

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y GEOFÍSICO DEL ACUÍFERO DE LA QUEBRADA TRANCA GRANDE, PARA EL CENTRO POBLADO DE LA ASOCIACIÓN IRRIGACIÓN OCOÑA-AREQUIPA-PERÚ

Tomasa Tovar Cayo¹; Edilberto Tovar Cayo¹ & Mary Tovar Cayo¹

Resumen - En 1996 se inició el estudio y exploración de agua superficial y subterránea, en un medio desértico, del distrito de Andaray, Fundo Esbilla, Declive Occidental de los Andes. La exploración de estructuras del acuífero fisurado en la Quebrada Tranca Grande, ubicó una fuente de agua con 10L/seg, captado superficialmente con 75 Km de línea de conducción, hasta el centro poblado de Pampa Grande, solucionando la escasez de agua.

El 2003 se retomó este estudio, evaluando con 8 SEVs el potencial de agua subterránea en el acuífero. El análisis e interpretación de datos geofísicos e hidrogeológicos, permiten establecer un incremento de 16.67 L/seg, sobre el volumen actual de 10 L/seg. Para ello se excavará una galería hidráulica de 420 m de longitud, sección de 2x2m, con un costo de \$ 252,000.

El crédito internacional solicitado por la Asociación, para irrigar 80,000 Hectáreas de terrenos desérticos, requiere de 6m³/seg de agua del río Arma, que nace del nevado Coropuna a 6426 m. de altitud, costará \$ 150'000,000, no ha sido respaldado por los gobiernos de turno, esperándose hasta la fecha crédito internacional para ambos proyectos.

Abstract - In 1996 started off, the study and exploration of superficial and subterranean water, in a desert-like, midway of Andaray's rustic farm Esbilla, Occidental Slope of the Andes. The structure's exploration of the water-bearing fissured in the ravine Tranca Grande, located a water source with 10 L/sec, harness superficially with 75 kilometers of line conduction, to Pampa Grande's center populated, solved the water scarcity.

The 2003 retook this study itself, evaluating with 8 SEvs the subterranean-water potential in the water-bearing. The analysis and interpretation of geophysical and hydrogeology data, they permit establishing an increment of 16.67 L/sec, on the actual volume of 10 L/sec. To that, we will excavate a hydraulic gallery of 420 meters length, section 2x2 meters, with a cost of \$252,000. The international credit in good request for the Association to irrigate 800,000 hectares of desert-like land, it required of 6 meters cubic/sec of the Arma's river, that nascent of the snow covered

¹ Calle Sorama N° 72 San Jerónimo- Cusco-Perú, Tlf. 084-277359. Email: aguatoavar@yahoo.es

Coropuna to 6426 altitude, will cost \$150'000,000, has not support by governments, expecting to the present day the international credit for both projects.

Keywords - Subterranean Waters; Fissured Aquifer.

INTRODUCCIÓN

El Declive Occidental es una zona con gran potencial de agua superficial y subterránea para los pobladores de los terrenos desérticos de la Irrigación. El agua de precipitación pluvial en la Cordillera Occidental, percola en los poros y estructuras fracturadas de las rocas que conforman la zona de recarga. El agua subterránea se mueve a través de fallas, ejes de sinclinales y disyunciones de las rocas ígneas de carácter regional, hacia las laderas del Declive Occidental de los Andes, originando fuentes de agua superficial.

En 1996, para satisfacer la demanda de agua del centro poblado de la Irrigación Ocoña, se inicio, el estudio geológico en el Fundo Esbilla, para explorar estructuras portadoras de agua superficial y subterránea, ubicando en la quebrada Tranca Grande, el acuífero fisurado donde fluye 10L/seg, que ha sido captado para el centro poblado ubicado en Pampa Grande, distrito de Ocoña, instalando 75 Km de línea de conducción con tubería de PVC, de 4" de diámetro, dejando de lado el carro cisterna, que al inicio abastecía al campamento con agua del Río Ocoña, resultando muy costoso este sistema.

La demanda de mayor volumen de agua del centro poblado, ha permitido evaluar el potencial de agua subterránea del acuífero fisurado, mediante prospección geofísica por resistividad eléctrica, con 8 SEVs. La evaluación e interpretación de los estudio hidrogeológico geofísico, ha permitido estimar un rendimiento de 16.67 L/seg de caudal adicional, totalizando 26.67 L/seg, que se captaran excavando una galería hidráulica de 420 m de longitud y sección de 2x2m, con un costo de 252 mil dólares americanos.

