



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“MÉTODO ZAHORI, ALTERNATIVA DE  
PRECISIÓN Y BAJO COSTO EN LA  
BÚSQUEDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS  
COMPARADO CON EL MÉTODO SEV,  
APLICADO EN PEQUEÑA MINERÍA”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero de Minas**

**Autores:**

Bach. David Yopla Chilón

Bach. Darwin Henry López Reyna

**Asesor:**

Ing. Roberto Gonzales Yana

Cajamarca – Perú

2016

## **APROBACIÓN DE LA TESIS**

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **Yopla Chilón, David y López Reyna, Darwin Henry**, denominada:

**“MÉTODO ZAHORI, ALTERNATIVA DE PRECISIÓN Y BAJO COSTO EN LA BÚSQUEDA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS COMPARADO CON EL MÉTODO SEV, APLICADO EN PEQUEÑA MINERÍA”.**

---

Ing. Roberto Severino Gonzales Yana  
**ASESOR**

---

Ing. José Alfredo Siberoni Morales  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León  
**JURADO**

---

Ing. Wilder Chuquiruna Chávez  
**JURADO**

## DEDICATORIA

A MI ADORADA MADRE, A MIS  
HIJAS Y ESPOSA POR SER MI  
RAZÓN DE VIVIR, A MIS  
HERMANOS POR SU  
INVALORABLE APOYO Y  
COMPRENSIÓN, SIN ELLOS  
HUBIESE SIDO DIFÍCIL CUMPLIR  
ESTA ANHELADA META DE MI  
ÉXITO PROFESIONAL.

DAVÍD.

DEDICO ESTE INFORME A MIS  
PADRES Y HERMANAS POR  
BRINDARME SU APOYO Y  
COMPRENSIÓN EN LOS  
MOMENTOS MÁS DIFÍCILES.

DE IGUAL MODO A MIS HIJAS  
TERESITA Y GABRIELA, POR  
SER LA FORTALEZA PARA  
SEGUIR ADELANTE.

DARWÍN.

## AGRADECIMIENTO

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar nuestro más profundo y sincero Agradecimiento a nuestros padres y hermanos por su incondicional apoyo moral e Intelectual.

Del mismo modo a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Ing. Roberto Gonzales Yana, por su apoyo como asesor; en la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de estos años.

Así mismo a los jurados por el apoyo brindado, mostrando interés y sugerencias continuas recibidas por nuestro trabajo.

Asimismo agradecer al personal de la cantera Rumipampa, por brindarnos el apoyo y por la confianza recaída en nosotros, para la realización del presente trabajo.

Los autores.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>APROBACIÓN DE LA TESIS</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>ixx</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO 1.INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema.....	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Limitaciones.....	14
1.5. Objetivos.....	14
1.5.1. Objetivo General.....	14
1.5.2. Objetivos Específicos.....	14
<b>CAPÍTULO 2.MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1. Antecedentes.....	15
2.2. Bases Teóricas.....	15
2.2.1. Aguas Subterráneas.....	15
2.2.1.1. Acuífero.....	15
2.2.1.2. Estructura.....	16
a) Zona de saturación.....	16
b) Zona de aireación o vadosa.....	16
2.2.1.2.1. Tipos de Acuífero.....	16
2.2.1.2.2. Según su Textura.....	18
a) Porosos.....	18
b) Fisurales.....	18
2.2.1.2.3. Según su comportamiento hidrodinámico.....	18
2.2.1.2.4. Según su comportamiento hidráulico.....	19
2.2.1.3. Recarga.....	20
2.2.1.4. Tránsito.....	22
2.2.1.5. Descarga.....	23

2.2.2. Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) .....	23
2.2.2.1. Sondeo Wenner .....	23
2.2.2.2. Sondeo Schlumberger .....	24
2.2.2.3. Efectos laterales en el SEV y ambigüedades .....	24
2.2.3. Zahori .....	25
2.2.4. Porosidad .....	27
2.2.4.1. Categoría de Poros .....	27
2.2.4.2. Determinación de Porosidad .....	29
2.2.5. Permeabilidad.....	31
2.2.6. Darcy .....	32
2.3. Definición de términos básicos.....	32
<b>CAPÍTULO 3.HIPÓTESIS.....</b>	<b>35</b>
3.1. Formulación de la hipótesis.....	35
3.2. Operacionalización de variables .....	35
<b>CAPÍTULO 4.MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
4.1. Tipo de diseño de investigación. ....	36
4.2. Material. ....	36
4.2.1. <i>Unidad de estudio.</i> .....	36
4.2.2. <i>Población.</i> .....	36
4.2.3. <i>Muestra.</i> .....	36
4.3. Métodos. ....	36
4.3.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos .....	36
4.3.2. Análisis de Datos.....	37
4.3.2. Procedimientos .....	37
<b>CAPÍTULO 5.DESARROLLO.....</b>	<b>38</b>
5.1. Aspectos Generales .....	38
5.1.1. ubicación de Cantera.....	38
5.1.2. Accesibilidad.....	39
5.2. Geografía y Fisiología.....	40
5.2.1. Geomorfología.....	40
5.2.2. Clima .....	41
5.2.3. Lluvia.....	41
5.3. Recurso Minerales y Geología.....	41
5.3.1. Aspectos Geológicos .....	41
5.3.1.1. Geología Local .....	41
5.3.1.2. Formación .....	41
5.3.1.3. Aspectos Litológicos.....	42
5.3.1.3.1. Clasificación Genética.....	42
5.3.2.3.2. Clasificación Litológica.....	42
5.3.1.4. Meteorización .....	43

---

5.3.1.4.1. Meteorización Química .....	43
5.3.1.4.2. Meteorización Física .....	44
5.3.1.5. Porosidad .....	45
5.3.1.6. Textura .....	46
5.4. Geología Estructural .....	47
5.4.1. Falla .....	47
5.4.2. Fracturas .....	48
5.5. Procedimiento para la búsqueda de agua Subterránea.....	49
5.5.1. Método Zahori .....	49
5.5.1.1. Buscando corrientes de agua .....	49
5.5.1.2. Determinar Profundidad.....	50
5.5.1.3. Determinar Caudal .....	51
5.5.1.4. Determinar líneas de flujo .....	51
5.5.2 Método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).....	52
<b>CAPÍTULO 6.RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO 7.DISCUSIÓN.....</b>	<b>54</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Cuadro de Porosidad y Permeabilidad .....	31
Tabla N° 02 Variables Independientes.....	35
Tabla N° 03 Variable Dependiente.....	35
Tabla N° 04 Coordenadas de Cantera .....	38
Tabla N° 05 Acidez de las rocas ígneas .....	42
Tabla N° 06 Ubicación .....	44
Tabla N° 07 Propiedades geotécnicas de Cajamarca .....	45
Tabla N° 08 Valor de textura.....	46
Tabla N° 09 Ubicación de Fracturas .....	48
Tabla N° 10 Ubicación del pozo.....	51
Tabla N° 11 Cuadro Comparativo Vs. SEV .....	53



---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen N°01 Tipos de acuífero .....	17
Imagen N°02 Sondeo Wenner .....	23
Imagen N°03 Sondeo Schulumberger.....	24
Imagen N°04 Varillas usadas por el Zahori .....	25
Imagen N°05 Cantera Rumipampa .....	38
Imagen N°06 Camino a Rumipampa.....	39
Imagen N°07 Geomorfología de la zona de Rumipampa .....	40
Imagen N°08 Meteorización Química.....	43
Imagen N°09 Meteorización Física .....	44
Imagen N°10 Porosidad.....	46
Imagen N°11 Corrientes de agua, intersectadas por una falla .....	47
Imagen N°12 Familia de fracturas.....	48
Imagen N°13 Búsqueda de aguas subterráneas.....	49
Imagen N°14 Calculando Profundidad de la corriente de agua .....	50
Imagen N°15 Determinando líneas de flujo de agua .....	51
Imagen N°16 Tomando Punto Central .....	52
Imagen N°17 Alineado puntos .....	52
Imagen N°18 Pulsaciones Eléctricas .....	52
Imagen N°19 Construcción del pozo.....	60

## RESUMEN

En el siguiente trabajo de investigación, servirá a la “cantera de Rumipampa” para optimizar sus costos para el mejor desarrollo en la fabricación de ladrillos. Se ha demostrado que el método Zahori es una alternativa de precisión y bajo costo en la búsqueda de agua subterránea en comparación con el método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV). Se describieron y se aplicaron los pasos a detalle de ambos métodos.

Con la implementación del método Zahori en la cantera Rumipampa se demostró la precisión del método en la búsqueda de aguas subterráneas respecto al método SEV, teniendo una inversión de estudio de S/. 500.00.

Con el desarrollo de este informe se detalla los procedimientos a seguir de cada uno de los métodos, así como un cuadro comparativo de ambos.

Demostrando exitosamente la precisión del método ZAHORI, así como la baja inversión que se necesita para su aplicación, respecto al método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).

## ABSTRACT

In the following research, will serve to "quarry Rumipampa" to optimize your costs for the best development in brickmaking. It has been shown that the method is an alternative Zahori accuracy and low cost in the search for groundwater compared with vertical electrical survey method (SEV). They were described and the steps were applied to detail of both methods.

With the implementation of the method in the quarry Zahori Rumipampa precision of the method it was demonstrated in groundwater finding regarding SEV method, having an inversion study of S /. 500.00.

With the development of this report the procedures of each of the methods as well as a comparative table of both detailed.

Successfully demonstrating the accuracy of ZAHORI method as well as the low investment required for its implementation, regarding the method of Vertical Electrical Sounding (VES).

---

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

El **agua subterránea** según Rivera (2005), indica que la fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de kilómetros cuadrados. El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la población mundial, pero; de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobre explotación. El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua. El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos.

Es una creencia común que el agua subterránea llena cavidades y circula por galerías. Sin embargo, no siempre es así, pues puede encontrarse ocupando los intersticios (poros y grietas) del suelo, del sustrato rocoso o del sedimento sin consolidar, los cuales la contienen como una esponja. La única excepción significativa la ofrecen las rocas solubles, como las calizas y los yesos, susceptibles de sufrir el proceso llamado karstificación, en el que el agua excava simas, cavernas y otras vías de circulación, modelo que más se ajusta a la creencia popular.

La presente investigación, involucra una serie de desarrollos individuales que en su conjunto logran obtener el objetivo planteado, emplear un método de búsqueda de agua subterránea llamado ZAHORI, con implementos y procesos de bajo costo que permita ser beneficioso para la explotación de canteras y minas pequeñas e incluso para las zonas rurales que no cuenten con agua.

