

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA DE SUELOS Y AGUAS
CATEDRA DE GEOLOGIA

NUEVAS PERSPECTIVAS DE AGUA SUBTERRANEA EN EL CENTRO-ESTE DE CANELONES



—
—
—

OCTUBRE 1995

URUGUAY

NUEVAS PERSPECTIVAS DE AGUA SUBTERRANEA EN EL CENTRO - ESTE DE CANELONES

(Progreso, Canelones, San Ramón, Bolívar, Migués, San Jacinto)

INTRODUCCION

La Facultad de Agronomía ha sido el motor que impulsó la investigación científica del agua subterránea en el Uruguay cuando en 1964 realizó la « PRIMERA SEMANA HIDROGEOLOGICA DEL URUGUAY » invitando a idóneos, profesionales y especialistas de todo el país y al Lic. A. HAUSMAN de la CORSAN de Porto Alegre, RGS, Brasil.

Desde ese momento se impulsaron las investigaciones orientando los trabajos geológicos hacia reconocer el comportamiento profundo de las diferentes rocas a partir de cuidadosos relevamientos superficiales que se concretaban en Cartas Geológicas a escala 1 : 100.000.-.

Desde 1988 hasta la fecha, cuando se comenzó a vislumbrar el funcionamiento del MERCOSUR, la Cátedra de Geología decidió dar nuevo impulso al tema. Se trabajó en convenio con otros investigadores (Programa Erhsu*) y se recibieron estudiantes de Licenciatura de Geología para monografías de perfeccionamiento. En esta línea de acción se priorizaron algunas áreas en las que podría ser más urgente la necesidad de contar con recursos hídricos subterráneos.

Dentro de las áreas de posible necesidad a corto plazo se encuentran las zonas dedicadas a las explotaciones intensivas de frutas y hortalizas, o zonas lecheras en predios donde deba recurrirse imperiosamente al agua subterránea para satisfacer las demandas de uso : humano, industrial o riego.

Varios fueron los avances logrados en este período, algunos de los cuales se destinaron a enseñanza y otros tuvieron repercusión en planificación y ordenamiento territorial, así como resolución de problemas concretos:

- Introducción a la Hidrogeología ; Cuaderno de Fac. de Agronomía Taller II H. Morales (1991).
- Hidrogeología del Dpto. de San José ; Publicación de Fac. de Agronomía , H. Morales , J. Montaña** (en Prensa)
- Geología e Hidrogeología del Area Metropolitana de Montevideo. Convenio entre el Ministerio de Viviendas Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente y Fac de Ciencias , J.Montaña, H.Morales, A.Perez, M. Apprato (1995)
- Recursos Hidrogeológicos del Cento Regional Sur, Cátedra de Geología (1994)
- Informe Hidrogeológico, Campo, Experimental N° 1 Facultad de Veterinaria H. Morales F. Gancio (1995)

* Programa para estudiar los recursos hídricos subterráneos del Uruguay.

** Prof adjunto de Hidrogeología en Fac. de Ciencias.

METODOLOGIA

Los trabajos realizados para las estaciones experimentales de Facultad de Agronomía (C.R.S.) y de Veterinaria (Campo Experimental Nº 1, Migues) permitieron demostrar que la metodología desarrollada por la Cátedra de Geología es operacional para las condiciones uruguayas.

En los hechos, la metodología usada no es más que partir siempre de un conocimiento geológico muy detallado del área a estudiar cumpliendo sin saltarse ninguna de las siguientes etapas:

1) Revisar todos los datos existentes en la zona que generalmente son insuficientes tanto en cantidad como en calidad.

2) Realizar un estudio fotogeológico de máxima precisión a escala 1: 20.000 y 1: 40.000 para determinar la distribución superficial de las diferentes unidades, las grandes zonas de fractura (fallas) y una hipótesis sobre la distribución profunda de cada tipo de rocas.

3) Ubicación y recopilación de información de cada uno de los pozos existentes en los alrededores del área.

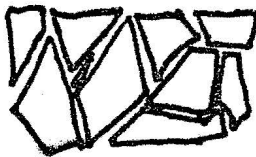
4) Trabajo de terreno para confección de la Carta Geológica definitiva e inferir el comportamiento en profundidad a partir de los datos superficiales. Esto es esencialmente el objetivo específico del conocimiento geológico ya que la Geología es la única ciencia que permite prever las estructuras y rocas que existen en profundidad a partir de los datos superficiales.

5) Los pasos anteriores permiten definir el comportamiento regional de las aguas subterráneas, ya que posibilitan caracterizar el sistema acuífero dominante y su geometría en profundidad.

