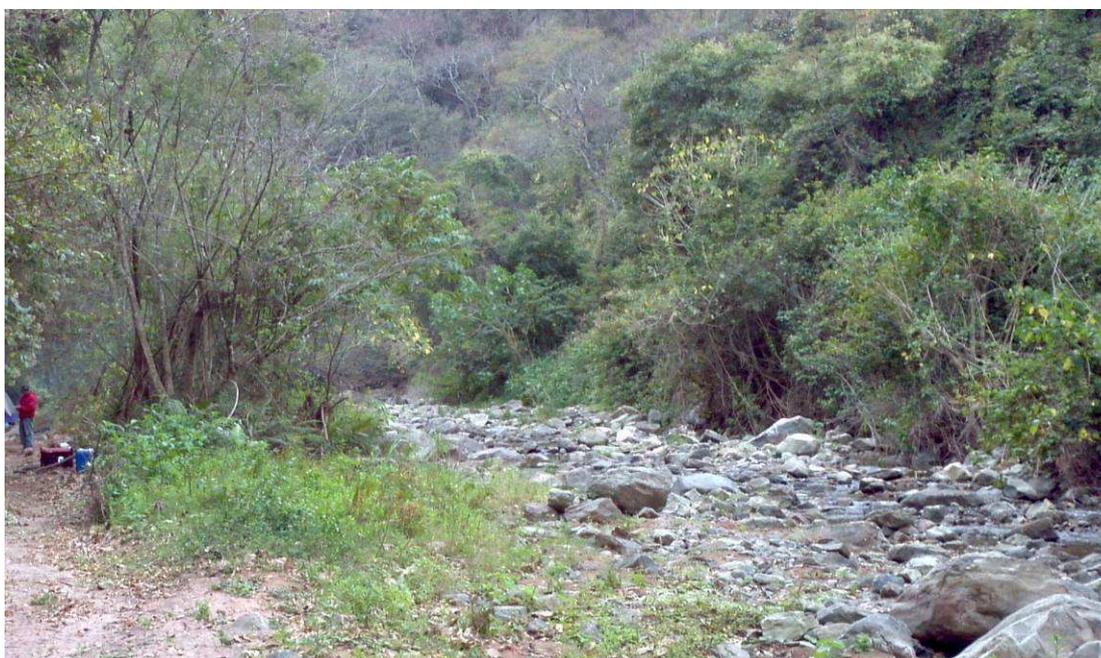


**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL**

Centro de Investigación y Desarrollo INTI – Salta

**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO  
Y ANTEPROYECTO DE OBRA PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA  
ARROYO CAPIAZUTI – AGUARAY  
DEPARTAMENTO SAN MARTIN  
PROVINCIA DE SALTA**

**AGUAS DEL NORTE  
Compañía Salteña de Agua y Saneamiento  
(Co.S.A. y Sa.) PROVINCIA DE SALTA**



*Guillermo A. Baudino  
Franklin L. Gómez Godoy  
Hugo Mery*

*Octubre de 2.012*

## 1. INTRODUCCION

En cumplimiento con lo convenido entre la empresa Aguas del Norte (Compañía Salteña de Agua y Saneamiento S.A.) y el Centro de Investigación y Desarrollo INTI - Salta, mediante Orden de Trabajo N°6512000005, se realizó el presente Estudio Hidrogeológico en el Arroyo Capiazuti, ubicado a unos 6 kilómetros al norte de Aguaray, Departamento San Martín, Provincia de Salta.

Cabe destacar que la realización del estudio ha sido posible con la cooperación de la Municipalidad de dicha localidad.

## 2. OBJETIVOS

2.1. Evaluar la factibilidad técnico - económica de realizar una obra de captación de los recursos hídricos almacenados en el acuífero libre del Arroyo Capiazuti.

2.2. Proponer un Anteproyecto de Obra, con el fin de solicitar a la Secretaría de Recursos Hídricos el permiso de obra de captación de agua, de acuerdo a la reglamentación vigente.

## 3. UBICACIÓN DEL AREA

El área de estudio se encuentra ubicado en la cuenca superior del Arroyo Capiazuti, aproximadamente a 5 kilómetros al noroeste de la localidad de Aguaray, en el departamento San Martín, a unos 400 kilómetros al norte de la ciudad de Salta Capital.

Se accede desde Salta Capital por Ruta Nacional N° 34 hasta la localidad de Aguaray, luego se toma un camino vecinal hasta la sala de la Finca propiedad del Sr. Raúl Beracochea; desde allí se recorre más de 1 kilómetro hasta el margen del Arroyo Capiazuti, por caminos internos de la finca y luego un trayecto de 1.500 m a pie por el lecho del arroyo y picadas abiertas en el monte.

Las figuras 1 y 2 muestran la ubicación de la zona de estudio.

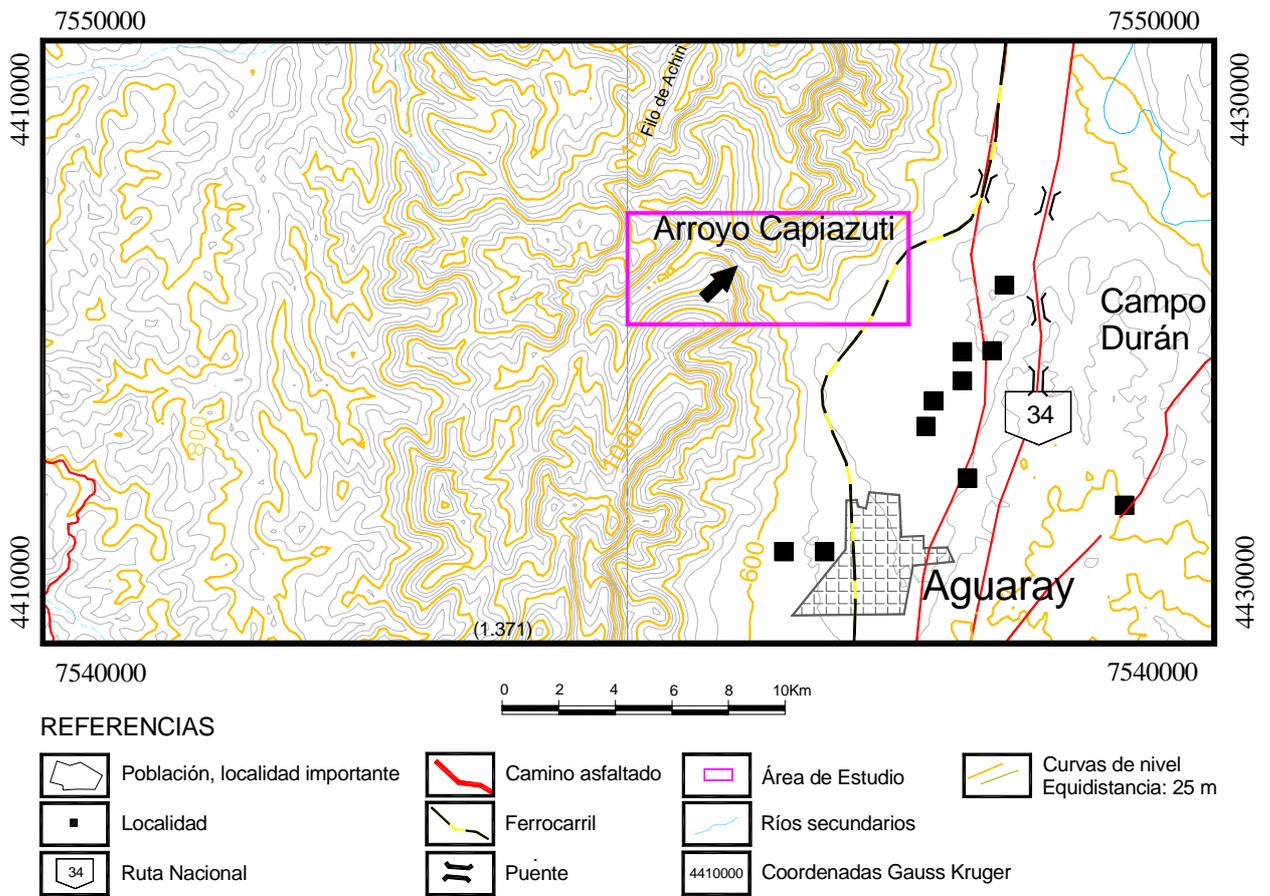


Figura 1.: Ubicación del área de estudio (Carta Topográfica IGM 2.363-I Tartagal 2.002).

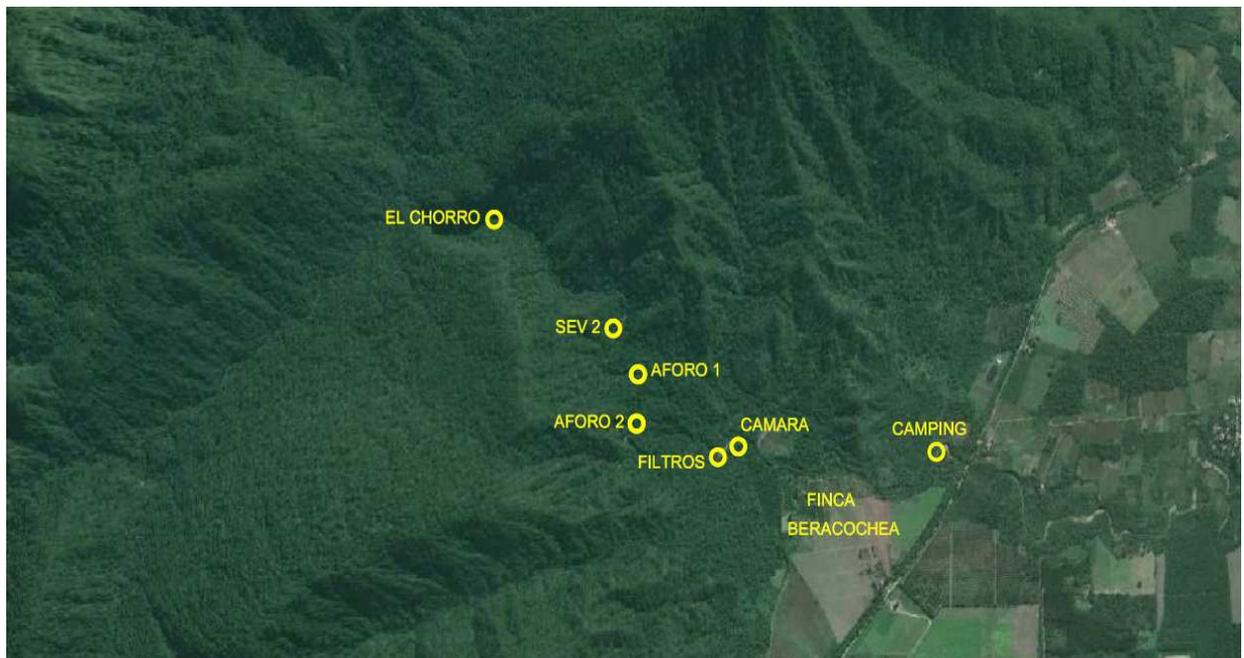


Figura 2.: Ubicación del área y de los puntos estudiados. También se observa la ubicación de los filtros y cámara de la obra de captación abandonada.

#### **4. METODOLOGÍA**

El desarrollo de este trabajo se inició con la recopilación y evaluación de los antecedentes disponibles y la interpretación de imágenes satelitarias.

Posteriormente se efectuó la consulta a referentes locales calificados, como el Sr. Intendente de Aguaray, Dr. Juan Carlos Alcoba, el Técnico Universitario en Perforaciones Sr. Gabriel León (Asesor de la Municipalidad) y el Agente Municipal Sr. Egidio Mas (baqueano local), en relación a las obras realizadas en la zona.

El trabajo de campaña comprendió tres comisiones desarrolladas en los meses de mayo-junio, julio y septiembre del presente año. Durante la primera se realizó el reconocimiento de campaña de la geología, las geoformas presentes y los procesos geológico-geomorfológicos que se desarrollan en el área. Asimismo se realizó la excavación de pozos de observación y muestreo, la extracción de muestras litológicas y de agua superficial y el aforo del arroyo.

En la segunda campaña se realizó la prospección geoelectrica en locaciones seleccionadas a partir del relevamiento geológico-geomorfológico, con su respectivo relevamiento topográfico mediante GPS y el aforo del arroyo en las mismas locaciones que en la primera campaña.

Finalmente en la tercera campaña, se realizó la excavación del pozo de bombeo y sus respectivos piezómetros (P1 y P2) en la locación más favorable (de acuerdo al relevamiento geológico-geomorfológico y a la prospección geoelectrica), con toma de muestra del sedimento que compone el acuífero a una profundidad de 1,80 metros. Aguas abajo y a una distancia de 50 metros se tomó una muestra representativa del curso fluvial, Arroyo Capiazuti.

#### **Evaluación de antecedentes disponibles**

Se consultaron los siguientes antecedentes bibliográficos, de los cuales se extrajeron las características generales del área.

Baudino G., 1.989. Caracterización Hidrogeológica de la cuenca Itiyuro – Caraparí. Tesis Profesional. Universidad Nacional de Salta. Salta

Baudino G., Manjarres C., Abdala V., Bercheni V. (2.011) Estimación de Reservas de Agua Subterránea en Yacuy, Departamento San Martín – Provincia de Salta.

Soler R., Torres, J., Baudino, G., Pittzú G., Bercheni V. (2.010). Exploración Hidrogeológica para la provisión de agua a la localidad de Aguaray – Provincia de Salta.

Hoja Geológica 2363-I Tartagal – Provincia de Salta. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000.