ZAHORI, es una metodología en dónde el agua pueda enviar una señal desde la profundidad sin la necesidad de utilizar la inyección de energía desde la superficie.

Los métodos actuales y más empleados para la búsqueda de agua freática son muy costosos como:

- Sondeos eléctricos verticales (SEV).
- Calicatas eléctricas (CE).

- Polarización inducida (PI).
- Potencial espontáneo (PE).
- Waterfinder.

En los últimos tiempos se han difundido métodos como **Imagen Eléctrica o Tomografía eléctrica, Resonancia Magnética Protónica y Geo Radar.**

Pero el método Zahori tiene también la eficacia de resolver en la búsqueda de agua freática.

## 1.2. Formulación del problema

¿Es posible demostrar que el método Zahori es una alternativa de precisión y bajo costo en la búsqueda de agua subterránea en comparación con el método SEV?

## 1.3. Justificación

### 1.3.1. Justificación teórica

Esta investigación busca apoyar, en la búsqueda de aguas Subterráneas para el aprovechamiento del mismo en la cantera Rumipampa.

### 1.3.2. Justificación aplicativa o práctica

La finalidad de esta investigación es demostrar la eficiencia del método ZAHORI, la cual permitirá aprovechar el agua logrando una producción, con resultado muy rentable.

### 1.3.3. Justificación valorativa

El desarrollo de la presente investigación tiene la finalidad de incrementar la producción en la cantera Rumipampa, con la construcción de un pozo de captación de aguas subterráneas, la que permitirá reducir costos, incrementando así los ingresos económicos.

### 1.3.4. Justificación académica

Permitir emplear los conocimientos obtenidos en el desarrollo de la carrera profesional, aplicándolos de manera eficiente, logrando obtener el resultado deseado, como es, encontrar agua.

## **1.4. Limitaciones**

Las limitaciones que tiene el método ZAHORI, son las siguientes:

1. Este método, funciona solamente en aguas subterráneas en movimiento.
2. No es preciso la búsqueda de aguas subterráneas en campos electromagnéticos (presencia de energía eléctrica).
3. Falta de experiencia en el método ZAHORI, y de concentración.
4. No se ha encontrado información documentada sobre trabajos anteriores del método ZAHORI.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Demostrar que el método Zahori es una alternativa de precisión y bajo costo en la búsqueda de agua subterránea en comparación con el método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Describir el método Zahori.
- Describir el método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).
- Demostrar la precisión de método Zahori con respecto al método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).
- Demostrar que el método Zahori es más económico con respecto al método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

En la zona de Rumipampa, no se han encontrado estudios anteriores, de este método, lo cual nos ha limitado encontrar información relevante al estudio. Cabe indicar que el método Zahori es de tiempos antiguos, así mismo se indica que no existe información documentada por ser un método empírico, pero se han encontrado diferentes direcciones web donde aplican este método, como se indica en las referencias bibliográficas 1,5.

### **2.2. Bases Teóricas**

#### **2.2.1. Aguas Subterráneas**

Según Ordoñez (2011), representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra.

El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de kilómetros cuadrados.

El agua subterránea es parte de la precipitación que se infiltra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua. Moviéndose lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos.

##### **2.2.1.1. Acuífero.**

Según Ordoñez (2011), es aquel estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas.

En estas formaciones podemos encontrarnos con materiales muy variados como gravas de río, limo, calizas muy agrietadas, arenisca porosas poco cementadas, arenas de playa, algunas formaciones volcánicas, depósitos de dunas e incluso ciertos tipos de arcilla.

El nivel superior del agua subterránea se denomina nivel freático, y en el caso de un acuífero libre, corresponde al nivel freático.

#### **2.2.1.2. Estructura.**

Según Ordoñez (2011), es un terreno rocoso permeable dispuesto bajo la superficie, en donde se acumula y por donde circula el agua subterránea.

##### **a) Una zona de saturación**

Situada encima de la capa impermeable, donde el agua rellena completamente los poros de las rocas.

El límite superior de esta zona, que lo separa de la zona vadosa o de aireación, es el nivel freático y varía según las circunstancias: descendiendo en épocas secas, cuando el acuífero no se recarga o lo hace a un ritmo más lento que su descarga; y ascendiendo, en épocas húmedas.

##### **b) Una zona de aireación o vadosa**

Es el espacio comprendido entre el nivel freático y la superficie, donde no todos los poros están llenos de agua.

Cuando la roca permeable donde se acumula el agua se localiza entre dos capas impermeables, que puede tener forma de U o no, vimos que era un acuífero cautivo o confinado. En este caso, el agua se encuentra sometida a una presión mayor que la atmosférica, y si se perfora la capa superior o exterior del terreno, fluye como un surtidor, tipo pozo artesiano.

#### **2.2.1.2.1. Tipos de acuíferos**

Desde el punto de vista de su estructura, ya se ha visto que se pueden distinguir en:

- Acuíferos libres.



- Acuíferos confinados.
- río o lago **(a)**, en este caso es la fuente de recarga de ambos acuíferos.
- suelo poroso no saturado **(b)**.
- suelo poroso saturado **(c)**, en el cual existe una camada de terreno impermeable **(d)**, formado, por ejemplo por arcilla, este estrato impermeable confina el acuífero a cotas inferiores.
- suelo impermeable **(d)**.
- acuífero no confinado **(e)**.
- manantial **(f)**;
- pozo que capta agua del acuífero no confinado **(g)**.
- *pozo* que alcanza el **acuífero confinado**, frecuentemente el agua brota como en un surtidor o fuente, llamado pozo artesiano **(h)**.

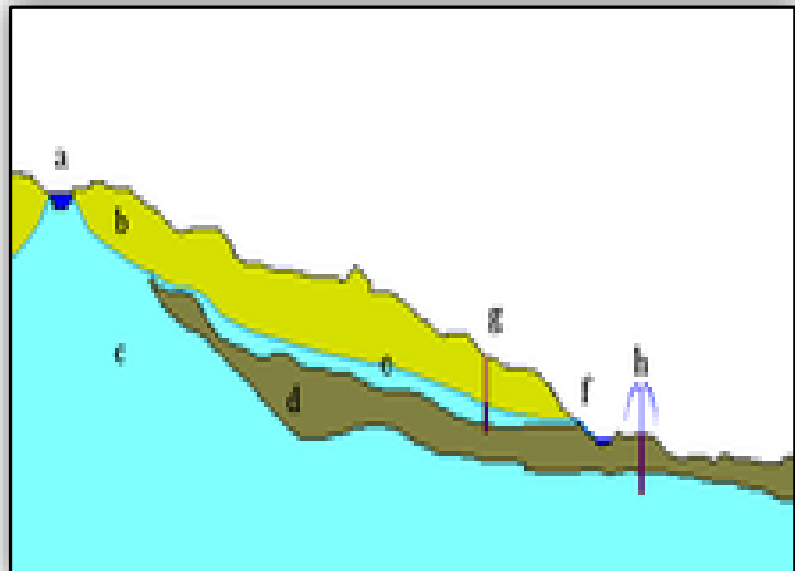


Imagen 01: Tipos de Acuífero.

Fuente: Elaboración Propia

#### **2.2.1.2.2. Según su textura.**

Según Ordoñez (2005), se dividen también en dos grandes grupos:

##### **a) Porosos.**

El agua subterránea se encuentra como embebida en una esponja, dentro de unos poros intercomunicados entre sí, cuya textura motiva que existe "permeabilidad" (transmisión interna de agua), frente a un simple almacenamiento.

Aunque las arcillas presentan una máxima porosidad y almacenamiento, pero una nula transmisión o permeabilidad (permeabilidad  $\neq$  porosidad). Por ejemplo de acuíferos porosos, tenemos las formaciones de arenas y gravas aluviales

##### **b) Fisurales**

El agua se encuentra ubicada sobre fisuras o diaclasas, también intercomunicadas entre sí; pero a diferencia de los acuíferos porosos, su distribución hace que los flujos internos de agua se comporten de una manera heterogénea, por direcciones preferenciales. Como representantes principales del tipo fisural podemos citar a los acuíferos kársticos.

#### **2.2.1.2.3. Según su comportamiento hidrodinámico.**

Según Ordoñez (2005), De la movilidad del agua, podemos denominar, en sentido estricto:

##### **Acuíferos**

Buenos almacenes y transmisores de agua subterránea (cantidad y velocidad) (p.ej.- arenas porosas y calizas fisurales).

### **Acuitardos**

Buenos almacenes pero malos transmisores de agua subterránea (cantidad pero lentos) (p.ej.- limos).

### **Acuícludos**

Pueden ser buenos almacenes, pero nulos transmisores (p.ej.- las arcillas).

### **Acuífugos**

Son nulos tanto como almacenes como transmisores. (p.ej.- granitos o cuarcitas no fisuradas).

#### **2.2.1.2.4. Según su comportamiento hidráulico.**

Según Ordoñez (2005), manifiesta lo siguiente:

#### **Acuífero subestimado o libre**

Es aquel acuífero que se encuentra en directo contacto con la zona subsaturada del suelo. En este acuífero la presión de agua en la zona superior es igual a la presión atmosférica, aumentando en profundidad a medida que aumenta el espesor saturado.

#### **Acuífero cautivo o confinado**

Son aquellas formaciones en las que el agua subterránea se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y es sometida a una presión distinta a la atmosférica (superior).

Sólo recibe el agua de lluvia por una zona en la que existen materiales permeables, recarga alóctona donde el área de recarga se encuentra alejada del punto de medición, y puede ser directa o indirecta dependiendo de si es agua de lluvia que entra en contacto directo con un afloramiento del agua subterránea, o las precipitaciones

deben atravesar las diferentes capas de suelo antes de ser integrada al agua subterránea.

### **Acuífero semi-confinado**

Es cuando el estrato de suelo que lo cubre tiene una permeabilidad significativamente menor a la del acuífero mismo, pero no llegando a ser impermeable, es decir que a través de este estrato la descarga y recarga puede todavía ocurrir.

### **Acuíferos costeros**

Pueden ser libres, confinados o semiconfinados. Lo que lo diferencia es la presencia de fluidos con dos densidades diferentes: agua dulce, con un densidad menor, con relación al agua salada del mar o del océano.

Esta diferencia de densidad hace que en la zona de la costa, el agua dulce se encuentra sobrepuesta al agua salada.

