ESTUDIO GEOELÉCTRICO PARA LA PROSPECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL CORREGIMIENTO DE TAGACHÍ, MUNICIPIO DE QUIBDÓ - CHOCÓ

ELABORADO POR:

Luís Gilberto Garcés Ulloa
Geólogo
Matrícula Profesional No: 302 del Consejo Profesional de Geología

ENERO DE 2.011

ESTUDIO GEOELÉCTRICO PARA LA PROSPECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL CORREGIMIENTO DE TAGACHÍ, MUNICIPIO DE QUIBDÓ - CHOCÓ

ENERO DE 2.011

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
1.1. OBJETIVOS
1.2. LOCALIZACIÓN
1.3. MÉTODO DE TRABAJO
1.4. POZOS PERFORADOS
1.5. CLIMA, VEGETACIÓN Y AGUAS SUPERFICIALES
1.6. CUENCA HIDROGEOLÓGICA
1.6.1. Recarga
1.7. SUELOS

2. GEOLOGÍA
2.1. Sedimentos de origen aluvial

3. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS
3.1. Sedimentos de origen aluvial

4. PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA
4.1. LEYES QUE LIMITAN LA GEOELÉCTRICA
4.1.1. Ley de la Equivalencia
4.1.2. Ley de la Supresión de Capas
4.1.3. Efecto de la Inclinación del Basamento
4.2. SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES Y SU INTERPRETACIÓN

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN

FIGURA 1. ARREGLO DE SCHLUMBERGER

FIGURA 3. S. E. V. - 1.

FIGURA 4. CORTE GEOELÉCTRICO I.

FIGURA 5. PRE DISEÑO DEL POZO

APÉNDICES

APÉNDICE 1. CANTIDADES DE OBRA APROXIMADAS PARA LA PERFORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN POZO EN EL CORREGIMIENTO DE TAGACHÍ, MUNICIPIO DE QUIBDÓ - CHOCÓ

APÉNDICE 2. DATOS DE CAMPO DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

APÉNDICE 3. FOTOGRAFÍAS

ESTUDIO GEOELÉCTRICO PARA PROSPECCIÓN DE AGUA EN EL CORREGIMIENTO DE TAGACHÍ, MUNICIPIO DE QUIBDO, DEPARTAMENTO DE CHOCÓ

1. INTRODUCCIÓN.

Cualquier tarea o problema geológico que se vaya a resolver, por lo general se lleva acabo con más de un método, ya sea geológico o geofísico, o como suele llamarse, con un conjunto de métodos geológicos y geofísicos. Cada uno de ellos que entre en el conjunto, resuelve una parte del problema, determina solo una cierta propiedad del cuerpo que se estudia, y la comparación de los datos obtenidos con los distintos métodos que entran en el complejo nos permite valorar la calidad del cuerpo geológico, o sea, resolver el problema geológico.

1.1. CAMPO DE APLICACIÓN DE LA GEOFÍSICA A LA HIDROGEOLOGÍA

Hace cerca de dos décadas, el papel de la Prospección Geofísica en la Hidrogeología, se limitaba generalmente a la determinación del emplazamiento idóneo de la perforación en zonas bastante restringidas, próximas a los centros de utilización, ciudades o fábricas. Posteriormente, el rápido crecimiento de las necesidades urbanas e industriales y el desarrollo de los regadíos, han traído consigo una explotación intensiva de algunos acuíferos, con la consecuencia de que su nivel estático aumentase en profundidad y, a veces un incremento en la salinidad de las aguas. Esto condujo a la necesidad de efectuar el balance de los acuíferos con objeto de establecer programas racionales de explotación. Como quiera que el objetivo de este balance es la evaluación del volumen de los acuíferos y de las reservas de agua, la Prospección Geofísica ha aumentado considerablemente su campo de aplicación en la Hidrogeología.

Actualmente, los problemas hidrogeológicos que la Prospección Geofísica puede ayudar a resolver son los siguientes:

- Localización de capas o de fracturas
- Estimación de la profundidad del acuífero y del nivel hidrostático;
- Determinación de la extensión lateral, espesor y volumen de una formación
- Evaluación de la porosidad total y de las reservas de agua de un acuífero;
- Medida de la velocidad de circulación de la capa de agua;

- Determinación de la salinidad de las aguas;
- Comprobación de las relaciones entre acuíferos;
- Cartografiado de ríos subterráneos.
- Descubrimiento de manantiales marinos;
- Localización del origen de las fuentes termales

La Geofísica es una gran herramienta en las investigaciones hidrogeológicas, la cual en combinación de información adicional como geología de superficie, geología de pozo etc; se puede llegar a soluciones reales a costos relativamente bajos.

Los métodos que con mayor frecuencia se usan en investigaciones hidrogeológicas son:

- Resistividad Eléctrica
- Refracción Sísmica
- Reflexión Sísmica
- Gravimetría
- Métodos electro-magnéticos

A continuación realizaremos una breve ilustración en forma de tablas de las fortalezas y debilidades de cada uno de los métodos que se puede ofrecer para ayudar en la prospección de aguas subterráneas.