Baudino G., Bercheni V., Barrientos A. (2.010). Hidrotartagal. Hoja Hidrogeológica Tartagal. Universidad Nacional de Salta. Consejo de Investigación (informe preliminar).

Expediente N°26.128. (2.010). Entrega de estudios p preliminares correspondiente a la fuente Capiazuti – Aguaray – Departamento San Martín – Salta.

## **Interpretación de imágenes satelitarias**

Se interpretaron las imágenes provistas por el sitio Google-Earth, de acceso libre, utilizando la proyección en 3 dimensiones para la delimitación de cuencas hidrológicas, así como para el reconocimiento preliminar de las unidades geomorfológicas, geológicas y estructurales.

## **Relevamiento geológico-geomorfológico**

Con los antecedentes de geología, geomorfología y geofísica, se realizó una recorrida de campaña, con el fin de reconocer en terreno las unidades geológicas, las geoformas y los procesos geológico-geomorfológicos más relevantes.

## **Hidrología**

La exploración hidrogeológica local se basó en la realización de aforos en secciones naturales apropiadas del arroyo Capiazuti, en tramos rectos de ancho y fondo aproximadamente uniforme. Dicho procedimiento se llevó a cabo con flotadores naturales, en una distancia de 5 metros y con sus respectivos registros de tiempo.

Todos los registros para cada aforo tuvieron diez mediciones para luego promediar los tiempos y así obtener la velocidad. Así mismo se obtuvo el área de la sección para finalmente obtener el caudal. Estos aforos se realizaron en las tres campañas, en la época de estiaje (ver tabla 1).

## **Prospección geoeléctrica**

Se realizaron e interpretaron 5 sondeos eléctricos verticales, con el objeto de estimar la profundidad del basamento hidrogeológico y el espesor de los sedimentos saturados que conforman el acuífero de interés.

La prospección se realizó con un dispositivo tetrapolar Schlumberger, mediante un equipo bicomensador de corriente continua. Se utilizaron electrodos de corriente de acero inoxidable y electrodos de potencial de cobre, inmersos en solución saturada de sulfato de cobre.

Las longitudes de OA usadas variaron entre 100 y 50 metros y las de MN entre 1 y 10 metros. Las curvas se interpretaron con el programa Ipiwin2 de uso libre.

## **Permeabilidad**

La estimación de la permeabilidad se realizó mediante la interpretación de los resultados del ensayo de bombeo (Transmisividad) y de la prospección geoeléctrica (espesor saturado).

## **Ensayo de bombeo**

Para investigar los parámetros hidrogeológicos del acuífero libre del Arroyo Capiazuti, se realizó un ensayo de bombeo en régimen no permanente en un pozo excavado a tal efecto, entubado con un diámetro de 660mm (Ver Figura 10 y 11). Los descensos se midieron en dos pozos de observación, situados a 0,83m y 1,33m respectivamente del pozo de bombeo, entubados con cañería de 100mm, ranurado en el tercio inferior.

Para la extracción del agua se utilizó una electrobomba sumergible monofásica, con un caudal de 176 litros/hora, durante 2 horas y 40 minutos.

Los descensos en los pozos de observación y la recuperación en los mismos fueron interpretados mediante el método de Jacob.

### **Caudal de producción – Dimensionamiento de la obra**

Sobre la base de los parámetros investigados, se realizó el dimensionamiento de los drenes horizontales, utilizando la fórmula recomendada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (2.002) y la fórmula de Schneebeli (Custodio y Llamas, 1.996).

### **Cálculo de abertura de filtro y tamaño de prefiltro**

Mediante el análisis granulométrico de la muestra de acuífero se realizó el cálculo de la abertura del filtro y tamaño de prefiltro mediante el método de Nold (Custodio y Llamas, 1.996).

### **Calidad físico-química para consumo humano**

Para la evaluación de la calidad físico-química del agua se extrajo en la 1ª. Campaña (01/06/2.012) una muestra del arroyo y de un pozo de observación con nivel freático a 0,5 m bajo la superficie, situado a 2 m del margen del arroyo. Estas muestras fueron analizadas por el laboratorio de la empresa Aguas del Norte.

## 5. RESULTADOS

De acuerdo a la información suministrada por el Sr. Intendente de Aguaray, en la zona de estudio se realizó en el año 2.010 una obra de captación subsuperficial en la quebrada del arroyo Capiazuti, consistente en el emplazamiento de 24 metros de cañería filtrante a una profundidad aproximada de 3 metros bajo la superficie. Esta obra no habría producido un caudal significativo, razón por la cual fue abandonada.

Relevada la zona se logró ubicar restos de los filtros en desuso, en las cercanías del lugar donde estuvieron emplazados (coordenadas 22°12'14.18"S; 63°44'51.89"W figura 2). Se realizaron excavaciones manuales en los alrededores de la zona y se observaron los cortes de erosivos en las barrancas del arroyo que indican características hidrogeológicas poco favorables para albergar y transmitir agua subterránea en forma económicamente rentable.

Por esta razón, se orientó el estudio hidrogeológico a investigar la zona situada aguas arriba de la obra abandonada, en búsqueda de condiciones más propicias para el emplazamiento de una captación subsuperficial, esto es: espesor de acuífero saturado suficiente, permeabilidad adecuada y condiciones de estabilidad geológica.

### Sistema de abastecimiento actual

Aguaray es un municipio situado en el norte de la Provincia de Salta, a 567 m s.n.m. y 400 kilómetros de la capital provincial; posee 13.507 habitantes (censo 2.010) cuya provisión de agua se realiza mediante un acueducto de 22 km proveniente del Dique Itiyuro. Este embalse artificial, que originalmente poseía 70 hm<sup>3</sup> de capacidad, se encuentra actualmente colmatado con sedimentos provenientes de la alta cuenca, que han reducido dicho volumen a pocos hm<sup>3</sup>. El sistema de abastecimiento de agua que depende del dique Itiyuro aprovisiona también a Tartagal y localidades aledañas, con una población de aproximadamente 100.000 habitantes.

El incremento poblacional de la región abastecida por el sistema Itiyuro, así como la reducción de las posibilidades de almacenamiento, hace que el sistema entre en crisis durante la época de sequía. En la década de 1.990 se realizaron tareas de dragado del Dique Itiyuro, que resultaron infructuosas, debido al cuantioso volumen de sedimentos que cada año aporta la cuenca hídrica del Río Itiyuro - Caraparí.

### Utilización actual de los recursos hídricos

En la actualidad el agua del arroyo Capiazuti es utilizada para la irrigación de cultivos, en especial en la finca de propiedad del Sr. Raúl Beracochea.

El agua es captada mediante una toma precaria, realizada con material árido local y plástico que desvía una parte del arroyo hacia un canal sin revestir y la conduce a una represa de decantación, a partir de la cual el agua es presurizada para alimentar un sistema de riego por goteo de cultivos de palta, mandarina y mango entre otros, de aproximadamente 30 hectáreas.

El riego es utilizado únicamente en la época de sequía, entre julio y noviembre. El caudal es variable en función del estado de mantenimiento de la toma, que debe ser reconstruida luego de la época de crecientes.

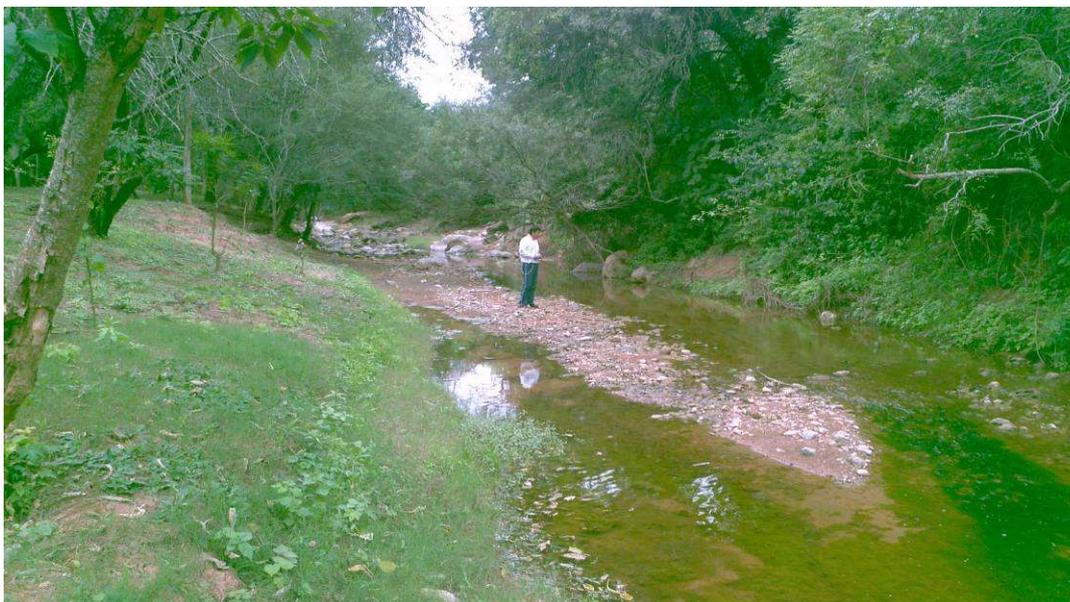
En el mes de setiembre se aforó un caudal de 27,5 litros por segundo en el canal principal.



**Figura 3.:** Toma sistema de riego.

Aguas abajo de la propiedad citada, un conjunto de productores utiliza el agua en forma esporádica, ya que al no contar con revestimiento, las pérdidas del canal principal disminuyen sustantivamente el caudal disponible.

En cuanto al uso recreativo del agua, a 2,7 km aguas debajo de la zona de estudio y próximo al puente del ferrocarril, (fig. 2) el Municipio de Aguaray posee un camping municipal sobre la margen derecha del arroyo.



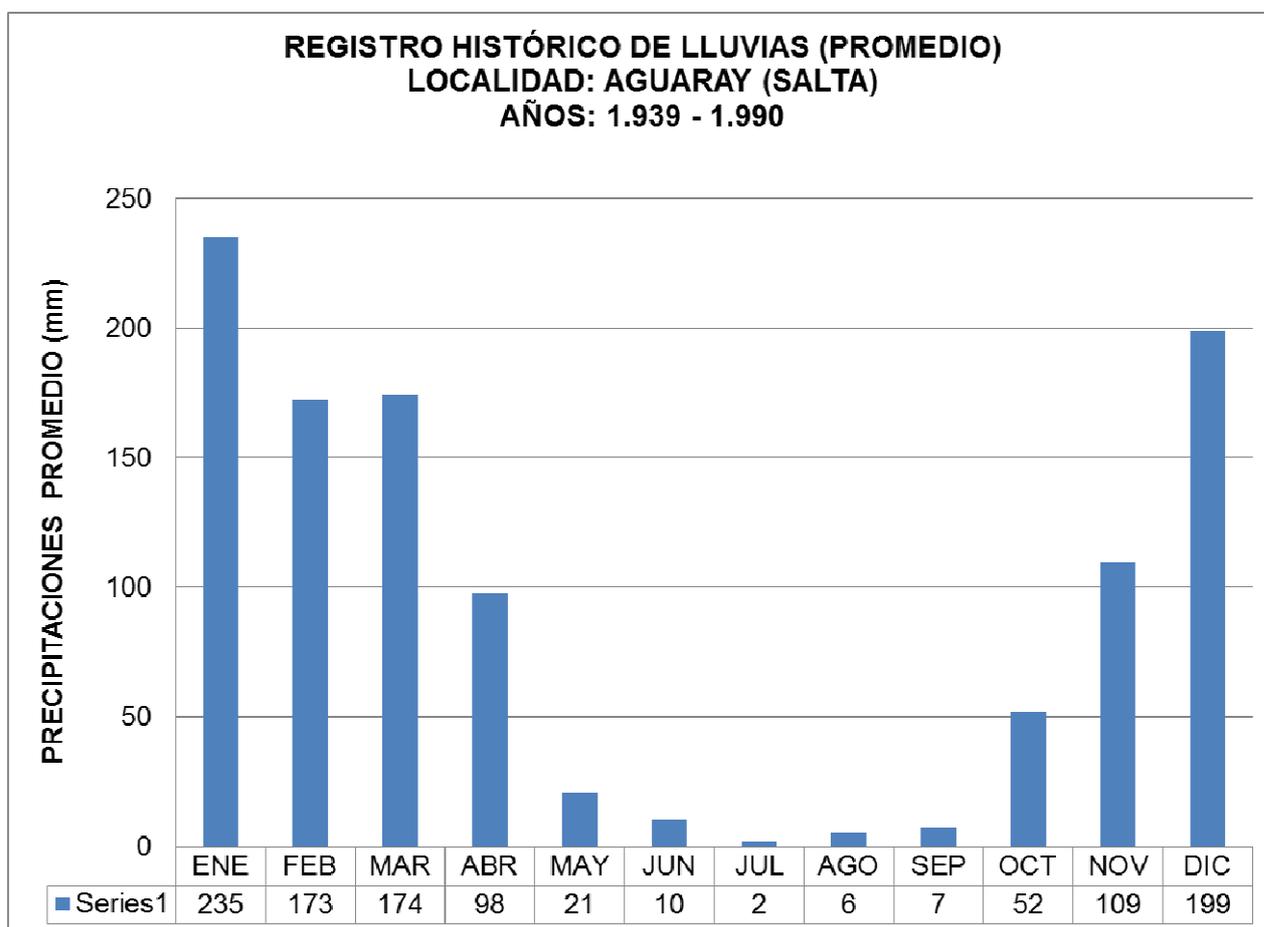
**Figura 4.:** Camping Municipal de Aguaray.

