

## INVESTIGACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN LA CUENCA DEL RÍO YARABAMBA: MARGEN SURORIENTAL DE AREQUIPA.

Juan Aníbal Lajo Soto<sup>1</sup> y Alberto Gamarra Romero<sup>2</sup>

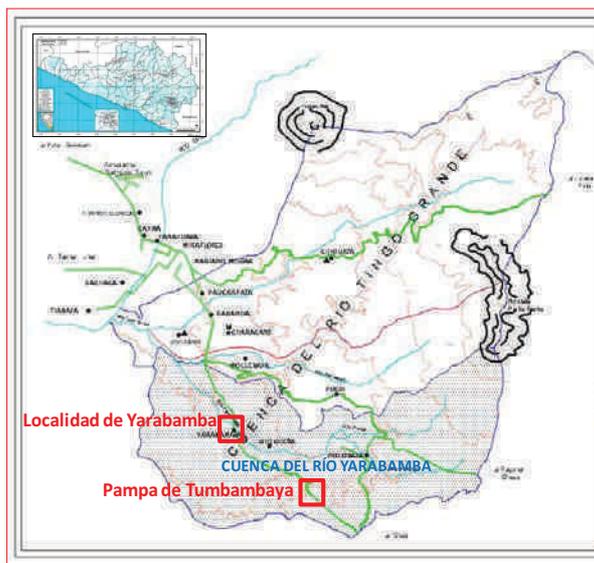
<sup>1</sup> Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. [jlajos@unsa.edu.pe](mailto:jlajos@unsa.edu.pe)

<sup>2</sup> Geofísica Consultores SRL. [cgarra@geofisicaconsultores.com](mailto:cgarra@geofisicaconsultores.com)

### INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Yarabamba, se desarrolla en la margen suroriental de la ciudad de Arequipa y sobre las vertientes suroccidentales de la montaña del Pichu Pichu (*Figura 1*). Se modela sobre rocas sedimentarias, plutónicas, volcánicas y depósitos clásticos recientes, ordenados cronológicamente desde el Jurásico superior al Cuaternario reciente.

Las mayores aportaciones subterráneas, están vinculadas con las facies volcánicas y tienen sus orígenes en la infiltración de las precipitaciones pluviales que se desarrollan al este de la cordillera volcánica (Altiplano). Sin embargo, los estudios geofísicos reportados en el presente trabajo permiten señalar que un fuerte potencial se encuentra también en las facies plutónicas fracturadas y depósitos clásticos recientes.



*Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca del río Yarabamba y áreas de estudio.*

### MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Los métodos de investigación utilizados en la realización del trabajo, están relacionados con los métodos geofísicos siguientes:

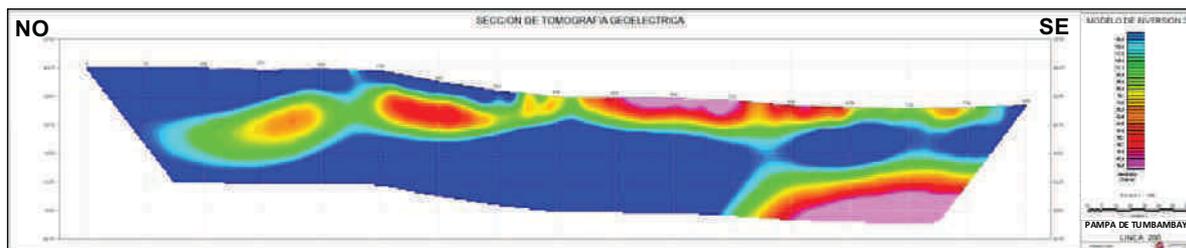
- Tomografía Geoeléctrica, (TGE)
- Sondajes Eléctricos Verticales (SEV)
- Potencial Espontáneo (SP).

### RESULTADOS

#### ÁREA DE LA PAMPA DE TUMBAMBAYA

La estructura geológica del acuífero del área de la Pampa de Tumbambaya, está constituida por rocas plutónicas paleógenas (tonalitas y granodioritas), con alto grado de fracturamiento y/o diaclasamiento pertenecientes al Batolito de la Costa (localmente Batolito de la Caldera). Dentro de este contexto, con este acuífero se relacionan “Aguas filonianas de fisura”.