HIDROGEOFÍSICA

Método	Resolución	Precisión	Bajo costo
Reflexión Sísmica	* * *	* * *	
Refracción Sísmica	* *	* * *	*
Resistividad eléctrica	* * *	* *	* *
Gravimetría	*	*	* * *
Magnetometría			* * *

Tabla. 1 Comparación de los métodos geofísicos más utilizados en Hidrogeología (En general a mayor número de estrellas el Método es más adecuado).

	Magnet.	Gravim.	Resist elect.	Refrac. Sísm.	Reflex. Sism.
Estructuras geológicas	*	* *	* *	* * *	* * * *
Localización de capas			* *	* *	* * *
Profundidad del acuífero			* *		* *

Nivel hidrostático				* *	* *
Extensión lateral de una formación			* *	* *	* * *
Espesor de una formación			* *	*	* * *
Porosidad			* *	**?**	**?**
Salinidad de las aguas			* * *		
Cartografía de ríos subterráneos	**?**	*	* *	* *	* *
Presencia de agua Subt.			* *	* *	* *

Tabla 2. Muestra algunos de los problemas hidrogeológicos que se presentan continuamente en relación con la eficiencia para solucionarlos de cada uno de los métodos de prospección geofísica.

En la anterior tabla se puede establecer que los métodos que resuelven la tarea en Hidrogeología para la prospección de aguas subterránea son: la Sísmica de Reflexión, la Geoléctrica, la refracción sísmica.

Para el caso especifico del área del Municipio de Quibdo – Chocó, la geoelèctrica combinada con un buen control de geología de campo, toma de muestras de aguas subterráneas, (en nacederos, aljibes y pozos), para conocer la caracterización físico - química de ésta, inventario de puntos de agua y un buen análisis sobre el modelo que controla como funciona el sistema acuífero en el subsuelo del área prioritaria, es el método que más información nos puede suministrar y el de un menor costo.

El presente informe, contiene los resultados del estudio geoeléctrico para la prospección de agua subterránea, realizado en los predios del corregimiento de Tagachí, Municipio de Quibdo, Departamento del Chocó.

1.2. OBJETIVOS

La prospección geoeléctrica, tiene como objetivos fundamentales los siguientes aspectos:

a. Diferenciar capas permeables e impermeables, saturadas o no saturadas de agua.
b. De acuerdo con los parámetros geofísicos encontrados durante la realización de los sondeos eléctricos, establecer la posibilidad de encontrar agua subterránea.
c. Escoger sitios óptimos para la perforación de pozos profundos.

1.3. LOCALIZACIÓN

El corregimiento de Tagachí, está localizado al norte, del municipio de Quibdo, Departamento de Chocó (ver figura 1 de localización, en geología general).

1.3. MÉTODO DE TRABAJO

a. Recopilación de la información existente.
b. Adquisición de un mapa geológico base.
c. Realización de un (1) sondeo eléctrico vertical.
d. Interpretación de curvas de campo.
e. Procesamiento de datos; elaboración del informe final.

1.4. POZOS PERFORADOS.

En el corregimiento de Tagachí, no hay pozos perforados.

1.5. CLIMA

El clima es cálido húmedo, con temperaturas de 32 –34° C. Existen dos épocas de veranos entre diciembre a marzo y de julio a septiembre.

1.6. CUENCA HIDROGEOLÓGICA

En la delimitación de la cuenca - vertiente que incluye el río Atrato y una serie de quebradas que desembocan en el.

1.6.1. Recarga.

La principal fuente de recarga para los acuíferos del Cuaternario, la precipitación y el curso del Río Atrato.

En el contacto agua superficial – arenas, la infiltración es buena, ya que la permeabilidad de estos sedimentos, permite el paso de fluidos con gran facilidad**.**

1.7. SUELOS.

Dependiendo de la clase de suelo, el agua proveniente de la precipitación, puede llegar a recargar los acuíferos en forma considerable.

Hay dos grandes categorías cuando se mira la relación suelo - agua subterránea:

El suelo permeable.

El suelo impermeable como retenedor de agua.

La velocidad de percolación del agua depende de la permeabilidad del suelo, de su capacidad de retención y de facilidad para almacenar fluidos, características estas que dependen de propiedades tales como: estructura, textura, porosidad, drenaje, alteración y composición.

En los suelos arenosos o franco arenosos, la velocidad de infiltración es alta, trayendo inconvenientes tales como resequedad, factor este que presenta déficit de agua especialmente en las plantas con raíces poco profundas. En suelos con textura arcillosa las aguas prácticamente se estancan, formando charcos, los cuales se pueden prestar para el desarrollo de plagas. Así mismo los suelos con una textura limosa, se hacen impermeables ya que la comunicación entre poros es muy pobre, y el agua no puede percolar al formar estos suelos, verdaderos sellos.