La cuenca de los acuíferos costeros, al igual que la cuenca de acuíferos de zonas continentales interiores, se alimenta a través de precipitaciones, o a través del flujo subsuperficial y/o subterráneos de otras cuencas, mientras que las salidas se dan a través de la evapotranspiración, evaporación y por la salida subsuperficial, con la particularidad de que estas últimas se dan hacia el mar.

#### **2.2.1.3. Recarga**

Según Ordoñez (2005), indica que el agua del suelo se renueva en general por procesos activos de recarga desde la superficie.

La renovación se produce lentamente cuando la comparamos con la de los depósitos superficiales, como los lagos, y los cursos de agua.

En algunos casos la renovación está interrumpida por la impermeabilidad de las formaciones geológicas superiores (acuitardos), o por circunstancias climáticas sobrevenidas de aridez.

La proporción de infiltración respecto al total de las precipitaciones depende de varios factores:

- **La litología** (la naturaleza del material geológico que aflora a la superficie) influye a través de su permeabilidad, la cual depende de la porosidad, del diaclasamiento (agrietamiento) y de la mineralogía del sustrato. Por ejemplo, los minerales arcillosos se hidratan fácilmente, hinchándose siempre en algún grado, lo que da lugar a una reducción de la porosidad que termina por hacer al sustrato impermeable.
- Otro factor desfavorable para la infiltración es una **pendiente marcada**.
- La presencia de **vegetación densa** influye de forma compleja, porque reduce el agua que llega al suelo (interceptación), pero extiende en el tiempo el efecto de las precipitaciones, desprendiendo poco a poco el agua que moja el follaje, reduciendo así la fracción de escorrentía y aumentando la de infiltración.

Otro efecto favorable de la vegetación tiene que ver con las raíces, especialmente las raíces densas y superficiales de muchas plantas herbáceas, y con la formación de suelo, generalmente más permeable que la mayoría de las rocas frescas.

- La velocidad a la que el agua se mueve depende del volumen de los intersticios (porosidad) y del grado de intercomunicación entre ellos. Los dos principales parámetros de que depende la permeabilidad. Los acuíferos suelen ser materiales sedimentarios de grano relativamente grueso (gravas, arenas,

limos, etc.). Si los poros son suficientemente amplios, una parte del agua circula libremente a través de ellos impulsada por la gravedad, pero otra queda fijada por las fuerzas de la capilaridad y otras motivadas por interacciones entre ella y las moléculas minerales.

#### 2.2.1.4. Tránsito

Según Ordoñez (2005), indica lo siguiente.

- Uno de ellos es el flujo hipodérmico o "interflujo" es aquel que circula de modo somero y rápido por ciertas formaciones permeables de escasa profundidad, por lo general, ligada a alveos fluviales (acuíferos subálveos); que proceden de una rápida infiltración, una alta velocidad de transmisión (conductividad hidráulica), y un retorno hacia el cauce superficial.

Por lo que estos flujos más intervienen en el balance neto de las aguas superficiales (o de escorrentía superficial) que en las aguas subterráneas donde sólo interviene como balance transitorio.

De este modo, estos flujos suelen ir ligados al propio flujo en el río, dándose a veces al río el nombre de cauce intermitente, ya que lo que se observa en el río es que este tiene tramos con agua y tramos secos.

- Flujo ligado a hábitats húmedos, tipo criptohumedal, donde el agua, por debajo del circuito hipodérmico, ya circula propiamente por la zona saturada de un acuífero, y pertenece, por tanto, al balance neto de las aguas subterráneas, en diferencia al interflujo, de balance de escorrentía superficial. Este tránsito favorece el mantenimiento de las plantas denominadas "freatofilas", que son capaces de succionar las capas saturadas más someras a los acuíferos, como agua extra a la captada del suelo del exterior.

### 2.2.1.5. Descarga

Según Ordoñez (2005), indica que el agua subterránea brota de forma natural en distintas clases de surgencias en las laderas (manantiales) y a veces en fondos del relieve, siempre allí donde el nivel freático intercepta la superficie. Cuando no hay surgencias naturales, al agua subterránea se puede acceder a través de pozos, perforaciones que llegan hasta el acuífero y se llenan parcialmente con el agua subterránea, siempre por debajo del nivel freático, en el que provoca además una depresión local.

### 2.2.2. Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)

Es una serie de determinaciones de resistividad aparente, este estudio es efectuado con un dispositivo, que consiste en aumentar progresivamente la distancia entre los electrodos manteniendo un punto fijo central **P**.

A continuación se describen dos teorías de ejecución:

#### 2.2.2.1. Sondeo Wenner

Según Wenner (1915), estipula que los puntos AMNB con separación interelectródica **a**, el sondeo consiste en aumentar progresivamente el valor de **a**, manteniendo un punto central fijo **P** (imagen 02). Para la representación de datos se muestran en ordenadas el valor de la resistividad aparente medida, en ohms y en las abscisas en valor de **a** en metros de cada paso o punto.

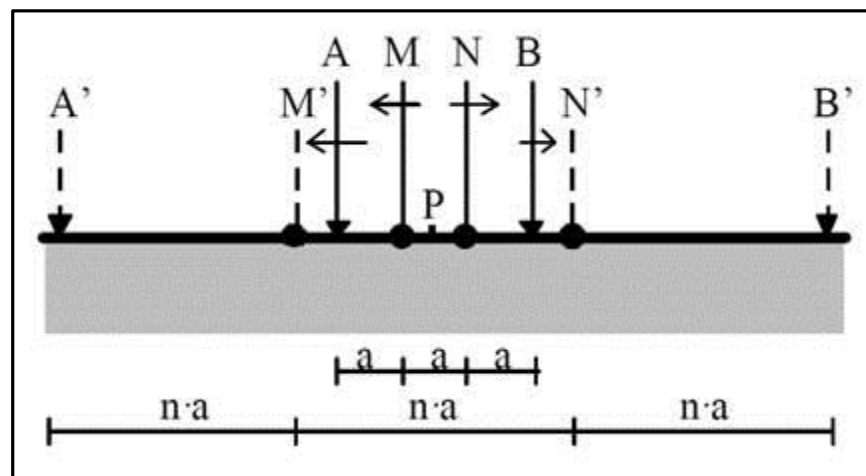


Imagen 02: sondeo Wenner.  
Fuente: Wenner, 1915

### 2.2.2.2. Sondeo Schlumberger.

Según Schulumberger (1915), indica que el sondeo consiste en separar progresivamente los electrodos inyectoros A y B dejando los electrodos detectores M y N fijos en torno a un punto central fijo P. (imagen 03).

La representación de este sondeo muestra en ordenadas y en abscisas la distancia  $AB/2$  (m). En este sondeo el efecto de las heterogeneidades irrelevantes es menor pues sólo se mueven el par de electrodos inyectoros A y B.

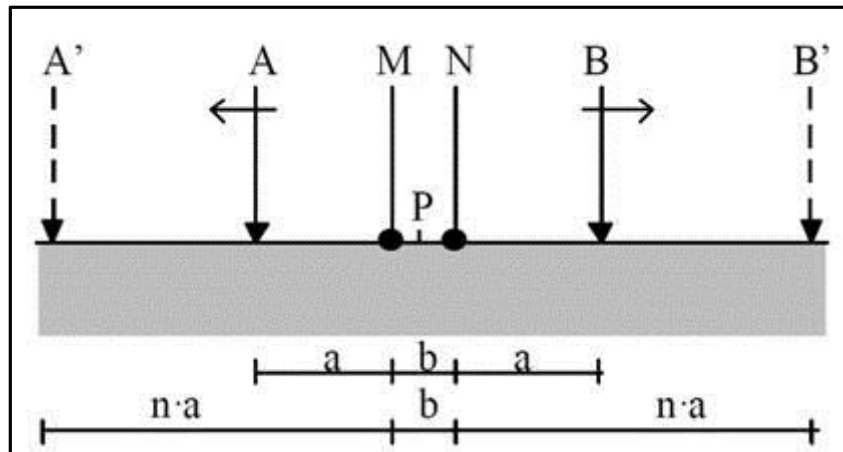


Imagen 03: sondeo Schulumberger.

Fuente: Schulumberger, 1915

### 2.2.2.3. Efectos laterales en el SEV y ambigüedades

Según Orellana (1982), el dispositivo eléctrico está próximo a un contacto vertical, las líneas de corriente serán distorsionadas por lo que se verá afectado por el otro medio, tanto más cuanto mayor sea la separación de los electrodos AB.

Por lo tanto, la medida de la resistividad aparente en un SEV está influida por la distribución de resistividades en un cierto volumen de terreno.

Esto implica que para distancias AB grandes no se sabrá si la resistividad aparente es debida a cambios de estructuras en la profundidad o a las heterogeneidades laterales por contraste de resistividades



Puede ocurrir que las curvas de resistividad aparente para dos casos diferentes de SEV sean idénticas si la relación entre profundidad a la que se encuentra un estrato y su resistividad permanece constante, lo que provoca una ambigüedad en la deducción del grosor de la capa y su resistividad.

### 2.2.3. ZAHORI

Según Bassler (1995).-llamado también radiestesista o rabdomante, es Él que afirma que puede detectar cambios del electromagnetismo a través del movimiento espontáneo de dispositivos simples sostenidos por sus manos, normalmente una varilla de madera o metal en forma de "Y" ó "L" o un péndulo.

Los Zahories afirman ser capaces de detectar la existencia de flujos magnéticos o líneas ley, corrientes de agua, vetas de minerales, lagos subterráneos, etc. a cualquier profundidad y sustentan la eficacia de la técnica en razones psicológicas, y los movimientos de los instrumentos por el efecto ideomotor.

El origen de la radiestesia, se basa en la manifestación de las perturbaciones subterráneas en una varilla portada por el Zahori.

