

O/H. 1112
B11estu

41350

PROVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION

DE FUENTES DE AGUA

EN LAS COMUNIDADES DE

- ESQUINA NORTE -

DEPARTAMENTO CHAMICAL

- EL QUEBRACHAL -

DEPARTAMENTO CHAMICAL

- CHULO -

DEPARTAMENTO CHAMICAL

- VIEJA COLONIA -

DEPARTAMENTO GENERAL OCAMPO

- SAN PEDRO -

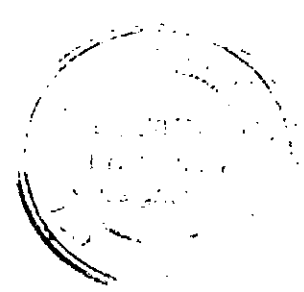
DEPARTAMENTO CASTRO BARROS

- SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS -

DEPARTAMENTO ROSARIO VERA PEÑALOZA

- EL TALA -

DEPARTAMENTO ROSARIO VERA PEÑALOZA



Abril de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

DR. ANGEL EDUARDO MAZA

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE LA RIOJA

MINISTRO DE DESARROLLO DE LA PRODUCCION Y EL TURISMO

ING. JORGE BENGOLEA

COORDINADOR EJECUTIVO U.F.I.

LIC. ANTONIO DOMINGO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE LA RIOJA

ADMINISTRADOR DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

GEOL. MIGUEL MOYANO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

RESPONSABLE TECNICO

LIC. RAUL PEREZ SPINA

PROVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

**ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION
DE FUENTES DE AGUA
EN LA COMUNIDAD DE**

- ESQUINA NORTE -

*DEPARTAMENTO CHAMICAL
PROVINCIA DE LA RIOJA*

Abril de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

DR. ANGEL EDUARDO MAZA

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE LA RIOJA

MINISTRO DE DESARROLLO DE LA PRODUCCION Y EL TURISMO

ING. JORGE BENGOLEA

COORDINADOR EJECUTIVO U.F.I.

LIC. ANTONIO DOMINGO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE LA RIOJA

ADMINISTRADOR DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

GEOL. MIGUEL MOYANO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

RESPONSABLE TECNICO

LIC. RAUL PEREZ SPINA

Autor: *Guillermo A. Baudino*

INDICE

INTRODUCCION

1. LOCALIZACION
2. CARACTERIZACION FISICA
3. SINTESIS POBLACIONAL
4. PROVISION DE AGUA ACTUAL
5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
6. CONCLUSIONES
7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION
8. BIBLIOGRAFIA

FIGURAS

1. Mapa de Ubicación General
2. Precipitaciones Medias Mensuales
3. Mapa Topográfico
4. Mapa Geológico
5. Fotografía de viviendas de Esquina Norte
6. Fotografía de la represa de Esquina Norte
7. Perfil A - A' y ubicación de Sondeos Eléctricos Verticales
8. Proyecto de Obra

ANEXOS

1. Planillas de Sondeos Eléctricos Verticales
2. Planillas de Análisis Químicos
3. Diagrama de Schoeller
4. Diagrama de Wilcox

INTRODUCCION

Marco General del Estudio

El presente trabajo se lleva acabo mediante un contrato realizado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscrito, dentro del Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades. Con el presente informe se cumple con lo estipulado en el contrato (Expte. 3221 ALC IV) anteriormente mencionado.

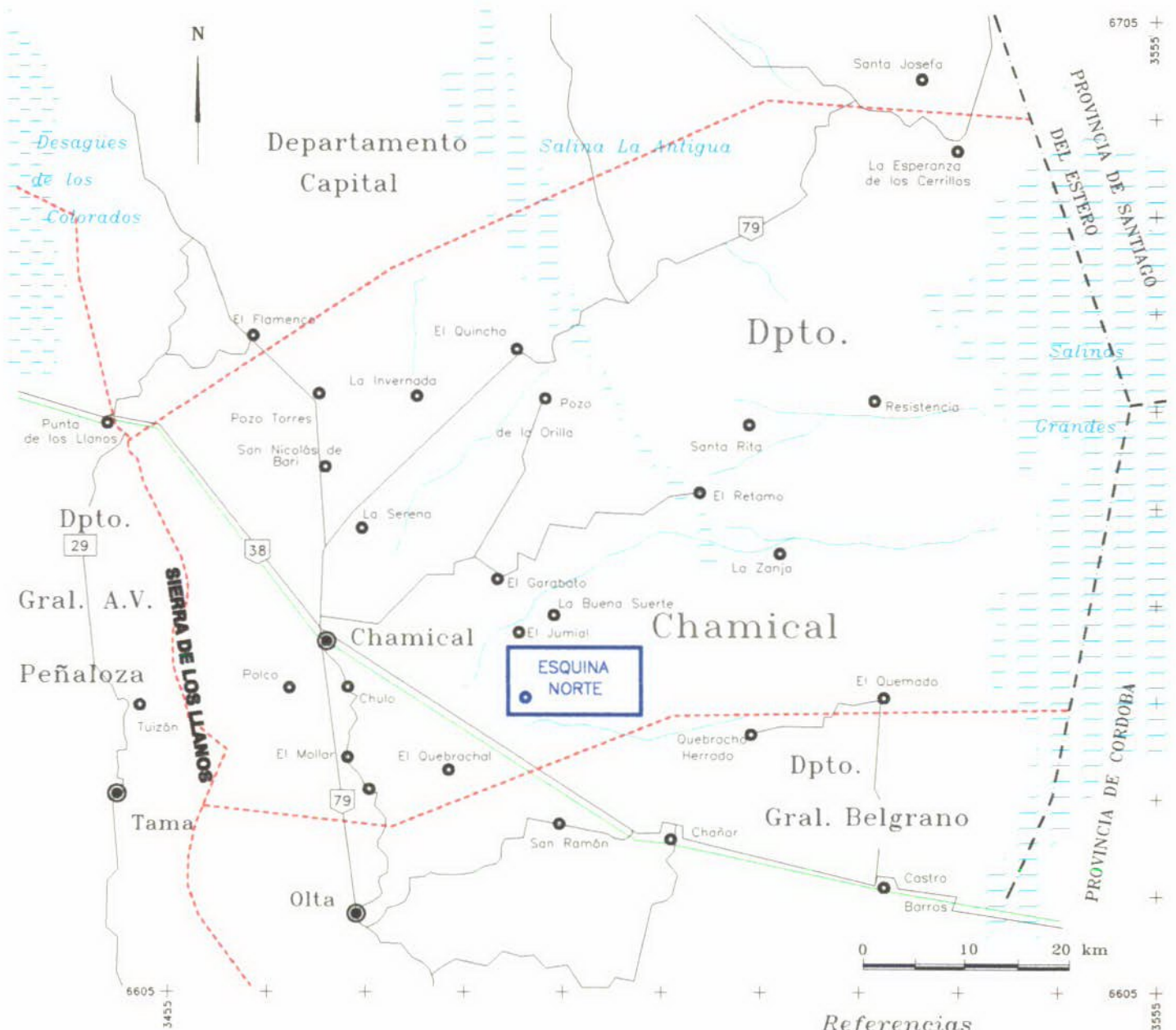
Objetivos

Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base con el fin de ubicar posibles fuentes de aprovisionamiento de agua subterránea y/o superficial y elaborar un proyecto de captación que sea viable y justificable de acuerdo a las necesidades y las características físicas del medio.

1. LOCALIZACION

La zona de estudio, se encuentra a 167 km al sur de la ciudad de La Rioja, en el Departamento Chamental. Las coordenadas de la localidad son $30^{\circ} 25' 24,9''$ de latitud sur y $66^{\circ} 05' 28,6''$ de longitud oeste.

Partiendo de la capital provincial, se accede por la Ruta Nacional N° 38 (asfaltada) hasta la ciudad de Chamental. Por la misma ruta, a 22 kilómetros al sureste de Chamental, se encuentra el paraje La Llanura, desde donde se recorren -hacia el noreste- 5 km por un camino vecinal que lleva a Esquina Norte (**Figuras 1 y 3**).



Referencias

- + 6460 Coordenadas Gauss-Kruger
- - - Límite Provincial
- . - . Límite Departamental
- () Camino Vecinal
- [29] Ruta Provincial
- [141] Ruta Nacional
- F.F.C.C.
- Puesto - Localidad
- Capital del Departamento
- LOCALIDAD RELEVADA

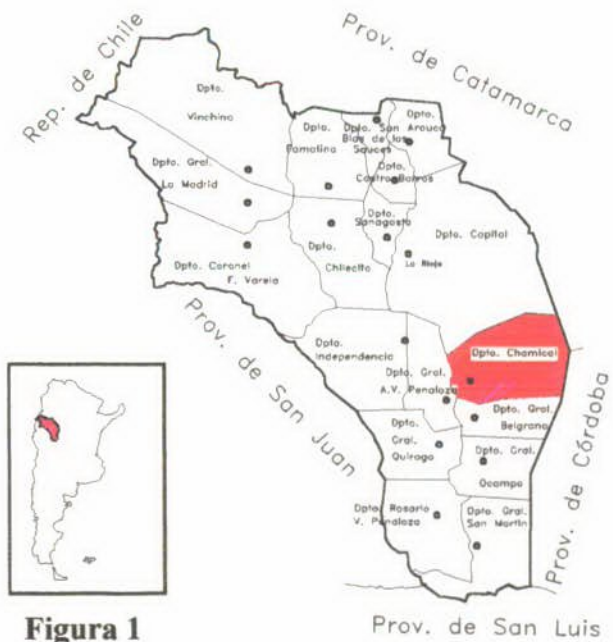


Figura 1

arch.: 07en-inf

07enubic

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

ESQUINA NORTE
Departamento Chemical

UBICACION GENERAL

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. Clima

La estación meteorológica más cercana a la zona de estudio se ubica en Chamental y es operada por el Servicio Meteorológico Nacional. Los datos que se adjuntan en la **Figura 2** corresponden al período 1921 – 1950 (Zuzek, 1978).

El clima de la comarca es desértico caluroso, con precipitación pluvial por debajo del límite de sequía, un período más seco en invierno y una temperatura media anual superior a los 18 °C. Las temperaturas medias de invierno y estivales oscilan entre los 10 y 12 °C y los 24 y 26 °C respectivamente. Las temperaturas mínimas y máximas absolutas oscilan entre los -5 y -7 °C y los 46 y 47 °C respectivamente. El índice más claro del riguroso clima existente, lo muestra la gran amplitud térmica diaria media que es del orden de 35 °C. Predominan los vientos del este y noreste (Zuzek, 1978).

Con respecto a las lluvias, la lámina media anual de agua caída es de 316 mm y el 90% de las mismas se concentra entre los meses de Noviembre y Abril (**Figura 2**).

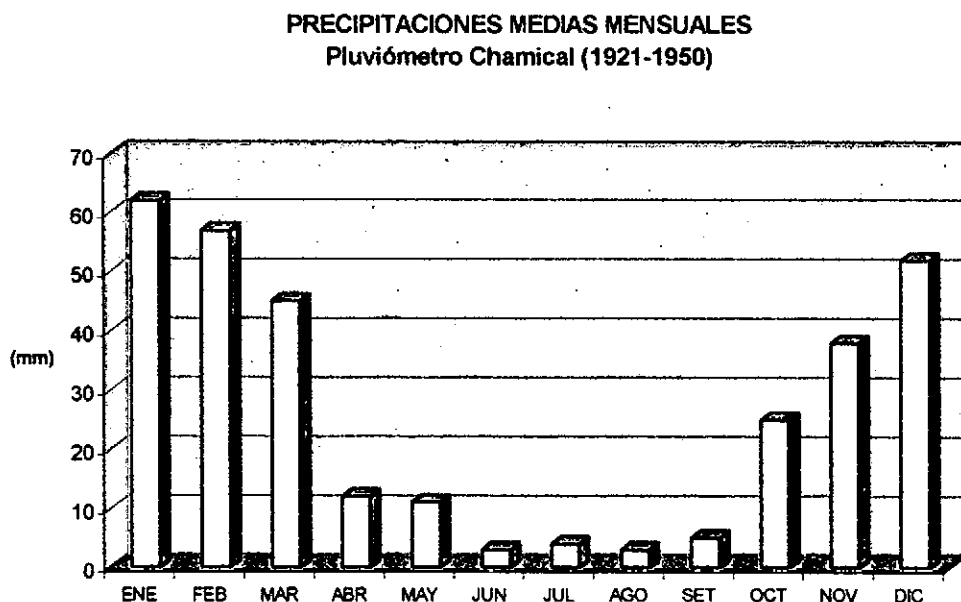


Figura 2

En el histograma se observa que, al estar concentradas las precipitaciones en tres meses de verano, en el resto del año se produce una drástica disminución de la lámina de agua, generando intensas sequías.

2.2. Vegetación y Suelos

La vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica de “Monte”, con un claro predominio de “xerófitas”, como consecuencia de un clima seco con veranos cálidos e inviernos benignos, suelos arenosos y la escasa altura sobre el nivel del mar (375 m s.n.m.). Existen asociados tres estratos principales: un estrato arbóreo de altura moderada, uno arbustivo y uno compuesto por plantas herbáceas y cactáceas.

Las especies arbóreas más comunes y en orden de importancia son: el quebracho blanco, algarrobo negro, algarrobo blanco, retamo, espinillo, tala, tintitaco, brea y mistol. Los arbustos y subarbustos predominantes son la jarilla, chañar, piquillín, lata, tusca y garabato. Por último, las herbáceas más comunes son las gramíneas del género *Stipa* (pastos duros). En las zonas serranas, disminuye la cantidad de especies arbóreas, que solo se concentran en las quebradas por la mayor humedad. Fuera de las quebradas predominan los arbustos espinosos, mientras que en la zona de cumbres los matorrales y las gramíneas superan a las especies arbóreas. Los suelos de la región, indican un desarrollo precario, siendo clasificados como *sierosem*, o sea, suelos semidesérticos grises.

Las rocas ígneas y metamórficas de la zona serrana, las rocas paleozoicas, los asomos de sedimentitas terciarias y los loes, limos y arenas del Cuaternario, son las principales rocas madres de los suelos, originando suelos de colores castaño pálido, amarillentos o rosados, arenosos, sueltos, carentes de humus y con niveles carbonáticos someros.

2.3. Fisiografía

El relieve está caracterizado por la presencia de la sierra de Los Llanos, al oeste de la zona de estudio, al pie de la cual se extiende la planicie conocida como los Llanos Orientales (Figura 3).

La sierra de Los Llanos alcanza una altitud de 1.500 m s.n.m. y posee una disposición elongada en sentido norte-sur. El perfil transversal a la sierra es asimétrico, con una ladera oriental de pendientes muy pronunciadas y una ladera occidental que inclina suavemente hacia el oeste.

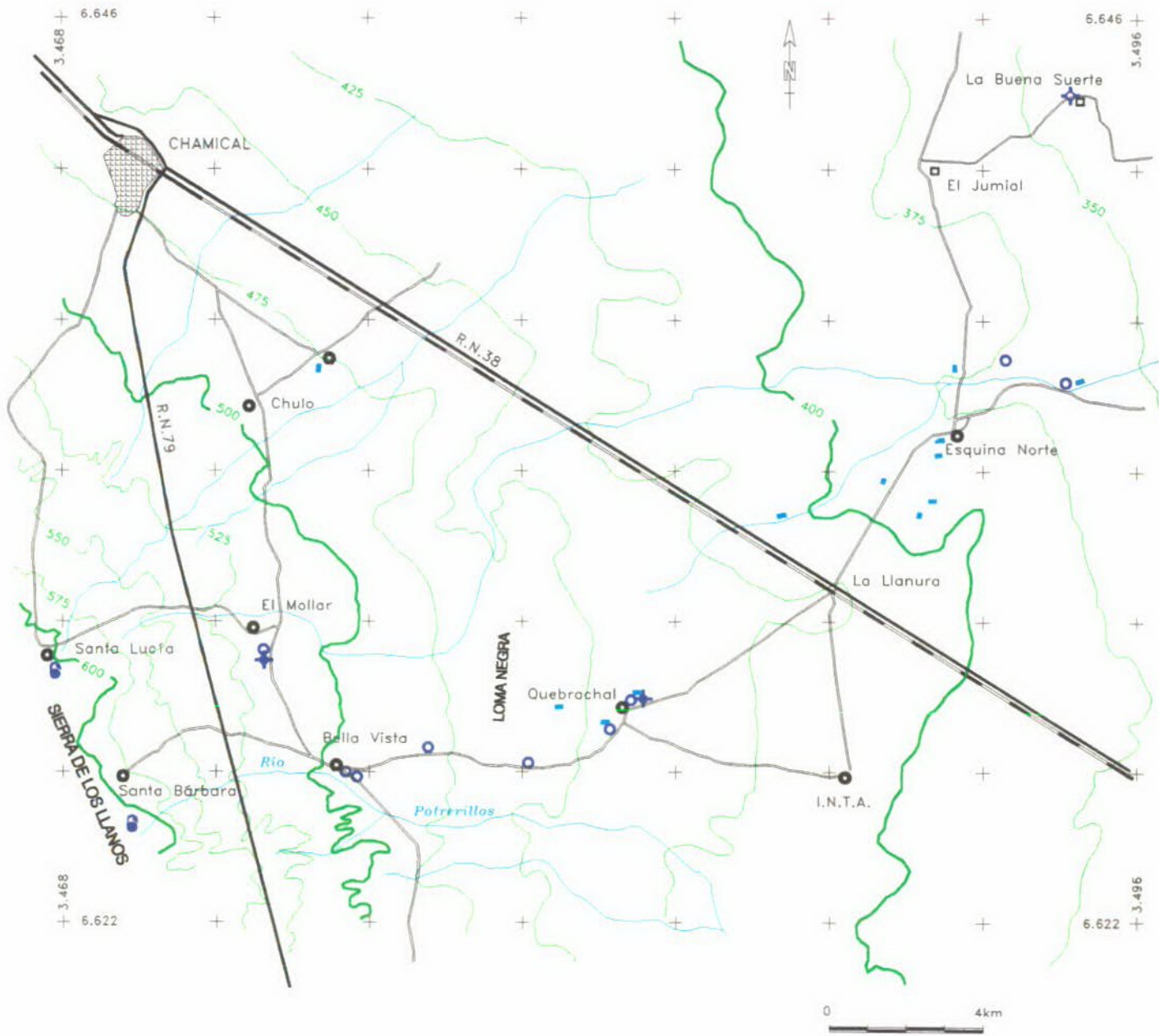
La llanura que se desarrolla al este de la sierra, Llanos Orientales, posee una altitud de 650 m s.n.m. en el pie de la sierra, disminuyendo hacia el noreste hasta los 275 m s.n.m. en las Salinas Grandes (**Figura 1**).

2.4. Hidrografía

Los cursos fluviales son en su totalidad de carácter temporario y el escurrimiento solo se produce durante la época de lluvias. El drenaje de zona de estudio aporta a la cuenca endorreica de las Salinas Grandes.

En la zona serrana las cuencas imbríferas poseen superficies muy reducidas, ya que se desarrollan en la ladera oriental de la sierra de Los Llanos, caracterizada por una pendiente muy abrupta. Existen algunos manantiales permanentes, como los de Santa Bárbara y Santa Lucía (**Figura 3**), que son captados en su totalidad para aprovisionamiento de agua potable y riego de las comunidades aledañas.

En la llanura el escurrimiento superficial es de carácter difuso y los cauces se encuentran secos la mayor parte del año, escurriendo únicamente cuando se producen lluvias torrenciales en la época estival.



REFERENCIAS

- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  | Zonas urbanas |  | Puesto-Localidad |
|  | Ríos temporarios |  | Vertiente |
|  | + 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger |  | Pozo excavado |
|  | 400 Curva de nivel acotada |  | Perforación funcionando |
|  | Ruta Nacional |  | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |
|  | Camino vecinal |  | Represa |
|  | Ferrocarril | | |

Figura 3

arch.: 07en-inf

07entopo

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

ESQUINA NORTE
Departamento Chamical
MAPA TOPOGRAFICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2.5. Geología Regional

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales. Esta Provincia Geológica se caracteriza por la presencia de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, de edades precámbricas, paleozoicas y cenozoicas.

Las rocas más antiguas están constituidas por granitos, tonalitas, granodioritas, migmatitas, esquistos y gneises que conforman el basamento cristalino y afloran en la mayor parte de las sierras de Los Llanos. Todas estas rocas son de edad incierta, pero con seguridad pre-carboníferas y reciben los nombres de Formación Olta, Tama, Chepes, Las Asperezas y Ulapes (Castaño *et al.*, 1984).

Sobre el basamento se asientan en discordancia las sedimentitas del Grupo Paganzo. La base está constituida por areniscas arcósicas, conglomerados, lutitas y limolitas grisáceas pertenecientes a la Formación Malanzán, de edad Carbónica; los afloramientos son de pequeña extensión y se restringen al pie de la sierra de Los Llanos. Suprayace la Formación La Colina, de edad Pérmica, que aflora en varias lomadas al naciente las serranías. La entidad es correlacionable con las formaciones Patquía, La Cuesta y Orcobola (Castaño *et al.*, 1984) y está constituida por conglomerados y areniscas arcósicas friables a compactas de colores rojizos.

Los afloramientos de edad terciaria son conglomerados y areniscas cuarzosas y arcósicas, calcáreas, en parte arcillosas, friables y de colores claros, pertenecientes a la Formación Los Llanos (Plioceno). En la zona de estudio pueden observarse estas sedimentitas en las elevaciones situadas al sureste de Esquina Norte, denominadas "Bordos" por los lugareños, donde afloran además capas de yeso subhorizontales.

Por último, los sedimentos de edad cuaternaria, están representados por depósitos eólicos y fluviales (Pleistoceno, Formación Chamical) y depósitos aluviales (Holoceno). Los primeros constituidos por arenas, limos (loess) y conglomerados semiconsolidados, mientras que los segundos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas.

La estructura de la comarca está caracterizada por la emergencia de un bloque de basamento cristalino, las sierras de Los Llanos, elevado por fracturas regionales de rumbo norte-sur. Estas se presentan mejor expuestas en el borde oriental del bloque, que se encuentra volcado al oeste, como consecuencia de ascensos asimétricos (Castaño *et al.*, 1984). Las serranías se consideran como bloques positivos debido a movimientos tectónicos precarbónicos (Zuzek, 1978).

Las sedimentitas carbónicas y pérmicas se disponen adosadas al basamento cristalino, en los bordes de las serranías, y sobre las mismas se encuentran los estratos de Los Llanos, afectados por basculamientos y suaves pliegues generados por el reactivamiento de las estructuras paleozoicas (**Figura 4**).

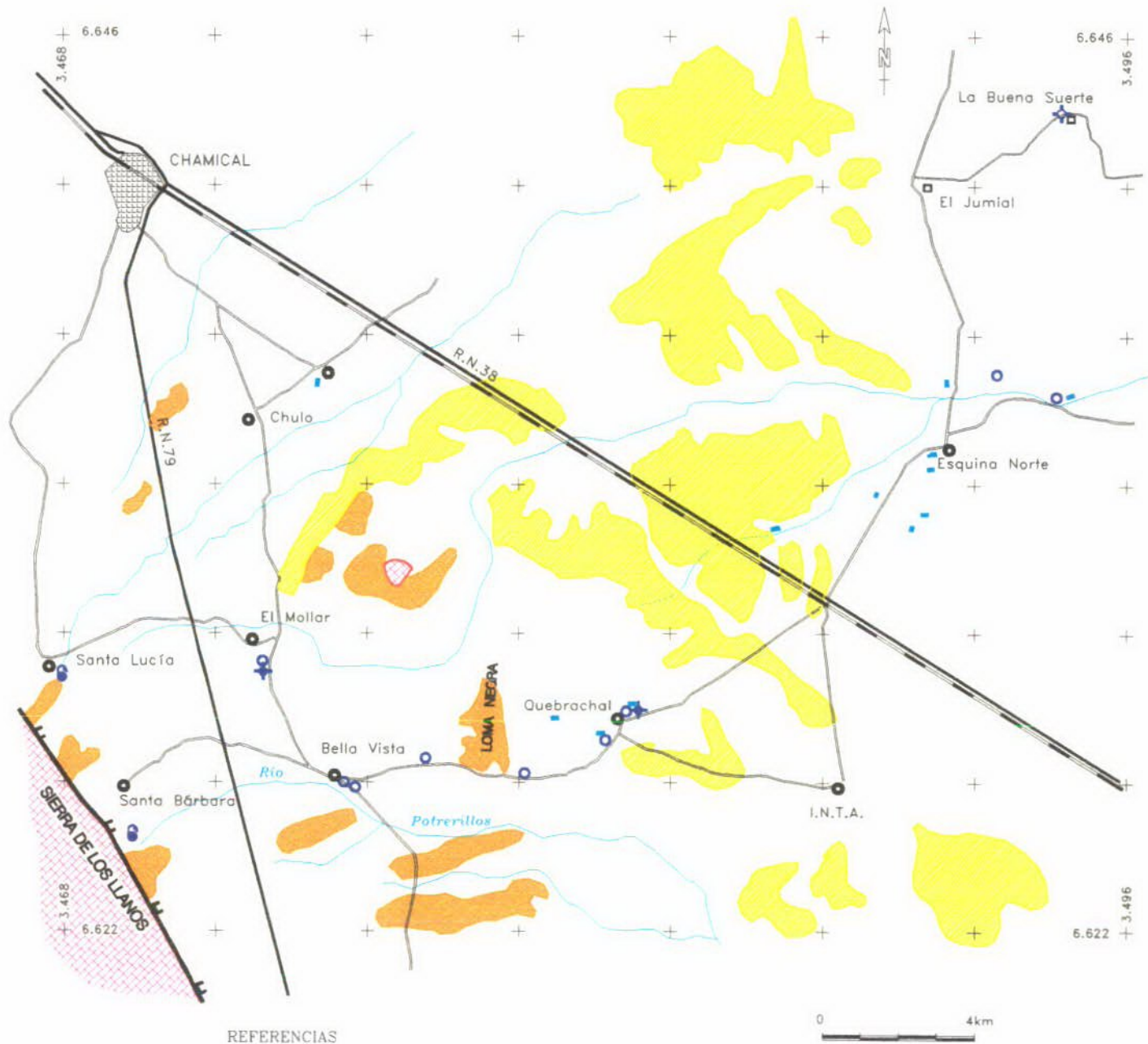
2.6. Geomorfología

En el área de estudio pueden diferenciarse dos ámbitos geomorfológicos principales: el de **montaña** y el de **llanura**.

En la zona montañosa, gobiernan procesos de erosión fluvial a causa de la concentración del escurrimiento superficial en ríos y arroyos, que por las elevadas pendientes y torrencialidad durante las lluvias, inciden fuertemente en el paisaje local. El flanco oriental de la sierra de Los Llanos posee una red de drenaje muy poco desarrollada, debido a lo abrupto de la pendiente.

El ambiente de llanura, los Llanos Orientales, es considerado como planicie de erosión y acumulación; en este ambiente no existen cursos de agua permanentes y solo temporalmente, durante lluvias torrenciales, se produce un escurrimiento difuso cuyos cauces varían en cada verano. La acción del viento contribuye a la modelación debido a que los suelos se encuentran frecuentemente desprovistos de humedad y cobertura vegetal.

Aisladas en la llanura, o bien adosadas a la zona serrana, se encuentran **lomadas** conformadas por sedimentitas paleozoicas y pliocenas, que han sido disectadas por la erosión posterior a los movimientos tectónicos terciarios y constituyen relictos de una cubierta, antiguamente más extensa (Castaño *et al.*, 1984).



REFERENCIAS

- | | | | |
|--|-----------------------------------------------|--|-----------------------------------------------|
| | Sedimentos Cuaternarios | | Zonas urbanas |
| | Sedimentitas Terciarias (Fm. Los Llanos) | | Ríos temporarios |
| | Sedimentitas Pérmicas (Fm. La Colina) | | 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger |
| | Basamento Cristalino (Fm. Chepes + Fm. Oltza) | | Ruta Nacional |
| | Falla con indicación de labio hundido | | Ferrocarril |
| | Rumbo y buzamiento de la estratificación | | Camino vecinal |
| | | | Puesto-Localidad |
| | | | Pozo excavado |
| | | | Perforación funcionando |
| | | | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |
| | | | Represa |

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

ESQUINA NORTE
Departamento Chamental
MAPA GEOLOGICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 4

arch.: 07en-inf

07engeo

3. SINTESIS POBLACIONAL

La localidad de Esquina Norte depende del Municipio de Chamental, capital del Departamento del mismo nombre. Cuenta con 100 habitantes aproximadamente, cuya principal actividad productiva es la ganadería caprina para comercialización y autoconsumo. Posee un núcleo de ocho viviendas concentradas alrededor de la escuela, el puesto sanitario y la capilla, mientras que cinco familias más se ubican a más de 500 metros de distancia. Las viviendas son en su mayor parte de tipo precario y en menor proporción de construcción sólida (**Figura 5**).

La escuela cuenta con dos maestras y a la misma concurren 18 alumnos. El servicio de transporte de pasajeros tiene frecuencia diaria y pasa a 5 kilómetros del poblado, por la Ruta Nacional N° 38.

Posee un Puesto Sanitario, pero se encuentra fuera de servicio, debido a la falta de personal. Existe un expendio de bebidas, pero en general los víveres y otros bienes de consumo se compran a vendedores ambulantes o se encargan en Chamental. Cuenta con un destacamento policial, en el que se encuentran destinados dos agentes de policía.

La fuente de empleo local más importante es la administración pública, ya que hay 3 empleados municipales, 2 policías y 2 maestros. Debido a la disminución de los precios de la carne, tanto vacuna como caprina, la actividad ganadera ha sufrido una seria retracción. Por esta razón, una parte importante de los habitantes emigra en búsqueda de fuentes de trabajo.

4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

Los habitantes de la comunidad de Esquina Norte se abastecen de agua en forma individual, a partir de la represa comunitaria (**Figura 6**) cuya capacidad actual es de aproximadamente 8.000 m³ (80 m * 50 m * 2 m). Esta reserva es insuficiente, principalmente debido a la colmatación de la represa por el ingreso de sedimentos, que han reducido aproximadamente a la mitad el volumen de embalse original. El agua de la represa no es potable desde el punto de vista fisico-químico, debido al exceso de color, turbiedad, nitritos y hierro (**Anexo 2.2**). Por el contrario el contenido de sólidos disueltos totales es muy bajo, lo que la hace especialmente apta para riego de huertas (**Anexo 4**).

Cuando se agotan las reservas de la represa, los pobladores deben comprar el agua a vendedores o bien solicitar al municipio la provisión mediante camiones cisterna. Cada

vivienda cuenta con un depósito de agua a nivel del suelo, con capacidades de ente 2 y 6 m³. En algunas viviendas se recoge agua de lluvia de los techos, mediante canaletas y conducciones de PVC.

Otra fuente de aprovisionamiento utilizada es el pozo excavado de la Familia Vera, situado aproximadamente a 2.400 metros al noreste de la escuela. Posee un molino de viento fuera de uso y la extracción se realiza mediante balde, a tracción humana. El pozo tiene una profundidad de 24 metros y el nivel freático se encuentra a 21 metros bajo la superficie. El agua no es potable, debido al exceso de dureza, sulfatos y nitritos. Sólo es consumida por los pobladores en caso de extrema necesidad y su utilización se restringe al abrevado de ganado caprino en épocas de sequía críticas.

En general el agua consumida no recibe tratamiento alguno. Esto significa un alto riesgo sanitario en el caso de la represa, ya que el ganado abreva directamente a orillas de la misma.

La escuela recibe una provisión quincenal de agua por parte del Municipio de Chamental, mediante un camión cisterna, que se almacena en un depósito de 5 m³.



Figura 5: Fotografía de viviendas de Esquina Norte

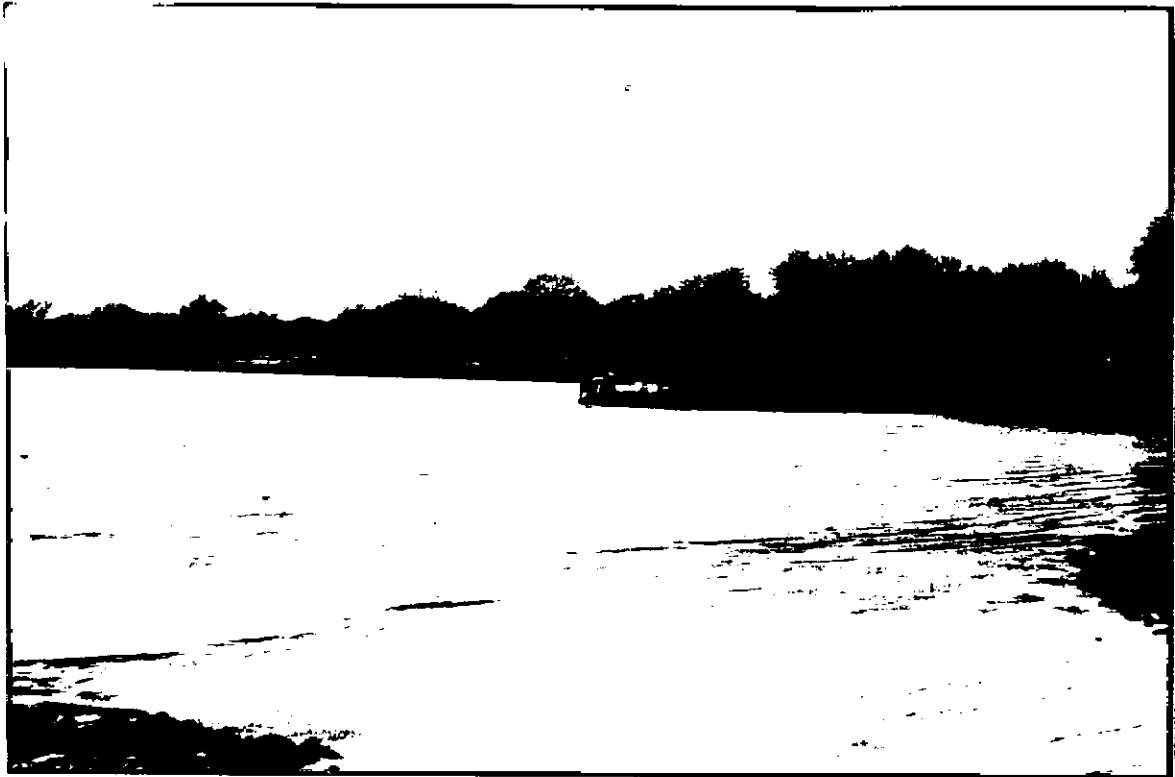


Figura 6: Fotografía de la represa de Esquina Norte

5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. Agua superficial

El escurrimiento superficial es de carácter temporario y solo se produce durante la época de lluvias, entre Noviembre y Marzo. A pesar de ello constituye la principal fuente de aprovisionamiento, tanto para uso pecuario como para consumo humano, gracias al sistema de captación y almacenamiento mediante represas.

El volumen de las represas debe ser suficiente como para satisfacer el abastecimiento durante los meses de sequía, entre Abril y Octubre y compensar además las pérdidas por infiltración y evaporación. Experiencias científicas recientes llevadas a cabo por la Universidad Nacional de La Rioja (comunicación personal: Castaño, 1998), han estimado las pérdidas por evaporación en un 40 %, las debidas a infiltración en 25 % y el consumo (ganadero y humano) en sólo un 35 %.

En Esquina Norte existe una represa comunitaria, situada a 800 metros aguas arriba del núcleo poblacional, cuyas dimensiones originales permitían una reserva suficiente para satisfacer la demanda de la comunidad. Lamentablemente se encuentra colmatada por sedimentos, que han reducido su capacidad de embalse en un 50 %, por lo que actualmente las reservas se agotan antes de las primeras lluvias.

5.2. Agua subterránea

El estudio de los recursos hídricos subterráneos se llevó a cabo teniendo en cuenta los antecedentes disponibles de investigaciones hidrogeológicas regionales, así como de captaciones existentes de acuíferos someros y profundos. Se realizaron mediciones geoelectricas como apoyo a la interpretación de la geología de subsuelo.

A través de la integración de esta información se realizan consideraciones hidrostratigráficas y se propone un modelo de circulación hídrica subterránea.

Se caracterizan además los recursos hídricos existentes desde el punto de vista hidroquímico, sobre la base de datos antecedentes y de los análisis físico-químicos efectuados a muestras extraídas en campaña.

5.2.1. Antecedentes

Existe un estudio de hidrogeología regional, de carácter preliminar, realizado por la Administración Provincial del Agua, de la provincia de La Rioja (Castaño *et al.*, 1984), en el cual se describen las características más sobresalientes de los recursos hídricos subterráneos de los Llanos Riojanos.

5.2.2. Captaciones existentes

Acuíferos someros

En la zona de estudio se capta el acuífero libre mediante pozos excavados, con profundidades de 15 a 34 metros. Los pozos situados en la comunidad de Esquina Norte (a 2.400 metros del núcleo poblacional), en la estancia El Telarito (a 3.200 metros) y junto a la escuela de la localidad de El Quebrachal (a 11 kilómetros, ver **Figura 3**), han sido excavados a mano y poseen diámetros superiores a un metro. Explotan el acuífero libre, cuya calidad varía entre sanitariamente tolerable a mala, con niveles freáticos situados a 21, 31 y 10 metros bajo boca de pozo respectivamente. En Esquina Norte y El Telarito, de acuerdo a referencias de los pobladores, la zona saturada abarca la base de los sedimentos modernos y el techo de sedimentitas terciarias. En el caso de El Quebrachal, por debajo de los sedimentos cuaternarios se encuentran areniscas rojizas muy compactas, probablemente pertenecientes a la Formación La Colina, de edad Pérmica.

Acuíferos profundos

En las inmediaciones del área de estudio existen solamente dos perforaciones, ninguna de las cuales cuenta con antecedentes.

La perforación ubicada en la estancia La Buena Suerte, a 9 kilómetros al norte de la comunidad en estudio, está entubada en 8 pulgadas, carece de equipo de bombeo y posee una profundidad de aproximadamente 80 metros. El nivel estático se midió a 40 metros bajo boca de pozo y la muestra extraída en los trabajos de campaña registró una conductividad de 14.700 uS/cm.

En la localidad de El Quebrachal, a 11 kilómetros al sur de Esquina Norte, hay una perforación entubada en 6 pulgadas, que de acuerdo a los pobladores tendría 60 metros de profundidad. La perforación cuenta con electrobomba sumergible, accionada mediante un grupo generador perteneciente a la escuela de El Quebrachal y el agua obtenida es potable.

5.2.3. Geoeléctrica

Se realizaron 4 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), que se llevaron a cabo con un equipo bicomensador de corriente continua con lectura simultánea de intensidad y diferencia de potencial. Se usaron electrodos de acero inoxidable para la emisión de corriente y electrodos de cobre en solución saturada de sulfato de cobre para el registro de la diferencia de potencial. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1000 metros de longitud. Como fuente de energía se utilizó un conjunto de baterías de 9 voltios, que conectadas alcanzan un valor máximo de 540 voltios.

La prospección geoeléctrica se llevó a cabo por el método del SEV, con dispositivo electródico Schlumberger de constante geométrica $K = \pi * ((AM * AN)/(MN))$.

Las longitudes de AB fueron variables entre 200 y 260 metros. Las separaciones entre los electrodos de potencial MN, variaron entre 1 y 50 m.

Las curvas de campo (adjuntas como **Anexos 1.1 a 1.4**) se interpretaron con el programa Resist 1.0 de Vander Velpen, 1988. La ubicación de los SEV en planta y su integración a un perfil hidroestratigráfico se observa en la **Figura 7**.

5.2.4. Hidroestratigrafía

Rocas de edad precarbonífera (Fm. Chepes y Fm. Olta): Constituyen el basamento cristalino y en subsuelo su permeabilidad mínima las convierte en basamento hidrogeológico.

En las sierras de Los Llanos por el contrario, la meteorización produce una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento del agua de las precipitaciones estivales. Por este motivo se generan vertientes, en los flancos de la sierra, que constituyen valiosos recursos, tanto por su calidad hidroquímica como por la permanencia de sus caudales durante la época de sequía.

Sedimentitas del Paleozoico Superior (Fm. La Colina): Estas rocas afloran en las inmediaciones de la localidad de Bella Vista, en elevaciones de relieve suave como en el paraje "Loma Negra" (**Figura 4**). Las capas se presentan adosadas al basamento cristalino, con buzamientos suaves hacia el este. En la mayor parte de la región de Los Llanos, las propiedades hidrogeológicas de los estratos paleozoicos hacen que se las considere basamento hidrogeológico, tanto por su composición granulométrica como por la abundante presencia de

sustancias mineralizantes (Castaño *et al.*, 1984). Sin embargo, en la zona situada entre Bella Vista y El Quebrachal, de acuerdo a Zuzek (1978), a las referencias de pobladores y a observaciones de campaña realizadas en los pozos excavados, el acuífero libre estaría alojado -en parte- en las fisuras de estas sedimentitas.

Sedimentitas del Plioceno (Fm. Los Llanos): Esta Formación posee un extenso desarrollo en subsuelo, ya que constituye la base de los sedimentos cuaternarios.

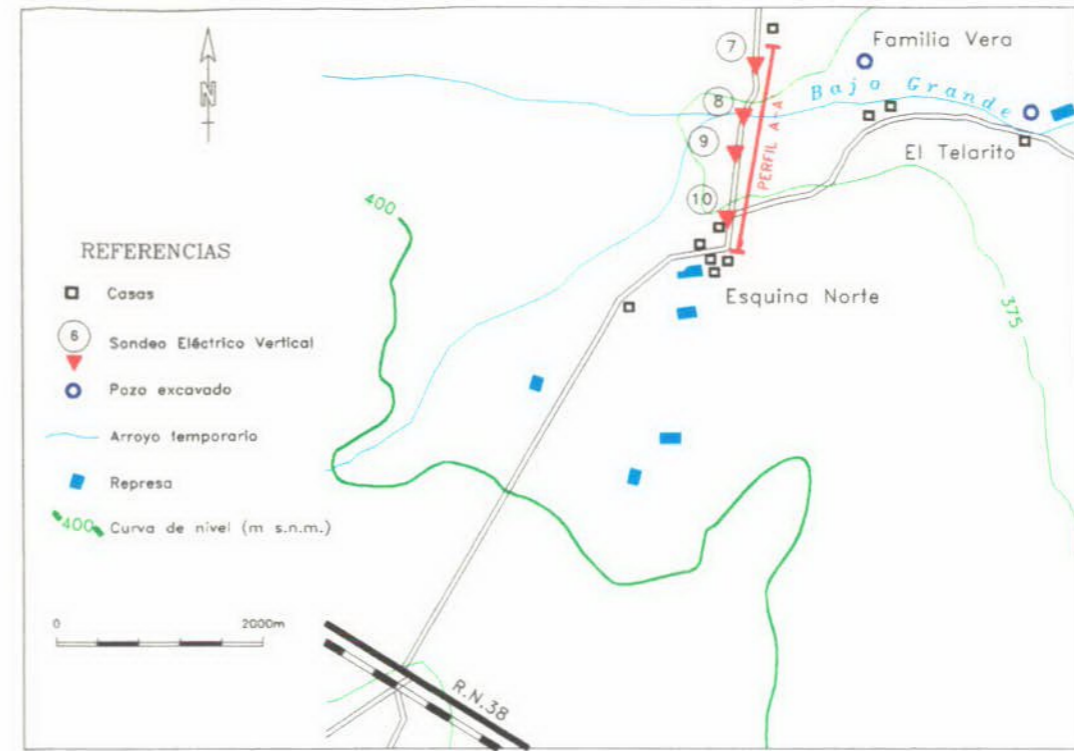
En la localidad de Esquina Norte y en la estancia El Telarito, de acuerdo a referencias de los pobladores, los pozos excavados alcanzan la zona saturada, que comprende el techo de la Formación Los Llanos (caracterizado por la presencia de concreciones calcáreas) y la base de los sedimentos cuaternarios.

En la prospección geoelectrónica realizada, se interpretan los valores de resistividad de 3,6 a 6,7 Ohm.m como característicos para estos estratos cuando se encuentran saturados (**Figura 7**).

Sedimentos cuaternarios (Holoceno): Cubren la mayor parte de las zonas llanas. En superficie predominan arenas finas limosas y es frecuente la presencia de concreciones carbonáticas, que llegan a constituir costras de aproximadamente 0,5 m y presentan dureza considerable así como gran extensión areal.

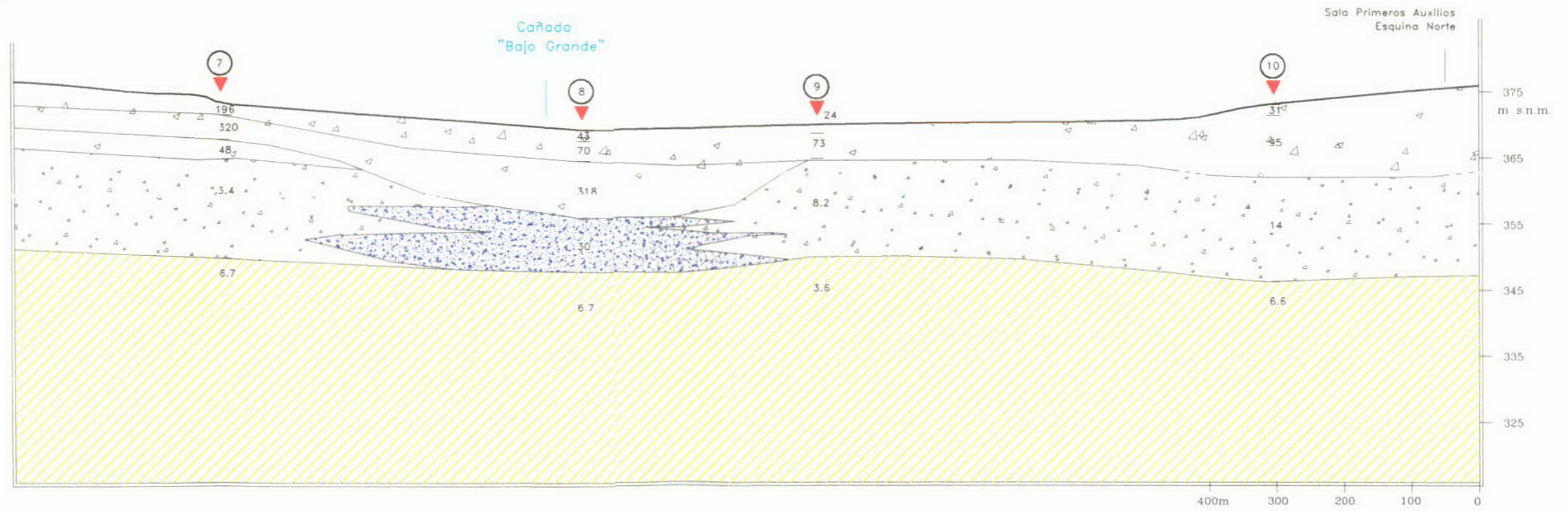
En el pozo excavado de El Quebrachal, el espesor de sedimentos no superaría los 10 metros de potencia, mientras que en los pozos excavados de Esquina Norte y El Telarito, alcanzaría los 20 y 30 metros respectivamente.

El perfil A - A' (ver **Figura 7**), ha sido realizado en sentido norte - sur y en forma transversal a una cañada (denominada "Bajo Grande") por donde se concentra el escurrimiento superficial durante las lluvias. Las resistividades del relleno sedimentario son notablemente más elevadas en el SEV 8, ubicado en el eje del escurrimiento superficial. Se interpreta que esta situación puede deberse tanto a una mayor granometría de los sedimentos, como a un menor contenido salino del agua de saturación.



Norte

Sur



REFERENCIAS

- Sedimentos cuaternarios
- Capa de interés exploratorio
- Sedimentitas terciarias (Saturadas con agua salobre)

- Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)
- Resistividad (Ohm.m)
- Contacto entre capas
- Nivel freático

Figura 7

arch.: 07en-inf

07enperf

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

ESQUINA NORTE
 Departamento Chemical

PERFIL A - A'

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

5.2.5. Esquema de circulación hidrogeológica

En las serranías el basamento cristalino se encuentra intensamente fracturado y posee una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento de las precipitaciones estivales. Esto da origen a manantiales, que alimentan los cursos superficiales durante la época de sequía. La permanencia de los caudales a lo largo del periodo crítico depende en gran medida de la magnitud de las precipitaciones de cada verano.

En la llanura, la escasez de excavaciones y perforaciones en el área impide formular precisiones acerca de la circulación hídrica subterránea. En líneas generales puede estimarse que la zona de recarga se encuentra en el pie de la sierra de Los Llanos y la dirección de flujo posee una componente principal hacia el nor-noreste. La zona de descarga se encuentra en la depresión de las Salinas Grandes.

En la zona de estudio se ha comprobado la existencia de un acuífero somero alojado en la base de los sedimentos cuaternarios o bien en el techo de las sedimentitas paleozoicas o terciarias. El nivel freático se encuentra a 5 metros bajo boca de pozo en la localidad de Bella Vista, y se profundiza hasta los 31 m b.b.p. en la Estancia El Telarito (**Figura 3**).

De acuerdo a referencias de los pobladores, el nivel de saturación sufre oscilaciones estacionales importantes, en función de las variaciones en la distribución y magnitud de las precipitaciones; en el pozo de Esquina Norte, entre el nivel máximo y mínimo se han observado hasta seis metros de diferencia.

La calidad química del agua subterránea somera empeora a medida que crece la distancia a la zona de recarga. Mientras que en Bella Vista la conductividad medida asciende a 735 uS/cm, en El Quebrachal es de 1.510 uS/cm, en Esquina Norte 1.760 uS/cm y en El Telarito llega a 3.200 uS/cm.

Los acuíferos profundos contenidos en sedimentitas precuaternarias no han sido explorados en la zona de estudio, pero los antecedentes de perforaciones ubicadas en áreas hidrogeológicamente homologables indican una circulación subterránea muy reducida y un tiempo de permanencia consecuentemente alto, que produce la salinización de los acuíferos. La perforación de El Quebrachal constituye el único antecedente con buenos resultados desde el punto de vista físico-químico, pero lamentablemente se desconocen las características constructivas de la obra de captación.

5.2.6. Hidroquímica

Las consideraciones hidroquímicas se basan en los datos antecedentes y en los análisis físico-químicos realizados a muestras colectadas en los trabajos de campaña. Los resultados de los análisis, efectuados por el Laboratorio de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la provincia de Salta, se adjuntan como **Anexos 2.1, 2.2 y 2.3** y se han representado en el diagrama de Schoeller (**Anexo 3**). Se tomó como base para la determinación de la potabilidad, los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino Actualizado (Art. 982). La aptitud para riego se ha clasificado de acuerdo al diagrama de Wilcox (**Anexo 4**).

Acuíferos someros

El pozo excavado de la Familia Vera, en Esquina Norte, está ubicado en el área de influencia de una cañada conocida como "Bajo Grande" (**Figura 3**). La muestra no es apta para el consumo humano ya que excede los valores máximos de dureza, sulfatos, amoníaco y nitritos. Debe tenerse en cuenta que en el momento de extracción de la muestra, el pozo se encontraba sin operar por varios meses, por lo que los contenidos de amoníaco y nitritos pueden ser anormalmente altos:

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 1.300 | 1.500 |
| Dureza total (en mg/l de CaCO ₃) | 578 | 400 |
| Nitritos | 3,6 | 0,1 |
| Sulfatos | 590 | 400 |

En cuanto a su calificación para riego, posee alto riesgo de salinización y bajo riesgo de alcalinización del suelo (clase C3 – S1 en el diagrama de Wilcox, **Anexo 4**). No tiene limitaciones para el uso ganadero.

Acuíferos profundos

La perforación existente en la vecina localidad de El Quebrachal, a 11 km de Esquina Norte, brinda agua de una profundidad inferior a los 40 metros, de acuerdo a referencias de los pobladores. Se desconoce la ubicación de los filtros, pero probablemente el acuífero esté ubicado en sedimentitas de la Formación La Colina. El agua extraída es apta para consumo

humano desde el punto de vista fisico-químico, ya que no presenta excesos en los contenidos minerales. Su aptitud para riego es mediocre, ya que en el diagrama de Wilcox (**Anexo 4**) ocupa la clase C3 - S3, con alto peligro de alcalinidad y de salinidad.

Agua Superficial

Se extrajo una muestra de agua de la represa comunitaria; los resultados analíticos indican que el agua presenta limitantes para el consumo humano, principalmente por los excesos en hierro y nitritos. Tanto estas concentraciones iónicas como los tenores de color y la turbiedad están relacionados al elevado contenido de materia orgánica, producto del ingreso del ganado a la represa.

En cuanto a su uso para riego, el agua es de muy buena calidad, ya que de acuerdo al diagrama de Wilcox se clasifica como C2-S1: posee bajo peligro de salinización y el peligro de alcalinidad es moderado. No tiene limitantes para uso ganadero.

6. CONCLUSIONES

La demanda actual de agua potable de la comunidad de Esquina Norte es de 20.000 litros por día (200 litros/día/habitante).