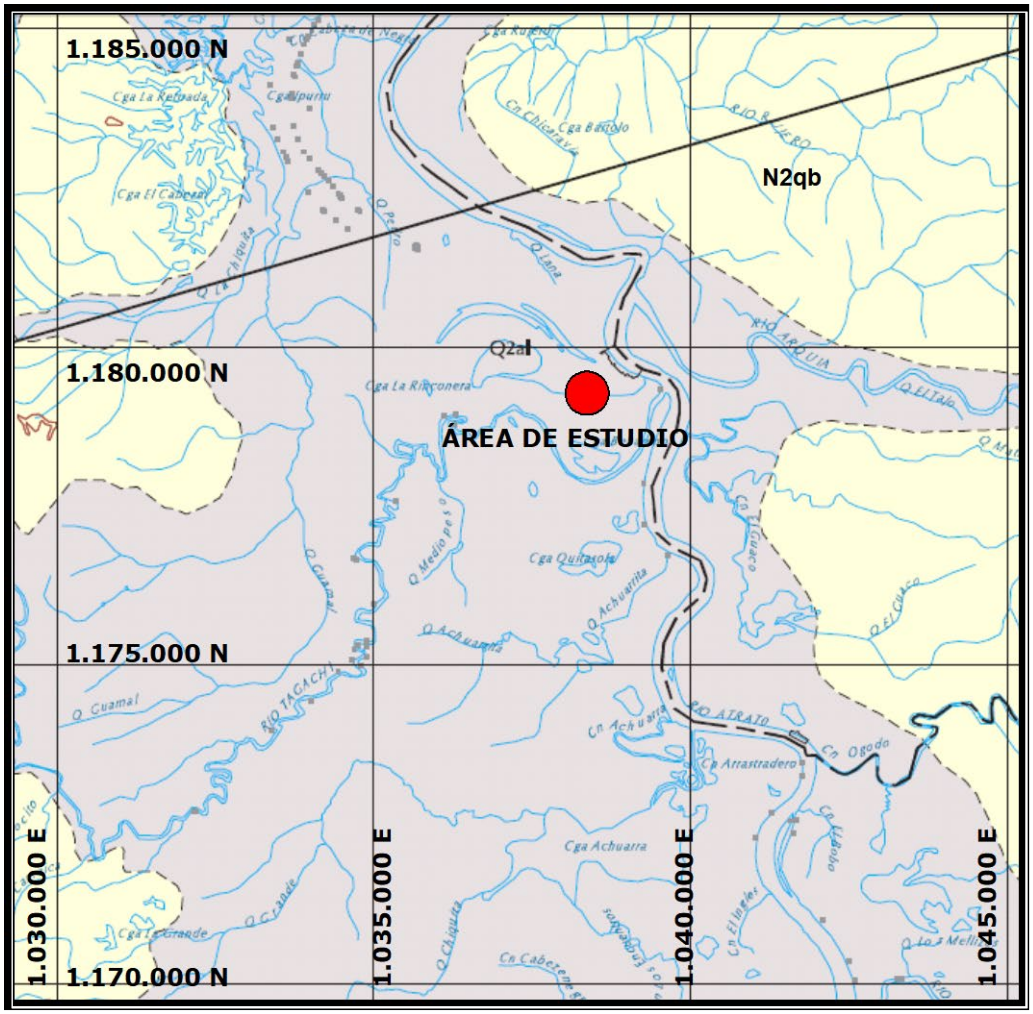
El suelo en los predios del corregimiento de Tagachí, es arenoso, permitiendo la infiltración y por consiguiente acumulación de agua subterránea, con gran facilidad.

2. GEOLOGÍA

Geológicamente, la zona de estudio, esta conformada por sedimentos de origen aluvial

2.1. Sedimentos de origen aluvial

Consta de arenas, gravas y arcillas. Su espesor es mayor de 70 m, de acuerdo a los estudios realizados.



Q2al	Terrazas aluviales altas.	N2qb	Formación Quibdo: Conglomerados finos a medios, areniscas conglomeraticas, areniscas y lodolitas.

Figura No.1. Localización en Geología General.
Corregimiento de Tagachi municipio de Quibdó - Choco.
Tomado de Ingeominas, 2002.
Mapa geológico de Río Tagachi, plancha 144
Escala 1:100.000.
● Localización Área de Estudio.

3. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS

Se hace una breve descripción de las diferentes unidades geológicas que afloran en la zona de estudio, así como en las áreas de recarga; es una apreciación cualitativa de la porosidad y permeabilidad tanto primaria como secundaria de las rocas involucradas en el proyecto.

Según Custodio, (1976), la clasificación de los acuíferos es la siguiente:

Acuíferos: Es una unidad geológica que es capaz de almacenar y transmitir agua (gravas, arenas, materiales calizos, etec); son formaciones con capacidad de drenaje alta, en las que se pueden perforar pozos, con el fin de satisfacer las necesidades de agua, tanto para comunidades como para uso industrial.