UBICACIÓN

La zona de exploración y prospección de agua, se ubica Políticamente en la Región y Departamento de Arequipa, Provincia Condesuyos, Distrito Andaray, Fundo Esbilla y Quebrada Tranca Grande (Plano 01: Ubicación); en las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud: 16°15' sur
- Longitud: 72°45' oeste
- Altitud: 3290 m.

ACCESO

Se accede por medio de la carretera Panamericana Sur, hasta alcanzar el desvío localizado entre Camaná y Ocoña. A partir de este punto se prosigue por una trocha carrozable que atraviesa Pampa Grande, continuando por la quebrada de Cuno Cuno, hasta ingresar al cañón del mismo nombre, finalizando en el sector denominado Cuello Esbilla; el que aproximadamente se encuentra a 95 Km. de distancia del centro poblado de la Irrigación Ocoña. A partir de este punto se prosigue 6Km por el camino de herradura hasta llegar al acuífero ubicado en la quebrada Tranca Grande.

MEDIO GEOGRÁFICO

Se sitúa en la región Quechua, (J. Pulgar Vidal 1976), entre 2,300 a 3,500 m, localizado en los Declives Occidentales del Sistema Andino.

CLIMA

Esta región de clima templado con notable diferencia entre el día y la noche. La temperatura media anual fluctúa entre 11 y 16 °C, las máximas entre 22 y 29 °C y las mínimas entre 7 y 4 °C durante el invierno, de mayo a agosto.

VEGETACIÓN

La vegetación permanente se desarrolla donde fluyen los manantes, conformado por arbustos de molle, alizos, helechos etc. En la zona árida se aprecian la pitajaya (cactus espinoso), el curis (cactus de columnas), el pumaza, líquenes y otros.

DEMANDA DE AGUA PARA EL CENTRO POBLADO DE LA IRRIGACIÓN HASTA EL AÑO 2024

El cálculo se ha realizado en base al padrón de socios, conformado por 1200 jefes de familias, considerando 05 miembros por familia.

Cuadro 1 - Demanda de Agua

Población año 2004	Dotación L/Día/hombre	Demanda año2003 L/seg	Población año 2024	Demanda de agua año 2024 L/seg
6000.00	150 L/seg	10.5	7321.00	17.00

OBJETIVOS

1. Satisfacer la demanda de agua para el centro poblado ubicado en Pampa Grande.
2. Determinar las estructuras portadoras de agua superficial y subterránea en el Fundo Esbilla.
3. Establecer los parámetros hidrogeológicos del acuífero fisurado.
4. Evaluar el potencial de agua subterránea del acuífero fisurado, realizando prospección geofísica por el método de resistividad eléctrica, en la zona de influencia del acuífero.
5. Estimar el caudal adicional de agua subterránea, que rendirá el acuífero.
6. Elaborar el proyecto para la construcción de la galería hidráulica, que incrementaría el caudal superficial de 10L/seg a 26.67L/seg.

ANTECEDENTES

La Irrigación Ocoña desde su fundación en 1976, no ha logrado el financiamiento del proyecto para irrigar sus terrenos. Para solucionar la demanda de agua del centro poblado de la Asociación, ocupada en un inicio por un pequeño grupo de socios, los que se abastecían de agua, mediante un carro cisterna, resultando muy costoso. En 1996, realizamos la primera exploración en el Fundo Esbilla para ubicar estructuras portadoras de agua superficial y subterránea, localizándose en la quebrada Tranca Grande, un acuífero fisurado, donde existe una fuente de agua de 10L/seg, que se captó superficialmente para abastecer al centro poblado.

En la actualidad este volumen de agua está siendo usado por 20 familias que se dedican a cultivar sus huertos familiares con buenos resultados. En el 2003 la demanda de mayor volumen de agua, motivó a evaluar el potencial de agua subterránea del acuífero, por prospección geofísica, lo que permitió estimar el caudal adicional del acuífero.

METODOLOGÍA

La exploración y prospección de agua superficial y subterránea, ha tenido dos componentes: trabajo de campo y de gabinete. Inicialmente en 1996, el trabajo de campo se desarrolló en la cabecera del Fundo Esbilla, ubicando estructuras portadoras de agua superficial y subterránea, formaciones geológicas y área de recarga, ubicando en la quebrada Tranca Grande el acuífero fisurado. El 2003 se ha complementado este trabajo de campo, con prospección geofísica por resistividad eléctrica, con 8 SEVs, para evaluar el potencial de agua subterránea del acuífero.

Como parte del trabajo de gabinete, se ha evaluado e interpretado el resultado del estudio, hidrogeológico, calidad del agua, registro meteorológico, prospección geofísica, con lo que se ha estimado incrementar en 16.67L/seg el caudal de agua, excavando una galería hidráulica.