La zona con probabilidades de albergar reservorios de agua subterránea somera (de calidad físico-química aceptable) se encuentra a 1.400 metros al norte de Esquina Norte, en las inmediaciones del cauce de la cañada conocida como "Bajo Grande". Las capas de interés se encuentran entre los 14 y los 30 metros de profundidad y el nivel freático puede estimarse entre 14 y 21 metros bajo boca de pozo.

Se desconoce la calidad de los reservorios de agua subterránea profundos en la comunidad en estudio, pero sobre la base de los antecedentes existentes en las inmediaciones, se estima que las probabilidades de encontrar agua apta para consumo humano son muy escasas.

Las probabilidades de alumbrar agua subterránea de buena calidad son mayores en la zona comprendida entre El Quebrachal y Bella Vista. El contenido salino del agua subterránea, somera y profunda, aumenta de sudoeste a noreste.

El agua extraída de la perforación de El Quebrachal es apta para consumo humano, por lo que podría ser conducida hasta la localidad de Esquina Norte mediante un acueducto.

Se considera que el agua superficial captada y almacenada en la represa comunitaria es indicada para el abastecimiento de agua potable y es la única apta para riego, por su bajo contenido de sales en solución.

La calidad físico-química del agua de la represa comunitaria puede ser mejorada sustancialmente evitando el ingreso del ganado a la represa. Para ello es necesario construir bebederos externos y un cerco perimetral. La capacidad de embalse puede duplicarse mediante el desbarrado; la construcción de un desarenador, previo al ingreso del agua a la represa, permitirá disminuir el ritmo de colmatación por sedimentos.

7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

La obra de captación propuesta es la construcción de un pozo excavado de carácter exploratorio, emplazado a 1.400 metros al norte de la escuela de Esquina Norte, sobre el camino que conduce al paraje El Jumial. (Figura 8).

Por tratarse de una zona anegadiza, se recomienda realizar un terraplén de por lo menos 1 metro de altura alrededor del pozo, con un radio de aproximadamente 5 metros.

La profundidad total de la obra se estima en 25 metros ($\pm 20\%$), con un diámetro interno de 1,00 metro. Las paredes serán calzadas con hormigón, a medida que se profundiza la excavación.

El nivel freático se estima a una profundidad no mayor a 22 metros bajo la superficie del terreno.

El revestimiento en la zona saturada se realizará mediante anillos de hormigón premoldeados, que se harán descender a medida que se profundice la excavación.

La profundización en la zona saturada, requerirá el empleo de bomba de achique del tipo “Flygt” (por los altos contenidos de sólidos en suspensión), con capacidad de elevación de no menos de 30 metros cúbicos por hora desde la profundidad indicada.

Actualmente no existe provisión de energía eléctrica en la comunidad de Esquina Norte, por lo que debe preverse la instalación de una fuente de generación.

Características constructivas del sistema

7.1. Pozo Excavado

7.1.1. *Profundidad:* 25 m ($\pm 20\%$).

7.1.2. *Diámetro:* 1,20 m.

7.1.3. *Revestimiento:* Zona no saturada: 0 – 22 m b.b.p.: Hormigón simple de 0,10 m de espesor, vaciado a medida que se profundiza
diámetro interno: 1,00 m.
Zona saturada: 22 – 25 m b.b.p.: Anillos de hormigón premoldeado de 0,80 de diámetro externo.

7.1.4. *Filtro de grava:* 0,3 metros cúbicos, instalados en el fondo del pozo, granometría acorde a la del acuífero.

7.1.5. *Equipo de impulsión:* Electrobomba sumergible.

7.2. Almacenamiento

7.2.1 *Tanque elevado*

7.3. Protección sanitaria de la obra:

7.3.1. *Cercado perimetral:* 40 metros lineales de alambrado romboidal, de 1,60 m de altura y portón de acceso.

7.3.2. *Pozo de bombeo:* Brocal de 1,00 m de altura, 1,00 m de diámetro interno y 0,30 m de espesor de pared, con tapa de hormigón.

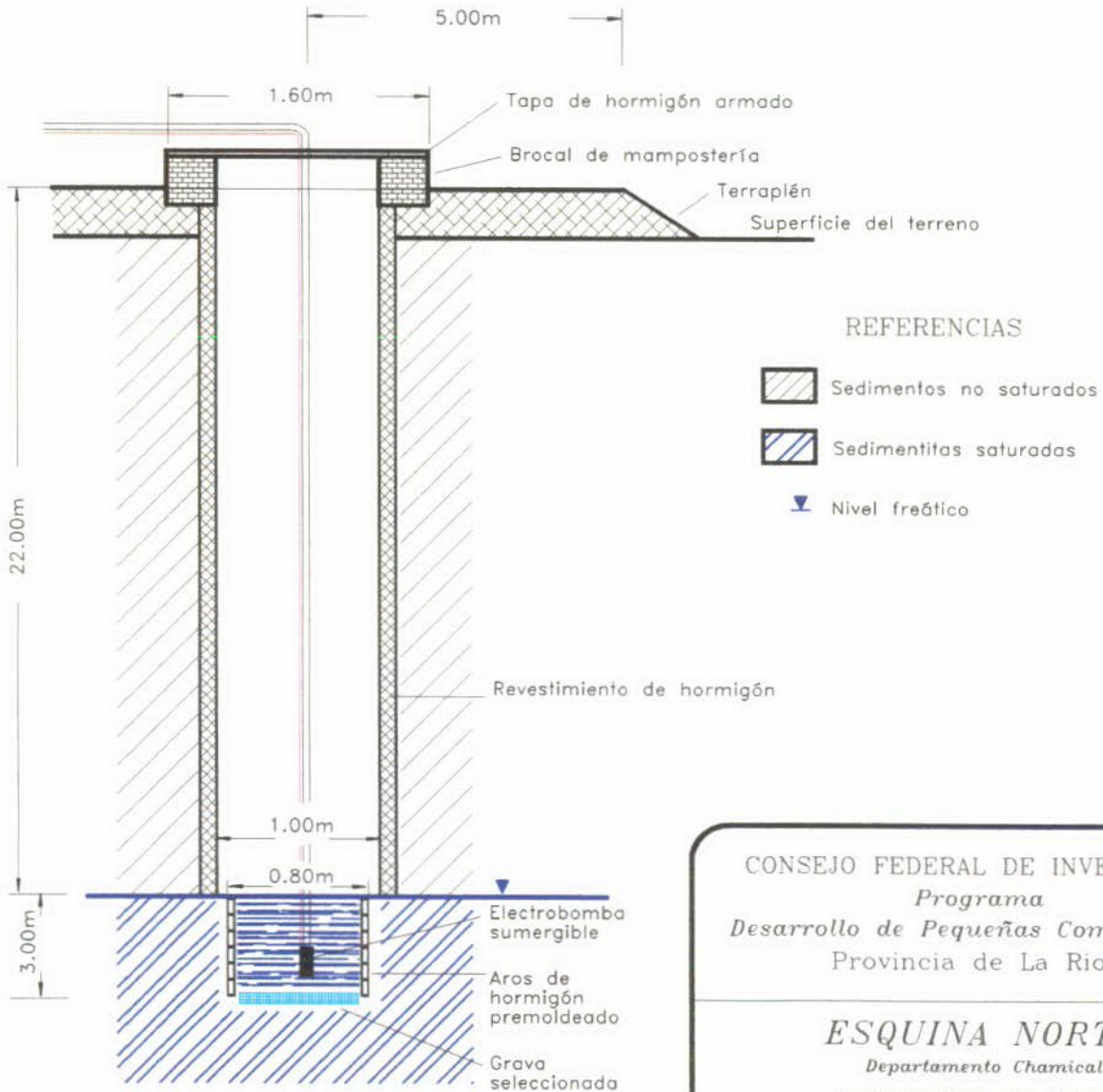


Figura 8

arch.: 07en-inf

07enproy

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

ESQUINA NORTE
 Departamento Chemical

PROYECTO DE OBRA

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

8. BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA DE LA RIOJA. Informes descriptivos de perforaciones. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Dirección Provincial de Aguas Subterráneas.
- ANUARIO ESTADISTICO DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA - 1986 - 1992. Ministerio de Producción y Desarrollo, Dirección General de Estadística. Tomo I. 370 p. La Rioja.
- CAMINOS, R., 1979. Descripción geológica de las Hojas 21 f, Sierra de Las Minas y 21 g, Ulapes. Boletín N° 172. 56 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.
- CASTAÑO, O.F., H.E. CRESPO, A. FARIAS, 1984. Estudio hidrogeológico de los Llanos Riojanos. Administración Provincial del Agua, Provincia de la Rioja. Versión Preliminar. La Rioja.
- FERNANDEZ, J. N. y O. F. CASTAÑO, 1992. Informe de hidrología e hidrogeología de los departamentos Rosario Vera Peñaloza y San Martín. Provincia de La Rioja. A.DeZ.A. - G.T.Z. 22p. Gobierno de la Provincia de La Rioja, Ministerio de Producción y Desarrollo.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, 1993. Hoja Topográfica 3166-09 – Chamental, escala 1:100.000. Buenos Aires.
- NUÑEZ, C. H. y R. E. OTTONELLO, 1997. Programa de perforaciones Provincia de La Rioja. Proyecto. Decreto N° 219/97. Ministerio de Desarrollo de la Producción y Turismo. Administración Provincial del Agua. Dirección General de Manejo de Cuencas. La Rioja. 66p.
- SORSUR, ADEZA-GTZ, INTA, 1995. Curso-Taller de Capacitación para Tractoristas, Documento de Referencia. Chepes, La Rioja.
- VANDER VELPEN, 1988. RESIST versión 1.0. ITC. Msc. Research Project. Delft.
- ZUZEK, A.B., 1978. Descripción geológica de la Hoja 18f, Chamental. Boletín N° 161. 34 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.

ANEXOS

1. Sondeos Eléctricos Verticales

1.1. SEV 7

1.2. SEV 8

1.3. SEV 9

1.4. SEV 10

2. Planillas de Análisis Químicos

2.1. Perforación de El Quebrachal

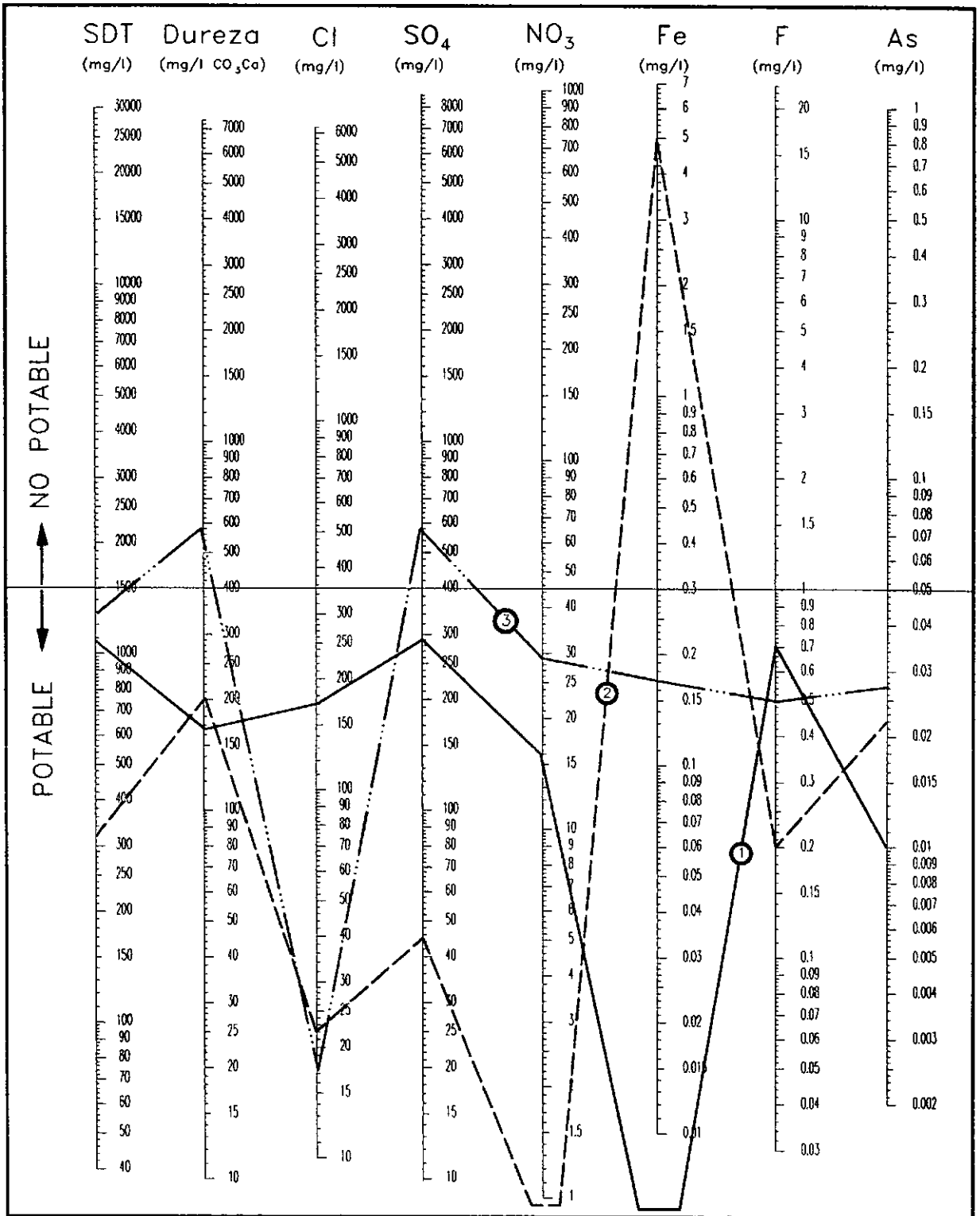
2.2. Represa Esquina Norte

2.3. Pozo Excavado Familia Vera

3. Diagrama de Schoeller

4. Diagrama de Wilcox

ANEXO 3



REFERENCIAS

- ① Perforación El Quebrachal
- ② Represa Esquina Norte
- ③ Pozo excavado Familia Vera

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

ESQUINA NORTE
Departamento Chemical

DIAGRAMA DE SCHOELLER

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

ANEXO 2.1

ANALISIS QUIMICO: Perforación El Quebrachal

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 1080 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 280 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 167 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | <1 | 5 | 10 | | |
| pH | 7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.2 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 1510 | 2000 | | | |
| Sodio | 325 | | | | |
| Potasio | 2.8 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 58 | | | | |
| Magnesio | 5.3 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 170 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 342 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 290 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | nsd | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniac | 0.04 | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 16 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.7 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 2.9 | Cloruros | 4.8 | 5.0 |
| Magnesio | 0.4 | Sulfatos | 6.0 | |
| Sodio | 14.1 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 5.6 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.3 | |
| Total | 17.5 | Total | 16.7 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028840 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino

Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2.2

ANALISIS QUIMICO: Represa de Esquina Norte

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 310 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 183 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 202 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 25 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.8 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 315 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 513 | 2000 | | | |
| Sodio | 16 | | | | |
| Potasio | 14 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 61 | | | | |
| Magnesio | 12 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 22 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 223 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 45 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 5.1 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.03 | 0.2 | | | |
| Nitritos | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 0.7 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.2 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.022 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 3.0 | Cloruros | 0.6 | -2.8 |
| Magnesio | 1.0 | Sulfatos | 0.9 | |
| Sodio | 0.7 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.4 | Bicarbonatos | 3.7 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 5.1 | Total | 5.2 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 027783 - 15/07/98

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2.3

ANALISIS QUIMICO: Pozo excavado Familia Vera

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 1300 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 337 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 578 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 11 | 5 | 10 | | |
| pH | 7.1 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.8 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 1760 | 2000 | | | |
| Sodio | 210 | | | | |
| Potasio | 10 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 205 | | | | |
| Magnesio | 16 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 17 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 411 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 590 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.17 | 0.3 | | | |
| Manganeso | 0.3 | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 17 | 0.2 | | | |
| Nitritos | 3.6 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 29 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.5 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.027 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

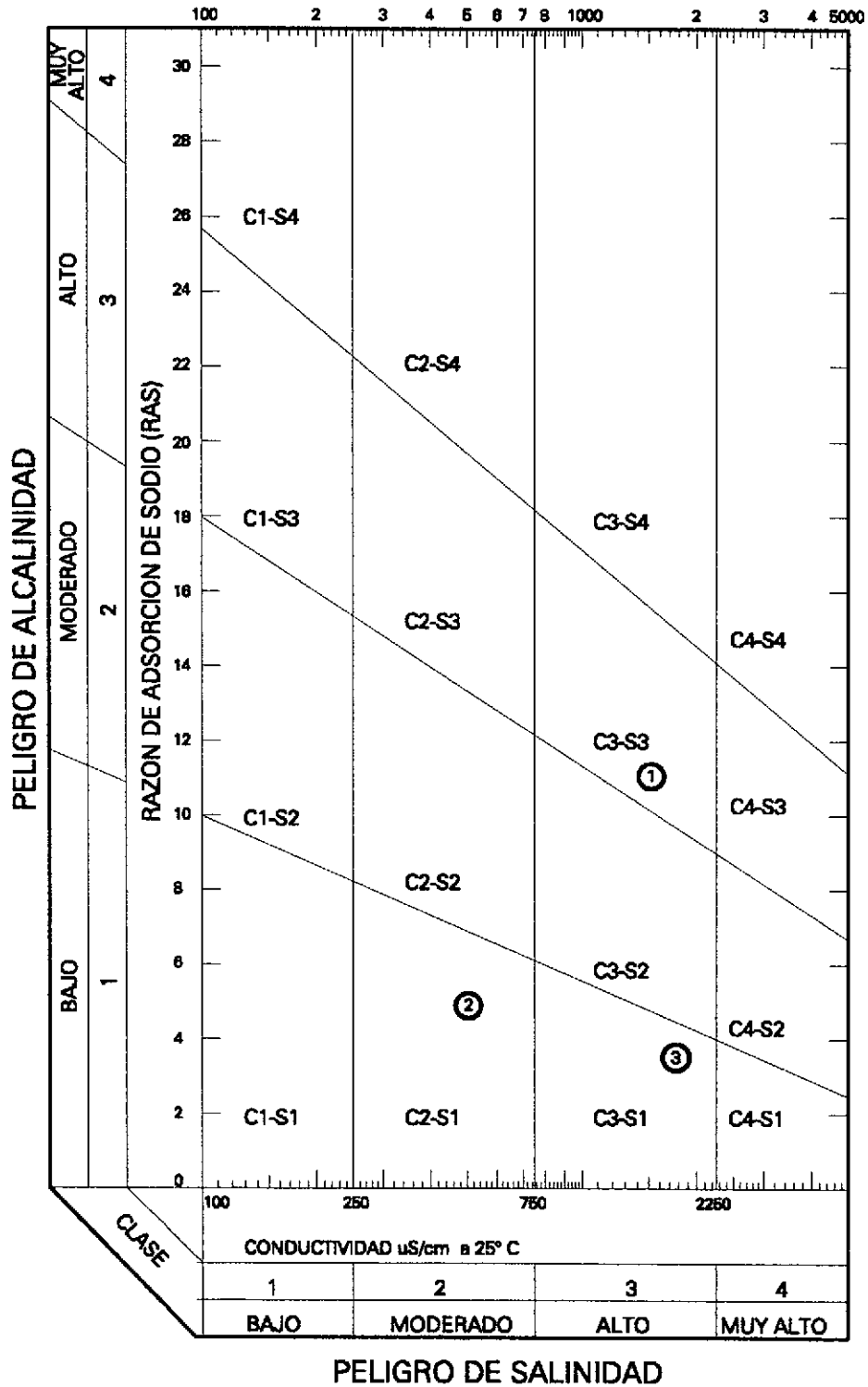
| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 10.2 | Cloruros | 0.5 | 4.7 |
| Magnesio | 1.3 | Sulfatos | 12.3 | |
| Sodio | 9.1 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.3 | Bicarbonatos | 6.7 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.5 | |
| Total | 20.9 | Total | 20.0 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028836 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 4



REFERENCIAS

- ① Perforación El Quebrachal
- ② Represa Esquina Norte
- ③ Pozo excavado Familia Vera

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

ESQUINA NORTE
Departamento Chemical

DIAGRAMA DE WILCOX

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

PROVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

**ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION
DE FUENTES DE AGUA
EN LA COMUNIDAD DE**

- EL QUEBRACHAL -

*DEPARTAMENTO CHAMICAL
PROVINCIA DE LA RIOJA*

Abril de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

DR. ANGEL EDUARDO MAZA

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE LA RIOJA

MINISTRO DE DESARROLLO DE LA PRODUCCION Y EL TURISMO

ING. JORGE BENGOLEA

COORDINADOR EJECUTIVO U.F.I.

LIC. ANTONIO DOMINGO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE LA RIOJA

ADMINISTRADOR DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

GEOL. MIGUEL MOYANO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

RESPONSABLE TECNICO

LIC. RAUL PEREZ SPINA

Autor: *Guillermo A. Baudino*

INDICE

INTRODUCCION

1. LOCALIZACION
2. CARACTERIZACION FISICA
3. SINTESIS POBLACIONAL
4. PROVISION DE AGUA ACTUAL
5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
6. CONCLUSIONES
7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION
8. BIBLIOGRAFIA

FIGURAS

1. Mapa de Ubicación General
2. Precipitaciones Medias Mensuales
3. Mapa Topográfico
4. Mapa Geológico
5. Fotografía de la escuela de El Quebrachal
6. Perfil A - A' y ubicación de Sondeos Eléctricos Verticales
7. Proyecto de Obra

ANEXOS

1. Planillas de Sondeos Eléctricos Verticales
2. Planillas de Análisis Químicos
3. Diagrama de Schoeller
4. Diagrama de Wilcox

INTRODUCCION

Marco General del Estudio

El presente trabajo se lleva acabo mediante un contrato realizado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscrito, dentro del Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades. Con el presente informe se cumple con lo estipulado en el contrato (Expte. 3221 ALC IV) anteriormente mencionado.

Objetivos

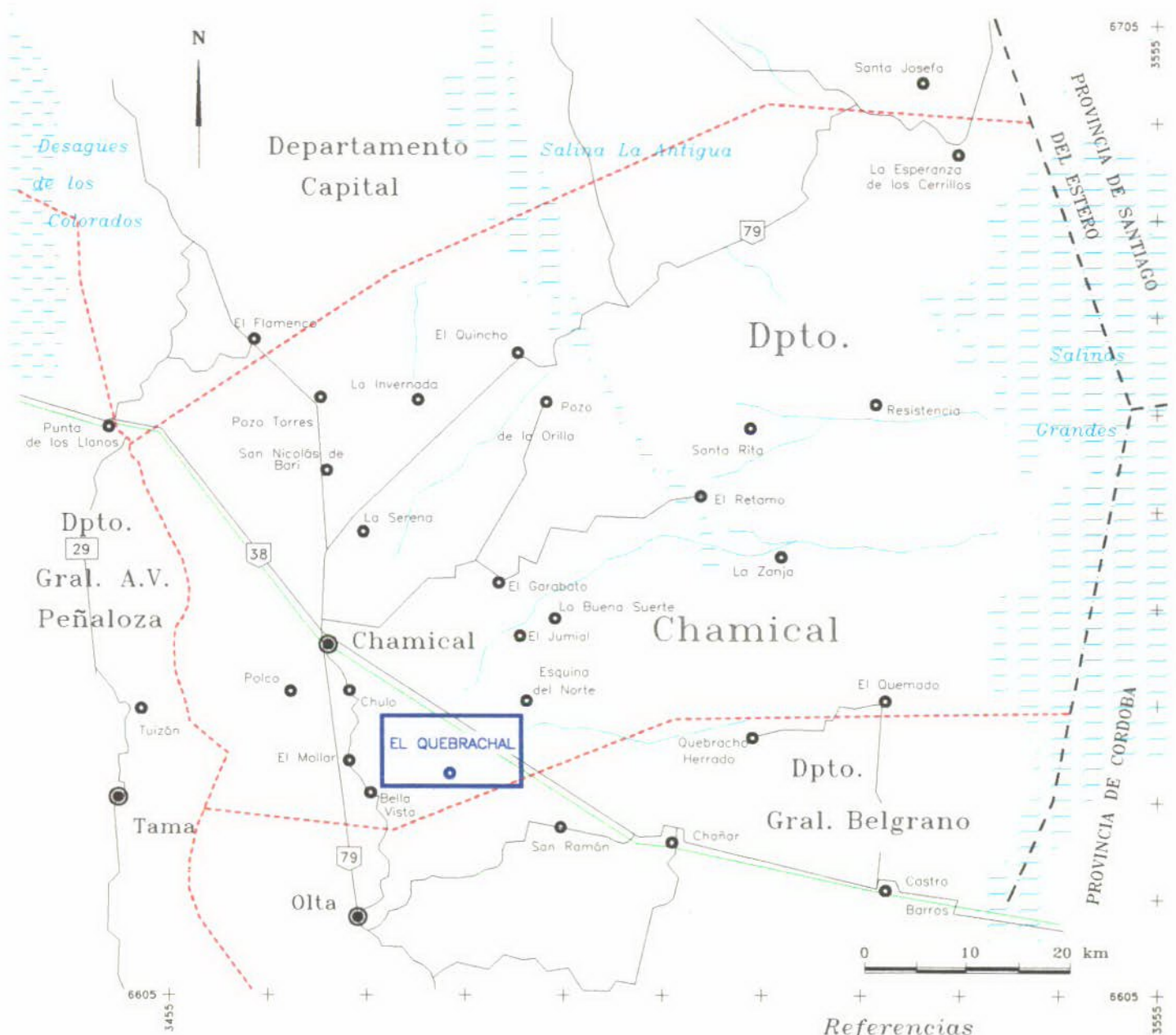
Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base con el fin de ubicar posibles fuentes de aprovisionamiento de agua subterránea y/o superficial y elaborar un proyecto de captación que sea viable y justificable de acuerdo a las necesidades y las características físicas del medio.

1. LOCALIZACION

La zona de estudio, se encuentra a 169 km al sur de la ciudad de La Rioja, en el Departamento Chamental. Las coordenadas de la localidad son $30^{\circ} 25' 24,9''$ de latitud sur y $66^{\circ} 05' 28,6''$ de longitud oeste.

Partiendo de la capital provincial, se accede por la Ruta Nacional N° 38 (asfaltada) hasta la ciudad de Chamental. Por la misma ruta, a 22 kilómetros al sureste de Chamental, se encuentra el paraje La Llanura, desde donde se recorren -hacia el sudoeste- 7 km por un camino vecinal que lleva a El Quebrachal.

Otra vía de acceso, partiendo de la ciudad de Chamental, es la Ruta Nacional N° 79. Desde esta ruta asfaltada, 15 km al sur de la capital departamental, se toma un camino vecinal hacia el naciente por el cual - pasando por la localidad de Bella Vista - se transitan 11 km hasta llegar a El Quebrachal (**Figuras 1 y 3**).



Referencias

- + 6460 Coordenadas Gauss-Kruger
- - - Límite Provincial
- - - Límite Departamental
- ~ Camino Vecinal
- 29 Ruta Provincial
- 141 Ruta Nacional
- F.F.C.C.
- Puesto - Localidad
- Capital del Departamento
- LOCALIDAD RELEVADA

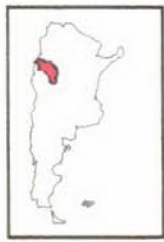
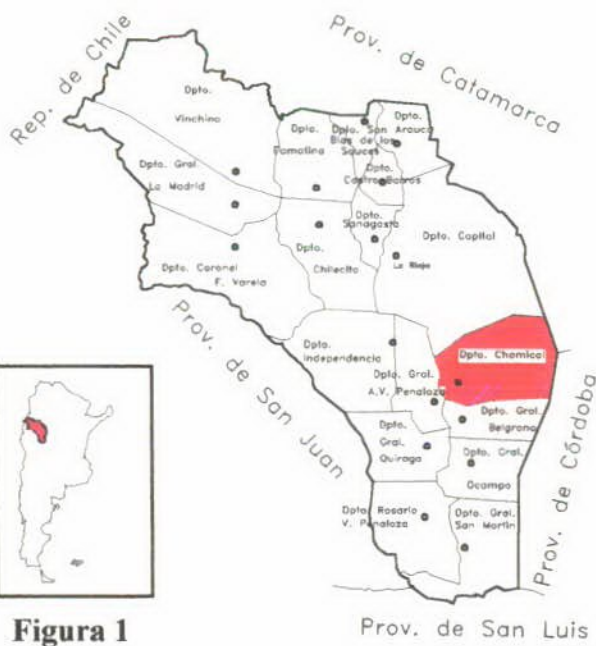


Figura 1

arch.: 08eq-inf

08equbic

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL QUEBRACHAL
 Departamento Chemical

UBICACION GENERAL

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. Clima

La estación meteorológica más cercana a la zona de estudio se ubica en Chamental y es operada por el Servicio Meteorológico Nacional. Los datos que se adjuntan en la **Figura 2** corresponden al período 1921 – 1950 (Zuzek, 1978).

El clima de la comarca es desértico caluroso, con precipitación pluvial por debajo del límite de sequía, un período más seco en invierno y una temperatura media anual superior a los 18 °C. Las temperaturas medias de invierno y estivales oscilan entre los 10 y 12 °C y los 24 y 26 °C respectivamente. Las temperaturas mínimas y máximas absolutas oscilan entre los -5 y -7 °C y los 46 y 47 °C respectivamente. El índice más claro del riguroso clima existente, lo muestra la gran amplitud térmica diaria media que es del orden de 35 °C. Predominan los vientos del este y noreste (Zuzek, 1978).

Con respecto a las lluvias, la lámina media anual de agua caída es de 316 mm y el 90% de las mismas se concentra entre los meses de Noviembre y Abril (**Figura 2**).

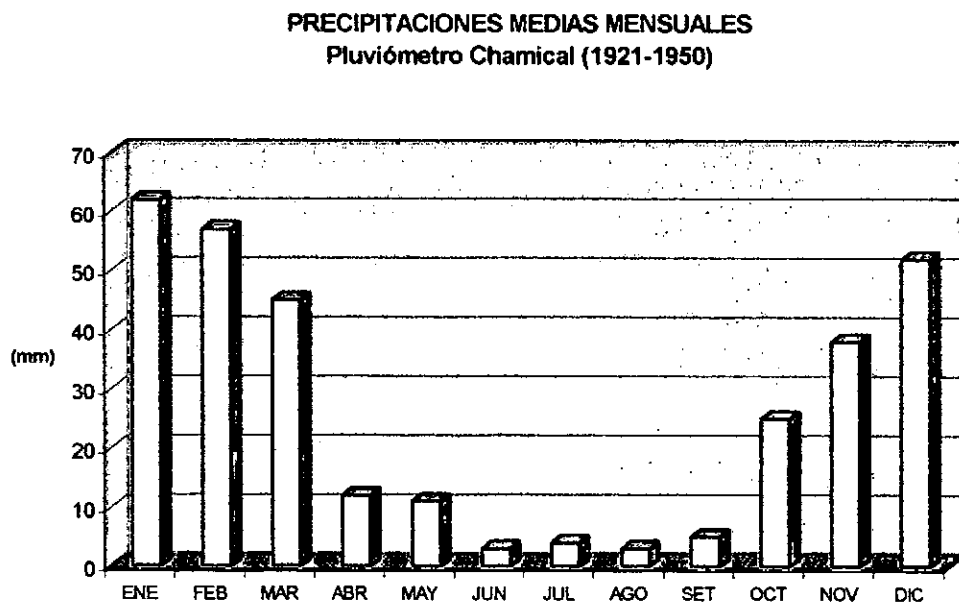


Figura 2

En el histograma se observa que, al estar concentradas las precipitaciones en tres meses de verano, en el resto del año se produce una drástica disminución de la lámina de agua, generando intensas sequías.

2.2. Vegetación y Suelos

La vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica de “Monte”, con un claro predominio de “xerófitas”, como consecuencia de un clima seco con veranos cálidos e inviernos benignos, suelos arenosos y la escasa altura sobre el nivel del mar (450 m s.n.m.). Existen asociados tres estratos principales: un estrato arbóreo de altura moderada, uno arbustivo y uno compuesto por plantas herbáceas y cactáceas.

Las especies arbóreas más comunes y en orden de importancia son: el quebracho blanco, algarrobo negro, algarrobo blanco, retamo, espinillo, tala, tintitaco, brea y mistol. Los arbustos y subarbustos predominantes son la jarilla, chañar, piquillín, lata, tusca y garabato. Por último, las herbáceas más comunes son las gramíneas del género *Stipa* (pastos duros). En las zonas serranas, disminuye la cantidad de especies arbóreas, que solo se concentran en las quebradas por la mayor humedad. Fuera de las quebradas predominan los arbustos espinosos, mientras que en la zona de cumbres los matorrales y las gramíneas superan a las especies arbóreas. Los suelos de la región, indican un desarrollo precario, siendo clasificados como *sierosem*, o sea, suelos semidesérticos grises.

Las rocas ígneas y metamórficas de la zona serrana, las rocas paleozoicas, los asomos de sedimentitas terciarias y los loes, limos y arenas del Cuaternario, son las principales rocas madres de los suelos, originando suelos de colores castaño pálido, amarillentos o rosados, arenosos, sueltos, carentes de humus y con niveles carbonáticos someros.

2.3. Fisiografía

El relieve está caracterizado por la presencia de la sierra de Los Llanos, al oeste de la zona de estudio, al pie de la cual se extiende la planicie conocida como los Llanos Orientales (**Figura 3**).

La sierra de Los Llanos alcanza una altitud de 1.500 m s.n.m. y posee una disposición elongada en sentido norte-sur. El perfil transversal a la sierra es asimétrico, con una ladera oriental de pendientes muy pronunciadas y una ladera occidental que inclina suavemente hacia el oeste.

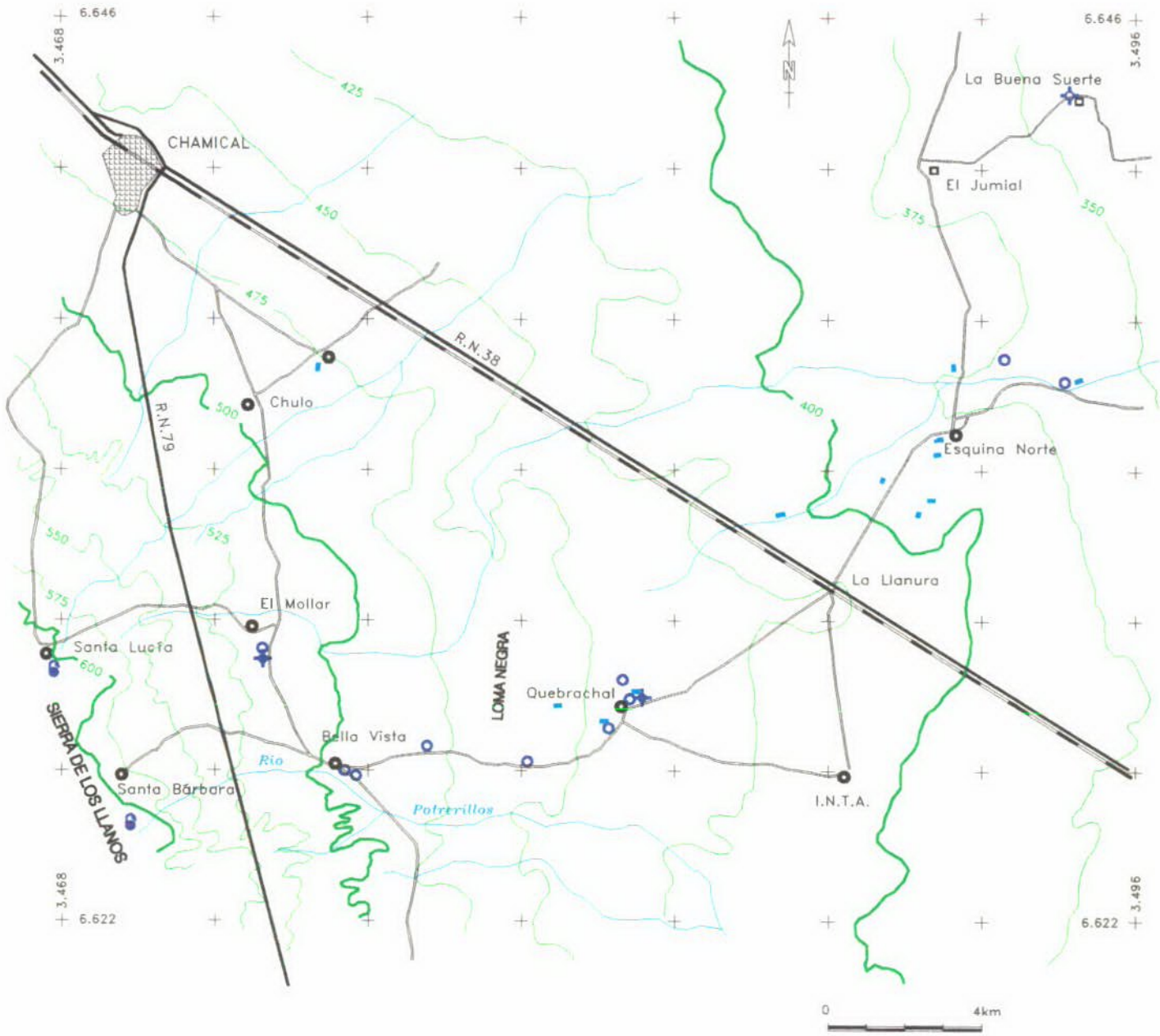
La llanura que se desarrolla al este de la sierra, Llanos Orientales, posee una altitud de 650 m s.n.m. en el pie de la sierra, disminuyendo hacia el noreste hasta los 275 m s.n.m. en las Salinas Grandes (**Figura 1**).

2.4. Hidrografía

Los cursos fluviales son en su totalidad de carácter temporario y el escurrimiento solo se produce durante la época de lluvias. El drenaje de zona de estudio aporta a la cuenca endorreica de las Salinas Grandes.

En la zona serrana las cuencas imbríferas poseen superficies muy reducidas, ya que se desarrollan en la ladera oriental de la sierra de Los Llanos, caracterizada por una pendiente muy abrupta. Existen algunos manantiales permanentes, como los de Santa Bárbara y Santa Lucía (**Figura 3**), que son captados en su totalidad para aprovisionamiento de agua potable y riego de las comunidades aledañas.

En la llanura el escurrimiento superficial es de carácter difuso y los cauces se encuentran secos la mayor parte del año, escurriendo únicamente cuando se producen lluvias torrenciales en la época estival.



REFERENCIAS








- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  | Zonas urbanas |  | Puesto-Localidad |
|  | Ríos temporarios |  | Vertiente |
|  | 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger |  | Pozo excavado |
|  | 400 Curva de nivel acotada |  | Perforación funcionando |
|  | Ruta Nacional |  | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |
|  | Camino vecinal |  | Represa |
|  | Ferrocarril | | |

Figura 3

arch.: 08eq-inf

08eqtopo

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL QUEBRACHAL
Departamento Chamical
MAPA TOPOGRAFICO

CONTRATO DE OBRA - Exple. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2.5. Geología Regional

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales. Esta Provincia Geológica se caracteriza por la presencia de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, de edades precámbricas, paleozoicas y cenozoicas.

Las rocas más antiguas están constituidas por granitos, tonalitas, granodioritas, migmatitas, esquistos y gneises que conforman el basamento cristalino y afloran en la mayor parte de las sierras de Los Llanos. Todas estas rocas son de edad incierta, pero con seguridad pre-carboníferas y reciben los nombres de Formación Olta, Tama, Chepes, Las Asprezas y Ulapes (Castaño *et al.*, 1984).

Sobre el basamento se asientan en discordancia las sedimentitas del Grupo Paganzo. La base está constituida por areniscas arcósicas, conglomerados, lutitas y limolitas grisáceas pertenecientes a la Formación Malanzán, de edad Carbónica; los afloramientos son de pequeña extensión y se restringen al pie de la sierra de Los Llanos. Suprayace la Formación La Colina, de edad Pérmica, que aflora en varias lomadas al naciente las serranías. La entidad es correlacionable con las formaciones Patquía, La Cuesta y Orcobola (Castaño *et al.*, 1984) y está constituida por conglomerados y areniscas arcósicas friables a compactas de colores rojizos.

Los afloramientos de edad terciaria son conglomerados y areniscas cuarzosas y arcósicas, calcáreas, en parte arcillosas, friables y de colores claros, pertenecientes a la Formación Los Llanos (Plioceno). En la zona de estudio pueden observarse estas sedimentitas en las elevaciones situadas al sureste de Esquina Norte, denominadas "Bordos" por los lugareños, donde afloran además capas de yeso subhorizontales.

Por último, los sedimentos de edad cuaternaria, están representados por depósitos eólicos y fluviales (Pleistoceno, Formación Chamental) y depósitos aluviales (Holoceno). Los primeros constituidos por arenas, limos (loess) y conglomerados semiconsolidados, mientras que los segundos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas.

La estructura de la comarca está caracterizada por la emergencia de un bloque de basamento cristalino, las sierras de Los Llanos, elevado por fracturas regionales de rumbo norte-sur. Estas se presentan mejor expuestas en el borde oriental del bloque, que se encuentra volcado al oeste, como consecuencia de ascensos asimétricos (Castaño *et al.*, 1984). Las serranías se consideran como bloques positivos debido a movimientos tectónicos precarbónicos (Zuzek, 1978).

Las sedimentitas carbónicas y pérmicas se disponen adosadas al basamento cristalino, en los bordes de las serranías, y sobre las mismas se encuentran los estratos de Los Llanos, afectados por basculamientos y suaves pliegues generados por el reactivamiento de las estructuras paleozoicas (**Figura 4**).

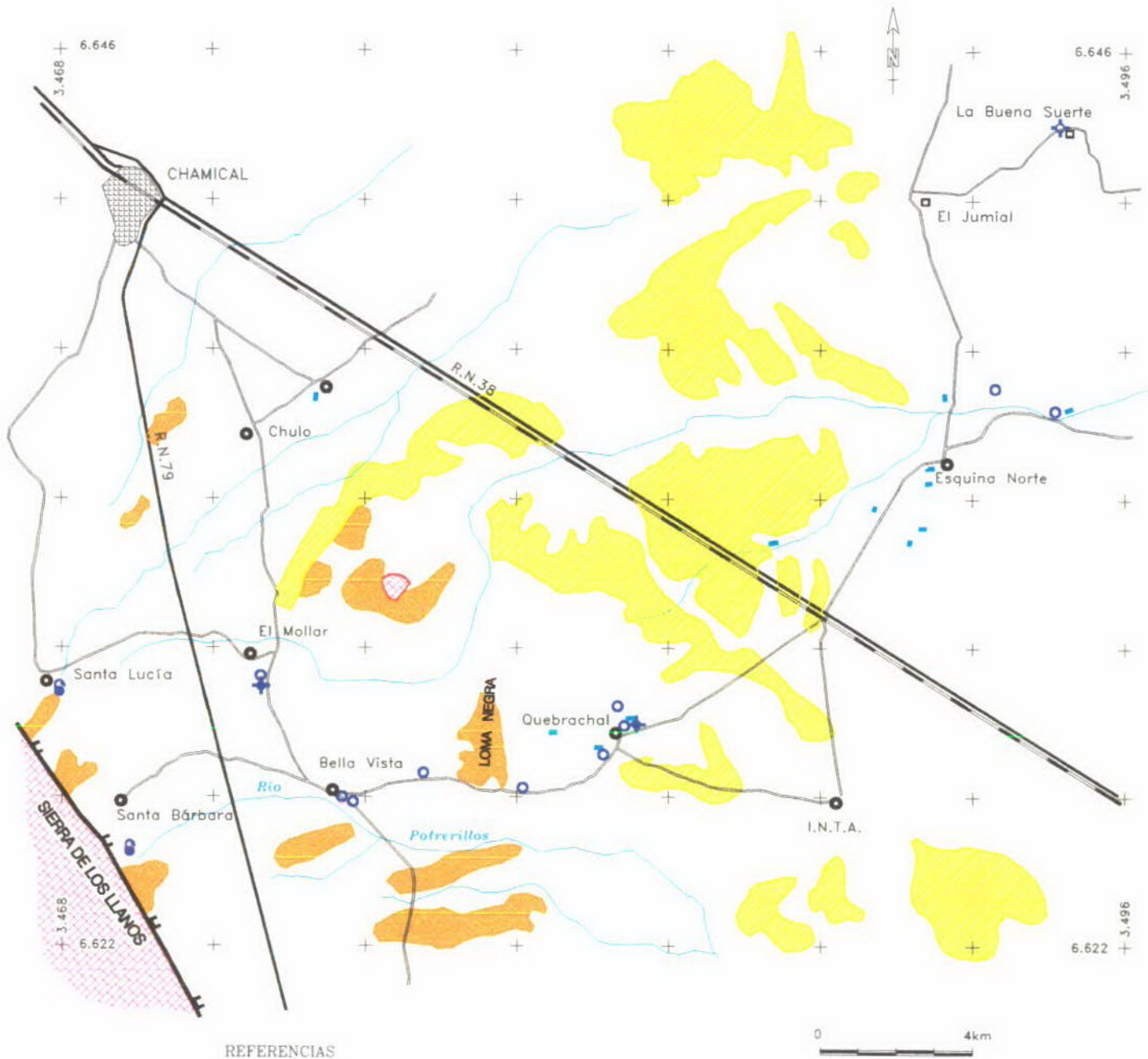
2.6. Geomorfología

En el área de estudio pueden diferenciarse dos ámbitos geomorfológicos principales: el de **montaña** y el de **llanura**.

En la zona montañosa, gobiernan procesos de erosión fluvial a causa de la concentración del escurrimiento superficial en ríos y arroyos, que por las elevadas pendientes y torrencialidad durante las lluvias, inciden fuertemente en el paisaje local. El flanco oriental de la sierra de Los Llanos posee una red de drenaje muy poco desarrollada, debido a lo abrupto de la pendiente.

El ambiente de llanura, los Llanos Orientales, es considerado como planicie de erosión y acumulación; en este ambiente no existen cursos de agua permanentes y solo temporalmente, durante lluvias torrenciales, se produce un escurrimiento difuso cuyos cauces varían en cada verano. La acción del viento contribuye a la modelación debido a que los suelos se encuentran frecuentemente desprovistos de humedad y cobertura vegetal.

Aisladas en la llanura, o bien adosadas a la zona serrana, se encuentran **lomadas** conformadas por sedimentitas paleozoicas y pliocenas, que han sido disectadas por la erosión posterior a los movimientos tectónicos terciarios y constituyen relictos de una cubierta, antiguamente más extensa (Castaño *et al.*, 1984).



REFERENCIAS

- | | | | |
|--|--------------------------------------------|--|-----------------------------------------------|
| | Sedimentos Cuaternarios | | Zonas urbanas |
| | Sedimentitas Terciarias (Fm.Los Llanos) | | Rfos temporarios |
| | Sedimentitas P&ermicas (Fm.La Colina) | | 6.646 Coordenadas Gauss-Kruger |
| | Basamento Cristalino (Fm.Chepes + Fm.Olta) | | Ruta Nacional |
| | Falla con indicación de labio hundido | | Ferrocarril |
| | Rumbo y Buzamiento de la estratificación | | Camino vecinal |
| | Represa | | Puesto-Localidad |
| | | | Pozo excavado |
| | | | Perforación funcionando |
| | | | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL QUEBRACHAL
Departamento Chamical
MAPA GEOLOGICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 4

arch.: 08eq-inf

08eqgeo

3. SINTESIS POBLACIONAL

La localidad de El Quebrachal cuenta con una población de 40 habitantes aproximadamente, cuya principal actividad productiva es la ganadería. La cría de ganado vacuno está destinada principalmente a la comercialización, mientras que cabras, cerdos y aves de corral se destinan al autoconsumo. Desde el punto de vista administrativo depende del Municipio de Chamental, capital del Departamento del mismo nombre.

A la escuela (Figura 5) concurren 30 alumnos, la mitad de los cuales proviene de los parajes vecinos. La institución escolar es de orientación rural (posee una huerta, animales de granja y colmenas) y constituye el centro de reunión comunitaria, ya que las familias se encuentran dispersas en un radio de aproximadamente 1 kilómetro. En general las viviendas son de tipo precario y se encuentran en construcción, mediante un plan municipal, dos casas de material sólido.

El servicio de transporte de pasajeros tiene frecuencia diaria y pasa a 7 kilómetros del poblado, por la Ruta Nacional N° 38, o bien a 11 kilómetros por la Ruta Nacional N° 79. Los caminos vecinales que conectan la localidad con las rutas asfaltadas suelen deteriorarse seriamente en la época de lluvias. En casos de urgencias de salud, la carencia de centro de primeros auxilios y de medios de comunicación torna crítica la situación.

La fuente de empleo local más importante es la administración pública, ya que hay 2 empleados municipales, la ordenanza de la escuela y 4 puestos de trabajo en programas de empleo transitorios. Las actividades de aprovechamiento forestal que dieron origen al asentamiento (extracción de leña, confección de postes y fabricación de carbón) han sufrido una retracción casi total, debido a la sobreexplotación del monte natural. Por otra parte, la disminución de los precios de la carne, tanto vacuna como caprina, hace que la actividad ganadera sea muy poco rentable. Por esta razón, una parte importante de los habitantes emigra en búsqueda de fuentes de trabajo.

4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

Los habitantes de la comunidad de El Quebrachal se abastecen de agua en forma individual, a partir de represas familiares, o bien la extraen de pozos excavados.

El agua de las represas en general no es potable, debido al exceso de color, turbiedad, nitritos y hierro. Por el contrario el contenido de sólidos disueltos totales es muy bajo, lo que la hace especialmente apta para riego de huertas.

Cuando se agotan las reservas de las represas, los pobladores utilizan el agua de pozos excavados familiares, cuyos niveles freáticos se encuentran entre 6 y 12 metros de profundidad. El agua freática posee limitantes en su potabilidad, especialmente debido al exceso de hierro y nitritos, lo que es indicativo de contaminación orgánica, pero posee un contenido de sólidos disueltos aceptable.

En general el agua consumida no recibe tratamiento alguno. Esto significa un alto riesgo sanitario, tanto en el caso de las represas como en el caso de los pozos excavados, por la contaminación orgánica detectada.

En el mes de enero de 1999 fue realizada una perforación por encargo del Municipio de Chamental, cuyos resultados deben aún evaluarse. Se extrajo en forma manual una muestra de agua, que es potable desde el punto de vista físico-químico.

Además de la perforación se encuentra en construcción, por parte del Municipio de Chamental, un acueducto de 11 kilómetros, desde la localidad de Bella Vista, que proveerá a las familias residentes a lo largo del camino vecinal que une El Quebrachal con la Ruta Nacional N° 79. Bella Vista se abastece de agua mediante una captación superficial situada al pie de la sierra de Los Llanos y posee un pozo excavado por Obras Sanitarias de la Nación en el año 1947, que brinda agua apta para consumo humano.

Por otra parte existe un proyecto de conducir agua mediante cañerías desde El Quebrachal hacia el noreste, siguiendo el camino que une la comunidad en estudio con la R.N. N° 38.

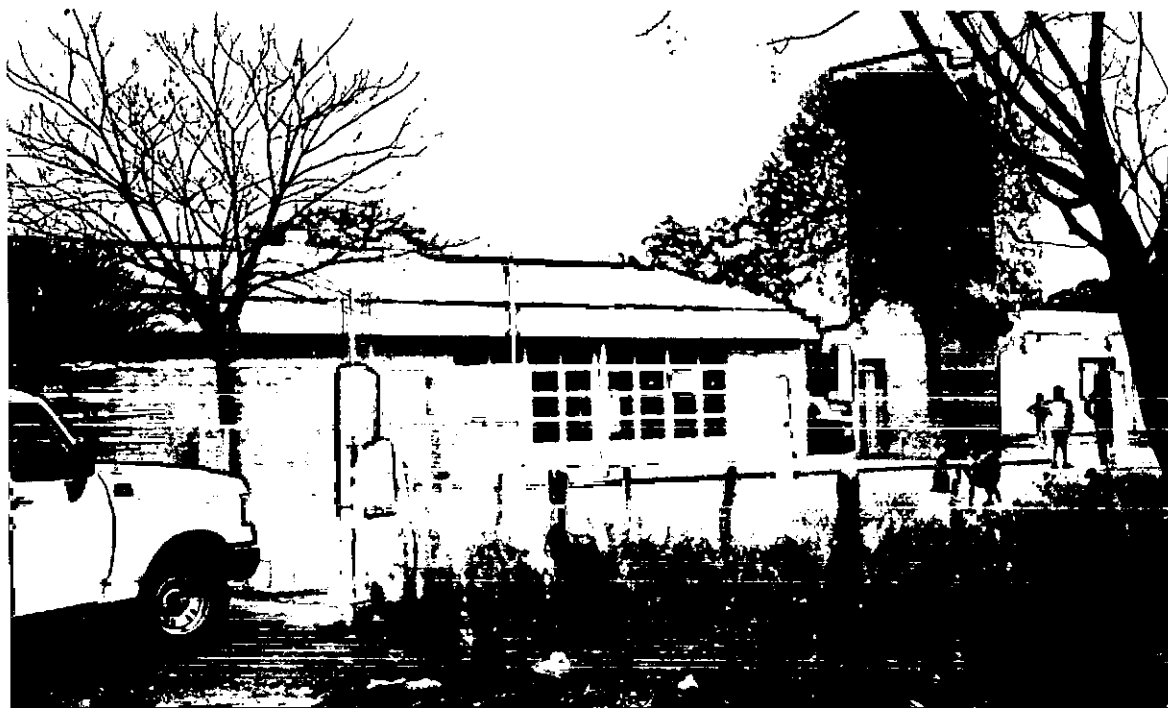


Figura 5: Fotografía de la escuela de El Quebrachal.