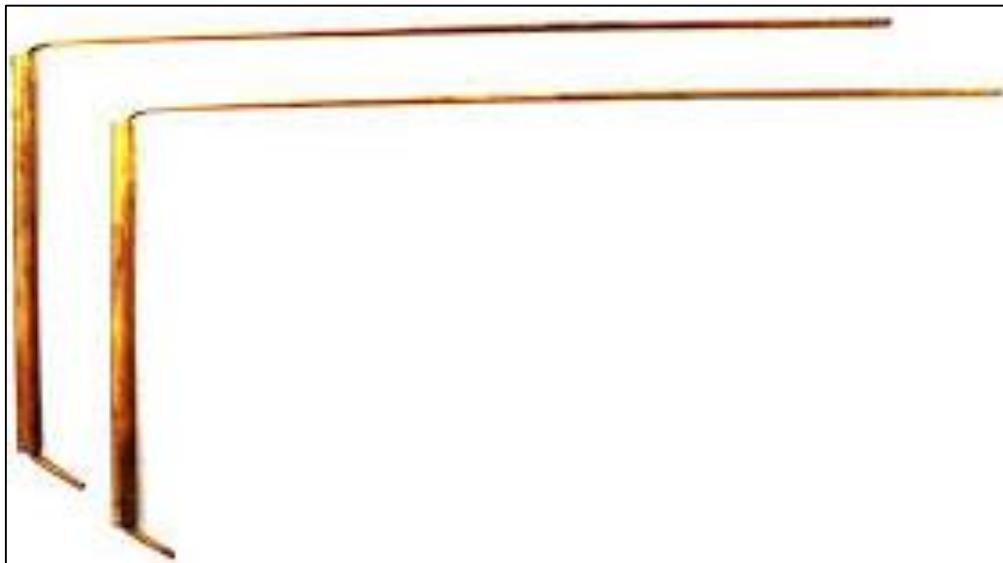


Imagen 04: Varillas Usadas por el Zahori.  
Fuente: Elaboración Propia

ente la radiestesia recibía el nombre de rabdomancia, palabra que deriva del griego rhabdos (vara) y manteia (adivinación), por lo que rabdomancia significa “adivinación por medio de unas varillas de cobre”.

La rabdomancia se usaba para detectar la existencia de vibraciones energéticas en el mundo exterior y debajo de la superficie terrestre. A quienes la practicaban se les llamaba rabdomantes o Zahories, famosos por encontrar los sitios favorables para excavar pozos.

El uso de la rabdomancia es antiquísimo. Desde la antigüedad, a la rabdomancia se le ha dado diferentes utilidades dependiendo de la cultura y de las circunstancias del momento, así por ejemplo los romanos la utilizaban para buscar aguas termales, también se usó como método de adivinación.

Hasta 1890 compitieron el péndulo y las varillas como instrumentos para la detección de radiaciones, pero, a partir de ese año, como resultado de la experimentación con numerosos pacientes, el rector de la Universidad de Salzburgo instituyó oficialmente el uso del péndulo como instrumento de diagnóstico médico; desde entonces se redujo el empleo de las varillas.

En 1933 la Academia de Medicina de París organizó en Avignon un congreso al que se invitaron a todos los profesionales que venían investigando y trabajando con la rabdomancia, su finalidad era que cada cual aportara la información que permitiera entregar al mundo científico una herramienta certera para la aplicación de la rabdomancia. Con el reciente descubrimiento de las radiaciones, en aquel congreso se expuso que toda forma de vida (humana, animal, vegetal o mineral) así como cualquier cosa creada por el hombre, contiene vibraciones en correspondencia con una gama de colores, sonidos y un amplio espectro electromagnético, por lo que la vibración es una expresión de la vida en sus diferentes niveles y grados de densidad. Se propuso ante los congresistas cambiar la denominación de rabdomancia por la de radiestesia, lo cual fue unánimemente aprobado. Este abate fundó la Sociedad de Amigos de la Radiestesia.

El nombre de radiestesia está formado por la palabra latina radius, que significa radiación, y por el vocablo griego aisthesis que significa percepción (de los sentidos) en su acepción de “capacidad de Sentir”. Se llamó radiestesista al practicante de la radiestesia.

La radiestesia fue reconocida formalmente en Europa por los ejércitos beligerantes de la I Guerra Mundial para localizar minas. Después de la I Guerra Mundial se ha observado una tendencia al crecimiento acelerado del número de radiestesistas. En la II Guerra Mundial se ha utilizado la radiestesia para buscar submarinos.

**2.2.4. Porosidad.-** según Esterhuizen (1999). La porosidad también llamada oquedad es la fracción del volumen de una muestra que es ocupada por poro o espacio vacío. Algunas veces esta palabra es usada inadecuadamente. La porosidad no es una medida de la fracción de vacío sino del tamaño del vacío. Dependiendo del medio poroso, la porosidad puede variar de valores cercanos a cero o valores cercanos a uno.

Los tipos de espacios vacíos son importantes para distinguir entre dos tipos de poros o vacíos, uno es el que forma frases continuas con el medio poroso llamados espacios interconectados o efectivos y el otro tipo de materiales consisten en poros no interconectados o aislados sobre un medio disperso.

Los vacíos no interconectados no pueden contribuir al transporte a través del medio poroso, sólo los interconectados o efectivos.

Los poros ciegos o muertos están interconectados solo desde un lado. Siempre a través de este pueden frecuentemente ser penetrado, estos usualmente contribuyen despreciablemente al transporte

#### **2.2.4.1. Categorías de Poros**

Según Brady (2005), manifiesta, los poros se clasifican en tres categorías: rígidas, definidas o completas.

### **Medio Artificial**

A nivel microscópico un arreglo regular de esferas y cilindros es uno de los medios artificiales hechos por el hombre dado que nunca ocurren en la naturaleza. Si vemos estos arreglos a nivel atómico podremos ver que solo existen en distancias cortas esto es debido a las fuerzas interatómicas, así estas fuerzas no existen a grandes escalas. De esta manera cada esfera debe ser puesta en su lugar a mano.

Existen otros medios fabricados por el hombre como la tela, cemento, etc. Y cualquier otro medio en el cual el hombre proceda a su creación o fabricación.

### **Medio Biológico**

Los medios biológicos son todos aquellos que tengan que ver con el transporte de fluidos como lo son: nutrientes, agua, gases, desechos, etc. Este tipo de medios en la naturaleza pueden encontrarse en forma de redes capilares. Estas redes están diseñadas para facilitar el transporte de sustancias vitales para a vida tanto del medio poroso como de sus alrededores como son: huesos, membranas, tejidos, etc. Y pueden encontrarse en todos los seres vivos.

### **Medio Geológico**

Este tipo de medios es muy investigado y de alta importancia para las industrias debido a que el hombre trabaja en mayor medida con medios geológicos. Los medios geológicos pueden ser clasificados en muchas categorías. Unas de las cuales es entre medios **consolidados** y **no consolidados**. Los medios consolidados están clasificados por una fase sólida siendo ligeramente conectados. El mejor ejemplo de medios no consolidados es un medio granular como lechos de arena.

#### **2.2.4.2. Métodos para la Determinación de la Porosidad**

Existen varios métodos para determinar la porosidad, los cuales fueron subdivididos por Collins (1961) en las siguientes categorías:

**(a) Método directo:**

Este método consiste en la medición del volumen de una muestra porosa y entonces de alguna manera destruir los huecos y medir sólo el sólido.

**(b) Método óptico:**

La porosidad de una muestra es igual a la “porosidad areal”. La porosidad areal es determinada por secciones pulidas de la muestra. Es frecuentemente necesario impregnar los poros con algún material como: cera, plástico o algún otro material para hacer los poros más visibles para distinguirlos entre poros interconectados. Este método puede tener muchas variaciones con otros métodos debido a que poros pequeños a lo largo de poros grandes son difíciles de cuantificar y sugieren errores.

**(c) Método de imbibición:**

Este método consiste en sumergir un medio poroso completamente en un fluido humectante en vacío durante suficiente tiempo para causar que el fluido humectante penetre en todos los poros.

La muestra es pesada antes y después de la imbibición. Estos dos pesos junto con la densidad del fluido permite la determinación del volumen del poro. Cuando la muestra está completamente saturada con el líquido humectante, una medición del desplazamiento volumétrico en el mismo líquido humectante da directamente el valor del volumen de la muestra.

Desde el volumen de la muestra y el poro, la porosidad puede ser directamente determinada. Imbibición si es hecha con suficiente cuidado, será el mejor valor de la porosidad efectiva.

**(d) Método de inyección de mercurio:**

El volumen de la muestra es determinado por la inmersión de una muestra en el mercurio. Después de evacuar la muestra la presión hidrostática del mercurio en la cámara conteniendo la muestra y el mercurio, se incrementa a altos niveles. Como resultado el mercurio penetrará en el espacio del poro y debido a que la presión es suficientemente alta, el mercurio penetrará en poros suficientemente pequeños.

Sin embargo, la penetración nunca es perfecta debido a que se necesitaría una presión infinita para hacer que todos los poros fueran llenados completamente y como la alta presión provocaría cambios en la estructura de los poros en la muestra este método tiene sus deficiencias.

**(e) Método de expansión de gas:**

Este método es también mide la porosidad efectiva. El volumen de la muestra es medido separadamente. La muestra es encerrada en un contenedor de volumen conocido bajo presión de gas conocido y es conectado con un contenedor evacuado de volumen conocido. Cuando la válvula entre estos dos contenedores es abierta, el gas se expande dentro del contenedor evacuado y la presión del gas decrece. El volumen efectivo del poro  $V_p$  de la muestra puede ser calculado usando la ley de los gases ideales.

$$V_p = V_B - V_a - V_b \left[ \frac{P_2}{P_2 - P_1} \right]$$

Donde  $V_B$  es el volumen de la muestra,  $V_a$  es el volumen del contenedor de la muestra,  $V_b$  es el volumen evacuado,  $P_1$  es la presión inicial y  $P_2$  es la presión final.

**(f) Método de densidad:**

El método de densidad depende en la determinación de la densidad de la muestra y la densidad del sólido en la muestra. Desde que la masa de un medio poroso reside enteramente en la matriz sólida, tenemos lo siguiente.

$$m = \rho_s V_s - V_s V_s = \rho_B V_B$$

Donde  $m$  es la masa de la muestra,  $\rho_s$  es la densidad del sólido en la muestra y  $\rho_B$  es la densidad total de la muestra.

Por la definición de la porosidad  $\phi$ .

$$\phi = 1 - (V_s / V_B) = 1 - (\rho_B / \rho_s)$$

### 2.2.5. Permeabilidad

Según Brady (2005), Permite medir la cantidad de agua gravífica que pasa por la unidad de sección y por unidad de tiempo bajo una carga determinada. Permite definir la velocidad de filtración si la porosidad de la roca es conocida. Las rocas poseen diferentes valores de porosidad y permeabilidad (Tabla 01).

Tabla 01: Cuadro de Porosidad y Permeabilidad.