GEOLOGÍA

El área de exploración y prospección se ubica en la zona volcánica de los Andes Centrales, circunscrito a la cadena volcánica que va paralela al límite fallado de dirección NO-SE de la Cordillera Occidental, a partir de estos volcanes se originaron los materiales que conforman el sustrato de roca ígnea, consistente de extensas mesetas de ignimbritas y flujos de lava del Mioceno superior al Cuaternario inferior y de estratovolcanes, calderas y domos de lava del Pleistoceno al Holoceno (En Silva Francis, 1991; Thouret et al 1995,1996).

La configuración geológica y geomorfológica está constituida por cuencas costaneras, la depresión de Arequipa, el batolito costanero, piedemontes desértico, flanco disectado de la Cordillera Occidental, cuencas volcánicas Maure, altillanuras volcánicas, superficie de la Puna, cadena volcánica Plio-cuaternaria, volcanes Pleistocenos y el Altiplano.

El Declive Occidental Andino o Piedemontes Desértico, ha evolucionado a partir de la sedimentación regional de la cuenca, durante la última fase evolutiva de la Orogenia Andina, en los Andes Sur Occidentales del Perú, desarrollándose una fosa intracontinental paralela a la costa, que fue colmatada por una secuencia de 3000 m. de material volcánico y sedimentario, depositado desde el Mioceno Medio, habiendo sufrido múltiples etapas de fallamiento, plegamiento, distensiones, desplazamiento de bloques, vulcanismo, erosión y redeposición; para finalmente, modelar las condiciones físicas necesarias para conformar una extensa cuenca sedimentaria.

El área regionalmente involucrada por la cuenca está limitada por la Depresión Interandina del Sur del Perú, desde Arequipa, hasta el norte de Chile, abarcando una franja de 32,000 Km², por 400 Km de largo y de 80 Km de ancho promedio, comprendidos entre la cordillera del Barroso y la barrera solevada de Santa Lucia, conformando el divortium acuarium cuenca del Pacifico y la cuenca del Titicaca (Plano 02: Geológico Regional).

La estratigrafía, del área de exploración y prospección esta conformada por la Formación Moquegua inferior con secuencias sedimentarias impermeables, Moquegua superior que infrayace en discordancia erosional al Moquegua inferior, conformada por conglomerados y tobas riolíticas porosas y permeables de carácter regional, que contienen el acuífero fisurado en la quebrada Tranca Grande; el Volcánico Sencca conformado por lavas de ignimbritas, con disyunción irregular y distribución regional, donde percolan las aguas pluviales en la zona de recarga y los depósitos Recientes conformado por conos aluviales con presencia de pequeños manantes.

TECTÓNICA

La zona de exploración muestra una configuración estructural simple, debido a que el 70% de estas rocas se hallan cubiertas por rocas post-orogénicas de composición sedimentaria y volcánica.

Durante el Cretáceo y Terciario a nivel regional, surge un complejo de rocas intrusivas de composición variable, desde dioritas a riolitas, estas facies corresponden al denominado Ciclo Andino. Luego en discordancia erosional yacen facies desarrolladas durante el Terciario Inferior a Superior, como la formación Sencca. Por su carácter paleogeográfico, corresponden al ciclo Tardi-Andino, luego afloran facies del Cuaternario Inferior y Depósitos Recientes.

Las rocas de la formación Moquegua Inferior, Superior y volcánicas Sencca, han sido afectadas por los movimientos tectónicos, esencialmente compresivos durante la Fase Quechua (30, 15, 10, 7 Y 2 MA), que jugaron varias veces, sobre las fallas inversas.

La excavación de valles y cuencas hasta un nivel poco profundo, como los cursos actuales unidos a la deposición de rocas volcano-sedimentarias de la formación Moquegua y Sencca, fueron interrumpidas por un segundo evento epirogénico, durante e inmediatamente después de la ocurrencia de la formación Sencca, conocido como Fase Quechua 2, la que finaliza en el contacto Plioceno-Pleistoceno, con un periodo de calma.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las estructuras portadoras de agua subterránea para el acuífero fisurado son el sistema de fisuramiento conformado por la disyunción irregular de las rocas ígneas, el suave plegamiento del sinclinal y la falla concordante con el eje del sinclinal con rumbo S 68° O, que permiten el movimiento del agua subterránea desde la zona de recarga almacenado en los poros de las rocas.

HIDROGEOLOGÍA

Hidrografía

El drenaje principal está conformado por los ríos Ocoña y Camaná, estos nacen en los nevados: Sara Sara, Coropuna, Solimana, Sabancaya y Ampato, discurriendo en dirección NS y SO hasta su desembocadura en el mar (Plano 02: Geológico Regional). El drenaje del área de exploración está conformado por una extensa quebrada, con aguas temporales, que toma diferentes denominaciones toponímicas entre su "cabecera" y desembocadura en el mar en Camaná: Tranca Chico, Tranca Grande, Manga y Jway. Su curso es de dirección NS, (Plano 03: Red Hidrográfica).