En síntesis, los sistemas acuíferos son de 3 tipos



a) sistema poroso : desarrollado exclusivamente sobre sedimentos y rocas sedimentarias permeables (arenas, gravillas y gravas con escaso cemento)



b) sistema fisurado : desarrollado en rocas genéticamente impermeables (rocas ígneas, rocas metamórficas, limos arcillas y sedimentos cementados) que adquieren permeabilidad por fracturación.



c) sistema calcáreo en estas rocas se generan cavernas subterráneas por disolución (Karst)

RECURSOS HIDROGEOLOGICOS DEL AREA DE INFLUENCIA DEL CENTRO REGIONAL SUR DE FACULTAD DE AGRONOMIA.

(Joanicó , Dpto. de Canelones)

Una de las primeras preocupaciones de la Facultad de Agronomía para concretar la instalación del Centro Regional Sur (en adelante CRS) fue dotar al predio de agua potable en cantidad suficiente como para alimentar las necesidades de un tambó experimental y el consumo humano. Se estableció que la demanda potencial sería satisfecha si se disponía de un caudal del orden de los 3.000 a 5.000 litros hora durante 12 horas por día.

Las alternativas viables para satisfacer esta demanda en una zona rural, son fundamentalmente dos:

- * Instalación de una planta de tratamiento de aguas superficiales
- * Realización de perforaciones semisurgentes.

El uso de aguas superficiales estaba favorecido por la existencia de tajamares con reservas importantes. Sin embargo el tratamiento necesario para potabilizar aguas superficiales con demandas como las expresada líneas arriba, implica inversiones elevadas, control químico del proceso de purificación y gastos permanentes para el mantenimiento de la planta e instalaciones auxiliares.

La realización de una perforación con las características requeridas para la zona, es de menor costo inicial y no exige gastos permanentes de mantenimiento. Consiste en la solución ideal desde el punto de vista económico, pero tiene riesgos de hallazgo, los cuales pueden ser minimizados si se realizan adecuados estudios geológicos previos a su ejecución.

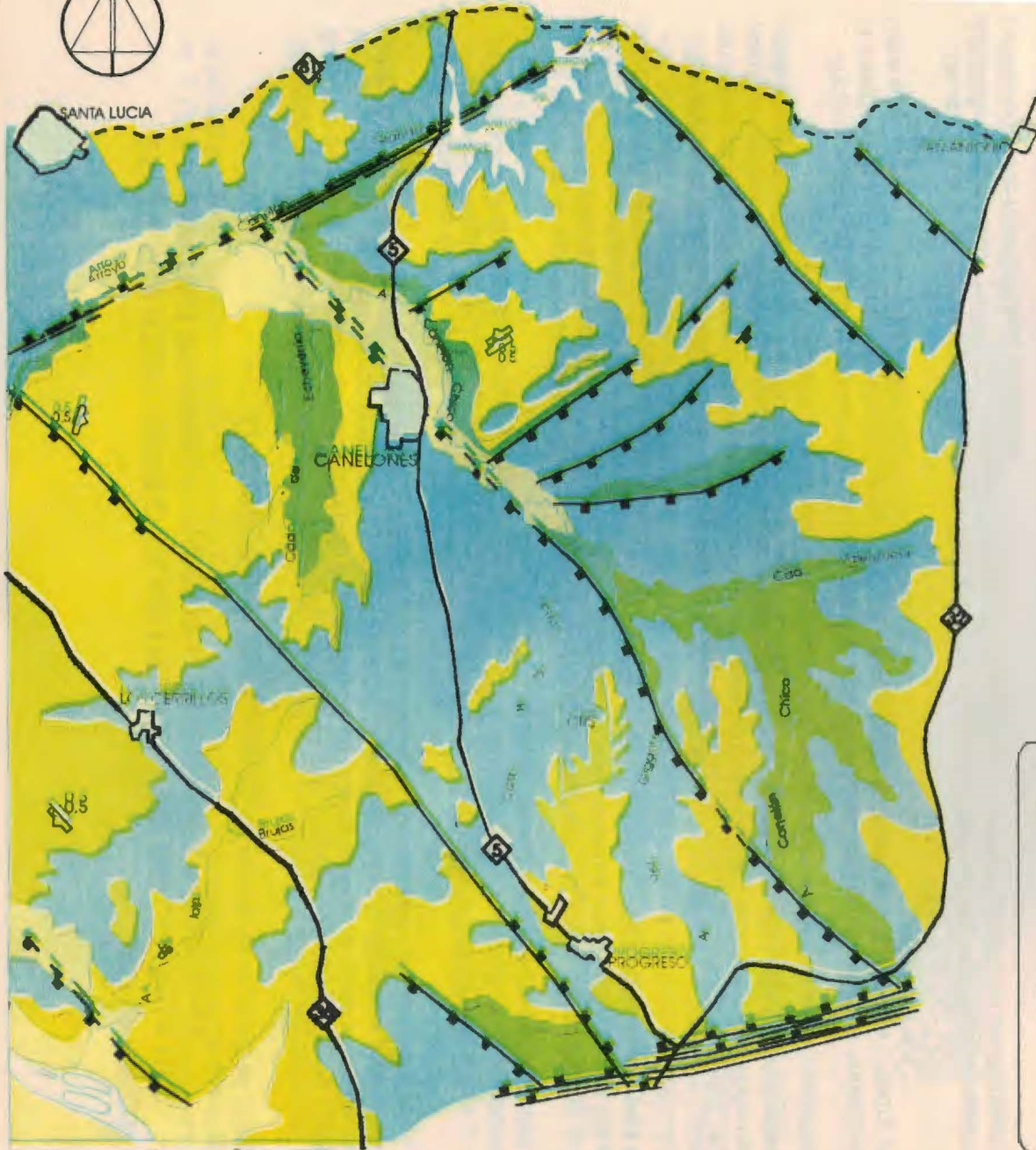
Por lo expuesto, se llegó a la conclusión de que el mecanismo más idóneo para resolver el problema, era encarar el estudio de las posibilidades de abastecimiento con agua subterránea. Para ello se encargó a la Cátedra de Geología los estudios necesarios para resolver esta situación.