### Fisiografía

El área de estudio se encuentra ubicada al noroeste de la localidad de Aguaray, en el **Arroyo Capiazuti**. La localidad de Aguaray está situada en la porción Sur del Valle de Aguaray-Pocitos, un sinclinal de rumbo meridional enmarcado por las sierras de Aguaragüe al Oeste y de Ipaguazu o Campo Durán al Este. La quebrada del Arroyo Capiazuti, en la que se propone el emplazamiento de las obras, es perpendicular al valle mencionado y posee una pendiente de aproximadamente 2,5 %.

### Clima

El Valle de Aguaray-Pocitos posee un clima subtropical con estación seca. En la estación húmeda, entre diciembre y marzo, se registran precipitaciones de 900 mm anuales promedio en la localidad de Aguaray (Bianchi y Yáñez. 1.992), mientras que en las laderas orientadas al naciente, las lluvias son más abundantes, debido a las precipitaciones orográficas. Durante los meses de estiaje (de abril a noviembre), las lluvias son muy escasas. En el verano son frecuentes las temperaturas superiores a 40°C, con una temperatura media anual de 20,2°C.



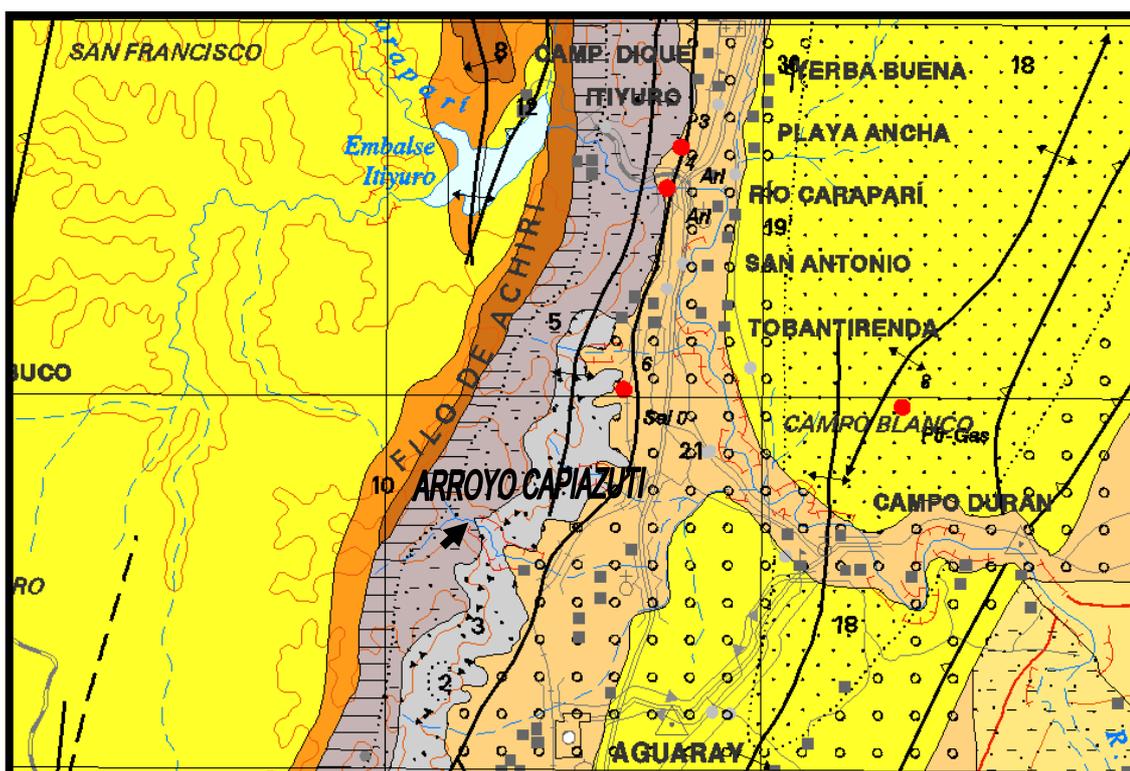
**Gráfico 1.:** Pluviograma Estación Aguaray (Bianchi y Yañez, 1.992)

No existen registros de lluvias sistemáticos actualizados en las proximidades de la zona de estudio.

## Geología

La zona de estudio se encuentra en la Provincia Geológica Sierras Subandinas, que conforman una unidad morfoestructural a nivel continental, de rumbo submeridiano. El relieve está estrechamente vinculado con la estructura, ya que el valle de Aguaray-Pocitos es un sinclinal de rumbo andino (Baudino, 1.989) y las elevaciones que lo enmarcan al Este y al Oeste están originadas por anticlinales fallados en su flanco oriental, por fracturas inversas de alto ángulo en superficie. En el área de estudio, Arroyo Capiazuti, las unidades que afloran, unidades litológicas pertenecientes al Carbonífero superior y Cuaternario.

En la figura 5 se muestra la geología del área de estudio.



**Figura 5.:** Mapa Geológico (SEGEMAR, 2002).

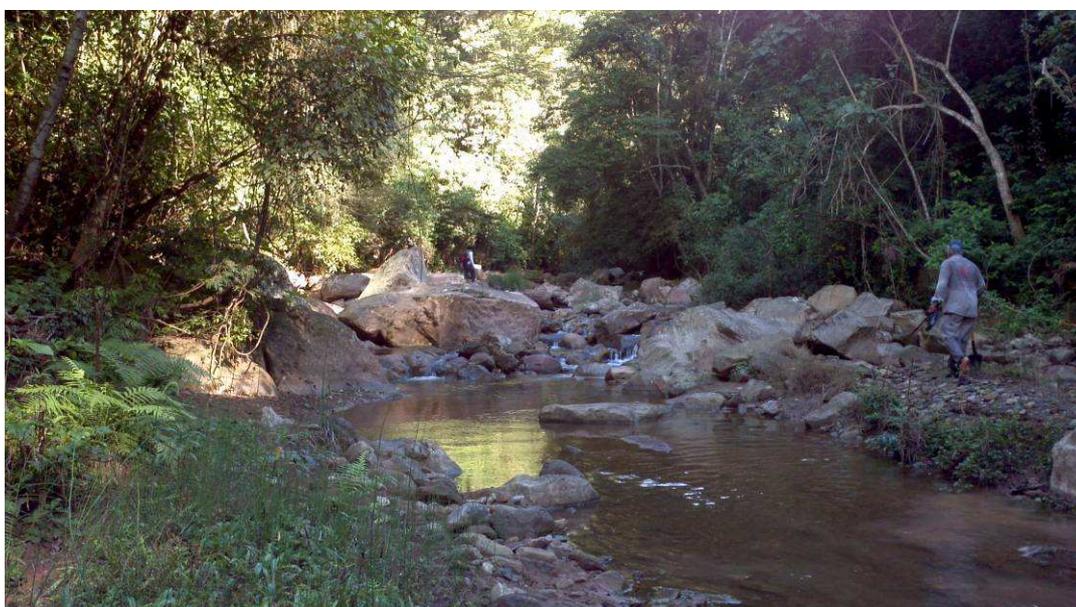
Referencias: 21. Depósito de Pie de Monte. Arena y Grava – 19. Terciario Subandino Superior – 18. Terciario Subandino Medio - 10. Formación Tranquitas. Areniscas – 8. Grupo Cuevo – Grupo Mandiyuti. Indiferenciado (Cb Sup – Pm Inf). 6. Formación San Telmo (Cb Sup – Pm Inf). Arenisca fina, alternando con pelita y diamictita. – Formación Las Peñas (Cb Sup). Arenisca fina, escasas intercalaciones de conglomerados – Grupo Machareti (Cb Sup). Indiferenciado. 3. Formación Tarija (Cb Sup). Diamictita predominante, con intercalaciones de arenisca y conglomerado. 2. Formación Tupambi (Cb Sup). Arenisca predominante, con intercalaciones de diamictita.

## Geomorfología

La zona de estudio se encuentra en un ambiente extremadamente erosivo. La capacidad de arrastre del arroyo Capiazuti puede apreciarse en el diámetro de los rodados que moviliza durante las crecientes (ver figura 6).

El curso fluvial ha generado una incisión en la ladera de la sierra de Aguaragüe, que por las características de elevada resistencia a la erosión de la Formación Las Peñas genera en su lecho una cascada conocida como “El Chorro”, situada a 1,3 km aguas arriba de la zona de estudio.

Aguas abajo del resalto topográfico mencionado, se desarrolla un cono aluvial a partir de la depositación de sedimentos de granometría extremadamente heterogénea.



**Figura 6.:** Bloques de roca arrastrados por el arroyo Capiazuti.

Al pie del quiebre de pendiente, los bloques superan los 2 metros de diámetro y muestran indicios de haber sufrido desplazamiento debido a la energía de transporte hídrica o bien en flujos densos.

Hacia el Este, la disminución de la pendiente y el ensanchamiento del cauce disminuyen la capacidad de transporte y por lo tanto el tamaño de los bloques disminuye aguas abajo.

## Hidrología

La hidrología está fuertemente condicionada por las características climáticas y el único curso fluvial permanente de la cuenca hidrográfica estudiada es el **Arroyo Capiazuti**. Los arroyos que drenan los flancos del valle poseen régimen torrencial.

Como se observa en la figura 7, el área de la cuenca delimitada por la línea divisoria de aguas respecto a las cuencas adyacentes, abarca un área de aproximadamente 39 km<sup>2</sup>.

Los Ingenieros Hoyos y Ovando (Expte 26.128/10 Ente Regulador Salta) realizaron aforos en Octubre y Noviembre de 2.009 y Febrero de 2.010, midiendo caudales de 219, 210 y 569 m<sup>3</sup>/h respectivamente (60,8, 58,3 y 158 litros por segundo). El último de los caudales medidos evidencia un incremento notable del caudal, debido al comienzo de la época de lluvias.



**Figura 7.:** Área de la cuenca del Arroyo Capiazuti.

Los aforos realizados en las tres campañas de este trabajo en las secciones indicadas en la tabla 1, muestran valores decrecientes, ya que fueron realizados en la época de estiaje.

Durante el período de estudio, entre el 1 de junio y el 6 de septiembre, no se produjeron precipitaciones que permitieran la recarga de las nacientes del arroyo Capiazuti.

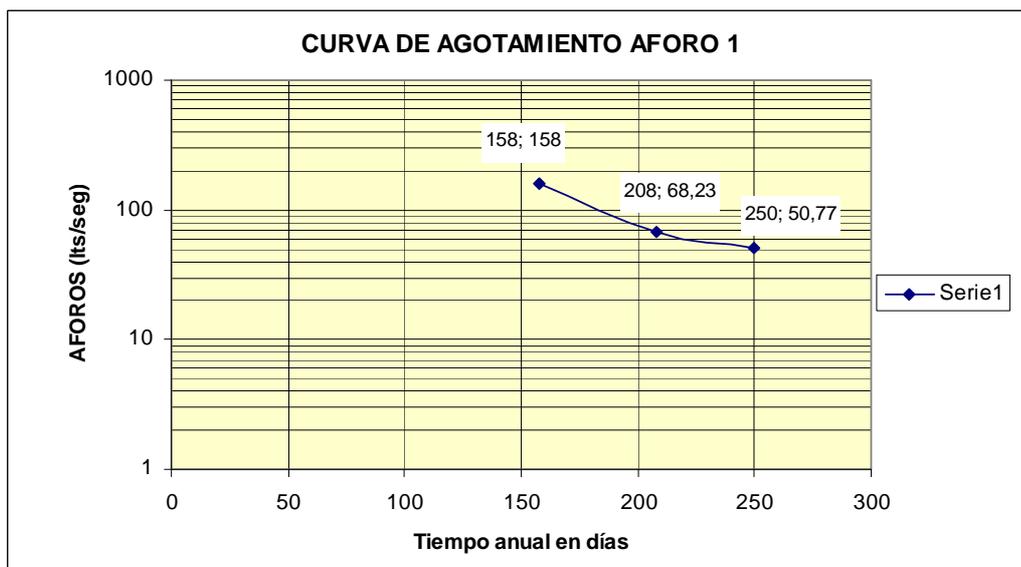
Por esta razón, las mediciones efectuadas pueden considerarse una aproximación a la curva de agotamiento del hidrograma (gráficos 2 y 3).

DENOMINACIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADA GAUS KRUGER		COTA (m)
AFORO 1	22°12'08.33"S	63°45'10.97"W	7.545.780	4.422.346	599
AFORO 2	22°12'08.33"S	63°45'11.04"W	7.545.569	4.422.345	587
AFORO ACEQUIA BERACOCHEA	22°12'11.75"S	63°44'51.17"W	7.545.467	4.422.915	569

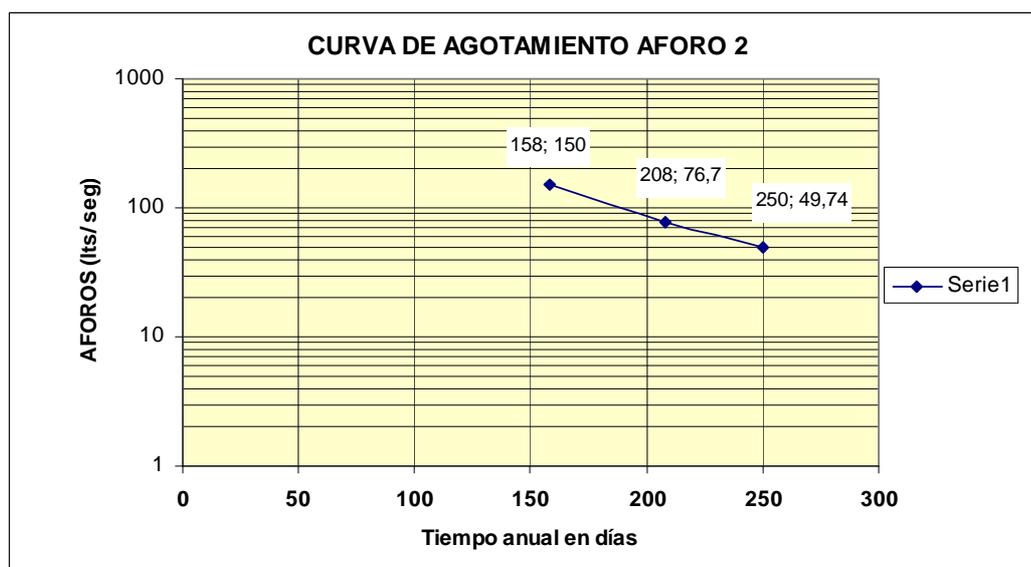
**Tabla 1.:** coordenadas de los respectivos aforos.