RECARGA DEL ACUÍFERO

Se efectúa como consecuencia de las precipitaciones pluviales en el nevado de Coropuna y Declive Occidental. El área de recarga del acuífero es de 45 Km², comprendido entre las cotas 3010

a 5000 m de altitud, El agua subterránea recorre aproximadamente 35 Km de longitud, desde la zona de recarga, a través de los poros de las rocas, estructuras fracturadas como las fallas, sinclinal y disyunción irregular de las rocas ígneas (Plano 03: Red Hidrográfica).

REGISTRO METEOROLÓGICO

Para el cálculo de infiltración de aguas pluviales, se ha tomado en cuenta las fluctuaciones climatológicas e hidrológicas (variables meteorológicas); de un periodo de 8 años (1980-1987), tomados en la estación CO ESBILLA, distrito de Andaray, provincia de Condesuyos, departamento y Región Arequipa.

Según el INFORME N°090-SENAIM/DR6-2003, la precipitación pluvial en la zona es nula. Entones, por correlación asumimos que la presencia de fuentes de agua en Esbilla, se debe a la ubicación de las estructuras portadoras de agua subterránea y el área de recarga del acuífero, en la zona de transición de la unidad del Pie de Monte y la Cordillera Occidental, entre 3600 a 5000 m de altitud, donde la precipitación pluvial en la región Puna es de 400 ± 100 mm de precipitación anual acumulada y 1700 ± 250 mm de evaporación acumulada, con periodos de lluvia regulares entre los meses de diciembre a marzo, recargando el acuífero desde la zona alta de la Cordillera. (En IX Congreso Peruano de Geología: Resúmenes Extendidos, 1977: Pág 351.)

PARÁMETROS HIDRÁULICOS SUBTERRÁNEOS DEL ACUÍFERO POROSIDAD

La porosidad de las rocas del acuífero fisurado esta definido por procesos de diagénesis y efectos de tectonismo, asignándoles porosidad primaria y porosidad secundaria o de fisuramiento, confiriéndole permeabilidad en grande a las rocas del acuífero.

Cuadro 2 - Porosidad de Las Rocas Del Acuífero.

Descripción	Peso seco Grs	Peso saturado Grs.	Porosidad %
Volcánico Sencca superficial	420.46	420.46	0.0
Volcánico Sencca intermedio	164.50	169.60	3.01
Volcánico Sencca base	16.53	17.30	4.22
Toba riolítica	224.93	234.35	4.02
Conglomerado	241.70	254.50	5.00

Cuadro 3 - Parámetros Hidráulicos Del Acuífero.

Descripción	Unidad	Fórmula	Valor
Gradiente hidráulico	*	$i = h / l$	0.23
Permeabilidad	m/día		1×10^2
Transmisividad	M2/ía	$T = K \times b$	5000
Caudal a captar	L/seg	$Q = A \times i \times K$	26.67

Donde:

h = diferencia de carga (m)

l = distancia entre dos puntos del acuífero (m)

b = espesor del acuífero (m)

A = área de la sección transversal del acuífero (m²)

* = el valor de la permeabilidad K se ha tomado, de la publicación: Teoría de Flujo de Agua Subterránea e Ingeniería de Pozos (Pag. 7)

GEOQUÍMICA

El análisis fisicoquímico de tres muestras de agua, refleja la incorporación de elementos químicos por disolución de minerales de las rocas, de las formaciones geológicas en la zona de recarga; por acción de las lluvias cargadas de HCaO₃ (ácido carbónico) y ácidos orgánicos.

El pH de las muestras varía de 7.2 a 7.4, en la escala de alcalinidad y basicidad, se encuentra apta para consumo humano. El análisis fisicoquímico de las tres muestras fue realizado por la Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa "SEDAPAR" con los siguientes resultados:

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

Muestra		1	2	3
Turbiedad en MTU		0.6	0.7	0.6
Color escala Cl/Pt		5	5	5
Olor		no apreciable		
Sabor		-	-	-
Alcalinidad a la F	exp. Ppm Co ₃	0.0	0.0	0.0
Alcalinidad a MO	“ “	10.0	108.0	110.0
Bicarbonatos	“ “	108.0	120.0	120.0
Carbonatos	“ “	0.0	0.0	0.0
Hidróxidos	“ “	0.0	0.0	0.0
Dureza total	“ “	100.0	100.0	100.0
Calcio	“ “	76.0	84.0	90.0
Magnesio	Exp ppm Mg ⁺⁺	5.8	5.0	5.3