De esta manera, el problema planteado por el CRS referente a las posibilidades de obtener caudales capaces de satisfacer la demanda (3.000 a 5.000 litros por hora) fue tratado en base a la metodología general anteriormente expuesta, que fue rigurosamente respetada.








De acuerdo con ello, se elevó el informe hidrogeológico correspondiente indicando:

1- características geológicas de la zona expuestas en la figura N° 1 ; allí se señala el área ocupada por cada una de las unidades geológicas reconocidas en el país; yendo de las unidades más jóvenes a las más antiguas se ha encontrado la siguiente sucesión:

- * Aluviones ; depósitos arcillo-arenosos asociados a los actuales curso de agua de la zona.
- * formación Libertad ; rocas limosas masivas friables de color pardo con abundantes nódulos calcáreos.
- * formación Raigón; constituída por arcillas verdosas en la base y limos macizos tenaces en la cima, a diferencia de lo que ocurre en el Dpto.de San José, está unidad aquí no contiene espesos niveles de arenas gruesas y por lo tanto no se comporta como acuífero.
- * formación Fray Bentos; limos y areniscas finas fuertemente consolidadas de color pardo, anaranjado, más o menos calcáreas.
- * formación Asencio; areniscas finas a medias, con escaso cemento arcilloso en la base y fuertemente ferrificadas en la cima.
- * formación Mercedes; areniscas gruesas y conglomerados medianamente compactados.



REFERENCIAS

-  Aluviones
-  Fm. Libertad
-  Fm. Ralgón
-  Fm. Fray Bentos
-  Fm. Asencio
-  Fallas
-  Rumbo y buzamiento

PROYECTO USO DEL AGUA CON FINES AGROPECUARIOS

Proyecto CRS (Joanicó)

Carta Geológica

Autores: Jorge Bossi y Juan Montaña.

Sistema de Información Geográfica: Néstor Campal
Alejandro Schipilov



FACULTAD DE AGRONOMIA
CÁTEDRA DE GEOLOGÍA

Octubre de 1994





SANTA LUCIA







PROYECTO USO DEL AGUA CON FINES AGROPECUARIOS

Proyecto CRS (Joanicó) Carta Geológica

Autores: Jorge Bossi y Juan Montaña.

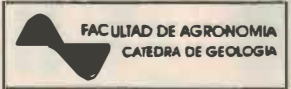
Sistema de Información Geográfica: Néstor Campal
Alejandro Schipilov

REFERENCIAS

-  Aluviones
-  Fm. Libertad
-  Fm. Raigón
-  Fm. Fray Bentos
-  Fm. Asencio
-  Fallas
-  Rumbo y buzamiento



ESCALA GRAFICA



Octubre de 1994

2.- existencia a distintas profundidades de una estructura acuífera porosa dentro del bloque estructural donde se ubica el predio del CRS. Dicha estructura en esta zona se encuentra entre los 60 y 80 metros por debajo de la superficie del terreno.