AFOROS ARROYO CAPIAZUTI				
FECHA DE CAMPAÑA	TIEMPO ANUAL EN DÍAS A LA FECHA DE CAMPAÑA	AFORO 1 (lts/seg)	AFORO 2 (lts/seg)	AFORO DE LA ACEQUIA EN LA TOMA DE FINCA BERACOCHEA (lts/seg)
01/06/2012	158	158	150	
26/07/2012	208	68,23	76,7	
06/09/2012	250	50,77	49,74	27,5

**Tabla 2.:** Aforos Arroyo Capiazuti.



**Gráfico 2.:** Curva de agotamiento aforo 1.



**Gráfico 3.:** Curva de agotamiento aforo 2.

Ante la ausencia de mediciones sistemáticas de aforo, este gráfico permite estimar que el curso fluvial no alcanzaría a agotarse completamente durante el estiaje, ya que la época de lluvias comienza antes de la desaparición del escurrimiento superficial (entre octubre y diciembre).

La variación interanual de las precipitaciones, la reducida superficie de la cuenca y las modificaciones a la cobertura vegetal ocurridas en las últimas décadas hacen poco aconsejable un intento de estimación cuantitativa mediante modelos matemáticos.

En cuanto a los caudales máximos, las marcas de crecientes observables en las márgenes del arroyo se encuentran a más de 2 metros por encima del nivel actual del agua, abarcando un ancho promedio de 20 metros de cauce.

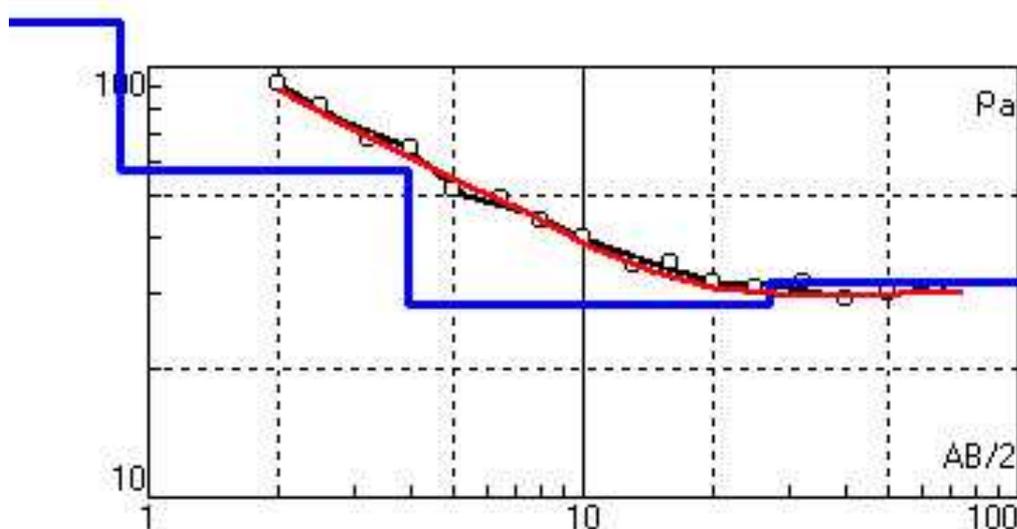
### Geoeléctrica

Los sondeos eléctricos realizados, permiten establecer una secuencia de capas de resistividades similares, que en el emplazamiento de la obra tienen las siguientes características:

**Capa Semiresistiva Superficial:** consiste en un aglomerado de bloques con matriz areno- limo- arcillosa, no saturada, con resistividades entre 238 y 128 ohm y espesores de 0,82 y 0,88 m.

**Capa de interés:** Está constituida por un aglomerado de bloques con matriz areno-limo-arcillosa, saturada, con resistividades entre 47 y 57 ohm.m. La potencia se interpreta entre 4 y 8,9 m.

**Basamento hidrogeológico:** Por debajo de la capa de interés se encontrarían las rocas sedimentarias del Carbonífero Sup.- Pérmico Inf., con resistividades que varían entre 9 y 28 ohm.m en su porción superior meteorizada (espesores de 13 a 27 m) y con resistividades mayores a 32 ohm.m. por debajo esta última.



**Figura 8.:** Sondeo Eléctrico Vertical (SEV 2) realizado en la zona propuesta para el emplazamiento de la obra.



**Figura 9.:** Ubicación de SEV.

### Hidrogeología

Desde el punto de vista regional, los acuíferos del Valle de Aguaray-Pocitos se consideran parte del sistema Acuífero Yrendá – Toba – Tarijeño, ya que ésta macrounidad incluye los reservorios de agua subterránea situados al pie del relieve subandino.

A nivel local, García, R. (1.998) define y caracteriza el Complejo Acuífero Tobantirenda, enmarcado entre las sierras de Aguaragüe al Oeste y las pequeñas elevaciones de las sierras de Ipaguazu al Este. El área de aporte a la recarga comprende parte de la cuenca hidrológica del **Arroyo Capiazuti** y los arroyos de regímenes temporarios que drenan las laderas del valle.

La cuenca del arroyo Capiazuti se caracteriza por brindar un caudal permanente, a pesar de la estrecha dependencia de su régimen con la marcada estacionalidad de las lluvias: si bien el caudal de base es continuo, las crecientes son extremadamente violentas y destructivas.

La continuidad del caudal se explica por la superficie relativamente extensa de su cuenca de recepción, en comparación con las áreas de cuencas adyacentes que drenen las laderas de la sierra de Aguaragüe. Asimismo, las características litológicas de las rocas aflorantes y la abundante cobertura vegetal (selva de Yungas), favorecen la infiltración de las lluvias estivales, que ocurren casi exclusivamente entre los meses de noviembre y abril.

La infiltración efectiva de las precipitaciones estivales en las cabeceras de la cuenca, alimenta los manantiales que constituyen las nacientes del arroyo Capiazuti y que permiten que el flujo superficial se mantenga durante todo el año, aún en la época de sequía.

La información hidrológica antecedente de la cuenca de Capiazuti es prácticamente nula y no existen mediciones de parámetros hidráulicos ni hidrológicos sistemáticos.

El principal antecedente consiste en el fallido intento de construcción de una obra de captación subsuperficial ubicada a 1,5 km aguas abajo de la zona de estudio.

De acuerdo a la información verbal suministrada por referentes locales y las observaciones de campaña, se interpreta que una posible causa del reducido caudal de producción pueden deberse a la baja permeabilidad de los sedimentos que conforman el subálveo del arroyo en el emplazamiento elegido.

En la zona de estudio, el acuífero libre del arroyo Capiazuti está compuesto principalmente por sedimentos cuaternarios de origen fluvial, bloques, gravas gruesas a finas, arena, limo y arcilla, depositados por los ríos que drenan el flanco oriental de la Sierra de Aguargüe y poseen un espesor máximo de 8,9 m (de acuerdo a lo interpretado por el sondeo eléctrico vertical 1).

De acuerdo a las observaciones realizadas, la permeabilidad del acuífero podría verse adversamente afectada por el material proveniente de la parte alta de la cuenca, especialmente de la Formación San Telmo, compuesta en parte por pelitas y diamictitas de color rojo intenso.

La recarga del acuífero libre estudiado depende de la infiltración del arroyo Capiazuti, cuyo régimen permanente favorece las probabilidades de emplazamiento de una captación de tipo subsuperficial.

### Ensayo de bombeo

El ensayo de bombeo se realizó en un pozo excavado, en el que se instaló un filtro construido mediante chapa de hierro perforado. El pozo de bombeo está situado en la localización del SEV 2 (coordenadas 22° 11' 54,82''S ; 63° 45' 14,05''W) , donde se estima que el espesor saturado es representativo del sitio propuesto para un emplazamiento de obra, a una distancia de 8 m de la margen derecha del arroyo Capiazuti.

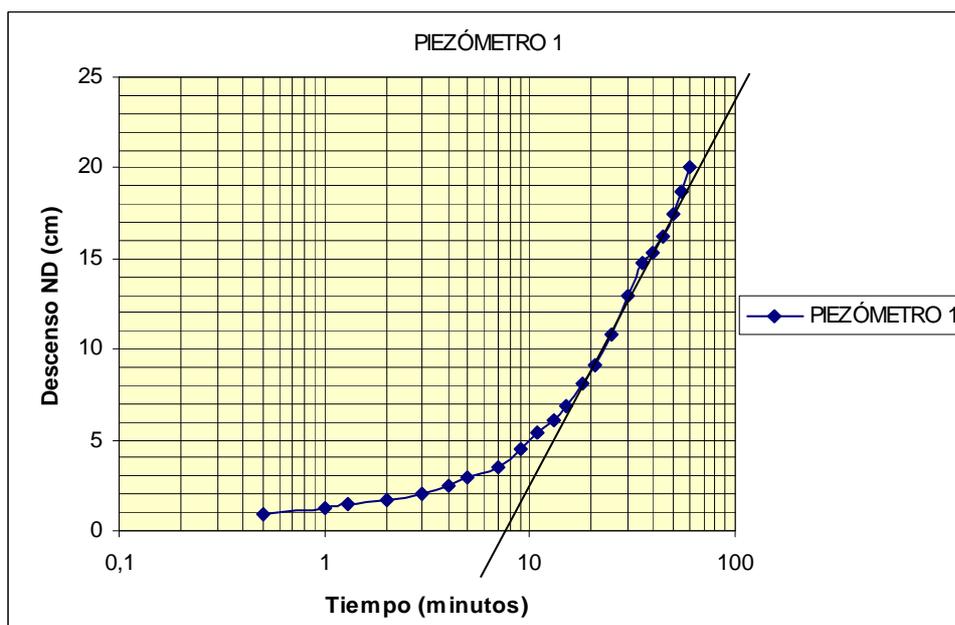
Los descensos producidos en el acuífero durante el bombeo fueron registrados en los piezómetros P1 y P2 (ver figura 11).



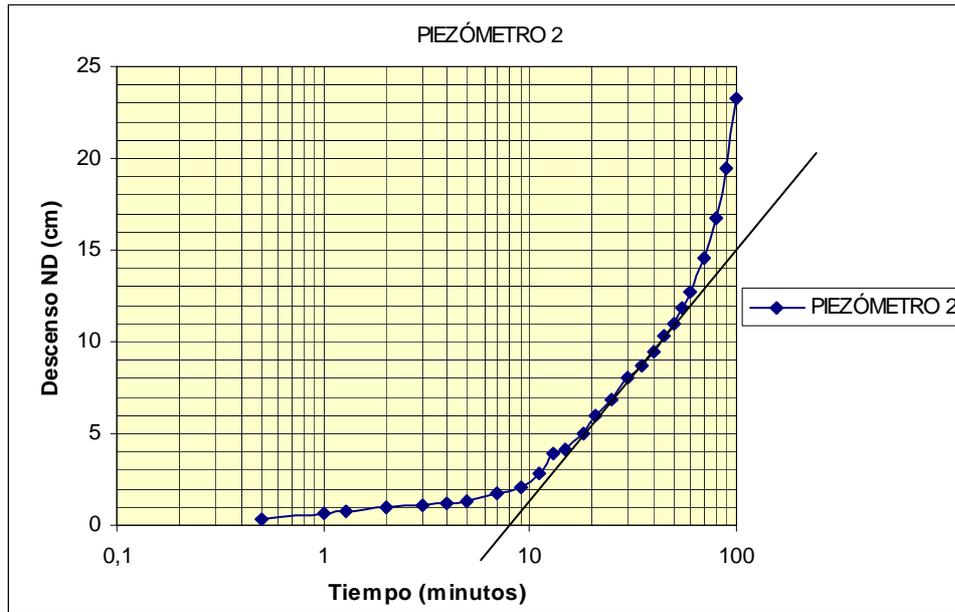
**Figura 10.:** Construcción del pozo de bombeo con sus respectivos piezómetros P1 y P2.