5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. Agua superficial

No existen ríos o arroyos permanentes en las cercanías y el escurrimiento superficial es de carácter difuso y temporario; solo se produce durante la época de lluvias, entre Noviembre y Marzo. A pesar de ello constituye una fuente de aprovisionamiento importante para la comunidad de El Quebrachal, tanto para uso pecuario como para consumo humano, gracias al sistema de captación y almacenamiento mediante represas.

5.2. Agua subterránea

El estudio de los recursos hídricos subterráneos se llevó a cabo teniendo en cuenta los antecedentes disponibles de investigaciones hidrogeológicas regionales, así como de captaciones existentes de acuíferos someros y profundos. Se realizaron mediciones geoelectricas como apoyo a la interpretación de la geología de subsuelo.

A través de la integración de esta información se realizan consideraciones hidroestratigráficas y se propone un modelo de circulación hídrica subterránea.

Se caracterizan además los recursos hídricos existentes desde el punto de vista hidroquímico, sobre la base de datos antecedentes y de los análisis físico-químicos efectuados a muestras extraídas en campaña.

5.2.1. Antecedentes

Existe un estudio de hidrogeología regional, de carácter preliminar, realizado por la Administración Provincial del Agua, de la Provincia de La Rioja (Castaño *et al.*, 1984), en el cual se describen las características más sobresalientes de los recursos hídricos subterráneos de los Llanos Riojanos.

5.2.2. Captaciones existentes

Acuíferos someros

En la zona de estudio se capta el acuífero libre mediante pozos excavados a mano, cuyas profundidades varían entre 8 y 15 metros. En general poseen brocal y están calzados con hormigón o ladrillos desde superficie hasta llegar a roca firme.

El acuífero freático está alojado en la base de los sedimentos modernos y en parte en el techo de areniscas rojizas compactas pertenecientes a la Formación La Colina, de edad Pérmica (Zuzek, 1978). La calidad química es buena, ya que el total de sólidos disueltos es menor a 1.000 mg/l, aunque presentan evidencias de contaminación orgánica (**Anexo 2.2**).

Acuíferos profundos

Los antecedentes de la perforación realizada en la escuela de Bella Vista indican que agua extraída de sedimentitas pérmicas entre los 94,3m y 94,8m y entre los 125m y 126m bajo boca de pozo contenía una elevada mineralización, lo que la hacía inapta para todo uso.

En la localidad de El Quebrachal hay una perforación entubada en 6 pulgadas, que de acuerdo a los pobladores tendría 60 metros de profundidad (no se dispone de antecedentes de la obra). La perforación cuenta con electrobomba sumergible, accionada mediante un grupo generador perteneciente a la escuela de El Quebrachal y el agua obtenida es potable desde el punto de vista físico-químico (**Anexo 2.1**).

5.2.3. Geoeléctrica

Se realizaron 5 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), que se llevaron a cabo con un equipo bicomensador de corriente continua con lectura simultánea de intensidad y diferencia de potencial. Se usaron electrodos de acero inoxidable para la emisión de corriente y electrodos de cobre en solución saturada de sulfato de cobre para el registro de la diferencia de potencial. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1000 metros de longitud. Como fuente de energía se utilizó un conjunto de baterías de 9 voltios, que conectadas alcanzan un valor máximo de 540 voltios.

La prospección geoeléctrica se llevó a cabo por el método del SEV, con dispositivo electródico Schlumberger de constante geométrica $K = \pi * ((AM * AN)/(MN))$.

Las longitudes de AB fueron variables entre 400 y 800 metros. Las separaciones entre los electrodos de potencial MN, variaron entre 1 y 100 m.

Las curvas de campo (adjuntas como **Anexos 1.1 a 1.5**) se interpretaron con el programa Resist 1.0 de Vander Velpen, 1988. La ubicación de los SEV en planta y su integración a un perfil hidroestratigráfico se observa en la **Figura 6**.

5.2.4. Hidroestratigrafía

Rocas de edad precarbonífera (Fm. Chepes y Fm. Olta): Constituyen el basamento cristalino y en subsuelo su permeabilidad mínima las convierte en basamento hidrogeológico.

En las sierras de Los Llanos por el contrario, la meteorización produce una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento del agua de las precipitaciones estivales. Por este motivo se generan vertientes, en los flancos de la sierra, que constituyen valiosos recursos, tanto por su calidad hidroquímica como por la permanencia de sus caudales durante la época de sequía.

Sedimentitas del Paleozoico Superior (Fm. La Colina): Estas rocas afloran en las inmediaciones de la localidad de Bella Vista, en elevaciones de relieve suave como en el paraje "Loma Negra" (**Figura 4**). Las capas se presentan adosadas al basamento cristalino, con buzamientos suaves hacia el este. En la mayor parte de la región de Los Llanos, las propiedades hidrogeológicas de los estratos paleozoicos hacen que se las considere basamento hidrogeológico, tanto por su composición granulométrica como por la abundante presencia de sustancias mineralizantes (Castaño *et al.*, 1984). Sin embargo, en la zona situada entre Bella Vista y El Quebrachal, de acuerdo a Zuzek (1978), a las referencias de pobladores y a observaciones de campaña efectuadas en los pozos excavados, el acuífero libre estaría alojado -en parte- en las fisuras de estas sedimentitas. El agua subterránea proveniente de profundidades mayores, como en el caso de la perforación de Bella Vista, posee un contenido de sales que la hace inapta para todo uso.

En la prospección geoelectrica realizada, se interpretan los valores de resistividad de 6,3 y 30 Ohm.m como característicos para estos estratos cuando se encuentran meteorizados y saturados, mientras que los valores de 39 a 88 Ohm.m se consideran representativos de las rocas pérmicas con un menor grado de alteración (**Figura 6**).

Los SEV no alcanzaron a detectar el espesor total de sedimentitas paleozoicas en subsuelo, pero sobre la base de las descripciones estratigráficas de los afloramientos, la potencia de estos estratos superaría los 100 metros.

Sedimentitas del Plioceno (Fm. Los Llanos): Esta Formación no está presente en la comunidad en estudio, ya que aflora al naciente de la misma, donde posee además un extenso desarrollo en subsuelo. El agua subterránea de estas sedimentitas posee un contenido salino mayor que el agua contenida en los sedimentos cuaternarios y en el techo de las sedimentitas pérmicas.

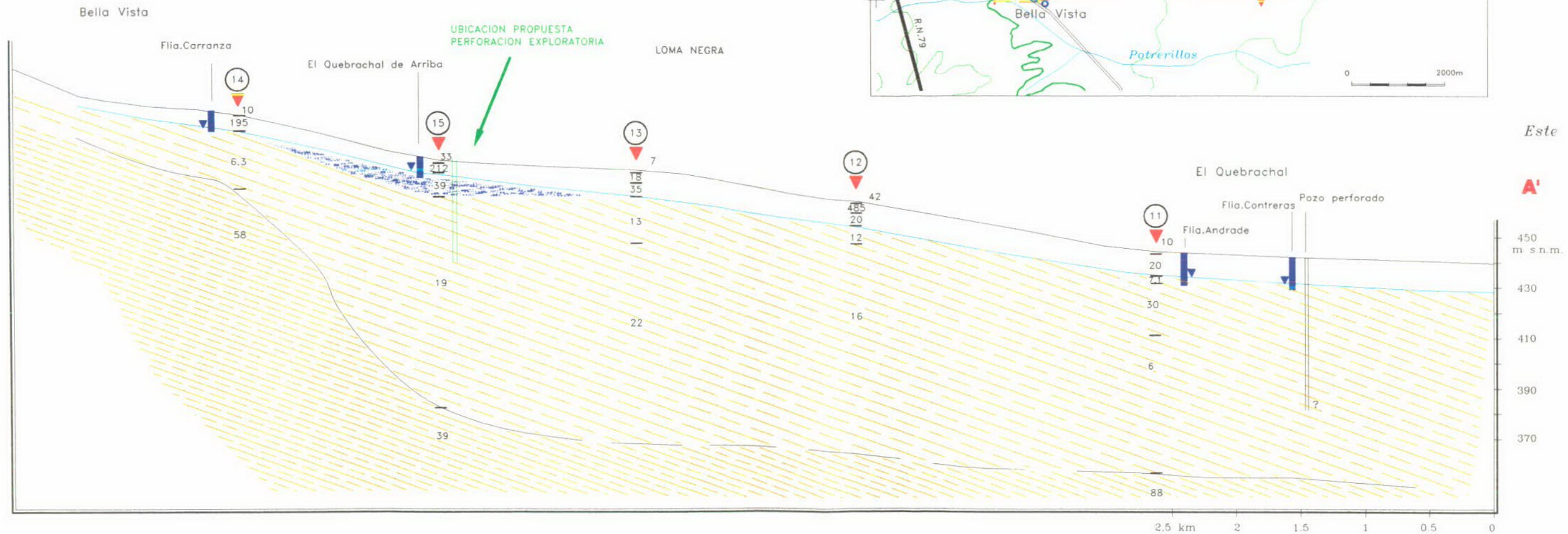
En la localidad de Esquina Norte y en la estancia El Telarito (**Figura 3**), de acuerdo a referencias de los pobladores, los pozos excavados alcanzan la zona saturada, que comprende el techo de la Formación Los Llanos (caracterizado por la presencia de concreciones calcáreas) y la base de los sedimentos cuaternarios.

Sedimentos cuaternarios (Holoceno): Cubren la mayor parte de las zonas llanas. En superficie predominan arenas finas limosas y es frecuente la presencia de concreciones carbonáticas, que llegan a constituir costras de aproximadamente 0,5 m y presentan dureza considerable así como gran extensión areal.

El perfil A - A' (ver **Figura 6**), ha sido realizado en sentido oeste - este a lo largo del camino vecinal que une la Ruta Nacional N° 79 con El Quebrachal, pasando por la localidad de Bella Vista. Los sedimentos cuaternarios, por debajo de la capa edáfica, poseen resistividades altas en estado no saturado (entre 20 y 485 Ohm.m). Tanto el nivel de saturación como el contacto con las rocas paleozoicas se manifiestan a través de un descenso en los valores de resistividad (entre 6,3 y 39 Ohm.m).

El pozo excavado de El Quebrachal de Abajo produce agua de los sedimentos modernos cuya potencia, de acuerdo a la información geoeléctrica, alcanzarían 14 metros, con un espesor saturado de 8 metros. En las captaciones de Quebrachal de Abajo (Flía. Andrade) y de El Quebrachal (Flía. Carrizo), el relleno moderno no superaría los 10 metros de espesor, de los cuales solo la base, no mayor que un metro, estaría saturada.

Oeste



Este



REFERENCIAS

- Sedimentos cuaternarios
- Sedimentos cuaternarios saturados
- Sedimentitas paleozoicas (meteorizadas)
- Sedimentitas paleozoicas
- Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)
- Resistividad (Ohm.m)
- Contacto entre capas
- Nivel freático

Figura 6

arch.: 08eq-inf

08eqperf

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL QUEBRACHAL
 Departamento Chemical

PERFIL A - A'

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

5.2.5. Esquema de circulación hidrogeológica

En las serranías el basamento cristalino se encuentra intensamente fracturado y posee una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento de las precipitaciones estivales. Esto da origen a manantiales, que alimentan los cursos superficiales durante la época de sequía. La permanencia de los caudales a lo largo del período crítico depende en gran medida de la magnitud de las precipitaciones de cada verano.

En la llanura, la escasez de excavaciones y perforaciones en el área impide formular precisiones acerca de la circulación hídrica subterránea. En líneas generales puede estimarse que la zona de recarga se encuentra en el pie de la sierra de Los Llanos y la dirección de flujo posee una componente principal hacia el nor-noreste. La zona de descarga se encuentra en la depresión de las Salinas Grandes.

En la zona de estudio se ha comprobado la existencia de un acuífero somero alojado en la base de los sedimentos cuaternarios o bien en el techo de las sedimentitas paleozoicas. El nivel freático se encuentra a 5 metros bajo boca de pozo en la localidad de Bella Vista, y se profundiza hasta los 12 m b.b.p. en la comunidad de El Quebrachal (**Figura 3**).

La calidad química del agua subterránea somera empeora a medida que crece la distancia a la zona de recarga. Mientras que en El Quebrachal de Arriba y Bella Vista la conductividad medida no supera los 735 uS/cm, en El Quebrachal es de 1.510 uS/cm, en Esquina Norte 1.760 uS/cm y en El Telarito llega a 3.200 uS/cm (**Figura 3**).

Los acuíferos profundos contenidos en sedimentitas precuaternarias no han sido explorados en la zona de estudio, pero los antecedentes de perforaciones ubicadas en áreas hidrogeológicamente homologables indican una circulación subterránea muy reducida y un tiempo de permanencia consecuentemente alto, que produce la salinización de los acuíferos. La perforación de El Quebrachal constituye el único antecedente con buenos resultados desde el punto de vista físico-químico, pero lamentablemente se desconocen las características constructivas de la obra de captación.

5.2.6. Hidroquímica

Las consideraciones hidroquímicas se basan en los datos antecedentes y en los análisis físico-químicos realizados a muestras colectadas en los trabajos de campaña. Los resultados de los análisis, efectuados por el Laboratorio de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la provincia de Salta, se adjuntan como **Anexos 2.1, 2.2 y 2.3** y se han

representado en el diagrama de Schoeller (**Anexo 3**). Se tomó como base para la determinación de la potabilidad, los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino Actualizado (Art. 982). La aptitud para riego se ha clasificado de acuerdo al diagrama de Wilcox (**Anexo 4**).

Acuíferos someros

El pozo excavado de la Familia Contreras está ubicado en las cercanías de la escuela de El Quebrachal y brinda agua con un exceso de hierro y nitritos. Ambos constituyentes son indicativos de una probable contaminación orgánica y debe tenerse en cuenta que el pozo se encuentra junto a corrales donde se encierra ganado:

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 1.100 | 1.500 |
| Nitritos | 0,97 | 0,1 |
| Hierro total | 0,95 | 0,3 |

En cuanto a su calificación para riego, posee altos riesgos de salinización y de alcalinización del suelo (clase C3 – S3 en el diagrama de Wilcox, **Anexo 4**). No tiene limitaciones para el uso ganadero.

El pozo excavado del paraje El Quebrachal de Arriba (**Figuras 3 y 6**) brinda agua de mejor calidad, ya que no posee limitante alguna para el consumo humano (**Anexos 2.3 y 3**). El bajo contenido en sales en solución hace que el agua sea especialmente apta para riego, ya que de acuerdo al diagrama de Wilcox posee un moderado riesgo de salinidad y un bajo riesgo de alcalinidad (**Anexo 4**). Tampoco tiene limitaciones para usos pecuarios.

Acuíferos profundos

La perforación existente en la localidad de El Quebrachal, brinda agua de una profundidad inferior a los 40 metros, de acuerdo a referencias de los pobladores. Se desconoce la ubicación de los filtros, pero probablemente el acuífero esté ubicado en sedimentitas de la Formación La Colina. El agua extraída es apta para consumo humano desde el punto de vista físico-químico, ya que no presenta excesos en los contenidos minerales. Su aptitud para riego es mediocre, ya que en el diagrama de Wilcox (**Anexo 4**) ocupa la clase C3 - S3, con alto peligro de alcalinidad y de salinidad. Para usos ganaderos la calidad es adecuada.

6. CONCLUSIONES

La demanda actual de agua potable de la comunidad de El Quebrachal, incluyendo la escuela, es de 11.000 litros por día (200 litros/día/habitante).

El agua extraída de la perforación de El Quebrachal es apta para consumo humano y uso pecuario, pero no es apta para riego, por el alto contenido en sales disueltas.

La zona conocida como El Quebrachal de Arriba, al oeste de las elevaciones de Loma Negra (**Figura 3**), posee buenas probabilidades de albergar agua subterránea de calidad apta para consumo humano e irrigación de cultivos. Las capas de interés hidrogeológico están ubicadas entre los 6 y 30 metros de profundidad, en la base de los sedimentos cuaternarios y en el techo de las rocas de la Formación La Colina.

En el proyecto de aprovisionamiento de agua a la región que lleva adelante el Municipio de Chamical, es conveniente incluir una captación de agua de buena calidad físico-química en la zona de El Quebrachal de Arriba, integrada al acueducto proveniente de la localidad de Bella Vista. El sistema aprovecharía el declive natural, por lo que la distribución podría realizarse por gravedad.

7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

La perforación existente en las inmediaciones de la escuela brinda agua apta para el consumo humano, por lo que puede utilizarse para el abastecimiento de la comunidad en estudio.

En caso de requerirse agua para el riego de la huerta escolar o huertas comunitarias y habida cuenta de la construcción de un acueducto desde la localidad de Bella Vista, se propone aprovechar el reservorio de agua subterránea existente en la zona de El Quebrachal de Arriba.

La obra de captación propuesta es la perforación de un pozo de carácter exploratorio, emplazado a 5.700 metros al oeste de la escuela de El Quebrachal (**Figura 7**), en el paraje El Quebrachal de Arriba, sobre el camino vecinal que conduce a la Ruta Nacional N° 79.

La profundidad total de la obra se estima en 35 metros ($\pm 20\%$). El nivel piezométrico se estima a una profundidad de 6 metros bajo la superficie del terreno.

Actualmente no existe provisión de energía eléctrica en la comunidad de El Quebrachal de Arriba, por lo que debe preverse la instalación de una fuente de generación.

Como metodología apropiada a la situación hidrogeológica presente, se recomienda la perforación de un pozo exploratorio, en el que se realicen los estudios y ensayos pertinentes. Sobre la base de los resultados obtenidos de este pozo exploratorio, podrá efectuarse el diseño definitivo del pozo de explotación, tanto en lo que se refiere a la localización precisa de los filtros, como a la abertura de los mismos.

Se presenta una propuesta de pozo exploratorio y un anteproyecto de pozo de explotación, cuyas características constructivas se proponen en base a los antecedentes disponibles. Se incluyen además las recomendaciones para las tareas de desarrollo, ensayo de bombeo, muestreo hidroquímico y protección sanitaria.

7.1. POZO EXPLORATORIO

7.1.2. Ubicación: El Quebrachal de Arriba, 5.700 metros al oeste de la escuela de El Quebrachal, sobre el camino vecinal que conduce a la Ruta Nacional N° 79.

7.1.3. Profundidad: 35 m bajo boca de pozo ($\mp 20\%$)

7.1.4. Método de perforación: Rotary

7.1.5. Diámetro de perforación: 8 pulgadas

7.1.6. Estudios a realizar:

- a) Perfiles simultáneos al avance de la perforación:
 - Muestreo litológico metro a metro y en cada cambio litológico
 - Tiempo neto de avance por metro.
- b) Perfiles geofísicos al final de la perforación
 - Perfil de Potencial Espontáneo (incluye Conductividad de la inyección)
 - Perfil de Resistividad Normal Corta y Normal Larga.
- c) Análisis granulométrico de los posibles niveles acuíferos.
- d) Determinación de la necesidad de prefiltro según el análisis granulométrico.
- e) Determinación de la abertura de los filtros según la granulometría del acuífero y del prefiltro.

7.2. ANTEPROYECTO DE POZO DE EXPLOTACION

7.2.1. *Profundidad:* 35 m bajo boca de pozo (\mp 20%)

7.2.2. *Diámetro de perforación:* 12 pulgadas

7.2.3. *Entubación:* Diámetro 8 pulgadas, Material: PVC

Longitud: 10 m (\mp 20%) + 10 m de cañería de fondo.

Nota: el diámetro de ensanche y entubación definitivos se determinará en base a resultados obtenidos en pozo exploratorio.

7.2.4. *Filtros:* Tipo: PVC estriado o acero inoxidable ranura continua

Longitud: 15 metros (\mp 20%)

Abertura: a determinar mediante estudios granulométricos

7.2.5. *Prefiltro:* Grava seleccionada de granometría a confirmar

7.2.6. *Cementación:* Mediante cañería, por encima del engravado y hasta superficie.

7.2.7. *Desarrollo del pozo:* Dispersantes químicos, jet hidráulico y bombeo intermitente.

7.2.8. *Ensayo de bombeo:* A caudal variable escalonado, con 3 escalones como mínimo para determinar el caudal específico, los parámetros hidráulicos de los acuíferos, la potencia y ubicación de la bomba de explotación a utilizar. Muestreo del agua para realizar los correspondientes análisis físico-químicos.

7.2.9. *Instalación de la bomba de explotación:* Por tratarse de un acuífero libre se recomienda la instalación de una electrobomba sumergible por debajo de los filtros, en la cañería de fondo, para permitir la mayor depresión posible.

7.2.10. *Protección sanitaria de la obra:* cercado perimetral y platea de hormigón

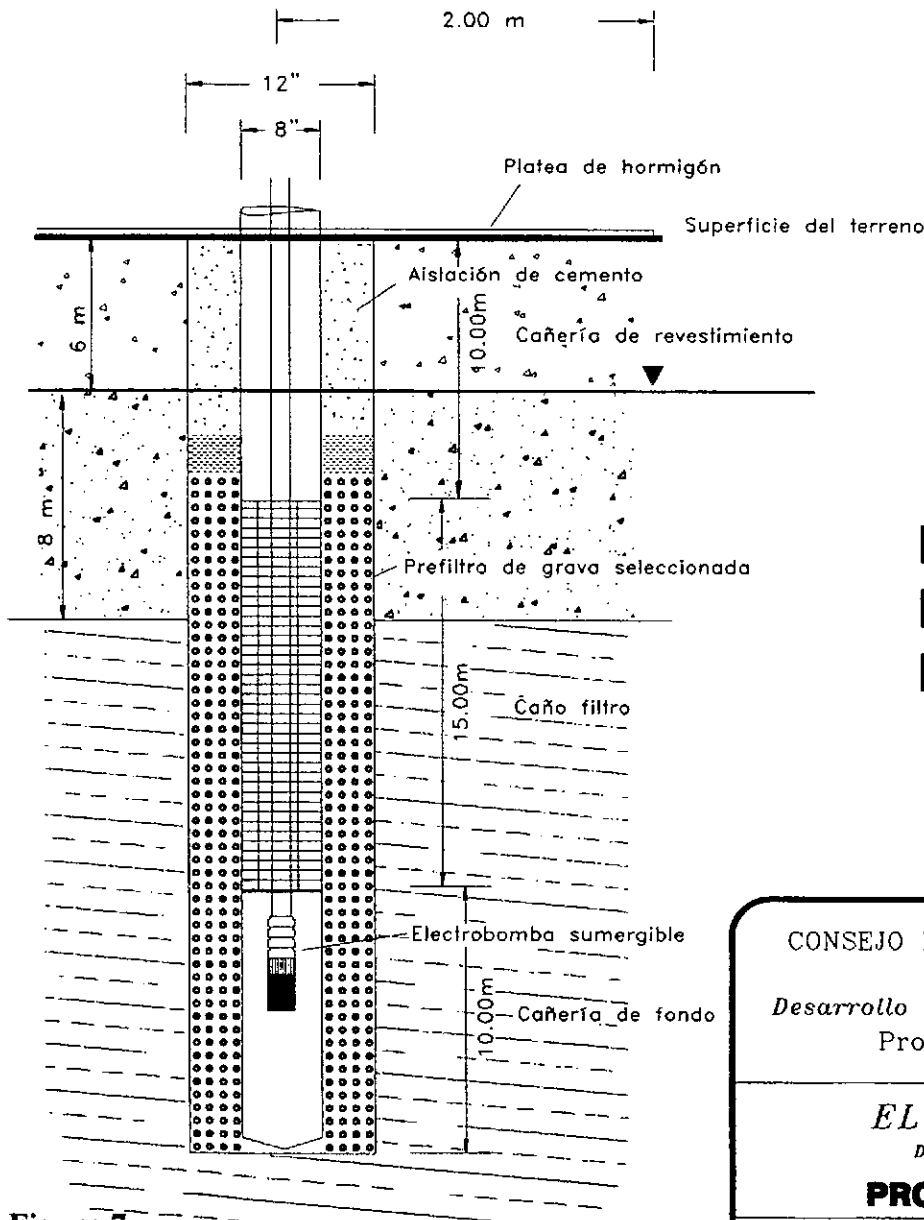
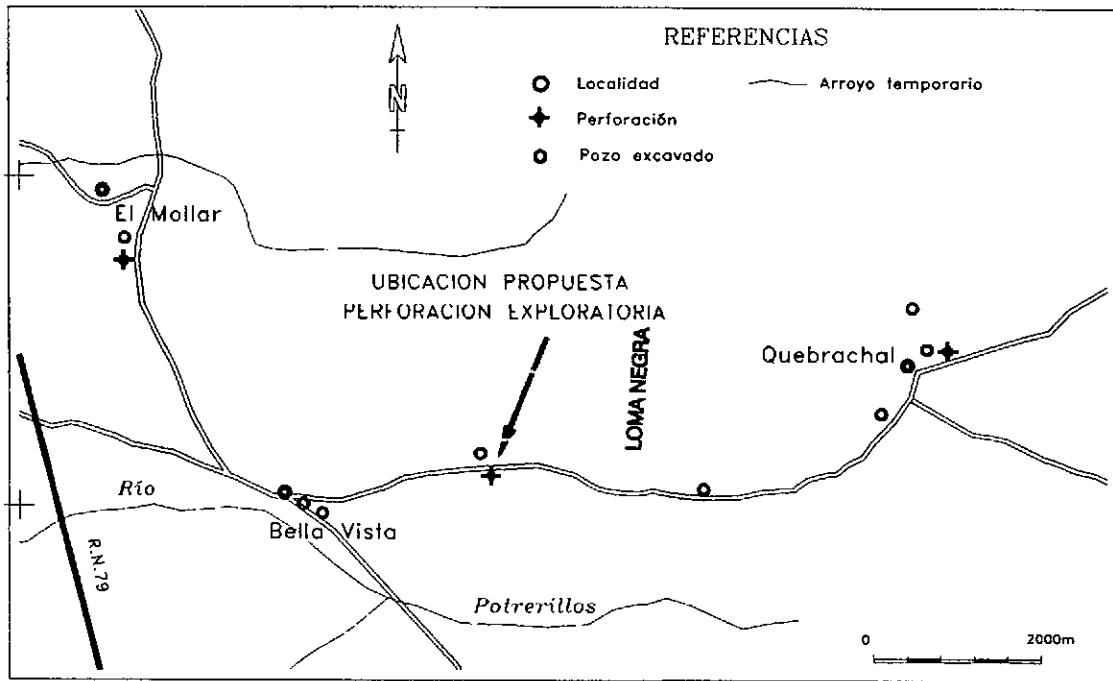


Figura 7

arch.: 08eq-inf

08eqproy

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL QUEBRACHAL
 Departamento Chemical

PROYECTO DE OBRA

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

8. BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA DE LA RIOJA. Informes descriptivos de perforaciones. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Dirección Provincial de Aguas Subterráneas.
- ANUARIO ESTADISTICO DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA - 1986 - 1992. Ministerio de Producción y Desarrollo, Dirección General de Estadística. Tomo I. 370 p. La Rioja.
- CAMINOS, R., 1979. Descripción geológica de las Hojas 21 f, Sierra de Las Minas y 21 g, Ulapes. Boletín N° 172. 56 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.
- CASTAÑO, O.F., H.E. CRESPO, A. FARIAS, 1984. Estudio hidrogeológico de los Llanos Riojanos. Administración Provincial del Agua, Provincia de la Rioja. Versión Preliminar. La Rioja.
- FERNANDEZ, J. N. y O. F. CASTAÑO, 1992. Informe de hidrología e hidrogeología de los departamentos Rosario Vera Peñaloza y San Martín. Provincia de La Rioja. A.DeZ.A. - G.T.Z. 22p. Gobierno de la Provincia de La Rioja, Ministerio de Producción y Desarrollo.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, 1993. Hoja Topográfica 3166-09 – Chamental, escala 1:100.000. Buenos Aires.
- NUÑEZ, C. H. y R. E. OTTONELLO, 1997. Programa de perforaciones Provincia de La Rioja. Proyecto. Decreto N° 219/97. Ministerio de Desarrollo de la Producción y Turismo. Administración Provincial del Agua. Dirección General de Manejo de Cuencas. La Rioja. 66p.
- VANDER VELPEN, 1988. RESIST versión 1.0. ITC. Msc. Research Project. Delft.
- ZUZK, A.B., 1978. Descripción geológica de la Hoja 18f, Chamental. Boletín N° 161. 34 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.

ANEXOS

1. Sondeos Eléctricos Verticales

1.1. SEV 11

1.2. SEV 12

1.3. SEV 13

1.4. SEV 14

1.5. SEV 15

2. Planillas de Análisis Químicos

2.1. Perforación de El Quebrachal

2.2. Pozo excavado de El Quebrachal (Flía. Contreras)

2.3. Pozo excavado de El Quebrachal de Arriba

3. Diagrama de Schoeller

4. Diagrama de Wilcox

ANEXO N° 1.1
Planillas del SEV N°11

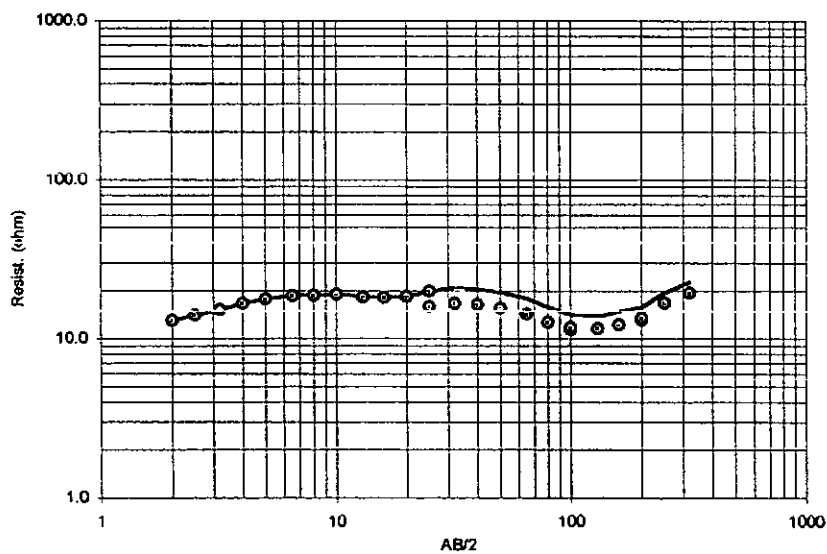
Lugar: El Quebrachal

Azimut: 34°

| Distancia AB/2 (m) | Resist. de campo (ohm.m) | Resist. de comput. (ohm.m) |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 2 | 13.0 | 13.0 |
| 2.5 | 14.1 | 14.1 |
| 3.2 | 15.2 | 15.2 |
| 4 | 16.7 | 16.7 |
| 5 | 17.8 | 17.8 |
| 6.5 | 18.6 | 18.6 |
| 8 | 18.7 | 18.7 |
| 10 | 19.0 | 19.0 |
| 13 | 18.3 | 18.3 |
| 16 | 18.2 | 18.2 |
| 20 | 18.5 | 18.5 |
| 25 | 20.0 | 20.0 |
| 25 | 16.0 | 20.0 |
| 32 | 16.7 | 20.9 |
| 40 | 16.5 | 20.6 |
| 50 | 15.6 | 19.5 |
| 65 | 14.3 | 17.9 |
| 80 | 12.7 | 15.9 |
| 100 | 11.4 | 14.3 |
| 100 | 11.8 | 14.3 |
| 130 | 11.6 | 14.0 |
| 160 | 12.3 | 14.9 |
| 200 | 13.1 | 15.8 |
| 200 | 13.6 | 15.8 |
| 250 | 16.8 | 19.5 |
| 320 | 19.5 | 22.7 |

| Profundidad (m) | Espesor (m) | Resist. (ohm.m) |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 0.8 | 0.8 | 9.9 |
| 9.8 | 9.0 | 20.1 |
| 11.5 | 1.6 | 7.1 |
| 32.8 | 21.4 | 30.0 |
| | 55.7 | 6.0 |
| | | 88.1 |

El Quebrachal
SEV N°11



ANEXO N° 1.2
Planillas del SEV N°12

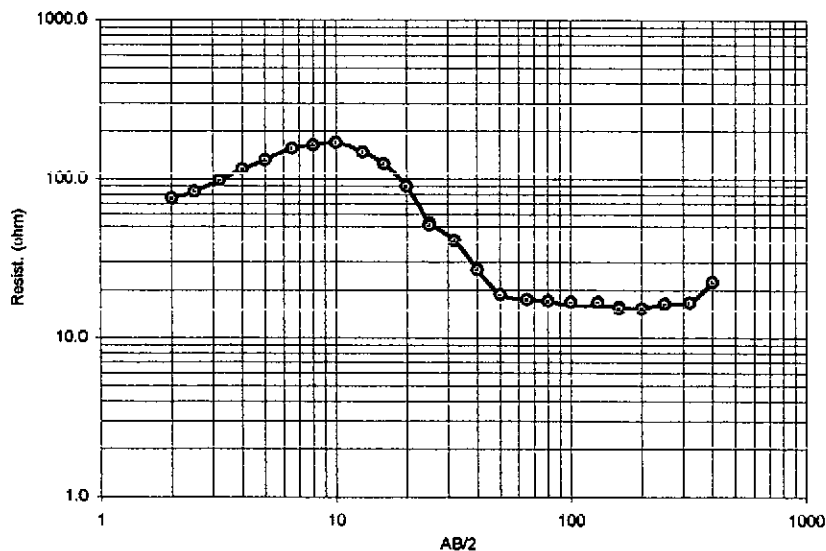
Lugar: El Quebrachal

Azimut: 88°

| Distancia AB/2 | Resist. de campo | Resist de comput. |
|----------------|------------------|-------------------|
| (m) | (ohm.m) | (ohm.m) |
| 2 | 75.8 | 75.8 |
| 2.5 | 83.8 | 83.8 |
| 3.2 | 98.0 | 98.0 |
| 4 | 115.5 | 115.5 |
| 5 | 132.2 | 132.2 |
| 6.5 | 156.0 | 156.0 |
| 8 | 164.0 | 164.0 |
| 10 | 170.0 | 170.0 |
| 13 | 147.7 | 147.7 |
| 16 | 125.0 | 125.0 |
| 20 | 90.0 | 90.0 |
| 25 | 53.0 | 52.2 |
| 25 | 51.3 | 52.2 |
| 32 | 41.0 | 41.0 |
| 40 | 26.9 | 26.9 |
| 50 | 18.7 | 18.7 |
| 65 | 17.5 | 17.5 |
| 80 | 17.1 | 17.1 |
| 100 | 16.8 | 16.0 |
| 130 | 16.8 | 16.1 |
| 160 | 15.7 | 15.5 |
| 160 | 15.3 | 15.5 |
| 200 | 15.4 | 15.4 |
| 250 | 16.5 | 16.5 |
| 320 | 16.7 | 16.7 |
| 400 | 22.6 | 22.6 |
| | | |
| | | |

| Profundidad (m) | Espesor (m) | Resist. (ohm.m) |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 1.0 | 1.0 | 42.3 |
| 3.9 | 2.9 | 485.0 |
| 9.5 | 5.6 | 20.2 |
| 16.9 | 7.3 | 11.9 |
| | | 16.2 |

El Quebrachal
SEV N°12



ANEXO N° 1.4

Planillas del SEV N°14

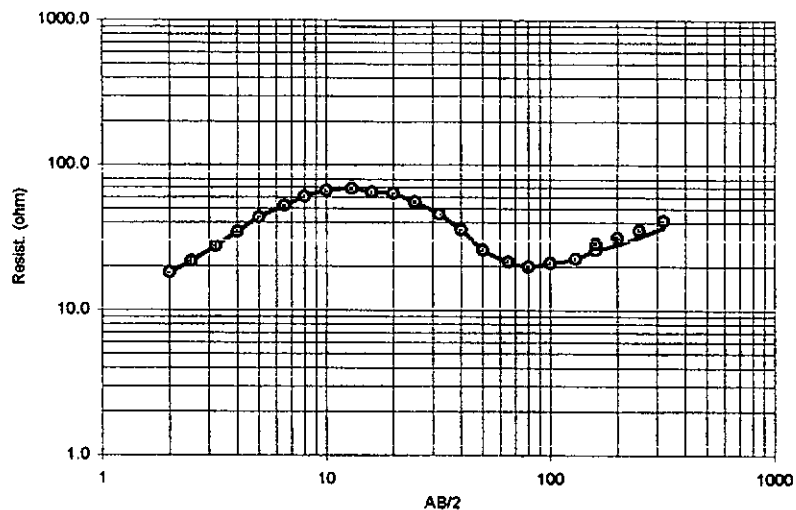
Lugar: El Quebrachal (Bella Vista)

Azimut: 95°

| Distancia AB/2 (m) | Resist. de campo (ohm.m) | Resist de comput. (ohm.m) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2 | 18.2 | 18.2 |
| 2.5 | 21.7 | 21.7 |
| 3.2 | 27.6 | 27.6 |
| 4 | 34.6 | 34.6 |
| 5 | 43.6 | 43.6 |
| 6.5 | 52.8 | 52.8 |
| 8 | 61.0 | 61.0 |
| 10 | 66.9 | 66.9 |
| 13 | 69.3 | 69.3 |
| 16 | 65.0 | 65.0 |
| 20 | 64.0 | 64.0 |
| 25 | 55.0 | 55.4 |
| 25 | 55.7 | 55.4 |
| 32 | 46.0 | 46.0 |
| 40 | 35.9 | 35.9 |
| 50 | 26.1 | 26.1 |
| 65 | 21.6 | 21.6 |
| 80 | 20.0 | 20.0 |
| 100 | 21.3 | 21.3 |
| 130 | 22.8 | 22.8 |
| 160 | 26.0 | 26.0 |
| 160 | 28.9 | 26.0 |
| 200 | 31.5 | 28.3 |
| 250 | 35.5 | 31.9 |
| 320 | 41.4 | 37.2 |
| | | |
| | | |
| | | |

| Profundidad (m) | Espesor (m) | Resist. (ohm.m) |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 1.0 | 1.0 | 10.4 |
| 7.0 | 6.0 | 195.5 |
| 30.1 | 23.1 | 6.3 |
| | | 58.2 |
| | | |

El Quebrachal
SEV N°14



ANEXO 2.1

ANALISIS QUIMICO: Perforación El Quebrachal

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 1080 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 280 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 167 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | <1 | 5 | 10 | | |
| pH | 7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.2 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 1510 | 2000 | | | |
| Sodio | 325 | | | | |
| Potasio | 2.8 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 58 | | | | |
| Magnesio | 5.3 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 170 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 342 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 290 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | nsd | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniac | 0.04 | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 16 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.7 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua potable | | | | |



BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 2.9 | Cloruros | 4.8 | 5.0 |
| Magnesio | 0.4 | Sulfatos | 6.0 | |
| Sodio | 14.1 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 5.6 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.3 | |
| Total | 17.5 | Total | 16.7 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028840 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino

Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2.2

ANALISIS QUIMICO: Pozo excavado El Quebrachal

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 1100 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 283 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 160 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 2 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 31 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 1693 | 2000 | | | |
| Sodio | 315 | | | | |
| Potasio | 1.9 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 54 | | | | |
| Magnesio | 6.2 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 137 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 345 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 340 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.95 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.014 | 0.2 | | | |
| Nitritos | 0.97 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 6.2 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.8 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.026 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 2.7 | Cloruros | 3.9 | 1.5 |
| Magnesio | 0.5 | Sulfatos | 7.1 | |
| Sodio | 13.7 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.0 | Bicarbonatos | 5.7 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.1 | |
| Total | 17.0 | Total | 16.7 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 027784 - 27/08/98

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino

Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2.3

ANALISIS QUIMICO: Pozo excavado El Quebrachal de Arriba

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 450 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 240 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 220 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 2 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.6 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 1.3 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 640 | 2000 | | | |
| Sodio | 71 | | | | |
| Potasio | 1.8 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 70 | | | | |
| Magnesio | 11 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 31 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 293 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 60 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.16 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | nsd | 0.2 | | | |
| Nitritos | 0.09 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 9.5 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.6 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | < 0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua potable | | | | |

BALANCE IONICO

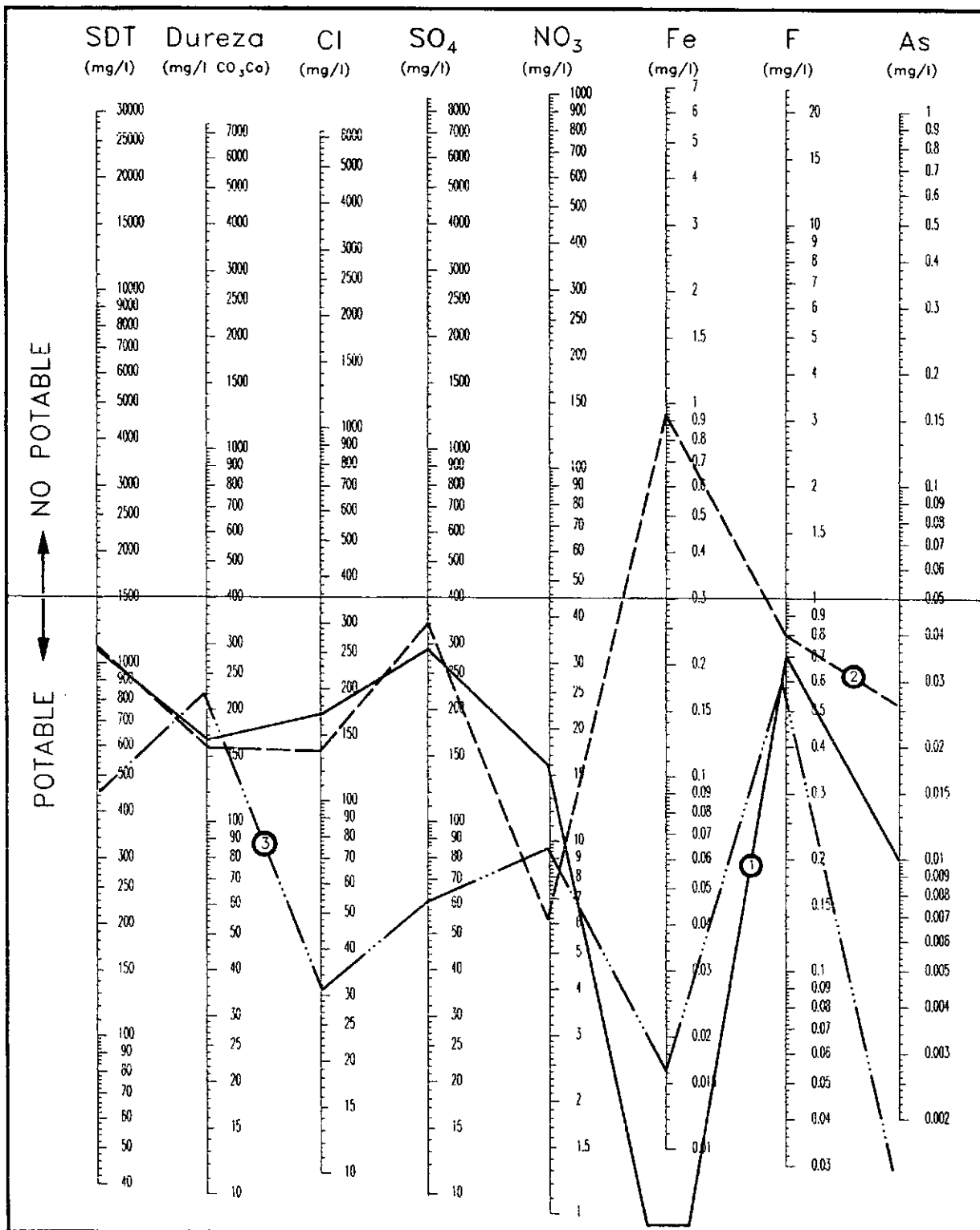
| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 3.5 | Cloruros | 0.9 | 6.2 |
| Magnesio | 0.9 | Sulfatos | 1.2 | |
| Sodio | 3.1 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.0 | Bicarbonatos | 4.8 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.2 | |
| Total | 7.5 | Total | 7.1 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028837 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 3



REFERENCIAS

- ① Perforación El Quebrachal
- ② Pozo excavado El Quebrachal
- ③ Pozo excavado El Quebrachal de Arriba

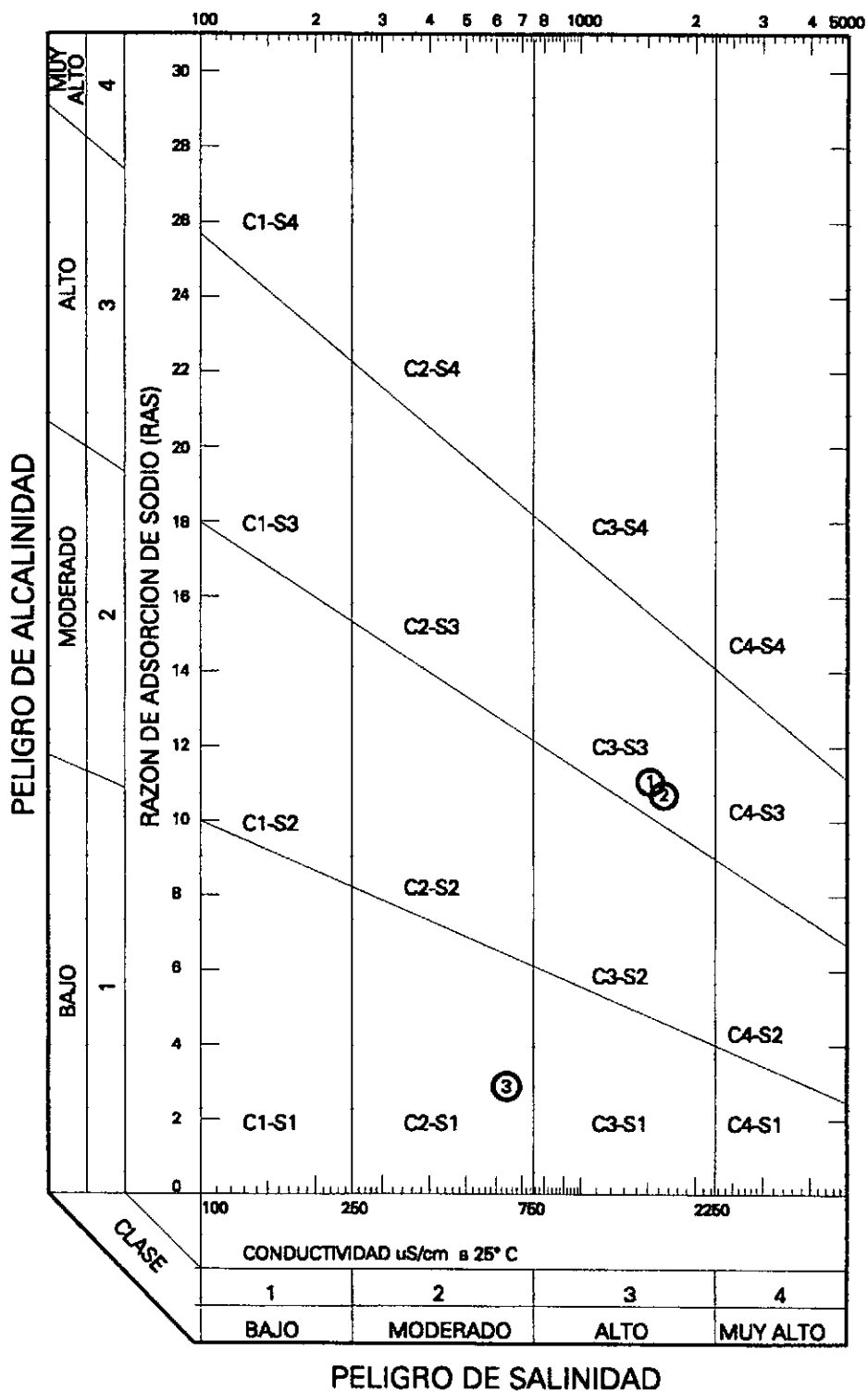
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL QUEBRACHAL
Departamento Chemical

DIAGRAMA DE SCHOELLER

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

ANEXO 4



REFERENCIAS

- ① Perforación El Quebrachal
- ② Pozo excavado El Quebrachal
- ③ Pozo excavado El Quebrachal de Arriba

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL QUEBRACHAL
Departamento Chemical

DIAGRAMA DE WILCOX

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

PROVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

**ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION
DE FUENTES DE AGUA
EN LA COMUNIDAD DE**

- CHULO -

*DEPARTAMENTO CHAMICAL
PROVINCIA DE LA RIOJA*

Abril de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

DR. ANGEL EDUARDO MAZA

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE LA RIOJA

MINISTRO DE DESARROLLO DE LA PRODUCCION Y EL TURISMO

ING. JORGE BENGOLEA

COORDINADOR EJECUTIVO U.F.I.

LIC. ANTONIO DOMINGO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE LA RIOJA

ADMINISTRADOR DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

GEOL. MIGUEL MOYANO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

RESPONSABLE TECNICO

LIC. RAUL PEREZ SPINA

Autor: *Guillermo A. Baudino*

INDICE

INTRODUCCION

1. LOCALIZACION
2. CARACTERIZACION FISICA
3. SINTESIS POBLACIONAL
4. PROVISION DE AGUA ACTUAL
5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
6. CONCLUSIONES
7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION
8. BIBLIOGRAFIA

FIGURAS

1. Mapa de Ubicación General
2. Precipitaciones Medias Mensuales
3. Mapa Topográfico
4. Mapa Geológico
5. Fotografía de la localidad de Chulo
6. Fotografía del desarrollo de la Prospección Geoeléctrica
7. Perfil A - A' y ubicación de Sondeos Eléctricos Verticales
8. Proyecto de Obra

ANEXOS

1. Planillas de Sondeos Eléctricos Verticales
2. Planillas de Análisis Químicos
3. Diagrama de Schoeller
4. Diagrama de Wilcox

INTRODUCCION

Marco General del Estudio

El presente trabajo se lleva acabo mediante un contrato realizado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscrito, dentro del Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades. Con el presente informe se cumple con lo estipulado en el contrato (Expte. 3221 ALC IV) anteriormente mencionado.

Objetivos

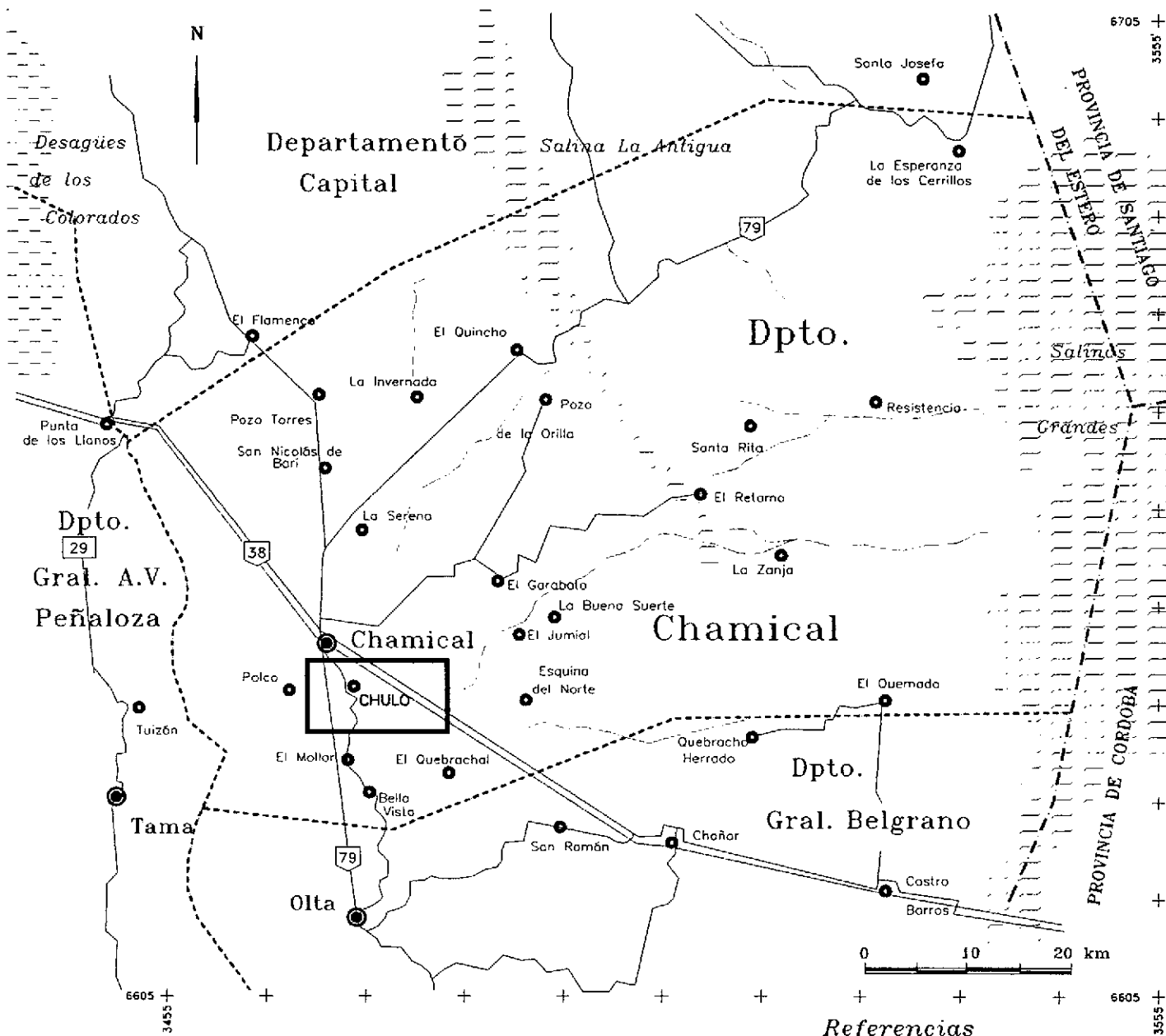
Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base con el fin de ubicar posibles fuentes de aprovisionamiento de agua subterránea y/o superficial y elaborar un proyecto de captación que sea viable y justificable de acuerdo a las necesidades y las características físicas del medio.