Acuítardos: Es una unidad geológica que es capaz de almacenar el agua en cantidades importantes, pero las transmiten con dificultad; se suelen llamar con frecuencia formaciones semipermeables, (limos, arenas limosas, arenas arcillosas, etec) y su capacidad de drenaje es media a baja, no son de interés para satisfacer grandes demandas de agua.

Acuícludos: Es una unidad geológica que contiene agua pero que no tiene la capacidad para transmitirla y se drena con mucha dificultad; el agua se encuentra encerrada en los poros de la formación y no puede ser liberada, (arcillas, arcillas plásticas, shales, lutitas carbonáceas) en hidrología clásica se catalogan como impermeables.

Acuífugos: Es una unidad geológica incapaz de almacenar y transmitir agua, están representadas por formaciones compactas, como granitos, gneisis y calizas y areniscas muy compactas.

3.1. Sedimentos de origen aluvial

Las gravas y arenas conforman acuíferos; las arcillolitas conforman acuífugos.

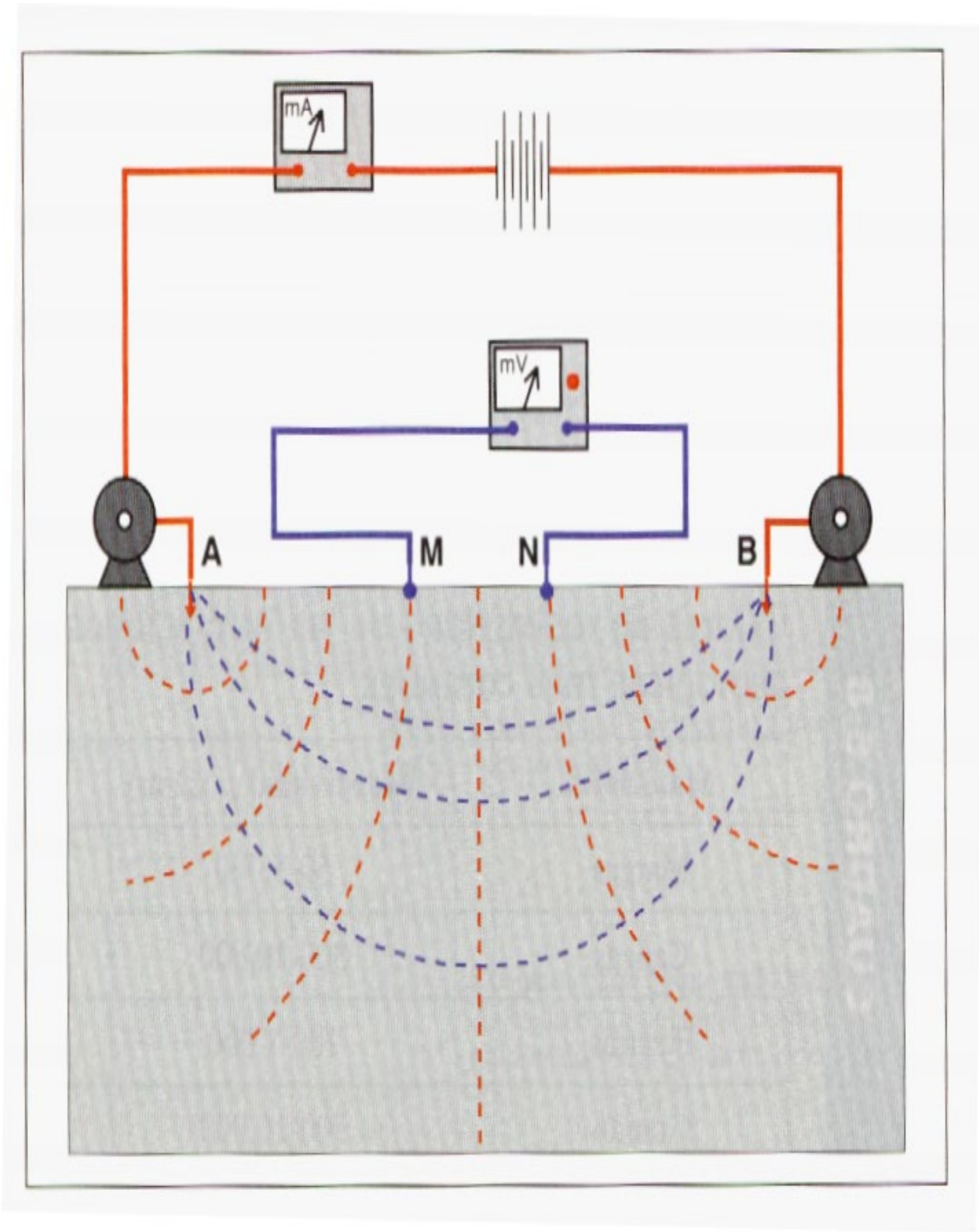


Figura 2. Arreglo de Schlumberger.
Tomado de: Ingeniería Geológica, 2.002

4. PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA

En la prospección geoeléctrica, se utilizó un equipo de resistividad, Geosystem RC7, consistente en un amperímetro y un voltímetro digitales, una unidad generadora de fuerza electromotriz, que introduce la corriente en el subsuelo. Así se obtiene la intensidad de la corriente (I), en miliamperios y la diferencia de potencial (V), en milivoltios. Las relaciones delta V/I, multiplicadas por factores geométricos exclusivos para cada arreglo, producen las resistividades aparentes, que son ploteadas en papel bilogarítmico en función de AB/2 (semidistancia electródica de corriente).