Sulfatos	“	“ SO ⁼	0.0	0.0	0.0
Cloruros	“	“ Cl ⁼	70.0	72.0	71.0
Fierro	“	“ Fe ⁺⁺	0.0	0.0	0.0
Cobre	“	“ Cu ⁺⁺	-	-	-
Conductividad específica en ms/cm			0.45	0.42	0.43
Solidos disueltos totales exp. En gr.			0.24	0.21	0.23
Cloro residual libre			0.0	0.0	0.0
pH			7.2	7.2	7.4
I.L (Indice de Langelire)			-	-	-
Aluminio			-	-	-
Temperatura °C (Laboratorio)			8.0	8.0	8.0

COMENTARIOS

Los parámetros fisicoquímicos analizados, se encuentran en concentraciones admisibles para un agua potable.

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

La prospección geofísica como parte de la investigación hidrogeológica, permite visualizar la geometría del acuífero fisurado, conocer las características del subsuelo: su naturaleza, su estructura y sus respectivos espesores. Esta información se relaciona con el estudio geológico e hidrogeológico de la zona en estudio.

La prospección se ha realizado por el método de resistividad eléctrica, en su variante sondaje eléctrico vertical (SEV) de configuración simétrica lineal tetraeléctrodica (AMNB) Schlumberger.

De acuerdo al cuadro N° 04 y las secciones geoelectricas, los SEV – 5,6 y 7 son los que reflejan el contenido de agua subterránea del acuífero, ubicado por debajo de la cobertura de roca volcánica ignimbrita, el espesor saturado del conglomerado varía de 18 a 30 metros, la dirección de las aguas son de NE-SO, el manante surge de las fracturas de la toba riolítica y el volcánico Sencca que se encuentran saturadas. El acuífero sobreyace a la formación Moquegua inferior de baja permeabilidad, de carácter regional (Sección: A-A', B-B' y C-C'). La prospección estuvo a cargo del Geofísico Daino Alarcón.

Cuadro 4 - Resultados de La Prospección Geofísica.

SEV N°	P1	h1	P2	h2	P3	H3	P4	h4
1	400	10	800	36	250	40	40	x
2	340	14	850	33	260	38	38	x
3	28	20	38	18	6	x		
4	220	30	25	x				
5	190	38	140	30	8	x		
6	240	25	34	x				
7	175	48	60	x				
8	240	25	750	40	34	x		

P: Resistividad en Ohm-m

h: espesor del horizonte geoelectrico en metros

CONCLUSIONES

- 1.El Declive Occidental es una zona con disponibilidad de agua superficial y subterránea, que proviene del nevado Coropuna, como consecuencia de las precipitaciones pluviales que percolan en la zona de recarga y se mueve a través de estructuras fracturadas de carácter regional, hasta el Declive Occidental, generando el acuífero de la quebrada Tranca Grande.
- 2.Las estructuras portadoras de agua para el acuífero figurado ubicado en la quebrada Tranca Grande son la falla regional con rumbo S68°O y buzamiento vertical y el suave plegamiento del sinclinal concordante con la falla.
- 3.Con la prospección geofísica se ha definido la geometría y potencial del acuífero fisurado.
- 4.El caudal de 26.67 L/seg satisficará la demanda de agua para el centro poblado hasta el 2024, excavando una galería hidráulica, que costará 252 mil dólares americanos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BARRIGA GAMARRA J. (1987).- Manual para Investigar Aguas Subterráneas por Resistividad, Instituto Nacional de Desarrollo, Proyecto Especial “Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de los Departamentos de Moquegua Tacna Perú, 30 Pág.
- [2] ECHEVARRÍA MORALES NICOLÁS Y AGUILAR GIRALDO GUILLERMO (1999).- Teoría de Flujo de Agua Subterránea e Ingeniería de Pozos, Publidrat, 96 pag.
- [3] LOHMAN S. W. (1977).- Hidráulica subterránea, Editorial Arte S.A. Madrid España, 191 Pág.
- [4] VÍCTOR PECHO G. Y GUILLERMO MORALES S. (1969).- Geología de los Cuadrángulos de

Camaná y la Yesera, Editado por el Servicio de Geología y Minería Lima-Perú, 75 Pág.

- [5] PIMIENTA J. (1973).- La Captación de Aguas Subterráneas, Editores Técnicos Asociados, Barcelona España, 202 Pág.
- [6] ROBLES ESPINOZA N. (1994).- Excavación y Sostenimiento de Túneles en Roca, CONCYTEC, Editorial Libertad Trujillo Perú, 150 Pág.
- [7] TREFETHEN J. M. (1962).- Geología para Ingenieros, Compañía Editorial Continental S.A. México D.F. México, 350 Pág.