1. LOCALIZACION

La zona de estudio, se encuentra a 147 km al sur de la ciudad de La Rioja, en el Departamento Chamental. Las coordenadas de la localidad son $30^{\circ} 2' 21,4''$ de latitud sur y $66^{\circ} 15' 43,1''$ de longitud oeste.

Partiendo de la capital provincial, se accede por la Ruta Nacional N° 38 (asfaltada) hasta la ciudad de Chamental. Por la misma ruta, a 8 kilómetros al sureste de Chamental, se encuentra el paraje Bajo de Lucas, desde donde se recorren -hacia el sudoeste- 2 km por un camino vecinal que lleva a la comunidad de Chulo.

Otra vía de acceso, partiendo de la ciudad de Chamental, es la Ruta Nacional N° 79. Desde esta ruta asfaltada - 1,5 km al sur del cruce con la R.N. N° 38 - se toma un camino vecinal hacia el naciente, por el cual se transitan 6 km hasta llegar a la comunidad en estudio (Figuras 1 y 3).



Referencias

- + 6460 Coordenadas Gauss-Kruger
- - - - Límite Provincial
- - - - Límite Departamental
- Camino Vecinal
- 29 — Ruta Provincial
- 147 — Ruta Nacional
- F.F.C.G.
- Puesto - Localidad
- Capital del Departamento
- LOCALIDAD RELEVADA

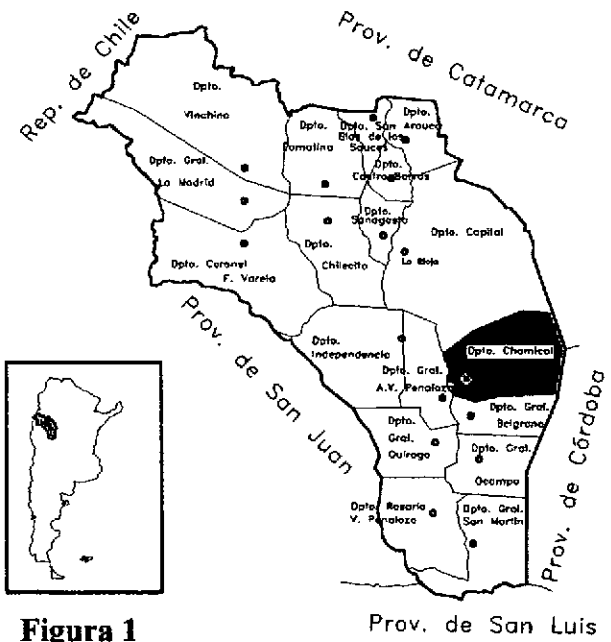


Figura 1

arch.: 09ch-inf

09chubic

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

CHULO
Departamento Chemical

UBICACION GENERAL

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. Clima

La estación meteorológica más cercana a la zona de estudio se ubica en Chamental y es operada por el Servicio Meteorológico Nacional. Los datos que se adjuntan en la **Figura 2** corresponden al período 1921 – 1950 (Zuzek, 1978).

El clima de la comarca es desértico caluroso, con precipitación pluvial por debajo del límite de sequía, un período más seco en invierno y una temperatura media anual superior a los 18 °C. Las temperaturas medias de invierno y estivales oscilan entre los 10 y 12 °C y los 24 y 26 °C respectivamente. Las temperaturas mínimas y máximas absolutas oscilan entre los -5 y -7 °C y los 46 y 47 °C respectivamente. El índice más claro del riguroso clima existente, lo muestra la gran amplitud térmica diaria media que es del orden de 35 °C. Predominan los vientos del este y noreste (Zuzek, 1978).

Con respecto a las lluvias, la lámina media anual de agua caída es de 316 mm y el 90% de las mismas se concentra entre los meses de Noviembre y Abril (**Figura 2**).

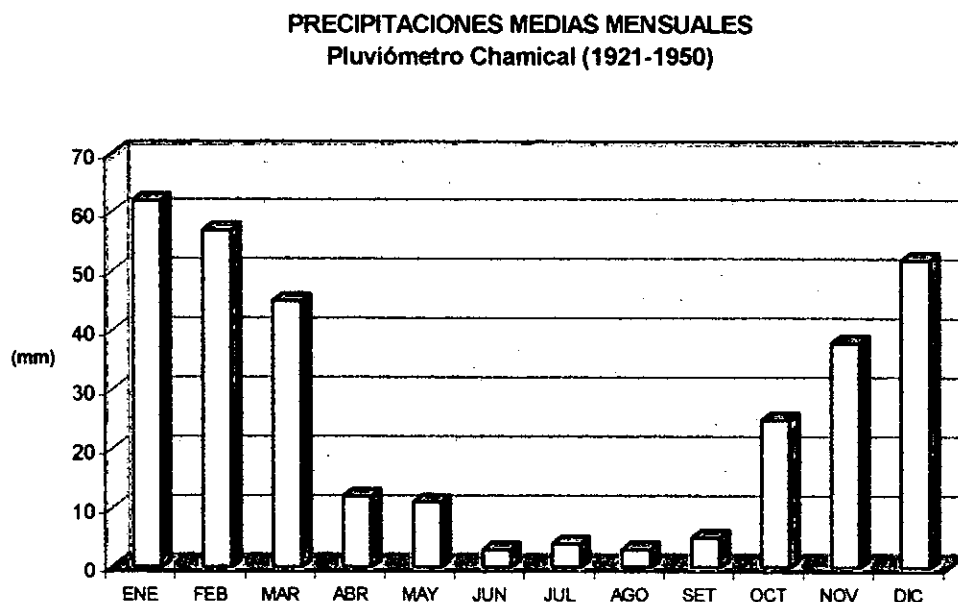


Figura 2

En el histograma se observa que, al estar concentradas las precipitaciones en tres meses de verano, en el resto del año se produce una drástica disminución de la lámina de agua, generando intensas sequías.

2.2. Vegetación y Suelos

La vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica de “Monte”, con un claro predominio de “xerófitas”, como consecuencia de un clima seco con veranos cálidos e inviernos benignos, suelos arenosos y la escasa altura sobre el nivel del mar (500 m s.n.m.). Existen asociados tres estratos principales: un estrato arbóreo de altura moderada, uno arbustivo y uno compuesto por plantas herbáceas y cactáceas.

Las especies arbóreas más comunes y en orden de importancia son: el quebracho blanco, algarrobo negro, algarrobo blanco, retamo, espinillo, tala, tintitaco, brea y mistol. Los arbustos y subarbustos predominantes son la jarilla, chañar, piquillín, lata, tusca y garabato. Por último, las herbáceas más comunes son las gramíneas del género *Stipa* (pastos duros). En las zonas serranas, disminuye la cantidad de especies arbóreas, que solo se concentran en las quebradas por la mayor humedad. Fuera de las quebradas predominan los arbustos espinosos, mientras que en la zona de cumbres los matorrales y las gramíneas superan a las especies arbóreas. Los suelos de la región, indican un desarrollo precario, siendo clasificados como *sierosem*, o sea, suelos semidesérticos grises.

Las rocas ígneas y metamórficas de la zona serrana, las rocas paleozoicas, los asomos de sedimentitas terciarias y los loes, limos y arenas del Cuaternario, son las principales rocas madres de los suelos, originando suelos de colores castaño pálido, amarillentos o rosados, arenosos, sueltos, carentes de humus y con niveles carbonáticos someros.

2.3. Fisiografía

El relieve está caracterizado por la presencia de la sierra de Los Llanos, al oeste de la zona de estudio, al pie de la cual se extiende la planicie conocida como los Llanos Orientales (**Figura 3**).

La sierra de Los Llanos alcanza una altitud de 1.500 m s.n.m. y posee una disposición elongada en sentido norte-sur. El perfil transversal a la sierra es asimétrico, con una ladera oriental de pendientes muy pronunciadas y una ladera occidental que inclina suavemente hacia el oeste.

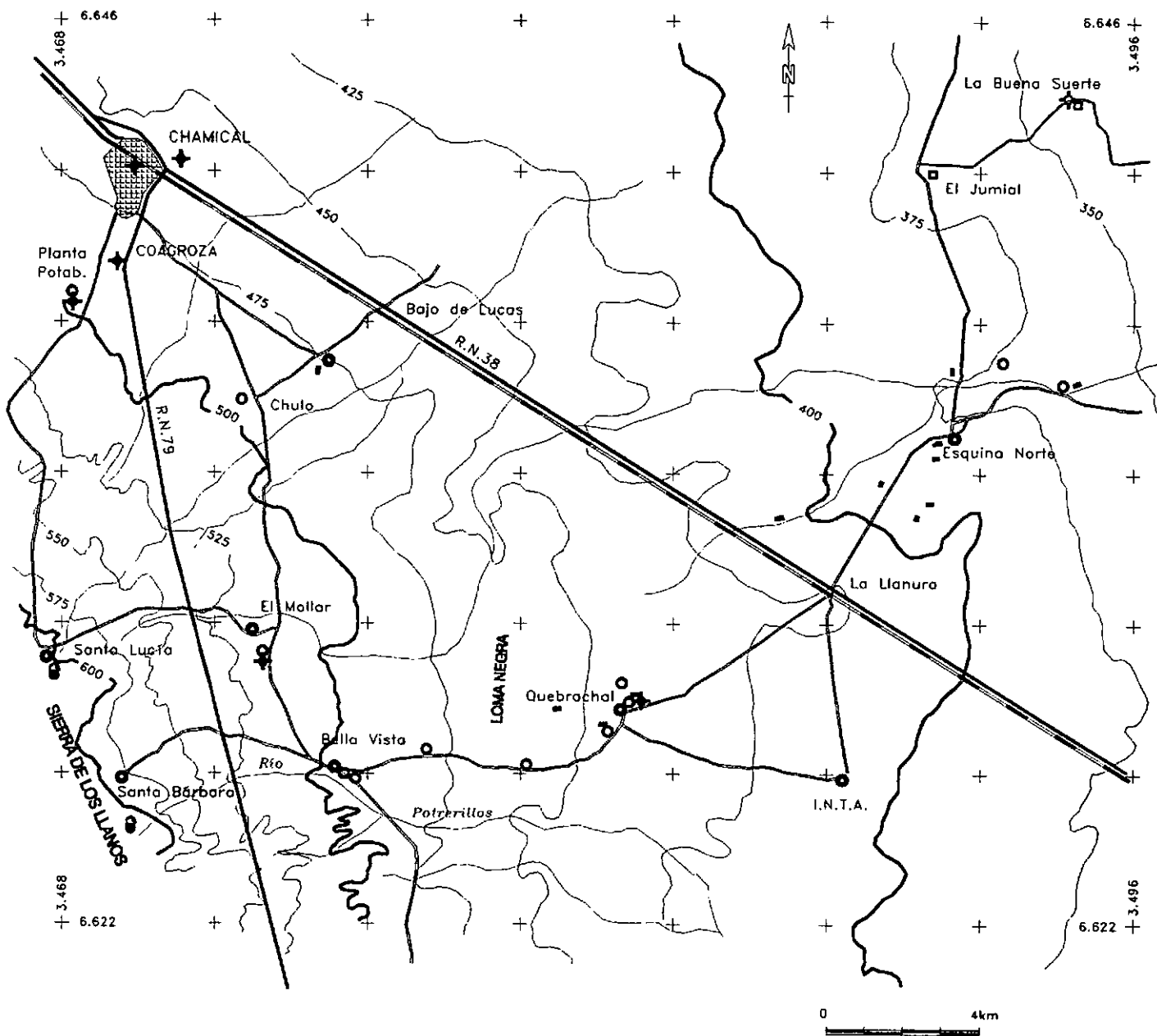
La llanura que se desarrolla al este de la sierra, Llanos Orientales, posee una altitud de 650 m s.n.m. en el pie de la sierra, disminuyendo hacia el noreste hasta los 275 m s.n.m. en las Salinas Grandes (**Figura 1**).

2.4. Hidrografía

Los cursos fluviales son en su totalidad de carácter temporario y el escurrimiento solo se produce durante la época de lluvias. El drenaje de zona de estudio aporta a la cuenca endorreica de las Salinas Grandes.

En la zona serrana las cuencas imbríferas poseen superficies muy reducidas, ya que se desarrollan en la ladera oriental de la sierra de Los Llanos, caracterizada por una pendiente muy abrupta. Existen algunos manantiales permanentes, como los de Santa Bárbara y Santa Lucía (**Figura 3**), que son captados en su totalidad para aprovisionamiento de agua potable y riego de las comunidades aledañas.

En la llanura el escurrimiento superficial es de carácter difuso y los cauces se encuentran secos la mayor parte del año, escurriendo únicamente cuando se producen lluvias torrenciales en la época estival.



REFERENCIAS





- | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  | Zonas urbanas |  | Puesto-Localidad |
|  | Ríos temporarios |  | Vertiente |
|  | + 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger |  | Pozo excavado |
|  | 400 Curva de nivel acotada |  | Perforación funcionando |
|  | Ruta Nacional |  | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |
|  | Camino vecinal |  | Represa |
|  | Ferrocarril | | |

Figura 3

arch.: 09ch-inf

09chtopo

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

CHULO
 Departamento Chemical
MAPA TOPOGRAFICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2.5. Geología Regional

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales. Esta Provincia Geológica se caracteriza por la presencia de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, de edades precámbricas, paleozoicas y cenozoicas.

Las rocas más antiguas están constituidas por granitos, tonalitas, granodioritas, migmatitas, esquistos y gneises que conforman el basamento cristalino y afloran en la mayor parte de las sierras de Los Llanos. Todas estas rocas son de edad incierta, pero con seguridad pre-carboníferas y reciben los nombres de Formación Olta, Tama, Chepes, Las Asperezas y Ulapes (Castaño *et al.*, 1984).

Sobre el basamento se asientan en discordancia las sedimentitas del Grupo Paganzo. La base está constituida por areniscas arcósicas, conglomerados, lutitas y limolitas grisáceas pertenecientes a la Formación Malanzán, de edad Carbónica; los afloramientos son de pequeña extensión y se restringen al pie de la sierra de Los Llanos. Suprayace la Formación La Colina, de edad Pérmica, que aflora en varias lomadas al naciente las serranías. La entidad es correlacionable con las formaciones Patquía, La Cuesta y Orcobola (Castaño *et al.*, 1984) y está constituida por conglomerados y areniscas arcósicas friables a compactas de colores rojizos.

Los afloramientos de edad terciaria son conglomerados y areniscas cuarzosas y arcósicas, calcáreas, en parte arcillosas, friables y de colores claros, pertenecientes a la Formación Los Llanos (Plioceno). En la zona de estudio pueden observarse estas sedimentitas en las lomadas situadas al sureste de la comunidad de Chulo, donde afloran además capas de yeso subhorizontales.

Por último, los sedimentos de edad cuaternaria, están representados por depósitos eólicos y fluviales (Pleistoceno, Formación Chamical) y depósitos aluviales (Holoceno). Los primeros constituidos por arenas, limos (loess) y conglomerados semiconsolidados, mientras que los segundos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas.

La estructura de la comarca está caracterizada por la emergencia de un bloque de basamento cristalino, las sierras de Los Llanos, elevado por fracturas regionales de rumbo norte-sur. Estas se presentan mejor expuestas en el borde oriental del bloque, que se encuentra volcado al oeste, como consecuencia de ascensos asimétricos (Castaño *et al.*, 1984). Las serranías se consideran como bloques positivos debido a movimientos tectónicos precarbónicos (Zuzek, 1978).

Las sedimentitas carbónicas y pérmicas se disponen adosadas al basamento cristalino, en los bordes de las serranías, y sobre las mismas se encuentran los estratos de Los Llanos, afectados por basculamientos y suaves pliegues generados por el reactivamiento de las estructuras paleozoicas (**Figura 4**).

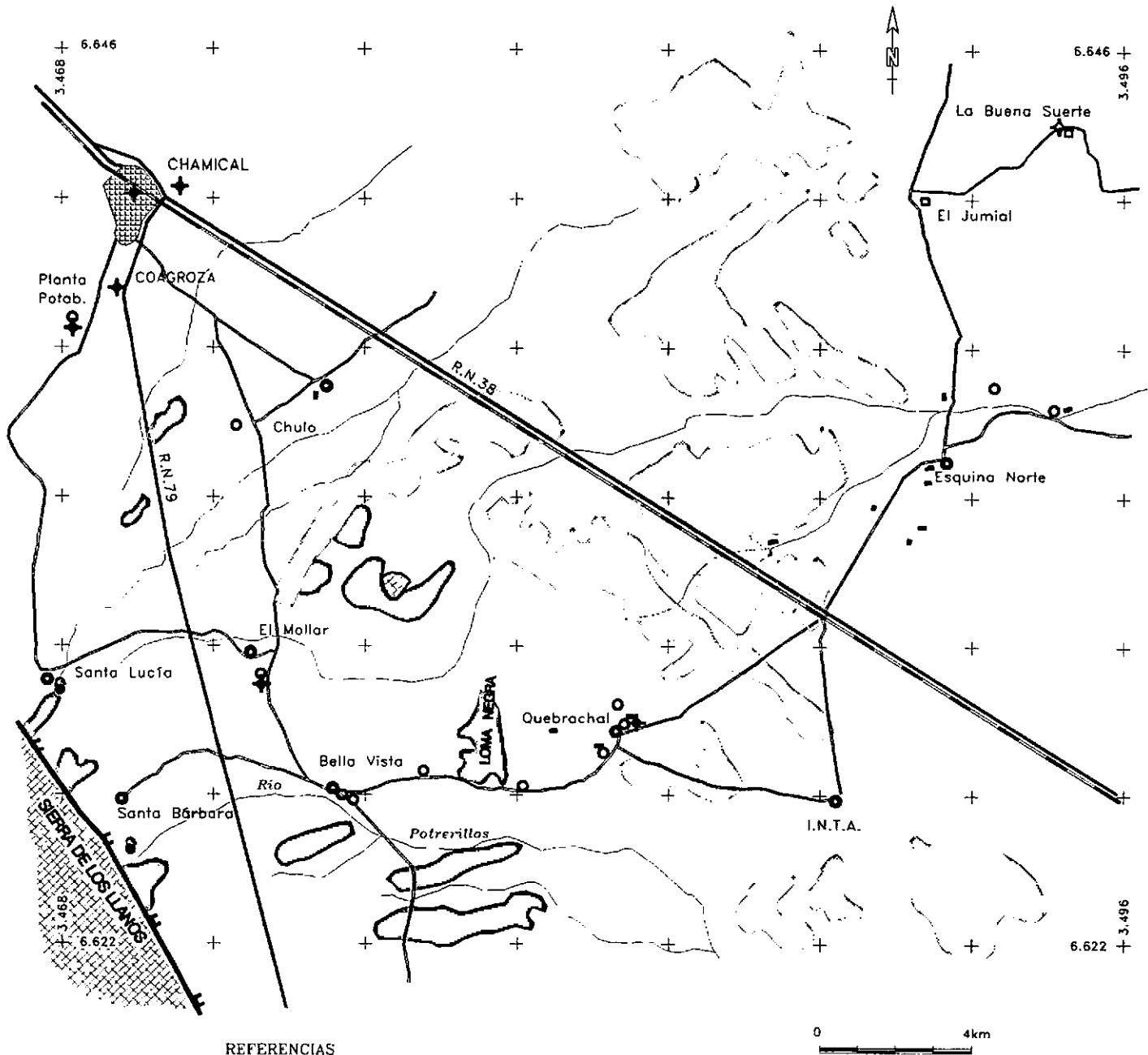
2.6. Geomorfología

En el área de estudio pueden diferenciarse dos ámbitos geomorfológicos principales: el de **montaña** y el de **llanura**.

En la zona montañosa, gobiernan procesos de erosión fluvial a causa de la concentración del escurrimiento superficial en ríos y arroyos, que por las elevadas pendientes y torrencialidad durante las lluvias, inciden fuertemente en el paisaje local. El flanco oriental de la sierra de Los Llanos posee una red de drenaje muy poco desarrollada, debido a lo abrupto de la pendiente.

El ambiente de llanura, los Llanos Orientales, es considerado como planicie de erosión y acumulación; en este ambiente no existen cursos de agua permanentes y solo temporalmente, durante lluvias torrenciales, se produce un escurrimiento difuso cuyos cauces varían en cada verano. La acción del viento contribuye a la modelación debido a que los suelos se encuentran frecuentemente desprovistos de humedad y cobertura vegetal.

Aisladas en la llanura, o bien adosadas a la zona serrana, se encuentran **lomadas** conformadas por sedimentitas paleozoicas y pliocenas, que han sido disectadas por la erosión posterior a los movimientos tectónicos terciarios y constituyen relictos de una cubierta, antiguamente más extensa (Castaño *et al.*, 1984).



REFERENCIAS

- | | | | |
|--|----------------------------------------------|--|-----------------------------------------------|
| | Sedimentos Cuaternarios | | Zonas urbanas |
| | Sedimentitas Terciarias (Fm. Los Llanos) | | Ríos temporarios |
| | Sedimentitas Pérmicas (Fm. La Calina) | | + 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger |
| | Basamento Cristalino (Fm. Chepes + Fm. Olta) | | Ruta Nacional |
| | Falla con indicación de labio hundido | | Ferrocarril |
| | Rumbo y Buzamiento de la estratificación | | Camino vecinal |
| | Represa | | Puesto-Localidad |
| | | | Pozo excavado |
| | | | Perforación funcionando |
| | | | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

CHULO
Departamento Chemical
MAPA GEOLOGICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 4

3. SINTESIS POBLACIONAL

La localidad de Chulo cuenta con una población de 47 habitantes, cuya principal actividad productiva es la ganadería. La cría de ganado vacuno está destinada a la comercialización, mientras que cabras, cerdos y aves de corral se destinan al autoconsumo. Desde el punto de vista administrativo depende del Municipio de Chamical, capital del Departamento del mismo nombre.

A la Escuela N° 31 concurren 21 alumnos y está atendida por un maestro que viaja diariamente desde Chamical. Las 11 familias que integran la comunidad se encuentran dispersas en un radio de aproximadamente 3 kilómetros. La mayor parte de las viviendas son de tipo precario y una menor proporción están construidas con materiales sólidos; se encuentran en construcción, mediante un plan municipal, dos casas de material.

Carece de sala de primeros auxilios, radiocomunicaciones y energía eléctrica; desde el punto de vista de la organización comunitaria, los pobladores se nuclean en el Centro Vecinal San Nicolás de Chulo.

El servicio de transporte de pasajeros tiene frecuencia diaria y pasa a 2 kilómetros del poblado, por la Ruta Nacional N° 38, o bien a 6 kilómetros por la Ruta Nacional N° 79.

La fuente de empleo local más importante es la administración pública, ya que hay 4 empleados municipales, la ordenanza de la escuela y 3 puestos de trabajo en programas de empleo transitorios. La disminución de los precios de la carne, tanto vacuna como caprina, hace que la actividad ganadera sea muy poco rentable. Por esta razón, una parte importante de los habitantes emigra en búsqueda de fuentes de trabajo.

4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

Los habitantes de la comunidad de Chulo se abastecen de agua en forma individual, a partir de represas familiares, o bien la extraen de pozos excavados.

El agua de las represas en general no es potable, debido al exceso de color, turbiedad, nitritos y hierro. Por el contrario el contenido de sólidos disueltos totales es muy bajo, lo que la hace especialmente apta para riego de huertas.

Cuando se agotan las reservas de las represas, los pobladores utilizan el agua de pozos excavados familiares, cuyos niveles freáticos se encuentran entre 6 y 15 metros de profundidad. El agua freática posee limitantes en su potabilidad, especialmente debido al

exceso de hierro y nitritos, lo que es indicativo de contaminación orgánica, pero posee un contenido de sólidos disueltos aceptable.

En general el agua consumida no recibe tratamiento alguno. Esto significa un alto riesgo sanitario tanto en el caso de las represas, donde el ganado abreva directamente a orillas de las mismas, como en el caso de los pozos por la probable contaminación.



Figura 5: Fotografía de la comunidad de Chulo

5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. Agua superficial

No existen ríos o arroyos permanentes en las cercanías y el escurrimiento superficial es de carácter difuso y temporario; solo se produce durante la época de lluvias, entre Noviembre y Marzo. A pesar de ello constituye una fuente de aprovisionamiento importante para la comunidad de Chulo, tanto para uso pecuario como para consumo humano, gracias al sistema de captación y almacenamiento mediante represas.

5.2. Agua subterránea

El estudio de los recursos hídricos subterráneos se llevó a cabo teniendo en cuenta los antecedentes disponibles de investigaciones hidrogeológicas regionales, así como de captaciones existentes de acuíferos someros y profundos. Se realizaron mediciones geoelectricas como apoyo a la interpretación de la geología de subsuelo.

A través de la integración de esta información se realizan consideraciones hidroestratigráficas y se propone un modelo de circulación hídrica subterránea.

Se caracterizan además los recursos hídricos existentes desde el punto de vista hidroquímico, sobre la base de datos antecedentes y de los análisis físico-químicos efectuados a muestras extraídas en campaña.

5.2.1. Antecedentes

La cercana ciudad de Chicala sufre una carencia crónica en el aprovisionamiento de agua potable, para lo cual distintos organismos han realizado estudios, proyectos y obras de captación.

Obras Sanitarias de la Nación en la década de 1940 realizó la captación del acuífero freático en la zona de La Aguadita, al pie de la sierra de Los Llanos, obteniendo agua de buena calidad.

La Secretaría de Estado de Obras Públicas de la Provincia de La Rioja efectuó un estudio para el abastecimiento de agua a la localidad de Chicala, en el que se realizan consideraciones acerca de la calidad del agua extraída de pozos excavados y perforaciones en la zona. Ante las escasas probabilidades de alumbrar cantidades importantes de agua

subterránea de calidad aceptable, se analiza en dicho trabajo la factibilidad de construir embalses para el almacenamiento de agua superficial en la zona serrana.

Existe un estudio de hidrogeología regional, de carácter preliminar, realizado por la Administración Provincial del Agua, de la Provincia de La Rioja (Castaño *et al.*, 1984), en el cual se describen las características más sobresalientes de los recursos hídricos subterráneos de los Llanos Riojanos.

La misma repartición pública produjo un excelente estudio (Ottonello, 1987), donde a través de ensayos de bombeo se obtienen valores de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento del acuífero libre captado al sudoeste de Chamical. Sobre la base de estos datos y la ubicación del cuerpo sedimentario saturado, se efectúa un cálculo de reservas hídricas subterráneas cuyo volumen se estima en más de 8 hectómetros cúbicos.

5.2.2. Captaciones existentes

Acuíferos someros

En las inmediaciones de la comunidad de Chila existe actualmente un solo pozo excavado a mano, que pertenece a la Familia Quintero (ver **Figura 7**). El nivel freático se encuentra 15 metros de profundidad y el agua, con un total sólidos disueltos de 460 mg/l (**Anexo 2.1**), es extraída en forma manual mediante baldes. La Familia Corzo poseía hasta hace 15 años un pozo que se derrumbó, debido a que sus paredes no estaban calzadas. De acuerdo a las referencias el nivel de agua estaba a menos de 6 metros bajo boca de pozo y el agua era de buena calidad.

En la localidad de El Mollar, 5 kilómetros al sur de Chila (**Figura 3**), han sido excavados varios pozos que alumbran agua freática de buena calidad. El contenido de sales disueltas es muy bajo (**Anexo 2.2**) y no presenta limitantes fisico-químicos para el consumo humano. Se ha perforado recientemente un pozo de 30 metros de profundidad que también explotaría el acuífero libre, pero se carece de los datos constructivos y no se pudo extraer muestras para su análisis.

Para el abastecimiento de agua a la ciudad de Chamical la Administración Provincial del Agua de la Provincia de La Rioja ha realizado con éxito numerosas captaciones del acuífero libre mediante perforaciones, ubicadas aproximadamente a 6 km al noroeste de la comunidad en estudio. El agua contenida en la zona saturada más superficial es de buena calidad química, pero en general el contenido de sales aumenta en profundidad. Ottonello (1987) realizó un ensayo de bombeo en uno de los pozos que abastece la Planta Potabilizadora

de Chemical, determinando una Transmisividad de 1.176 a 1.266 m²/d y un Coeficiente de Almacenamiento de 0,086 a 0,11. El acuífero está constituido por arenas y gravas cuaternarias con un espesor limitado, ya que no supera los 5 metros. La base está representada por arcilitas pardo rojizas.

Acuíferos profundos

En la ciudad de Chamental e inmediaciones se han realizado numerosas perforaciones de diferentes profundidades, todas ellas con resultados negativos en lo que respecta a la calidad físico-química, ya que los elevados contenidos minerales las hacen inaptas para consumo humano.

La perforación más profunda - 399,14 metros bajo boca de pozo - fue realizada por la Dirección General de Geología y Minería de la Nación en el año 1928 (Zuzek, 1978) y el método empleado (percusión) permitió la extracción de muestras individuales de cada horizonte acuífero y la descripción e identificación estratigráfica de las capas atravesadas. La información obtenida se resume en el siguiente cuadro:

| Acuíferos | | Aforo | | | Calidad (uso humano) | Residuo Seco (mg/l) | |
|-----------|------------------------|--------|---------------|-----------|-------------------------|------------------------|--------|
| No. | Profundidad (m b.b.p.) | | Niv. Estático | Depresión | | | Caudal |
| | desde | hasta | (m b.b.p.) | (m) | (m ³ /h) | | |
| 1 | 7,37 | ? | - | - | - | - | |
| 2 | 13,00 | 16,00 | 7,65 | 4,60 | 2,20 | Apta | 944 |
| 3 | 17,50 | 19,00 | 7,65 | 7,35 | 2,20 | Apta | 922 |
| 4 | 31,00 | 32,50 | 7,85 | 2,75 | 8,10 | Inapta | 2.929 |
| 5 | 123,50 | 144,20 | 120,50 | 3,00 | 0,15 | Inapta | 3.450 |
| 6 | 234,84 | 239,24 | 8,79 | - | 1,435 | Inapta | 2.868 |
| 7 | 381,40 | 397,26 | 95,58 | 12,12 | 1,64 | Inapta | 2.115 |

De acuerdo a las descripciones estratigráficas (Zuzek, 1978), el relleno moderno abarcaría desde superficie hasta los 13 metros de profundidad; por debajo del mismo y hasta 144,20 metros bajo boca de pozo se perforaron sedimentitas terciarias de la Formación Los Llanos y entre los 144,20 y 396,15 se atravesaron sedimentitas pérmicas de la Formación La Colina. Infrayaciendo a estas últimas se encontró basamento cristalino (Formación Chepes).

5.2.3. Geoeléctrica

Se realizaron 2 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), que se llevaron a cabo con un equipo bicomensador de corriente continua con lectura simultánea de intensidad y diferencia de potencial. Se usaron electrodos de acero inoxidable para la emisión de corriente y electrodos de cobre en solución saturada de sulfato de cobre para el registro de la diferencia de potencial. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1000 metros de longitud. Como fuente de energía se utilizó un conjunto de baterías de 9 voltios, que conectadas alcanzan un valor máximo de 540 voltios.

La prospección geoeléctrica se llevó a cabo por el método del SEV, con dispositivo electródico Schlumberger de constante geométrica $K = \pi * ((AM * AN)/(MN))$.

Las longitudes de AB fueron de 640 metros. Las separaciones entre los electrodos de potencial MN, variaron entre 1 y 100 m.

Las curvas de campo (adjuntas como **Anexos 1.1 y 1.2**) se interpretaron con el programa Resist 1.0 de Vander Velpen, 1988. La ubicación de los SEV en planta y su integración a un perfil hidroestratigráfico se observa en la **Figura 7**.



Figura 6: Fotografía del desarrollo de la Prospección Geoeléctrica

5.2.4. Hidroestratigrafía

Rocas de edad precarbonífera (Fm. Chepes y Fm. Oltá): Constituyen el basamento cristalino y en subsuelo su permeabilidad mínima las convierte en basamento hidrogeológico.

En las sierras de Los Llanos por el contrario, la meteorización produce una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento del agua de las precipitaciones estivales. Por este motivo se generan vertientes, en los flancos de la sierra, que constituyen valiosos recursos, tanto por su calidad hidroquímica como por la permanencia de sus caudales durante la época de sequía.

Sedimentitas del Paleozoico Superior (Fm. La Colina): Estas rocas afloran a un kilómetro y medio de la localidad de Chulo, sobre la Ruta Nacional N° 79 (**Figura 4**). Las capas se presentan adosadas al basamento cristalino, con buzamientos suaves hacia el este. En la mayor parte de la región de Los Llanos, las propiedades hidrogeológicas de los estratos paleozoicos hacen que se las considere basamento hidrogeológico, tanto por su composición granulométrica como por la abundante presencia de sustancias mineralizantes (Castaño *et al.*, 1984). Sin embargo 7 km al sur de la comunidad en estudio, en la zona situada entre las localidades de El Mollar y Bella Vista el acuífero libre se desarrolla parcialmente en el techo de la Formación La Colina, en virtud de la permeabilidad secundaria generada por la meteorización.

En la prospección geoelectrónica realizada, se interpretan los valores de resistividad de 18,7 y 19,1 Ohm.m como característicos para estos estratos (**Figura 7**).

Los SEV no alcanzaron a detectar el espesor total de sedimentitas paleozoicas en subsuelo, pero sobre la base de las descripciones estratigráficas de los afloramientos, la potencia de estos estratos superaría los 100 metros.

Sedimentitas del Plioceno (Fm. Los Llanos): Esta Formación aflora a dos kilómetros al sudeste de Chulo y se estima que constituye la base de los sedimentos modernos en la comunidad en estudio. Los antecedentes de perforaciones situadas pocos kilómetros al noroeste indican que si bien en el techo de los estratos terciarios puede encontrarse agua apta para el consumo humano, el contenido salino en estas sedimentitas es más elevado que en los sedimentos cuaternarios. En las capas permeables situadas a mayor profundidad dentro de la Formación Los Llanos, la mineralización es muy elevada y en algunos casos el agua es inapta para todo uso.

Los valores de resistividad interpretados en los SEV como característicos para estas sedimentitas varían entre 4,7 y 13,6 Ohm.m, con un espesor de 23 a 26 metros.

Sedimentos cuaternarios (Pleistoceno y Holoceno): En la zona de estudio los sedimentos pleistocenos se caracterizan por una granometría gruesa, compuesta por fanglomerados medianos de matriz arenosa, mal consolidados y poco cementados; provienen del frente de sierra y forman una bajada de conos coalescentes, que se prolonga en la llanura en dirección noroeste hasta desaparecer o ser cubiertos por depósitos eólicos (Zuzek, 1978).

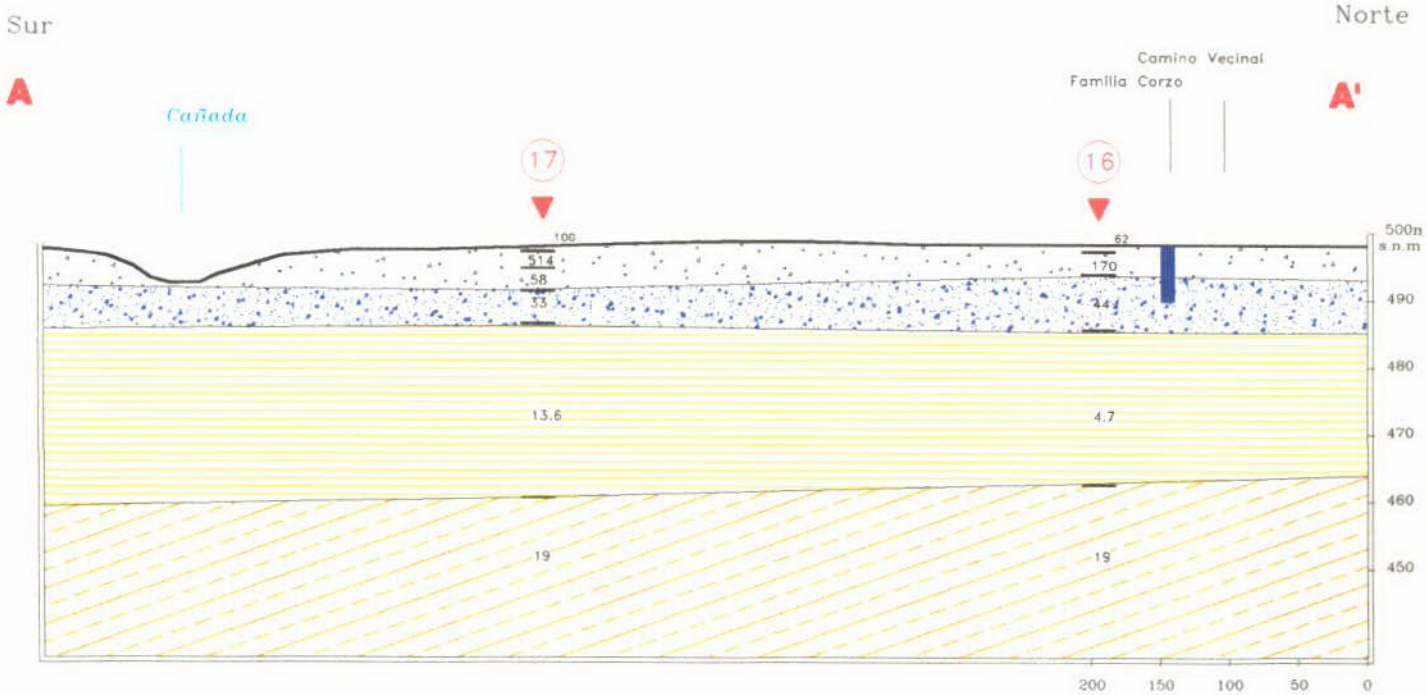
Sobre estos fanglomerados se encuentra una cobertura de sedimentos holocenos, en los que predominan arenas finas limosas y es frecuente la presencia de concreciones carbonáticas, que llegan a constituir costras de aproximadamente 0,5 m y presentan dureza considerable así como gran extensión areal.

El único pozo excavado actualmente en uso de la zona de estudio (Familia Quintero), de acuerdo a las referencias de los pobladores, atravesaría sedimentos holocenos y pleistocenos; la zona saturada en explotación se encontraría en estos últimos y el nivel freático se ubica a 15 metros de profundidad. El agua extraída posee un contenido de sales muy bajo comparado con los antecedentes regionales (Anexo 2.1). Se desconoce la profundidad de la base del acuífero.

El pozo de la Familia Corzo (actualmente derrumbado) también habría atravesado sedimentos de granometría gruesa en su base, pero el nivel freático se encontraba a menos de 6 metros de profundidad.

El perfil A - A' (ver **Figura 7**), ha sido realizado en sentido norte-sur a lo largo de la antigua Ruta Nacional N° 79, que comunica las comunidades de Chulo y El Mollar. Los sedimentos cuaternarios, por debajo de la capa edáfica, poseen resistividades altas en estado no saturado (entre 58 y 514 Ohm.m). El descenso en los valores de resistividad (a 43 y 43 Ohm.m), a profundidades de 5 metros en el SEV 16 y 7 metros en el SEV 17, se interpreta como el pase a la zona saturada dentro de los sedimentos cuaternarios.

Los valores de 5 y 13 Ohm.m se consideran como representativos para las sedimentitas terciarias subyacentes, mientras que por debajo de estas últimas se encontrarían las rocas paleozoicas, con resistividades de aproximadamente 19 Ohm.m



REFERENCIAS

- Sedimentos cuaternarios
- Capa de interés exploratorio (Sedimentos cuaternarios saturados)
- Sedimentitas terciarias
- Sedimentitas pémicas
- Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)
- Ω Resistividad (Ohm.m)
- Contacto entre capas

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

CHULO
 Departamento Chemical

PERFIL A - A'

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 7

5.2.5. Esquema de circulación hidrogeológica

En las serranías el basamento cristalino se encuentra intensamente fracturado y posee una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento de las precipitaciones estivales. Esto da origen a manantiales, que alimentan los cursos superficiales durante la época de sequía. La permanencia de los caudales a lo largo del período crítico depende en gran medida de la magnitud de las precipitaciones de cada verano.

En la llanura, la escasez de excavaciones y perforaciones en el área impide formular precisiones acerca de la circulación hídrica subterránea. En líneas generales puede estimarse que la zona de recarga se encuentra en el pie de la sierra de Los Llanos y la dirección de flujo posee una componente principal hacia el nor-noreste. La zona de descarga se encuentra en la depresión de las Salinas Grandes.

En la zona de estudio se ha comprobado la existencia de un acuífero somero alojado en la base de los sedimentos cuaternarios. El nivel freático se encuentra entre 6 y 15 metros bajo boca de pozo.

La calidad química del agua subterránea somera es buena al pie de la Sierra de los Llanos, pero empeora a medida que crece la distancia a la zona de recarga. Mientras que en Chulo la conductividad medida no supera los 647 uS/cm, en El Quebrachal es de 1.510 uS/cm, en Esquina Norte 1.760 uS/cm y en El Telarito llega a 3.200 uS/cm (**Figura 3**).

Los acuíferos profundos contenidos en sedimentitas precuaternarias no han sido explorados en la comunidad estudiada, pero los antecedentes de perforaciones ubicadas en áreas hidrogeológicamente homologables indican una circulación subterránea muy reducida y un tiempo de permanencia consecuentemente alto, que produce la salinización de los acuíferos. Las perforaciones realizadas en la zona de Chamental han tenido resultados desalentadores en lo que respecta a los caudales obtenidos y a la calidad físico-química del agua subterránea profunda.

5.2.6. Hidroquímica

Las consideraciones hidroquímicas se basan en los datos antecedentes y en los análisis físico-químicos realizados a muestras colectadas en los trabajos de campaña. Los resultados de los análisis, efectuados por el Laboratorio de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la provincia de Salta, se adjuntan como **Anexos 2.1 y 2.2** y se han representado

en el diagrama de Schoeller (**Anexo 3**). Se tomó como base para la determinación de la potabilidad, los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino Actualizado (Art. 982). La aptitud para riego se ha clasificado de acuerdo al diagrama de Wilcox (**Anexo 4**).

Acuíferos someros

El pozo excavado de la Familia Quintero, en la comunidad de Chulo, brinda agua con un contenido de hierro que excede el máximo tolerable para consumo humano (**Anexos 2.1 y 3**). Es probable que este tenor de hierro esté asociado a los altos valores de turbiedad y color que indican una contaminación con materia orgánica, originada en la presencia de hojas, ramas y batracios detectadas durante las tareas de muestreo.

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 470 | 1.500 |
| Color | 6 | 5 |
| Turbiedad | 3,5 | 3,0 |
| Hierro total | 1,00 | 0,3 |

La aptitud de uso para irrigación es buena, ya que el riesgo de salinidad del suelo es moderado y el de alcalinidad es bajo, (clase C2 – S1 en el diagrama de Wilcox, **Anexo 4**). No tiene limitaciones para el uso ganadero.

Se tomó una muestra del pozo excavado de la Familia Nieto, en la vecina localidad de El Mollar (**Figura 3**), cuyos resultados analíticos (**Anexo 2.2 y 3**) indican que es potable desde el punto de vista físico-químico y que no posee limitaciones para riego (clase C2 - S1 en el diagrama de Wilcox, **Anexo 4**) ni para uso ganadero.

Los antecedentes de perforaciones someras realizadas por Obras Sanitarias de la Nación y por la Administración Provincial del Agua de la Provincia de La Rioja en la ciudad de Chamental, indican que las captaciones han alumbrado agua subterránea de calidad apta para el consumo humano hasta una profundidad de 30 metros.

Acuíferos profundos

Las perforaciones profundas realizadas en la zona de Chamental (con filtros ubicados por debajo de los 30 metros bajo boca de pozo), han brindado en todos los casos agua con un contenido salino que supera los máximos admisibles para consumo humano.

En las perforaciones efectuadas por la Dirección de Geología y Minería de la Nación (Gobernador Gordillo 1 y 2) la mineralización del agua contenida en los acuíferos terciarios, situados entre los 30 y 215 metros de profundidad, supera los 2 gramos por litro (Zuzek, 1978).

En la perforación denominada "Barrio Cementerio 2", situada en la ciudad de Chamental, los filtros están ubicados de 23,10 a 24,89; 28,84 a 30,61; 32,80 a 34,89 y 40,00 a 42,87 metros de profundidad. El agua obtenida posee las siguientes limitantes, de acuerdo al análisis físico-químico adjunto al legajo técnico de la Administración Provincial del Agua de La Rioja:

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 4.862 | 1.500 |
| Dureza total (en mg/l de CO ₃ Ca) | 590 | 400 |
| Cloruros | 662 | 350 |
| Sulfatos | 2.562 | 400 |

6. CONCLUSIONES

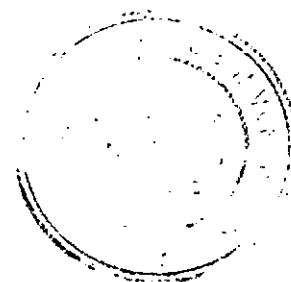
La demanda actual de agua potable de la comunidad de Chulo es de 10.000 litros por día (200 litros/día/habitante).

En la comunidad existen reservorios de agua subterránea somera susceptibles de ser captados para abastecer a la población.

Las capas de interés hidrogeológico están ubicadas - en el emplazamiento propuesto para la excavación de un pozo exploratorio - entre los 6 y 13 metros de profundidad, en la base de los sedimentos cuaternarios

La calidad físico-química del agua subterránea somera es apta para consumo humano, riego y uso ganadero.

Se desconocen las características hidroquímicas de los reservorios profundos, pero los antecedentes de ambientes hidrogeológicas similares, en la región de los Llanos Orientales, indican que los contenidos salinos aumentan en profundidad.



7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

La obra de captación propuesta es la construcción de un pozo excavado de carácter exploratorio, emplazado en el cruce de la antigua Ruta Nacional N° 79, que conduce a la localidad de El Mollar, y el camino vecinal principal de la comunidad (**Figura 8**).

La profundidad total de la obra se estima en 9 metros ($\pm 20\%$), con un diámetro interno de 1,00 metro. Las paredes serán calzadas con hormigón, a medida que se profundiza la excavación.

La profundidad del nivel freático se ubica aproximadamente a 6 metros bajo la superficie del terreno.

El revestimiento en la zona saturada se realizará mediante anillos de hormigón premoldeados, que se harán descender a medida que se profundice la excavación.

La profundización en la zona saturada, requerirá el empleo de bomba de achique del tipo "Flygl" (por los altos contenidos de sólidos en suspensión), con capacidad de elevación de no menos de 30 metros cúbicos por hora desde la profundidad indicada.

Actualmente no existe provisión de energía eléctrica en la comunidad de Chulo, por lo que debe preverse la instalación de una fuente de generación.

Características constructivas del sistema

7.1. Pozo Excavado

7.1.1. *Profundidad:* 9 m ($\pm 20\%$).

7.1.2. *Diámetro:* 1,20 m.

7.1.3. *Revestimiento:* Zona no saturada: 0 – 6 m b.b.p.: Hormigón simple de 0,10 m de espesor, vaciado a medida que se profundiza
diámetro interno: 1,00 m.

Zona saturada: 6 – 9 m b.b.p.: Anillos de hormigón premoldeado de 0,80 de diámetro externo.

7.1.4. *Filtro de grava:* 0,3 metros cúbicos, instalados en el fondo del pozo, granometría acorde a la del acuífero.

7.1.5. *Equipo de impulsión:* Electrobomba sumergible.

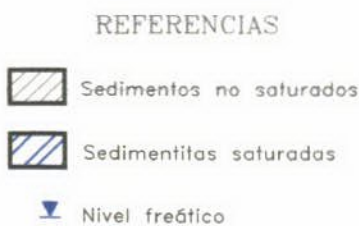
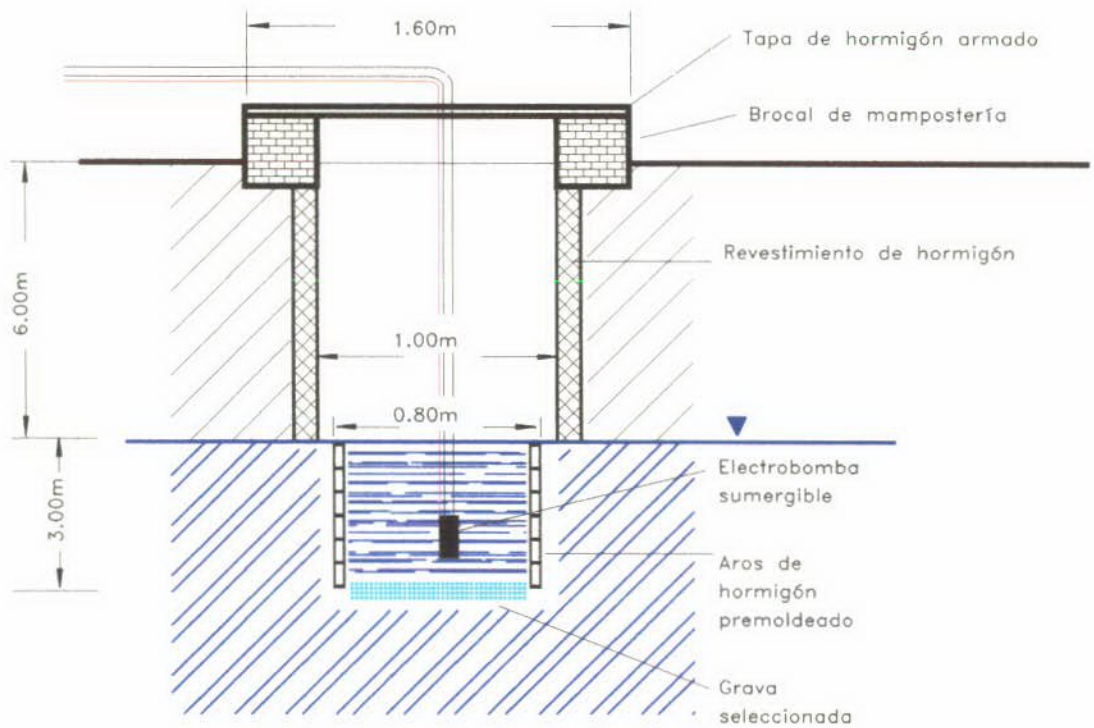
7.2. Almacenamiento

7.2.1 *Tanque elevado*

7.3. Protección sanitaria de la obra:

7.3.1. *Cercado perimetral:* 40 metros lineales de alambrado romboidal, de 1,60 m de altura y portón de acceso.

7.3.2. *Pozo de bombeo:* Brocal de 1,00 m de altura, 1,00 m de diámetro interno y 0,30 m de espesor de pared, con tapa de hormigón.



