

Ministerio de Industria  
Secretaría de Industria y Comercio



**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL**

**COORDINACIÓN DE TRANSFERENCIA DE  
CONOCIMIENTOS DE APROPIACIÓN COLECTIVA  
CTCAC**

**CONVENIO INTI - MOVIMIENTO CAMPESINO DE CÓRDOBA**

**DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO  
PARA LA PROVISIÓN DE AGUA  
EN EL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE CORDOBA**



## 1. INTRODUCCION

En el marco del trabajo de extensión del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Coordinación de Transferencia de Conocimientos de Apropiación Colectiva (CTCAC) y en virtud del Convenio de Cooperación existente entre el INTI y el Movimiento Campesino de Córdoba, se realizó el presente Diagnóstico Hidrogeológico en el Noroeste de la Provincia de Córdoba con la colaboración de la Asociación de Productores del Norte de Córdoba (APENOC).

## 2. OBJETIVOS

2.1. Evaluar en forma preliminar la disponibilidad de recursos hídricos y las potenciales fuentes de aprovisionamiento para consumo humano y usos agropecuarios e industriales.

2.2. Realizar propuestas de trabajo tendientes a mejorar la disponibilidad, calidad y sustentabilidad del aprovechamiento de los recursos hídricos presentes en la zona para incrementar las oportunidades de desarrollo social, territorial y agroindustrial.

## 3. UBICACIÓN DEL AREA

La zona de estudio comprende el área situada entre el extremo norte de la Sierra de Guasapampa y el sur de las Salinas Grandes, y las localidades de Serrezuela por el oeste y Paso Viejo al este, en territorio de la Provincia de Córdoba (ver Figura 1.)



Figura 1.: Ubicación del área de estudio

#### **4. METODOLOGÍA**

##### **Recopilación de antecedentes**

Se recabaron los antecedentes de geología e hidrogeología de la región, en especial el trabajo de Rubén Santillán (2010) "Acceso de aguas de calidad para comunidades rurales del NO de Córdoba", el capítulo Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis (Gordillo y Lencinas, 1979), así como datos de legajos de perforaciones provistos por la Dirección Provincial de Agua y Saneamiento de la Provincia de Córdoba (DIPAS).

Se realizó un relevamiento de campaña, en forma conjunta con el Ing. Eduardo Bellelli, el Lic. Rubén Santillán y Belén Agnelli, el Sr. Ismael Sánchez de APENOC, el Lic. Leandro Rueda de la delegación INTI Capilla del Monte, el Ing. José Fernández y Eugenia Sosa de la Universidad Nacional de Córdoba,

La ubicación en terreno se realizó con GPS y se volcaron al programa Google Earth, del cual se tomaron las cotas de terreno aproximadas.

##### **Calidad físico-química del agua**

Las apreciaciones en relación a la calidad del agua se realizan sobre la base de los análisis físico-químicos aportados en el trabajo de Santillán (2009) e información relevada en campaña a partir de informantes calificados.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA

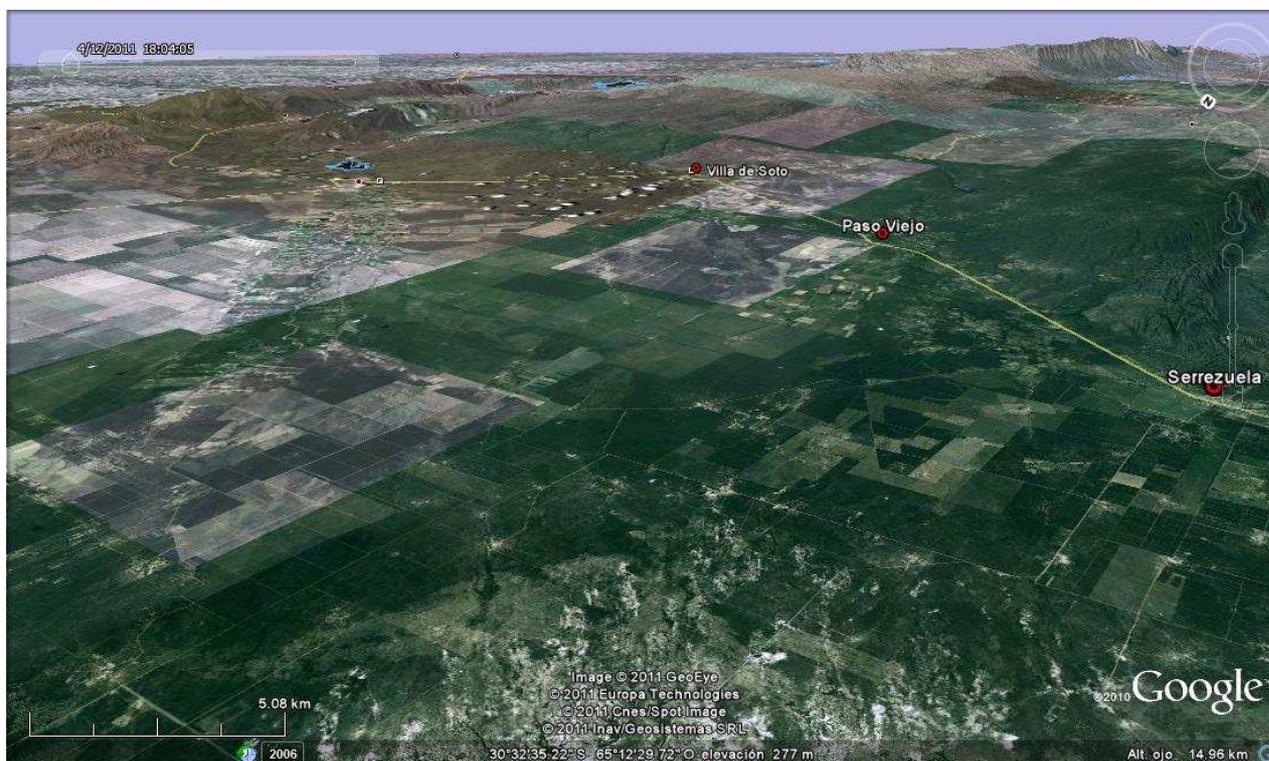
En el área de estudio pueden diferenciarse tres ambientes geográficos con características distintivas: la zona serrana y la zona de llanura y la zona de las Salinas.

La sierra de Guasapampa es el cordón más oriental de las Sierras de Córdoba y en el área de estudio, su extremo norte pierde altura, desde 900 m sobre el nivel del mar hasta 300 m en las inmediaciones de la localidad de Serrezuela. En la zona serrana afloran rocas cristalinas, principalmente gneis, migmatita y granito de edad precámbrica (Gordillo y Lencinas, 1979), intensamente fracturadas. El relieve de la sierra está caracterizado por pendientes suaves en las laderas orientadas al este y laderas abruptas en los flancos orientales.

El escurrimiento superficial tiene rumbo sur-norte y los cursos de agua principales fluyen hacia el norte, en dirección a las Salinas Grandes, que es uno de los depocentros de la cuenca endorreica de Salinas Grandes - Salinas de Ambargasta, que ocupa la zona limítrofe entre provincias de Córdoba, La Rioja, Catamarca y Santiago del Estero.

La zona de llanura, situada entre la Sierra de Guasapampa y las Salinas Grandes, posee una inclinación hacia el norte, desde una altitud de 300 m s.n.m. al pie de la sierra hasta los 200 m s.n.m. en el depocentro. La vegetación natural es el monte, con especies maderables y pasturas aptas para la ganadería bovina, así como suelos aptos para la agricultura.