3.- ese acuífero poroso, se identifica genéricamente dentro de las unidades sedimentarias del Uruguay, como perteneciente a las areniscas cretácicas superiores (formaciones Asencio y Mercedes), es recargado, o descarga en cursos de agua de carácter permanente: Cañada Echeverría y Arroyo Canelon Grande de acuerdo con la época del año que se considere. En la figura N° 2 se muestra la distribución superficial de estas areniscas, que conforman los únicos materiales permeables de la zona.; por lo que en estas cuencas no deberán arrojarse aguas ni materiales contaminantes de ningún tipo para no perjudicar la calidad del acuífero.

4.- se recomendó la realización de un pozo semisurgente de hasta 85 metros de profundidad esperando captar agua entre los 70 y los 80 metros debajo del nivel del suelo; se estimó un caudal del orden de los 3.000 litros por hora en función de los antecedentes de la región con geología similar a la descripta. 5.- el paso siguiente fue la ejecución de la perforación recomendada habiéndose controlado diariamente el avance y los materiales extraídos, que fueron descriptos con detalle. El perfil geológico atravesado fue el siguiente:

0 m - 1 m	Suelo
1 m - 12 m	limos y arcillas verdosas (fm. Raigón)
12 m - 64 m	limos tenaces de color pardo anaranjado (fm. Fray Bentos)
64 m - 70 m	limos arenosos de color pardo anaranjado (fm. Fray Bentos)
70 m - 75 m	areniscas finas de color rosado (m. Asencio)
75 m - 85 m	areniscas medias y gruesas con restos silicificados, de color pardo rosado (fm. Mercedes) identificado como el nivel acuífero.
85 m - 87 m	arcillas rojas plásticas (fm. Migues) considerada como la base del acuífero en esta zona.

El pozo fue totalmente entubado con cañería de PVC de 6 pulgadas y se colocaron filtros a dos niveles, entre los 69 y los 75 m. para captar agua de las areniscas finas (bajo caudal) y entre 79 y 85 metros para captar el caudal principal.

Los primeros ensayos de bombeo realizados en forma inmediata de terminar la perforación; sin completar el desarrollo del pozo mediante limpieza química con calgón (exameta fosfato de sodio) arrojó un caudal constante de 1.800 litros por hora durante 12 horas de bombeo continuo.

Para este ensayo se partió de un nivel estático a 10 metros de profundidad desde la boca del pozo y el nivel dinámico para el caudal erogado fue de 40 metros, con un descenso de 30 metros.

6.- El costo total de la perforación incluyendo el pago de honorarios profesionales imaginarios y los datos reales de costo de la perforación y de la bomba sumergible que se proyecta instalar fue del orden de los U\$S 15.000.00, discriminado dicha inversión de la siguiente forma:

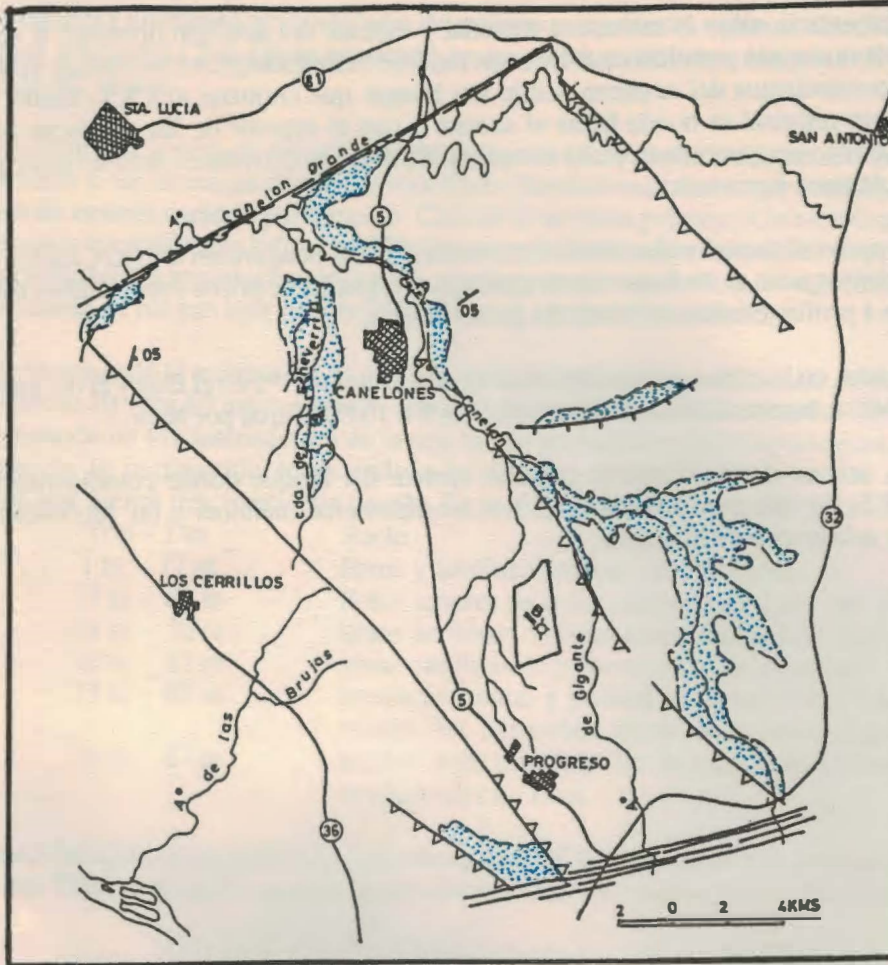
Honorarios (supuestos)	U\$S 900.00
Perforación	U\$S 7.000.00
tubería de PVC	U\$S 2.600.00
Filtro de 1 mm de abertura	U\$S 1.500.00
Bomba sumergible	U\$S 2.000.00
Varios	U\$S 1.000.00
Total	U\$S 15.000.00