PLANO GEOLÓGICO REGIONAL



0 20 40 60 80 100 km

Escala Gráfica

LEYENDA

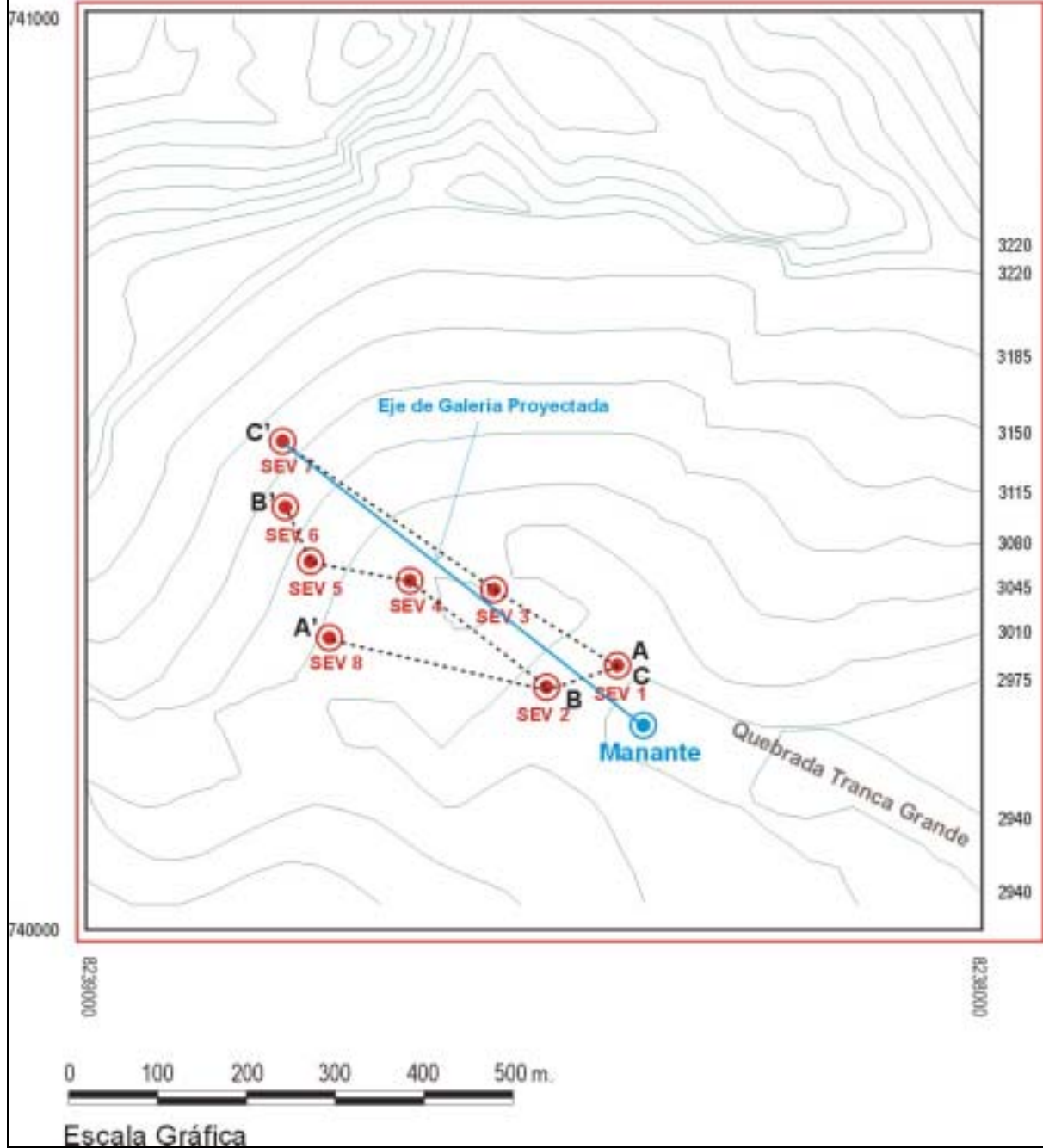
	Cuencas costaneras y depresión de Arequipa		Cuencas volcanoclásticas 'Maure'
	Batolito costanero		Altilanuras volcánicas y superficie de la Puna
	Piedemontes desérticos		Cadena volcánica plio-cuaternaria y volcanes pleistocenos
	Fianco disectado de la Cordillera Occidental		Altiplano
			Zona de estudio y captación