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

CHULO
Departamento Chemical

PROYECTO DE OBRA

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 8

8. BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA DE LA RIOJA. Informes descriptivos de perforaciones. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Dirección Provincial de Aguas Subterráneas.
- AGUILERA, E.D., M.I. CRESTA DE SUAREZ, O.CASTAÑO, H.CRESPO, R. OTTONELLO, J.RIERA, M.GODOY, 1973. Estudio para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Chamental. Secretaría de Estado de Obras Públicas, Subsecretaría de Recursos Hídricos, Dirección General de Aguas Subterráneas. La Rioja.
- ANUARIO ESTADISTICO DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA - 1986 - 1992. Ministerio de Producción y Desarrollo, Dirección General de Estadística. Tomo I. 370 p. La Rioja.
- CAMINOS, R., 1979. Descripción geológica de las Hojas 21 f, Sierra de Las Minas y 21 g, Ulapes. Boletín N° 172. 56 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.
- CASTAÑO, O.F., H.E. CRESPO, A. FARIAS, 1984. Estudio hidrogeológico de los Llanos Riojanos. Administración Provincial del Agua, Provincia de la Rioja. Versión Preliminar. La Rioja.
- FERNANDEZ, J. N. y O. F. CASTAÑO, 1992. Informe de hidrología e hidrogeología de los departamentos Rosario Vera Peñaloza y San Martín. Provincia de La Rioja. A.DeZ.A. - G.T.Z. 22p. Gobierno de la Provincia de La Rioja, Ministerio de Producción y Desarrollo.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, 1993. Hoja Topográfica 3166-09 – Chamental, escala 1:100.000. Buenos Aires.
- NUÑEZ, C. H. y R. E. OTTONELLO, 1997. Programa de perforaciones Provincia de La Rioja. Proyecto. Decreto N° 219/97. Ministerio de Desarrollo de la Producción y Turismo. Administración Provincial del Agua. Dirección General de Manejo de Cuencas. La Rioja. 66p.
- OTTONELLO, R.E., 1987. Ensayo por bombeo en el acuífero libre de la ciudad de Chamental. Secretaría de Estado de Obras Públicas, Subsecretaría de Recursos Hídricos, Dirección General de Aguas Subterráneas. La Rioja.
- VANDER VELPEN, 1988. RESIST versión 1.0. ITC. Msc. Research Project. Delft.
- ZUZEK, A.B., 1978. Descripción geológica de la Hoja 18f, Chamental. Boletín N° 161. 34 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.

ANEXOS

1. Sondeos Eléctricos Verticales

1.1. SEV 16

1.2. SEV 17

2. Planillas de Análisis Químicos

2.1. Pozo excavado Familia Quintero (Chulo)

2.2. Pozo excavado Familia Nieto (El Mollar)

3. Diagrama de Schoeller

4. Diagrama de Wilcox

ANEXO N° 1.1 Planillas del SEV N°16

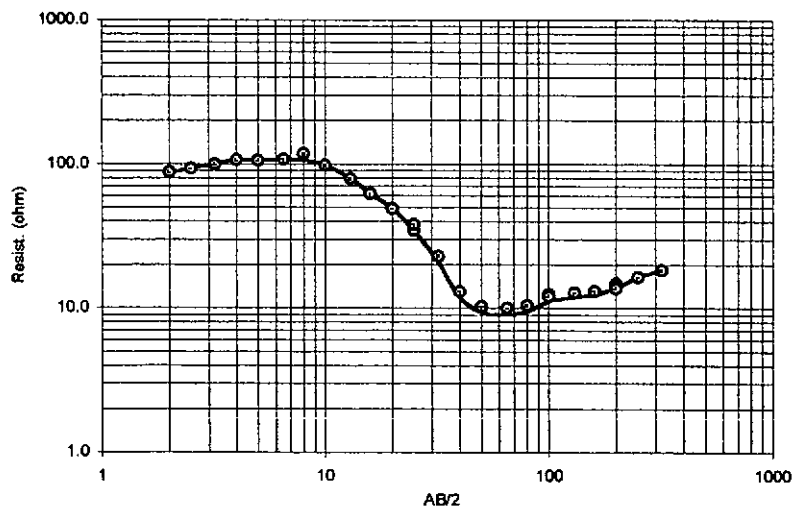
Lugar: Chulo

Azimut: 180°

| Distancia AB/2 (m) | Resist. de campo (ohm.m) | Resist de comput. (ohm.m) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2 | 88.0 | 88.0 |
| 2.5 | 93.0 | 93.0 |
| 3.2 | 99.6 | 99.6 |
| 4 | 107.0 | 107.0 |
| 5 | 106.0 | 106.0 |
| 6.5 | 108.0 | 108.0 |
| 8 | 118.0 | 106.1 |
| 10 | 98.0 | 98.0 |
| 13 | 79.5 | 79.5 |
| 16 | 62.5 | 62.5 |
| 20 | 49.0 | 49.0 |
| 25 | 34.5 | 34.5 |
| 25 | 38.0 | 34.5 |
| 32 | 23.0 | 20.9 |
| 40 | 13.1 | 11.9 |
| 50 | 10.3 | 9.4 |
| 65 | 10.0 | 9.1 |
| 80 | 10.5 | 9.5 |
| 100 | 12.5 | 11.3 |
| 100 | 12.1 | 11.3 |
| 130 | 12.8 | 12.0 |
| 160 | 13.2 | 12.4 |
| 200 | 14.8 | 13.8 |
| 200 | 13.8 | 13.8 |
| 250 | 16.4 | 16.4 |
| 320 | 18.4 | 18.4 |

| Profundidad (m) | Espesor (m) | Resist. (ohm.m) |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 1.1 | 1.1 | 62.3 |
| 4.7 | 3.6 | 170.4 |
| 13.1 | 8.5 | 43.5 |
| 36.1 | 22.9 | 4.7 |
| | | 18.7 |

Chulo
SEV N°16



ANEXO N° 1.2
Planillas del SEV N°17

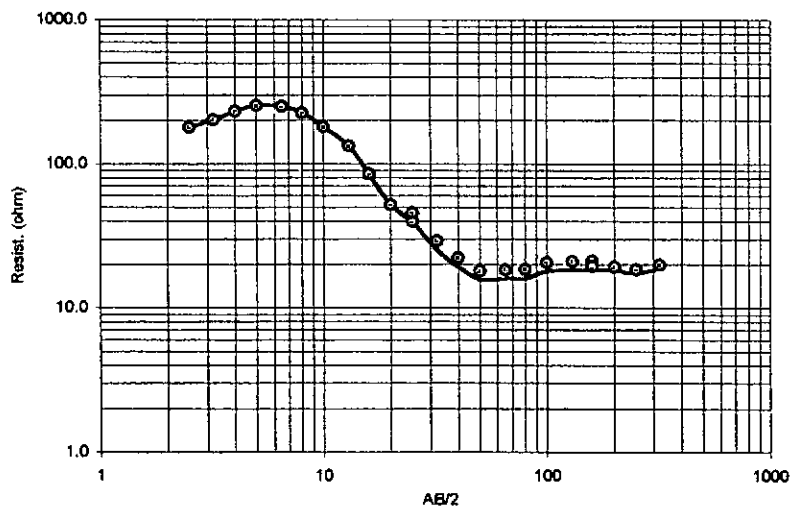
Lugar: Chulo

Azimut: 177°

| Distancia AB/2 (m) | Resist. de campo (ohm.m) | Resist de comput. (ohm.m) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2.5 | 180.0 | 180.0 |
| 3.2 | 202.0 | 202.0 |
| 4 | 233.0 | 233.0 |
| 5 | 255.0 | 255.0 |
| 6.5 | 251.0 | 251.0 |
| 8 | 227.0 | 227.0 |
| 10 | 182.0 | 182.0 |
| 13 | 133.0 | 133.0 |
| 16 | 85.0 | 85.0 |
| 20 | 52.0 | 52.0 |
| 25 | 40.0 | 40.0 |
| 25 | 46.0 | 40.0 |
| 32 | 29.2 | 25.4 |
| 40 | 22.3 | 19.4 |
| 50 | 18.1 | 15.7 |
| 65 | 18.4 | 16.0 |
| 80 | 18.5 | 16.1 |
| 100 | 20.7 | 18.0 |
| 130 | 21.1 | 18.3 |
| 160 | 21.2 | 18.4 |
| 160 | 19.5 | 18.4 |
| 200 | 19.4 | 18.3 |
| 250 | 18.5 | 17.5 |
| 320 | 20.0 | 18.9 |
| | | |
| | | |
| | | |

| Profundidad (m) | Espesor (m) | Resist. (ohm.m) |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 0.8 | 0.8 | 100.5 |
| 3.2 | 2.4 | 513.7 |
| 6.7 | 3.5 | 57.8 |
| 11.4 | 4.7 | 32.5 |
| 37.3 | 25.9 | 13.6 |
| | | 19.1 |

Chulo
SEV N°17



ANEXO 2.1

ANALISIS QUIMICO: Pozo excavado Familia Quintero (Chulo)

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 470 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 305 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 294 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 6 | 5 | 10 | | |
| pH | 7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 3.5 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 647 | 2000 | | | |
| Sodio | 32 | | | | |
| Potasio | 5 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 65 | | | | |
| Magnesio | 32 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 26.2 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 372 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 15 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 1 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.04 | 0.2 | | | |
| Nitritos | 0.02 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 0.8 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.6 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.033 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 3.2 | Cloruros | 0.7 | 3.2 |
| Magnesio | 2.6 | Sulfatos | 0.3 | |
| Sodio | 1.4 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 6.1 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 7.4 | Total | 7.2 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028839 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2.2

ANALISIS QUIMICO: Pozo excavado El Mollar (Familia Nieto)

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 215 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 148 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 133 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | nsd | 5 | 10 | | |
| pH | 6.7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.2 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 380 | 2000 | | | |
| Sodio | 27 | | | | |
| Potasio | 2 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 45 | | | | |
| Magnesio | 4.9 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 23.1 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 181 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 10 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | nsd | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | nsd | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | nsd | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.4 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | nsd | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua potable | | | | |

BALANCE IONICO

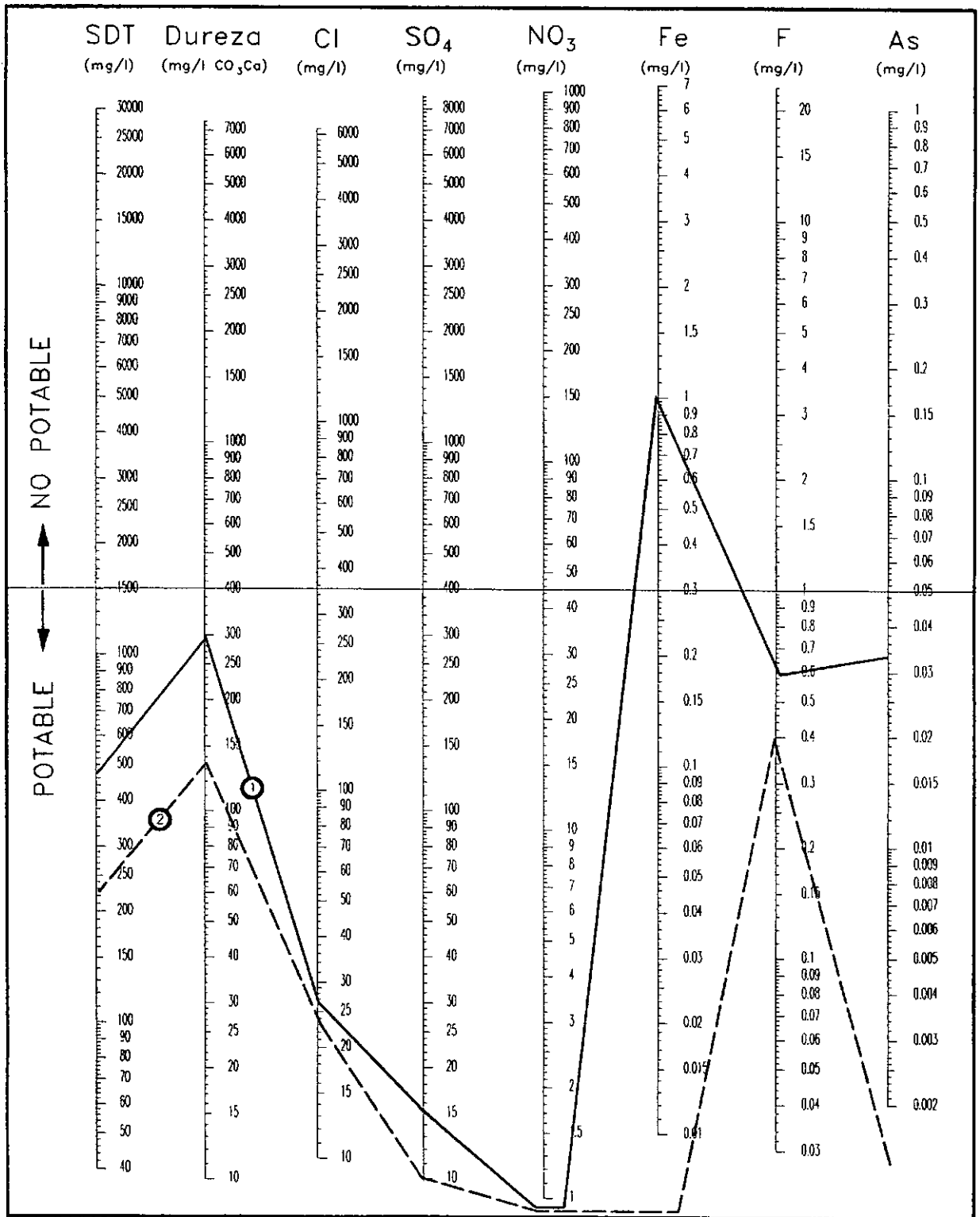
| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 2.2 | Cloruros | 0.7 | 1.4 |
| Magnesio | 0.4 | Sulfatos | 0.2 | |
| Sodio | 1.2 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 3.0 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 3.9 | Total | 3.8 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028832 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 3



REFERENCIAS

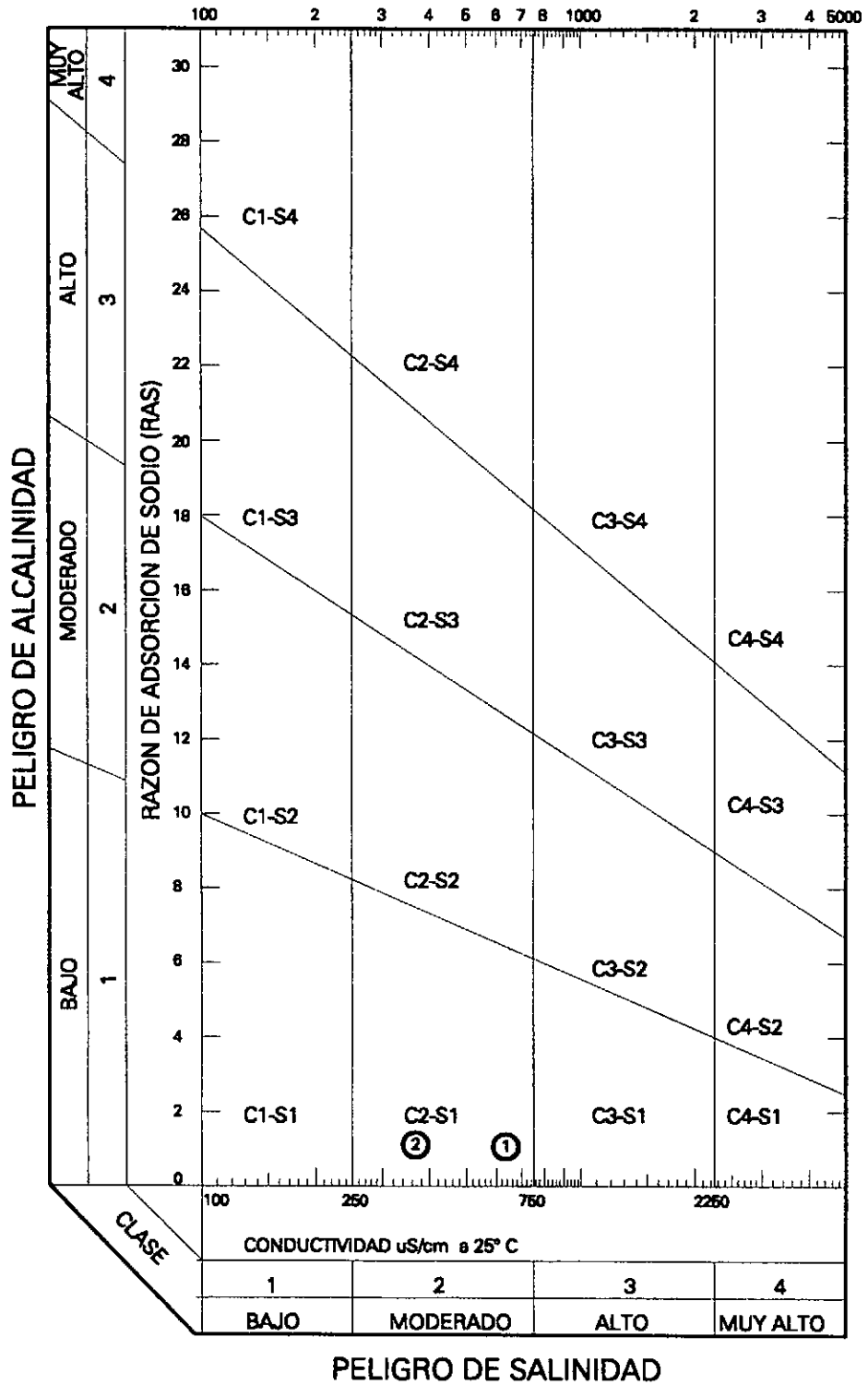
- ① Pozo excavado Chulo (Flía. Quintero)
- ② Pozo excavado El Mollar (Flía. Nieto)

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

CHULO
Departamento Chemical
DIAGRAMA DE SCHOELLER

CONTRATO DE OBRA - Exp^{te}. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1998

ANEXO 4



REFERENCIAS

- ① Pozo excavado Chulo (Fifa.Quintero)
- ② Pozo excavado El Mollar (Fifa.Nieto)

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

CHULO
Departamento Chemical

DIAGRAMA DE WILCOX

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

PROVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

**ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION
DE FUENTES DE AGUA
EN LA COMUNIDAD DE**

- VIEJA COLONIA -

*DEPARTAMENTO GENERAL OCAMPO
PROVINCIA DE LA RIOJA*

Abril de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

DR. ANGEL EDUARDO MAZA

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE LA RIOJA

MINISTRO DE DESARROLLO DE LA PRODUCCION Y EL TURISMO

ING. JORGE BENGOLEA

COORDINADOR EJECUTIVO U.F.I.

LIC. ANTONIO DOMINGO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE LA RIOJA

ADMINISTRADOR DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

GEOL. MIGUEL MOYANO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

RESPONSABLE TECNICO

LIC. RAUL PEREZ SPINA

Autor: *Guillermo A. Baudino*

INDICE

INTRODUCCION

1. LOCALIZACION
2. CARACTERIZACION FISICA
3. SINTESIS POBLACIONAL
4. PROVISION DE AGUA ACTUAL
5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
6. CONCLUSIONES
7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION
8. BIBLIOGRAFIA

FIGURAS

1. Mapa de Ubicación General
2. Precipitaciones Medias Mensuales
3. Mapa Topográfico
4. Mapa Geológico
5. Fotografía del Canal de Anzulón
6. Fotografía de la Obra de Toma en el Río Grande (La Aguadita) de Ambil
7. Perfil A - A'
8. Proyecto de Obra 1: Represa en Vieja Colonia
9. Proyecto de Obra 2: Perforación en Planta Potabilizadora

ANEXOS

1. Planillas de Análisis Químicos
2. Diagrama de Schoeller
3. Diagrama de Wilcox

INTRODUCCION**Marco General del Estudio**

El presente trabajo se lleva acabo mediante un contrato realizado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscrito, dentro del Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades. Con el presente informe se cumple con lo estipulado en el contrato (Expte. 3221 ALC IV) anteriormente mencionado.

Objetivos

Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base con el fin de ubicar posibles fuentes de aprovisionamiento de agua subterránea y/o superficial y elaborar un proyecto de captación que sea viable y justificable de acuerdo a las necesidades y las características físicas del medio.

1. LOCALIZACION

La zona de estudio, se encuentra a 233 km al sur de la ciudad de La Rioja, en el Departamento General Ocampo. Las coordenadas de la localidad son $30^{\circ} 57' 59,7''$ de latitud sur y $66^{\circ} 08' 26,8''$ de longitud oeste.

Partiendo de la capital provincial, se accede por la Ruta Nacional N° 38 (asfaltada) hasta la ciudad de Chamental. Desde esta ciudad se toma hacia el sur la Ruta Nacional N° 79, también asfaltada, que lleva a Santa Rita de Catuna y a partir de allí se empalma con la Ruta Provincial N° 31 - en dirección al naciente - para llegar a la localidad de Milagro.

El predio de la Vieja Colonia está ubicado 800 metros al este de la estación ferroviaria de Milagro (**Figuras 1 y 3**).

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. Clima

Los datos climáticos más completos provienen de la estación meteorológica de la ciudad de Chepes (**Figura 1**), operada por el Servicio Meteorológico Nacional y corresponden al período 1951 – 1960 (Ramos, 1982).

El clima de la comarca es desértico caluroso, con precipitación pluvial por debajo del límite de sequía, un período más seco en invierno y una temperatura media anual superior a los 18 °C. Las temperaturas medias estivales oscilan alrededor de 26 °C y las máximas fluctúan entre 41 y 43 °C. Las medias invernales varían entre 10 y 12 °C, con mínimas de 5 a 7 °C bajo cero. Las amplitudes térmicas diarias a lo largo de todo el año son de apreciable magnitud, siendo la media de 35 °C. Predominan los vientos del este y noreste, que soplan durante todo el año sin diferencias apreciables (Ramos, 1982).

De acuerdo a los registros pluviométricos citados por Nielsen (1970) las precipitaciones medias anuales varían entre 322 y 231 milímetros anuales. Los pluviómetros ubicados en el Dique de Anzulón (322 mm/a) y las localidades de Catuna (315 mm/a) y Milagro (322 mm/a) reciben mayores aportes que los situados en el pueblo de Ambil (231 mm/a), en la cuenca alta del río Anzulón 275 y en la estación Desiderio Tello (251 mm/a).

Existe una marcada irregularidad en la distribución anual de las lluvias, como se observa en el histograma de la **Figura 2**. Las precipitaciones están concentradas en los tres meses de verano y en el resto del año se produce una drástica disminución de la lámina de agua, generando intensas sequías. La lámina media anual de agua caída en la estación meteorológica de Chepes es de 385 mm y el 90% de las mismas se concentra entre los meses de noviembre y abril.

Las variaciones interanuales en la lámina de agua caída son muy marcadas, con desviaciones de más del 30 % respecto de la media anual. Con lluvias tan escasas, en los años en que se produce una disminución del total anual, se generan situaciones dramáticas en el aprovisionamiento de agua.

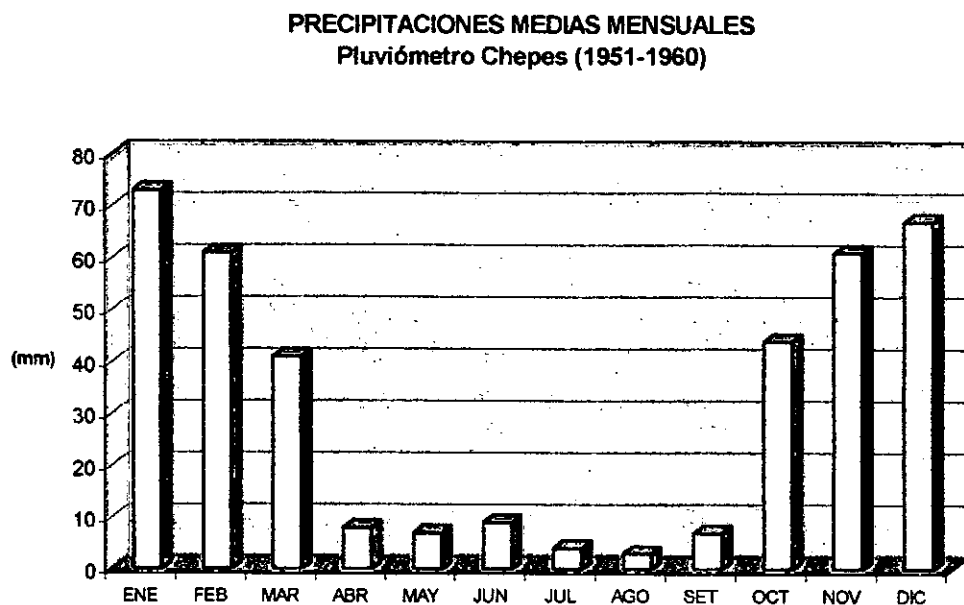


Figura 2

2.2. Vegetación y Suelos

La vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica de “Monte”, con un claro predominio de “xerófitas”, como consecuencia de un clima seco con veranos cálidos e inviernos benignos.

Existen asociados tres estratos principales: un estrato arbóreo de altura moderada, uno arbustivo y uno compuesto por plantas herbáceas y cactáceas.

Las especies arbóreas más comunes y en orden de importancia son: el quebracho blanco, algarrobo negro, algarrobo blanco, retamo, espinillo, tala, tintitaco, brea y mistol. Los arbustos y subarbustos predominantes son la jarilla, chañar, piquillín, lata, tusca y garabato. Por último, las herbáceas más comunes son las gramíneas del género *Stipa* (pastos duros). En las zonas serranas, disminuye la cantidad de especies arbóreas, que solo se concentran en las quebradas por la mayor humedad. Fuera de las quebradas predominan los arbustos espinosos, mientras que en la zona de cumbres los matorrales y las gramíneas superan a las especies arbóreas. Los suelos de la región, indican un desarrollo precario, siendo clasificados como *sierosem*, o sea, suelos semidesérticos grises.

Las rocas ígneas y metamórficas de la zona serrana, los asomos de sedimentitas terciarias y los loes, limos y arenas del Cuaternario, son las principales rocas madres de los suelos, originando suelos de colores castaño pálido, amarillentos o rosados, arenosos, sueltos, carentes de humus y con niveles carbonáticos someros.

2.3. Fisiografía

El relieve está caracterizado por la presencia de la sierra de Los Llanos, al oeste de la zona de estudio, al pie de la cual se extiende la planicie conocida como los Llanos Orientales (**Figura 3**).

La sierra de Los Llanos, en su flanco oriental, está conformada por conjuntos de elevaciones elongadas en sentido meridiano que reciben los nombres de sierra de los Porongos, sierra de los Luján, sierra de Abajo y sierra de Nacate y alcanzan una altitud de 1.500 m s.n.m..

La llanura que se desarrolla al este de la sierra, Llanos Orientales, posee una altitud de 650 m s.n.m. en el pie de la sierra, disminuyendo hacia el noreste hasta los 275 m s.n.m. en las Salinas Grandes (**Figura 1**).

2.4. Hidrografía

Los cursos fluviales son en su totalidad de carácter temporario y el escurrimiento solo se produce durante la época de lluvias. El drenaje de zona de estudio aporta a la cuenca endorreica de las Salinas Grandes.

En la zona serrana se destacan la cuenca del río Anzulón, con una superficie de 586 km² y la cuenca del río Saladillo, con 445 km². Ambas están reguladas mediante sendos diques, que embalsan los aportes hídricos provenientes del oeste. Otras cuencas, de menor importancia, son las del río Grande o de la Aguadita de Ambil y Los Retamos (**Figura 3**).

En la llanura el escurrimiento superficial es de carácter difuso y los cauces se encuentran secos la mayor parte del año, escurriendo únicamente cuando se producen lluvias torrenciales en la época estival. El cauce más importante es el del río La Paloma, que recibe los aportes de los ríos Saladillo, Grande de Ambil y Los Retamos, entre otros, y escurre de sudoeste a noreste.

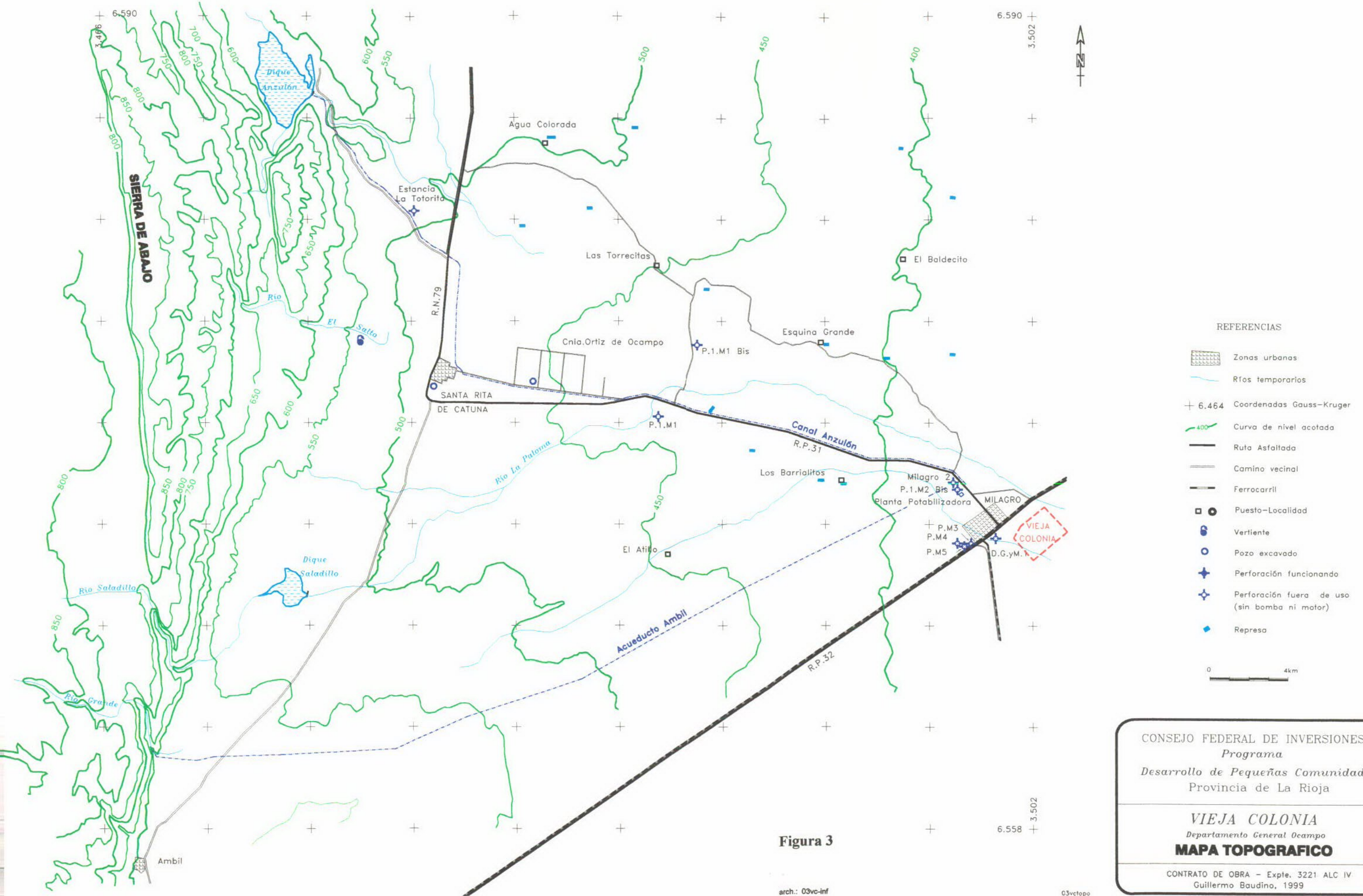


Figura 3

arch.: 03vc-inf

03vc topo

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

VIEJA COLONIA
 Departamento General Ocampo
MAPA TOPOGRAFICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2.5. Geología Regional

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales. Esta Provincia Geológica se caracteriza por la presencia de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, de edades precámbricas, paleozoicas y cenozoicas.

Las rocas más antiguas están constituidas por granitos, tonalitas, granodioritas, migmatitas, esquistos y gneises que conforman el basamento cristalino y afloran en la mayor parte de las sierras de Los Llanos. Todas estas rocas son de edad incierta, pero con seguridad pre-carboníferas y reciben los nombres de Formación Olta, Tama, Chepes, Las Asperzas y Ulapes (Castaño *et al.*, 1984).

Sobre el basamento se asientan en discordancia las sedimentitas del Grupo Paganzo, del Paleozoico Superior. La base de este grupo está constituida por areniscas arcósicas, conglomerados, lutitas y limolitas grisáceas pertenecientes a la Formación Malanzán, de edad Carbónica; suprayace la Formación La Colina, de edad Pérmica, que es correlacionable con las formaciones Patquía, La Cuesta y Orcobola (Castaño *et al.*, 1984) y está constituida por conglomerados y areniscas arcósicas friables a compactas de colores rojizos. En la zona de estudio no existen afloramientos visibles de rocas paleozoicas, pero su presencia ha sido citada por Sosic (1961), quien en un pozo excavado ubicado 2 km al norte de la localidad de Catuna describe areniscas rojizas gruesas, hasta conglomerádicas, atribuibles a la Formación Orcobola (Paganzo II). En el camino que conduce al dique Anzulón - en otro pozo excavado - el citado autor menciona la presencia de sedimentitas de color rojo intenso, que también asigna al Grupo Paganzo.

Por el contrario, en los legajos de perforaciones realizadas en la zona de llanura por diversos organismos, no aparecen en ningún caso descripciones litológicas que puedan atribuirse a las sedimentitas paleozoicas. En dichas descripciones las sedimentitas de edad terciaria pertenecientes a la Formación Los Llanos (Plioceno) asientan en forma discordante sobre el basamento cristalino y están constituidas por conglomerados y areniscas cuarzosas y arcósicas, calcáreas, en parte arcillosas, friables y de colores claros. Los afloramientos terciarios se encuentran al sudeste del río La Paloma

Por último, los sedimentos de edad cuaternaria, están representados por depósitos eólicos y fluviales (Pleistoceno, Formación Chamical) y depósitos aluviales (Holoceno). Los primeros constituidos por arenas, limos (loess) y conglomerados semiconsolidados, mientras que los segundos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas.

La estructura de la comarca está caracterizada por la emergencia de un bloque de basamento cristalino, las sierras de Los Llanos, elevado por fracturas regionales de rumbo norte-sur. Asociadas a las fallas principales existen dislocaciones conjugadas, como la que controla el valle del río Anzulón, de rumbo preferentemente noroeste-sudeste. Las serranías se consideran como bloques positivos debido a movimientos tectónicos precarbónicos (Zuzek, 1978). Los movimientos tectónicos del Terciario generaron una reactivación de los lineamientos estructurales y tuvieron como consecuencia un rejuvenecimiento del relieve.

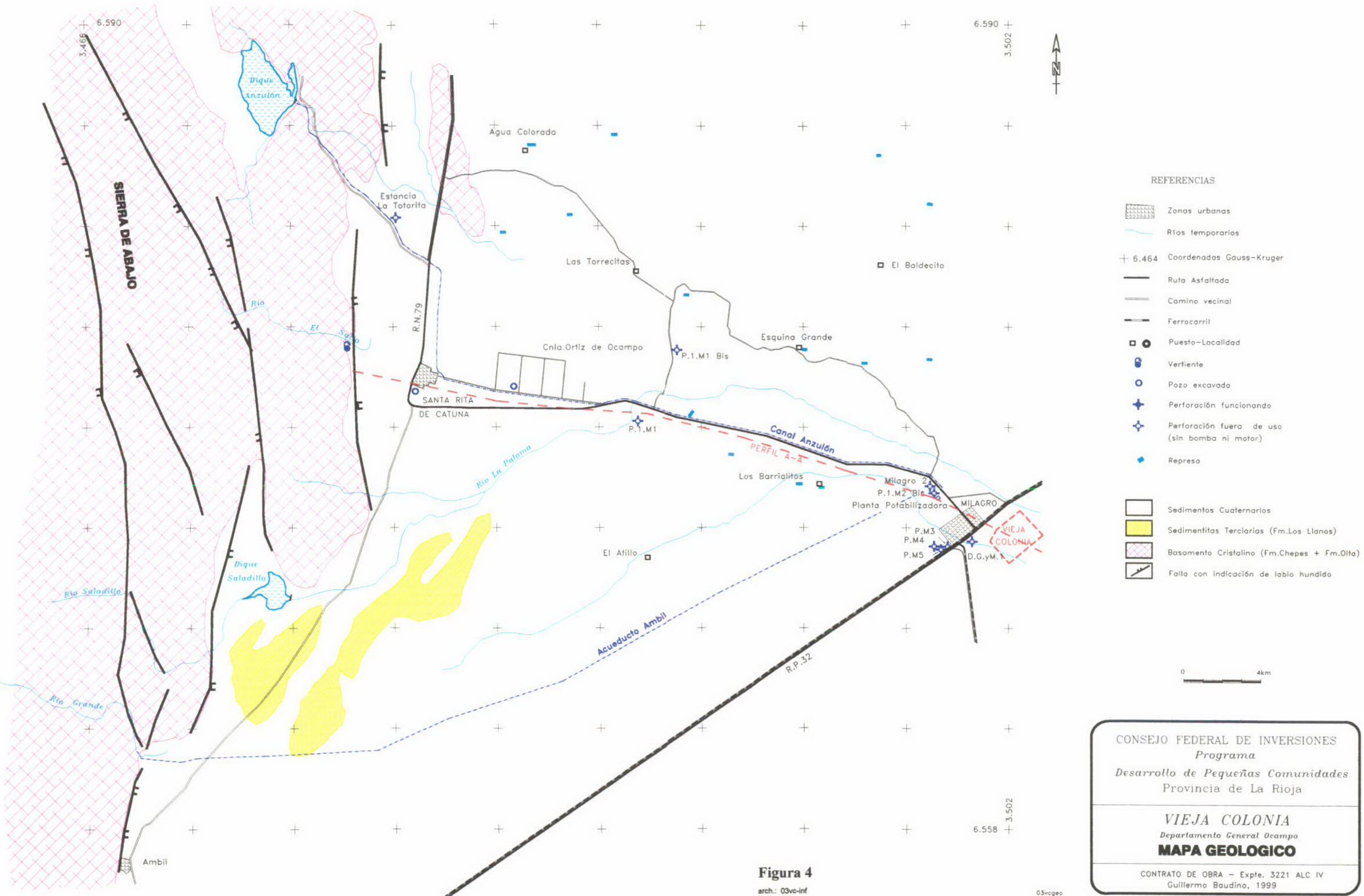
Las sedimentitas carbónicas y pérmicas se disponen adosadas al basamento cristalino, en los bordes de las serranías, y sobre las mismas se encuentran los estratos de Los Llanos, afectados por basculamientos y suaves plegamientos generados por el reactivamiento de las estructuras paleozoicas (**Figura 4**).

2.6. Geomorfología

En el área de estudio pueden diferenciarse dos ámbitos geomorfológicos principales: el de **montaña** y el de **llanura**.

En la zona montañosa, gobiernan procesos de erosión fluvial a causa de la concentración del escurrimiento superficial en ríos y arroyos, que por las elevadas pendientes y su torrencialidad durante las lluvias, inciden fuertemente en el paisaje local. El flanco oriental de la sierra de Los Llanos posee una red de drenaje en la que los colectores principales siguen un patrón angular, controlado por la estructura, mientras que los cursos menores tienen un diseño dendrítico.

El ambiente de llanura, los Llanos Orientales, es considerado como planicie de erosión y acumulación; en este ambiente no existen cursos de agua permanentes y solo temporalmente, durante lluvias torrenciales, se produce un escurrimiento difuso cuyos cauces varían en cada verano. La acción del viento contribuye a la modelación debido a que los suelos se encuentran frecuentemente desprovistos de humedad y cobertura vegetal.



REFERENCIAS

- Zonas urbanas
- Ríos temporarios
- + 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger
- Ruta Asfaltada
- Camino vecinal
- Ferrocarril
- Puesto-Localidad
- Vertiente
- Pozo excavado
- Perforación funcionando
- Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor)
- Represa
- Sedimentos Cuaternarios
- Sedimentitas Terciarias (Fm. Los Llanos)
- Basamento Cristalino (Fm. Chepes + Fm. Olta)
- Falla con indicación de labio hundido

0 4km

Figura 4

arch.: 03vo-inf

03vcego

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

VIEJA COLONIA
 Departamento General Ocampo
MAPA GEOLOGICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

3. SINTESIS POBLACIONAL

Vieja Colonia carece actualmente de población estable, ya que se trata de un proyecto de colonización en vías de desarrollo. La superficie destinada al proyecto es de 228 hectáreas y su cercanía a la localidad de Milagro hace que, en caso de poder realizar el aprovisionamiento de agua, las posibilidades de generar un emprendimiento productivo sean muy favorables.

El acceso a vías de comunicación importantes, como el ferrocarril y la Ruta Provincial N° 32 - que vincula las provincias de San Juan, La Rioja y Córdoba - y la disponibilidad de energía eléctrica y servicios comunitarios como educación y salud gracias a su emplazamiento, hace que la concreción del proyecto de colonización tenga un carácter prioritario dentro de la planificación del Departamento General Ocampo.

4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

Actualmente no existe aprovisionamiento de agua al predio. La vecina localidad de Milagro posee una planta potabilizadora, que se abastece a partir del dique de Anzulón. El agua es conducida mediante un canal abierto de 37 km de longitud, revestido en piedra emboquillada (Figura 5).

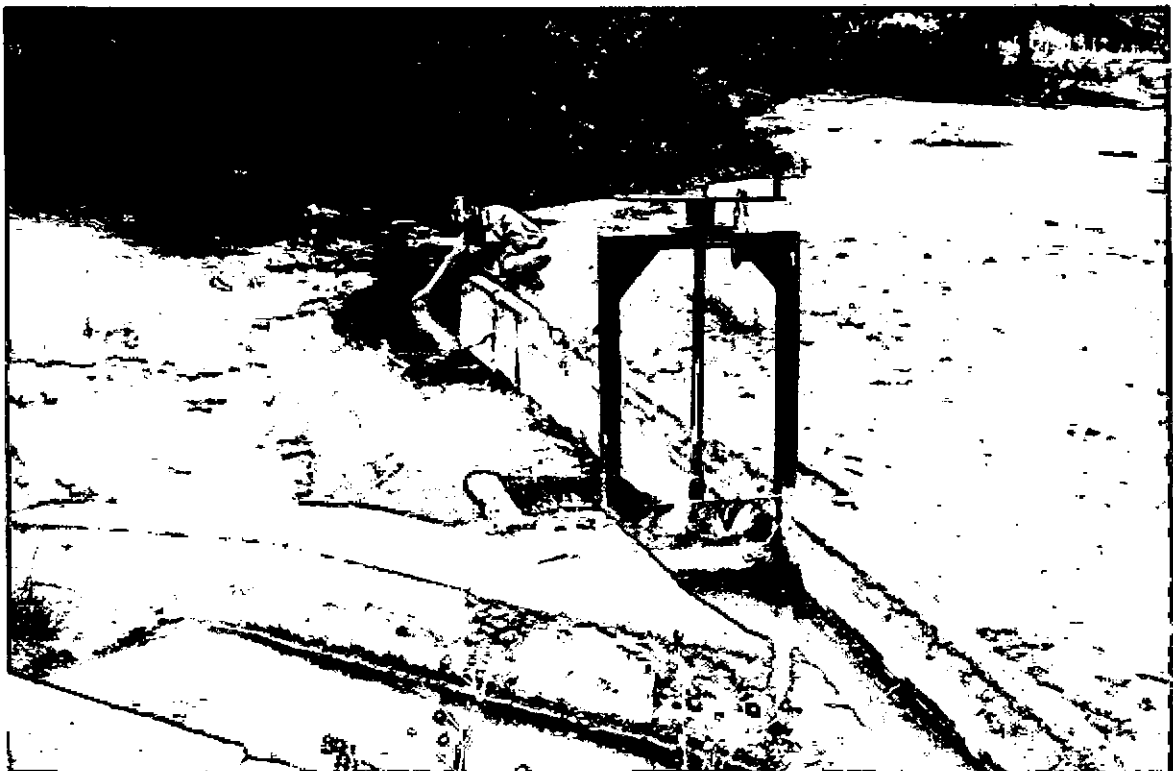


Figura 5: Fotografía del Canal de Anzulón-Milagro

El dique de Anzulón es sin duda la obra de regulación hídrica más importante de la región y colecta el agua de la cuenca de mayores dimensiones - 586 km² - del sector serrano aledaño. Fue construido por Agua y Energía de la Nación en 1937 y ha sufrido daños en el muro de embalse, que han sido reparados en forma parcial. Del agua de este reservorio depende la producción frutihortícola de los productores de la Colonia Ortiz de Ocampo y de numerosas chacras aledañas (denominadas "Chacras de Afuera" por los pobladores). La superficie cultivada dentro de la Colonia puede estimarse en 500 hectáreas, mientras que las propiedades externas a la misma suman unas 70 hectáreas más.

La capacidad de embalse del dique Anzulón originalmente era de 36 Hm³ (Rossa, 1997) pero la colmatación por sedimentos hace que actualmente sea de 22,45 Hm³, de acuerdo a la información suministrada por el Secretario del Consorcio de Regantes, Sr. Ramón Torres. Los aportes de la cuenca en el período 1931/61 han sido estimados en 5,2 Hm³/año (Nielsen, 1970), pero este caudal sufre variaciones muy marcadas y el nivel del embalse se encuentra prácticamente todos los años en situación crítica antes de comenzar la época de lluvias.

El agua es intensamente aprovechada para irrigación en la Colonia Ortiz de Ocampo y las "Chacras de Afuera", así como para el aprovisionamiento de la localidad de Milagro. De acuerdo a la información suministrada por el Secretario del Consorcio de Regantes, Sr. Ramón Torres, la dotación de riego destinada a la Colonia Agrícola Ortiz de Ocampo es de 210 litros por segundo, mientras que para Milagro se destinan 30 litros por segundo. De acuerdo a los aforos realizados por el Sr. Torres, las pérdidas por infiltración en el canal, debidas principalmente al mal estado de conservación del revestimiento y de las compuertas derivadoras (**Figura 5**), pueden estimarse en 30 litros por segundo.

Existe un proyecto de conducción mediante cañerías desde el dique de Anzulón y la distribución presurizada a todos los usuarios (Rossa, 1997), con cuya ejecución se eliminarían las pérdidas y se podría administrar en forma eficiente el agua del embalse.

La calidad química del agua del dique sufre variaciones estacionales importantes. El análisis físico-químico de una muestra extraída al final de la época de lluvias (Leiva, 1998) evidencia un total de sólidos disueltos de 595 mg/l, mientras que la muestra tomada en el mes de Noviembre de 1998 durante el desarrollo de este trabajo acusó un tenor de 1.180 mg/l.

Para el abastecimiento de agua potable de la localidad de Milagro en la zona serrana se ha construido recientemente una captación del río Grande de Ambil (**Figura 6**), con un acueducto de 140 mm de diámetro y una longitud de más de 35 km. En Noviembre de 1998 se realizó un aforo del río, en el cual se determinó un caudal de 7 litros por segundo. La calidad química de esta fuente es buena, la limitante principal es la irregularidad del caudal, que sufre una drástica disminución al final de la época de sequía.

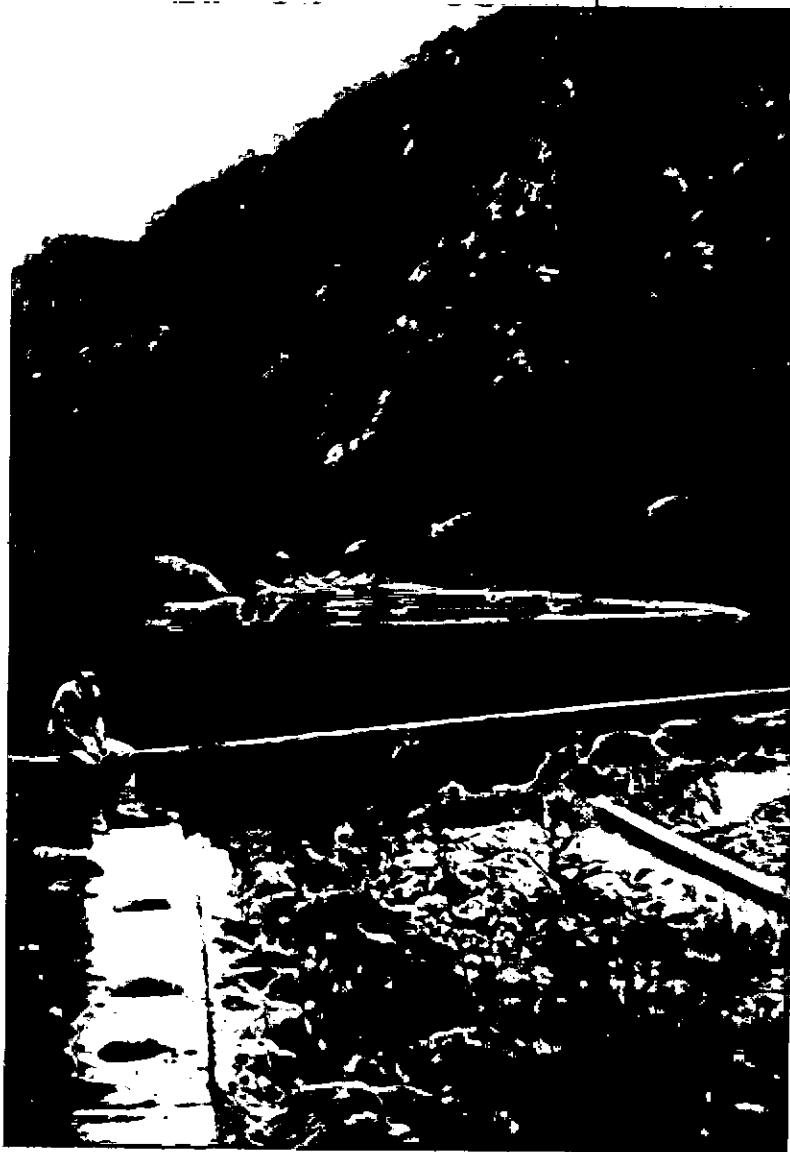


Figura 6: Fotografía de la captación del río Grande (o La Aguadita) de Ambil

5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. Agua superficial

5.1.1. Represas

En las cercanías de Vieja Colonia no existen ríos o arroyos permanentes y el escurrimiento superficial es de carácter difuso y temporario; solo se produce durante la época de lluvias, entre Noviembre y Marzo. A pesar de ello constituye una fuente de aprovisionamiento importante para los puestos ganaderos de las inmediaciones, tanto para uso pecuario como para consumo humano, gracias al sistema de captación y almacenamiento mediante represas. El agua almacenada durante el verano es utilizada a lo largo de la temporada de sequía, en la que no se producen nuevos aportes hídricos; la principal limitante de este sistema son las pérdidas por evaporación e infiltración y la disminución de la capacidad de embalse debido a la colmatación por sedimentos.

Estos embalses se construyen cavando en los sectores denominados "bajos", aprovechando el material fino obtenido para construir los bordes y el fondo de la represa. El agua captada posee un contenido salino muy reducido, constituyendo hasta el presente el recurso hídrico de mejor calidad físico-química de la región.

Un problema común que se observa en estas obras es el alto tenor de sólidos en suspensión y de materia orgánica. La principal causa de estas concentraciones es el libre ingreso del ganado, situación que se ve agravada en períodos de sequía en los cuales el nivel de agua disminuye notablemente. El ingreso del ganado a la represa es una manera tradicional de favorecer la compactación del fondo de la misma a través del pisoteo, con el fin de reducir las pérdidas por infiltración.

Experiencias científicas recientes llevadas a cabo por la Universidad Nacional de La Rioja (comunicación personal: Castaño, 1998), han estimado las pérdidas por evaporación en 40 %, la debidas a infiltración en 25 % y el consumo (ganadero y humano) en sólo un 35 %.

En un trabajo conjunto realizado por la Sociedad Rural del Sur Riojanos (SORSUR), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Agencia para el Desarrollo Ecológico de Zonas Áridas (ADEZA) y la Sociedad de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), se han desarrollado técnicas para reducir las pérdidas por infiltración y evaporación, mediante la construcción adecuada de los taludes y el mejoramiento del material de fondo a través del agregado de aglutinantes. También se propone la construcción de un desarenador antes del

ingreso del agua a la represa, con el fin de disminuir la entrada de sólidos y así aumentar la vida útil de la capacidad de embalse (SORSUR, INTA, ADEZA-GTZ, 1995).

En el predio de Vieja Colonia pueden construirse represas cuyo volumen de embalse depende de la inversión que se decida hacer. Antecedentes regionales indican la factibilidad de construir represas de 45.000 m³ (175 * 60 * 5m) y teniendo en cuenta las investigaciones citadas puede estimarse, en forma conservativa, un volumen útil de 25 % del total, o sea 11.250 m³. En caso de construirse dos represas de estas dimensiones, se alcanzarían 22.500 m³, lo que expresado en forma de caudal a lo largo de 10 meses resultan 3,1 metros cúbicos por hora de agua de buena calidad para consumo humano y riego, con un costo de producción y mantenimiento muy reducido.

Debido al bajo contenido de sales, este caudal puede aumentarse mezclándola con los aportes de agua subterránea de mayor mineralización, para el abrevado del ganado.

5.1.2. Ríos

El único río con posibilidades de brindar un caudal permanente es el río Grande de Ambil, cuya captación y conducción ha sido realizada para el abastecimiento de la localidad de Milagro.

5.1.3. Diques

Dique de Anzulón

El proyecto de presurización de la conducción y distribución permitirá evitar las pérdidas que actualmente se producen en el canal de conducción y en los ramales derivadores. El caudal de las pérdidas ha sido estimado en 30 litros por segundo, por lo que la obra de conducción puede considerarse como la fuente de obtención de agua de **mayor importancia** de la estudiadas.