Material	Porosidad (%)	Permeabilidad (Darcy)*
Arcilla	40 – 50	$10^{-5}$ a $10^5$
Arena	30 – 40	1 – 1000
Grava	30 – 40	Aprox. 1000
Caliza	1 – 30	$10^{-2}$ a 10
Roca endógena fisurada	Variable	$10^4$ a $10^5$
Roca endógena inalterada	< 1	nula

Fuente: Darcy, 1856

\* Darcy, indica que la permeabilidad de una roca de 1 cm. de longitud, que está sometida a una presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, deja pasar por cm<sup>2</sup> de superficie un volumen de 1 cm<sup>3</sup> por segundo de un líquido de 1 poise de viscosidad.

#### 2.2.6. Darcy (1856):

Define la ley donde indica "La cantidad de agua (Q) que fluye a través de un medio poroso (filtrante) es directamente proporcional al área acuífera perpendicular a ese flujo(A), y a la diferencia de cargas (dh) entre las caras de entrada (H<sub>1</sub>) y de salida (H<sub>2</sub>)". Estableciendo que la velocidad del flujo del agua subterránea es proporcional al gradiente hidráulico.

$$V_f = K(dh/L)$$

Con la revolución industrial y científica del siglo XIX, la exploración de aguas siguió dos vías: una académica conforme a la aplicación de la Ley del francés Henry Darcy de 1856 y los avances de la cartografía geológica, y una vía popular o pseudocientífica, que aplicaba el arte de Zahories a la búsqueda de aguas. Ambos métodos siguen aplicándose hoy día.

### 2.3 Definición de términos básicos.

Términos según Ordoñez (2011)

**Acuífero Confinado.-** Acuífero ubicado entre dos rocas impermeables.

**Acuífero.-** Roca porosa y permeable que permite la retención del agua en cantidades suficientes para su posterior extracción en beneficio del hombre. Los acuíferos se clasifican en:

Acuíferos confinados, acuíferos artesianos, acuíferos semiartesianos, acuíferos termales, etc.

**Agentes de alteración química.-** Son los diversos agentes que contribuyen a los minerales de las rocas, transformándolos en nuevos minerales. La alteración puede ser por oxidación, corrosión, hidratación, carbonatación, etc.

**Aluvial.-** Término usado para referirse a todo tipo de proceso o material relacionado con los procesos fluviales. Ejm. depósito aluvial, terraza aluvial, cono aluvial, etc.

**Falla.-** Desplazamiento de un bloque rocoso con respecto a otro colindante a éste o de ambos bloques, a través de un plano denominado "plano de falla".



Las fallas son producto de esfuerzos tectónicos, producto de la epirogénesis, orogenia, diastrofismo, tectónica de placas o cualquier otro tipo de desplazamiento de parte de la corteza. Una falla ocasiona discontinuidad de las estructuras geológicas.

**Feldespatos.**- Familia de minerales silico-aluminosos potásicos, sódicos y/o cálcicos. Los feldespatos potásicos se denominan ortoclasas (ortosa y microclina). Los calco-sódicos se denominan también plagioclasas (Albita que es sódica, andesina, oligoclasa, labradorita, bitownita y anortita que es cálcica).

**Geofísica.**- Es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra desde el punto de vista de la física. Su objeto de estudio abarca todos los fenómenos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la Tierra. Al ser una disciplina experimental, usa para su estudio métodos cuantitativos físicos como la física de reflexión y refracción de ondas mecánicas, y una serie de métodos basados en la medida de la gravedad, de campos electromagnéticos, magnéticos o eléctricos y de fenómenos radiactivos. En algunos casos dichos métodos aprovechan campos o fenómenos naturales (gravedad, magnetismo terrestre, mareas, terremotos, tsunamis, etc.) y en otros son inducidos por el hombre (campos eléctricos y fenómenos sísmicos).

**Geología.**- Es la ciencia que estudia la tierra, en todos sus aspectos y alcances, su origen, constitución, evolución, los procesos que se realizan en ella tanto interna como externamente a través del tiempo geológico. Geo = Tierra, Logo = Tratado, discurso lógico.

**Permeabilidad.**- Propiedad de los terrenos porosos y permeables de dejar pasar el agua fácilmente siguiendo las leyes hidrostáticas. Es la cantidad de agua que deja pasar una roca a través de una sección (volumétrica) en un tiempo determinado.

La permeabilidad depende del tamaño, de la forma y del acomodo de los elementos constituyentes de las rocas.

**Radiestesia** Según Bassler (1995): Es una actividad pseudocientífica que se basa en la afirmación de que los estímulos eléctricos, electromagnéticos, magnetismos y radiaciones de un cuerpo emisor pueden ser percibidos y, en ocasiones, manejados por una persona por medio de artefactos sencillos mantenidos en suspensión inestable como un péndulo, varillas "L", o una horquilla que supuestamente amplifican la capacidad de magneto recepción del ser humano.

**Roca ígnea.-** Roca formada a partir de la consolidación del magma.

**Roca permeable.-** Roca generalmente sedimentaria, porosa que deja pasar

También es de suma importancia para el estudio de los yacimientos petrolíferos.

Tipos de fallas: Oblicua, cruzada, longitudinal, transversal, paralela al plano de estratificación, etc

## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

### 3.1. Formulación de la Hipótesis

Aplicando el método Zahori en la búsqueda de agua subterránea vamos a obtener resultados eficientes y económicos en comparación con el método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).

### 3.2. Operacionalización de variables

Tabla 02: Variables Independientes.

VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Precisión.	Permite la exactitud del método en la localización de corrientes de agua subterráneas.	Ubicación del agua subterránea.	Extracción del agua subterránea.
		Cantidad de Agua.	Ancho del acuífero.
			Electromagnetismo
		Electromagnetismo	Interpretación del movimiento de varillas.
Costos	Reducción de gastos económicos, que pueda existir en un proyecto.	Método ZAHORI	Moneda nacional

Elaboración: Propia

Tabla 03: Variable Dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Búsqueda de agua subterránea	Es el resultado de la aplicación adecuada del método Zahori.	Aplicación adecuada del método.	Localización del agua subterránea.

Elaboración: Propia

## **CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1. Tipo de diseño de investigación.**

El método a emplear es el de Descriptivo – Aplicativo - Comparativo.

### **4.2. Material.**

#### **4.2.1. Unidad de estudio.**

La cantera “Rumipampa”, ubicado en el caserío “Rumipampa” en el centro poblado de Otuzco, Distrito de Baños del Inca, Cajamarca.

#### **4.2.2. Población.**

Las canteras ubicadas dentro del distrito de Baños del Inca, Cajamarca.

#### **4.2.3. Muestra.**

Las canteras ubicadas en el centro poblado de Otuzco, Cajamarca.

### **4.3. Métodos.**

#### **4.3.1. Técnicas de recolección de datos**

Para obtener la información necesaria de la ubicación, profundidad, y caudal del acuífero; se tomaron los datos de los instrumentos en forma manual.

#### **Instrumentos y Materiales**

- ✓ Varillas del Zahori.
- ✓ Brújula
- ✓ GPS.
- ✓ Picota de geólogo.
- ✓ Lupa.
- ✓ Libreta de notas.
- ✓ Flexómetro

#### **4.3.2. Análisis de datos**

Para analizar la información con los datos realizados, se organizó y presentó a través de tablas, la información en hojas de cálculo Excel, en donde se almacenaron y procesaron los datos de la investigación; así como se muestra en los resultados (tabla 11).

#### **4.3.3. Procedimientos**

Para la búsqueda de agua subterránea mediante el método ZAHORI se procede de la siguiente manera:

- ✓ determinar el lugar donde se buscará el agua subterránea.
- ✓ Adquirir materiales necesarios para el procedimiento de búsqueda; en este caso las varillas de bronce número diez de espesor y 35.4 pulgadas de largo, brújula, gps, libreta de campo.
- ✓ Buscar el acuífero y determinar la profundidad y ancho, de acuerdo al movimiento de las varillas.

## CAPÍTULO 5. DESARROLLO

### 5.1. Aspectos Generales

#### 5.1.1. Ubicación de Cantera.- En el sistema WGS 84.

Tabla 04: coordenadas de cantera.

Coordenadas UTM – WGS 84	
Norte	9214023
Este	0780147
Cota	3118

Elaboración: Propia



Imagen 05: Cantera Rumipampa

Elaboración: Propia

### 5.1.2. Accesibilidad

Para llegar a la cantera de Rumipampa, Se realiza el viaje desde Cajamarca, a Otuzco, realizando un desvío al NE al pasar las ventanillas de Otuzco, como se indica en la imagen 06.

La distancia desde Cajamarca hasta Otuzco es de 8.5 km en pista asfaltada; y la distancia desde el desvío cruzando las ventanillas de Otuzco hasta la cantera Rumipampa es de 2 Km.