La información complementaria sobre la estructura regional y espesor del acuífero obtenida al realizar la perforación, adecuadamente manejada permitió establecer un modelo hidrogeológico conceptual, en el que se separan tres tipos de comportamientos del acuífero dentro del bloque que contiene al CRS (figura N° 3) al confirmarse que la estructura regional se hunde hacia el sureste y que el espesor de las areniscas cretácicas superiores (acuífero regional) decrece también en dicha dirección. De acuerdo con ello en síntesis tendríamos los comportamientos hidrogeológicos siguientes:

1- **acuífero libre**, en las zonas aflorantes en la cañada Echeverría, desembocadura del arroyo Canelón Grande, alrededores de Aguas Corrientes junto al río Santa Lucía; donde hay registros de pozos con caudales superiores a los 15.000 litros por hora a profundidades del orden de los 40 metros.

2- **acuífero semiconfinado**, en la zona comprendida entre la ruta nacional N° 5 en el Este y el río Santa Lucía al Oeste; en esta área se pueden esperar caudales del orden de los 8 a 10.000 litros por hora







3- **acuífero confinado**, este se desarrolla en el extremo sureste del bloque donde coincidentemente se encuentra el predio del CRS. En este caso los caudales son sensiblemente menores y las profundidades de alumbramiento de agua las máximas para esta zona.



**MODELO HIDROGEOLOGICO
CONCEPTUAL**



REFERENCIAS

-  ACUITARDO
-  ACUIFERO LIBRE
-  FALLAS CON POSIBILIDAD DE AGUA
-  BARRERAS
-  CORTE
-  POZO

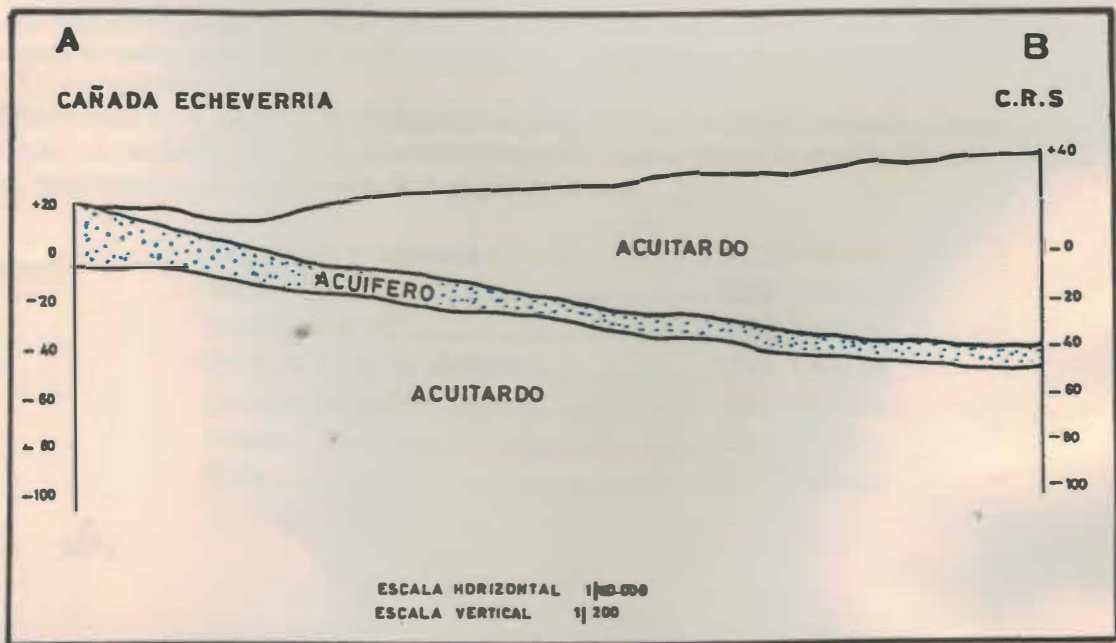


FIGURA 3

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL CAMPO EXPERIMENTAL N° 1 DE FACULTAD DE VETERINARIA

(MIGUES, Dpto de CANELONES)