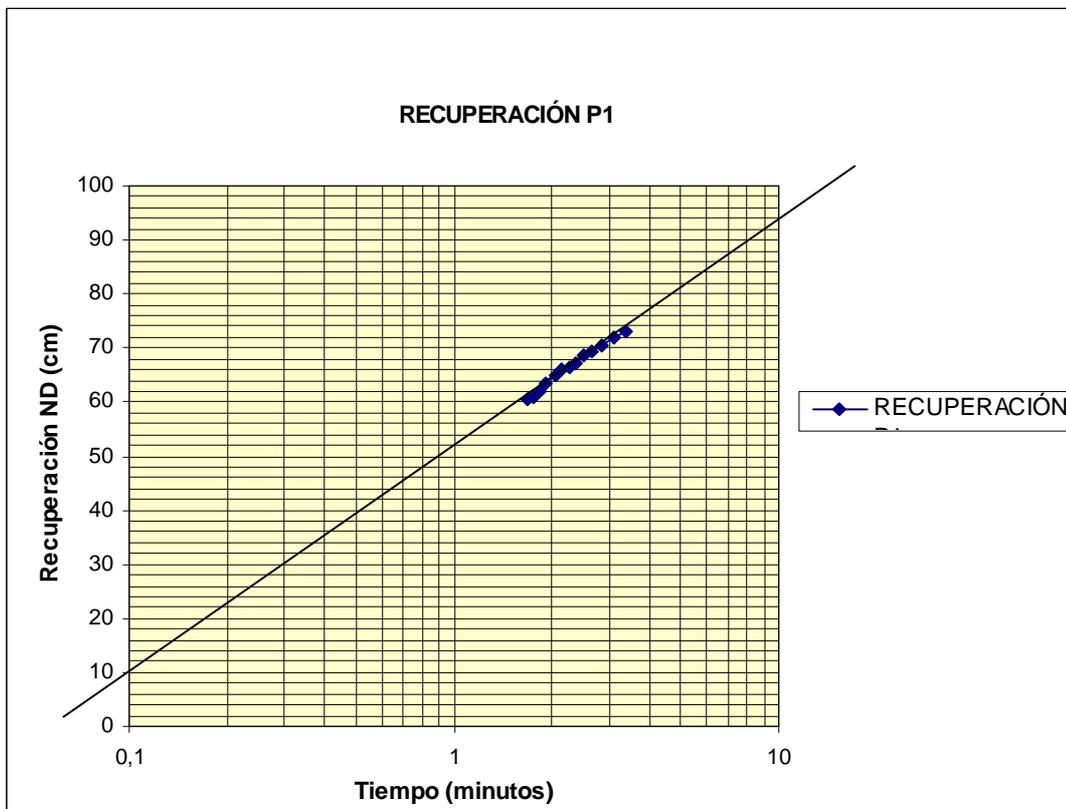
**Figura 11.:** Realización del ensayo de bombeo y recuperación.



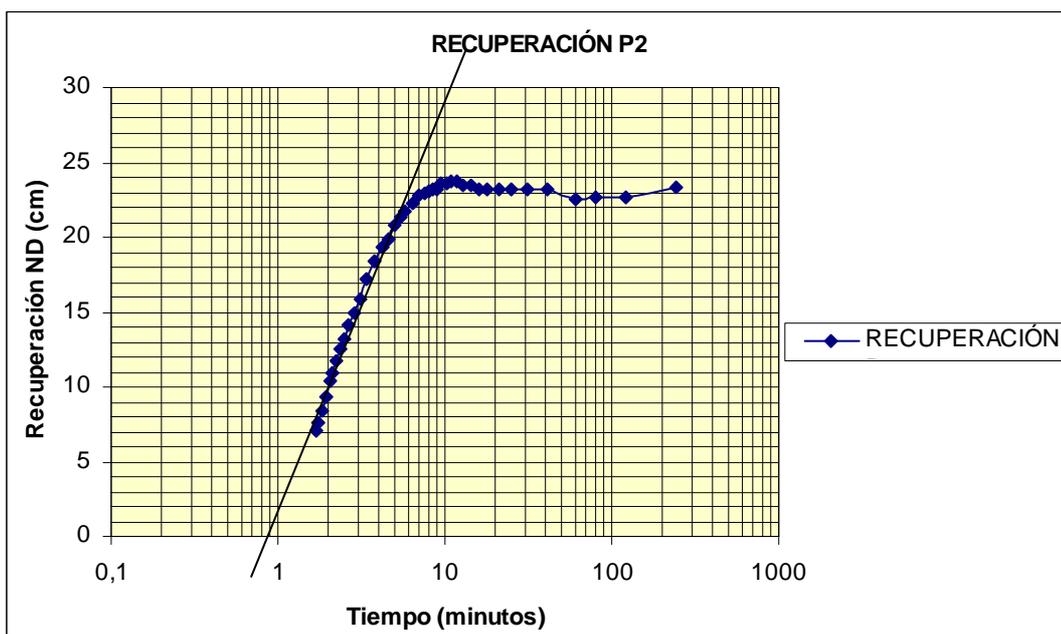
**Gráfico 4.:** Curva descenso/tiempo. Ensayo de bombeo Pozo de Observación P1.



**Gráfico 5.:** Curva descenso/tiempo. Ensayo de bombeo Pozo de Observación P2.



**Gráfico 6.:** Curva de Recuperación P1.



**Gráfico 7.:** Curva de Recuperación P2.

VALORES DE TRANSMISIVIDAD (m <sup>2</sup> /día) MÉTODO DE JACOB	
ENSAYO DE BOMBEO	RECUPERACIÓN
P1 = 3,5	P1 = 1,75
P2 = 5,72	P2 = 2,75

**Tabla 3.:** Valores de Transmisividad para los piezómetros de observación P1 y P2 respectivamente.

### Permeabilidad

#### Ensayo de bombeo

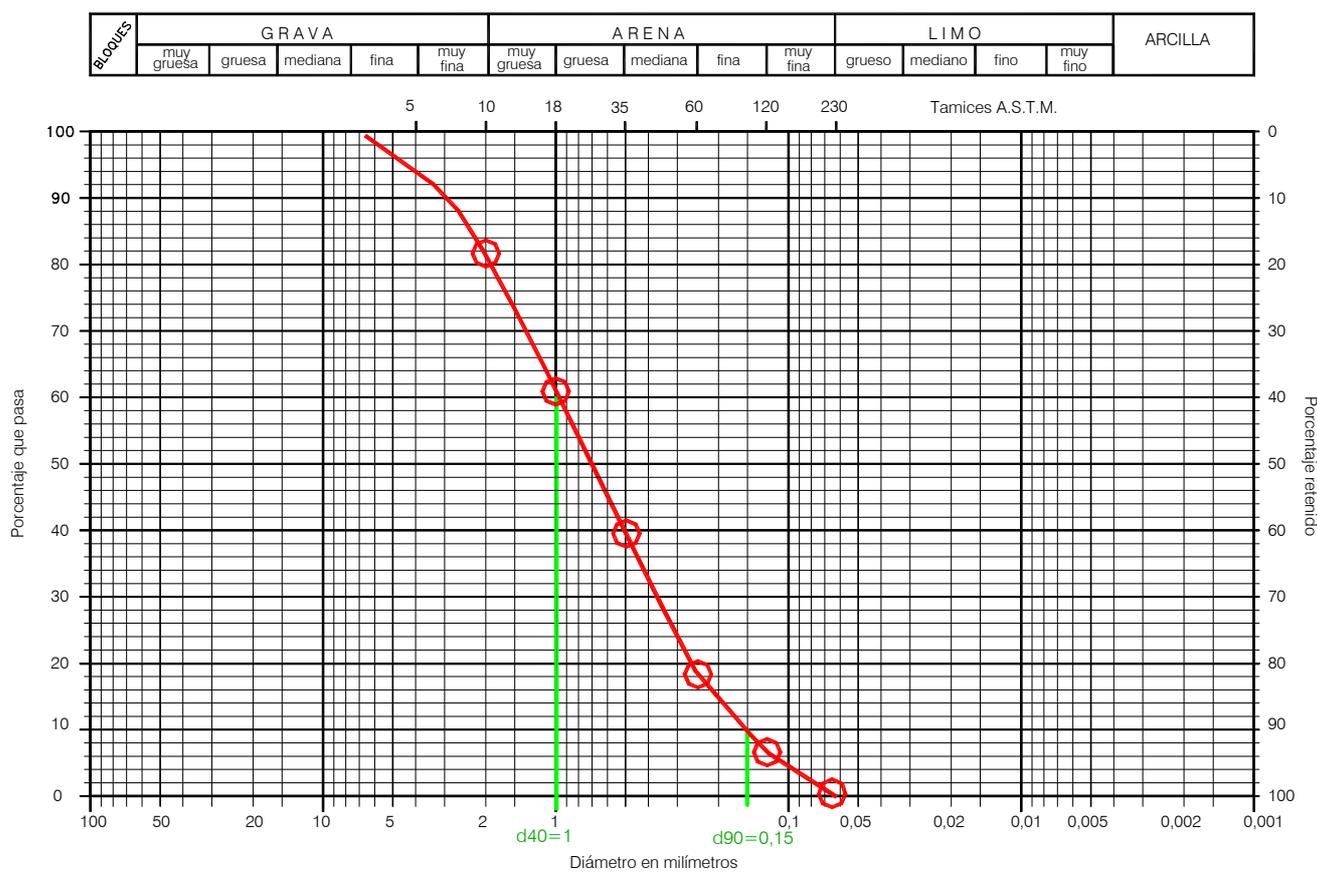
Teniendo en cuenta que el espesor de la porción del acuífero, que se considera representativa de los parámetros hidráulicos medidos, fue interpretada mediante prospección geoelectrica (SEV 2) aproximadamente en 4 m, la interpretación de los gráficos de los piezómetros 1 y 2 indican que la Permeabilidad varía entre 1,43 y 0,44 m/d, con un promedio tanto del ensayo de bombeo como para el de recuperación se estima en 0,86 m/d.

## Granulometría

Se realizó un análisis granulométrico a una muestra de la matriz sedimentaria del acuífero, extraída durante la excavación del pozo de bombeo.

ENSAYO GRANOMETRICO ARROYO CAPIAZUTI				
TAMIZ	DIAMETRO	PESO RETENIDO	%	% ACUMULADO
10	2	21,8	18,35	18,35
18	1	25,3	21,30	39,65
35	0,5	24,9	20,96	60,61
60	0,25	24	20,20	80,81
120	0,125	14,8	12,46	93,27
230	0,0625	7,4	6,23	99,49
	FONDO	0,6	0,51	100,00
<b>TOTAL</b>		<b>118,8</b>	<b>100,00</b>	

**Tabla 4.:** Valores obtenidos del ensayo granulométrico.



**Figura 12.:** Curva granulométrica acumulativa del acuífero libre del Arroyo Capiazuti.

Cálculo de la permeabilidad según fórmula de Hazen:  $K(m/día) = C \cdot (d_e)^2$ .

$d_e = 0,15 \text{ mm}$

La constante “C” depende del coeficiente de uniformidad = U

$$U = \frac{d_{40}}{d_{90}} = \frac{1}{0,15} = 6,7$$

Por lo tanto a la constante “C” le corresponde el valor de 691.

Con estos datos y los observados en la figura 12. La Permeabilidad se estima en 27,6 m/d.

## Hidroquímica

De acuerdo a los resultados analíticos provistos por el Laboratorio de Aguas del Norte de la Provincia de Salta, el agua es apta para el consumo humano desde el punto de vista físico-químico, ya que los parámetros analizados están por debajo de los límites máximos establecidos por la normativa vigente en la Provincia de Salta y el Código Alimentario Argentino.

Las muestras fueron tomadas en época de estiaje por lo que el color y la turbiedad son las mismas esperables. El agua del arroyo durante la época de lluvias tiene valores extremadamente altos de ambos parámetros.

	Toma de Riego Finca Capiazuti (Agua sin Tratar) 01/06/2.012	Pozo Excavado NE 0,50cm (Agua sin Tratar) 01/06/2.012	Consumo Humano (*)
Parámetro analizado	valor (mg/l)	valor (mg/l)	Concentración Máxima (mg/l)
Sólidos totales a 105 °C	614	634	
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	203	224	400
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	281	297	400
Color (ucv)	5,2	<0,8	15
pH	8,27	7,90	6,5 - 8,5
Turbiedad (NTU)	1,0	12,1	3
Conductividad (uS/cm)	745	806	
Sodio	98	94	200
Potasio	5	5	
Calcio	---	---	
Magnesio	---	---	
Cloruros	23	23	350
Cloro residual	S/Cl	S/Cl	
Bicarbonatos	---	---	
Carbonatos	---	---	
Sulfatos	207	212	400
Hierro total	<0,032	<0,032	0,3
Manganeso	<0,027	<0,027	0,1
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<0,039	<0,039	
Nitritos	<0,017	<0,017	0,1
Nitratos	<1,4	<1,4	45
Fluor	0,12	0,24	2
Aluminio	<0,023	<0,023	0,2
Amonio	<0,039	<0,039	
Cianuro	<0,020	<0,020	0,1
Arsénico	---	---	0,01
Cobre	<0,022	<0,022	
Cromo	<0,004	<0,004	
Cinc	<0,15	<0,15	5
Plata	<0,023	<0,023	
Plomo	<0,016	<0,016	0,05
Cadmio	<0,0008	<0,0008	
Bario	---	---	0,005
Boro	<0,22	<0,22	0,5

**Tabla 5.:** Planilla de análisis físico-químico.

## 5. ANALISIS DE FACTIBILIDAD

### Aspectos técnicos

Desde el punto de vista técnico se considera factible el aprovechamiento del agua subterránea freática en el Arroyo Capiazuti, en el tramo comprendido entre El Chorro y la Finca Beracochea, debido a las siguientes características favorables del emplazamiento:

- Profundidad adecuada y estabilidad del nivel freático (en superficie en el lecho de la quebrada)
- Permeabilidad aceptable del acuífero
- Aptitud del agua para consumo humano
- Diferencia de altura respecto a la localidad de Aguaray (37,5 m)

Se debe tener en cuenta la inestabilidad geomorfológica de la zona estudiada, razón por la cual se recomienda la construcción de defensas de gaviones aguas arriba de las obras y en los emplazamientos de las cámaras de válvulas.