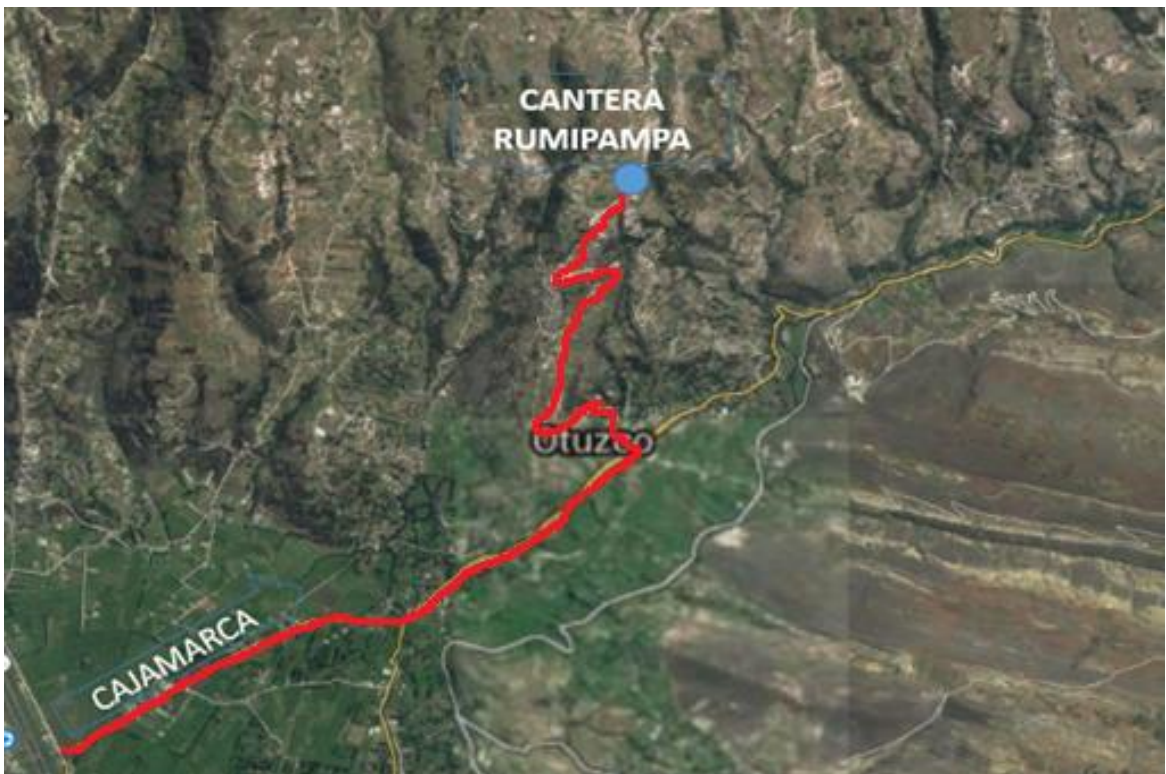


Imagen06: Camino a Rumipampa  
Fuente: Google Earth, 2016



## 5.2. Geografía y Fisiología

### 5.2.1. Geomorfología

Pertenece al grupo Altiplanicie Moderadamente Empinada, correspondiente a zonas cuya superficie presentan ondulaciones más pronunciadas. Litológicamente está constituida por rocas sedimentarias, volcánicas y por depósitos fluvio-glaciares, correspondientes principalmente a las formaciones geológicas Yumagual y Cajamarca del cretáceo superior; a los volcánicos Llama, San Pablo y Huambos, del paleógeno y neógeno respectivamente, así como a depósitos del pleistoceno.



Imagen 07: Geomorfología de la zona de Rumipampa

Fuente: Google Earth, 2016



### 5.2.2. Clima

El clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan de diciembre a marzo y se presentan con el fenómeno del Niño en forma cíclica, que es un fenómeno climatológico del norte peruano tropical. Su temperatura media anual es de 15,8 °C. Por la cercanía al Ecuador y por ser una ciudad ubicada en piso térmico bajo, tiene un invierno suave y un verano caluroso y lluvioso en febrero.

Temiendo una temperatura media anual: máxima media 21 °C y mínima media: 6 °C.

### 5.2.3. Lluvia

Se presentan lluvias intensas en los meses de diciembre a marzo pertenece al verano costero. La seca que corresponde al otoño y el invierno en el hemisferio sur, bastante templado durante el día y refrigerado en las noches, se presenta entre los meses de mayo a septiembre.

## 5.3. Recursos Minerales y Geología

### 5.3.1. Aspectos Geológicos

#### 5.3.1.1 Geología Local

El tipo de roca ubicada en la cantera "Rumi Pampa" son Igneas - volcánicas. Perteneciente a la formación Huambos.

#### 5.3.1.2 Formación

Volcánico Huambos (Nm- vh) (Gobierno Regional de Cajamarca 2009). El área total de la formación es de **166,680.80 has**, correspondiente al **5.06%** de la región Cajamarca. La topografía del **volcánico Huambos** es bastante característica, generalmente **forma llanuras delimitadas por farallones o escarpas** donde se aprecia la pseudoestratificación, sobre estas superficies se ha desarrollado un sistema dendrítico de drenaje.

### 5.3.1.3 Aspectos Litológicos

Se verifico la clasificación genética y litológica

#### 5.3.1.3.1 Clasificación Genética

Rocas Volcánicas.

#### 5.3.1.3.2 Clasificación Litológica

Compuesto por rocas de tipo Tobas y Brechas de composición ácida, fragmentos de cuarzo de 3 mm de diámetro y cristales de biotita en una matriz feldespática que probablemente corresponde a una toba dacítica.

Teniendo un grosor promedio de 50 a 100 m. (Tabla 05)

Tabla N° 05 Acidez de las rocas ígneas

<b>Modo de Ocurrencia</b>	<b>Ácida &gt; 66% SiO<sub>2</sub></b>	<b>Intermedia 52-66% SiO<sub>2</sub></b>	<b>Básica &lt; 52% SiO<sub>2</sub></b>
Extrusiva Volcánica.	Riolita	Andesita	Basalto
Diques e intrusiones Menores.	<b>Cuarzo Porfirita</b>	Porfirita	Dolerita
Intrusiones mayores Plutónicas.	Granito	Diorita	Gabro

Fuente: Attewell (1976)

### 5.3.1.4. Meteorización

#### 5.3.1.4.1 Meteorización Química

En el Macizo rocoso se verifica la meteorización de la roca por **oxidación**, como se puede apreciar en la imagen 08.



Imagen 08: Meteorización química.  
Elaboración: Propia

La podemos ubicar en un término de ligeramente meteorizada debido a que la disolución presente es leve, encontrándose óxidos de hierro.

### 5.3.1.4.2 Meteorización Física

El Macizo rocoso presenta, alteración supérgena por agentes fluviales y aluviales. Teniendo su ubicación en las siguientes coordenadas. (Tabla 06)

Tabla 06: Ubicación

Coordenadas UTM – WSG 84	
Norte	9214029
Este	0780155
Cota	3119

Elaboración: Propia



Imagen 09: Meteorización Física.

Elaboración: Propia

### 5.3.1.5 Porosidad

De acuerdo al tipo de minerales presentes en la ubicación donde construirá el pozo; el nivel de porosidad esta por un porcentaje de 14 a 40, permitiendo así la permeabilidad; según valores como se muestra en la tabla 07.

Tabla N° 07 Propiedades Geotécnicas de las rocas encontradas en la Región Cajamarca.

Ambiente de Origen	Tipo de Roca	Propiedades Geotécnicas				
		Peso específico (g/Cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)	Resistencia a la compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		Resistencia a la tracción (kp/cm <sup>2</sup> )
				Valores medios	Rangos de valores	
Volcánico	Andesita	2,2 – 2,35	10 - 15	2.100-3.200	1.000-5.000	70
	Riolita	2,4 – 2,6	4 - 6			
	Toba	1,9 – 2,3	14 – 40		100-460	10-40
Sedimentario	Arenisca	2,3 – 2,6	5 – 25 (16 , 0)	550-1.400	300-2.350	50-200
	Caliza	2,3 – 2,6	5 – 20 (11,0)	600-1.400	500-2.000	40-300
	Limolita				350-2.500	27
	Lutita	2,2 – 2,6	2 - 15	200-400	100-900	15-100 5-10*
	Marga			300-700	200-900	
Metamórfico	Cuarcita	2,6 – 2,7	0,1 – 0,5	2.000-5.000	1.000-5.000	100-300

Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca, 2009.

\* a favor de superficies de laminación.





Imagen 10: Porosidad.  
Elaboración: Propia

### 5.3.1.6 Textura

Es fanerítica, con fragmentos piroclásticos y con fragmentos sub redondeados. La cual presenta los siguientes valores:

Tabla N° 08 Valor de textura

Mineral	Porcentaje
Cuarzo	6 %
Plagioclasas y Feldespatos	40 %
Biotita	1 %
Horblenda	1 %
óxido	6 %

Fuente: Streckeisen, 1974

## 5.4. Geología Estructural

**5.4.1. Falla.-** Las corrientes de aguas subterráneas se encuentran circulando de manera ramificada, para luego unirse a una sola corriente con dirección de norte a sur, posteriormente es intersectada por una falla geológica de 50 cm, con una longitud mayor a 50m. (Cruzando los límites de la cantera) que lleva aguas subterráneas, con dirección sur este de 43°. (imagen 11).

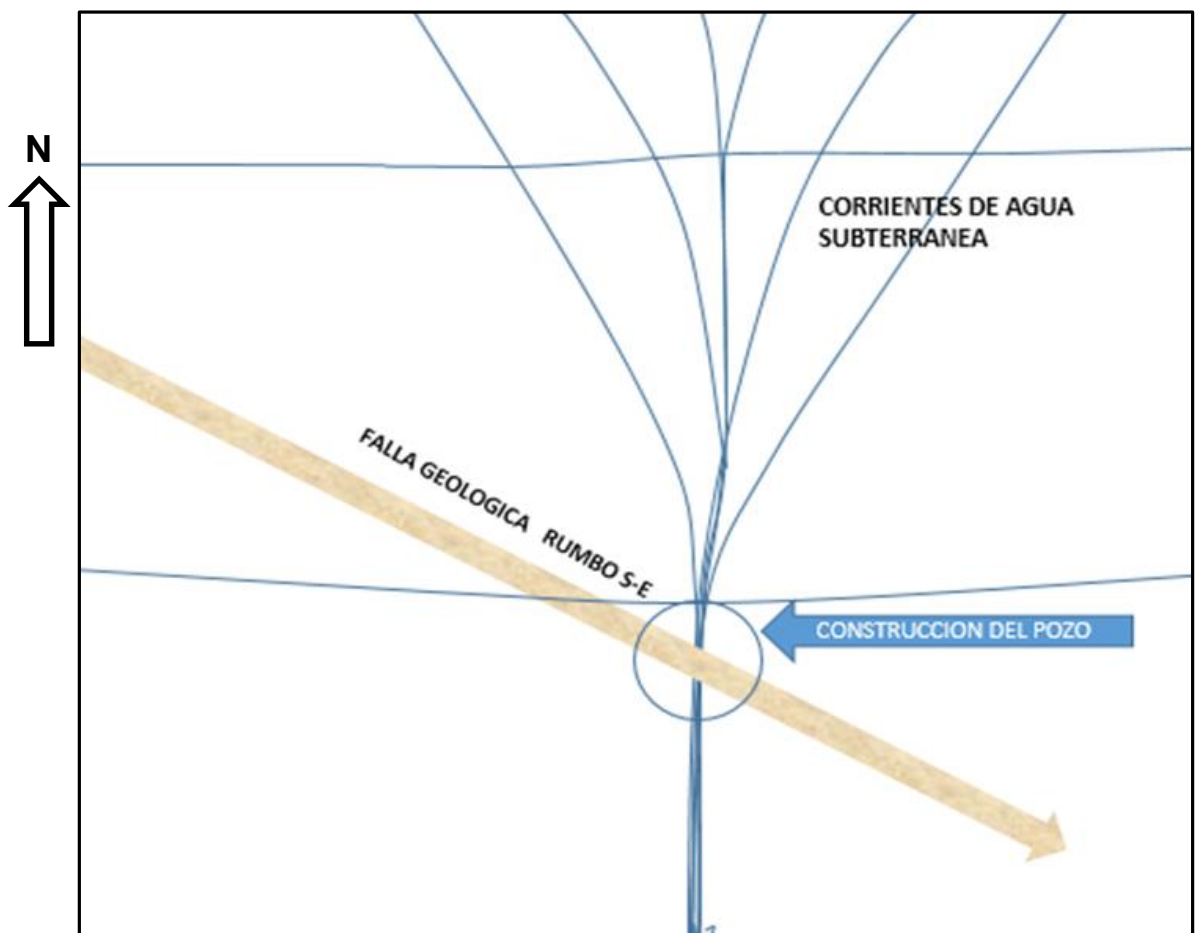


Imagen 11: Corrientes de agua, intersectadas por una falla.