La tomografía geoeléctrica del área se ha realizado sobre una grilla de 12 líneas paralelas con una separación de 50 metros, así mismo, se ha usado una apertura de dipolo de 20 metros con 10 niveles de investigación alcanzando profundidades de aproximadamente 100 metros. Los resultados obtenidos permiten identificar un acuífero superficial horizontal a sub-horizontal de unos 15 metros de profundidad, de igual manera, permiten identificar una anomalía la cual podría estar relacionada con un acuífero profundo por debajo de los 50 metros de profundidad (*Figura. 2*).



Los valores del potencial espontáneo varían entre  $-291\text{mV}$  a  $+280\text{mV}$ , hacia el extremo este del área los valores negativos se incrementan considerablemente lo cual es concordante con el posible acuífero profundo ubicado por debajo de los 50 m de profundidad (Figura 3).

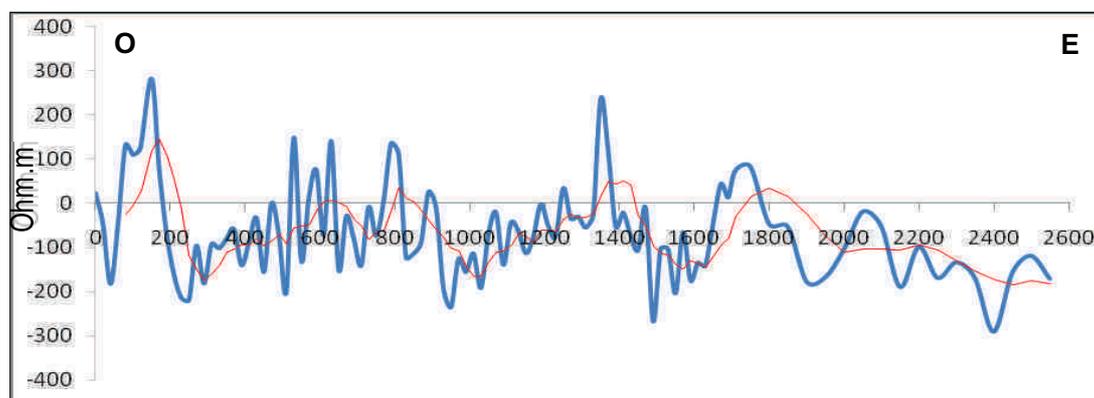


Figura 3. Potencial espontáneo. Área de la Pampa de Tumbambaya. En azul los datos de campo y en rojo la curva de tendencia mostrando los datos filtrados.

El sondaje eléctrico vertical realizado (SEV 05) permite identificar 5 horizontes, de los cuales el R1 presenta el mayor grado de humedad y llega a una profundidad de 19.5 metros. Este horizonte se encuentra limitado por una cobertura ligeramente húmeda R0 y un substratum seco e impermeable definido por los horizontes R2, R3 y R4 (Cuadro 1).

SEV05	R0	R1	R2	R3	R4
Resistividad (ohm/m)	93.87	36.75	732.07	1155.5	5845
Profundidad (m)	1.60	19.5	80.35	104.00	ind

Cuadro 1. Sondaje Eléctrico Vertical 05 (SEV05). Área de la Pampa de Tumbambaya

La compilación de la información obtenida, permite definir finalmente en el área de la Pampa de Tumbambaya, un horizonte (volumen) de roca saturada de aproximadamente  $3'506,250 \text{ m}^3$  cuya alimentación se realizaría a través de 5 ejes desde el la parte sur del área.

#### ÁREA DE LA LOCALIDAD DE YARABAMBA

La estructura geológica del acuífero del área de Yarabamba está constituida por depósitos clásticos recientes y flujos de barro volcánico frío. Con él se asocian “Aguas estrato intersticiales” y “Aguas estrato filonianas” y/o “estrato fisurales” respectivamente. Al parecer es alimentado principalmente por las aguas de regadío de los terrenos de cultivo aledaños.

La tomografía geoeléctrica, en este caso, se ha realizado por caminos y senderos debido a la dificultad ofrecida por los terrenos de cultivo de propiedad privada, los resultados obtenidos identifican 3 acuíferos ubicados en diferentes sectores del área estudiada: El Pasto, el Arquillo y el Molino. En el sector de El Pasto se identifica un pequeño acuífero superficial de no más de 13 m de profundidad (Figura 4). En el sector de

El Arquillo, la magnitud del acuífero es mucho más limitada, el espesor del horizonte saturado no alcanza más de 5 metros de profundidad (Figura 5). En la zona del molino, el acuífero es de mayor dimensión, el horizonte saturado tiene un espesor aproximado de 15 metros y es alimentado al parecer por una falla o un sistema de fallas; actualmente es un acuífero semiexplotado (Figura 6).