RED HIDROGRAFICA

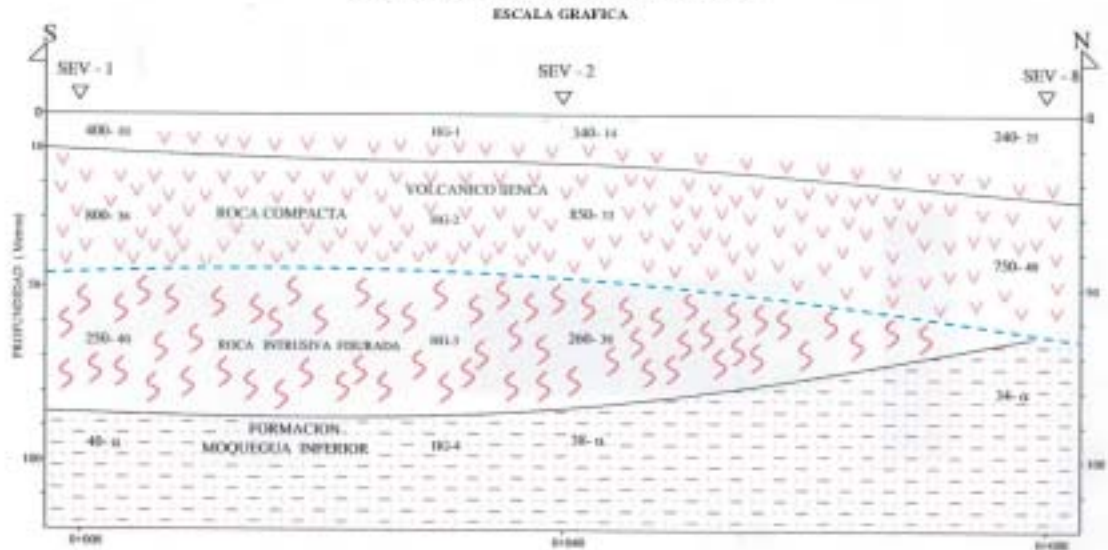


-  AREA DE RECARGA
-  ZONA DE ESTUDIO

UBICACION DE LOS SEV. Y GALERIA PROYECTADA



SECCION GEOELECTRICA A - A'
SECTOR "QUEBRADA TRANCA GRANDE"



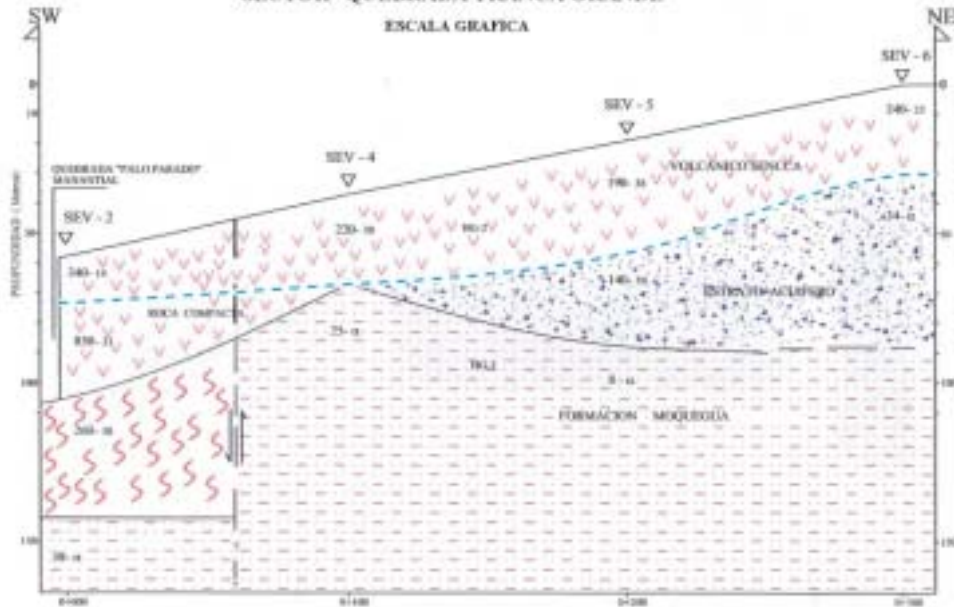
SIMBOLOGIA

- SEV - 1 NUMERO DE SONDAJE ELECTRICO
- 400 - 10 VALORES DE RESISTIVIDAD Y ESPESOR DE ESTRATO
- HG-1 HORIZONTE GEOELECTRICO
- - - - NIVEL FREATICO

LITOLOGIA

- COBERTURA SUPERFICIAL (Suelo Seco)
- VOLCANICO SINCCA, (Sillar)
- FM - MOQUEGUA INFERIOR ROCA INTRUSIVA FISURADA (Tufosolítico)
- FM - MOQUEGUA INFERIOR (limos, arenas con intercalaciones conglomeráticas de baja permeabilidad)

