resistividad de las capas detectadas, en cada punto.

El desarrollo de este método ha identificado las respuestas de diferentes tipos de rocas los cuales se han tabulado y se adaptan a cada investigación específica.

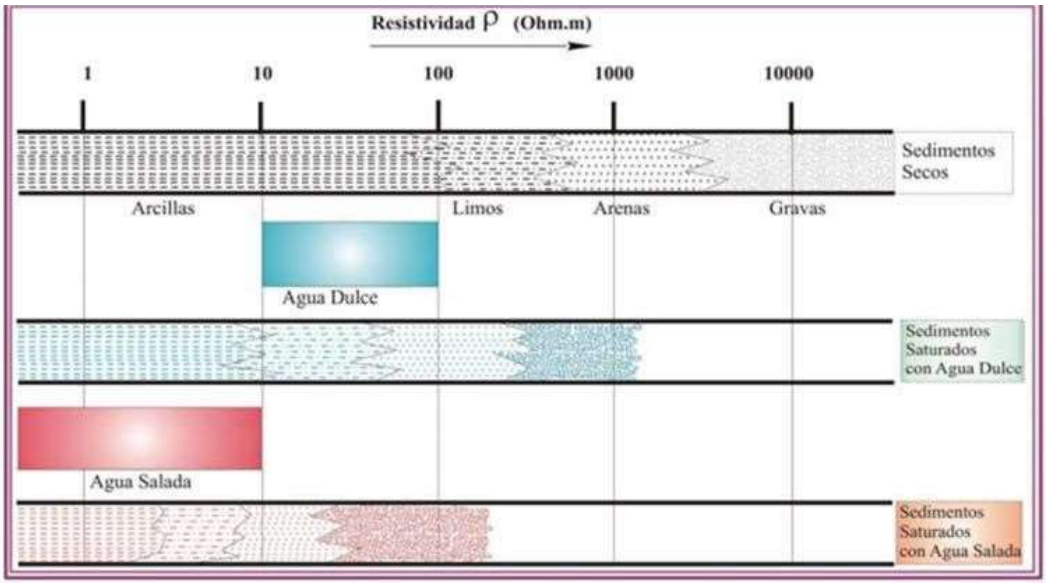


Figura 8. Clasificación de resistividad en diferentes tipos de rocas.

La interpretación de una curva de un Sondeo Eléctrico Vertical, consiste en encontrar un modelo detallado del subsuelo, compuesto por materiales con diferentes resistividades y espesores y/o profundidades, de manera que la curva calculada para el modelo coincida con la curva de campo. Este modelo es sólo uno entre muchos otros que producen curvas de sondeos que también se ajustan con poco error a la curva obtenida en el campo. Esta similitud de modelos se conoce como "Equivalencia". La capacidad de análisis del intérprete, y las restricciones impuestas por la geología del área, basadas en resistividades típicas para ciertos tipos de rocas, ayudan mucho en eliminar muchos modelos matemáticamente equivalentes, y muy alejados de la naturaleza de las verdaderas unidades geológicas que se encuentran en el subsuelo (Ejemplos: Areniscas, por arcillas secas, basamento impermeable, rocas impermeables como acuíferos, espesores irreales, Resistividades muy altas o bajas, etc).

4.3 PROCESAMIENTO DE DATOS E INTERPRETACIÓN

La curva de campo se suaviza si es necesario, eliminando puntos fuera de continuidad, y digitalizándola por medio de 6 puntos igualmente espaciados en una década logarítmica, comenzando a partir del mayor valor de AB/2.

La razón de digitalizar la curva en 6 puntos igualmente espaciados por década, es para aumentar la velocidad de cálculo de varias curvas teóricas de sondeos, durante el proceso iterativo de ajuste (Zhody 1973).

Los programas de interpretación aceptan curvas de campo o digitalizadas, y producen modelos detallados que se analizan, modifican y seleccionan para hacer la interpretación con el modelo que se considera más ajustado a las condiciones existentes en el subsuelo. El conocimiento de la geología del subsuelo es fundamental para obtener una aproximación acertada al modelo detallado y poder identificar zonas favorables con recursos de agua subterránea.

4.3.1 Datos de campo

La interpretación de los sondeos eléctricos verticales (SEV) se realizó mediante el análisis de las curvas de resistividad y modelos de capas obtenidas de los SEV, correlacionándolos con el modelo geológico local.