El dispositivo utilizado fue el Schlumberger, con variación de electrodos de potencial desde 0.5 hasta 150 metros (o sea MN/2 semidistancia electródica de potencial). La distancia AB/2, varió desde 1.5 hasta 150 metros. La figura 2, es una representación del arreglo de Schlumberger.

El calculo y la determinación y profundidades reales se realizo mediante el programa RESIXP versión 6.1, creando archivos con los datos de campo e interpretando las curvas de resistividades aparentes y obteniendo de esta forma modelos de capas geoeléctricas para cada sondeo.

4.1. LEYES QUE LIMITAN LA GEOELÉCTRICA

Como todas las ciencias físicas la geoeléctrica, tiene una serie de leyes que, en un momento determinado, pueden ser contraproducentes al resultado final de interpretación sino se tienen en cuenta. Estas leyes a grosso modo dicen lo siguiente:

4.1.1. Ley de la Equivalencia

Una capa de espesor pequeño y alta resistividad, puede ser equivalente a una capa de espesor moderado y resistividad moderada. Estos efectos se minimizan, teniendo datos de litología, que permitan conocer el espesor real de las capas.

4.1.2. Ley de la Supresión de Capas

Se presentan dos clases de supresiones: la más importante dice: si la resistividad inicial es muy alta y de espesor importante, muchas capas delgadas pueden quedar suprimidas mientras la resistividad baja. Así mismo dice que a ciertas profundidades, cuando los espaciamientos aumentan, capas delgadas pueden quedar suprimidas o promediadas. Para minimizar estos efectos se utilizan registros eléctricos de pozo.

4.1.3. Efectos de la Inclinación del Basamento

Cuando capas inclinadas, se encuentran cubiertas por capas horizontales, como depósitos aluviales; si la dirección del sondeo eléctrico no coincide con la dirección de los estratos, se pueden presentar errores en los parámetros geofísicos obtenidos.

4.2. SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES Y SU INTERPRETACIÓN

Se realizó un (1) sondeo eléctrico vertical, (S. E. V.) para conocer las características hidrogeológicas del subsuelo en los predios del corregimiento de Tagachí, en el Municipio de Quibdó - Chocó.

En la figura 3, se encuentra la curva obtenida del sondeo realizado, con su respectiva interpretación.

Los resultados del S. E. V., antes mencionado, son los siguientes:

S. E. V. - 1.

Capa	Profundidad	Resistividad	Interpretación Hidrogeológica
	(metros)	(Ohmios-mt)	
1	0 – 1	24	Suelo arcillo - limoso
2	1 – 9	21	Arcillas y limos
3	9 – 46	30	Arenas saturadas con agua e intercalaciones de arcillas
4	46 – 66	95	Gravas y arenas saturadas con agua e intercalaciones de arcillas
5	66 – ?	17	Arcillas, arenas saturadas con agua

De acuerdo con los datos anteriores, se construyó el corte geoeléctrico I, (figura 4), en el cual se resume el trabajo realizado y los datos obtenidos. Igualmente, en la figura 4, se encuentra localizado el sitio, profundidad y materiales que atravesará la perforación recomendada.

.