La zona de las Salinas posee un relieve plano y se caracteriza por suelos salinos, poco aptos para la agricultura y vegetación baja adaptada a las condiciones de aridez y salinidad, con posibilidad de sustentar ganado, especialmente caprino.

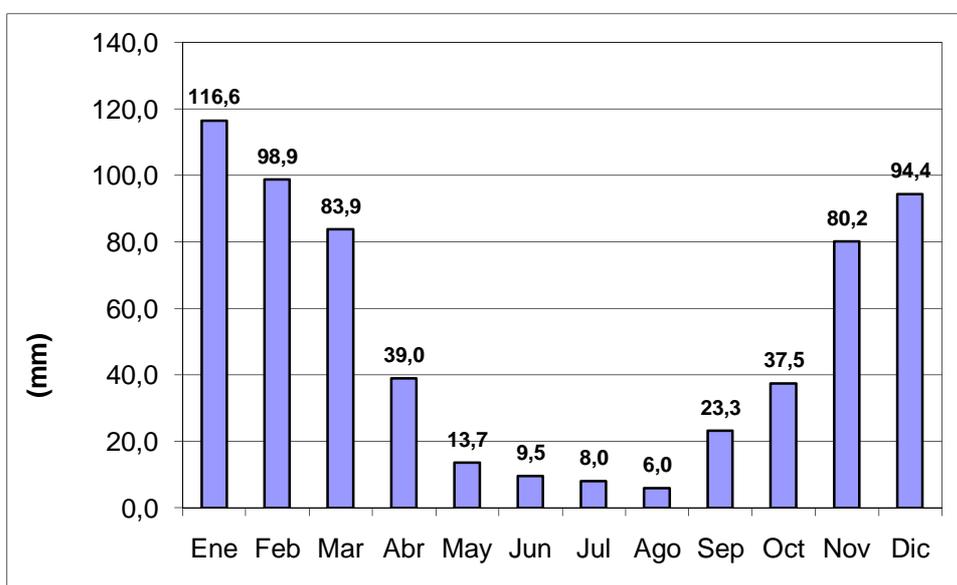


**Figura 2.:** Vista en perspectiva, desde el sudoeste, de la zona de estudio

El clima es semiárido, con precipitaciones medias anuales de entre 300 y 400 mm (Bianchi y Cravero, 2010) caracterizado por elevadas temperaturas estivales. Se cuenta únicamente con datos de la Estación Villa de Soto, correspondientes al período 1953 – 1990, debido a que las mediciones fueron interrumpidas. La precipitación promedio de este período es de 611 mm anuales, con una marcada disminución en las lluvias entre los meses de abril y octubre.

Los cultivos principales se realizan bajo riego y son especialmente papa y maíz. En menor medida se cultivan olivos, frutas y hortalizas.

La limitante principal para el desarrollo agropecuario es la escasez en la disponibilidad y las deficiencias en la calidad del agua: el período seco, entre abril y octubre, coincide con la mayor necesidad de agua para los cultivos y para el ganado. El contenido salino del agua, en especial del agua subterránea, se incrementa desde el sector sur del área de estudio hacia el sector norte, en las salinas, donde el agua es inapta para todo uso.



**Figura 3.:** Precipitaciones medias anuales en la Estación Villa de Soto

## 5.2. RELEVAMIENTO DE CAMPAÑA

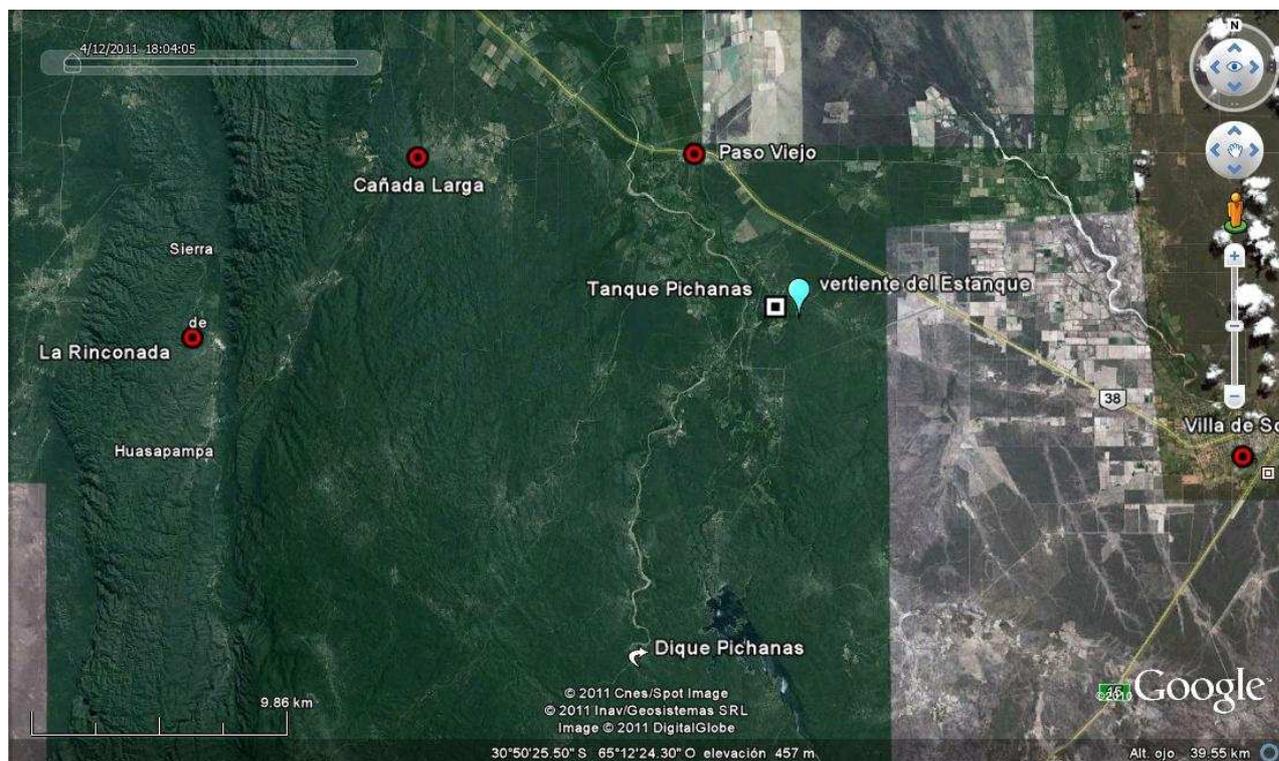
### 5.3.1. ZONA SERRANA

#### PICHANAS

La zona de Pichanas, está ubicada aguas abajo del dique del mismo nombre. En esta zona, principalmente en la margen izquierda del antiguo cauce del río, habitan numerosas familias campesinas cuya producción agropecuaria depende de la dotación de agua del dique Pichanas. Antes de la construcción del dique, el sistema de acequias proveía a las familias a partir de una toma en el río, de carácter permanente.

Actualmente la DIPAS asigna a la margen izquierda del Sistema de Riego Pichanas, únicamente un 20 % del caudal del dique, otorgando un 80 % del total a la margen derecha del sistema, donde los usuarios son principalmente empresas agropecuarias que ocupan las parcelas concesionadas por el gobierno tras la construcción del dique en la década de 1980.

La problemática de provisión de agua es grave, ya que las familias campesinas no pueden sustentar la producción con el escaso caudal asignado, lo que se ve agravado por las pérdidas de caudal por infiltración, en especial en el canal principal y los canales secundarios.