El análisis de estos datos permite establecer una representación detallada del subsuelo, utilizando herramientas avanzadas para ajustar los modelos teóricos a las características reales del terreno. Este proceso es fundamental para obtener una imagen precisa de la estructura del subsuelo, aplicable en la exploración de recursos como agua subterránea.

Para la interpretación del modelo utilizamos el software VES-IP 1D, El software VES-IP 1D es una herramienta geofísica especializada en la interpretación de datos de sondeos eléctricos verticales (SEV) y polarización inducida (IP), utilizada para la exploración y caracterización del subsuelo. en diversas aplicaciones como hidrogeología, minería, estudios geotécnicos y ambientales. VES-IP 1D es un software diseñado para el modelado e interpretación de datos de resistividad y polarización inducida en una dimensión (1D).

Su principal objetivo es generar modelos del subsuelo a partir de mediciones eléctricas obtenidas en campo, ajustando los resultados a un perfil estratigráfico en profundidad. Esto es esencial en la interpretación de los sondeos eléctricos verticales (SEV), que miden la resistividad del subsuelo y la capacidad de los materiales para almacenar carga (en el caso de IP). Funcionalidades Principales 1. Interpretación de SEV. El software permite la interpretación de los datos obtenidos en los SEV, que son mediciones de resistividad en el subsuelo realizadas a diferentes profundidades. La resistividad es un parámetro eléctrico que varía según el tipo de material presente en el terreno (rocas, agua, minerales). Curvas de resistividad: Genera curvas de resistividad aparente, que se pueden comparar y ajustar con modelos geológicos para obtener una representación detallada de las capas del subsuelo.

4.3.2 Ejecución de los trabajos

El trabajo de campo se realizó en la Institución Educativa Valle de Parashi, Municipio de Uribía, el día viernes 11 de octubre del 2024, teniendo en cuenta la disposición de utilización de predios vecinos, accesibilidad y condiciones geomorfológicas favorables para emplear el método de Schumberger de gestión de recursos explotables de agua subterránea.

Para las mediciones se utilizó un equipo de Resistividad de alta precisión, con lectura análoga, con todos sus accesorios. Los sondeos fueron realizados por los ingenieros geólogos Jose Aristides Serrano y Ricardo Castro, con la colaboración de sus auxiliares y personal capacitado.



Figura 9. Equipo de resistividad de alta precisión SUBREME DC 600

Durante el trabajo de oficina se evaluó la calidad de las curvas de campo, y luego de algunos ajustes (digitalización, suavizamiento) se hizo la interpretación de los datos obtenidos en el campo, con la ayuda de programas para el procesamiento de datos geofísicos, que producen un modelo detallado de espesores y resistividades, equivalente a una sección de capas o niveles rocosos que se halla realmente en el subsuelo, debajo del sitio del sondeo.

Esta actividad es complementaria a un reconocimiento detallado de la geología y morfología del área que se complementa con vistas satelitales del programa Google Earth, mapas geológicos del INGEOMINAS, e incluye un análisis del drenaje superficial, la topografía del relieve circundante al área seleccionada, y las zonas de recarga.

La litología interpretada y su correlación con la geología existente en el subsuelo de la zona de estudio, se presentan en el siguiente capítulo “Análisis de los Resultados”, donde también se hacen observaciones indicando las zonas más interesantes, y la profundidad recomendada del pozo exploratorio, para la explotación de niveles de acuíferos localizados dentro del modelo detallado, que se obtiene con el software de interpretación y se correlaciona con los datos sobre las condiciones geológicas existentes en el área donde se realizaron los estudios geoeléctricos del subsuelo.

4.4 VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL MÉTODO

Las ventajas que presenta este método son las siguientes:

El proceso de captura de los datos está totalmente automatizado, pudiéndose realizar un gran número de medidas, de forma que se obtiene secciones 2-D de excepcional resolución en profundidad.

Gracias a esta visión bidimensional, el método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) nos permitirá:

- ✓ Detectar zonas susceptibles de presentar focos de filtración, así como caracterizar geométricamente el problema (estimar la profundidad del flujo).
- ✓ Abordar de forma eficaz problemas en terrenos con elevada complejidad estructural.
- ✓ Ubicar con gran eficiencia otro tipo de procedimientos (sondeos o piezómetros), dado que nos marca lugar y profundidad a la que se encuentra la anomalía.