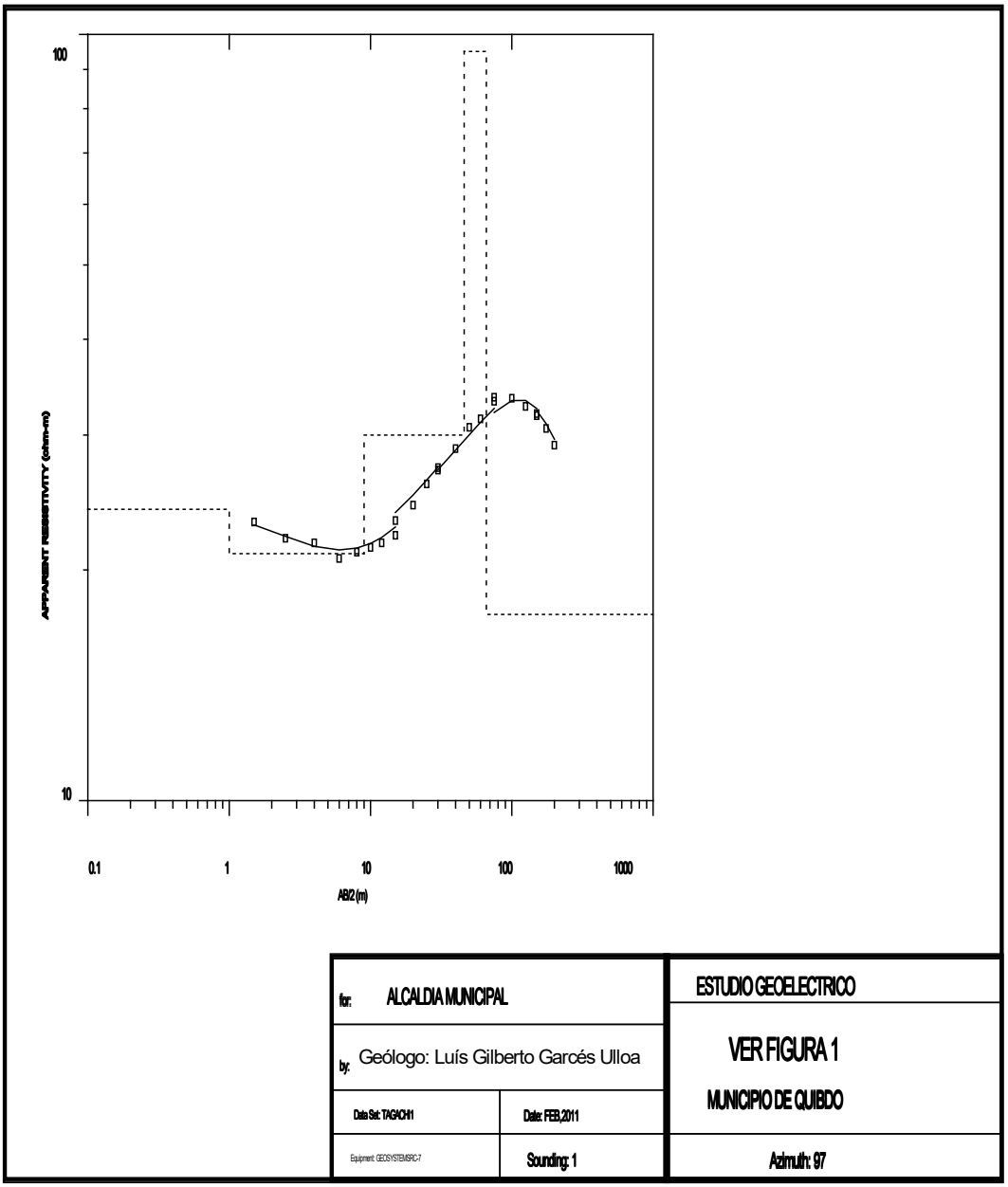
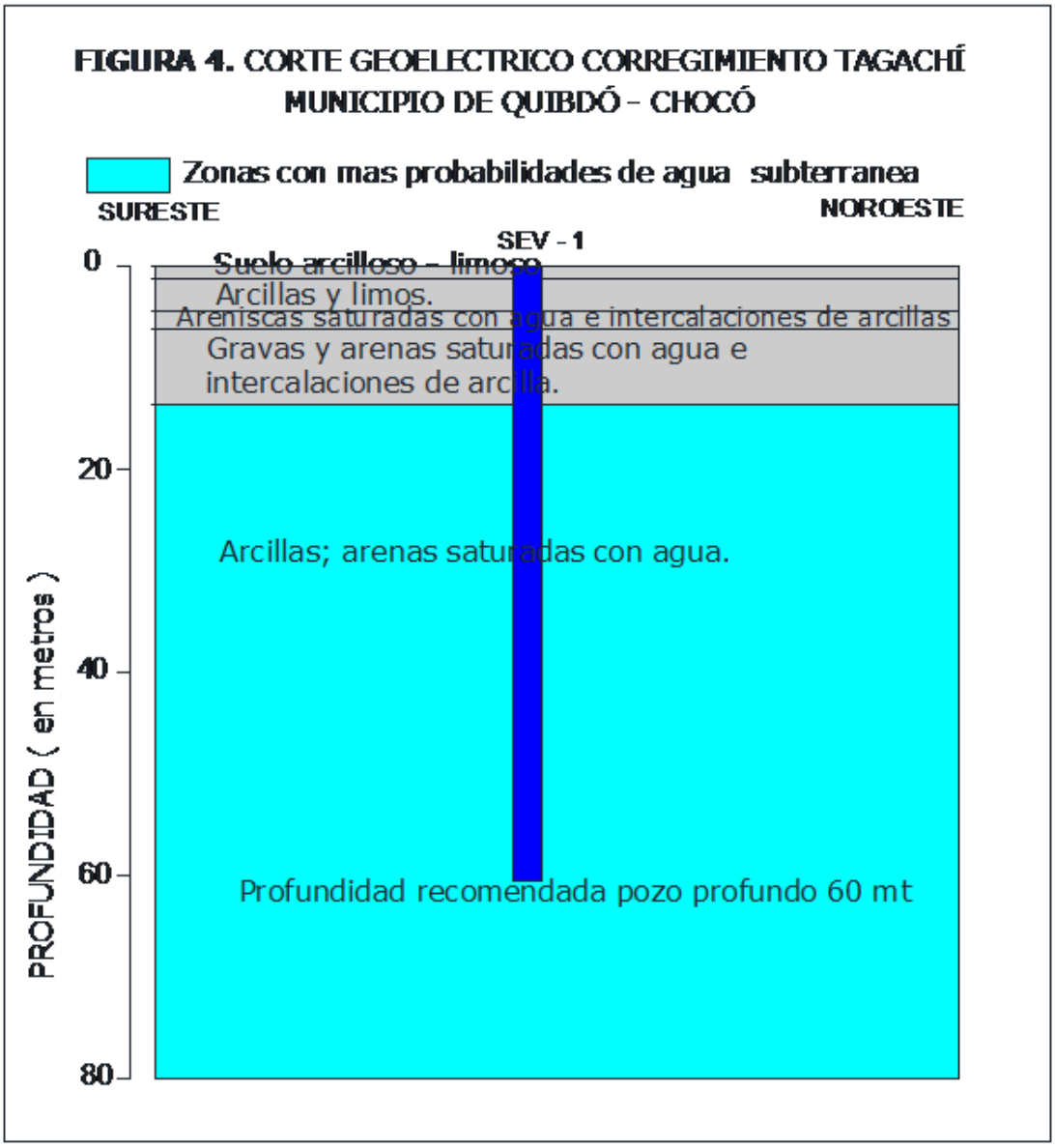