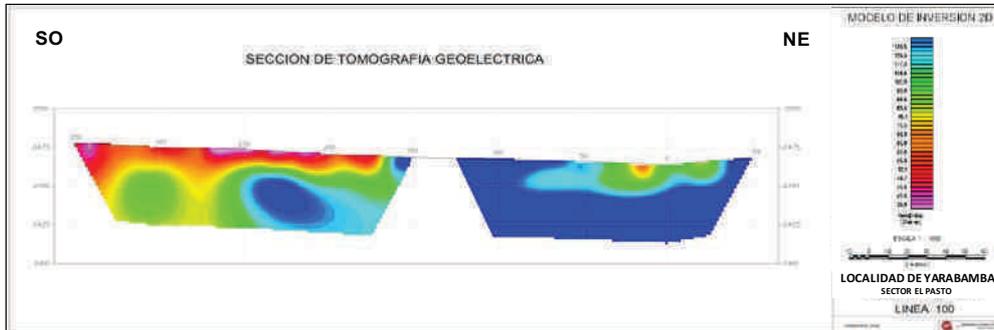


Figura 4. Tomografía Geoeléctrica (línea L100). Sector El Pasto

Figura 5. Tomografía Geoeléctrica (línea L3). Sector El Arquillo.

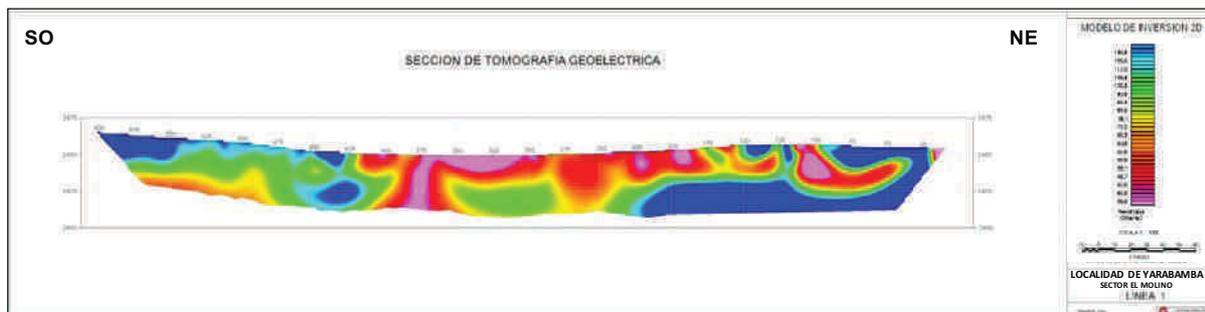
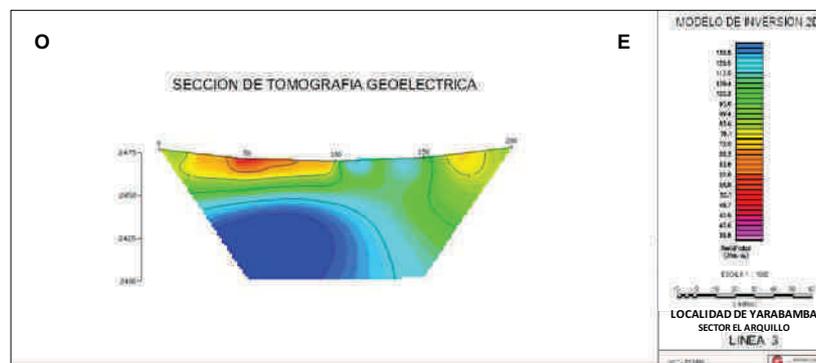


Figura 6. Tomografía Geoeléctrica (línea L3). Sector El Molino.

Los sondajes eléctricos verticales realizados en el sector de “El Pasto” (SEV02 y SEV03) identifican 5 horizontes con resistividades diferentes, de estos horizontes el R1 y el R2 (horizontes superficiales) presentan las resistividades más bajas de 1.46 ohm-m a 66 ohm/m y alcanzan una profundidad de 1.46 a 20.40 m (Cuadro 2).