Uno de los temas abordados con Énfasis durante la inauguración de cursos de 1995 en Facultad de Agronomía fue la problemática vinculada a la importancia del agua subterránea en la producción agropecuaria.

El Dr. Pesce, Decano de la Facultad de Veterinaria toma conocimiento de las tareas que la Cátedra de Geología realizaba en el CRS y solicita la posibilidad de materializar estudios equivalentes en el Campo Experimental N° 1 en Migues, Canelones. Allí la falta de agua fue un problema endémico que desde hace décadas dificultaba el desarrollo de actividades de docencia e investigación en el referido centro de estudios.

Para esta zona, la Cátedra de Geología volvió a aplicar el método de estudio, tal cual fue explicado líneas arriba. Mediante trabajos de fotogeología, recorridos de terreno, así como el relevamiento de las características de los pozos existentes en los alrededores; fue posible concluir que era factible realizar una perforación con altas probabilidades de éxito.

Los aspectos más destacados del informe elevado pueden resumirse en los términos siguientes:

1.- Las características geológicas encontradas son diferentes a los antecedentes disponibles. En base al relevamiento de campo se identificaron las siguientes unidades geológicas cuya distribución se muestra en la figura N° 4:

* formación Libertad; limos pardos friables macizos que se desarrollan por encima de cota + 90 m.

* niveles conglomerádicos con escaso cemento arcilloso y clastos subredondeados de hasta 5 cm. y de unos 5 metros de espesor aflorante atribuidos a la formación Migues en base a los antecedentes consultados.

* granitos y gneisses muy fracturados pertenecientes al Zócalo Cristalino.

2.- Se identificó la posibilidad de existencia de dos niveles acuíferos a profundidades razonables:

a) un primer nivel conformado por un acuífero poroso asociado a la existencia de las rocas conglomerádicas arriba citados

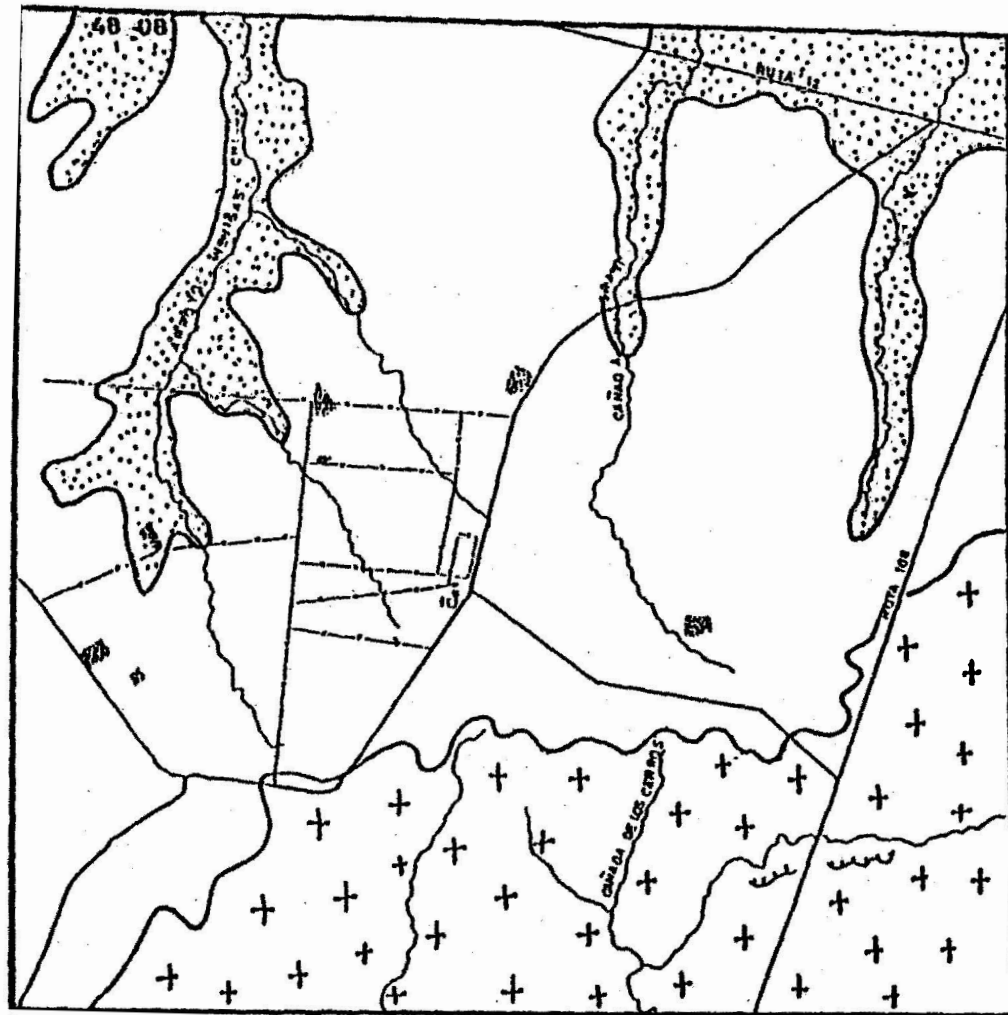
b) un segundo nivel conformado por un acuífero de fisura en las rocas del Zócalo