**Figura 4.:** Ubicación Dique Pichanas – Cañada Larga – La Rinconada

El aprovisionamiento de agua para consumo humano se ve también afectada por la disminución del nivel freático en los pozos excavados que la mayor parte de las familias campesinas utilizan como fuente de provisión. La disminución del nivel freático, de acuerdo a las referencias de los pobladores, comenzó a notarse a partir de la construcción del dique, cuando el río Pichanas dejó de correr, salvo en crecientes extraordinarias. El nivel del agua en los pozos de la zona se encontraba entre 8 y 10 m bajo la superficie. A partir de fines de la década de 1980 la profundidad de la freática ha descendido en forma continua y actualmente se encuentra por debajo de los 20 m. Esta situación se ha agravado en los últimos años, en los que de acuerdo a los pobladores y en especial a partir de la perforación de pozos profundos en las cercanías (1,5 km), que son utilizados intensivamente para riego de cultivos.

El descenso de los niveles ha obligado a la profundización de los pozos, mediante la excavación a pala y pico y la instalación de aros premoldeados de hormigón.

La influencia del escurrimiento superficial sobre la recarga del acuífero libre y consecuentemente sobre la profundidad del nivel freático, queda evidenciada en el caso de la Familia Paredes. El pozo excavado en la propiedad de esta familia posee una profundidad de 8 m y aprovecha el acuífero albergado en la base de los sedimentos modernos y el techo de las rocas cristalinas del basamento. De acuerdo a la información brindada por el Sr. C. Paredes, cuando los canales de riego carecen de agua, el pozo llega a secarse, mientras que al restablecerse el flujo hídrico en el sistema de riego de la margen izquierda, a los pocos días el nivel de agua del pozo se restablece.

### **Obra Planta Potabilizadora Pichanas**

Existe actualmente un proyecto de la DiPAS para abastecer de agua a la comunidad de Pichanas y parajes aledaños mediante una obra de toma en el azud nivelador del dique Pichanas, la construcción de una planta potabilizadora y el tendido de un acueducto de distribución y dos estaciones de bombeo. El caudal de diseño previsto para la obra es de 7.800 litros/hora. Debido a las deficiencias de calidad que presenta el agua del dique Pichanas para consumo humano (color, olor, pH e indicadores microbiológicos), ésta deberá ser tratada en la planta potabilizadora. El proyecto se encuentra a la fecha adjudicado a una empresa constructora por un monto de \$ 3.000.000.

### **Vertiente El Estanque**

Al noreste del dique Pichanas se encuentra una vertiente natural, denominada El Estanque, que posee un caudal permanente de aproximadamente 0,5 litros por segundo. De acuerdo a referencias de los pobladores, el flujo de agua no se interrumpe, aún en los años de sequías más prolongadas y es aprovechado para consumo humano por las familias adyacentes.

La zona posee buenas posibilidades de albergar un acuífero somero, que puede ser aprovechado mediante una obra de captación subsuperficial tipo dren horizontal para obtener agua por gravedad, ya que por su posición poseería dominio topográfico sobre el tanque elevado de reserva de la comunidad de Pichanas.

### **PROPUESTAS DE TRABAJO**

Completar la construcción de pozos excavados, con la colocación de anillos premoldeados de hormigón y dotándolos de brocal y tapa hermética, para el abastecimiento de agua destinada a usos agropecuarios

Analizar el agua de la Vertiente El Estanque, con el fin de determinar su aptitud para consumo humano. En caso positivo, realizar un estudio de factibilidad para la captación del acuífero libre mediante un dren horizontal y constatar la diferencia de nivel entre la Vertiente y el Tanque Elevado

Realizar un estudio de prefactibilidad para la perforación de un pozo destinado al aprovisionamiento de agua para consumo humano y agropecuario, en el sector sur de la localidad de Paso Viejo, donde existen referencias de perforaciones con calidad y rendimientos satisfactorios.

## CAÑADA LARGA

La Cañada Larga es un curso de agua esporádico que drena el faldeo oriental de la Sierra de Guasayan, en su extremo norte. Posee rumbo sur-norte y su cuenca alta escurre sobre rocas cristalinas de muy baja permeabilidad.

En la zona relevada el fondo de la cañada está cubierta por sedimentos modernos de alta permeabilidad, en los que se desarrolla un acuífero local aprovechado por las familias campesinas mediante pozos excavados. El nivel freático se encuentra entre 12 y 20 m bajo la superficie del terreno y varía de acuerdo a la época del año y a la magnitud de la recarga local.

El agua subterránea aprovechada se aloja en la base de los sedimentos modernos y en el techo de las rocas cristalinas, cuya fracturación le otorga una permeabilidad secundaria.

No se cuenta con análisis físico-químico, pero el agua es dulce y es consumida por los habitantes en forma regular.

Las rocas del basamento afloran en ambos márgenes de la quebrada, por lo que se estima que el espesor de los sedimentos modernos no es importante.

De acuerdo a referencias de los pobladores, a 5 km aguas arriba de las viviendas, existe una vertiente y un pozo excavado, que no se agotan aún en épocas de extrema sequedad.

El grupo de viviendas de Cañada Larga está situado a 6 km al este-sudeste de la localidad de Tuclame; posee red eléctrica domiciliaria y los costos de electricidad para el bombeo se estiman en \$ 70 por familia y por mes.

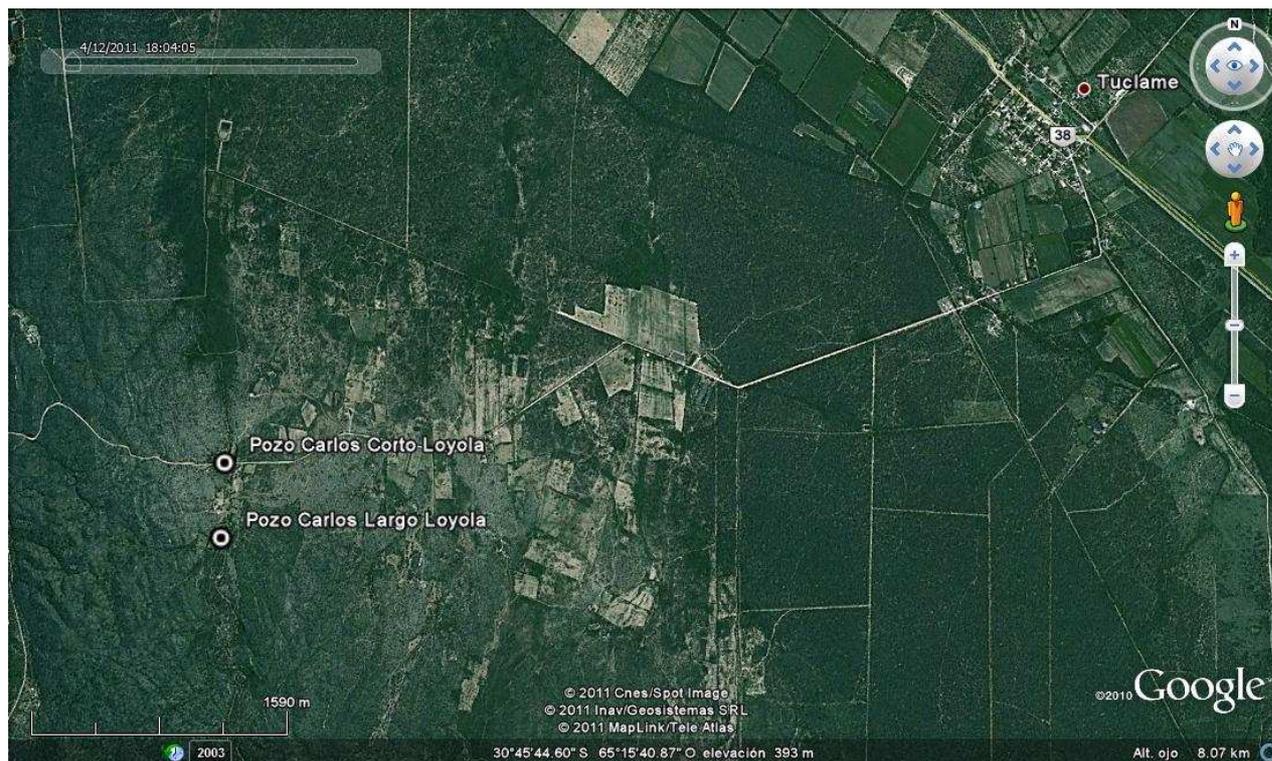
### Familia Loyola (“Corto” Loyola)