Elaboración: Propia

### 5.4.2. Fracturas

La zona presenta 02 direcciones principales:

- 1) Son fracturas principales bien definidas, con rumbo N 68°, y buzamiento de 68°.
- 2) Son fracturas que intersectan y controlan a las principales., con rumbo E 38°, y buzamiento de 75°. Teniendo la siguiente coordenada de ubicación.

Tabla 09: Ubicación de Fracturas.

Coordenadas UTM – WSG 84	
Norte	9214034
Este	0780159
Cota	3119

Elaboración: Propia.



Imagen 12: Familia de Fracturas.

Elaboración: Propia



## 5.5. Procedimiento para la búsqueda de Agua Subterránea.

### 5.5.1. Método ZAHORI

#### 5.5.1.1 Buscando corriente de aguas Subterráneas por el método ZAHORI

Para determinar la ubicación de los acuíferos se realiza los siguientes pasos:

- Coger las varillas de los mangos, sin realizar presión.
- Colocar las varillas del ZAHORI a la altura del pecho de manera perpendicular a la persona que realiza el estudio.
- Caminar lentamente por el lugar donde se desea realizar la búsqueda.
- De acuerdo al movimiento de las varillas y la dirección el ZAHORI, interpretará la dirección y ancho del acuífero.
- Las varillas al encontrar el acuífero se cruzarán, y al no encontrar se separarán.



Imagen 13: Búsqueda de Aguas subterráneas.

Elaboración: Propia

### 5.5.1.2. Determinar profundidad de corriente de aguas subterráneas.-

para determinar la profundidad se realiza los siguientes pasos:

- Colocar las 02 varillas alineadas en paralelo y perpendicularmente en el punto de la corriente acuífera; donde se desea verificar la profundidad.
- Una de las varillas se mantiene en contacto con el suelo, la segunda se levanta unos dos centímetros.
- Esperar a que la varilla levantada inicie a golpear a la otra; esto indicará que cada golpe indica 1m de profundidad.



Imagen 14: calculando profundidad de la corriente de agua.

Elaboración: Propia

**5.5.1.3. Determinar caudal de acuífero.-** para determinar el caudal es importante lo siguiente:

- Conocer el ancho del acuífero.
- Interpretar correctamente las vibraciones frecuentes de las varillas del ZAHORI.

Al tener esta información se determinó un caudal de 30 litros por minuto, aproximadamente.

**5.5.1.4. Determinando líneas de Flujo**

Con las líneas de flujo determinamos la concentración de un punto, en la búsqueda de aguas subterráneas.

Se construyó el pozo en ese punto debido a la concentración de aguas de las líneas de flujo tanto vertical como horizontal.

Tabla N° 10: Ubicación de la construcción del pozo.

Coordenadas UTM – WGS 84	
Norte	9214028
Este	0780132
Cota	3120

Elaboración: Propia



Imagen 15: Determinando líneas de Flujo de agua.

Elaboración: Propia



### 5.5.2. Método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)

#### Instalación de los equipos en campo.

Para iniciar este método instalaremos un punto central con sus respectivas coordenadas UTM donde se tomará datos con un llamado receptor de datos,

A partir del punto centro se extiende unos cables eléctricos a los laterales, que son alineados con una brújula, se marcan 3 puntos a cada extremo, deben medir 50m de separación entre punto y punto.

Se instalan unos dispositivos llamados electrodos que contiene sulfato de cobre con disoluciones salinas para una buena conductividad en la superficie, una vez extendida ambas líneas se instalará el punto base o receptor de datos donde estarán los miliamperímetros.

Y por último se instalarán el punto infinito llamado también emisor de corriente eléctrica esto se ubicara a 500m de distancia, desde allí se enviara corriente a uno de los puntos de la línea instalada.

Cada vez que se envíe corriente eléctrica la energía se distribuirá como se muestra en el esquema, para luego interpretar de qué tipo de roca y acuífero se está buscando.



Imagen 16: Tomando punto central.

Fuente: [www.youtube.com/watch?v=twXwXkwT4vw](http://www.youtube.com/watch?v=twXwXkwT4vw).

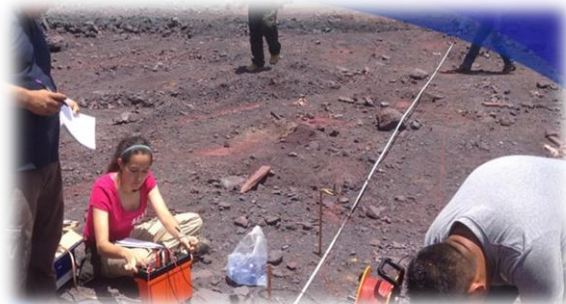


Imagen 17: Alineando puntos.

Fuente: [www.youtube.com/watch?v=twXwXkwT4vw](http://www.youtube.com/watch?v=twXwXkwT4vw).

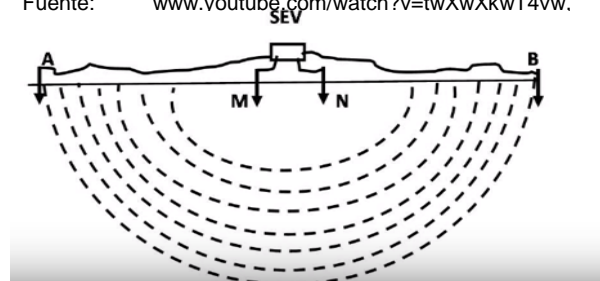


Imagen 18: Pulsaciones eléctricas.

Fuente: [www.youtube.com/watch?v=twXwXkwT4vw](http://www.youtube.com/watch?v=twXwXkwT4vw).

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS

- ✓ Previa búsqueda, se realizó estudios geológicos y estructurales de la zona, para luego buscar las líneas de flujo y su concentración. Además cubrir la zona por donde pasa una falla geológica.
- ✓ Las medidas tomadas nos dieron como resultado que cada línea flujo tiene entre 10cm a 50cm. de ancho.
- ✓ Se determinó una profundidad de 12 m. aproximadamente.
- ✓ Una vez construido el pozo se aforo 27 litros por minuto, teniendo un error de 3 litros por minuto.
- ✓ Se demostró la precisión del método Zahori, tal como se muestra en la tabla 11.

Tabla N° 11 cuadro comparativo Zahori Vs. SEV.

Método	Ubicación	Profundidad	Caudal	Tiempo	Personal	Materiales y Herramientas	costo Km/Lineal	Resultado
<b>Zahori</b>	Coord.	> 100m	30 litros/min.	3 - 4 horas	2	Varillas, brujula, GPS, Picota, Plano, yeso, estacas	S/. 500	Instante
<b>SEV</b>	Coord.	en relacion a la distancia de los puntos AB	litologia de la zona	1 dia	6	Sulfato de cobre, cloruro de sodio, aluminio en láminas, brujula, flexómetro, picotas, 6 botellas de elctrodos, cable N°12, generador de 20 HP, multímetros, impresora, computadora, escaner, GPS	\$ 1674.92	6 días calendarios

Elaboración: Propia.

## CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

- ✓ Con el método Zahori, trabajan 02 personas, en un tiempo de 3 a 4 hrs., con Equipo o herramienta simple, a un costo de S/. 500.00 en comparación de un SEV de \$ 1674.92.
- ✓ Los resultados obtenidos, nos permiten tener la ubicación del pozo, flujo y caudal necesario para la operatividad y derivarlo al buen uso de la cantera, que ayudará en mejorar sus costos y un continuo uso del agua sin parar la operación.
- ✓ Con los datos se iniciaron los trabajos, para luego verificar su aplicación.  
Por lo tanto se demuestra que el método Zahori es aplicativo económico en su uso de búsqueda de aguas subterráneas, con resultados eficientes.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se llegó a describir detalladamente los pasos a seguir, tanto del método Zahori, como del método SEV.
- ✓ En la cantera de Rumipampa estamos demostrando que el método Zahori es una alternativa de precisión y bajo costo en la búsqueda de agua subterránea en comparación con el método de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).
- ✓ Con la implementación de método Zahori se invirtió un total de 500 soles a diferencia del método SEV que se invirtió \$ 1674.92.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda aplicar el método ZAHORI, para la búsqueda de aguas subterráneas, debido a que se demostró, que es tan preciso como el método SEV.
- ✓ Antes de aplicar el método ZAHORI, se recomienda tener conocimientos sobre geología.
- ✓ Se recomienda aplicar el método con una persona con experiencia, para que interprete el movimiento de las varillas.
- ✓ Se recomienda realizar un sondeo visual de la zona, para identificar cuerpos electromagnéticos.
- ✓ Se recomienda no realizar el método en tormentas eléctricas.