3.- Se recomendó la realización de la perforación con una profundidad máxima de 45 metros, pretendiendo captar los dos acuíferos, la misma se ubicó a 600 metros de distancia del casco actual, tal como se indica en la parte inferior de la figura N° 4.

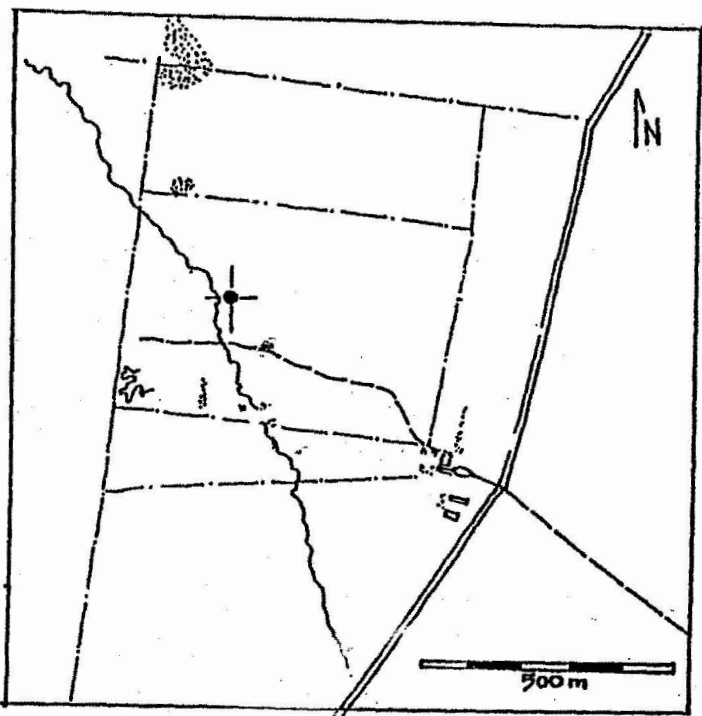
4.- Nuevamente se controló la realización del pozo analizando las muestras extraídas metro a metro. El perfil atravesado fue el siguiente

0 m a 1 m	Suelo
1 m a 5 m	limos pardos de la formación Libertad
5 m a 15 m	areniscas muy finas poco cementadas
15 m a 17 m	areniscas medias a gruesas
17 m a 19 m	areniscas muy gruesas ,conglomerádicas con grava angulosa
19 m a 24 m	areniscas medias con escaso cemento
24 m a 30 m	areniscas gruesas con restos de silicificación
30 m a 35 m	areniscas finas a muy finas, rojas algo arcillosas
35 m a 45 m	areniscas y arcillas rojas.

Carta geológica



- fm. Libertad
- fm. Migués
- terreno Piedra Alta



- casco
- alambrados
- trillos
- camino de tropas
- curso de agua
- cárcavas
- montes
- sillo de perforación

figura 4

Entre 5 y 30 metros de profundidad las areniscas encontradas se reconocen como pertenecientes a la formación Mercedes; lo que representa un aporte original para la zona. La formación Migues aparece recién representada por los sedimentos rojizos que se describen a partir de los 30 metros de profundidad.

Se recomiendo parar la perforación a 45 m. como estaba previsto porque el caudal obtenido fue satisfactorio, además en la formación Migues no era esperable de acuerdo con las rocas descritas la ocurrencia de nuevos acuíferos y a su vez la profundidad a la que podrían aparecer las rocas del Zócalo Cristalino era mayor que la conveniente.