El pozo de la Familia Loyola (Carlos “Corto” Loyola) es un pozo excavado a mano, de 1,2 m de diámetro y 18 m de profundidad, calzado con ladrillo hasta los 5 m y dotado de brocal, sin tapa, situado a pocos metros de la Cañada Larga. Es aprovechado por 3 familias que comparten el recurso. Está equipado de una electrobomba sumergible de aproximadamente 1 HP monofásica, que llena los 3 tanques familiares de 500 litros en 2 horas. El nivel se encuentra a los 12 m de profundidad. El agua es utilizada además para el abrevado de animales. No se ha registrado agotamiento con el uso similar al actual en los últimos años. En años lluviosos el agua llega hasta el nivel de la superficie del terreno.

### Familia Loyola (“Largo” Loyola)

La Familia de Carlos “Largo” Loyola se abastece de un pozo excavado similar al anterior, pero con una profundidad mayor, ya que fue excavado hasta los 23 m. El nivel del agua es de 20 metros bajo la superficie y de acuerdo a las referencias de su propietario, está estrechamente vinculado al nivel de la represa situada a unos 20 m aguas arriba. En la época en que se llena la represa, el agua en el pozo comienza a ascender y se enturbia, lo que se considera indicativo de una recarga inducida del acuífero libre captado.

En años con escasas precipitaciones, el volumen de la represa no alcanza para satisfacer las necesidades de uso agropecuario, al mismo tiempo que el nivel del pozo disminuye notoriamente.



**Figura 5.:** Ubicación de Cañada Larga.



**Figura 6.:** Cañada Larga, pozo excavado de Carlos "Corto" Loyola

### **PROPUESTAS DE TRABAJO**

No realizar perforaciones para captar acuíferos profundos en la zona de Cañada Larga, debido al escaso espesor de sedimentos permeables.

Completar la construcción de los pozos excavados que captan el acuífero freático (único presente en la zona), mediante el revestimiento con anillos premoldeados de hormigón en su parte inferior, y tapas herméticas de metal u hormigón.

Mejorar la represa existente, ampliando su capacidad para abastecer las necesidades agropecuarias y favorecer la recarga del acuífero libre captado mediante el pozo excavado.

Construir una nueva represa, acompañada de un pozo excavado y calzado con hormigón, en una posición que permita el aprovechamiento de la recarga inducida al acuífero libre.

El agua captada en los pozos excavados de Cañada Larga debe ser tratada mediante cloración u otro método de desinfección, ya que por provenir de un acuífero libre, existe riesgo de contaminación microbiológica.

## AGUA DE RAMÓN

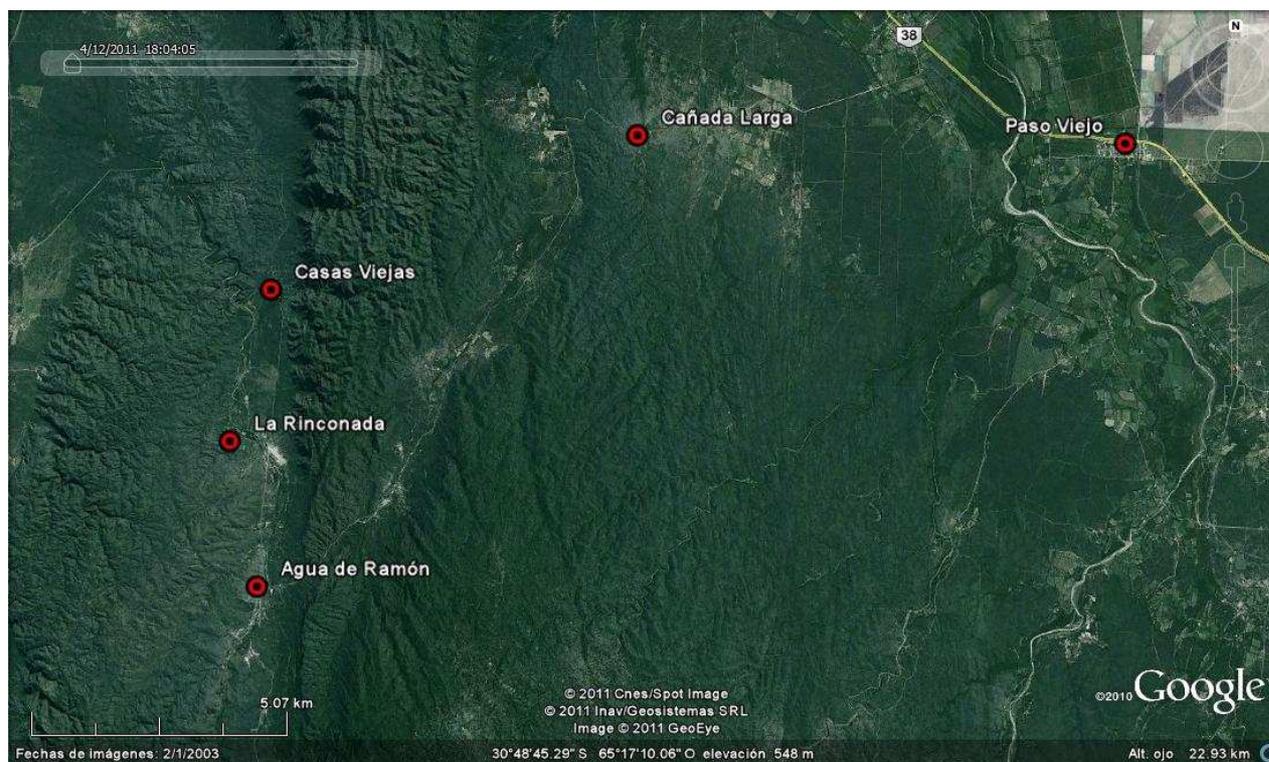
En el paraje La Rinconada, APENOC ha desarrollado un proyecto de captación del agua existente en las excavaciones mineras que se encuentran en la zona serrana. Estas excavaciones son laboreos verticales (piques) y horizontales (galerías), comunicadas entre sí, realizadas para aprovechar minerales de Wolframio. Durante la actividad minera, el drenaje interno de las minas debía ser extraído en forma continua mediante bombeo. Una vez interrumpida la minería y consecuentemente la extracción de agua, en la década de 1980, los laboreos mineros se inundaron y actualmente el nivel freático se encuentra a 17m bajo la superficie.

El agua es captada mediante una electrobomba centrífuga alimentada por un motogenerador, que la impulsa hasta un tanque elevado de 10.000 L, desde donde se distribuye a las diferentes familias de la zona, para usos agropecuarios.