Ventajas:

- ✓ El procesado de los datos se puede realizar en el propio campo, mediante la ayuda de un portátil y en un tiempo muy reducido. Esta manera de actuar, casi a tiempo real, le confiere al método una gran versatilidad a la hora de resolver posibles problemas surgidos durante todo el proceso de campo, o decidir la ejecución de nuevos perfiles que inicialmente no estaban proyectados.
- ✓ Se puede controlar la profundidad máxima de estudio.
- ✓ Es un método no destructivo.

Limitaciones:

- ✓ A diferencia de otros métodos, el Sondeo Eléctrico Vertical precisa de un equipo bastante costoso y un procedimiento de campo demorado.
- ✓ Como pasa en todos los métodos de resistividad eléctrica, la presencia de material muy resistivo en superficie imposibilita un buen funcionamiento del método, siendo necesario la utilización de otras técnicas.

4.5 RESULTADOS

Los resultados del sondeo eléctrico vertical realizado en la Institución Educativa Valle de Parashi, municipio de Uribía, permiten distinguir y caracterizar el contacto discordante entre los depósitos recientes y las formaciones infrayacientes, las cuales serán descritas más adelante. Se ejecutó un (1) SEV, con AB de 300 m, localizado en la siguiente coordenada (Tabla 1):

SEV	LONGITUD	LATITUD	ALTURA (m.s.n.m)	AZIMUT (°)	AB 1/2 (metros)
1	71°41'10.4"W	12°14'14.6"N	117	23	300

Tabla 1. Localización del SEV realizado en Valle de Parashi. Sistema de coordenadas WGS84.

4.6 CORRELACIÓN LITOLÓGICA

Para el área se utilizará una escala de resistividades logarítmica, generándose una secuencia o progresión geométrica iniciando la serie en 0.1 Ω•m.

Formación	Litología	Resistividades (Ω.m)
Suelo	Arcillas	4 - 40
	Arcilla arenosa de alta plasticidad	8 - 40
	Limo de alta plasticidad/con arena	4
	Limo de baja plasticidad/con arena	8 - 22
	Arena Arcillosa con grava	4
	Arena Arcillosa	75
	Arena Limosa	15 - 30
	Grava Arcillosa/Grava Limosa	200 - 1800
Roca Sedimentaria	Arcillas, limos y arenas, o cualquiera de sus combinaciones saturados con agua salada	0.1 - 1
	Arcillas, limos y arenas, o cualquiera de sus combinaciones saturados con agua salobre	2 – 5
	Areniscas de tamaño medio a grueso	10 - 20
	Intercalación de lodolitas y areniscas	4 - 9
	Areniscas finas a medias y lodolitas	5 - 11
	Areniscas finas, conglomerados y lodolitas	10 - 110
	Lodolitas grises intercaladas con conglomerados, predomina lodolita	2 - 10
	Lodolitas grises intercaladas con conglomerados, predomina conglomerado	10 - 30
	Margas	1 - 90
	Calizas y Areniscas compactas	100 - 1050
Roca Metamorfica	Rocas metamorficas tales como: Pizarras, Esquistos	< 90
	Rocas metamorficas tales como: Cuarzitas, Neis	90 - 950
Roca Ignea	Roca Ignea fracturada	200 - 350
	Roca Ignea poco fracturada	350 - 950
	Roca Ignea intacta, no presenta fracturas ni diaclasamiento,, roca compacta.	95 - 2900

Tabla 2. Progresión geométrica modificada Civildrill.