### Aspectos económicos

El análisis de los aspectos económicos permite recomendar la construcción de la obra por los siguientes conceptos

- Inversión inicial razonable (ver Proyecto de Obra)
- Costo de mantenimiento reducido: se restringe a los gastos de personal para la operación de la válvula esclusa de purga en forma periódica y eventualmente el lavado por contrabombeo al finalizar de la época de lluvias.
- Costo operativo reducido: la producción es totalmente por gravedad, no requiere bombeo, por lo que solo se requiere cubrir los gastos de personal para la apertura y cierre de la válvula esclusa que regula el caudal.

De acuerdo a las características generales del área, la actual situación del sistema de provisión de agua para consumo humano, las particularidades hidrogeológicas del emplazamiento, los costos de excavación y de adquisición y emplazamiento de materiales y al análisis preliminar de la relación costo/ beneficio, se considera que la construcción de una obra del tipo dren horizontal, para la captación del acuífero libre es altamente beneficiosa para dotar de agua a la planta potabilizadora de Aguaray.

### Aspectos legales

Se debe tener en cuenta que el agua del arroyo es actualmente utilizada para alimentar un sistema de riego del cual depende un emprendimiento agrícola de productividad intensiva. Asimismo se debe considerar el uso recreativo en el Balneario Municipal.

## 6. PROYECTO DE OBRA DE CAPTACION: DREN HORIZONTAL

### 6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

El presente proyecto de captación de agua subterránea tiene por objeto el abastecimiento de agua para consumo humano al Municipio de Aguaray, Departamento San Martín, mediante la captación del acuífero libre del arroyo Capiazuti, en la zona intermedia entre El Chorro y la Finca Beracochea.

La obra de captación propuesta consiste en la construcción de dos drenes horizontales, cada uno de los cuales consiste en una cañería filtrante, rodeada de un prefiltro de grava seleccionada, dispuesta 5,20 m por debajo de la superficie, con el fin de extraer y conducir por gravedad el agua subterránea del acuífero libre hacia una cámara de válvula.

El agua producida en el dren situado aguas arriba puede conducirse hasta la locación del segundo dren mediante una cañería de conducción y desde allí hasta la localidad de Aguaray mediante la construcción de un acueducto de diámetro adecuado.

El diseño de filtros y prefiltro, calculados en base a la granometría del acuífero, permite la producción de agua sin sólidos en suspensión luego de un adecuado procedimiento de limpieza y desarrollo una vez concluida la construcción.

Tanto durante la construcción como para la producción de agua, no se requerirá sistema de bombeo, ya que la obra está diseñada para funcionar por gravedad.



**Figura 13.:** Excavación de una zanja para la instalación de filtros y prefiltro en Agua de Oro, Córdoba (Baudino, 1.998).



**Figura 14.:** Producción de agua libre de sólidos en suspensión en Agua de Oro, Córdoba (Baudino, 1998).

## 6.2. UBICACIÓN

La obra de captación propuesta poseen, las siguientes coordenadas geográficas:

### Dren N°1

#### Extremo Oeste

Latitud: 22° 11' 49,41" Sur

Longitud: 63° 45' 15,67" Oeste

#### Extremo Este

Latitud: 22° 11' 49,78" Sur

Longitud: 63° 45' 21,25" Oeste

#### Altura topográfica en cámara de válvula

Nivel freático estático: 621 m s.n.m.

Nivel freático dinámico: 616,5 m s.n.m.

### Dren N°2

#### Extremo Norte

Latitud: 22° 11' 53,52" Sur

Longitud: 63° 45' 15,85" Oeste

#### Extremo Sur

Latitud: 22° 11' 53,73" Sur

Longitud: 63° 45' 13,40" Oeste

#### Altura topográfica en cámara de válvula

Nivel freático estático: 609 m s.n.m.

Nivel freático dinámico: 604,5 m s.n.m.

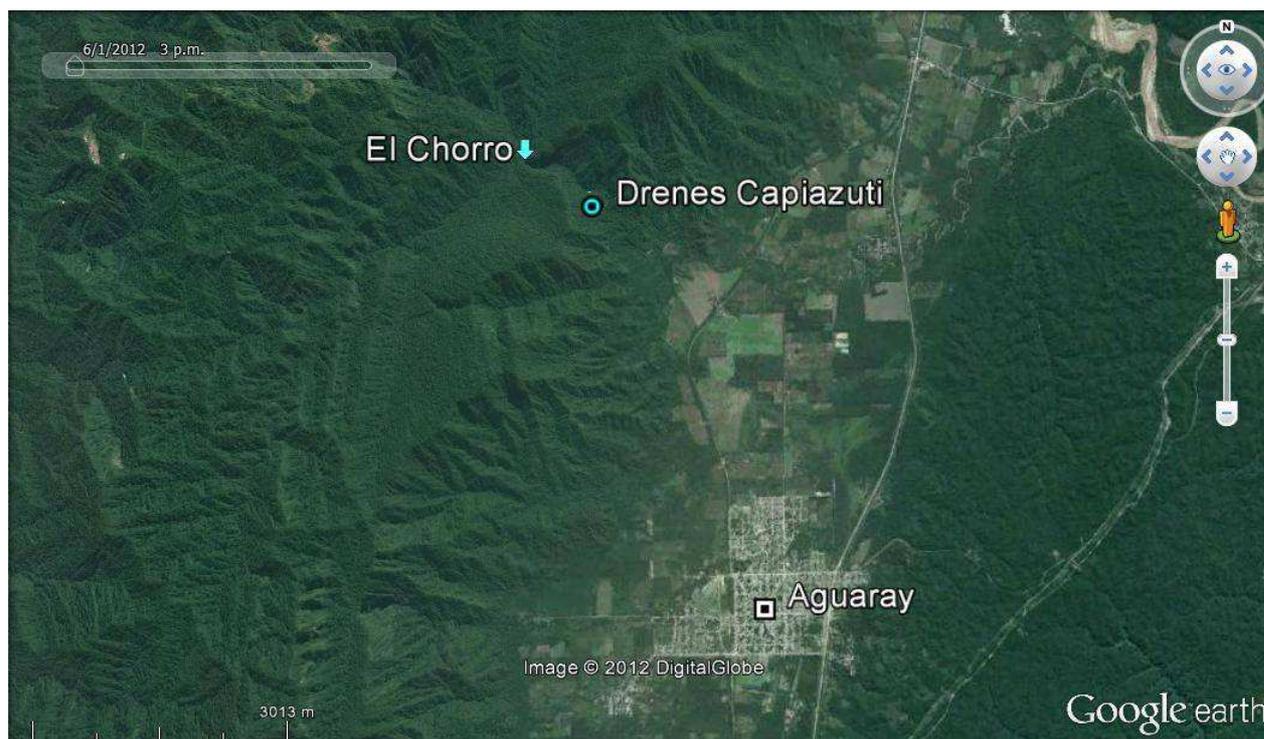


Figura 15a.: Ubicación general



Figura 15b.: Ubicación de las obras.

### 6.3. CAUDAL ESTIMADO

Se han utilizado dos fórmulas diferentes para la estimación del caudal de producción. La primera es la que recomienda el Centro Panamericano de la Salud (CEPIS 2.002) y la segunda ha sido probada en obras anteriores (Schneebeli, en Custodio y Llamas, 1.996).

Para el cálculo se utilizó la permeabilidad mayor obtenida durante el ensayo de bombeo. Se considera que la permeabilidad mayor es la más representativa del acuífero, dadas las características granométricas observadas durante las excavaciones y la permeabilidad (K) estimada mediante ensayos granométricos (tabla 4, figura 12)

#### CEPIS, 2.002

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = 2 * \pi * k * (H_o - H_{od}) / (\ln(D/r)) * c/24$$

Ho = espesor saturado inicial

Hod = espesor saturado en el dren

D = distancia a la recarga

k = en m/d

c= longitud del dren

r = radio del dren

Q	Q	k	Ho	Hod	D	Long.del dren
(m <sup>3</sup> /h)	(L/s)	(m/d)	(m)	(m)	(m)	(m)
34,6	9,6	1,42	5	0,5	5	162

#### Custodio y Llamas, 1.996 (Schneebeli, 1.966)

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{2 * \pi * k * ((H_o^2) - (H_{od}^2)) / (\ln(2 * R/c))}{24}$$

Ho = espesor saturado inicial

Hod = espesor saturado en el dren

R = radio de influencia

k = en m/d

c= longitud del dren

Q = caudal en m<sup>3</sup>/h

Q	Q	k	Ho	Hod	R	Long.del dren
(m <sup>3</sup> /h)	(L/s)	(m/d)	(m)	(m)	(m)	(m)
43,7	12,1	1,42	5	0,5	100	162

De acuerdo a las características del acuífero, al caudal de recarga aportado por el arroyo Capiazuti y a los condicionamientos geomorfológicos, el caudal de producción estimado para cada dren es de 34.600 a 44.000 litros/hora.

La distancia que separa las locaciones propuestas para cada dren (200 m) permite inferir que no habrá interferencia entre los radios de influencia de cada obra. Por esta razón puede estimarse el caudal total de ambas obras en 79.200 a 88.000 litros/hora.

Este caudal puede aumentar en la época de mayores caudales del arroyo Capiazuti.

#### 6.4. LONGITUD

La longitud propuesta para las obras es de 162 m, para cada uno de los drenes.

#### 6.5. EXCAVACIÓN

Se propone realizar la excavación, para albergar la cañería filtrante, el prefiltro y la cañería de conducción, de acuerdo al corte transversal de la figura 16, con un ancho de 16 m en superficie.

#### 6.6. PROFUNDIDAD

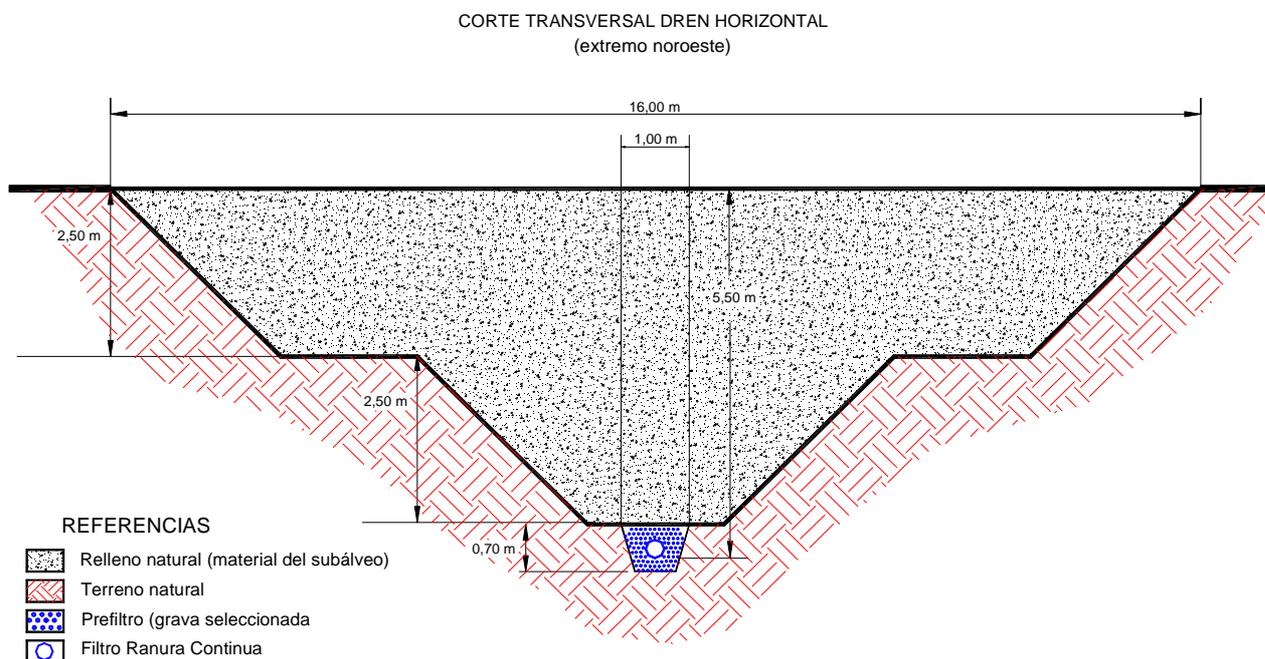
La cañería filtrante estará fundada a una profundidad de 5,0 m por debajo de la superficie.

#### 6.7. DIÁMETRO DE FILTROS

En función del caudal de producción estimado, el diámetro más conveniente para los filtros es de 200 mm (8 pulgadas).

#### 6.8. LONGITUD DE FILTROS

Se propone una longitud de 81 m de filtros, intercalados en tramos de 3 m con la cañería ciega (ver figura 17). Si bien la longitud total del dren debe ser de 162 m para alcanzar la producción requerida, se considera suficiente la cantidad de filtros propuestos, ya que la velocidad de ingreso es aceptablemente inferior al límite crítico, para el caudal de diseño.