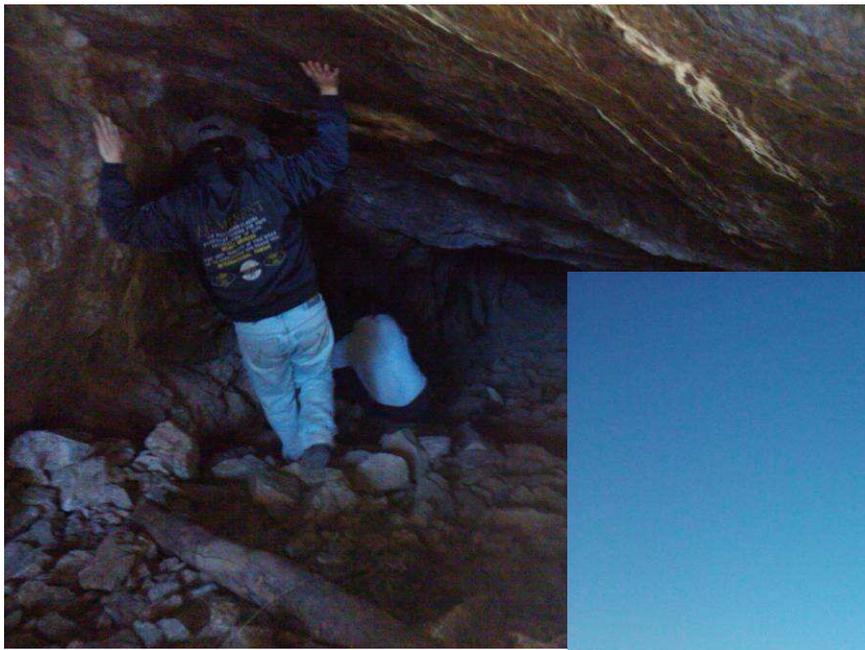
Para consumo humano, las familias de La Rinconada utilizan un pozo excavado en la margen del río Agua de Ramón, que aprovecha el acuífero libre que se desarrolla en el valle de este curso de agua. El nivel freático se ubica a los 4 m de profundidad y no se cuenta con análisis físico-químico.

El pozo posee un revestimiento de piedra sin calzar y un pequeño brocal de 0,5 m de altura y 0,4m de sección, pero carece de tapa hermética. Estas características constructivas permiten el ingreso de animales, especialmente murciélagos, que contaminan el agua destinada a consumo humano.

Si bien el agua es dulce y de sabor agradable, es probable que posea un contenido de flúor elevado, ya que se ha observado en los pobladores de la zona una coloración dental característica del exceso de este elemento en el agua de bebida.



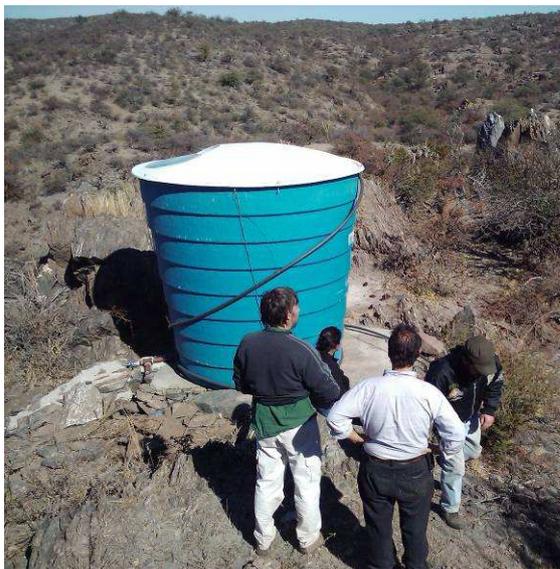
**Figura 7.:** Ubicación Agua de Ramón – La Rinconada – Casas Viejas



a)



b)



c)

**Figura 8.:** Sistema de provisión de agua realizado por APENOC para uso agropecuario de La Rinconada: a) Galería de ingreso inclinada a la Mina de Wolframio. B) Pique vertical donde está instalada la bomba. c) Tanque de almacenamiento.



**Figura 9.:** La Rinconada (Agua de Ramón), pozo excavado comunitario

### **PROPUESTAS DE TRABAJO**

Mejorar el pozo excavado comunitario de La Rinconada, mediante el revestimiento con anillos premoldeados de hormigón en su parte inferior y la construcción de un brocal dotado de tapa hermética de metal u hormigón.

El agua captada en el pozo excavado de La Rinconada debe ser tratada mediante cloración u otro método de desinfección, ya que por provenir de un acuífero libre, existe riesgo de contaminación microbiológica.

Realizar análisis físico-químico del agua del pozo excavado de La Rinconada, para conocer la concentración de flúor, además de los parámetros usuales.

## CASAS VIEJAS

En el paraje Casas Viejas, ubicado en la margen derecha del río Agua de Ramón, a 6 km al norte de la Escuela del mismo nombre (Figura 7); la Familia Romero aprovecha manantiales ubicados en una posición topográfica favorable, ya que se encuentran varios metros por encima del lecho del río.

Por su ubicación, se interpreta que estas surgencias naturales se originan en la recarga del acuífero libre generada por una quebrada importante proveniente del flanco occidental del valle del río Agua de Ramón. La cuenca de esta quebrada actuaría como superficie de recepción y regulación del agua de lluvia, cuya infiltración al pie de la sierra permitiría el almacenamiento en el pequeño abanico aluvial de Casas Viejas.

En este sentido, la regulación de las lluvias del verano y almacenamiento de agua que da lugar a los manantiales, se considera estrechamente vinculado a la conservación de la cobertura vegetal de la cuenca, que favorece la amortiguación del impacto de las gotas de lluvia, la generación de suelos forestales con gran capacidad de absorción e infiltración del agua de las precipitaciones.

El acuífero libre de Casas Viejas es aprovechado además mediante pozos excavados, que encuentran el nivel de agua a menos de 2 m de profundidad.

Se debe tener en cuenta que los manantiales son la expresión visible del acuífero libre, por lo que una extracción intensiva de agua a partir de los pozos excavados, probablemente disminuya el caudal de surgencia natural.



**Figura 10.:** Casas Viejas (Agua de Ramón), vertiente

**PROPUESTAS DE TRABAJO**

Completar la construcción de los pozos excavados de Casas Viejas, mediante el revestimiento con anillos premoldeados de hormigón en su parte inferior y la construcción de un brocal dotado de tapa hermética de metal u hormigón.

El agua captada en los pozos excavados de Casas Viejas debe ser tratada mediante cloración u otro método de desinfección, ya que por provenir de un acuífero libre, existe riesgo de contaminación microbiológica.

Realizar análisis físico-químico del agua de los pozos excavados de Casas Viejas, para conocer la concentración de flúor, además de los parámetros usuales.

### **5.3.2. ZONA DE LLANURA**

#### **PASO VIEJO**

La localidad de Paso Viejo se abastece de agua a partir de una perforación particular (Sr. Crespo), ubicada en el sector sudeste de la zona urbana. El pozo tendría una profundidad de 70 m y el caudal extraído se almacena en el tanque elevado de aproximadamente 20 m<sup>3</sup> situado en el predio de la estación de ferrocarril. Este reservorio se llenaría, de acuerdo a la información suministrada por los pobladores, en el término de 2 horas.

El pozo que abastecía la población hasta el año 2010, está situado junto al tanque elevado y salió de servicio en el citado año por desperfectos técnicos, por lo que debió ser reemplazado por el pozo del Sr. Crespo, en virtud de un acuerdo realizado por la DIPAS, a cambio de una ampliación de la concesión de riego a favor del propietario.