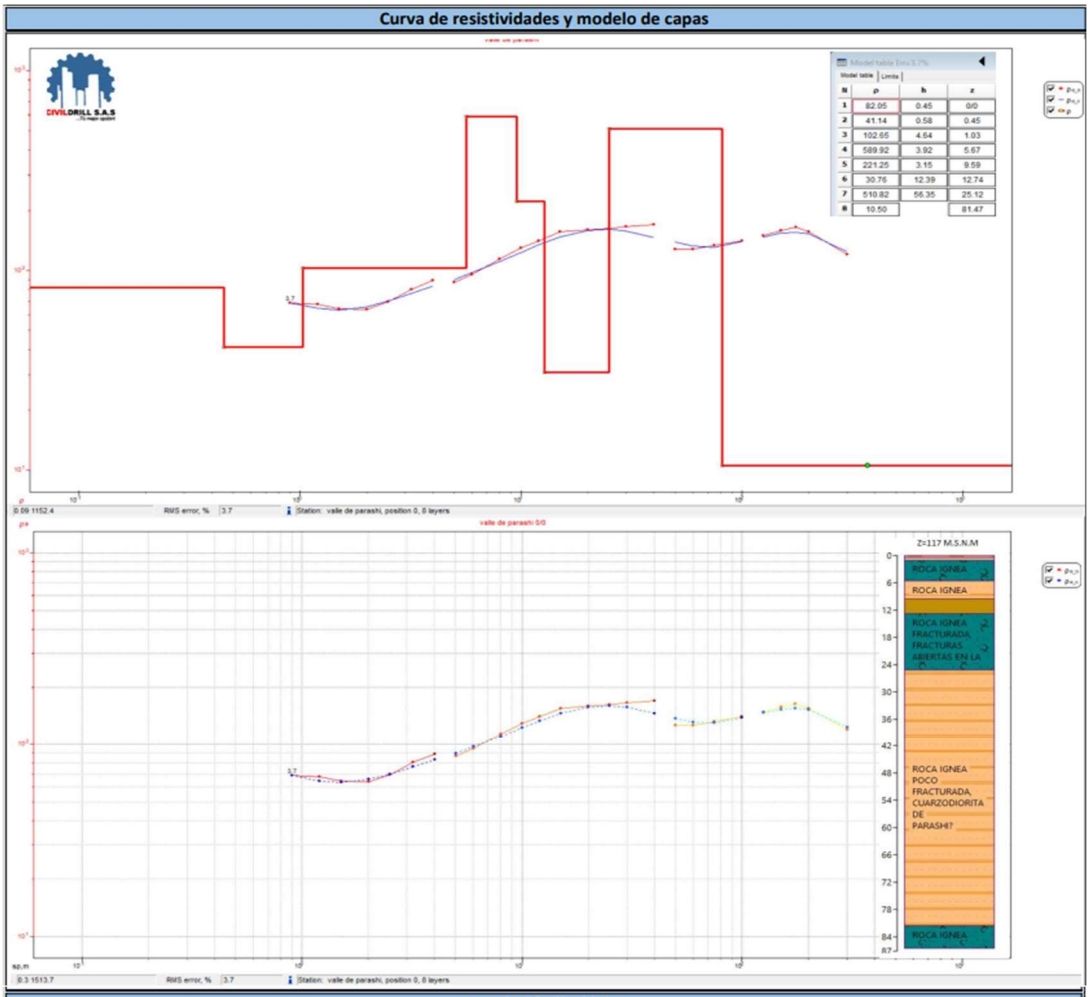
La escasa disociación que posee el agua pura, lo convierte en un aislante de corriente eléctrica, lo que no sucede con las aguas naturales, pues estas presentan sales disueltas, que varían según el tipo de roca y la cantidad en la que se encuentran presentes oscila entre 0.1g/l y 35g/l.

La resistividad del agua puede calcularse mediante la concentración de sales que presenta y la temperatura, mientras mayor es el contenido de sales disueltas dentro de la roca, menor será el impedimento de paso de corriente, es decir la resistividad.

Agua de lagos y arroyos de alta montaña	10 a 3 10^3 Ω.m
Aguas dulces superficiales	10 a 10^3 Ω.m
Aguas salobres superficiales	2 a 10 Ω.m
Aguas subterráneas	1 a 20 Ω.m
Aguas de lagos salados	0.1 a 1 Ω.m
Aguas marinas	0.2 Ω.m
Aguas de impregnación de rocas	0.3 a 10 Ω.m

Tabla 3. Márgenes de variación de resistividad del agua. Fuente: Solana, 2014.

4.7 MODELO GEOELÉCTRICO Y CORRELACIÓN LITOLOGICA



Correlación litológica

Cota: 47 m.s.n.m.