## REFERENCIAS

1. Análisis de Radiestesia (s.f) .[En Línea] recuperado el 26/02/16 de [https://www.youtube.com/watch?v=BTd\\_soGooHE](https://www.youtube.com/watch?v=BTd_soGooHE)
2. Bassler Guido (1995). *Radiestesia, 1995*. [En Línea] Recuperado el 26/02/16, de <http://www.enbuenasmanos.com/que-es-la-radiestesia>.
3. Bieniawski Z.T. (1989). *“Engineering Rock Mass Clasification”* Willey – Interscience.
4. Brady B.H.G & brown E.T. (2005). *“Rock mechanics for Underground Mining”* Third Edition Kluwer Academic Publishers.
5. Buscar agua, mediante método Zahori (s.f.) .[En Línea] recuperado el 26/02/16 de <https://www.youtube.com/watch?v=eGC2xmdiXdEso>
6. Collins, R.E. 1961, *“Flow of fluids through porous materials”*, New York, Reinhold Publishing Corp., 270 p.
7. Darcy, Henry (1856). *“Recherches hydrauliques entreprises 1ª parte. Impériale.*
8. Delgadillo Flores Lourdes (2010), *Manual de Procedimientos Analíticos, 2010*. [En Línea] Recuperado el 26/02/16, de <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUAL%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf>
9. Descripción del método SEV(s.f.) .[En Línea] recuperado el 26/02/16 de <http://www.youtube.com/watch?v=twXwXkwT4vw>
10. Carrillo Rivera Joel (2012). Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales. [Versión electrónica], recuperado el 26/02/16, desde <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rig/article/view/30518/41962>

11. Esterhuizen G.S. (1999) “*Evaluation of the strength of slender pillars*” National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, PA.). Pennsylvania.
12. Gobierno Regional de Cajamarca (2009). *Estudio de Geología, 2009*. Gerencia Regional de Planeamiento, presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Recuperado el 26/02/16, <http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/GEOLOGIA.pdf>
13. Gobierno Regional de Cajamarca (2011). *Geomorfología, 2011*. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial.[En Línea] Recuperado el 26/02/16, de <http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/GEOMORFOLOGIA.pdf>
14. Duque Escobar Gonzalo (2015), *Manual de Procedimientos Analíticos, 2010*. [En Línea] Recuperado el 26/02/16, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/286/intemperismoometeorizacion.pdf>
15. Hoek E., Kaiser P., Bawden W. (1995). “*Support of Underground Excavations in Hard Rock*” A.A. Balkema.
16. Ordoñez Gálvez Juan Julio (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico, 2011*. [En Línea] Recuperado el 26/02/16, de [http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm\\_Files/Publicaciones/Varios/Aguas\\_Subterranas.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Aguas_Subterranas.pdf)
17. Orellana Ernesto, “*Prospección Geoeléctrica en corriente continua*”, 2da ed. Para info, Madrid 1982. Vol. 1.
18. Schlumberger (s.f.) .[En Línea] recuperado el 26/02/16 de <http://www.slb.com/>
19. Sociedad Minera Campana de Oro S.A. (2005): *Archivo departamento de geología*. Lima.
20. Streckeisen, Albert (1974), “*Minerals and rocks*”, Haynes
21. Wenner, Frank (1915) “*A Method of Measuring Earth Resistivity*”; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, p. 478-496

**ANEXOS**  
**IMAGENES**



Imagen 19: Construcción del pozo.  
Elaboración: Propia

---

**PROPUESTA TÉCNICA – ECONÓMICA PARA DETERMINACION DE AGUA  
SUBTERRANEA – ESTUDIO GEOFISICO CON EL METODO DE SONDEO  
ELECTRICO VERTICAL, DISTRITO BAÑOS DEL INCA, PROVINCIA Y  
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

**PROPUESTA TÉCNICA**

**ANTECEDENTES**

La Empresa Hidromoderno realiza trabajos consernientes y/o relacionados con todo lo que tenga que ver con el elemento agua, consultorías, ejecución de proyectos, estudios y demás relacionados con obras que tengan que ver con el líquido elemento, además de todo tipo de obras de construcción civil, dentro del ámbito de influencia del departamento de Cajamarca.

**UBICACION**

Caserío : Rumipampa  
Centro Poblado: Otuzco  
Distrito : Baños del Inca  
Provincia : Cajamarca  
Departamento: Cajamarca

**INFORMACIÓN REFERIDA AL SERVICIO**

**1.- METODOLOGÍA DE TRABAJO**

*HidroModerno S.A.C.* tendrá entre otras responsabilidades la conducción de todo el proceso de coordinaciones con el beneficiario, moradores y/o autoridades (de ser el caso), el levantamiento de datos de campo, entre otros y la elaboración del documento final.

La Empresa organizará la logística, movilidad, el apoyo de terceros, alquiler de equipos necesarios y gastos diversos.

El trabajo consiste básicamente en dos fases o etapas: La fase de campo y la fase de gabinete.

**FASE DE CAMPO**

En esta etapa se recolectará toda la información en campo necesaria para la elaboración del informe y demás necesarios. La etapa de campo se realizará de la siguiente manera:

1.- Toma de datos en campo

El trabajo de campo es el punto de partida para la elaboración del presente trabajo y dependerá de la calidad de éste para que los resultados obtenidos sean los mas adecuados.

- Para la toma de datos de campo se contará con un grupo de trabajo, el cual estará conformado por un geólogo, 02 técnicos y 03 ayudantes, estos últimos deberán ser moradores del lugar, lo cual facilitará el trabajo y la toma de datos en campo.
- Se procederá a la identificación del terreno en donde se llevará a cabo el presente estudio.
- Referente a las perforaciones: La medición de la resistividad eléctrica en el interior de pozos brinda resultados más representativos que los efectuados en laboratorio, pues las unidades geológicas se encuentran in situ y aunque pueden sufrir alteraciones en las propiedades físicas y/o hidráulicas, durante las tareas de perforación, estas en la generalidad son menos significativas que las producidas al extraer las muestras y llevarlas al laboratorio

## **FASE DE GABINETE**

En esta etapa debemos procesar la información obtenida en campo

## **2.- PERSONAL DE TRABAJO DISPONIBLE**

La empresa *HidroModerno S.A.C.* realiza diversos trabajos de ingeniería como son: sistemas de riego tecnificado en ladera, sistemas de agua potable, canales, levantamientos topográficos y catastrales de predios urbanos y/o rurales y diverso tipo de consultorías relacionados a trabajos de ingeniería; el personal de trabajo que dispone la empresa para la realización del presente estudio, son profesionales con amplio conocimiento, los mismos que vienen realizando este tipo de trabajos desde el año 2,000 hasta la fecha.

- 01 Geólogo
- 02 Técnicos
- 03 ayudantes

## **INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS DISPONIBLES**

- |                        |   |        |
|------------------------|---|--------|
| - Oficina              | : | 01     |
| - Camionetas           | : | 01     |
| - Computadoras         | : | 02     |
| - Impresoras           | : | 01     |
| - Scanner              | : | 01     |
| - Teléfono             | : | 01     |
| - GPS Garmin 76s       | : | 01     |
| - Útiles de escritorio | : | Varios |



**“ HidroModerno S.A.C. ”**

Jr. Puno N° 249 Telef: 60 4752, 976225840

Email: [hidromoderno@Yahoo.es](mailto:hidromoderno@Yahoo.es)

---

## **ALCANCE DEL TRABAJO A REALIZAR**

El objetivo del presente trabajo es calcular la resistividad de los materiales en profundidad, ya que cada material tiene su propia resistividad al igual que el propio material húmedo. Por lo tanto y a la hora de hacer un estudio hidrogeológico para la búsqueda de aguas subterráneas se deben tener como básicos dos aspectos diferentes: el primero de ellos es el conocer la geología de la zona ya que en algunos casos se puede plantear la duda de tener una misma resistividad que podría corresponder a diferentes materiales, pero que conociendo la litología que nos podemos encontrar dicho problema prácticamente se descarta. El segundo aspecto básico que entraña un estudio de estas características es el conocer obviamente las resistividades que aparecen en la vertical ya que el conocimiento de las mismas es el que nos marca la posible existencia o no de aguas subterráneas.

Se realizará una malla de 100 m<sup>2</sup> para la determinación de agua subterránea con el método de Sondeo Eléctrico Vertical.

### **3.- FORMA DE PAGO**

- 30 % a la firma del contrato.
- 70 % restante a la entrega del trabajo final a satisfacción del contratante.

### **4.- PLAZO DE EJECUCIÓN**

- 6 Días calendarios

## PROPUESTA ECONÓMICA

PROYECTO: DETERMINACION DE AGUA SUBTERRANEA - METODO SONDEO ELECTRICO VERTICAL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		MONTO S/
<b>A. HONORARIOS Y SALARIOS</b>					<b>S/ 1,780.00</b>
<b>1 PERSONAL PROFESIONAL</b>					
Ingeniero Jefe de Proyecto	Unid.	1.00	1,400.00	S/	1,400.00
Asistente de campo	Unid.	-	-	S/	-
<b>2 PERSONAL TÉCNICO</b>					
Técnico de campo	Unid.	2.00	100.00	S/	200.00
Ayudantes de campo	Unid.	3.00	60.00	S/	180.00
<b>B. UTILES DE OFICINA</b>					<b>S/ 300.00</b>
1 Útiles de oficina y dibujo	Global	1.00	150.00	S/	150.00
2 Impresiones	Global	1.00	150.00	S/	150.00
<b>C. MATERIALES y EQUIPOS</b>					<b>S/ 2,925.00</b>
1 Sulfato de cobre, cloruro de sodio, aluminio en láminas	Global	1.00	525.00	S/	525.00
2 Brújula, flexómetros, picotas, 06 botellas de electrodos	Global	1.00	600.00	S/	600.00
3 Cable Nº 12	m	300.00	1.75	S/	525.00
4 Generador de 20 HP	und.	1.00	600.00	S/	600.00
5 Multímetros ( receptor de datos)	Global	1.00	675.00	S/	675.00
<b>SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS (C.D.):</b>					<b>S/ 5,005.00</b>
<b>D. GASTOS GENERALES</b>					<b>S/ 540.00</b>
1 Alquiler de Camioneta	Global	1.00	420.00	S/	420.00
2 Gastos de EPP	Global	1.00	120.00	S/	120.00
<b>GASTOS GENERALES (G.G.)</b>					<b>S/ 540.00</b>
<b>UTILIDAD 05 %</b>					<b>S/ 250.25</b>
<b>TOTAL</b>					<b>S/ 5,795.25</b>

**COSTO: 5,795.25** (Cinco mil setecientos noventa y cinco con 25/100 nuevos soles), sin incluir IGV





**“ HidroModerno S.A.C. ”**

Jr. Puno N° 249 Telef: 60 4752, 976225840

Email: [hidromoderno@Yahoo.es](mailto:hidromoderno@Yahoo.es)

---

Cajamarca, 03 de Marzo del 2,016

**Sr. ATENCION**

**PRESENTE :**

**Asunto :      *Presentación de Propuesta  
Técnica - Económica***

Es grato dirigirme a Ud. con la finalidad de saludarlo cordialmente y a la vez hacerle llegar mi Propuesta Técnica – Económica para la determinación de Agua Subterránea con el Método de Sondeo Eléctrico Vertical, ubicado en el caserío de Rumipampa, distrito Baños del Inca, Provincia y Departamento de Cajamarca.

Atentamente,

.....  
**HidroModerno SAC.**

**Ing. Walter Marín Honores**

**GERENTE GENERAL**