**Figura 16.:** Perfil transversal de la excavación y relleno de la obra.

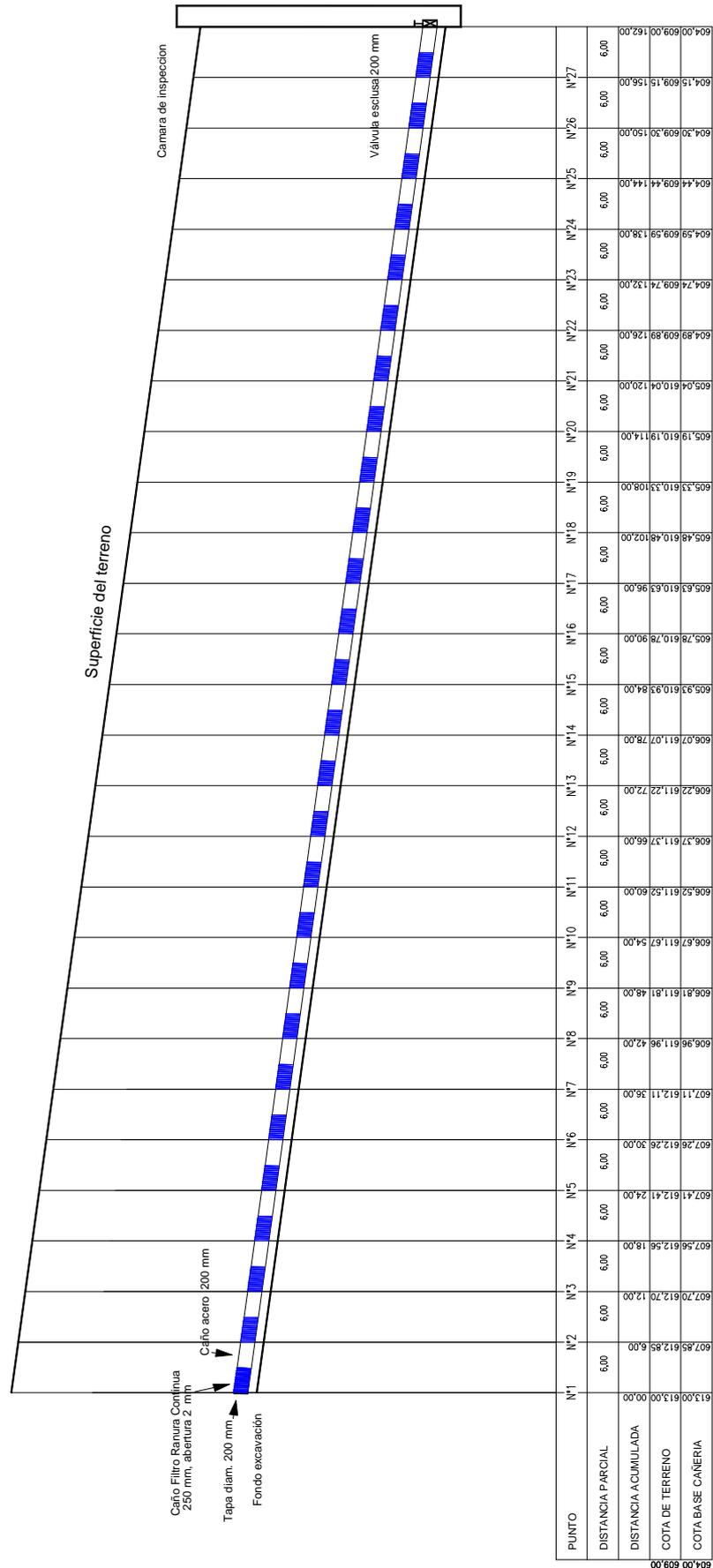


Figura 17.: Perfil longitudinal del Dren Horizontal 1.

### 6.9. GRANOMETRÍA DE PREFILTRO

Para evitar el ingreso de sólidos a la captación, se deberá instalar alrededor de los filtros un prefiltro de grava seleccionada.

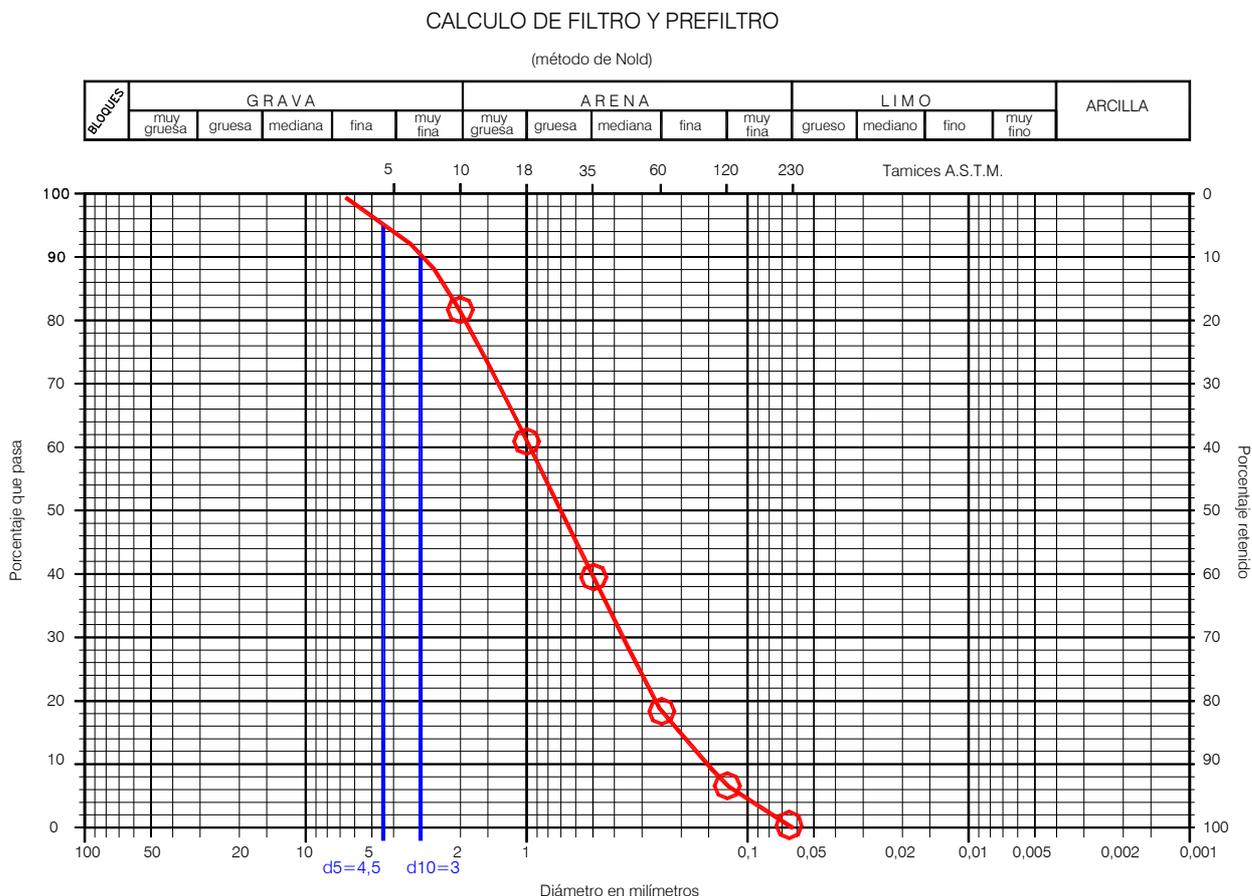
Siguiendo el método de Nold y dado que el coeficiente de uniformidad es mayor que 5: (ver figura 18).

Tamaño máximo:  $d_5 * 5 = 4,5 \text{ mm} * 5 = 22,5 \text{ mm}$

Tamaño mínimo:  $d_{10} * 4 = 3 \text{ mm} * 4 = 12 \text{ mm}$

La granometría del prefiltro será gradada en dos capas, de 3 a 6 mm (con tolerancia de 10%), alrededor del filtro, y de 12 a 22,5 mm en el material de cobertura sobre la primera capa.

El material granular deberá ser grava natural limpia, los clastos deben poseer un alto grado de redondeamiento, con menos del 10% de granos planares u oblatos, y menos del 5 % de granos calcáreos o terrosos.



**Figura 18.:** Curva granométrica acumulativa, cálculo del prefiltro.

## 6.10. ABERTURA Y TIPO DE FILTROS

La instalación del prefiltro de grava seleccionada permite optar por un filtro con aberturas de 2 mm. Para garantizar la producción de agua sin sólidos en suspensión, el filtro deberá ser de ranura continua autolimpiante y preferentemente de acero inoxidable, con el fin de asegurar la vida útil de la obra.

## 6.11. PROTECCION SANITARIA

La obra requerirá un alambrado perimetral en un radio que abarque por lo menos 200 m alrededor de la captación, con el fin de disminuir el riesgo de ingreso de contaminantes.

Asimismo se considera conveniente el dictado de una normativa municipal o provincial para restringir las actividades potencialmente contaminantes en la cuenca del arroyo Capiazuti, ya que la misma constituye una fuente de aprovisionamiento de agua para consumo humano de gran importancia estratégica, tanto por la calidad como por la disponibilidad de caudales en la época de sequía

## 6.12. CONCLUSIONES

Las obras de captación propuestas poseen una cota superior a la localidad de Aguaray (cota topográfica de 567 m s.n.m.) y como se observa en el apartado **6.2**, la cota más baja del nivel freático dinámico en la cámara de válvula inferior tiene un valor de 604,5 m s.n.m. Por lo tanto existe un desnivel de 37,5 m, que permite la conducción por gravedad hasta el área urbana.

$$\text{Desnivel: } 604,5 \text{ m s.n.m.} - 567 \text{ m s.n.m.} = 37,5 \text{ m}$$

Las longitudes de los drenes están sujetas a la distancia máxima del tramo recto que presenta cada área de la quebrada donde se proponen las obras de captación. Estos tramos rectos están limitados por afloramientos de roca, donde no hay espesor suficiente de material sedimentario productivo.

Las muestras de agua fueron tomadas en el período de estiaje, por lo que la turbiedad es la mínima que se puede esperar y esta tendrá grandes variaciones en la época de lluvias.

Las obras propuestas permiten producir agua sin sólidos en suspensión, durante todo el año, ya que aprovechan el agua del acuífero freático local.

## 7. COMPUTO METRICO

ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	<b>EXCAVACIÓN</b>				
1	Excavación con maquinaria	m3	7290,00	50,00	364.500,00
2	Excavación a mano para cañería filtrante	m3	40,00	170,00	6.800,00
3	Tapado y apisonado a mano de zanja en zona filtrante	m3	40,00	110,00	4.400,00
4	Tapado de zanja completa con equipo volcador	m3	7290,00	40,00	291.600,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>667.300,00</b>
	<b>MANO DE OBRA ESPECIALIZADA</b>				
5	Colocación de Cañería Filtrante	gl	1	4800,00	4.800,00
6	Colocación de cañería de acero	gl	1	7010,00	7.010,00
7	Colocación de madera en tablestaqueado cada 20 metros	m	162,00	65,00	10.530,00
8	Colocación de Reducciones, Juntas y Válvulas	gl	1	6000,00	6.000,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>28.340,00</b>
	<b>MATERIALES</b>				
9	Caño Filtro de acero inoxidable 200 mm	m	80,00	1800,00	144.000,00
10	Caño de acero sin costura, 4,8 mm - 200 mm diámetro	m	80,00	400,00	32.000,00
11	Material prefiltrante (grava seleccionada)	m3	40,00	600,00	24.000,00
12	Material de cobertura de prefiltro (ripió lavado)	m3	80,00	200,00	16.000,00
13	Válvula esclusa de 200 mm	U	1	6500,00	6.500,00
14	Tapa acero inoxidable 200 mm	U	1	400,00	400,00
15	Juntas Gibault	U	54	540,00	29.160,00
16	Cámara de Válvula	U	1	5000,00	5.000,00
17	Defensas de gaviones	m3	150	1000,00	150.000,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>407.060,00</b>
	<b>DIRECCION TECNICA</b>				
19	Dirección Técnica Profesional Geólogo	gl	1,00	25000,00	25.000,00

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ALCOBA, J.C. (2.012). Comunicación verbal.

BAUDINO, G., 1.989. Caracterización Hidrogeológica de la cuenca Itiyuro – Caraparí. Tesis Profesional. Universidad Nacional de Salta. Salta.

BAUDINO, G., BERCHEÑI, V., BARRIENTOS, A. (2.010). Hidrotartagal. Hoja Hidrogeológica Tartagal. Universidad Nacional de Salta. Consejo de Investigación (informe preliminar).

BAUDINO, G., MANJARRÉS, C. ABDALA, V. y BERCHEÑI, V. (2.011) Estimación de reservas de agua subterránea en Yacuy, Departamento San Martín, Provincia de Salta, Argentina. VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Simposio Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea. Salta, Argentina.

BIANCHI, A. y YAÑEZ, C.E. (1.992). Las precipitaciones en el Noroeste Argentino. INTA-EERA. Salta.

BIANCHI, A.R. y CRAVERO, A.S.C. (2.010). Atlas climático de la República Argentina. Ed. INTA. Buenos Aires.

CEPIS. (2.002). Manual de Diseño de Galerías Filtrantes. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. Lima.

CUSTODIO E y LLAMAS, M.R. (1.996). Hidrología Subterránea. Tomos I y II. Segunda Edición Corregida. Editorial Omega S.A. Barcelona.

LEON, G. (2.012). Comunicación verbal.

MAS, E. (2.012). Comunicación verbal.

SOLER, R.H., TORRES, J., BAUDINO, G., PITZZÚ, G. y BERCHEÑI, V. (2.011) Exploración Hidrogeológica para la provisión de agua a la localidad de Aguaray, Departamento San Martín, Provincia de Salta, Argentina. VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Simposio Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea. Salta, Argentina.