LITOLOGÍA	N° De Capa	ρ (Ω.m)	ESPESOR (m)	BASE CAPA (m)
Arena arcillosa.	1	85.05	0.45	0.45
Arcilla arenosa de alta plasticidad.	2	41.14	0.58	1.03
Roca ígnea fracturada, fracturas abiertas en la roca ígnea, posiblemente con grado de meteorización elevado. Cuarzodiorita de Parashi?	3	102.65	4.64	5.67
Roca Ignea poco fracturada, Cuarzodiorita de Parashi?	4	589.92	3.92	9.59
Roca Ignea fracturada, Cuarzodiorita de Parashi?	5	221.25	3.15	12.74
Roca Ignea fracturada, fracturas abiertas en la roca ignea. Cuarzodiorita de Parashi?	6	30.76	12.39	25.13
Roca Ignea poco fracturada, Cuarzodiorita de Parashi?	7	510.82	56.35	81.48
Roca Ignea fracturada, fracturas abiertas en la roca ignea. Cuarzodiorita de Parashi?	8	10.5	Indeterminado	Indeterminado

Tabla 4. Sondeo eléctrico vertical – interpretación

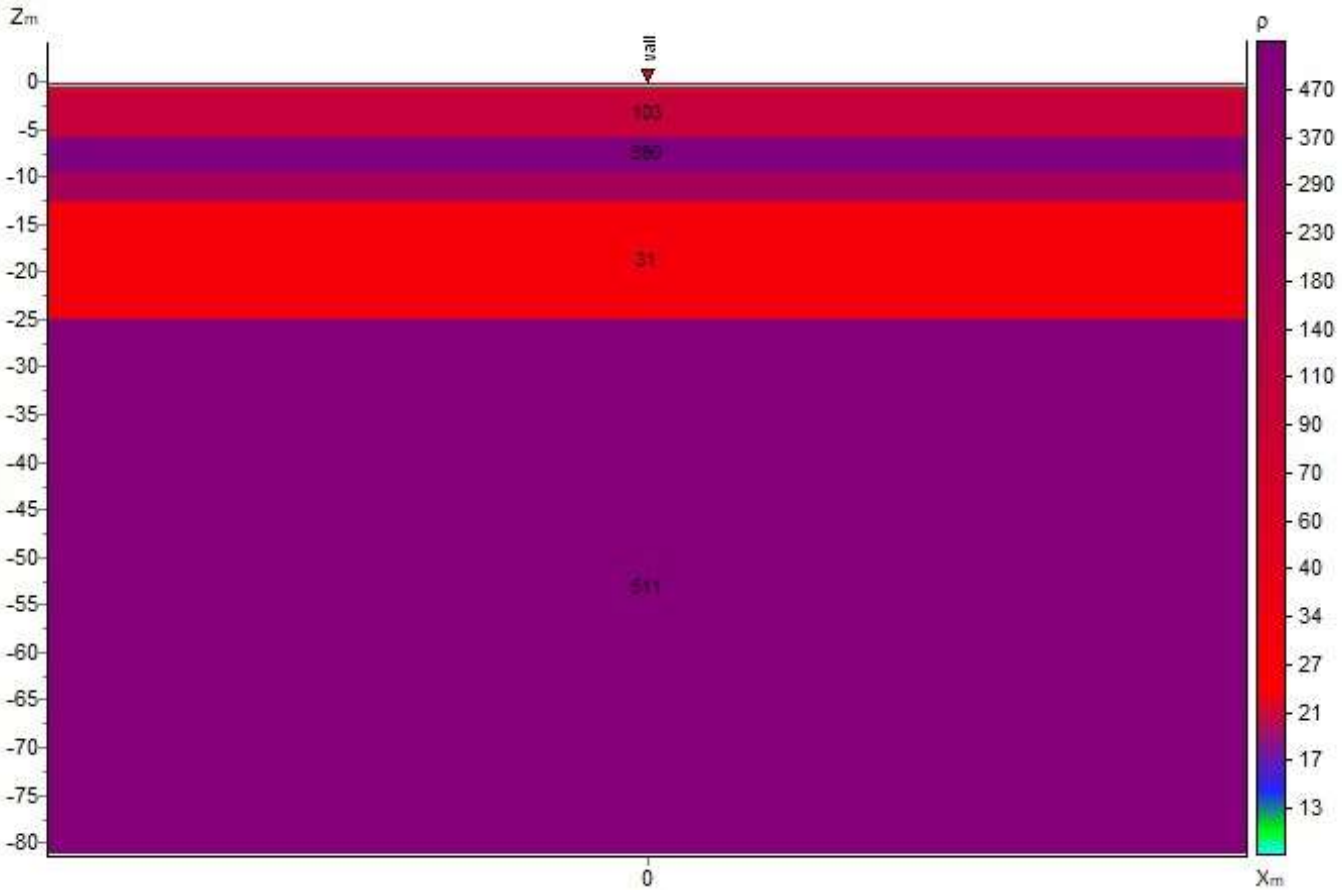


Figura 10. Modelo Geoeléctrico y correlación hidrogeológica SEV.