FIGURA 3. S.E.V. 1.



5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el corte geoeléctrico I, (figura 4), se puede apreciar como los primeros 9 m de profundidad, están secos y los conforman el suelo arcillo – limoso y arcillas. A profundidades mayores de 9 m, encontramos las gravas y arenas saturadas con agua, existiendo intercalaciones de arcillas.

Debido a la gran permeabilidad del suelo arenoso y las gravas, permiten el paso de fluidos con gran facilidad y teniendo en cuenta la cantidad de pozos sépticos que hay, por ningún motivo se pueden colocar filtros en los primeros 25 m.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las condiciones para el aprovechamiento de agua subterránea en los predios del corregimiento de Tagachí, en el Municipio de Quibdo, son buenas a profundidades mayores de 9 m.

Geológicamente la zona de estudio está conformada por sedimentos de origen aluvial, conformados por arcillas, arenas y gravas interestratificados.

Se recomienda perforar un pozo hasta una profundidad de 60 metros, en el sitio en donde se hizo el sondeo 1.

Por ningún motivo se deben colocar filtros en los primeros 25 m de profundidad.

Una vez terminada la perforación de prueba, se recomienda tomar un registro eléctrico de pozo con sondas de SP, Resistividad y Gamma Ray.

Se recomienda utilizar tubería y filtros en PVC RDE21, en 4 pulgadas.

Se recomienda utilizar gravilla seleccionada, lavada y sin calcáreos.

Se recomienda utilizar un dispersante de arcillas, como TRIPOLIFOSFATO DE SODIO, durante la limpieza y desarrollo del pozo.

Se recomienda realizar una prueba de bombeo con un caudal parecido al de las necesidades de la finca, durante 24 horas continuas y luego la prueba de recuperación, hasta que el nivel estático inicial haya recuperado un 97% de su valor. En las pruebas de bombeo, se medirán niveles y caudales. Con estos datos, se analizarán las pruebas y se calcularán características como capacidad especifica, radio de influencia, transmisividad, caudal de explotación, tipo de bomba y profundidad de instalación, etc.

Por último, se recomienda realizar análisis físicos- químicos y bacteriológicos del agua para precisar su calidad en el consumo humano.

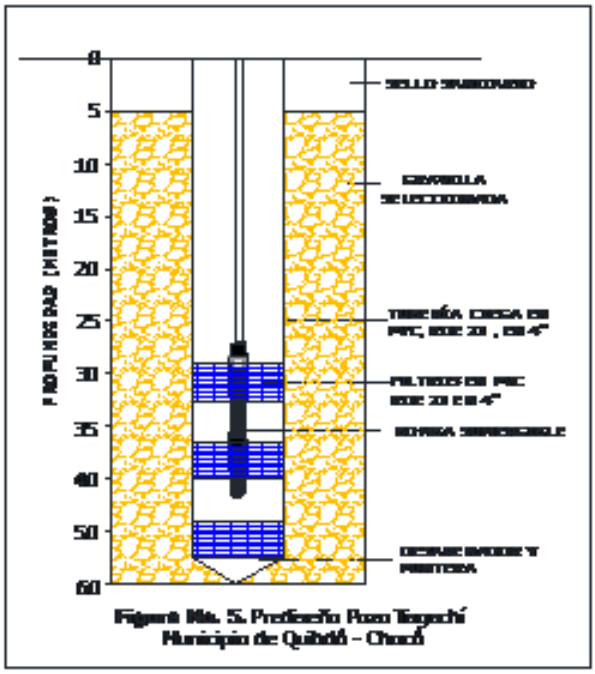


Figura No. 5. Profundidad Pozo Tagachí
Municipio de Quibdó – Chocó

APÉNDICE - 1. CANTIDADES DE OBRA APROXIMADAS PARA LA PERFORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN POZO EN EL CORREGIMIENTO DE TAGACHI, MUNICIPIO DE QUIBDÓ - CHOCÓ