El sistema de distribución es administrado por la Delegación Municipal local. La red de cañerías carece de un diseño planificado, ya que el tendido ha sido realizado en función del crecimiento demográfico, por lo que presenta deficiencias en la distribución de presiones y caudales a los usuarios.

Existe actualmente un proyecto para abastecer de agua a Paso Viejo y parajes aledaños mediante una extensión del acueducto de la obra de toma en el azud nivelador del dique Pichanas. Debido a las deficiencias de calidad que presenta el agua del dique Pichanas para consumo humano (color, olor, pH e indicadores microbiológicos), ésta deberá ser tratada en la planta potabilizadora.

Por el contrario, el agua proveniente de perforaciones posee características físico-químicas y organolépticas adecuadas para su utilización en el aprovisionamiento a la población. El costo de una perforación en la zona, para obtener el caudal requerido en la actualidad, es de aproximadamente \$ 100.000.

Las obras necesarias para el sistema de captación, tratamiento y distribución a partir del dique Pichanas requieren inversiones significativamente mayores que la perforación de pozos de productividad equivalente; asimismo, la calidad del agua superficial es menor que la proveniente de los acuíferos presentes en la zona de Paso Viejo. Por estas razones se recomienda la utilización de acuíferos como fuente de abastecimiento para la localidad de Paso Viejo y parajes aledaños.

#### **PROPUESTAS DE TRABAJO**

Realizar un estudio de prefactibilidad para la perforación de un nuevo pozo comunitario en el predio de la estación de Ferrocarril de Paso Viejo, ya que se considera que los acuíferos profundos son la fuente de provisión más adecuada para la localidad y parajes cercanos.

## IGLESIA VIEJA - LAS ABRAS

La escasez de agua superficial para riego en esta zona ha llevado a algunos productores a perforar pozos profundos para la captación de acuíferos. Las perforaciones realizadas en la zona alumbrarían agua subterránea de buena calidad (no se cuenta con análisis físico-químicos) pero en algunas de las mismas se habría alcanzado el basamento de rocas cristalinas a menos de 40 m bajo la superficie.

Las perforaciones de la zona de Iglesia Vieja – Las Abras han sido relevada por Rubén Santillán (2009), de cuyo informe, así como de las referencias verbales del Sr. Ismael Sánchez se ha obtenido la siguiente información:

### PERFORACIONES PÚBLICAS

#### 1. Perforación Los Pastos Colorados

La perforación de Los Pastos Colorados fue realizada hace más de 60 años y tendría una profundidad de 75 m. Actualmente, la perforación se encuentra encerrada por los dueños de los campos colindantes, en este caso, Elsa Cadamuro. Los anteriores dueños de los campos colindantes, deshabilitaron el molino de extracción del agua, y desde entonces, la perforación no está funcionando. Sin embargo, los actuales dueños de los campos colindantes, han podido sacar agua de la perforación con una motobomba.

#### 2. Perforación Las Abras

La perforación de 90 m de profundidad de Las Abras fue realizada por las autoridades provinciales para abastecer todo el paraje de Las Abras. Los tubos del encamisado de la perforación están hundidos y doblados, con la cual cosa se hace imposible su extracción para aprovechar la perforación. El motor está habilitado, en el lugar, y durante su funcionamiento, extraía unos 30.000 litros por hora. En la actualidad un vecino está extrayendo agua con una bomba eléctrica y unos caños de 1-1/4".

En la actualidad, se está en gestiones ante la DIPAS para la realización de una nueva perforación en la escuela de Las Abras, que sustituya a la anterior.

#### 3. Perforación Las Pirguas

En el barrio Las Pirguas, existe otra perforación de 70 m de profundidad realizada por las autoridades provinciales. La represa está en el campo de un vecino, pero en este caso tiene claro que la perforación es pública y para todos los vecinos. De cualquier manera, la perforación no está funcionando porque hace unos 25 años se llevaron el motor. Los caños del encamisado se encuentran en buen estado, aunque a mitad de camino, hay algunas piedras que obstruyen el caño hasta el agua.

#### 4. Perforación Iglesia Vieja

Era la única perforación que estaba funcionando hasta hace muy poco. Tendría una profundidad de 75 m y durante 8 meses estuvo rota la perforación, por lo que las familias de la zona tomaban agua de la represas. Como la escuela de Alcira Gigena se movilizó para hacer una perforación en la Iglesia, los gobiernos de Tuclame y Serrezuela, se unieron para arreglar esta perforación, que se ubica a unos 400 mtrs de la Iglesia. Hubo muchas gestiones durante estos meses para que se arregle la perforación, sin ningún resultado. Hoy hay dos perforaciones funcionando, una muy cerca de la otra, pero no hay una red domicilia de agua.

#### 5. Perforación en campo de Tapia

Es una perforación pública que fue 'privatizada' hace tan solo 5 años por un vecino, José Jesús Tapia, que la destina a su uso privado. Dicha perforación fue realizada por la DIPAS

#### 6. Perforación de La Brea

La perforación de la Brea tiene 40 m de profundidad fue realizada por las autoridades de la provincia. Hace 7 años que no trabaja, a pesar de ser la que tiene un equipamiento más completo. En un principio trabajaba con un molino, aunque hace diez años se puso una electrobomba. Hace 12 años se

llevaron la electrobomba a un depósito de Tuclame y según dicen los responsables, ya está para instalar de vuelta. Al molino también le extrajeron la máquina, con la cual cosa está deshabilitado.

#### PERFORACIONES PRIVADAS

##### 1. Perforación Viuda Mercado

En la actualidad se encuentra tapada, aunque se extrajo agua de ella durante un tiempo. Situado en el campo de la Viuda Mercado.

##### 2. Perforación Estancia Las Abras

Esta perforación situada en la Estancia Las Abras, fue realizada por Anglada en los años 80'. En la actualidad, está dotada con un motor de 160 HP, que extrae agua para riego y consumo de la cabaña vacuna.

##### 3. Perforación del las Higueras

Situada en el campo de Las Higueras, esta perforación abastece un sistema de riego por goteo.

##### 4. Perforación de Echart

No se dispone de información sobre esa perforación.

#### **PROPUESTAS DE TRABAJO**

Sistematizar toda la información existente sobre perforaciones, con el fin de avanzar en la cartografía de los acuíferos presentes. Esto contribuirá a disminuir el riesgo de fracaso en la perforación de nuevos pozos.

Realizar un estudio de prefactibilidad para la perforación de un pozo, que incluya prospección geoelectrica para estimar el espesor de los acuíferos.

## COMUNIDAD SUR

La zona identificada como Zona Sur o Comunidad Sur está ubicada al pie del flanco occidental de la sierra de Guasapampa. Se visitó a la Familia Maldonado, donde se encuentran varias obras realizadas en el marco del trabajo de APENOC para mejorar el acceso al agua.

La Familia Maldonado cuenta con un pozo excavado de 40 m de profundidad, calzado con ladrillo y un diámetro aproximado de 1m. El nivel freático se encuentra a 39 m bajo la superficie y la extracción se realiza con un molino de viento, que bombea el agua a dos cisternas calzadas con ladrillo. Esta agua se utiliza para fines agropecuarios, ya que para bebida se recoge agua del techo de la vivienda, construido con base de caña y cobertura de film de polietileno, barrocamiento y membrana de asfalto/aluminio. El agua de lluvia se almacena en un aljibe subterráneo de aprox. 6 m<sup>3</sup>, que presenta fisuras e ingreso de raíces; está dotado de brocal, pero carece de tapa hermética, por lo que se registra el ingreso de material arrastrado por el viento. El agua debe ser extraída mediante un balde sujeto por una cuerda.