5 PREDISEÑO DE POZO PROPUESTO

La condición geológica del área, nos muestra que, el sondeo de estudio se ubica sobre rocas de origen ígneo, estas pertenecen a las llamadas Cuarzodiorita de Parashi.

Dado que en el sitio donde se realizó el sondeo eléctrico, se tienen datos de campo que afirma la cartografía geológica actualizada de la zona, los valores de resistividades altos indican claramente que estamos sobre rocas ígneas con una dureza elevada, nula porosidad y permeabilidad lo cual, en este informe se recomienda NO realizar un pozo perforado.

Debido que las condiciones hidrogeológicas son poco favorables para la extracción de aguas subterráneas, aun así, se recomienda realizar un pozo artesiano tipo aljibe, para aprovechar las aguas superficiales que por escorrentía.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La Institución Educativa Valle de Parashi, está asentada sobre rocas de origen ígneo, estas pertenecen a las llamadas Cuarzodiorita de Parashi.
- Según la interpretación de los datos de campo, se encontrará roca ígnea a pocos metros de la superficie, podrían ser cuarzodioritas y granodioritas de grano medio, compuesta por hornblenda y plagioclasa.
- Existen capas referenciadas con resistividades entre 10 – 102 ohm*m, en este informe se interpretan como rocas ígneas fracturadas o con diaclasamiento abierto, la corriente eléctrica se disipa por medio de estas fracturas naturales de la roca y no permite que el equipo geoeléctrico detecte la resistividad real de la capa.
- Es importante destacar que, es única responsabilidad del cliente si decide tomar el riesgo de perforar un pozo con un equipo rotativo en esta zona, estos equipos pueden sufrir daños considerables al intentar sobre pasar las capas geológicas acá descritas.
- El cliente debe ser consciente de que, aunque se sigan las recomendaciones técnicas, existe la posibilidad que el resultado del proceso exploratorio no cumpla con las expectativas en términos de cantidad y calidad del agua necesaria para los fines propuestos. Por lo tanto, se debe estar preparado para tomar decisiones basadas en los resultados obtenidos y asumir la responsabilidad de continuar o no con el proyecto en función de dichos resultados.

Jose Aristides Serrano Martínez
Ingeniero Geólogo
Matricula Profesional 15223-248231BYC COPNIA

Ricardo A. Castro Padilla
Ingeniero Geólogo
Matricula Profesional 071232-064037 CES COPNIA

ANEXOS

+57 3132251470
+57 3164734964
civildrillsas@gmail.com
Calle 23 # 3 – 80
Barrio siete de agosto,
Riohacha – La Guajira

Registro Fotográfico









Figura 11. Registro Fotográfico

Datos de Campo.

N°	AB/2 (m)	MN (m)	K	DC (mV)	I (mA)	ρa
1	0.9	0.4	6.0476	781	68.8	68.7
2	1.2	0.4	10.996	383	62.3	67.6
3	1.5	0.4	17.357	1737	60.1	64.2
4	2	0.4	31.102	129	68.7	63.7
5	2.5	0.4	48.773	83	60.8	69.6
6	3.2	0.4	80.111	83	51.1	80.5
7	4	0.4	125.35	59	59.1	89.0
10	5	2	37.699	130	70.5	87.0
11	6	2	54.978	142	91.9	95.1
12	8	2	98.96	122	119.3	113.7
13	10	2	155.51	94	112.6	129.8
14	12	2	224.62	92	147.1	140.5
15	15	2	351.86	71	160.1	156.0
16	20	2	626.75	23	104.4	159.8
17	25	2	980.18	11	66.4	162.4
18	30	2	1412	12	98.4	166.1
19	40	2	2512	7	74.2	169.8
22	50	20	376.99	15	49.4	127.1
23	60	20	549.78	22	105.2	127.1
24	75	20	867.86	18	127.9	132.9
25	100	20	1555	10	95.8	140.5
28	125	50	942.48	15	100.8	148.6
29	150	50	1374	16	139.2	157.9
30	175	50	2474	12	130.2	163.9
31	200	50	628.32	7	100.4	155.9
32	300	50	1178	5	205.6	120.3

Tabla 5. Datos tomados en campo.