Items	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Transporte de personal, equipos, adecuación del terreno y elaboración de piscinas para lodos.	Global	1
2	Localización, trazado y replanteo, se utilizará personal experto (topógrafo) con quipo de precisión. Se hará con la frecuencia que lo indique la interventoría. Incluye demarcación con pintura, línea de trazado, libreta y plano record.	M2	36
3	Suministro e Instalación Tuberías PVC U.P. RDE 21 de 2" Presión	ML	60
4	Perforación de prueba en 6 1/2" para estudio litológico	ML	60
5	Análisis litológico y granulométrico para diseño del pozo	UN	40
6	Perforación de ampliación en 8 1/2"	ML	60
7	Preparación, de tubería y filtros, biselado y empalmes niples a filtros	UN	1
8	Encamisado del pozo 4" filtros y tubería	ML	60
9	Suministro e Instalación de tubería PVC RDE 21 de 4"	ML	45
10	Suministro e Instalación Tubería con filtro en rollos de 4"	ML	15
11	Suministro e Instalación Gravilla gradada y seleccionada	M3	8
12	Lavado y desarrollo del pozo por métodos combinados (jetting-aire comprimido)	UN	1

13	Prueba de bombeo	UN	1
14	Construcción cabeza de pozo y sello sanitario en concreto, Suministro de gravilladores.	M3	0.2
15	Desinfección del pozo	UN	1

SUMINISTRO DE MATERIALES

11	Tubería en PVC RDE21, en 4 pulgadas.	ML	45
12	Filtros en PVC RDE21, en 4 pulgadas.	ML	15
13	Gravilla seleccionada, lavada y libre de calcáreos.	Tonelada	5
14	Soldadura, cortes y puntera.	Global	1

DATA SET: TAGACHI1

CLIENT: ALCALDIA MUNICIPAL
LOCATION: VER FIGURA 1
COUNTY: MUNICIPIO DE QUIBDO
PROJECT: ESTUDIO GEOELECTRICO
EQUIPMENT: GEOSYSTEMSRC-7

DATE: FEB,2011
SOUNDING: 1
AZIMUTH: 97°

Schlumberger Configuration

FITTING ERROR: 1.835 PERCENT

L #	RESISTIVITY (ohm-m)	THICKNESS (meters)	ELEVATION (meters)	LONG. COND. (Siemens)	TRANS. RES. (Ohm-m^2)
				0.0	
1	24.00	1.00	-1.00	0.0416	24.00
2	21.00	8.00	-9.00	0.380	168.0
3	30.00	37.00	-46.00	1.23	1110.0
4	95.00	20.00	-66.00	0.210	1900.0
5	17.50				

DATOS DE CAMPO DEL S.E.V. 1. CORREGIMIENTO DE TAGACHÍ, MUNICIPIO DE QUIBDO – CHOCÓ

No.	SPACING (m)	RHO-A (ohm-m) DATA	SYNTHETIC	DIFFERENCE (percent)
1	1.50	23.10	22.89	0.866
2	2.50	22.00	22.12	-0.573
3	4.00	21.70	21.47	1.04
4	6.00	20.70	21.24	-2.62
5	8.00	21.10	21.35	-1.21
6	10.00	21.40	21.65	-1.16
7	12.00	21.70	22.04	-1.61
8	15.00	22.20	22.74	-2.47
9	15.00	23.20	23.77	-2.47
10	20.00	24.30	25.04	-3.05
11	25.00	25.90	26.20	-1.17
12	30.00	27.20	27.21	-0.0605
13	30.00	27.00	27.01	-0.0605
14	40.00	28.80	28.67	0.436
15	50.00	30.70	30.02	2.20
16	60.00	31.50	31.15	1.08
17	75.00	33.60	32.48	3.31
18	75.00	33.20	32.10	3.31
19	100.0	33.50	33.27	0.686
20	125.0	32.70	33.28	-1.79
21	150.0	32.00	32.49	-1.53
22	150.0	31.80	32.28	-1.53
23	175.0	30.60	31.05	-1.47
24	200.0	29.10	29.62	-1.81





Fotografías No. 1 y No. 2. Localización Sondeo Eléctrico Vertical 1, corregimiento de Tagachí, municipio de Quibdo – Chocó.