**Figura 11.:** Pozo excavado, molino y estanque. Al fondo, la Sierra de Guasapampa.

### **PROPUESTAS DE TRABAJO**

Para mejorar el abastecimiento de agua para consumo humano, se recomienda ampliar la capacidad de almacenamiento de agua de lluvia, mediante la construcción de una cisterna con tapa hermética y grifo de extracción y un volumen de 8 m<sup>3</sup> como mínimo, ubicada a 0,4 m por encima de la superficie del terreno y bajo techo.

La posición superficial de la cisterna se aconseja para evitar el ingreso de raíces y las rajaduras que generan pérdidas difíciles de controlar. Por otra parte la posición ligeramente elevada permite la extracción higiénica del agua mediante un grifo, que evita la introducción de recipientes y otros cuerpos que puedan contaminar el agua almacenada. La cobertura de cisterna mediante un techo de características aislantes está destinada a mitigar el incremento de la temperatura del agua en épocas calurosas.

Por otra parte, la limpieza de este tipo de cisternas es sencilla y puede realizarse con frecuencia, lo que mejora la calidad del agua almacenada.

### 5.3.3. ZONA DE SALINAS

#### DURAZNAL

El Duraznal es un paraje ubicado en el límite entre la zona de llanura y la zona de salinas. Los productores campesinos y la escuela del lugar utilizan un pozo excavado comunitario. El pozo tiene una profundidad de 16 m y el nivel freático a 14 m bajo la superficie; está calzado hasta los 5 m de profundidad con ladrillo, posee un brocal de 0,5 m y carece de tapa. El agua es extraída con un molino de viento hasta un tanque elevado, desde donde se distribuye a las 5 familias vecinas, a la escuela y abastece unas 1000 cabezas de ganado. De acuerdo a los informantes locales, nunca se ha agotado y brinda agua de buena calidad físico-química. El análisis realizado a una muestra (Santillán, 2010), indica que la concentración de sales es relativamente baja y el agua es apta para consumo humano.

En una propiedad particular (Finca Las Chilcas) se relevaron dos pozos excavados y calzados, donde se comprobó la diferencia de salinidad del agua del acuífero freático. El pozo situado en el casco de la finca tiene una profundidad de 18 m y el nivel freático a 12 m. Abastece de agua a 400 cabezas de ganado, pero posee una salinidad que no permite su utilización para consumo humano. Por el contrario, el pozo excavado a 3.000m al oeste del anterior, en las adyacencias de un cuerpo de agua conocido como "El Diquecito", posee una salinidad mucho menor y es usada por los pobladores como agua de bebida. El nivel freático se encuentra a 8 m bajo la superficie.

La Familia Díaz se abastece de agua para consumo humano a través de la cosecha de agua a partir de los techos de las viviendas. Posee una represa para coleccionar agua de escurrimiento esporádico destinada al agua de uso pecuario y un pozo excavado para el mismo uso. El pozo excavado tiene una profundidad de 11 m y el análisis físico-químico realizado por Rubén Santillán en el año 2010 indica que el contenido en Arsénico supera el máximo tolerable, ya que posee una concentración de 0,25 mg/L. Además presenta excesos en sulfatos, sabor amargo y efectos laxantes. El agua es extraída con un molino de viento y utilizada para el abrevado del ganado, cuando se agota la represa al final de la temporada de sequía.

La Familia de "Chuna" Romero utiliza para beber el agua extraída de una perforación profunda encamisada con cañería de acero de 6" y que tendría una profundidad de 140 m. Esta perforación fue realizada en el año 2003 en terrenos de los cuales la Familia Romero fue expulsada tras un proceso judicial (actualmente la propiedad se conoce como "Finca Tottis").

#### **PROPUESTAS DE TRABAJO**

Para mejorar el abastecimiento de agua para consumo humano, se recomienda ampliar la capacidad de almacenamiento de agua de lluvia, mediante la construcción de cisternas con tapa hermética y grifo de extracción y un volumen de 8 m<sup>3</sup> como mínimo, ubicadas a 0,4 m por encima de la superficie del terreno y bajo techo, por las consideraciones expuestas en el punto anterior.

Completar la construcción de los pozos excavados que captan el acuífero freático, mediante el revestimiento con anillos premoldeados de hormigón en su parte inferior, y tapas herméticas de metal u hormigón.

Mejorar las represas existentes, ampliando su capacidad para abastecer las necesidades agropecuarias y favorecer la recarga del acuífero libre captado mediante los pozos excavados.

Construir nuevas represas, acompañadas de un pozo excavado y calzado con hormigón, en una posición que permita el aprovechamiento de la recarga inducida al acuífero libre.

Realizar un estudio de prefactibilidad para evaluar la conveniencia de perforar un pozo exploratorio profundo. En dicho estudio deberán obtenerse muestras de agua de las perforaciones existentes y realizarse una prospección geoelectrónica, para investigar la conformación del subsuelo. Dado que existen acuíferos profundos surgentes de elevada salinidad, como queda evidenciado en El Quicho, el pozo no deberá alcanzar estas capas, por lo que deben tomar las debidas precauciones durante las tareas de perforación.

## SAN ROQUE

La zona de San Roque se encuentra en las cercanías de la costa sur de las Salinas Grandes (Figura 12).

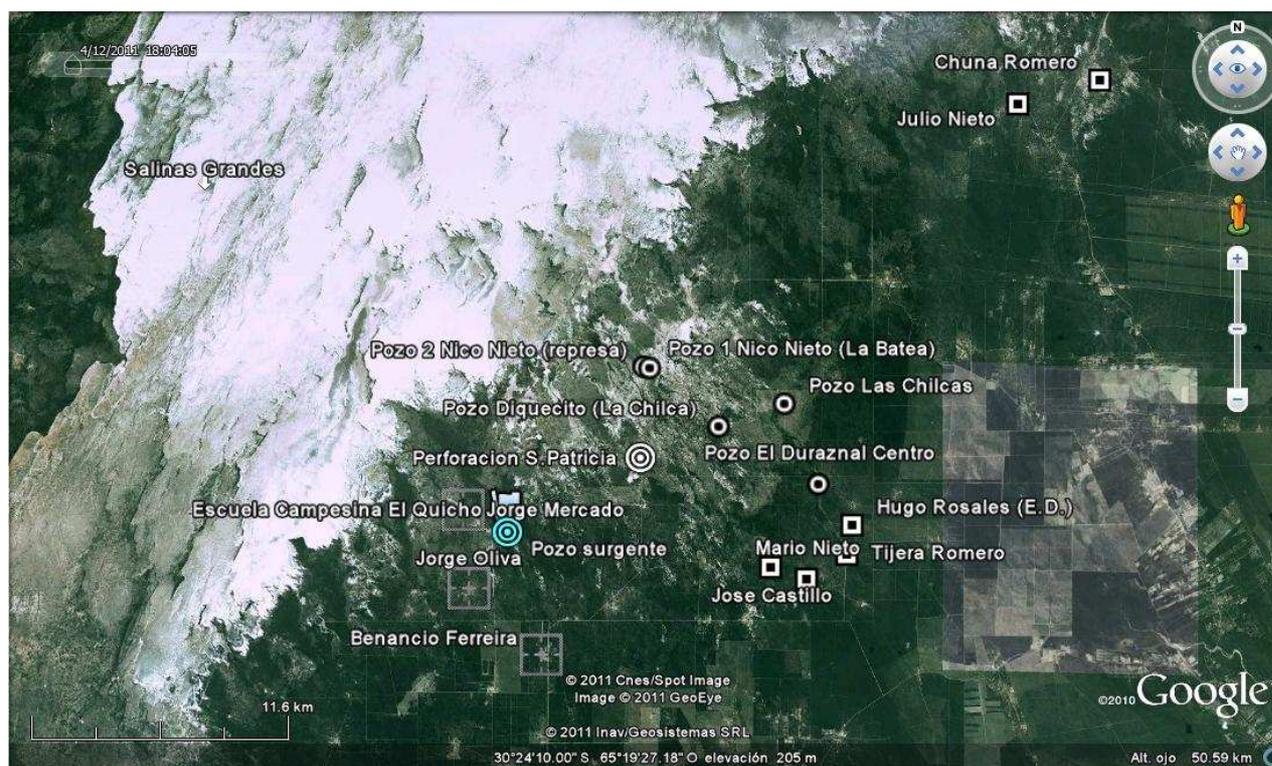
Debido a la escasez de recursos hídricos, se utilizan diversas fuentes de provisión de agua, en función de la disponibilidad, calidad y costo para los diferentes usos.