Dique El Saladillo

El dique El Saladillo, destinado a almacenar un aporte medio anual de 3,4 Hm³, está actualmente en desuso y su recuperación es altamente dificultosa, debido a la extrema salinización de sus aguas. La conductividad medida en Noviembre de 1998 ascendía a 19.000 uS/cm. El proyecto original del embalse preveía una conducción desde el río Potrerillos, situado 25 km al sur de la presa, cuya construcción no llegó a finalizarse. La falta del aporte hídrico adicional previsto, el abundante aporte de sales de la cuenca y la elevada tasa de evaporación han llevado a la inutilización total del reservorio.

5.2. Agua subterránea

El estudio de los recursos hídricos subterráneos se llevó a cabo teniendo en cuenta los antecedentes disponibles de investigaciones hidrogeológicas regionales, así como de captaciones existentes de acuíferos someros y profundos.

A través de la integración de esta información se realizan consideraciones hidroestratigráficas y se propone un modelo de circulación hídrica subterránea.

Se caracterizan además los recursos hídricos existentes desde el punto de vista hidroquímico, sobre la base de datos antecedentes y de los análisis físico-químicos efectuados a muestras extraídas en campaña.

5.2.1. Antecedentes

Las cercanas localidades de Santa Rita de Catuna y Milagro sufren una carencia crónica en el aprovisionamiento de agua potable, para lo cual distintos organismos han realizado estudios, proyectos y obras de captación.

La Dirección Nacional de Geología y Minería (Sosic, 1961) realizó un "Estudio Hidrogeológico en la Región de Anzulón-Catuna-La Colonia-Milagro". A pesar del tiempo transcurrido y de las numerosas obras de captación y exploración realizadas hasta el presente, las conclusiones y recomendaciones no han perdido vigencia.

El Ministerio de Hacienda y Obras Públicas, a través del Programa de Agua Subterránea encaró una "Investigación del Agua Subterránea en la Zona de Influencia del Dique Anzulón" (Nielsen, 1970), en el que se realiza una caracterización hidrogeológica regional, el balance hídrico medio anual, la calificación hidroquímica de los recursos subterráneos y la determinación de los parámetros hidráulicos del acuífero ubicado en la zona de Catuna.

Existe un estudio de hidrogeología regional, de carácter preliminar, realizado por la Administración Provincial del Agua, de la provincia de La Rioja (Castaño *et al.*, 1984), en el cual se describen las características más sobresalientes de los recursos hídricos subterráneos de los Llanos Riojanos.

5.2.2. Captaciones existentes

Manantiales

En la localidad de Santa Rita de Catuna se captan y utilizan intensivamente, para abastecimiento de agua potable y riego, un conjunto de manantiales ubicados en el pie de la serranía. El agua proviene de las fisuras del basamento cristalino y es de buena calidad.

Acuíferos someros

En las inmediaciones de Vieja Colonia no se han detectado captaciones del acuífero freático en las que puedan realizarse mediciones de nivel o extracción de muestras.

Existen antecedentes de una perforación - ubicada a 400 metros al sur de la estación ferroviaria de Milagro - realizada por la Dirección de Minas y Geología de la Nación en el año 1936, en la cual se ensayó el acuífero libre a pozo abierto (durante las tareas de perforación). La zona saturada está descrita como arenisca fina pardo rosada, arcillosa y calcárea y se sitúa entre los 17,00 y 18,30 metros bajo boca de pozo. La extracción de 0,80 metros cúbicos por hora produjo en el ensayo una depresión de 0,92 metros y el agua extraída poseía un contenido salino de 2.900 miligramos por litro.

Un conjunto de pozos perforados por el sistema de percusión (P.M.3, 4 y 5) fue realizado por el Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de La Rioja en el año 1971, en la zona sur de la localidad de Milagro, a 1.000 metros al sudeste de la estación de ferrocarril; ninguno de ellos fue entubado por no alcanzar una zona saturada hasta los 25 metros de profundidad.

En la localidad de Catuna, a 24 kilómetros al oeste de Colonia Vieja (**Figura 3**), han sido excavados varios pozos actualmente fuera de uso. El nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie (entre 2 y 4 metros de profundidad) y el contenido de sales es muy elevado, más de 3 gr/l.

Acuíferos profundos

Se cuenta con antecedentes de perforaciones profundas realizadas en las cercanías de Vieja Colonia. Los datos constructivos más importantes se resumen en la siguiente tabla:

| Pozo | Prof. Final (m) | Acuíferos atravesados | | | | Filtros | | Q.e. m ³ /h/m | Q. m ³ /h | T.S.D. mg/l |
|-------------|--------------------|-----------------------|--------|--------|-------|---------|--------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| | | No | desde | hasta | n.e. | desde | hasta | | | |
| D.M.y G. 1 | 152,14 | 1 | 17,00 | 18,30 | 16,83 | - | - | 0,874 | 0,804 | 2.900 |
| | | 2 | 108,65 | 110,00 | 39,84 | - | - | 0,069 | 3,296 | 5.400 |
| P.I.M.1 | 60,80 | 1 | 46,00 | 53,00 | 29,97 | 45,00 | 52,22 | 1,21 | 12,00 | 7.705 |
| P.I.M.1 Bis | 76 | 1 | 62,00 | 75,50 | 37,85 | 68,15 | 75,15 | 3,50 | 60,00 | 7.379 |
| P.I.M.2 | ? | 1 | 16,90 | 18,30 | ? | - | - | - | - | 15.840 |
| | | 2 | ? | ? | ? | - | - | - | - | 18.703 |
| P.I.M.2 Bis | 125 | 1 | ? | ? | 23,90 | 109,40 | 124,93 | 0,20 | 8,31 | 4.654 |

n.e.: Nivel piezométrico estático; Q.e.: Caudal específico; Q.: Caudal; T.S.D.: Total de Sólidos Disueltos

La ubicación de las perforaciones puede observarse en la **Figura 3**.

Se cuenta además con información de una perforación exploratoria que no fue entubada (denominada "Milagro 2"), ubicada a 200 metros al noroeste de la Planta Potabilizadora de Milagro. Fue realizada en 1993 y cuenta con un registro de perfilaje eléctrico de Resistividad Normal y de Potencial Espontáneo. La interpretación de los valores de RN y SP indica la existencia de capas con probabilidades de albergar agua subterránea en los intervalos de 53 a 55; 59,5 a 65,5; 71,5 a 74,5; 96,5 a 99,5; 116 a 118,5; 122,5 a 125,5 metros bajo boca de pozo. Los valores de SP permiten inferir, en la última de las capas, un contenido salino mayor que en las restantes.

De acuerdo a las descripciones estratigráficas, el relleno moderno abarcaría desde superficie hasta una profundidad de 10 a 20 metros; por debajo del mismo y hasta 125 metros bajo boca de pozo se perforaron sedimentitas asignadas a la Formación Los Llanos. Infrayaciendo a estas últimas se encontró basamento cristalino (Formación Chepes).

A 30 kilómetros al oeste de la zona de estudio, en la Finca La Totorita - situada entre la Ruta Nacional N° 79, la Ruta Provincial N° 31 y el antiguo río Anzulón (**Figura 3**) - se encuentra un acuífero que ha sido captado mediante un conjunto de perforaciones de diferente profundidad, ninguna de las cuales funciona actualmente. El nivel de saturación, en base la información de los legajos técnicos, se ubicaba entre los 1,3 y 10 metros de profundidad. En

un ensayo de bombeo realizado en 1970, se extrajeron 52 m³/h durante 240 minutos, con una depresión de 8,8 metros. La calidad del agua extraída era deficiente, ya que el total de sólidos disueltos superaba los 2.700 mg/l. De acuerdo a las descripciones estratigráficas, las capas atravesadas podrían corresponder a sedimentitas paleozoicas.

5.2.3. Hidroestratigrafía

Rocas de edad precarbonífera (Fm. Chepes y Fm. Olta): Constituyen el basamento cristalino y en subsuelo su permeabilidad mínima las convierte en basamento hidrogeológico.

En las sierras de Los Llanos por el contrario, la meteorización produce una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento del agua de las precipitaciones estivales. Por este motivo se generan vertientes, en los flancos de la sierra, que constituyen valiosos recursos, tanto por su calidad hidroquímica como por la permanencia de sus caudales durante la época de sequía.

Sedimentitas del Paleozoico Superior (Fm. La Colina): Estas rocas afloran en los flancos de la sierra de Los Llanos. Las capas se presentan adosadas al basamento cristalino, con buzamientos suaves hacia el este. En la mayor parte de la región de Los Llanos, las propiedades hidrogeológicas de los estratos paleozoicos hacen que se las considere basamento hidrogeológico, tanto por su composición granulométrica como por la abundante presencia de sustancias mineralizantes (Castaño *et al.*, 1984). Como excepción a esta situación, Sosic (1961) describe la presencia de estas sedimentitas, en la zona de la Estancia La Totorita (**Figura 3**), que tendría un comportamiento acuífero.

En los legajos de la perforación de la Dirección de Minería y Geología realizada en las inmediaciones de Vieja Colonia, los estratos atravesados han sido interpretados por diversos autores como pertenecientes a la Formación Los Llanos, a pesar de que las descripciones litológicas hacen referencia a areniscas y arcilitas de colores rojos y rosados, que bien podrían corresponder a sedimentitas de la Formación La Colina.

Sedimentitas del Plioceno (Fm. Los Llanos): Esta Formación aflora al sudeste del río La Paloma (**Figura 4**) y se estima que constituye la base de los sedimentos modernos en la comunidad en estudio. A partir de los antecedentes de la perforación situada en las cercanías de Vieja Colonia, Sosic (1961) interpreta que los estratos terciarios asientan directamente sobre el basamento cristalino, con un espesor de aproximadamente 100 metros. La capa acuífera detectada, entre 108,65 y 110 metros de profundidad, está compuesta por arenisca

arcillosa pardo amarillenta-grisácea compacta y es confinada, ya que el nivel piezométrico asciende a 39,84 metros bajo boca de pozo. El potencial acuífero de estas sedimentitas es muy pobre, con un caudal específico de $0,069 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ y un contenido salino elevado: 5.400 mg/l .

Las perspectivas son algo mejores en la perforación "P.I.M 2 Bis" (Figuras 3 y 7) realizada en la cercanía de la planta potabilizadora de Milagro, donde el caudal específico es del orden de $0,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. El contenido salino es igualmente elevado, ya que supera los 4.600 mg/l . En esta perforación el espesor de sedimentitas terciarias alcanzaría unos 100 metros y el basamento cristalino es detectado a una profundidad de 125 metros. El acuífero, ubicado entre los 110 y 125 m b.b.p., es confinado y está compuesto por grava fina con matriz arenosa fina y rodados del basamento cristalino; el nivel piezométrico alcanza 23,90 metros de profundidad, por lo que el caudal obtenido en pruebas de bombeo es de $8,31 \text{ m}^3/\text{h}$.

Una situación más favorable, desde el punto de vista de la productividad de los estratos terciarios, puede encontrarse en la perforación "P.1.M. 1 Bis" situada en las inmediaciones del río La Paloma (Figuras 3 y 7), a pesar de que el espesor de las sedimentitas terciarias disminuye en dirección a las serranías y se ha llegado a las rocas del basamento a una profundidad de 75 metros. El acuífero captado se encuentra entre los 62 y 75,5 metros bajo boca de pozo y la productividad es la más alta de la región, con una extracción de 60 metros cúbicos por hora. El nivel piezométrico asciende a 37,85 m b.b.p. y el caudal específico es de $3,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. Lamentablemente la calidad del agua es peor aún que en el resto de las captaciones profundas, con un contenido salino de 7.379 mg/l .

Sedimentos cuaternarios (Pleistoceno y Holoceno): En el pie de las serranías los sedimentos pleistocenos se caracterizan por una granometría gruesa, compuesta por fanglomerados medianos de matriz arenosa, mal consolidados y poco cementados; provienen del frente de sierra y forman una bajada de conos coalescentes, que se prolonga en la llanura en dirección noroeste hasta desaparecer o ser cubiertos por depósitos eólicos (Zuzek, 1978).

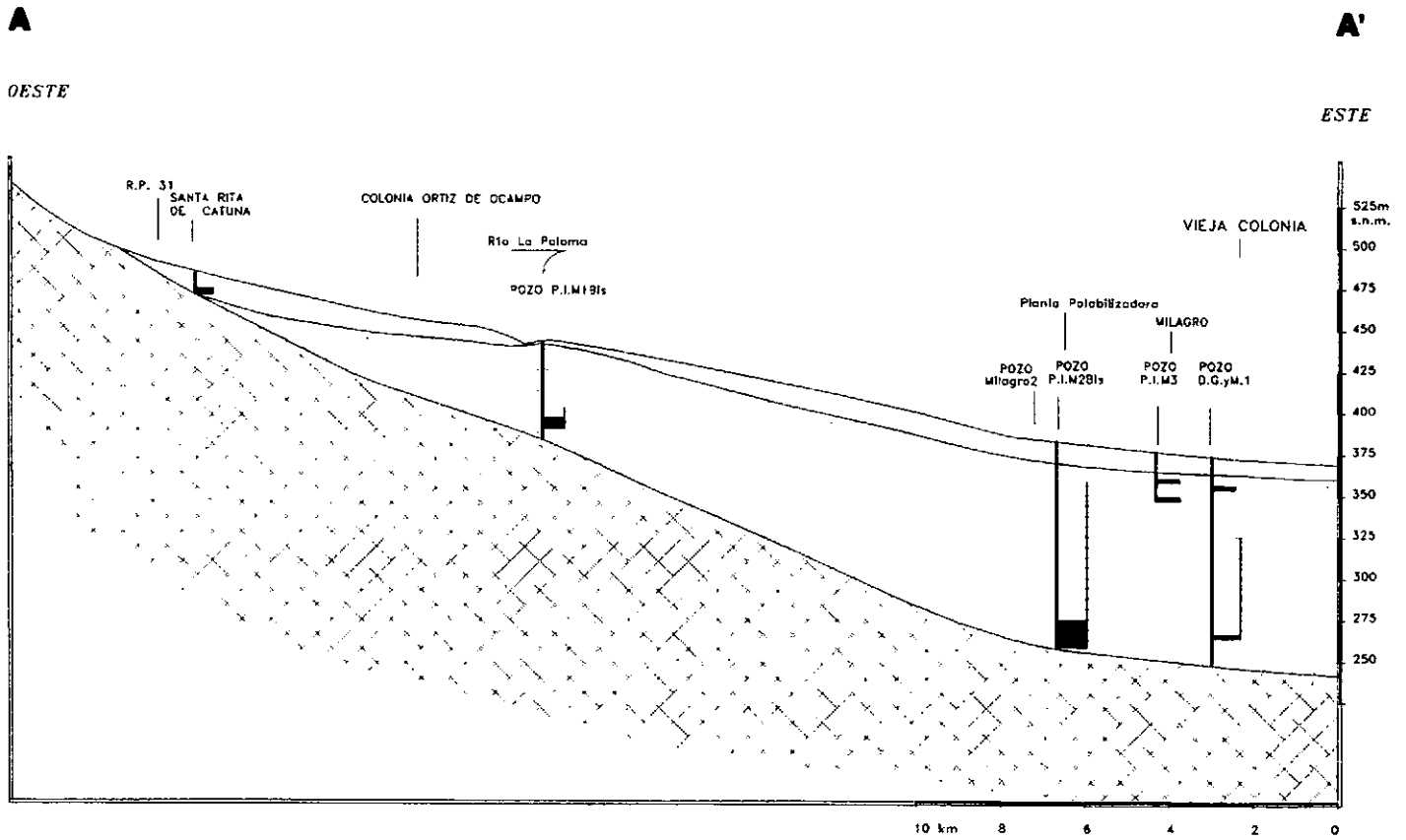
Sobre estos fanglomerados se encuentra una cobertura de sedimentos holocenos, en los que predominan arenas finas limosas y es frecuente la presencia de concreciones carbonáticas, que llegan a constituir costras de aproximadamente 0,5 m y presentan dureza considerable así como gran extensión areal.

En Vieja Colonia los sedimentos modernos se caracterizan por su granometría fina y su calidad como acuíferos es muy deficiente. Existen escasos antecedentes, en general desfavorables, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.

En el estudio efectuado por Nielsen (1970) se estima la profundidad del nivel freático de la zona entre 13 a 27 metros bajo la superficie.

Las referencias históricas indican que la calidad química del agua del acuífero libre cuaternario es mala y los caudales obtenidos sumamente escasos.

El perfil A - A' (ver Figura 7), ha sido realizado en sentido oeste-este a lo largo de la antigua Ruta Provincial N° 31, que comunica las localidades de Santa Rita de Catuna con Milagro, utilizando información de pozos excavados y perforaciones. En el puede advertirse como el espesor de sedimentos cuaternarios se mantiene aproximadamente constante, mientras que la potencia de las sedimentitas terciarias aumenta hacia el este.



REFERENCIAS







-  Sedimentos Cuaternarios
-  Formación Los Llanos
-  Basamento cristalino
-  Perforación
-  Nivel piezométrico
-  Acuífero

Figura 7

arch.: 03vc-inf

03vcperf

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

VIEJA COLONIA
Departamento General Ocampo

PERFIL A - A'

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

5.2.4. Esquema de circulación hidrogeológica

En las serranías el basamento cristalino se encuentra intensamente fracturado y posee una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento de las precipitaciones estivales. Esto da origen a manantiales, que alimentan los cursos superficiales durante la época de sequía. La permanencia de los caudales a lo largo del período crítico depende en gran medida de la magnitud de las precipitaciones de cada verano.

En la llanura, la circulación hídrica subterránea posee una dirección de flujo hacia el naciente (Nielsen, 1970). En líneas generales puede estimarse que la zona de recarga se encuentra en el pie de la sierra de Los Llanos y la zona de descarga se encuentra en la depresión de las Salinas Grandes.

En Vieja Colonia el acuífero somero alojado en la base de los sedimentos cuaternarios es de muy baja productividad y el nivel freático se encuentra entre 13 y 27 metros bajo boca de pozo.

La calidad química del agua subterránea somera es mala en el pie de la Sierra de los Llanos y empeora a medida que crece la distancia a la zona de recarga. En Santa Rita de Catuna el tenor de sales supera los 3 gramos por litro, mientras que en los pozos excavados de la zona de Milagro, el contenido aumenta a más de 5 gramos por litro.

En los acuíferos profundos alojados en sedimentitas precuaternarias, detectados hacia el este del río La Paloma, la dirección de escurrimiento subterráneo aparentemente responde al sentido de flujo regional. La calidad química del agua que aporta a la recarga de estos acuíferos, la reducida velocidad de flujo y el elevado tiempo de permanencia hacen que el contenido salino se extremadamente alto.

5.2.5. Hidroquímica

Las consideraciones hidroquímicas se basan en los datos antecedentes y en los análisis físico-químicos realizados a muestras colectadas en los trabajos de campaña. Los resultados de los análisis, efectuados por el Laboratorio de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la provincia de Salta, se adjuntan como **Anexos 1.1 y 1.2** y se han representado en el diagrama de Schoeller (**Anexo 2**). Se tomó como base para la determinación de la potabilidad, los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino Actualizado (Art. 982). La aptitud para riego se ha clasificado de acuerdo al diagrama de Wilcox (**Anexo 3**).

Agua superficial

El agua de escurrimiento superficial esporádico, colectada y almacenada en represas, es sin lugar a dudas la de mejor calidad hidroquímica. El contenido de sólidos totales disueltos es bajo y las conductividades medidas en los trabajos de campaña no superan los 400 uS/cm. El único limitante para el consumo es el contenido de materia orgánica debido al ingreso del ganado, que defeca directamente en las orillas de los embalses durante el abrevado. El agua de represas es el único recurso que no posee restricciones para el uso en irrigación.

Ríos

El río Grande (o La Aguadita) de Ambil posee un tenor de sólidos disueltos de 1.100 mg/l y salvo el color, no posee limitantes para el consumo humano. El análisis de una muestra extraída en la toma de Ambil (**Anexo 1.1.**), demuestra que la aptitud de uso para irrigación es regular a mala, ya que el riesgo de alcalinidad del suelo es moderado y el de salinidad es alto (clase C3 – S2 en el diagrama de Wilcox, **Anexo 3**). No tiene limitaciones para el uso ganadero.

Diques

El agua del dique de Anzulón, de acuerdo al análisis de la muestra tomada en el canal Anzulón-Milagro en la zona de la Colonia Ortiz de Ocampo, tiene un contenido de sólidos disueltos de 1.180 mg/l (**Anexo 1.2**). Además del color y la turbiedad elevados, el contenido de hierro supera el límite tolerable para su utilización como agua potable (**Anexo 1.2**). En cuanto a su aptitud para riego, el diagrama de Wilcox (**Anexo 3**) muestra que posee un alto riesgo de salinidad y de alcalinidad, por lo que su utilización en los cultivos es sumamente peligrosa si no se toman medidas correctivas. Debe destacarse que actualmente no se realiza ninguna mitigación de los efectos negativos de la salinidad sobre la capa edáfica, por lo que las probabilidades de que se produzca una salinización y alcalinización de los suelos en la zona de la Colonia Ortiz de Ocampo son muy elevadas.

El dique El Saladillo sufre un proceso de salinización de sus aguas de extrema gravedad. La fauna ictícola, que en un principio era uno de los atractivos mayores del embalse, ha desaparecido totalmente. La salinidad del agua se evidencia en los valores de conductividad eléctrica, que en Noviembre de 1998 superaba los 19.000 uS/cm, por lo que

puede estimarse el total de sólidos disueltos en aproximadamente 13.500 mg/l. Este tenor salino hace que el agua del dique El Saladillo sea inapta para todo uso.

Acuíferos someros

En las inmediaciones de Vieja Colonia no pudo detectarse ninguna captación somera de la cual extraer muestras. Se cuenta con antecedentes de análisis químicos de la Dirección de Minas y Geología de la Nación, que indican que en un pozo excavado cercano a la estación de ferrocarriles de Milagro el agua contenía 4,068 mg/l de residuo seco. Otro análisis realizado por el mismo organismo de una muestra proveniente de un pozo cercano a Milagro (Puesto del Sr. Dalmiro Pérez) muestra un residuo seco de 5.480 mg/l.

El análisis realizado por la D.G. y M. en 1935 al agua extraída del primer acuífero de la perforación realizada para el aprovisionamiento de la localidad de Milagro comprobó un contenido de sales totales de 2.900 mg/l. Las limitantes principales se muestran en el siguiente cuadro:

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 2.900 | 1.500 |
| Sulfatos | 847 | 400 |
| Cloruros | 620 | 350 |
| Dureza (en mg/l de CO ₃ Ca) | 500 | 400 |

El agua no es apta para consumo humano y su calidad para irrigación es mala. Para el abrevado de ganado, en cambio no tiene limitaciones.

Acuíferos profundos

Las perforaciones profundas realizadas en la zona de Milagro y alrededores (con filtros ubicados por debajo de los 50 metros bajo boca de pozo), han brindado en todos los casos agua con un contenido salino que supera los máximos admisibles para consumo humano.

En la perforación efectuada por la Dirección de Geología y Minería de la Nación (**Figura 3**) la mineralización del agua contenida en el acuíferos precuaternario, situados entre los 108,65 y 110,00 metros de profundidad, supera los 5 gramos por litro.

En la perforación denominada "P.I. M 2 Bis", situada en la Planta Potabilizadora de Milagro, los filtros están ubicados entre 109 y 125 metros de profundidad. El agua obtenida es

totalmente inapta para riego, pero puede utilizarse para el abrevado de animales. Posee las siguientes limitantes para el consumo humano, de acuerdo al análisis fisico-químico adjunto al legajo técnico de la Administración Provincial del Agua de La Rioja:

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 4.654 | 1.500 |
| Dureza total (en mg/l de CO ₃ Ca) | 1.110 | 400 |
| Cloruros | 1.597 | 350 |
| Sulfatos | 1.407 | 400 |

En la perforación denominada "P.I. M 1 Bis", emplazada a 2 kilómetros al noreste del puente del río La Paloma, los filtros están ubicados entre 68 y 75 metros de profundidad. El agua obtenida es inapta para todo uso, tanto para abrevado del ganado, como para riego y consumo humano, debido a que posee las siguientes limitantes, de acuerdo al análisis fisico-químico adjunto al legajo técnico de la Administración Provincial del Agua de La Rioja:

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 7.379 | 1.500 |
| Dureza total (en mg/l de CO ₃ Ca) | 1.180 | 400 |
| Cloruros | 2.027 | 350 |
| Sulfatos | 2.688 | 400 |

El agua de la perforación ubicada en la Estancia La Totorita, perteneciente al Sr. Giovanardi, contiene un total de sólidos disueltos menor, aunque los suficientemente elevado para hacerla inapta para consumo humano. Para irrigación su utilización debe estar acompañada de medidas de mitigación, mientras que para el abrevado de ganado puede ser usada sin restricciones. Las principales limitantes para consumo humano son:

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 3.067 | 1.500 |
| Cloruros | 601 | 350 |
| Sulfatos | 893 | 400 |

6. CONCLUSIONES

No existen cursos de agua permanentes en las adyacencias de la zona de estudio, pero el agua superficial proveniente del escurrimiento esporádico que se produce en la llanura durante la época de lluvias, puede ser recolectada y almacenada mediante represas. Estos embalses, convenientemente construidos, constituyen el recurso hídrico de mejor calidad y mayor disponibilidad de la zona.

En el predio de Vieja Colonia pueden construirse por lo menos dos represas, con un volumen total de embalse 90.000 m^3 y un volumen útil de 22.500 m^3 ; considerando un período de sequía de 10 meses, esta cantidad significa un caudal de $3,1 \text{ m}^3/\text{h}$ ($0,8 \text{ l/s}$).

El dique de Anzulón es la obra de regulación hídrica de mayor importancia en la zona serrana y sus aguas son utilizadas en forma intensiva, tanto para uso agropecuario como para consumo humano.

El volumen total de embalse actualmente es de $22,45 \text{ Hm}^3$ y el aporte de la cuenca hídrica ha sido calculado en $5,2 \text{ Hm}^3/\text{año}$. El caudal erogado por el canal que conduce sus aguas a Colonia Ortiz de Ocampo y Milagro es de 270 litros por segundo aproximadamente, lo que significa un caudal de $8,5 \text{ Hm}^3/\text{año}$, cifra muy superior al ingreso anual de agua al dique. Este consumo, sumado a la irregularidad de las lluvias, genera todos los años situaciones críticas en el aprovisionamiento de agua, por la drástica disminución en el nivel del embalse de Anzulón.

El sistema de conducción que distribuye el agua del dique Anzulón posee deficiencias de mantenimiento, que generan pérdidas muy importantes. Se estima que el caudal de éstas (30 l/s), es **considerablemente mayor** que la producción que pudiera esperarse de nuevas fuentes de aprovisionamiento de agua en la región.

El agua del dique El Saladillo es actualmente inapta para todo uso por su extrema salinización. La recuperación del embalse se considera sumamente dificultosa y requiere de estudios específicos.

La captación del río Grande de Ambil significa un aporte muy importante para el abastecimiento de agua a la comunidad de Milagro. El caudal medio anual ha sido calculado en 20 litros por segundo, pero al final de la época de sequía se registra una severa disminución en el flujo hídrico, que se reduce a 7 l/s.

En el área de Vieja Colonia son prácticamente nulas las probabilidades de encontrar reservorios de agua subterránea apta para consumo humano.

El reservorio subterráneo más cercano a Vieja Colonia ha sido puesto en producción mediante una perforación (actualmente abandonada) ubicada en la Planta Potabilizadora de Milagro, con un caudal de 8 m³/h (2,22 l/s); el contenido de sales asciende a 4.600 mg/l, lo que la hace inapta para consumo humano e irrigación. Sin embargo el agua es aceptable para uso ganadero y puede mejorarse para este fin mezclándola con el agua de escurrimiento superficial almacenada en represas.

Otro acuífero susceptible de ser explotado es el que se encuentra en la Estancia La Totorita; el caudal a obtenerse de este reservorio es del orden de 60 m³/h (16,6 l/s) y el agua es inapta para consumo humano e irrigación por su tenor salino; no posee limitantes para su utilización pecuaria. El inconveniente de esta fuente radica en la conducción hasta la zona de estudio, ya que su elevado contenido salino hace desaconsejable mezclarla con la del canal Anzulón-Milagro.

7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

Se propone la utilización combinada de dos fuentes de aprovisionamiento:

- el escurrimiento superficial esporádico almacenado mediante represas
- el reservorio subterráneo comprobado en la zona de la Planta Potabilizadora de Milagro

El caudal esperado de cada una de las fuentes propuestas es reducido, por lo que se recomienda la captación de ambas. El contenido salino del agua subterránea es muy alto en toda la región, por lo que su utilización deberá restringirse al uso pecuario. También puede mejorarse su calidad mediante la mezcla con el agua de las represas, cuya salinidad es muy baja.

7.1. Represas

Las obras de captación propuestas consisten en la captación y almacenamiento del escurrimiento superficial esporádico mediante dos represas, cuyas características constructivas se han tomado de las recomendaciones efectuadas por SORSUR, ADEZA-GTZ e INTA (1995) y se han esquematizado en la **Figura 8**.

La ubicación de las represas en el predio depende del proyecto que se realice para el desarrollo de Vieja Colonia, pero debe tenerse en cuenta que los mejores resultados se obtendrán construyendo las mismas en los sectores bajos del extremo noroeste del predio.

Para alcanzar un volumen aproximado de 45.000 m³ en cada represa, las dimensiones propuestas son:

Características constructivas

7.1.1. *Largo*: 175 m

7.1.2. *Ancho*: 60 m

7.1.3. *Profundidad*: 5 m

7.1.4. *Material de construcción de taludes*: material extraído de la excavación

7.1.5. *Material de impermeabilización de fondo*: sedimentos arcillosos compactados

7.2. Perforación

En el predio de Vieja Colonia los reservorios subterráneos son de muy escasa productividad y elevada mineralización, de acuerdo a la perforación realizada por la Dirección de Geología y Minería de la Nación.

Por el contrario los antecedentes de perforaciones en el área de la Planta Potabilizadora de Milagro indican que los reservorios son más productivos, si bien el agua posee una mineralización elevada: entre 4 y 7 gramos por litro.

En la perforación exploratoria "Milagro 2" - realizada por la Administración Provincial de Aguas de La Rioja - en la Planta Potabilizadora de Milagro, las capas situadas entre los 53 y 99 metros de profundidad brindan una respuesta favorable desde el punto de vista geofísico. Esta perforación no fue entubada, razón por la cual se desconoce la calidad química del agua de estas capas.

De todas maneras es probable que la salinidad del agua de estos acuíferos sea elevada, por lo cual debe preverse su utilización con fines ganaderos, o bien un tratamiento de desalinización para consumo humano o riego.

La obra de captación propuesta es la perforación de un pozo de carácter exploratorio, emplazado dentro del predio de la Planta Potabilizadora de Milagro, en el esquinero noroeste del terreno y la conducción hasta Vieja Colonia mediante un acueducto, cuyas características constructivas deberán determinarse en función de la productividad de la perforación de explotación.

La profundidad total de la obra se estima en 105 metros ($\pm 20\%$). El nivel piezométrico, en base a los antecedentes se estima a una profundidad de 24 metros bajo la superficie del terreno.

Como metodología apropiada a la situación hidrogeológica presente, se recomienda la perforación de un pozo exploratorio, en el que se realicen los estudios y ensayos pertinentes. Sobre la base de los resultados obtenidos de este pozo exploratorio, podrá efectuarse el diseño definitivo del pozo de explotación, tanto en lo que se refiere a la localización precisa de los filtros, como a la abertura de los mismos.

Se presenta una propuesta de pozo exploratorio y un anteproyecto de pozo de explotación, cuyas características constructivas se proponen en base a los antecedentes disponibles (**Figura 9**). Se incluyen además las recomendaciones para las tareas de desarrollo, ensayo de bombeo, muestreo hidroquímico y protección sanitaria.

7.2.1 POZO EXPLORATORIO

7.2.1.1. *Ubicación:* Planta Potabilizadora de Milagro

7.2.1.2. *Profundidad:* 105 m bajo boca de pozo (\mp 20%)

7.2.1.3. *Método de perforación:* Rotary

7.2.1.4. *Diámetro de perforación:* 8 pulgadas

7.2.1.5. *Estudios a realizar:*

a) Perfiles simultáneos al avance de la perforación:

Muestreo litológico metro a metro y en cada cambio litológico

Tiempo neto de avance por metro.

b) Perfiles geofísicos al final de la perforación

Perfil de Potencial Espontáneo (incluye Conductividad de la inyección)

Perfil de Resistividad Normal Corta y Normal Larga.

c) Análisis granulométrico de los posibles niveles acuíferos.

d) Determinación de la necesidad de prefiltro según el análisis granulométrico.

e) Determinación de la abertura de los filtros según la granulometría del acuífero y del prefiltro.

7.2.2. ANTEPROYECTO DE POZO DE EXPLOTACION

7.2.2.1. *Profundidad:* 104 m bajo boca de pozo (\mp 20%)

7.2.2.2. *Diámetro de perforación:* 12 pulgadas

7.2.2.3. *Entubación:* Diámetro 8 pulgadas, Material: PVC

Longitud: 10 m (\mp 20%) + 10 m de cañería de fondo.

Nota: el diámetro de ensanche y entubación definitivos se determinará en base a resultados obtenidos en pozo exploratorio.

7.2.2.4. *Filtros:* Tipo: PVC estriado o acero inoxidable ranura continua

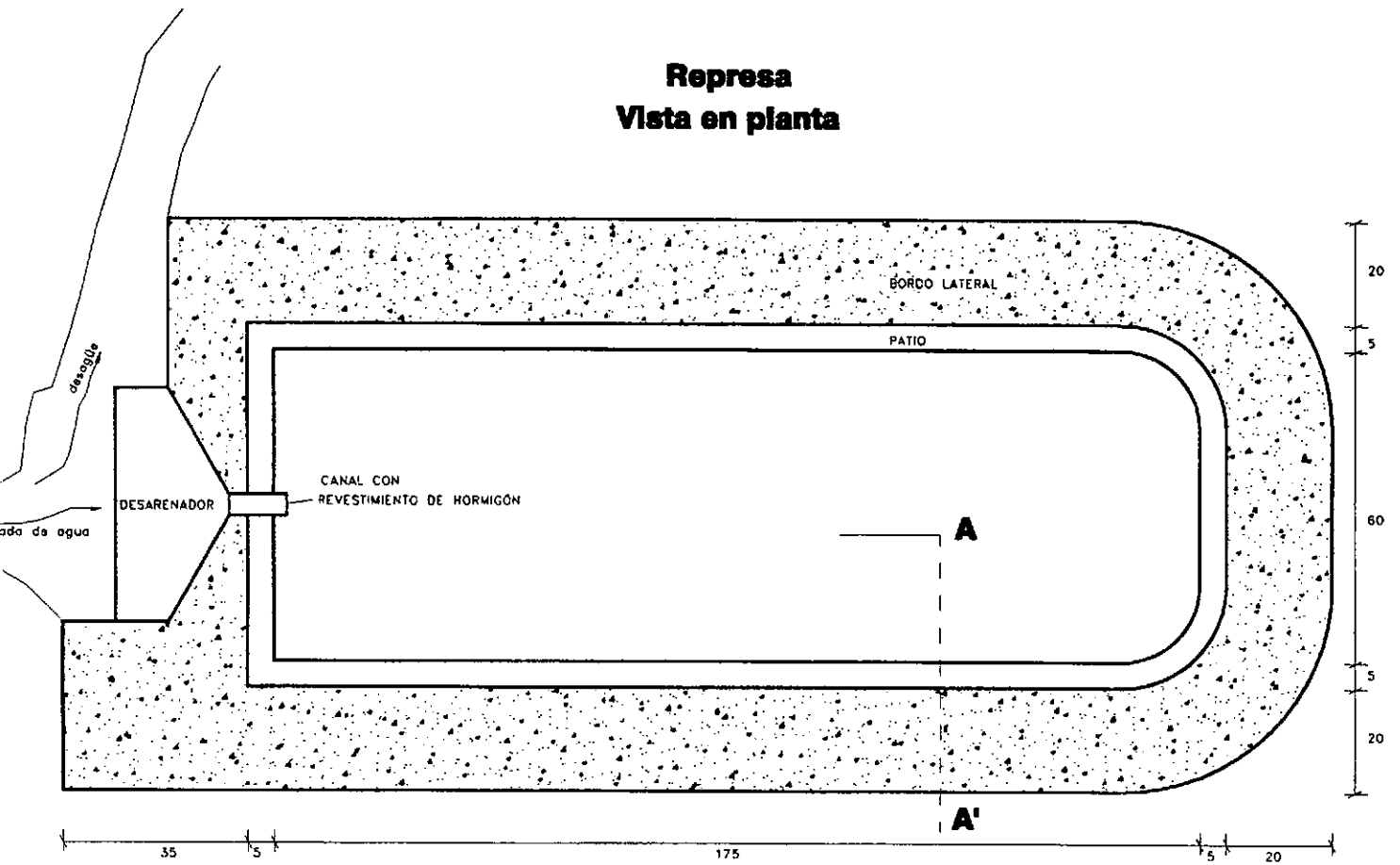
Longitud: 14 metros (\mp 20%)

Abertura: a determinar mediante estudios granulométricos

7.2.2.5. *Prefiltro:* Grava seleccionada de granometría a confirmar

- 7.2.2.6. *Cementación*: Mediante cañería, por encima del engravado y hasta superficie.
- 7.2.2.7. *Desarrollo del pozo*: Dispersantes químicos, jet hidráulico y bombeo intermitente.
- 7.2.2.8. *Ensayo de bombeo*: A caudal variable escalonado, con 3 escalones como mínimo para determinar el caudal específico, los parámetros hidráulicos de los acuíferos, la potencia y ubicación de la bomba de explotación a utilizar. Muestreo del agua para realizar los correspondientes análisis físico-químicos.
- 7.2.2.9. *Protección sanitaria de la obra*: cercado perimetral y platea de hormigón

Represa
Vista en planta



Plano tipo tomado de SORSUR, ADEZA-GTZ, INTA (1995)

Corte

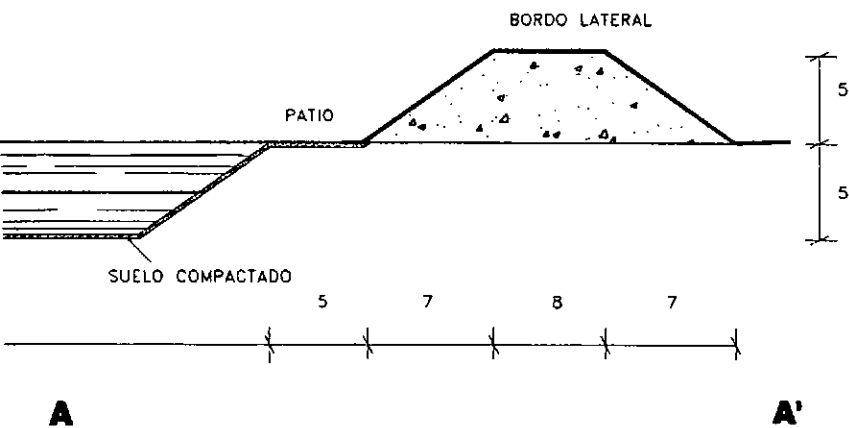


Figura 8

arch.: 03vc-inf

03vcpro1

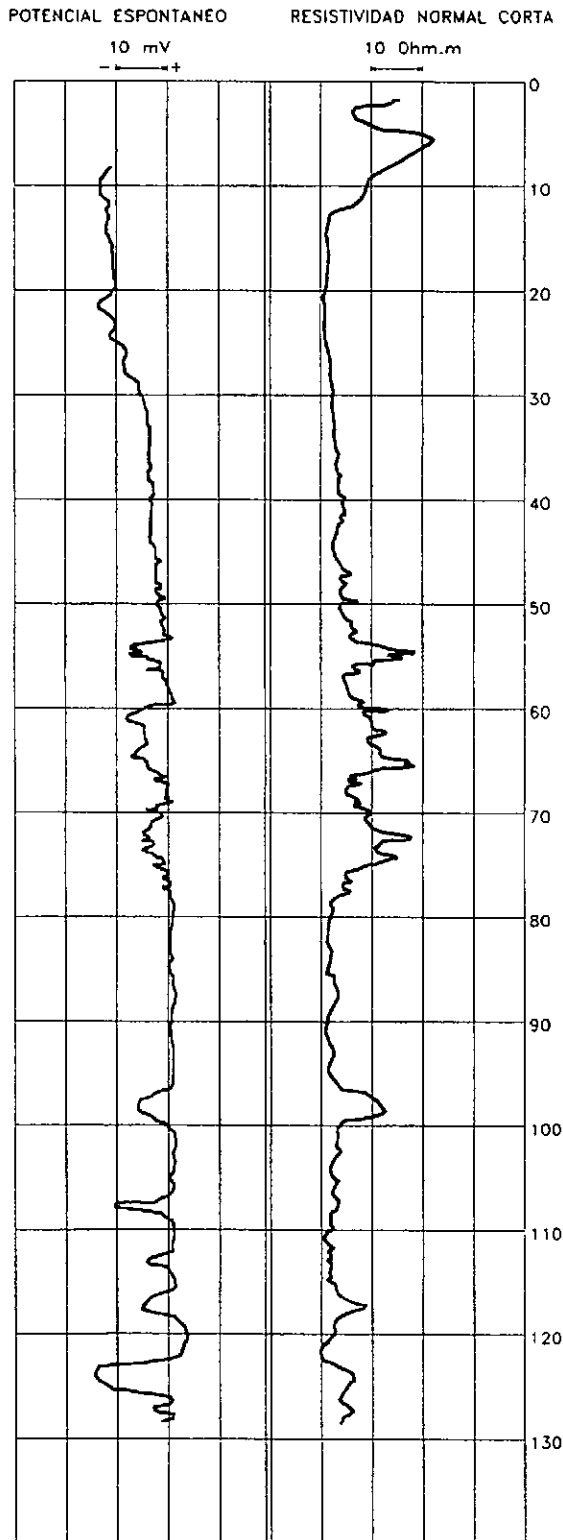
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
Provincia de La Rioja

VIEJA COLONIA
Departamento General Ocampo

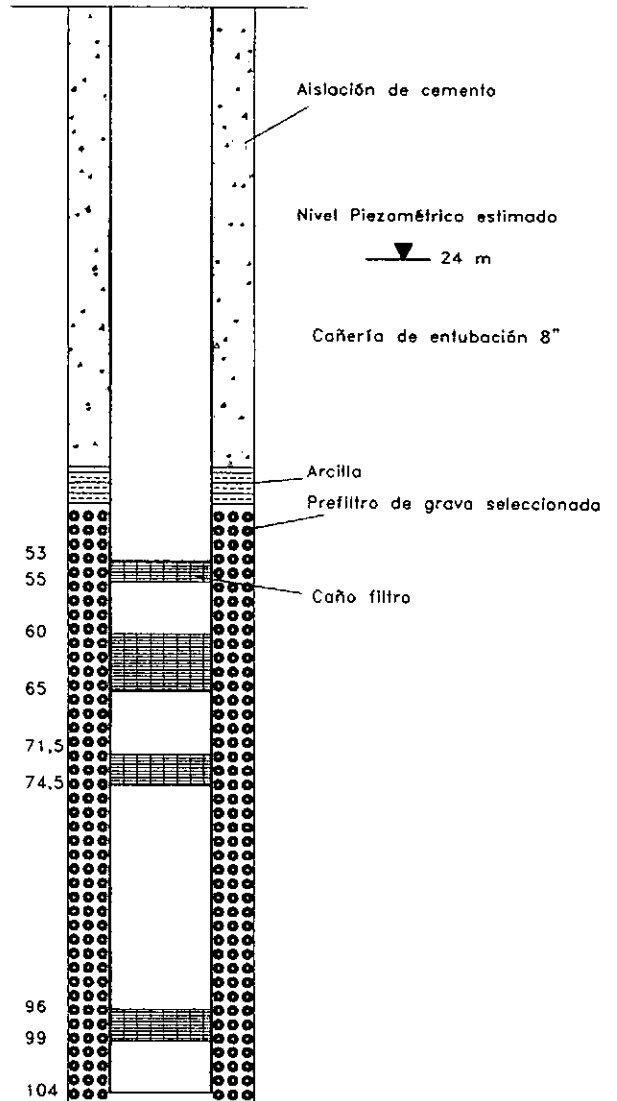
PROYECTO DE OBRA 1

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
Guillermo Baudino, 1999

PERFILAJE GEOFISICO



ANTEPROYECTO DE ENTUBACION



NOTA: El proyecto de entubación definitivo, la disposición y abertura de filtros y la granometría del prefiltro, se determinarán sobre la base de los estudios que se realicen en el pozo exploratorio

Figura 9

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

VIEJA COLONIA
Departamento General Ocampo

PROYECTO DE OBRA 2

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

8. BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA DE LA RIOJA. Informes descriptivos de perforaciones. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Dirección Provincial de Aguas Subterráneas.
- ANUARIO ESTADISTICO DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA - 1986 - 1992. Ministerio de Producción y Desarrollo, Dirección General de Estadística. Tomo I. 370 p. La Rioja.
- CAMINOS, R., 1979. Descripción geológica de las Hojas 21 f, Sierra de Las Minas y 21 g, Ulapes. Boletín N° 172. 56 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.
- CASTAÑO, O.F., H.E. CRESPO, A. FARIAS, 1984. Estudio hidrogeológico de los Llanos Riojanos. Administración Provincial del Agua, Provincia de la Rioja. Versión Preliminar. La Rioja.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, 1993. Hoja Topográfica 3166-21 -- Desiderio Tello, escala 1:100.000. Buenos Aires.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, 1993. Hoja Topográfica 3166-15 -- Santa Rosa de Catuna, escala 1:100.000. Buenos Aires.
- LEIVA, A.A., 1998. Estudio de Identificación y Evaluación de Fuentes de Agua. Comunidad de Esquina Grande, Departamento General Ocampo. Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades, Consejo Federal de Inversiones.
- NIELSEN, S.P., 1970. Investigación de Agua Subterránea de la Zona de Influencia del Dique de Anzulón. Ministerio de Hacienda y Obras Públicas, Programa de Agua Subterránea. La Rioja.
- NUÑEZ, C. H. y R. E. OTTONELLO, 1997. Programa de perforaciones Provincia de La Rioja. Proyecto. Decreto N° 219/97. Ministerio de Desarrollo de la Producción y Turismo. Administración Provincial del Agua. Dirección General de Manejo de Cuencas. La Rioja. 66p.
- RAMOS, V.A, 1982. Descripción geológica de las Hojas 20 f, Chepes. Boletín N° 188. 52 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.
- ROSSA, J.A., 1997. Diagnóstico del Estado de las Obras de los Sistemas de Riego: Pismanta-Guanchín, Guandacol-Santa Clara, San Blas de los Sauces y Santa Rita de Catuna. Informe Parcial N° 3. Proyecto de Sistemas de Riego para el Departamento Famatina y otros Distritos Seleccionados. Consejo Federal de Inversiones.

- ROSSA, J.A., 1997. Abastecimiento de Agua para Uso Ganadero en el Area de Influencia de los Distritos Olta y Santa Rita de Catuna. Informe Final, Nivel: Esquema de Proyecto. Proyecto de Sistemas de Riego para el Departamento Famatina y otros Distritos Seleccionados. Consejo Federal de Inversiones.
- SORSUR, ADEZA-GTZ, INTA, 1995. Curso-Taller de Capacitación para Tractoristas, Documento de Referencia. Chepes, La Rioja.
- SOSIC, M.J., 1961. Estudio Hidrogeológico en la Región de Anzulón-Catuna-La Colonia-Milagro, Provincia de La Rioja.
- ZUZEK, A.B., 1978. Descripción geológica de la Hoja 18f, Chamental. Boletín N° 161. 34 p. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires.