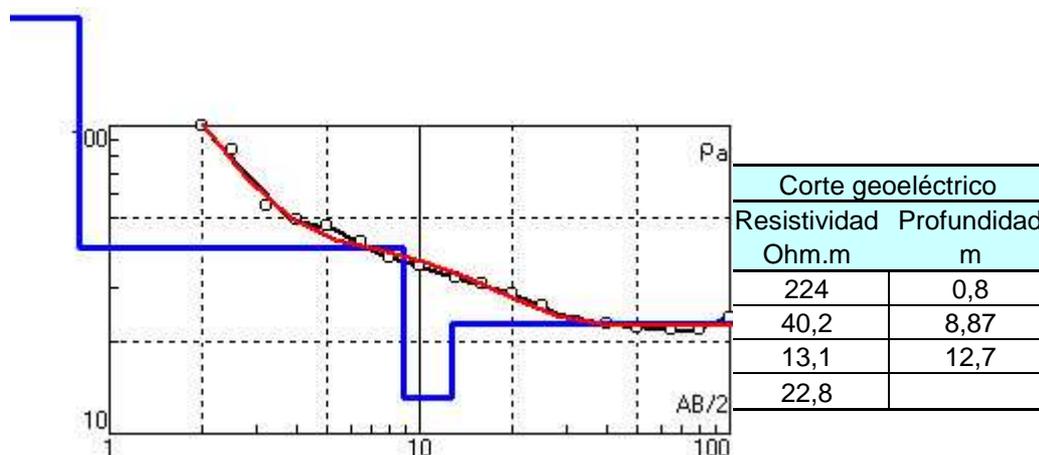
SEGEMAR (2.002) Hoja Geológica 2363-I Tartagal – Provincia de Salta. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000.

## ANEXOS

### Sondeo Eléctrico vertical 01

Ubicación  
 22°11'56.77"S  
 63°45'14.64"W

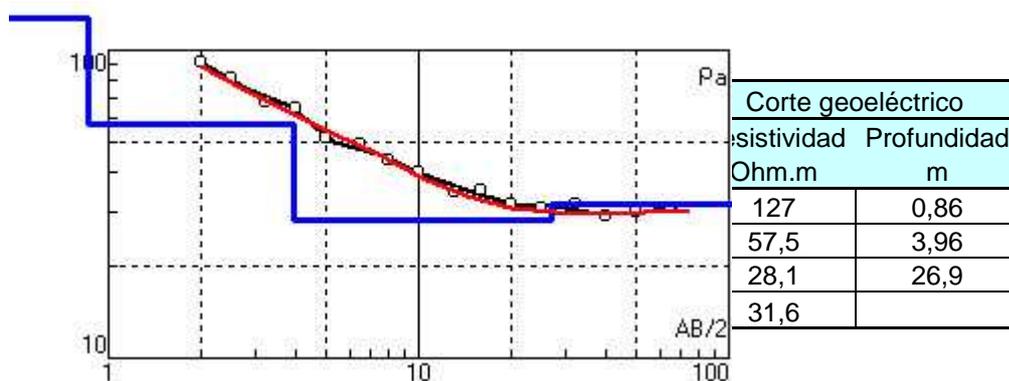
Planilla de campo y gabinete			
Nº	AB/2 en metros	Resistividad de campo en Ohm.m	Resistividad interpretada en Ohm.m
1	2	99.5	99,5
2	2,5	83.35	83,3
3	3,2	55.17	55,2
4	4	49.5	49,5
5	5	47	47
6	6,5	42.2	42,2
7	8	37	37
8	10	35.1	35,1
9	13	32	32
10	16	30.5	30,5
11	20	26	28,6
12	25	25.4	25,9
13	32	19.7	23,2
14	40	22.6	22,6
15	50	25.2	22,2
16	65	21.7	21,7
17	80	18.6	21,70
18	100	25	23,70



Sondeo Eléctrico vertical 02

Ubicación  
 22°11'54.82"S  
 63°45'14.05"W

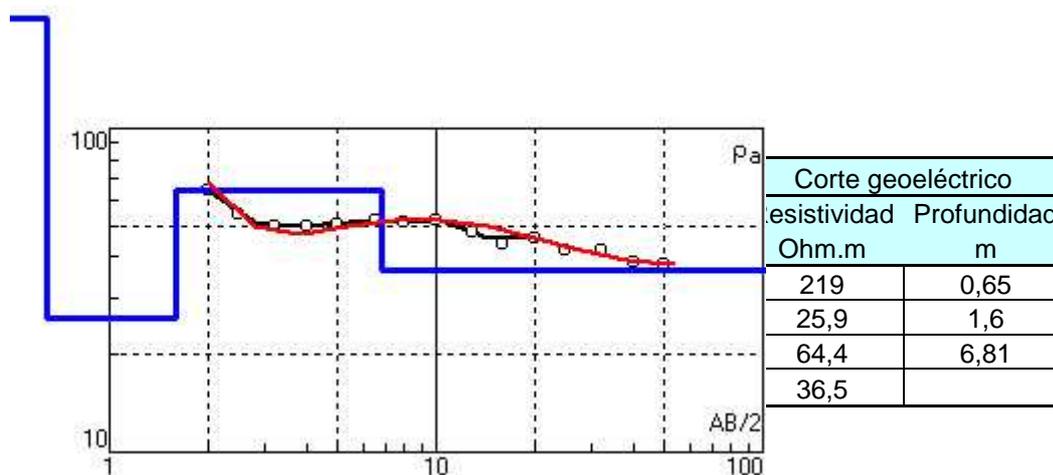
Planilla de campo y gabinete			
Nº	AB/2 en metros	Resistividad de campo en Ohm.m	Resistividad interpretada en Ohm.m
1	2	90.6	91,5
2	2,5	80.6	81,4
3	3,2	67.5	68,1
4	4	64.5	65,1
5	5	51.1	51,6
6	6,5	49	49,5
7	8	43.6	44
8	10	40	40,4
9	13	34.5	34,8
10	16	34.8	35,1
11	20	31.4	31,7
12	25	31.4	30,6
13	32	29.11	31,4
14	40	29.7	29,1
15	50	30.2	29,7
16	65	30.3	30,8



Sondeo Eléctrico vertical 03

Ubicación  
 22°11'53.19"S  
 63°45'13.14"W

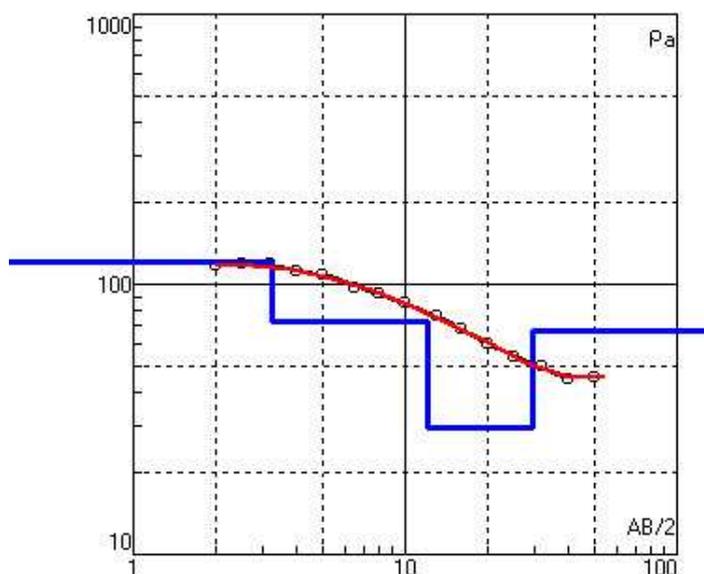
Planilla de campo y gabinete			
Nº	AB/2 en metros	Resistividad de campo en Ohm.m	Resistividad interpretada en Ohm.m
1	2	64	64
2	2,5	54	54
3	3,2	49,6	49,6
4	4	50	50
5	5	57	50,8
6	6,5	62,2	52,1
7	8	52	51,1
8	10	52	52
9	13	48	48
10	16	43,8	43,8
11	20	46	46
12	25	39	41,9
13	32	41,8	41,8
14	40	38,4	38,4
15	50	38	38



Sondeo Eléctrico vertical 04

Ubicación  
 22°11'48.83"S  
 63°45'17.61"W

Planilla de campo y gabinete			
Nº	AB/2 en metros	Resistividad de campo en Ohm.m	Resistividad interpretada en Ohm.m
1	2	118	118
2	2,5	119.6	119,6
3	3,2	119	119
4	4	112	112
5	5	109	109
6	6,5	87	99,06
7	8	86	91,86
8	10	85	85
9	13	76	76
10	16	61.6	68,3
11	20	58.6	60,08
12	25	53.5	53,5
13	32	49.8	49,8
14	40	44.5	44,5
15	50	45	45



Corte geoelectrico	
Resistividad Ohm.m	Profundidad m
121,5	3,24
72,45	12
29,4	29,4
67,05	

## Aguas del Norte

Quilicura, Provincia de Salta, Argentina

### INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS

SOLICITANTE: PEDIDO INTERNO - Ing. JUAN IBAÑEZ  
 DOMICILIO: ALTO MOLINO - CASEROS N° 2600  
 FECHA DE INFORME: 05-nov-12  
 LOCALIDAD: DISTRITO SALTA INTERIOR - TARTAGAL  
 MUESTRA TOMADA POR: GUILLERMO BAUDINO  
 LUGAR ESPECIFICO:

1024 AGUARAY-INTI-ARROYO CAPIAZUTI-B° PARQUE INDUSTRIAL-Av. RODRIGUEZ DURAZONA N° 822-TOMA DE RII  
 FINCA CAPIAZUTI-AGUA SIN TRATAR  
 1025 AGUARAY-INTI-POZO EXCAVADO-NE 0,50 cm-AGUA SIN TRATAR

PARAMETRO	UNIDAD	LD	LC	MUESTRA N°					
				1024	1025				
FECHA DE MUESTREO				02-jun-12	02-jun-12				
TURBIDEDAD	UNT	---	---	1,0	12,1				
COLOR	UC (Pt-Co)	<0,8	± 0,2	5,2	<0,8				
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO3)	mg/L	---	---	203	224				
pH	---	---	± 0,02	8,27	7,90				
COND. ESP. A 25 °C	(umho/cm)	---	± 2	745	806				
DUREZA TOTAL (CaCO3)	mg/L	---	± 0,1	281	297				
RES. SOLIDO A 105°C	mg/L	---	---	614	634				
AMONIO (NH4+)	mg/L	<0,039	± 0,008	<0,039	<0,039				
CLORO RESIDUAL	mg/l	---	---	S/CL	S/CL				
CLORUROS	mg/l	---	± 1	23	23				
SULFATOS	mg/L	<15	± 2	207	212				
SODIO	mg/l	---	---	98	94				
POTASIO	mg/l	---	---	5	5				
HIERRO	mg/L	<0,032	± 0,006	<0,032	<0,032				
NITRITOS	mg/l	<0,017	± 0,003	<0,017	<0,017				
MANGANESO	mg/l	<0,027	± 0,007	<0,027	<0,027				
NITRATOS	mg/l	<1,4	± 0,3	<1,4	<1,4				
ARSENICO	mg/l	<0,015	± 0,003	---	---				
BORO	mg/L	<0,22	± 0,04	<0,22	<0,22				
MATERIA ORGANICA (Como Oxigeno Consumido)	mg/l	---	---	---	---				
FLUOR	mg/l	---	± 0,02	0,12	0,24				

LC: Límite de Confianza, Límites entre los cuales se encuentra el valor verdadero con el 95 % de confianza.

LD: Límite de detección del equipo.

#### OBSERVACIONES

Los resultados se refieren exclusivamente a las muestras analizadas por nuestro laboratorio.  
 Este informe no debe reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación escrita de la Empresa Aguas del Norte S.A.

SUSANA ABREGU

FERNANDO CAMARA

RAFAEL GARCIA

ANALISTAS FISICO-QUIMICOS

  
 LIC. JIMENA MESON  
 M.P. 7402  
 JEFE DE LABORATORIO  
 AGUAS DEL NORTE - Co.SA s.r.l.

# Aguas del Norte

Co. S.A. y S.a. Compañía Salteña de Agua y Saneamiento S.A.

## INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS ESPECIALES

**Laboratorio:** FISICO QUIMICO ALTO MOLINO  
**Fecha de Muestreo:** 2-jun-12  
**Muestreador:** GUILLERMO BAUDINO  
**Fecha de informe:** 5-nov-12  
**OBJETIVO:** Determinación de metales pesados  
**INFORME:**

N° MUESTRA	PROCEDENCIA
222	AGUARAY-INTI-ARROYO CAPIAZUTI-Bº PARQUE INDUSTRIAL-Av. RODRIGUEZ DURAÑONA Nº 822-TOMA DE RIEGO FINCA CAPIAZUTI-AGUA SIN TRATAR
223	AGUARAY-INTI-POZO EXCAVADO-NE 0,50 cm-AGUA SIN TRATAR

PARAMETRO	Metodo	L.D	LC	N° DE MUESTRA	
				222	223
FECHA DE MUESTRA				2-jun-12	2-jun-12
ALUMINIO mg/l	Aluminon	0,023	0,005	<0,023	<0,023
COBRE mg/l	bicinchoninate	0,022	0,005	<0,022	<0,022
CROMO mg/l	1,5-difenilcarbohidrazida	0,004	0,001	<0,004	<0,004
CINC mg/l	zincón	0,15	0,03	<0,15	<0,15
PLATA mg/l	colorimetrico	0,023	0,009	<0,023	<0,023
PLOMO mg/l	ditizona	0,016	0,004	<0,016	<0,016
CADMIO mg/l	ditizona	0,0008	0,0005	<0,0008	<0,0008
CIANUROS mg/l	piridina-pirazolona	0,020	0,005	<0,020	<0,020

L.D. LIMITE DE DETECCION  
 L.C. LIMITE DE CONFIANZA

**Observaciones:** Métodos espectrofotométricos con reactivos HACH  
 El cálculo de Límites de Confianza ha sido aplicado a las determinaciones Espectrofotométricas

  
 Lic. JIMENA MESON  
 M.P. 7402  
 JEFE DE LABORATORIO  
 AGUAS DEL NORTE - Co. SA S.A.

FERNANDO CAMARA  
 Analista fisico quimico

### CAMARA DE VALVULA