Como fuente de aprovisionamiento de agua para consumo humano se utiliza principalmente el agua de lluvia captada de los techos de las viviendas.

Para usos pecuarios, el agua del escurrimiento superficial esporádico que se produce durante las lluvias es almacenada en represas.

El acuífero libre en esta región posee un elevado contenido de sales, por lo cual el agua captada mediante pozos excavados es utilizada únicamente para el abrevado del ganado cuando se agotan las reservas acumuladas en las represas. De acuerdo a los análisis físico-químicos realizados a muestras de agua de pozos de la zona (Santillán, 2010), el contenido de Arsénico en el agua supera el máximo tolerable en algunos casos, en los que también el exceso de sales impide la utilización del agua para consumo humano.

De los 7 pozos relevados por Rubén Santillán, 5 poseen un contenido en sales que supera ampliamente la concentración máxima para uso pecuario y únicamente dos brindan agua apta para el ganado: el de la Familia Ferreira y el de la Familia Oliva.



**Figura 12.:** Ubicación de pozos en la zona de Salinas Grandes

En Puesto El Rosario, la Familia de Benancio Ferreira posee un pozo excavado de 23 m de profundidad, en el que el contenido de Arsénico alcanza 0,5 mg/L, mientras que la concentración de sulfatos es de 532

mg/L. Este último componente le otorga características laxantes y sabor amargo al agua, por lo que puede ser utilizada para uso pecuario en casos de necesidad.

La Familia de Jorge Oliva posee un pozo excavado de 11 m de profundidad, situado en el borde de una represa, en el que el agua posee una concentración de Arsénico de 0,02 mg/L y de sulfatos de 1.160 mg/L.

En los dos pozos citados, se considera que el menor contenido de sales del agua extraída puede deberse a la recarga local de agua de lluvia, inducida por las represas adyacentes, que hace disminuir la elevada salinidad del acuífero libre regional.

En la Escuela de El Quicho existe un pozo perforado del que surge agua con una temperatura aproximada de 40 °C en forma continua. La perforación tendría una profundidad de 200 m y el caudal surgente supera los 40.000 L/h, por lo que se interpreta que habría alcanzado un acuífero confinado. No se cuenta con análisis físico-químicos, pero el agua es de elevada salinidad, inapta para consumo humano pero aceptada por los animales en caso de carecer de otra fuente de provisión.



**Figura 13.:** Perforación surgente en El Quicho

## **LA BATEA**

El paraje La Batea se encuentra en la costa sur de las Salinas Grandes y está caracterizada por suelos salinos de baja aptitud agrícola y vegetación adaptada a condiciones de aridez.

La Familia Nieto posee dos pozos excavados que aprovechan el acuífero libre: uno ubicado en un potrero de 4 hectáreas, dotado de una electrobomba sumergible y destinado al riego de pasturas y otro situado junto a una represa, para uso domiciliario, accionado con motobomba.

El pozo destinado a riego de pasturas posee una profundidad de 8,5 m y nivel freático a 6,7 m y fue excavado a mano por el Sr. Nicolás Nieto y calzado con hormigón a medida que se iba profundizando; está completado con un brocal de ladrillo de 1,2 m de diámetro. No se cuenta con análisis físico-químico, pero el agua obtenida es salobre.

El pozo situado junto a la represa, cuyo nivel freático está situado a 6 m de profundidad, brinda agua de menor salinidad, ya que la represa favorece la recarga del acuífero libre y diluye la salinidad natural que posee la freática en este paraje cercano a las salinas.

En la Finca Santa Patricia se visitó una perforación, que de acuerdo a referencias de los pobladores, tendría 130 m de profundidad y producía agua dulce. Actualmente se encuentra inactiva, pero está equipada con una bomba de eje vertical, accionada con un motor a explosión externo. El caño de salida es de 6", que conduce el agua a un tanque australiano de 25 m de diámetro y 1,5 m de altura. Según los vecinos, en la misma finca de 1.600 hectáreas han sido perforados un total de 8 pozos con características similares al visitado, todos inactivos, pero que permitían regar cultivos en la década de 1980.

## **PROPUESTAS DE TRABAJO**

Para mejorar el abastecimiento de agua para consumo humano, se recomienda ampliar la capacidad de almacenamiento de agua de lluvia, mediante la construcción de cisternas con tapa hermética y grifo de extracción y un volumen de 8 m<sup>3</sup> como mínimo, ubicadas a 0,4 m por encima de la superficie del terreno y bajo techo, por las consideraciones expuestas en el punto anterior.

Completar la construcción de los pozos excavados que captan el acuífero freático, mediante el revestimiento con anillos premoldeados de hormigón en su parte inferior, y tapas herméticas de metal u hormigón.

Mejorar las represas existentes, ampliando su capacidad para abastecer las necesidades agropecuarias y favorecer la recarga del acuífero libre captado mediante los pozos excavados.

Construir nuevas represas, acompañadas de un pozo excavado y calzado con hormigón, en una posición que permita el aprovechamiento de la recarga inducida al acuífero libre.

El agua captada en los pozos excavados en la zona de San Roque, en caso de ser utilizada para consumo humano, debe ser tratada mediante cloración u otro método de desinfección, ya que por provenir de un acuífero libre, existe riesgo de contaminación microbiológica.

Una alternativa de baja inversión podría contemplar la instalación de una electrobomba centrífuga de superficie, alimentada con un panel solar existente en la Escuela, para impulsar el agua surgente de la perforación de El Quicho a los parajes donde se la requiera para uso pecuario.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BAZAN NICKISCH, M. (2011). Sistemas que utilizan agua de lluvia en ambientes rurales. XXIII Congreso Nacional del Agua. Resistencia, Argentina.

BIANCHI, A.R. y CRAVERO, A.S.C. (2010). Atlas climático de la República Argentina. Ed. INTA. Buenos Aires.

CUSTODIO E. y LAMAS, M.R. (1996). Hidrología Subterránea. Tomos I y II. Segunda Edición Corregida. Editorial Omega S.A. Barcelona.

DIPAS (2011). Legajos de Perforaciones.

GORDILLO, C. y LENCINAS, A. (1979) Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, en Turner J.C.M. (Ed.) Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Argentina.

SANTILLÁN, R. (2009). Situación actual de las perforaciones públicas en la zona de Iglesia Vieja y Las Abras. Informe interno APENOC.

SANTILLÁN, R. (2010). Acceso de aguas de calidad para comunidades rurales del NO de Córdoba". Informe Final de Beca Secretaría de Extensión Universitaria. Escuela de Trabajo Social, Universidad Nacional de Córdoba.