ANEXOS

1. Planillas de Análisis Químicos

- 1.1. Río Grande (La Aguadita) de Ambil
- 1.2. Canal de Anzulón

2. Diagrama de Schoeller

3. Diagrama de Wilcox

ANEXO 1.1

ANALISIS QUIMICO: Río Grande (La Aguadita) de Ambil

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 1100 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 370 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 188 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 20 | 5 | 10 | | |
| pH | 8 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.6 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 1500 | 2000 | | | |
| Sodio | 305 | | | | |
| Potasio | 10 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 47 | | | | |
| Magnesio | 17 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 178 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 451 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 200 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.16 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.11 | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 0.6 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.9 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.013 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

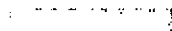

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 2.3 | Cloruros | 5.0 | 4.0 |
| Magnesio | 1.4 | Sulfatos | 4.2 | |
| Sodio | 13.3 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.3 | Bicarbonatos | 7.4 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 17.3 | Total | 16.6 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028841 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino

Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 1.2

ANALISIS QUIMICO: Canal de Anzulón

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 1180 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 400 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 159 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 44 | 5 | 10 | | |
| pH | 7.5 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 40 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 1700 | 2000 | | | |
| Sodio | 368 | | | | |
| Potasio | 16 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 50 | | | | |
| Magnesio | 8.3 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 190 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 488 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 260 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 1.8 | 0.3 | | | |
| Manganeso | 0.3 | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.2 | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 0.9 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.8 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.026 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

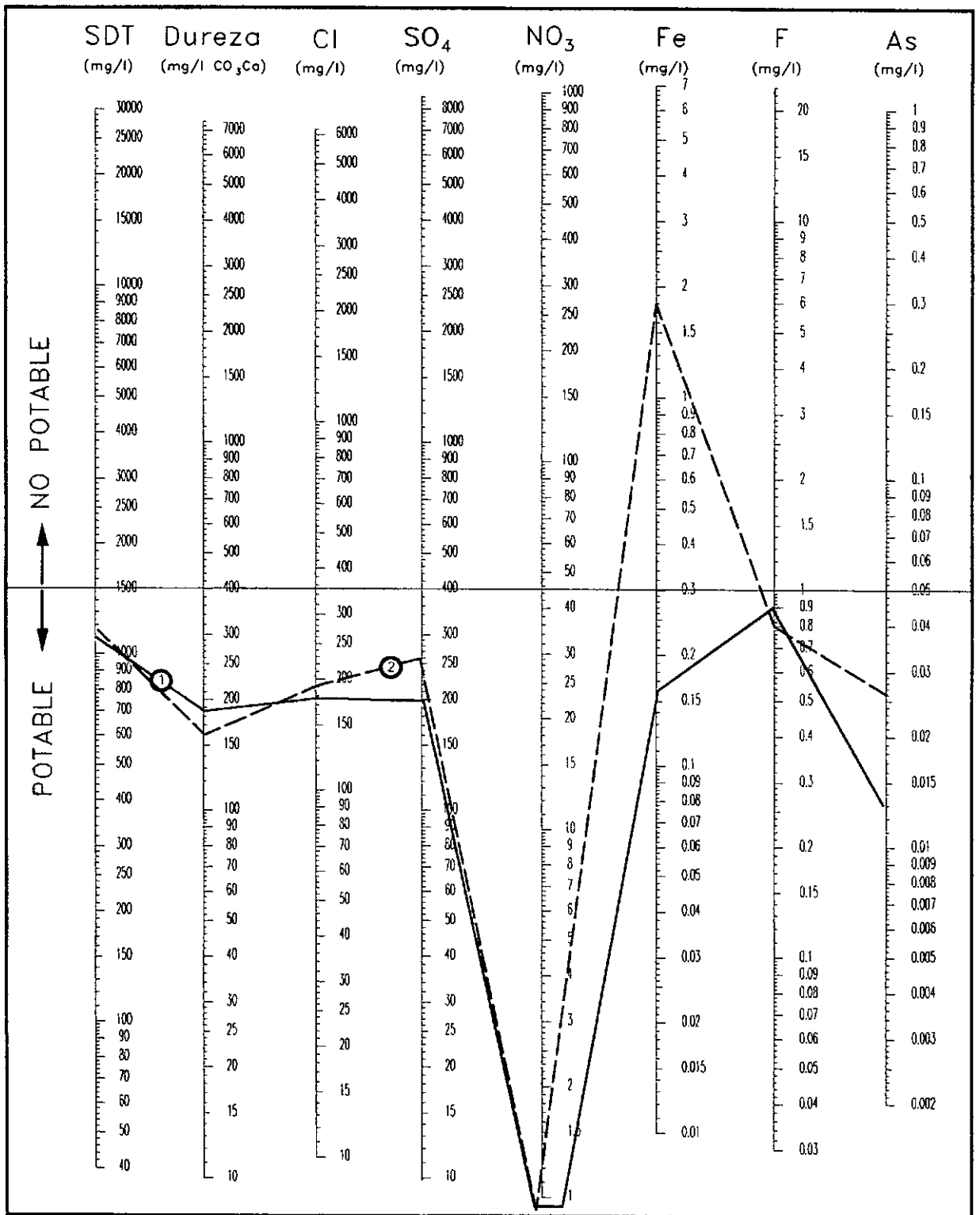
| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 2.5 | Cloruros | 5.4 | 4.2 |
| Magnesio | 0.7 | Sulfatos | 5.4 | |
| Sodio | 16.0 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.4 | Bicarbonatos | 8.0 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 19.6 | Total | 18.8 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028838 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2



REFERENCIAS

- ① Quebrada La Aguadita (Ambil)
- ② Canal de riego Anzulón-Milagro

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

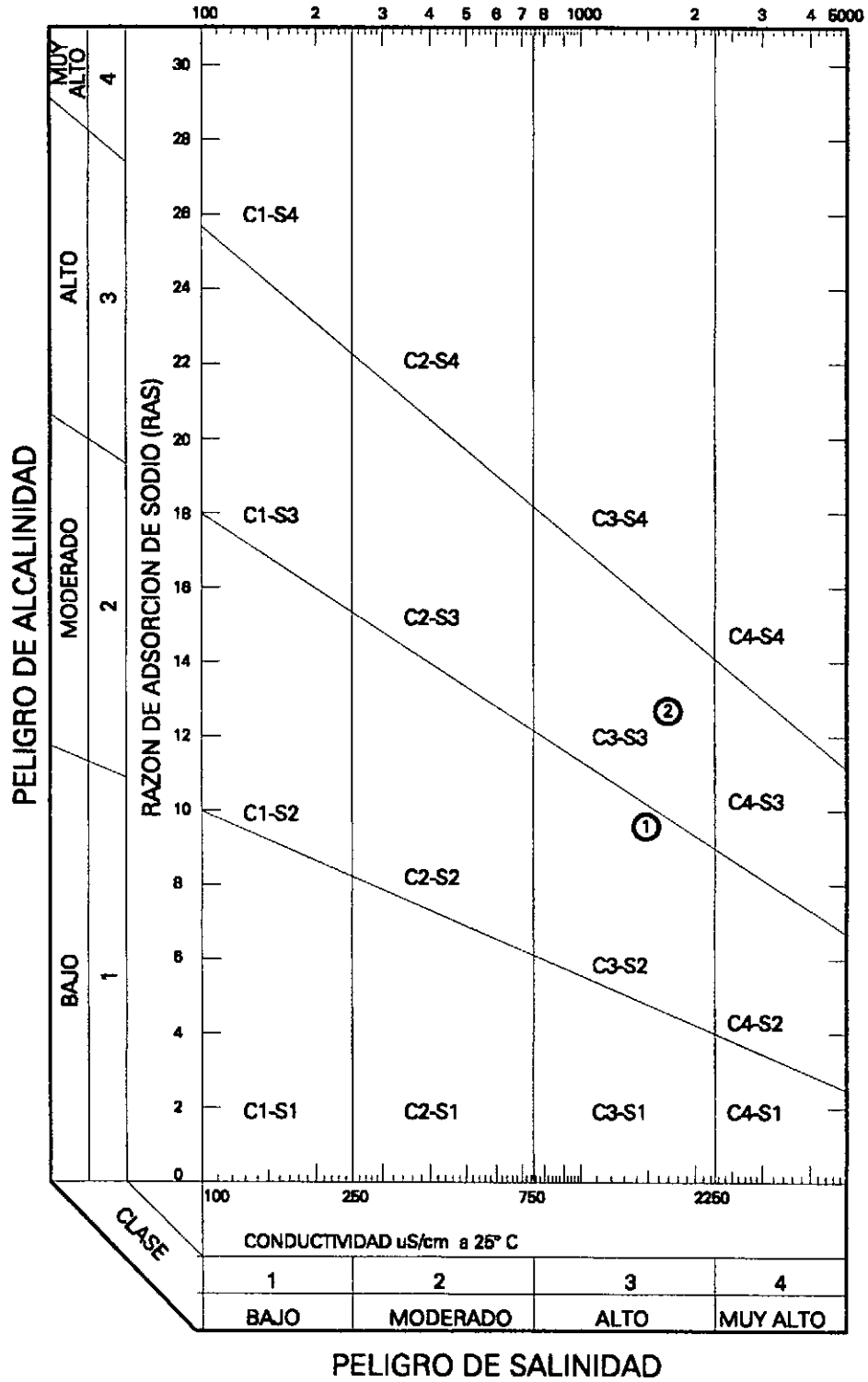
VIEJA COLONIA

Departamento General Ocampo

DIAGRAMA DE SCHOELLER

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

ANEXO 3



REFERENCIAS

- ① Río Grande (La Aguadita) de Ambil
- ② Canal de riego Anzuón-Milagro

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

VIEJA COLONIA
Departamento General Ocampo

DIAGRAMA DE WILCOX

CONTRATO DE OBRA – Exple. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

PROVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

**ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION
DE FUENTES DE AGUA
EN LA COMUNIDAD DE**

- SAN PEDRO -

*DEPARTAMENTO CASTRO BARROS
PROVINCIA DE LA RIOJA*

Abril de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

DR. ANGEL EDUARDO MAZA

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE LA RIOJA

MINISTRO DE DESARROLLO DE LA PRODUCCION Y EL TURISMO

ING. JORGE BENGOLEA

COORDINADOR EJECUTIVO U.F.I.

LIC. ANTONIO DOMINGO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE LA RIOJA

ADMINISTRADOR DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

GEOL. MIGUEL MOYANO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

RESPONSABLE TECNICO

LIC. RAUL PEREZ SPINA

Autor: Guillermo A. Baudino

INDICE

INTRODUCCION

1. LOCALIZACION
2. CARACTERIZACION FISICA
3. SINTESIS POBLACIONAL
4. PROVISION DE AGUA ACTUAL
5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
6. CONCLUSIONES
7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION
8. BIBLIOGRAFIA

FIGURAS

1. Mapa de Ubicación General
2. Precipitaciones Medias Mensuales
3. Mapa Topográfico
4. Mapa Geológico
5. Fotografía de la quebrada de Santa Cruz
6. Fotografía del río Santa Cruz
7. Perfil A - A'
8. Ubicación de Fuentes

ANEXOS

1. Planillas de Análisis Químicos
2. Diagrama de Schoeller
3. Diagrama de Wilcox

INTRODUCCION

Marco General del Estudio

El presente trabajo se lleva acabo mediante un contrato realizado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscrito, dentro del Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades. Con el presente informe se cumple con lo estipulado en el contrato (Expte. 3221 ALC IV) anteriormente mencionado.

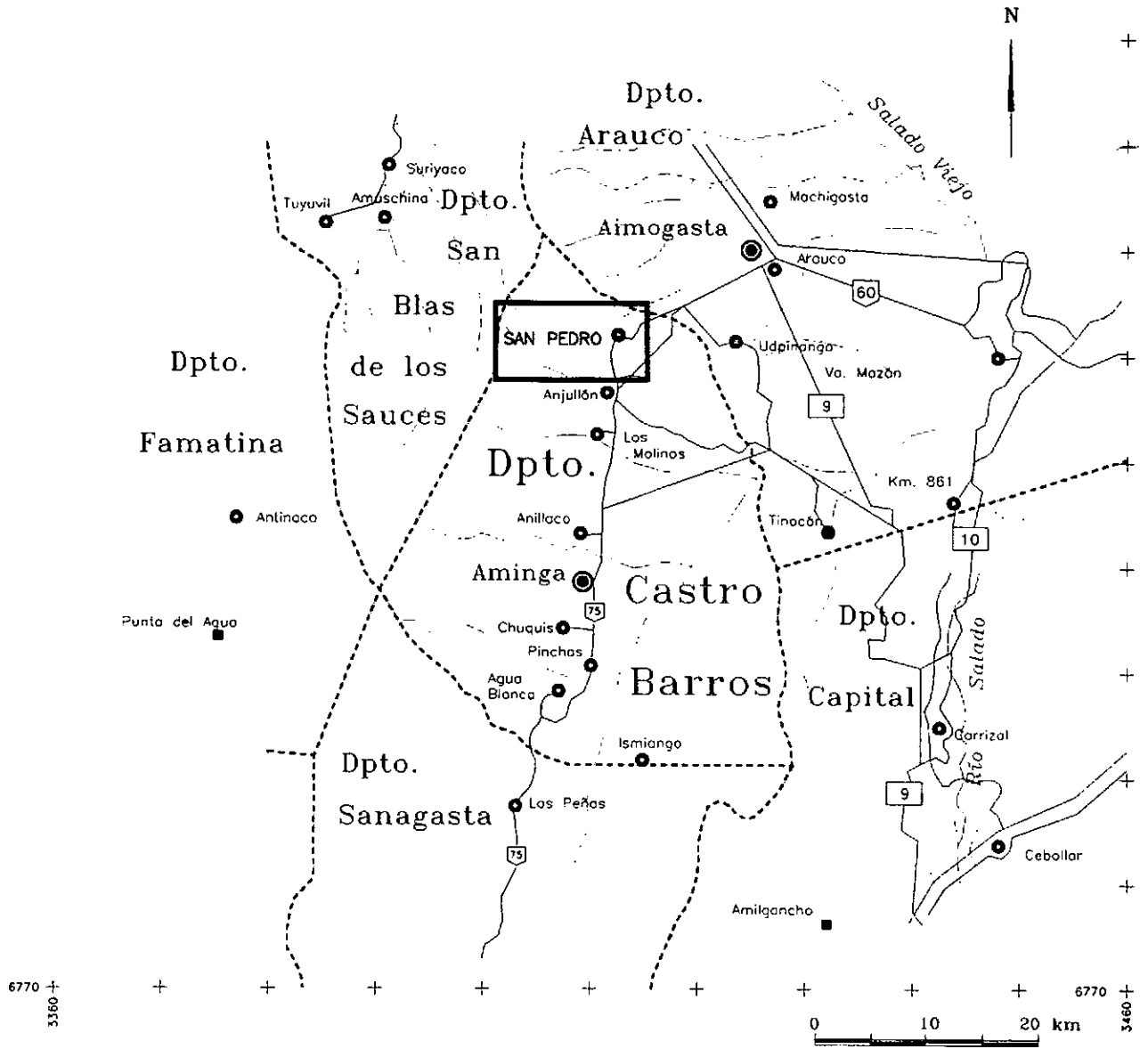
Objetivos

Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base con el fin de ubicar posibles fuentes de aprovisionamiento de agua subterránea y/o superficial y elaborar un proyecto de captación que sea viable y justificable de acuerdo a las necesidades y las características físicas del medio.

1. LOCALIZACION

La zona de estudio, se encuentra a 120 km al noroeste de la ciudad de La Rioja, en el Departamento Castro Barros. Las coordenadas de la localidad son $28^{\circ} 39' 43,7''$ de latitud sur y $66^{\circ} 55' 20,5''$ de longitud oeste.

Partiendo de la capital provincial, se accede por la Ruta Nacional N° 75 (asfaltada) pasando por el dique Los Sauces y la localidad de Aminga, cabecera del departamento. Por la misma ruta, 11 kilómetros antes de llegar a Aimogasta, se encuentra el camino vecinal pavimentado que, tras recorrer 7 kilómetros en dirección oeste, conduce a San Pedro (**Figuras 1 y 3**).



Referencias

- + 6460 Coordenados Gauss-Kruger
- - - Límite Provincial
- - - Límite Departamental
- () Camino Vecinal
- [29] Ruta Provincial
- [141] Ruta Nacional
- F.F.C.C.
- Puesto - Localidad
- Capital del Departamento
- LOCALIDAD RELEVADA

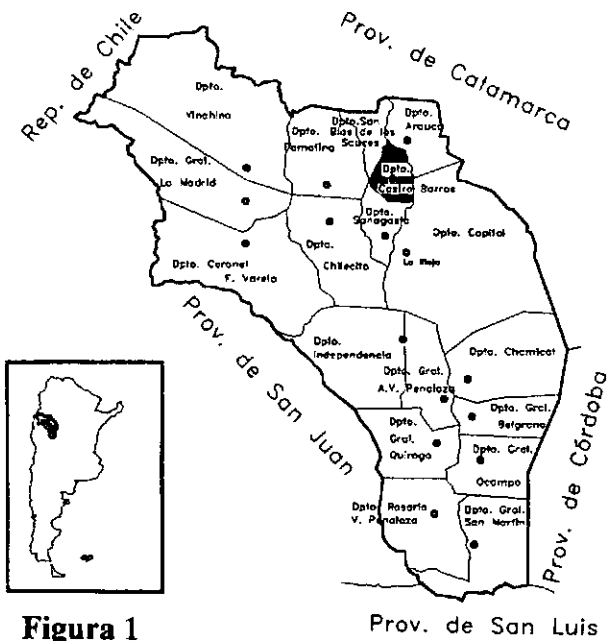


Figura 1

Prov. de San Luis

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN PEDRO
Departamento Castro Barros

UBICACION GENERAL

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. Clima

El clima de la comarca es desértico templado y las precipitaciones son menores al límite de sequía; el período más seco tiene lugar en invierno y la temperatura media anual es de 16°C.

El pluviómetro instalado en San Pedro, para el período 1958-1970, registró un promedio anual de 197 milímetros, con una distribución mensual que puede observarse en el pluviograma de la **Figura 2**:

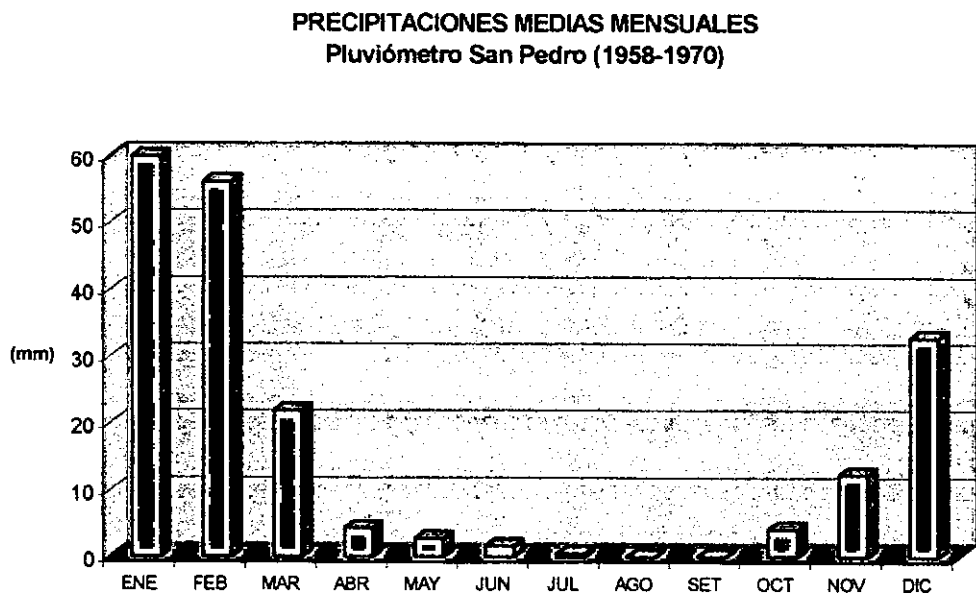


Figura 2

La distribución de las lluvias es muy irregular, ya que la mayor parte de las precipitaciones ocurre en la época estival; en el resto del año se produce una drástica disminución de la lámina de agua, generando intensas sequías.

Los vientos que portan humedad en general provienen del naciente, por lo que el faldeo oriental de la sierra de Velazco recibe precipitaciones algo mayores que el resto de la comarca. En la estación meteorológica operada por la Administración Provincial del Agua entre los años 1974 a 1989 en la localidad de Anillaco - situada al pie de la serranía - se midió un promedio de 240 mm/a, mientras que en un pluviómetro ubicado a 5 km al oeste, en las

primeras estribaciones de la sierra de Velazco se registró para el mismo período una media anual de 329 mm (Sánchez *et al.*, 1998)

2.2. Vegetación y Suelos

La distribución geográfica de las precipitaciones determina una diferencia en el tipo de vegetación presente en la zona serrana, respecto a la que se desarrolla en el pie de sierra, donde se encuentra el poblado de San Pedro. Si bien en ambas comarcas la vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica de "Monte", en el faldeo de la sierra de Velazco, sobre todo en las quebradas, pueden encontrarse especies arbóreas como algarrobos negros y blancos, mistoles, chañares, talas y ocasionalmente quebrachos blancos y colorados. Las precipitaciones permiten además el crecimiento de un estrato arbustivo, compuesto principalmente por piquillines, tuscas y garabatos. El estrato herbáceo, constituido por pastos duros, hace posible el pastoreo de ganado mayor y menor.

En el pie de sierra las precipitaciones son menores y prácticamente no existen especies arbóreas. La mayor parte de las especies vegetales son arbustos achaparrados espinosos y el suelo se encuentra en gran proporción desnudo, ya que la cobertura herbácea es muy discontinua.

Los suelos de la zona serrana son regionalmente litosoles sobre rocas ígneas y metamórficas y pequeños manchones de regosoles en el relleno moderno de las quebradas. En el pie de sierra, la cobertura edáfica es un regosol sobre sedimentos cuaternarios, constituidos por arenas finas a gruesas.

2.3. Fisiografía

La comunidad en estudio se encuentra a 1.400 m s.n.m., sobre el faldeo oriental de la sierra de Velazco, en el borde occidental de la depresión conocida como "La Costa". El cordón montañoso de Velazco posee altitudes de más de 3.000 metros y está orientado en sentido norte-sur. Las laderas orientales son muy abruptas, con pendientes de hasta el 20%, profundamente disectadas por quebradas de rumbo oeste-este.

Al pie del relieve serrano - con una altitud de 1.600 metros sobre el nivel del mar - se desarrolla un relieve plano con una inclinación del 3 % al naciente, sobre el que se asienta la localidad de San Pedro (**Figura 3**).

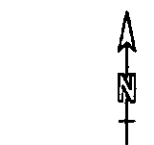
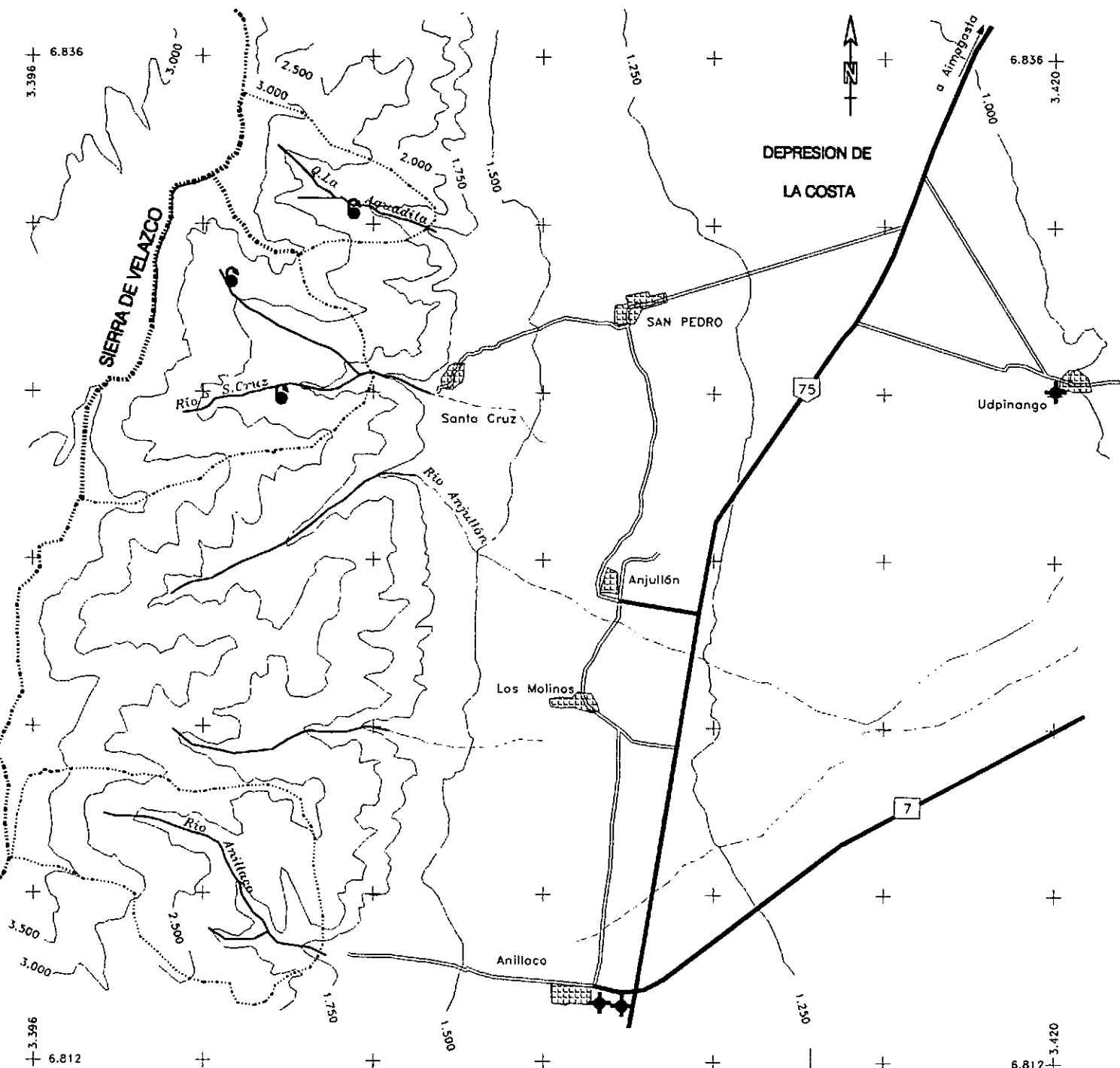
2.4. Hidrografía

Desde el punto de vista regional, la zona de estudio se encuentra en la alta cuenca del río Colorado o Salado de La Rioja.

Las precipitaciones orográficas que se producen en el faldeo oriental de la sierra de Velazco dan origen a numerosos cursos fluviales temporarios y permanentes que se infiltran en su totalidad a pocos metros del quiebre de pendiente. El escurrimiento en la depresión es esporádico y salvo en crecientes extraordinarias durante la época de lluvias, no se registra flujo hídrico superficial. Los cursos más importantes son los ríos Anillaco, Los Molinos, Anjullón y Santa Cruz (**Figura 3**).

En la cuenca del río Anillaco, cuya superficie es de aproximadamente 25 km², Sánchez *et al.* (1998) han realizado un balance hídrico en el que estiman los aportes pluviales en 9 Hm³, las pérdidas por evapotranspiración en 6 Hm³, el caudal superficial en 2 Hm³ y el caudal subterráneo en 2 Hm³. El módulo de escurrimiento superficial en el período 1958-1970 es de 64 litros por segundo. Los caudales mayores se registran en los meses de Febrero y Marzo, con promedios mensuales de 76,8 y 74,3 l/s, mientras que los mínimos ocurren en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre con valores de 57,7; 57,9 y 57,5 l/s respectivamente.

Al oeste de la comunidad de San Pedro se encuentran dos cuencas importantes: la del río Santa Cruz, de 29 km² (**Figuras 5 y 6**) y la del río La Aguadita, de 11 km². Ambas poseen caudal permanente en el ámbito serrano, pero se carece de datos de aforos sistemáticos.



DEPRESION DE
LA COSTA

75

7



- | | | | |
|--|--------------------------|--|------------------------|
| | Ríos permanentes | | Localidad |
| | Ríos temporarios | | Curva de nivel acotada |
| | Divisorio de cuencas | | Ruta Nacional |
| | Perforación funcionando | | Ruta Nacional |
| | Vertiente | | Camino vecinal |
| | Coordenadas Gauss-Kruger | | |

Figura 3

arch.: 13sp-inf

13sptopo

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
Provincia de La Rioja

SAN PEDRO
Departamento Castro Barros

MAPA TOPOGRAFICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
Guillermo Baudino, 1999

2.5. Geología Regional

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales. Esta Provincia Geológica se caracteriza por la presencia de rocas metamórficas y plutónicas, sobre las que se asientan en discordancia sedimentitas cenozoicas.

Las rocas más antiguas están representadas por un complejo metamórfico precámbrico, compuesto por migmatitas y esquistos de la Formación Antinaco, así como por rocas plutónicas intrusivas (Formación Paimán) atribuidas al paleozoico medio y superior, constituidas por granitos del tipo porfiroide, intensamente fracturados y de color rosado a gris.

Sobre el basamento cristalino se asientan en discordancia las sedimentitas de la Formación Salicas (Sosic, 1961) de edad terciaria, compuesta por limolitas con intercalaciones de areniscas de grano mediano grueso que alcanzan los 25 metros de espesor.

Los sedimentos modernos poseen una expresión superficial muy importante en la depresión de La Costa y una potencia que supera los 400 metros al pie del relieve montañoso. El relleno cuaternario está constituido por gravas gruesas con matriz arenosa, producto de la depositación de los materiales acarreados por los cursos fluviales provenientes del oeste. Las gravas incluyen bloques de más de un metro de diámetro en la zona proximal de los depósitos y la granometría disminuye hacia el este, donde predominan arenas medianas a finas. Castaño *et al.* (1974) distinguen cuatro niveles de agradación, relacionando su origen con los movimientos tectónicos que produjeron una reactivación de los procesos erosivos a partir del Plioceno.

Desde el punto de vista estructural, la comarca está caracterizada por un fallamiento principal de rumbo norte-sur, que genera la emergencia y basculamiento de bloques de basamento cristalino que conforman la sierra de Velazco (**Figura 4**).

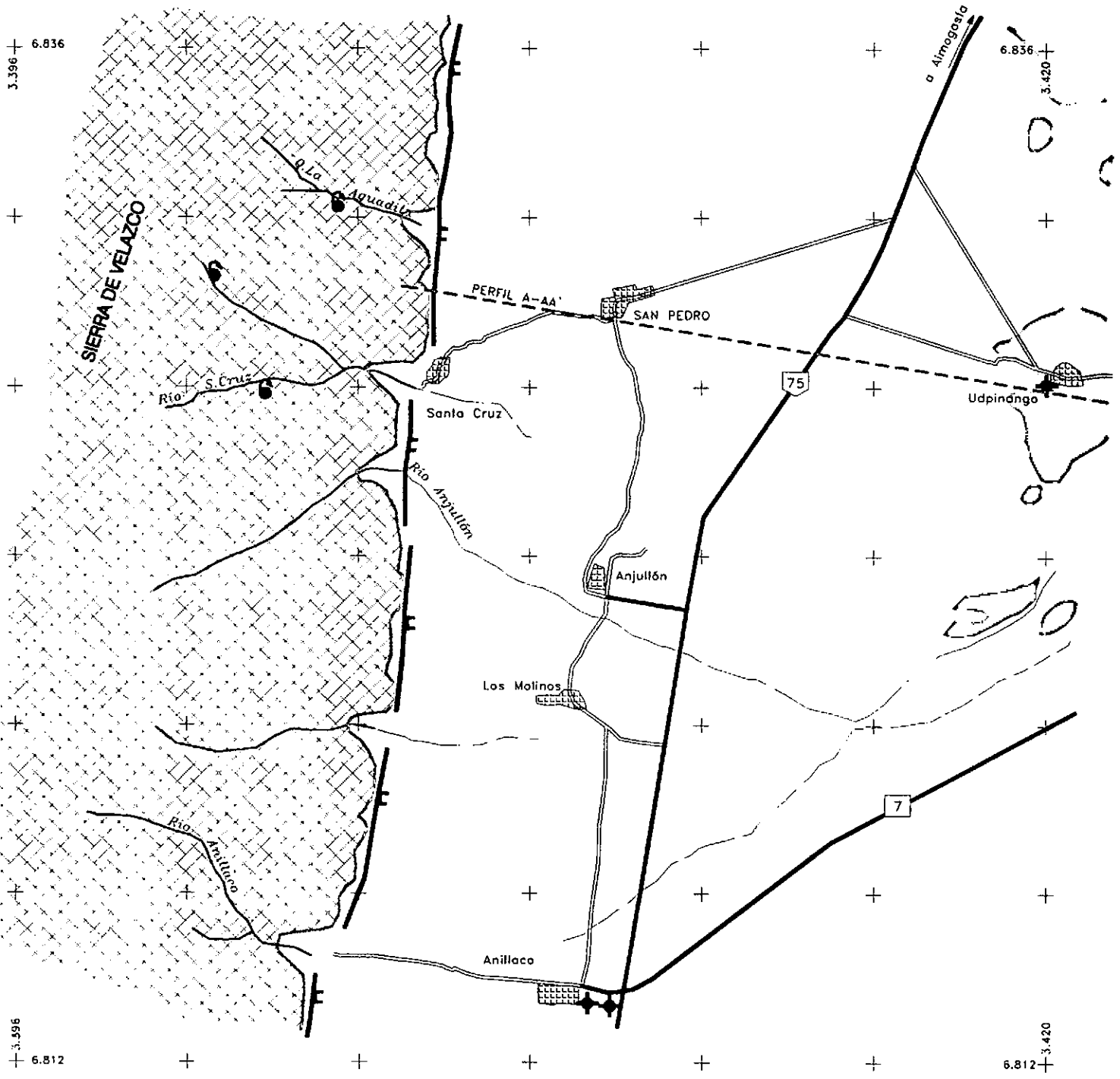
2.6. Geomorfología

Pueden diferenciarse dos ámbitos geomorfológicos principales en el área que rodea la localidad en estudio: el de **montaña** y el de la **depresión de La Costa**.

En la zona montañosa, gobiernan procesos de erosión fluvial a causa de la concentración del escurrimiento superficial en ríos y arroyos, que por las elevadas pendientes y torrencialidad durante las lluvias, inciden fuertemente en el paisaje local. El flanco oriental

de la sierra de Velazco posee una red de drenaje de tipo angular, fuertemente influenciado por la fracturación del basamento cristalino, que constituye el sustrato. Los cauces principales corren por estrechas quebradas orientadas hacia el este y las cuencas hidrográficas poseen formas elongadas en dicho sentido.

En el ambiente de la depresión dominan los procesos de acumulación de sedimentos cuaternarios; no existen cursos de agua permanentes y solo temporalmente, durante lluvias torrenciales, se produce un escurrimiento difuso cuyos cauces varían en cada verano. Las geoformas resultantes son conos aluviales cuya coalescencia ha originado un pie de monte que inclina al este-noreste. La acción del viento contribuye a la modelación debido a que los suelos se encuentran frecuentemente desprovistos de humedad y cobertura vegetal.



- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--------------------------|
| | Perforación funcionando | | Localidad |
| | Vertiente | | Ruta Nacional |
| | Sedimentos Cuaternarios | | Ruta Nacional |
| | Sedimentitos Terciarios | | Camino vecinal |
| | Basamento Cristalino | | Coordenadas Gauss-Kruger |
| | Falla con indicación de labio hundido | | Ríos permanentes |
| | | | Ríos temporarios |

Figura 4

arch.: 13sp-inf

13spgeo

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN PEDRO
 Departamento Castro Barros
MAPA GEOLOGICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

3. SINTESIS POBLACIONAL

La localidad de San Pedro depende del Municipio de Aminga, capital del Departamento Castro Barros. Cuenta con 430 habitantes aproximadamente, cuya principal actividad productiva es el cultivo de frutales (especialmente nogales, viñedos y olivos) y la elaboración de productos regionales derivados de los mismos, para su comercialización.

La comunidad en estudio no cuenta con escuela primaria, por lo que los niños concurren a la escuela primaria en la vecina localidad de Anjullón, situada a 6 kilómetros al sur. En San Pedro funciona la escuela "Niño Alcalde" para alumnos con problemas de aprendizaje. Cuenta con 3 docentes y es de doble escolaridad, con actividades de huerta y granja. Los 18 alumnos provienen de comunidades de todo el departamento.

Se trata de un asentamiento concentrado, con viviendas en su mayor parte de construcción sólida de buena calidad. La provisión de energía eléctrica depende de la empresa EDELAR y se realiza a través de un tendido de media tensión que empalma en la Ruta Nacional 75 con la red provincial. El 90 % de las casas posee conexión domiciliaria y las calles principales tienen alumbrado público.

La actividad vitivinícola de la zona se encuentra en crecimiento, sobre todo en el rubro de vinos finos para exportación. Asimismo se han expandido recientemente las plantaciones de olivos, en las localidades vecinas que cuentan con posibilidades de riego. Las deficiencias en el sistema de distribución derivan en una escasez de agua en San Pedro e impiden la ampliación del área cultivada, por lo que el desarrollo económico de la localidad se ve seriamente limitado.

Hay un incipiente crecimiento de la actividad turística, impulsado por la belleza de la quebrada de Santa Cruz, sobre todo por parte de excursionistas provenientes de la capital provincial durante los fines de semana.

La comunidad cuenta con un Centro Primario de Salud atendido por una enfermera y un agente sanitario, que recibe además la visita semanal de un médico del Hospital de Anillaco. Hay un destacamento policial, cabina telefónica, cementerio y un local comunal.

4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

La provisión de agua está organizada mediante un sistema de captación superficial, tratamiento en una planta potabilizadora y distribución domiciliaria. La administración del sistema está a cargo de una Comisión de Agua Potable, que se encarga del mantenimiento y

que se sustenta a través de la cobranza del servicio a los usuarios.

El sistema sufre serias deficiencias, tanto en el tratamiento como en la conducción y distribución.

La captación se realiza en forma superficial en la quebrada del río Santa Cruz, ubicada a 6,5 km de San Pedro (**Figuras 5 y 8**). Desde la toma el agua es conducida por una acequia de 1.400 metros de longitud, revestida en piedra emboquillada, hasta la planta de tratamiento situada en la localidad de Santa Cruz. La planta consta de dos filtros lentos de 10m * 2m cada uno y una cisterna circular de 30 m³ de volumen y su uso es compartido con la comunidad de Santa Cruz. A partir de la cisterna hay un acueducto de 50 mm de diámetro y 4 km de longitud, que lleva el agua hasta San Pedro.

La capacidad de tratamiento de la planta es totalmente insuficiente para la actual población, que comprende las comunidades de Santa Cruz y San Pedro, y el acueducto ha sufrido numerosas roturas, por lo que el servicio se interrumpe frecuentemente durante periodos prolongados.



Figura 5: Fotografía del río Santa Cruz

5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. Agua superficial

Los ríos de la zona montañosa colectan las precipitaciones más abundantes de la cuenca, que alcanzan los 330 milímetros anuales. Los colectores principales, como los ríos Anillaco, Santa Cruz (Figuras 5 y 6) y La Aguadita, poseen caudal permanente en las serranías, que desaparece al ingresar en la zona llana.



Figura 6: Fotografía de la quebrada del río Santa Cruz

5.1.1. Río Santa Cruz

Se carece de datos de aforo sistemáticos en la cuenca del río Santa Cruz, pero la cercanía y similitud geográfica de la cuenca del río Anillaco permiten extrapolar la información existente. Durante la campaña realizada en Noviembre de 1998 el caudal aforado

en el río Santa Cruz fue de 60 litros por segundo, cifra que guarda relación con el módulo mensual correspondiente al mismo mes en el río Anillaco (57,9 l/s).

Si bien durante la época de lluvias se producen violentas crecientes, la duración de las mismas es corta. Las variaciones estacionales de caudal son moderadas y el caudal medido en Noviembre puede tomarse como la situación más desfavorable. De acuerdo a referencias verbales del Sr. Héctor Moreno, encargado de la Planta Potabilizadora, no se ha registrado disminuciones significativas del caudal en los últimos dos decenios.

La calidad del agua presenta como única limitante un tenor de Flúor que se encuentra ligeramente por encima del máximo tolerable.

5.1.2. Río La Aguadita

La cuenca del río La Aguadita posee una superficie más reducida que la del río Santa Cruz y su caudal es sensiblemente menor. Se carece de datos de aforo sistemáticos y el caudal medido en Noviembre de 1998 era de aproximadamente 7 litros por segundo. Las referencias verbales de los pobladores indican que el caudal se mantiene prácticamente sin variaciones estacionales y si bien es afectado por años de extrema sequía, el flujo hídrico no alcanza a interrumpirse.

Actualmente existe una captación en la quebrada de La Aguadita y el agua es conducida mediante una cañería de 50 mm hasta un reservorio denominado "Estanque del Medio" (**Figura 8**), que es destinado únicamente para usos agropecuarios. El estanque posee paredes de hormigón armado y tiene 60 m de largo, 35 m de ancho y 2,5 m de profundidad; está ubicado junto al camino vecinal que une San Pedro con Santa Cruz y recibe además los aportes del acueducto proveniente de la planta potabilizadora.

5.2. Agua subterránea

El estudio de los recursos hídricos subterráneos se llevó a cabo teniendo en cuenta los antecedentes disponibles de investigaciones hidrogeológicas regionales y las observaciones de campo realizadas.

5.2.1. Antecedentes

Existe un estudio de hidrogeología regional, de carácter preliminar, realizado por la Secretaría de Estado de Obras Públicas de la Provincia de La Rioja (Castaño y Crespo, 1974), en el cual se describen las características más sobresalientes de los recursos hídricos subterráneos de la zona de La Costa.

Una investigación reciente y de mayor detalle, realizada por el Instituto Nacional del Agua de San Juan (Sánchez *et al.*, 1998) se llevó a cabo en la vecina localidad de Anillaco, pero parte de sus resultados pueden extrapolarse a la zona de estudio, dada la similitud del ambiente hidrogeológico.

5.2.2. Hidroestratigrafía

Rocas de edad precarbonífera (Fm. Antinaco y Fm. Paimán): Constituyen el basamento cristalino y en subsuelo su permeabilidad mínima las convierte en basamento hidrogeológico.

En las sierras de Velazco por el contrario, estas rocas poseen permeabilidad secundaria como consecuencia del tectonismo sufrido. Las abundantes fisuras que ocasionan esta permeabilidad permiten la infiltración y almacenamiento del agua de las precipitaciones estivales. Por este motivo se generan vertientes, en los flancos de la sierra, que alimentan los cursos superficiales y les otorgan régimen permanente.

Sedimentitas del Plioceno (Fm. Salicas): Esta Formación aflora en la zona de Udpinango (**Figura 4**) y está constituida por limolitas con intercalaciones de mayor granometría; el espesor comprobado de estas sedimentitas alcanza 25 metros. Constituye la base de la depositación cuaternaria y su comportamiento en la hidrogeología regional se caracteriza porque encauza y produce la emergencia de vertientes originadas por las aguas

subterráneas provenientes del oeste en la zona de Udpinango. Contiene acuíferos con cierta presión en las intercalaciones permeables (Castaño y Crespo, 1974).

Sedimentos cuaternarios (Holoceno): Al pie del relieve serrano se ha comprobado una potencia de más de 320 mediante perforaciones y se estima, sobre la base de investigaciones geofísicas (Sánchez *et al.*, 1998) que el espesor total podría superar los 400 metros. Estas investigaciones permiten inferir además una disminución de la potencia de los sedimentos en dirección al nacimiento (**Figura 7**)

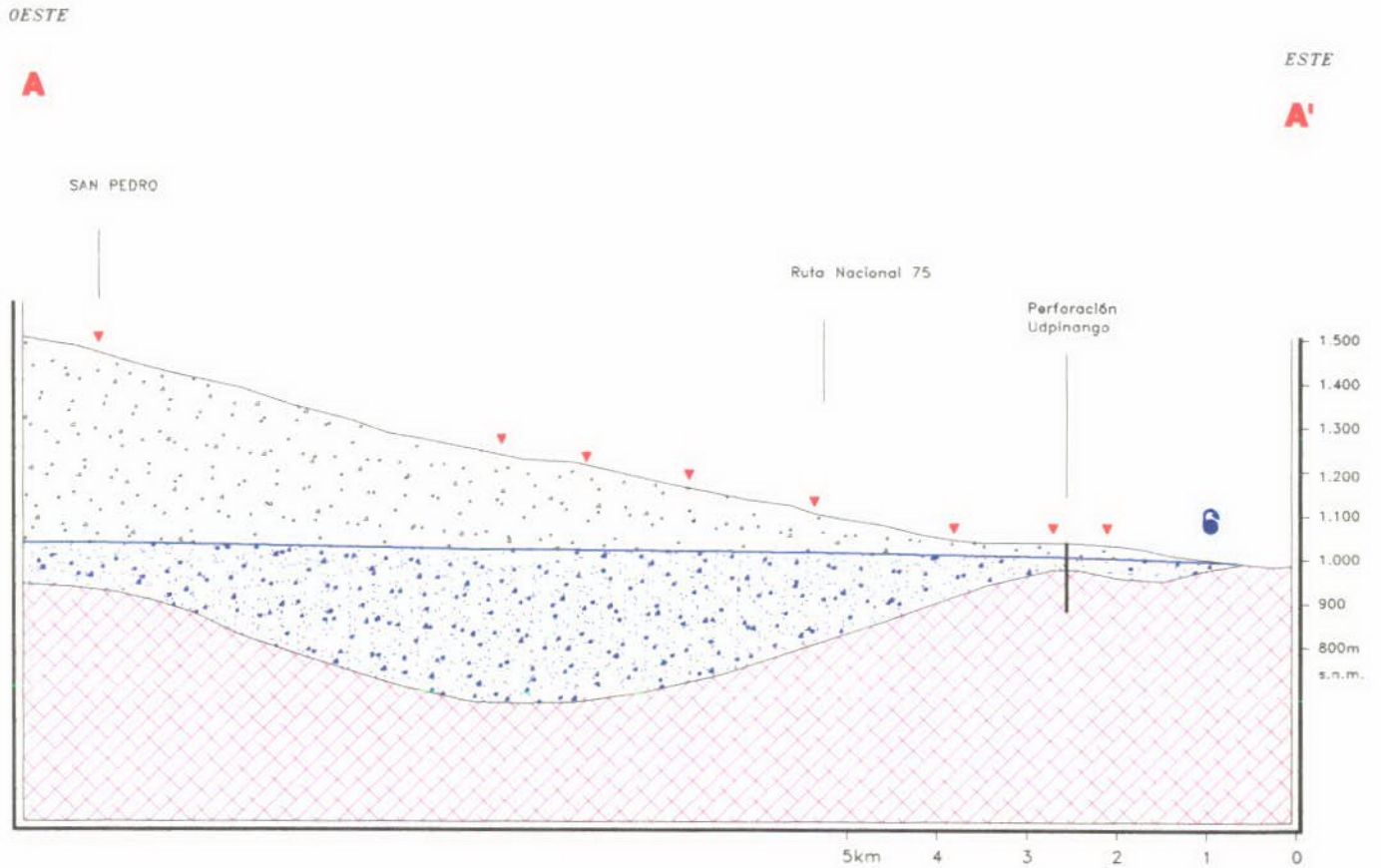
La litología del relleno sedimentario está integrada por gravas gruesas inconsolidadas con matriz arenosa gruesa y se caracteriza por la presencia de grandes rodados de granito y migmatita que hacen muy dificultosa la perforación.






El nivel piezométrico del reservorio alojado en los sedimentos cuaternarios se encuentra a una profundidad de 290 y 234 metros bajo boca de pozo en la localidad de Anillaco (Perforaciones Finca Menem 1 y 2, **Figura 3**) y disminuye hasta aflorar en superficie en la zona de Udpinango (**Figura 7**). El agua subterránea obtenida en las perforaciones de Anillaco posee bajo contenido salino y es apta para todo uso. El caudal obtenido, de acuerdo a referencias verbales alcanza los 20 litros por segundo.

5.2.3. Esquema de circulación hidrogeológica

En las serranías el basamento cristalino se encuentra intensamente fracturado y posee una permeabilidad secundaria, que permite la infiltración y almacenamiento de las precipitaciones estivales. Esto da origen a manantiales, que alimentan los cursos superficiales durante la época de sequía.

En la depresión de La Costa, en la zona de estudio, la escasez excavaciones y perforaciones en el área impide formular mayores precisiones acerca de la circulación hídrica subterránea. En líneas generales puede estimarse que la zona de recarga se encuentra en el flanco occidental y que la dirección de flujo posee una componente principal hacia el este-noreste. Los manantiales ubicados en las cercanías de la localidad de Udpinango estarían originados en la descarga del sistema acuífero proveniente del oeste (**Perfil A-A', Figura 7**)



-  Vertiente
-  Sedimentos no saturados
-  Sedimentos saturados
-  Basamento hidrogeológico
-  S.E.V. realizado por el I.N.A.S.

Perfil A-A' tomado y modificado de Sanchez, Salvioli y García (1998)

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN PEDRO
Departamento Castro Barros
PERFIL A-A'

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 7

5.2.4. Hidroquímica

Las consideraciones hidroquímicas se basan en los datos antecedentes y en los análisis físico-químicos realizados a muestras colectadas en los trabajos de campaña. Los resultados de los análisis, efectuados por el Laboratorio de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la provincia de Salta, se adjuntan como **Anexos 1.1 a 1.4** y se han representado en el diagrama de Schoeller (**Anexo 2**). Se tomó como base para la determinación de la potabilidad, los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino Actualizado (Art. 982). La aptitud para riego se ha clasificado de acuerdo al diagrama de Wilcox (**Anexo 3**).

Agua Superficial

El agua del río Santa Cruz es sanitariamente tolerable y presenta un pequeño exceso en el contenido de Flúor (**Anexo 1.2**), que se encuentra por debajo del máximo admisible de acuerdo a la O.M.S.. No presenta limitantes para el uso ganadero; en cuanto al uso para riego, el agua es de muy buena calidad, ya que de acuerdo al diagrama de Wilcox se clasifica como C1-S1: posee bajo peligro de salinización y de alcalinidad.

El río de La Aguadita brinda agua potable desde el punto de vista físico-químico, ya que ningún parámetro excede los máximos tolerables (**Anexo 1.**). No posee restricciones para uso ganadero ni para irrigación y de acuerdo al diagrama de Wilcox (**Anexo 3**) se clasifica como C1-S1: bajo peligro de salinización y de alcalinidad.

Agua Subterránea

La perforación "Finca Menem 1" extrae agua de una profundidad de 290 metros bajo boca de pozo y el agua es potable desde el punto de vista físico-químico (**Anexo 1.3**). La calidad del agua para riego es muy buena, ya que sólo presenta como limitante un moderado peligro de salinidad (Clase C2-S1 en el diagrama de Wilcox, **Anexo 3**). No tiene limitantes para uso en ganadería

El agua de la perforación "Finca Menem 2" tiene características físico-químicas como el exceso en color, turbiedad y el contenido en hierro (**Anexo 1.4**), que probablemente se deban a que en el momento del muestreo el pozo no se encontraba completamente desarrollado. En cuanto a su aptitud de uso en irrigación y ganadería, comparte las cualidades del agua de la perforación N° 1.

6. CONCLUSIONES

La demanda actual de agua potable de la comunidad de San Pedro es de 86.000 litros por día (200 litros/día/habitante).

Se estima los reservorios de agua subterránea, en la localidad de San Pedro, se encuentran entre los 300 y 400 metros bajo la superficie y el nivel piezométrico de los mismos se ubica entre los 250 y 300 metros de profundidad.

La profundidad de los reservorios y del nivel piezométrico disminuye hacia el este de la comunidad en estudio.

El río Santa Cruz posee caudal suficiente para abastecer de agua potable a las localidades de Santa Cruz y San Pedro.

El agua captada en la quebrada La Aguadita es de buena calidad físico-química y puede utilizarse para reforzar el aprovisionamiento de San Pedro.

Las principales limitantes del sistema de abastecimiento consisten actualmente en la reducida capacidad de tratamiento de la planta de potabilización de Santa Cruz y en el estado deficiente de la conducción que lleva el agua desde la citada instalación hasta San Pedro.

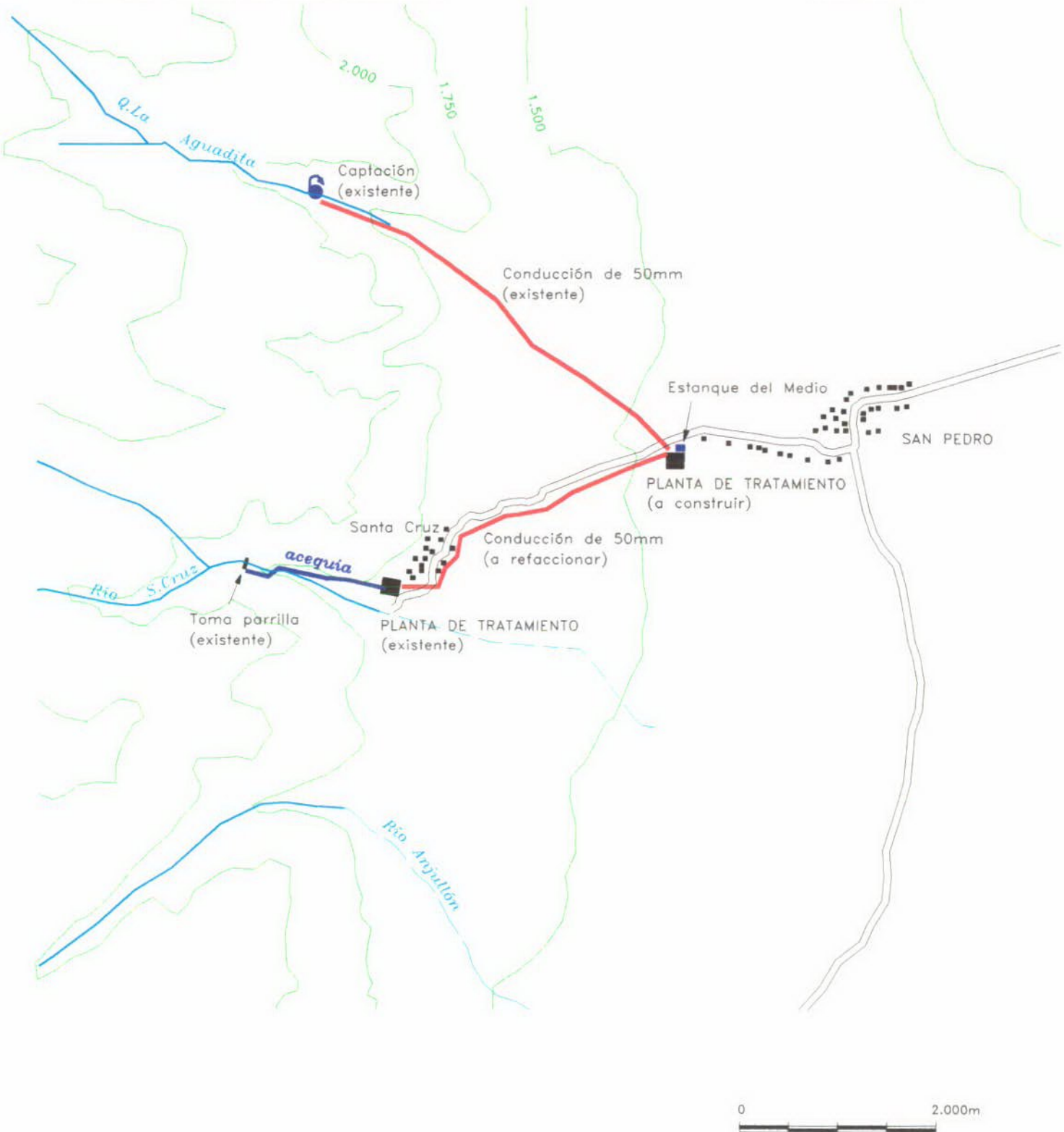
El problema se vería solucionado con la reparación integral de la conducción mencionada y la construcción de una nueva planta de potabilización, ubicada en las adyacencias del "Estanque del Medio", lo que permitiría incorporar los aportes del río La Aguadita al sistema.

7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

Se propone utilizar dos captaciones existentes: las tomas superficiales de los ríos Santa Cruz y La Aguadita (**Figura 8**).

Para solucionar las deficiencias del sistema de abastecimiento de la localidad de San Pedro, se propone:

- Refaccionar el acueducto existente entre la planta potabilizadora localizada en Santa Cruz y San Pedro (aproximadamente 3.000 metros).
- Construir una planta potabilizadora, dotada de filtros lentos y una cisterna de almacenamiento, en el predio comunal adyacente al "Estanque del Medio".



- | | | | |
|--|------------------|--|------------------------|
| | Ríos permanentes | | Zona edificada |
| | Ríos temporarios | | Curva de nivel acotada |
| | Vertiente | | Camino vecinal |
| | | | Acequia |
| | | | Acueducto |

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN PEDRO
Departamento Castro Barros
UBICACION DE FUENTES

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 8

arch.: 13sp-inf

13spfuen

8. BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA DE LA RIOJA. Informes descriptivos de perforaciones. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Dirección Provincial de Aguas Subterráneas.
- ANUARIO ESTADISTICO DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA - 1986 - 1992. Ministerio de Producción y Desarrollo, Dirección General de Estadística. Tomo I. 370 p. La Rioja.
- BRACACCINI, O., 1974. Ejecución de cinco perforaciones y ensayos de bombeo en la Quebrada de Anillaco, Provincia de La Rioja. Agua y Energía Eléctrica.
- CASTAÑO, O.F., H. CRESPO, 1974. Evaluación del recurso hídrico en la zona de La Costa. Provincia de la Rioja. Secretaría de Estado de Obras Públicas. La Rioja.
- CASTAÑO, O.F., H. CRESPO, J. FERNANDEZ, A. POLLINI, R. OTTONELLO, 1988. Hidrogeología de la Llanura Oriental de las sierras de Ambato y Velazco. Administración Provincial del Agua, Provincia de la Rioja. Informe de Avance. La Rioja.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, 1989. Hojas Topográficas 2966 - 8 – Aimogasta, 2966-13 – Antinaco, 2966-14 – Aminga y 2966 - 19 – Chilecito, escala 1:100.000. Buenos Aires.
- NUÑEZ, C. H. y R. E. OTTONELLO, 1997. Programa de perforaciones Provincia de La Rioja. Proyecto. Decreto N° 219/97. Ministerio de Desarrollo de la Producción y Turismo. Administración Provincial del Agua. Dirección General de Manejo de Cuencas. La Rioja. 66p.
- SANCEZ, V.H., G.H.SALVIOLI, E.R.GARCIA, 1998. Hidrogeología del área y factibilidad de incrementar la disponibilidad de agua en la localidad de Anillaco, Departamento Castro Barros, Provincia de La Rioja. INAS, San Juan.