SECCION GEOELECTRICA B - B'
SECTOR "QUEBRADA TRANCA GRANDE"



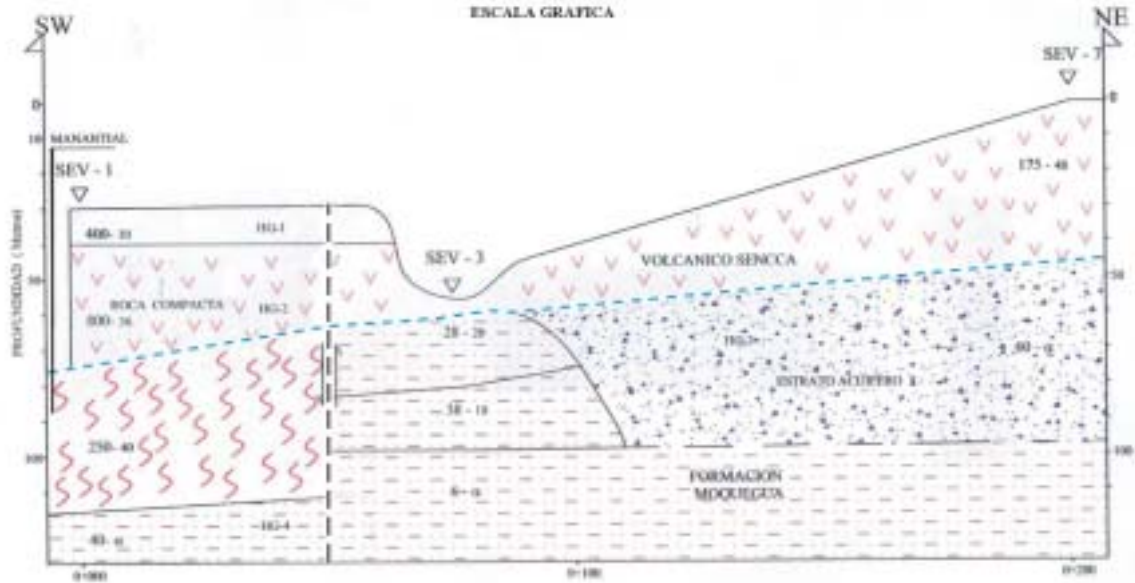
SIMBOLOGIA

- SEV - 1 NUMERO DE SONDAJE ELECTRICO
- 400 - 10 VALORES DE RESISTIVIDAD Y ESPESOR DE ESTRATO
- HG-1 HORIZONTE GEOELECTRICO
- - - - NIVEL FREATICO
- PROBABLE FALLA

LITOLOGIA

- COBERTURA SUPERFICIAL (Suelo Seco)
- VOLCANICO SINCCA, (Sillar)
- FM - MOQUEGUA SUPERIOR ROCA INTRUSIVA FISURADA (Tufosolítico)
- FM - MOQUEGUA SUPERIOR CONGLOMERADO ESTRUCTURA PERMEABLE SATURADA
- FM - MOQUEGUA INFERIOR (limos, arenas con intercalaciones conglomeráticas de baja permeabilidad)

SECCION GEOELECTRICA 'C - C'
SECTOR "QUEBRADA TRANCA GRANDE"



SIMBOLOGIA

- SEV - 1 NUMERO DE SONDAJE ELECTRICO
- 400 - 10 VALORES DE RESISTIVIDAD Y ESPESOR DE ESTRATO
- HG-1 HORIZONTE GEOELECTRICO
- - - - NIVEL FREATICO
- /// PROBABLE FALLA

LITOLOGIA

- COBERTURA SUPERFICIAL (Suelo seco)
- VOLCANICO SINCCA, (diálar)
- FM - MOQUEGUA SUPERIOR ROCA INTRUSIVA FISURADA (Tufo riolítico)
- FM - MOQUEGUA SUPERIOR CONGLOMERADO ESTRUCTURA PERMEABLE SATURADA
- FM - MOQUEGUA INTERIOR (limos, arenas con intercalaciones conglomeráticas de baja permeabilidad)



Fotografía 1 - Panorámica de la zona de exploración hidrogeológica, en el sector de Tranca Grande.



Fotografía 2 - Fuente de agua en la quebrada Tranca Grande, aflora en toba riolítica.



Fotografía 3 - Tubería de PVC de 4" de diámetro, que conduce el agua de la fuente mostrada en la fotografía N°2. Quebrada Tranca Grande.



Fotografía 4 - Equipo y zona de prospección geofísica en el sector de Tranca Grande.