		<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>		<b>R<sub>3</sub></b>		<b>R<sub>4</sub></b>
<b>SEV02</b>	Resistividad	103.4	1.43	-	48.17	-	311.80	1126
	Profundidad	0.79	1.46	-	20.40	-	53.20	∞
<b>SEV03</b>	Resistividad	-	-	42.25	66.50	116.07	313.20	7303
	Profundidad	-	-	11.44	12.81	227.68	241.00	∞

Cuadro 2. Sondajes eléctricos verticales (SEV02 y SEV03). Zona de El Pasto.

El sondeo eléctrico vertical realizado en el área de El Molino (SEV01) identifica 4 horizontes con resistividades diferentes, dentro de ellos, el horizonte R0 representa un acuífero superficial con una resistividad de 21 ohm-m y un espesor que alcanza una profundidad de 10.33 (Cuadro 3).

SEV01	R0	R1	R2	R3
Resistividad (ohm/m)	21.01	281.4	1638.3	944.18
Profundidad (m)	10.33	11.76	18.27	∞

Cuadro 3. Sondaje eléctrico vertical (SEV01). Zona de El Molino.

Los valores del potencial espontáneo realizado en la zona de El Molino, varían entre -250mV y +150mV, hacia el extremo norte del área los valores negativos se incrementan considerablemente por la influencia del río Yarabamba.

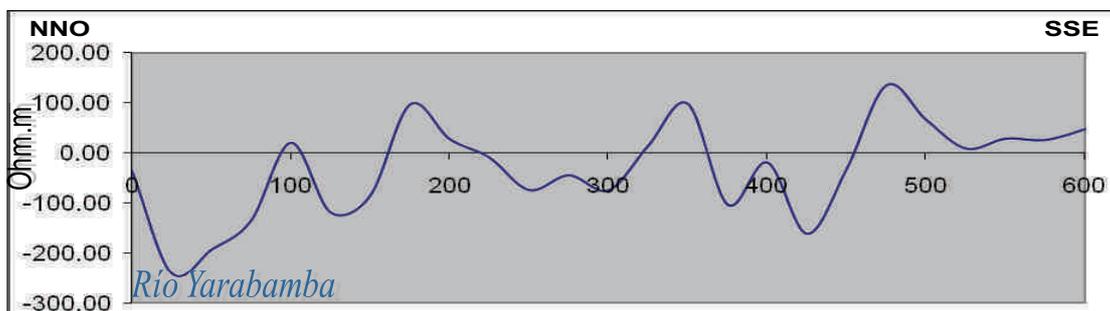


Figura 7. Potencial espontáneo. En azul los datos de campo. Nótese la influencia del río yarabamba parte inferior izquierda.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El acuífero de la Pampa de Tumbabaya se encuentra relacionado con rocas plutónicas bastante fisuradas pertenecientes al Batolito de la Caldera. Un cálculo preliminar permite definir un volumen de saturación de 3'506,250 m<sup>3</sup>.

El acuífero del área de Yarabamba, es de menor dimensión y está relacionado con tres sectores los cuales se encuentran en depósitos aluviales y en flujos de barro volcánico. De los tres sectores, El Pasto y El Molino ofrecen buenas perspectivas de explotación.

A fin de estudiar el comportamiento dinámico del reservorio acuífero, se recomienda perforar un pozo en la zona de Hornillos según las coordenadas 8163869 N y 244277 E y con una profundidad de 20 metros y otro en la zona de el Molino según las coordenadas 8170058 N y 234620 E y con una profundidad de 17 metros.

## REFERENCIAS

- Gomez, M. (1974). Estudios Preliminares en Exploración por Aguas Subterráneas en la Pampa de Uzuña (Distrito de Polobaya). Tesis. UNSA. Arequipa.
- Lajo, A. (1979). Investigaciones Hidrogeológicas y Consideraciones Geotécnicas en la Cuenca del Río Yarabamba. Tesis UNSA. Arequipa.
- Alarcon, D. (2003). Estudio Geofísico de Exploración de Aguas Subterráneas para la Ubicación de un Pozo Tubular en la Municipalidad de Yarabamba. Informe interno.
- Bocangel & Bocangel Ingenieros EIRL. (2008). Sondeos de Resistividad Eléctrica por Aguas Subterráneas. Municipalidad de Yarabamba. Informe Interno.