5.- El pozo fue entubado en todo su perfil con cañería de hierro de 6 pulgadas porque el bajo costo de la perforación ameritó invertir más dinero en el revestimiento. De esa forma se conseguía una obra más estable para una zona intensamente fracturada que puede sufrir algún probable deslizamiento. Se colocaron filtros entre los 24 y los 30 metros de profundidad. El nivel estático se instaló a 2 metros por debajo de la boca del pozo y para un nivel dinámico de 20 metros (18 metros de descenso) el caudal erogado fue de 4.000 litros por hora.

6.- El costo de la perforación incluyendo el estudio suponiendo que se hubiera cobrado honorarios de los profesionales aproximadamente fue el siguiente:

Honorarios (supuestos	U\$S 900.00
Perforación	U\$S 3.600.00
Tubería de hierro	U\$S 1.200.00
Filtros	U\$S 600.00
Bomba sumergible	U\$S 2.000.00
Total.....	U\$S 8.300.00

CONCLUSIONES

Las experiencias realizadas en el CRS y en el Campo Experimental de Migueles ambos situados en el Dpto. de Canelones y a unos 60 km. de distancia entre si mostraron que existen posibilidades de extraer las siguientes conclusiones:

- el método de estudio empleado es de alta idoneidad para la ubicación de perforaciones en procura de captar aguas subterráneas con el mínimo riesgo.

- el estudio geológico previo es imprescindible para obtener resultados satisfactorios, ya que condiciona la búsqueda de datos hidrogeológicos (catastro de perforaciones) en la zona; esto se debe a que permite seleccionar que pozos entre los existentes se comporta en forma similar al proyectado.

- la conjunción del conocimiento geológico con el comportamiento profundo de las estructuras acuíferas identificadas permite prever las condiciones puntuales dentro de una región con características similares.

- en los dos casos reales estudiados, el agua subterránea se captó de las areniscas del Cretácico Superior, lo cual posibilita plantear expectativas ciertas para zonas donde existan estos sedimentos y condiciones hidráulicas favorables.

- las profundidades a que estos sedimentos se encuentran y los caudales que los mismos puedan ser capaces de suministrar, serán variables en función de las litologías dominantes y estructuras geológicas zonales.

- el costo de perforación y bombeo, así como el precio del metro cúbico del agua, varían en función de la condicionante anterior, así como del caudal erogado en forma diaria siendo necesario por lo tanto analizarlo para cada caso.

- el costo de pozo útil (con agua) terminado para las zonas a las cuales hacemos referencia puede variar entre cifras del orden de los U\$S 8.000 y U\$S 15.000 (datos de los ejemplos reales expuestos). Se diferencian los montos referidos a costos de estudio y perforación para señalar que dichas sumas son normalmente poco significativas frente a la inversión global a realizar en estos casos (Tambo y poblaciones). Además en el eventual caso de pozo estéril (seco) el costo es solo del orden del 50 % del costo del pozo terminado.

PERSPECTIVAS

Los valores puntuales obtenidos en las dos experiencias reales, ambas en el dpto de Canelones, en zonas donde tradicionalmente no se lograban resultados exitosos, alienta la necesidad de realizar un análisis regional.

Este análisis tendrá como objetivo específico determinar la exacta forma geométrica superficial y en profundidad de las areniscas pertenecientes al Cretácico Superior (fm. Asencio y Mercedes) en el Departamento de Canelones porque estas fueron las rocas portadoras y capaces de suministrar agua subterránea en ambos casos.

Aunque este proyecto no ha sido realizado, surgen ya ciertas perspectivas altamente favorables de encontrar un acuífero que aporte caudales superiores a los 3.000 litros por hora a profundidades menores a los 100 metros

Coincidiendo con estas experiencias una reciente publicación (De Santa Ana et al .1994, Geociencias S.P. 13 (1) 37 - 52) muestra a grandes rasgos la distribución de afloramientos de las areniscas del Cretácico Superior en el Dpto. de Canelones (ver figura N° 5). De confirmarse esta extensión aflorante mediante la realización de trabajos de mayor detalle se estaría frente a la posible existencia de una estructura acuífera de casi 900 Km² en una zona de enorme importancia potencial de cara al Mercosur.

En efecto, en la mitad suroeste del área (Las Piedras, Canelones, San Bautista , San Jacinto) se realizan explotaciones horti-frutícolas intensivas y en la mitad noreste (San Jacinto, San Bautista, Míguas, Tala) área dedicada durante décadas a la remolacha azucarera, se intenta realizar una reconversión productiva para la cual el recurso agua subterránea puede ser de enorme significación.