ANEXOS

1. Planillas de Análisis Químico

1.1. Quebrada La Aguada (San Pedro)

1.2. Quebrada Santa Cruz

1.3. Perforación Finca Menem 1

1.4. Perforación Finca Menem 2

2. Diagrama de Schoeller

3. Diagrama de Wilcox

ANEXO 1.1

ANALISIS QUIMICO: Quebrada La Aguada

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 120 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 84 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 74 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 3 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.6 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.2 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 201 | 2000 | | | |
| Sodio | 16 | | | | |
| Potasio | 0.9 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 25 | | | | |
| Magnesio | 2.7 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 6.2 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 102 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 15 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | nsd | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.01 | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 0.8 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.5 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 1.2 | Cloruros | 0.2 | 0.4 |
| Magnesio | 0.2 | Sulfatos | 0.3 | |
| Sodio | 0.7 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.0 | Bicarbonatos | 1.7 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 2.2 | Total | 2.2 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028215 - 24/11/98

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 1.2

ANALISIS QUIMICO: Quebrada Santa Cruz

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-------------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 130 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 80 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 71 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | <1 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.8 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.4 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 225 | 2000 | | | |
| Sodio | 18 | | | | |
| Potasio | 1.7 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 17 | | | | |
| Magnesio | 7 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 8.5 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 98 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 15 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.027 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.03 | 0.2 | | | |
| Nitritos | <0.03 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | <0.4 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 1.2 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.008 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua sanitariamente tolerable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 0.8 | Cloruros | 0.2 | 4.5 |
| Magnesio | 0.6 | Sulfatos | 0.3 | |
| Sodio | 0.8 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.0 | Bicarbonatos | 1.6 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 2.3 | Total | 2.2 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 027780 - 27/08/98

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 1.3

ANALISIS QUIMICO: Perforación Fca.Menem 1

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 340 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 130 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 123 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | <1 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.8 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.16 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 487 | 2000 | | | |
| Sodio | 64 | | | | |
| Potasio | 4.6 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 44 | | | | |
| Magnesio | 3.4 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 31 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 159 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 90 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.11 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | nsd | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 2.5 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.2 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | nsd | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 2.2 | Cloruros | 0.9 | 0.5 |
| Magnesio | 0.3 | Sulfatos | 1.9 | |
| Sodio | 2.8 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 2.6 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 5.4 | Total | 5.3 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028213 - 24/11/98

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 1.4

ANALISIS QUIMICO: Perforación Fca.Menem 2


| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 240 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 124 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 59 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 45 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 37 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 360 | 2000 | | | |
| Sodio | 60 | | | | |
| Potasio | 3.4 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 20 | | | | |
| Magnesio | 1.9 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 11 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 151 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 50 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 1.2 | 0.3 | | | |
| Manganeso | <0.04 | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | nsd | 0.2 | | | |
| Nitritos | 0.06 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 1.4 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.5 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.03 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

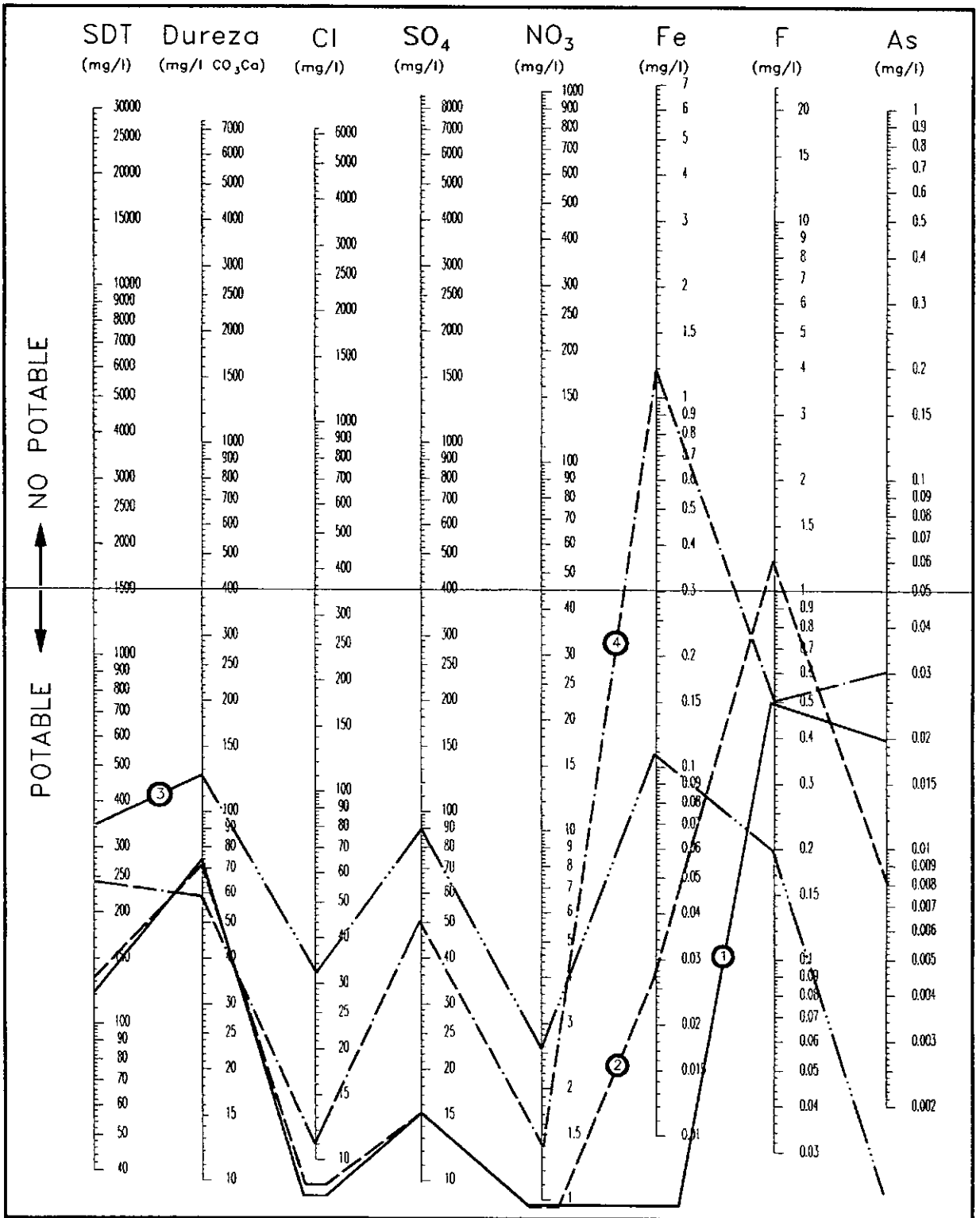
| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 1.0 | Cloruros | 0.3 | 0.5 |
| Magnesio | 0.2 | Sulfatos | 1.0 | |
| Sodio | 2.6 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 2.5 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 3.9 | Total | 3.8 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028214 - 24/11/98

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2



REFERENCIAS

- ① Quebrada La Aguada
- ② Quebrada Santa Cruz
- ③ Perforación Finca Menem 1
- ④ Perforación Finca Menem 2

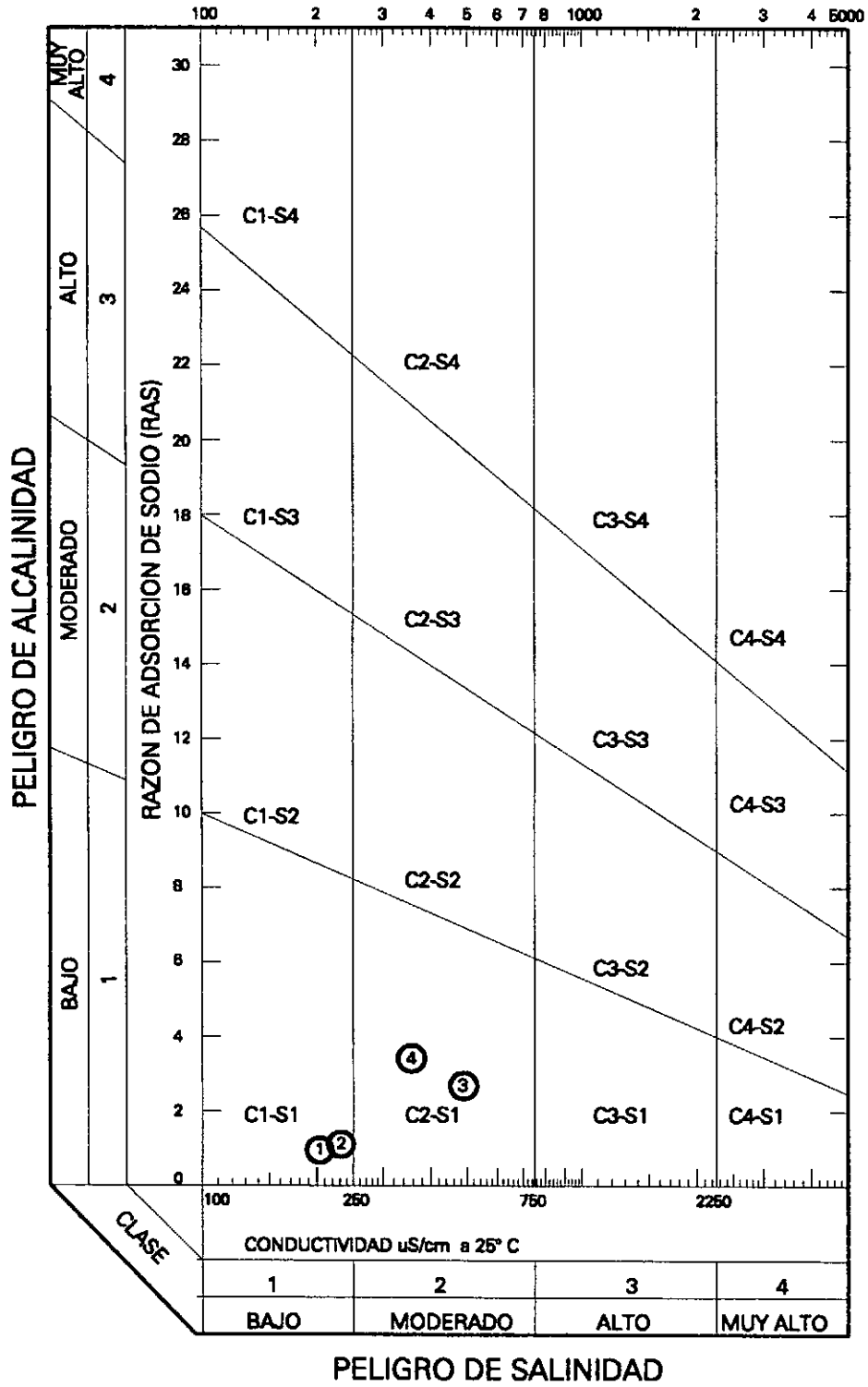
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN PEDRO
Departamento Castro Barros

DIAGRAMA DE SCHOELLER

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1998

ANEXO 3



REFERENCIAS

- ① Quebrada La Aguada
- ② Quebrada Santa Cruz
- ③ Perforación Finca Menem 1
- ④ Perforación Finca Menem 2

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN PEDRO
Departamento Castro Barros

DIAGRAMA DE WILCOX

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

PROVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

**ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION
DE FUENTES DE AGUA
EN LA COMUNIDAD DE**

- SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS -

*DEPARTAMENTO ROSARIO VERA PEÑALOZA
PROVINCIA DE LA RIOJA*

Abril de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

DR. ANGEL EDUARDO MAZA

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE LA RIOJA

MINISTRO DE DESARROLLO DE LA PRODUCCION Y EL TURISMO

ING. JORGE BENGOLEA

COORDINADOR EJECUTIVO U.F.I.

LIC. ANTONIO DOMINGO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE LA RIOJA

ADMINISTRADOR DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

GEOL. MIGUEL MOYANO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

RESPONSABLE TECNICO

LIC. RAUL PEREZ SPINA

Autor: *Guillermo A. Baudino*

INDICE

INTRODUCCION

1. LOCALIZACION
2. CARACTERIZACION FISICA
3. SINTESIS POBLACIONAL
4. PROVISION DE AGUA ACTUAL
5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
6. CONCLUSIONES
7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION
8. BIBLIOGRAFIA

FIGURAS

1. Mapa de Ubicación General
2. Precipitaciones Medias Mensuales
3. Mapa Topográfico
4. Mapa Geológico
5. Fotografía de la comunidad de San Antonio de las Toscas
6. Fotografía de la represa de la Familia Garay
7. Esquema de la perforación existente en Valle Hermoso
8. Perfil A - A'
9. Proyecto de Obra: Represa en San Antonio de las Toscas

ANEXOS

1. Planillas de Análisis Químicos
2. Diagrama de Schoeller
3. Diagrama de Wilcox

INTRODUCCION

Marco General del Estudio

El presente trabajo se lleva acabo mediante un contrato realizado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscrito, dentro del Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades. Con el presente informe se cumple con lo estipulado en el contrato (Expte. 3221 ALC IV) anteriormente mencionado.

Objetivos

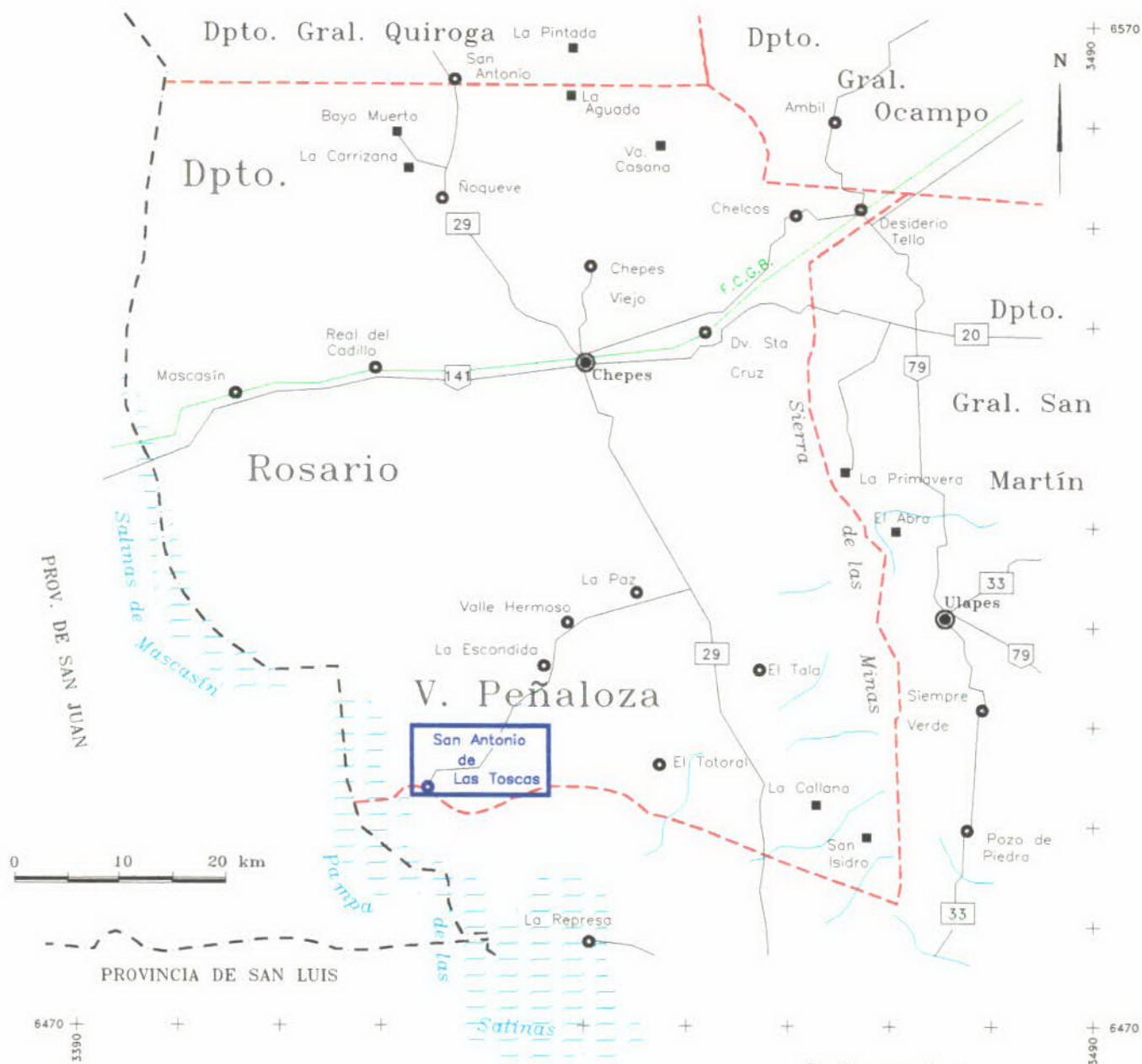
Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base con el fin de ubicar posibles fuentes de aprovisionamiento de agua subterránea y/o superficial y elaborar un proyecto de captación que sea viable y justificable de acuerdo a las necesidades y las características físicas del medio.

1. LOCALIZACION

La zona de estudio, se encuentra a 310 km al sur de la ciudad de La Rioja, en el Departamento Rosario Vera Peñaloza. Las coordenadas de la localidad son $31^{\circ} 45' 2,1''$ de latitud sur y $66^{\circ} 47' 52,3''$ de longitud oeste.

Partiendo de la capital provincial, se accede por la Ruta Nacional N° 38 hasta la ciudad de Patquía y desde allí se continúa por la Ruta Provincial N° 27 hasta la localidad de San Ramón. La R.P. 28 conduce hasta El Portezuelo y a partir de éste se toma la Ruta Provincial N° 29 hasta la ciudad de Chepes. Todas estas vías de comunicación son asfaltadas y se encuentran en buen estado de conservación.

Desde Chepes - capital del Departamento Rosario Vera Peñaloza - la R.P. 29 está enripiada y por ella se recorren 28 km hasta el paraje San Pedro, donde empalma hacia el oeste el camino de tierra que conduce a San Antonio de las Toscas, distante aproximadamente 40 kilómetros de este último cruce caminero (**Figuras 1 y 3**).



Referencias

- + 6460 Coordenadas Gauss-Kruger
- - - Límite Provincial
- - - - Límite Departamental
- () — Camino Vecinal
- [29] — Ruta Provincial
- [14] — Ruta Nacional
- () — F.F.C.C.
- Puesto - Localidad
- Capital del Departamento
- LOCALIDAD RELEVADA



Figura 1

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS
 Departamento Rosario Vera Peñaloza

UBICACION GENERAL

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. Clima

La estación meteorológica más cercana a la zona de estudio se ubica en Chepes y es operada por el Servicio Meteorológico Nacional. Existen registros pluviométricos tomados entre los años 1975-1987 en las localidades de Corral de Isaac, San Isidro, Las Toscas, Valle Hermoso y El Tala (Fernández y Castaño, 1992).

El clima de la comarca se ve influenciado por la presencia de la Cordillera de los Andes en el oeste, que impide el ingreso de las corrientes húmedas del pacífico (Fernández y Castaño, 1992). Algo similar ocurre con la corriente del anticiclón del Atlántico, que encuentra una barrera orográfica conformada por las sierras del norte de la Provincia de Córdoba.

Con respecto a las lluvias, la media anual en el pluviómetro de la vecina localidad de Las Toscas es de 328 mm y el 90 % de las mismas se concentra entre los meses de Noviembre y Abril (Figura 2).

**PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES
Pluviómetro Las Toscas (1975-1987)**

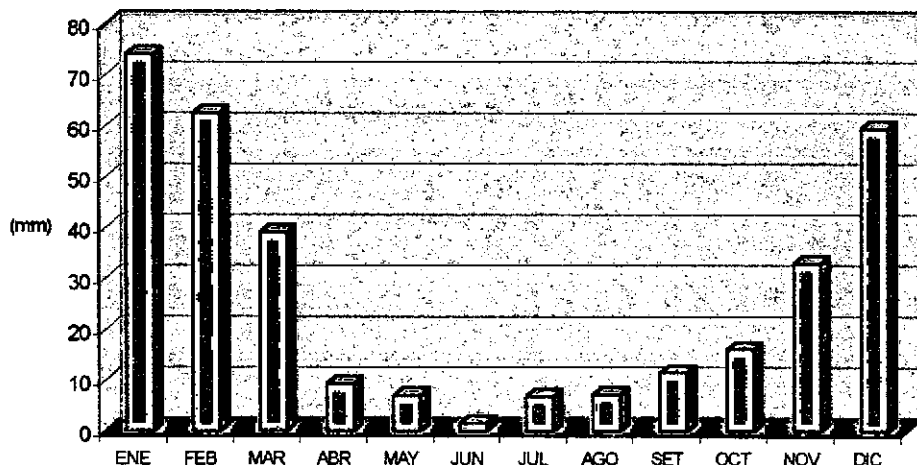


Figura 2

En el histograma se observa que, al estar concentradas las precipitaciones en tres meses de verano, en el resto del año se produce una drástica disminución de la lámina de agua, generando intensas sequías. En el período comprendido entre los años 1951 y 1960, la Estación Meteorológica de Chepes revela una temperatura media anual de 18°C,

registrándose una máxima absoluta de 43,2°C (Enero) y una mínima absoluta de 4,2°C (Julio).

Teniendo en cuenta la clasificación de Knoche de 1947, esta región se encuentra bajo un clima tórrido y húmedo-seco en Enero, templado y muy seco en Julio (Caminos, 1979).

2.2. Vegetación y Suelos

La vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica de "Monte", con un claro predominio de "xerófitas", como consecuencia de un clima seco con veranos cálidos e inviernos benignos, suelos arenosos y la escasa altura sobre el nivel del mar (400 m s.n.m.). Existen asociados tres estratos principales: un estrato arbóreo de altura moderada, uno arbustivo y uno compuesto por plantas herbáceas y cactáceas (Caminos, 1979).

Las especies arbóreas más comunes son el quebracho blanco, algarrobo negro, algarrobo blanco, retamo, espinillo, tala, tintitaco, brea y mistol. Los arbustos y subarbustos predominantes son la jarilla, chañar, piquillín, lata, tusca y garabato. Por último, las herbáceas más comunes son las gramíneas del género *Stipa* (pastos duros). Es importante señalar que hacia la Pampa de las Salinas, desaparece el monte a causa del salitral, conformando una zona totalmente desprovista de vegetación, que se halla rodeada por plantas "halófitas".

Los suelos de la región poseen un desarrollo precario y se clasifican como *sierosem*: suelos semidesérticos grises (Caminos, 1979).

Las rocas ígneas y metamórficas de la zona serrana, las rocas paleozoicas, los asomos de sedimentitas terciarias y los loes, limos y arenas del Cuaternario, son las principales rocas madres de los suelos, originando suelos de colores castaño pálido, amarillentos o rosados, arenosos, sueltos, carentes de humus y con niveles carbonáticos someros (Caminos, 1979).

2.3. Fisiografía

La comunidad en estudio se encuentra en la región de los Llanos Occidentales, a una altitud de 400 m s.n.m., en el borde oriental de la depresión conocida como Pampa de las Salinas.

Los Llanos Occidentales se extienden desde la Sierra de las Minas - al naciente - hasta el límite con la Provincia de San Juan (Figura 1) y su relieve está caracterizado por una pendiente de menos de 1 % hacia el sudoeste, en dirección al depocentro regional y por

lomadas elongadas en sentido norte-sur. En las inmediaciones de la localidad en estudio se destaca la de "El Divisadero" (**Figura 3**), que sobresale más de 50 metros sobre el relieve circundante.

En el borde de la Pampa de las Salinas la pendiente se hace más acusada y en algunos sectores existen resaltos topográficos importantes y líneas de barrancas paralelas a la orilla del cuerpo salino.

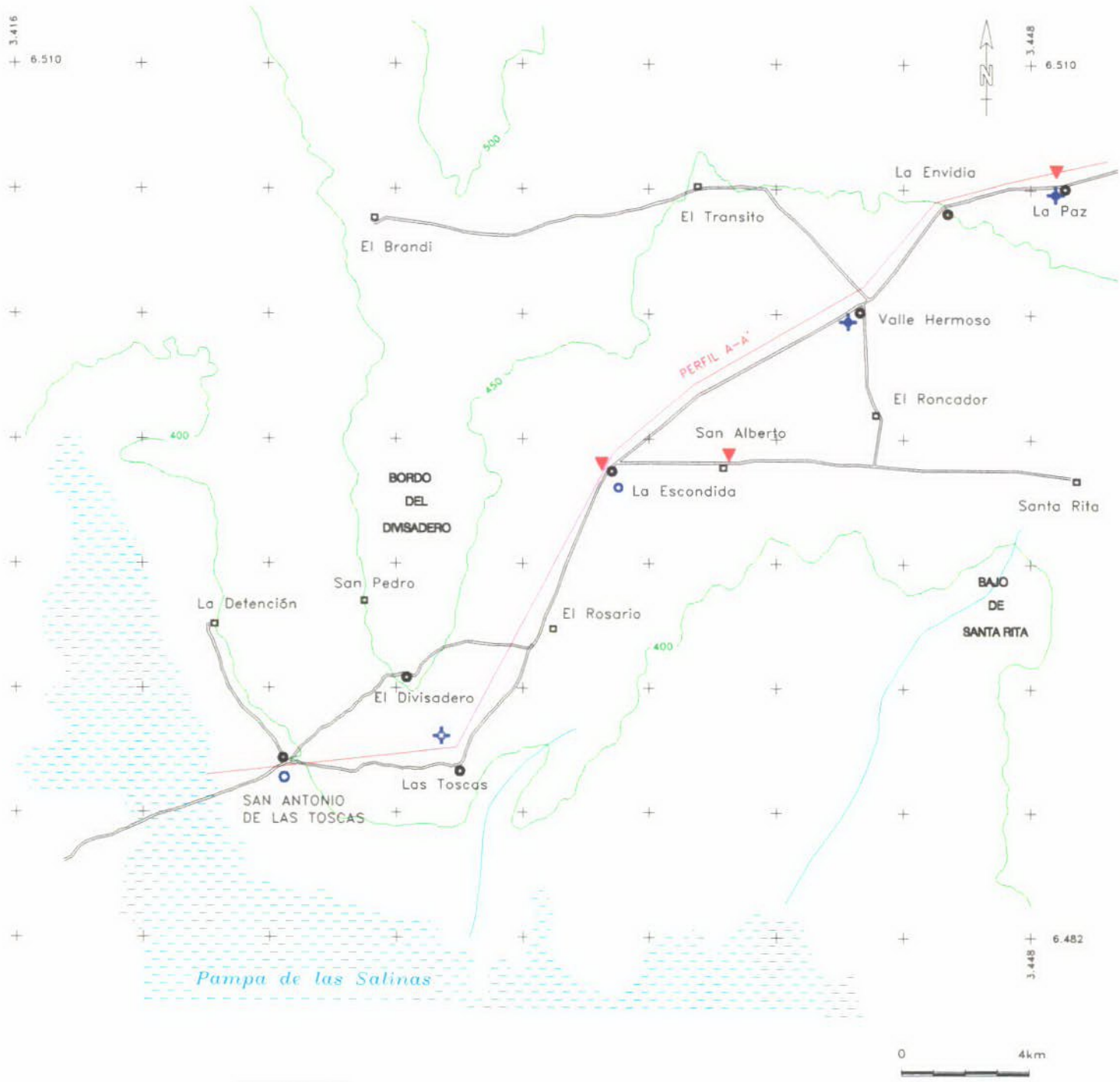
2.4. Hidrografía

La escasez de lluvias y la concentración de las mismas en la época de verano, en coincidencia con las temperaturas máximas que favorecen la evapotranspiración, así como la elevada permeabilidad de los suelos, son factores que condicionan la existencia de recursos hídricos superficiales.

No hay en la zona de estudio cursos fluviales permanentes y el escurrimiento hídrico superficial sólo se produce durante las lluvias, en forma esporádica y difusa. Este escurrimiento no posee cauces definidos, pero se concentra en suaves depresiones llamadas "bajos", que reciben además los aportes provenientes de la sierra de las Minas, durante las ocasionales avenidas estivales. En las inmediaciones de la comunidad en estudio se destaca el "bajo de Santa Rita", que colecta el escurrimiento superficial de la porción noroccidental de las serranías.

San Antonio de las Toscas se encuentra fuera de la influencia de esta zona de escurrimiento, separada de la misma por el "Bordo del Divisadero" (**Figura 3**).

El nivel de base regional lo constituye la cuenca endorreica de la Pampa de las Salinas.



REFERENCIAS

- 400 Curva de nivel acotada
- + 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger
- Camina vecinal
- ● Puesto-Localidad
- Ríos temporarios
- ▼ SEV (Torres et al., 1983)
- Pozo excavado
- ⊕ Perforación funcionando
- ⊕ Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor)

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
Provincia de La Rioja

SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS
Departamento Rosario Vera Peñaloza
MAPA TOPOGRAFICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
Guillermo Baudino, 1999

Figura 3

arch.: 11sa-inf

11sotopo

2.5. Geología Regional

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales. Esta Provincia Geológica se caracteriza por la presencia de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, de edades precámbricas, paleozoicas y cenozoicas.

En las inmediaciones de San Antonio de las Toscas la cobertura de sedimentos modernos cubre la mayor parte de la superficie y sólo afloran sedimentitas terciarias. Desde el punto de vista regional, las rocas más antiguas están constituidas por granitos, tonalitas, granodioritas, migmatitas, esquistos y gneises que conforman el basamento cristalino y afloran en la mayor parte de la sierra de las Minas. Todas estas rocas son de edad incierta, pero con seguridad pre- carboníferas.

También afloran en el área serrana areniscas arcósicas, conglomerados, lutitas y limolitas grisáceas pertenecientes a la Formación Malanzán, de edad Carbonífera. Generalmente suprayaciendo a esta unidad, se encuentra la Formación La Colina, constituida por conglomerados y areniscas arcósicas friables y rojizas, de edad Pérmica. Estas dos formaciones conforman el Grupo Paganzo.

Los afloramientos de edad terciaria que se encuentran en las inmediaciones de la comunidad en estudio (**Figura 4**) son conglomerados y areniscas cuarzosas y arcósicas, calcáreas, en parte arcillosas, friables y de colores claros, pertenecientes a la Formación Los Llanos (Plioceno). Existen pocos asomos de estos estratos, sin embargo, a través de la información brindada por perforaciones, esta Formación posee una distribución regional muy amplia y es la base de los sedimentos modernos en los depocentros actuales (Caminos, 1979).

Por último, los sedimentos de edad cuaternaria, están representados por depósitos eólicos y fluviales (Pleistoceno) y depósitos aluviales y salinos (Holoceno). Los primeros constituidos por arenas, limos (loess) y conglomerados semiconsolidados, mientras que los segundos están compuestos por arenas, limos, gravas y materiales evaporíticos (Caminos, 1979).

Estructuralmente la comarca presenta una situación caracterizada por la emergencia de un bloque de basamento cristalino, la sierra de las Minas, elevado por una fractura regional claramente identificable en el faldeo oriental de la misma. Por efecto de esta falla resulta la geometría asimétrica en un corte transversal de la sierra, conformada por un bloque de basamento inclinado al poniente (Caminos, 1979).

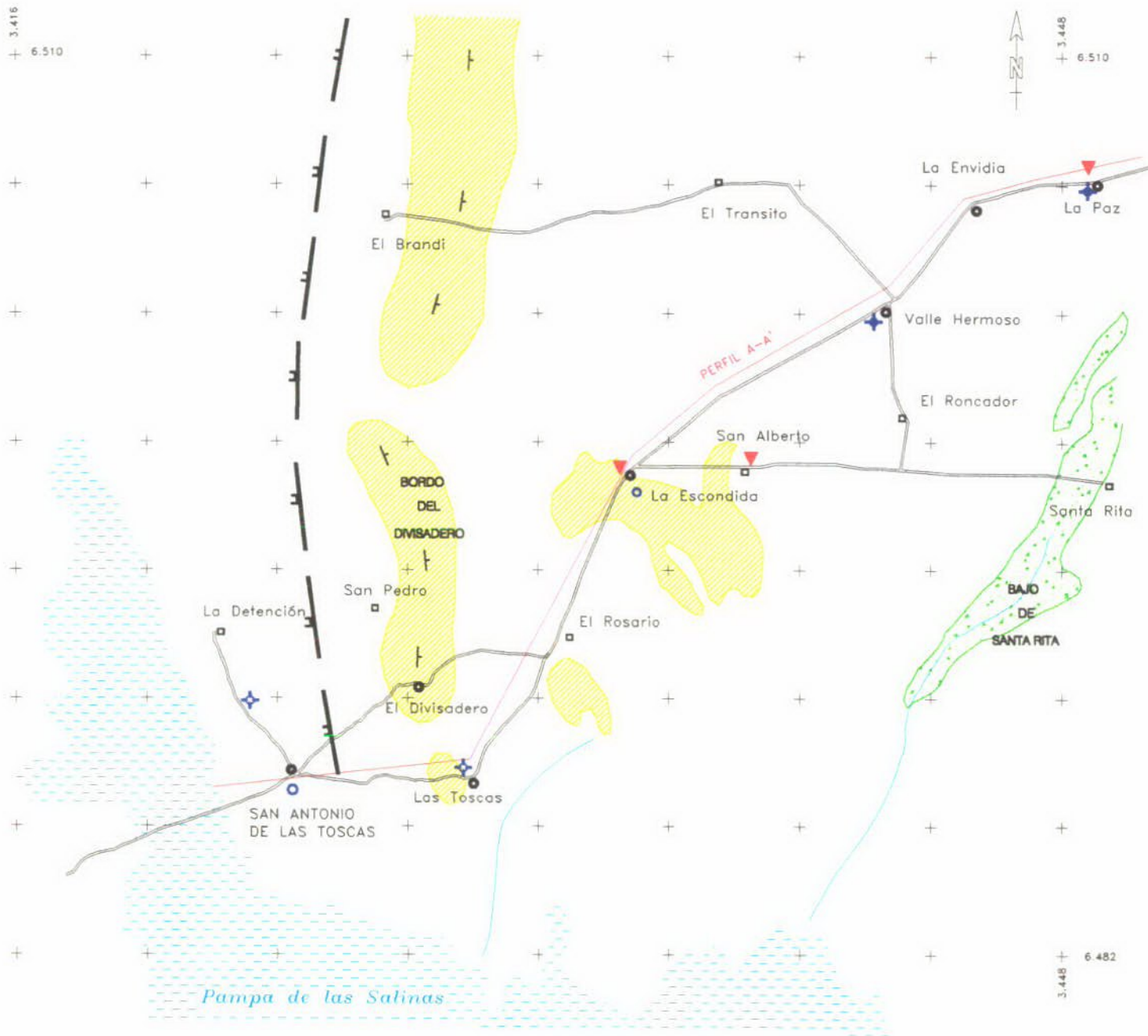
2.6. Geomorfología

La región de los Llanos es una planicie en la que se desarrolla una dinámica de erosión-acumulación. Los agentes morfogénicos principales son el escurrimiento superficial y la acción del viento.

El flujo hídrico superficial se caracteriza por la inexistencia de cursos de agua permanentes, ya que sólo temporalmente durante la época de lluvias se genera un escurrimiento difuso, cuyos cauces varían cada año.

La acción eólica es muy enérgica, favorecida por las frecuentes sequías y la escasez de vegetación, que deja amplias superficies de suelo desnudo.

Dentro de la llanura pueden diferenciarse tres ambientes morfológicos: las **lomadas**, los **bajos** y las **salinas**. Las **lomadas** son geformas de denudación, se presentan generalmente elongadas en sentido norte-sur y están constituidas por sedimentitas terciarias de la Formación Los Llanos, que sobresalen del relieve circundante. Los **bajos** son zonas topográficamente deprimidas, en las que confluye el escurrimiento superficial difuso y que se distinguen principalmente por su mayor cobertura vegetal. Las **salinas** ocupan el depocentro del escurrimiento regional y se caracterizan por lagunas de agua con extrema concentración de sales solubles que llegan a precipitar, formando costrificaciones.



REFERENCIAS

modificado de Torres et al., 1983



- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|-----------------------------------------------|
| | Sedimentos aluvio-aeolicos | | SEV (Torres et al., 1983) |
| | Sedimentos aluviales ("bajos") | | Pozo excavado |
| | Sedimentos evaporiticos ("salinas") | | Perforación funcionando |
| | Sedimentitas terciarias | | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |
| | Falla con indicación de labio hundido | | + 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger |
| | Rumbo y dirección de buzamiento | | Camino vecinal |
| | Ríos temporarios | | Puesto-Localidad |

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS
 Departamento Rosario Vera Peñaloza

MAPA GEOLOGICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 4

arch.: 11sa-inf

11sageo

3. SINTESIS POBLACIONAL

La localidad de San Antonio de las Toscas depende del Municipio de Chepes, capital del Departamento Rosario Vera Peñaloza. Cuenta con 22 habitantes, que se dedican a la cría de ganado vacuno y caprino, así como a la de aves de corral para el autoconsumo.

A la Escuela N° 354 - integrada por los niveles EGB 1 y 2 - concurren 19 alumnos y cuenta con una docente a cargo de la dirección. La comunidad en estudio no cuenta con sala de primeros auxilios, por lo que en caso de problemas de salud, los pobladores concurren a El Divisadero, distante 7 km, donde el Puesto Sanitario es atendido por una enfermera.

En las inmediaciones de la escuela hay 5 viviendas, una de las cuales es de construcción sólida mientras que el resto posee paredes de adobe y techo de barro y paja. Las viviendas particulares cuentan con paneles solares y baterías de 12 V para iluminación nocturna. La escuela carece de suministro eléctrico.



Figura 5: Fotografía de la comunidad de San Antonio de las Toscas

Salvo dos puestos de trabajo municipales, no existen fuentes de empleo locales. La actividad ganadera ha disminuido su rentabilidad debido al deterioro del precio de la carne, tanto vacuna como caprina y el monte natural ha sido intensamente explotado, por lo que ha decaído la producción de carbón, leña y postes. Antiguamente se extraía sal de las salinas, en panes para uso ganadero, pero en la actualidad no se registra actividad alguna.

Ante la falta de perspectivas económicas los jóvenes emigran, por lo que la población se ha mantenido estable en los últimos decenios.

4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

Los pobladores se abastecen de agua en forma individual. Cada vivienda posee depósitos de agua a nivel del suelo, con capacidades de entre 2 y 6 m³, donde se almacena tanto el agua de lluvia como la que se trae de la represa, o bien se compra a proveedores particulares que la traen desde Chepes o desde La Paz. En algunas viviendas y en la escuela se recoge agua de lluvia de los techos, mediante canaletas y conducciones de PVC y hojalata. En casos de extrema necesidad se utiliza agua de un pozo excavado situado a 300 metros al este de la escuela, cuya agua es inapta para consumo humano debido a la elevada mineralización (2.900 mg/l, ver **Anexo 1.4**). El nivel freático se encuentra a 11 metros bajo la superficie y el agua se extrae mediante baldes.

La fuente de aprovisionamiento más importante, tanto para consumo humano como para abrevado del ganado es el escurrimiento superficial esporádico que se produce durante las lluvias estivales. Los pequeños arroyos son desviados y conducidos a represas, en las que se almacena el agua.

Existen dos represas importantes: la de la Familia Garay (**Figura 4**) y la denominada "represa del Estado", que fue construida por el Municipio para uso comunitario. La primera se encuentra junto a las viviendas y es utilizada principalmente para consumo humano y animales de granja. La capacidad actual es de aproximadamente 6.750 m³ (90 m * 50 m * 1,5 m) y el agua almacenada en el verano no alcanza para el aprovisionamiento durante la época de sequía. El agua de la represa no es potable desde el punto de vista físico-químico, debido al exceso de color, turbiedad, amoníaco, nitritos y hierro (**Anexo 1.2**). Por el contrario el contenido de sólidos disueltos totales es muy bajo, lo que la hace especialmente apta para riego de huertas (**Anexo 3**).



Figura 6: Fotografía de la represa de la Familia Garay

La represa comunitaria se encuentra a 5 kilómetros de distancia - sobre el camino que conduce a la Ruta Provincial N° 29 - y en ella abreva el ganado de toda la comunidad. Ambas represas se encuentran en mal estado de conservación, principalmente por la colmatación debida al ingreso de sedimentos durante las avenidas estivales. Otro inconveniente de esta represa es la distancia que deben recorrer los pobladores diariamente, agravado por el arreo del ganado, que en época de sequía se encuentra debilitado por la falta de pasturas.

5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. Agua superficial

El escurrimiento superficial es de carácter temporario y solo se produce durante la época de lluvias, entre Noviembre y Marzo. A pesar de ello constituye la principal fuente de aprovisionamiento, tanto para uso pecuario como para consumo humano, gracias al sistema de captación y almacenamiento mediante represas.

El agua almacenada durante el verano es utilizada a lo largo de la temporada de sequía, en la que no se producen nuevos aportes hídrico; la principal limitante de este sistema son las pérdidas por evaporación e infiltración y la disminución de la capacidad de embalse debido a la colmatación por sedimentos.

Estos embalses se construyen cavando en los sectores denominados "bajos", aprovechando el material fino obtenido para construir los bordes y el fondo de la represa. El agua captada posee un contenido salino muy reducido, constituyendo hasta el presente el recurso hídrico de mejor calidad físico-química de la región.

Un problema común que se observa en estas obras es el alto tenor de sólidos en suspensión y de materia orgánica. La principal causa de estas concentraciones es el libre ingreso del ganado, situación que se ve agravada en períodos de sequía en los cuales el nivel de agua disminuye notablemente. El ingreso del ganado a la represa es una manera tradicional de favorecer la compactación del fondo de la misma a través del pisoteo, con el fin de reducir las pérdidas por infiltración.

Experiencias científicas recientes llevadas a cabo por la Universidad Nacional de La Rioja (comunicación personal: Castaño, 1998), han estimado las pérdidas por evaporación en 40 %, la debidas a infiltración en 25 % y el consumo (ganadero y humano) en sólo un 35 %.

En un trabajo conjunto realizado por la Sociedad Rural del Sur Riojanos (SORSUR), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Agencia para el Desarrollo Ecológico de Zonas Áridas (ADEZA) y la Sociedad de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), se han desarrollado técnicas para reducir las pérdidas por infiltración y evaporación, mediante la construcción adecuada de los taludes y el mejoramiento del material de fondo a través del agregado de aglutinantes. También se propone la construcción de un desarenador antes del ingreso del agua a la represa, con el fin de disminuir la entrada de sólidos y así aumentar la vida útil de la capacidad de embalse (SORSUR, INTA, ADEZA-GTZ, 1995).

En San Antonio existe una represa cercana a las viviendas, la de la Familia Garay, cuyas dimensiones originales permitían una reserva suficiente para satisfacer la demanda de la comunidad. Lamentablemente se encuentra colmatada por sedimentos, que han reducido su capacidad de embalse en un 50 %, por lo que actualmente las reservas se agotan antes de las primeras lluvias.

5.2. Agua subterránea

El estudio de los recursos hídricos subterráneos se llevó a cabo teniendo en cuenta los antecedentes disponibles de investigaciones hidrogeológicas regionales y las observaciones de campo realizadas.

5.2.1. Antecedentes

Existe un estudio de hidrogeología regional, de carácter preliminar, realizado por el Centro Regional de Aguas Subterráneas de San Juan (CRAS, *Torres et al.*, 1984), en el cual se describen las características más sobresalientes de los recursos hídricos subterráneos del extremo sur de la provincia de La Rioja. Las investigaciones realizadas por el CRAS incluyen prospección geoeléctrica, cuyas interpretaciones han sido confirmadas por los pozos perforados en el año 1998 y que han brindado excelentes resultados.

Una investigación más reciente, realizada por el Ministerio de Producción y Desarrollo y la Agencia para el Desarrollo Ecológico de Zonas Áridas (Fernández y Castaño, 1992), incluye una completa revisión de las características hidrológicas e hidrogeológicas regionales, así como datos meteorológicos recientes y un censo de perforaciones, pozos y represas.

5.2.2. Captaciones existentes

Acuíferos someros

En la zona de estudio se capta el acuífero libre mediante pozos excavados, con profundidades de 6 a 14 metros. Los pozos situados en la comunidad de San Antonio (a 300 metros al este de la escuela), en El Divisadero (a 5.000 metros sobre el camino que conduce a la Ruta Provincial N° 29) y en La Escondida, a 14 km de San Antonio, sobre el mismo camino (**Figura 3**), han sido excavados a mano y poseen diámetros superiores a un metro.

Los pozos excavados explotan el acuífero libre, cuyo contenido en sales solubles la hace inapta para todo uso al agua del pozo de El Divisadero y apta para uso ganadero en el pozo de San Antonio y La Escondida. Los niveles freáticos están situados a 11, 3 y 12 metros bajo boca de pozo respectivamente.

Acuíferos profundos

Se cuenta con antecedentes de tres perforaciones en las inmediaciones del área de estudio. La más cercana es la realizada por el Ministerio de Hacienda y Obras Públicas de La Rioja en el año 1971 en la localidad de Las Toscas, distante 5 km de San Antonio. El método empleado (percusión) permitió el ensayo y la extracción de muestras de cada acuífero en forma individual. La profundidad final alcanzó los 86 m y las características de cada capa se describen a continuación:

| Acuíferos | | | Aforo | | | Calidad (uso humano) | Residuo Seco (mg/l) |
|-----------|------------------------|-------|-----------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|
| No. | Profundidad (m b.b.p.) | | Niv. Estático (m b.b.p.) | Depresión (m) | Caudal (m ³ /h) | | |
| | desde | hasta | | | | | |
| 1 | 31,00 | 41,00 | 15 | - | se agota | inapta | 25.217 |
| 2 | 49,80 | 51,60 | 34 | - | se agota | inapta | 21.267 |
| 3 | 55,00 | 57,00 | 9,90 | 32,00 | - | inapta | 22.863 |

Con mucho mejores resultados, el Municipio de Chepes efectuó las perforaciones ubicadas en las localidades de Valle Hermoso y La Paz, a 24 y 32 km al noreste de la comunidad en estudio. Ambas brindan caudales satisfactorios y agua apta para consumo humano. Las características más sobresalientes se resumen en el siguiente cuadro:

| Pozo | Prof. Final (m) | Acuíferos atravesados | | | | Filtros | | Q.e. m ³ /h/m | Q. m ³ /h | T.S.D. mg/l |
|---------------|--------------------|-----------------------|--------|--------|--------|---------|--------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| | | Nº | desde | hasta | n.e. | desde | hasta | | | |
| Valle Hermoso | 120,00 | 1 | 85,00 | 105,00 | 78,00 | 85,00 | 105,00 | 1,14 | 8,00 | 755 |
| La Paz | 118,00 | 1 | 102,00 | 118,00 | 100,00 | 100,00 | 115,00 | 0,93 | 6,50 | 806 |

La perforación de Valle Hermoso ha sido entubada en 6 pulgadas, con filtros entre 85 y 105 metros de profundidad. La electrobomba sumergible de 4 HP se encuentra a 110m bajo boca de pozo (Figura 7).

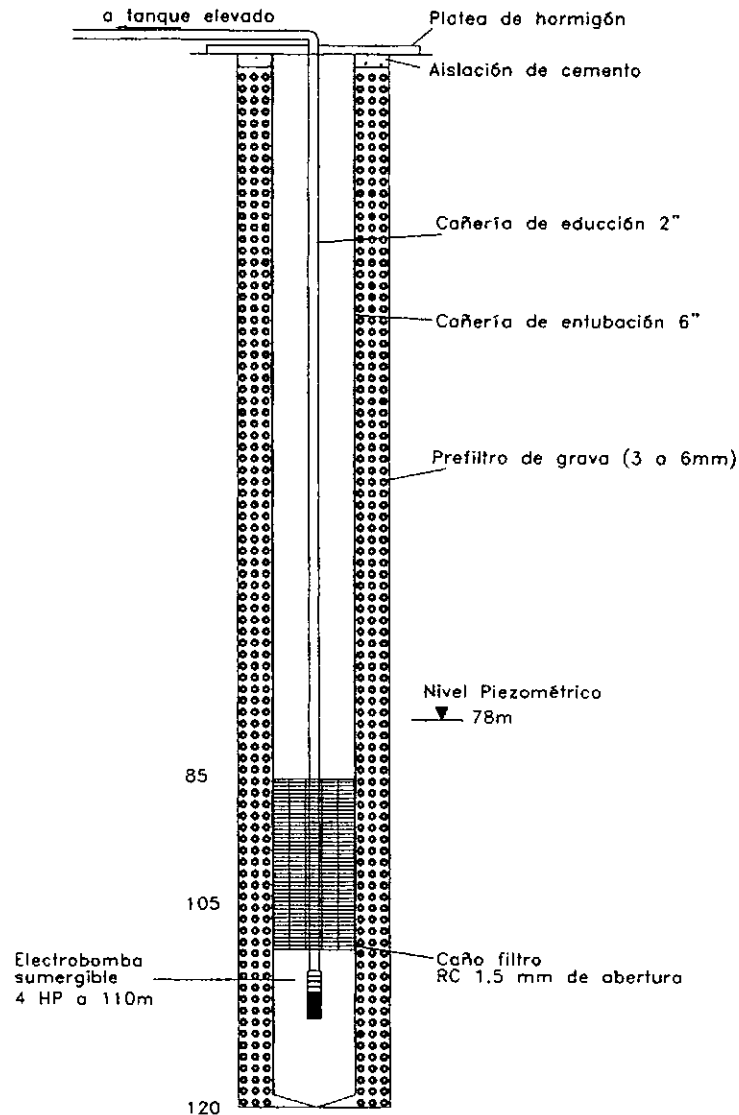


Figura 7: Esquema de la perforación existente en Valle Hermoso

5.2.3. Hidroestratigrafía

Rocas de edad precarboníferas: Basamento cristalino, en subsuelo, su permeabilidad mínima la convierte en basamento hidrogeológico.

En la sierra de Las Minas por el contrario, estas rocas poseen permeabilidad secundaria como consecuencia del tectonismo sufrido. Las fisuras que ocasionan esta permeabilidad son los juegos de fracturas y diaclasas que abundan en toda la sierra y que permiten la infiltración y almacenamiento del agua de las precipitaciones estivales. Por este motivo se generan vertientes, en los flancos de la sierra de las Minas, que constituyen valiosos recursos, tanto por su calidad hidroquímica como por la permanencia de sus caudales durante la época de sequía.

Sedimentitas del Paleozoico Superior (Gpo. Paganzo): Este conjunto de rocas solo aflora en la sierra de Las Minas, con escasa distribución areal, y no ha sido registrada su presencia en subsuelo en la localidad en estudio.

Sedimentitas del Plioceno (Fm. Los Llanos): Esta Formación posee un extenso desarrollo en subsuelo, ya que constituye la base de los sedimentos cuaternarios. El pase terciario-cuaternario es difícil de establecer a partir de los datos proporcionados por las descripciones litológicas de recortes de perforación. A pesar de esto, se interpreta que los niveles acuíferos más profundos están emplazados en sedimentitas terciarias.

Las capas productivas en estos estratos se encuentran dentro de las fracciones más gruesas del conjunto sedimentario. Existe una importante cantidad de carbonatos y sulfatos en forma de cemento, nódulos, venas o mantos.

Los contenidos salinos varían entre 755 y 25.000 mg/l y los caudales específicos son también muy variables, llegando hasta 1,14 m³/h/m.

Sedimentos cuaternarios (Holoceno): Cubren la mayor parte de las zonas llanas. En superficie predominan arenas finas limosas y es frecuente la presencia de concreciones carbonáticas, que llegan a constituir costras de aproximadamente 0,5 m, dureza considerable y gran extensión areal (caliche o tosca). De acuerdo a la información de legajos de perforaciones, existen niveles loésicos con abundantes concreciones calcáreas (muñecas de loess), de espesores variables. Los acuíferos más superficiales, probablemente desarrollados en sedimentos cuaternarios, son explotados mediante pozos excavados: "baldes" en la toponimia regional.

La calidad química de estos acuíferos es en general deficiente, conteniendo tenores salinos muy elevados que los hacen inaptos para consumo humano. Los principales limitantes

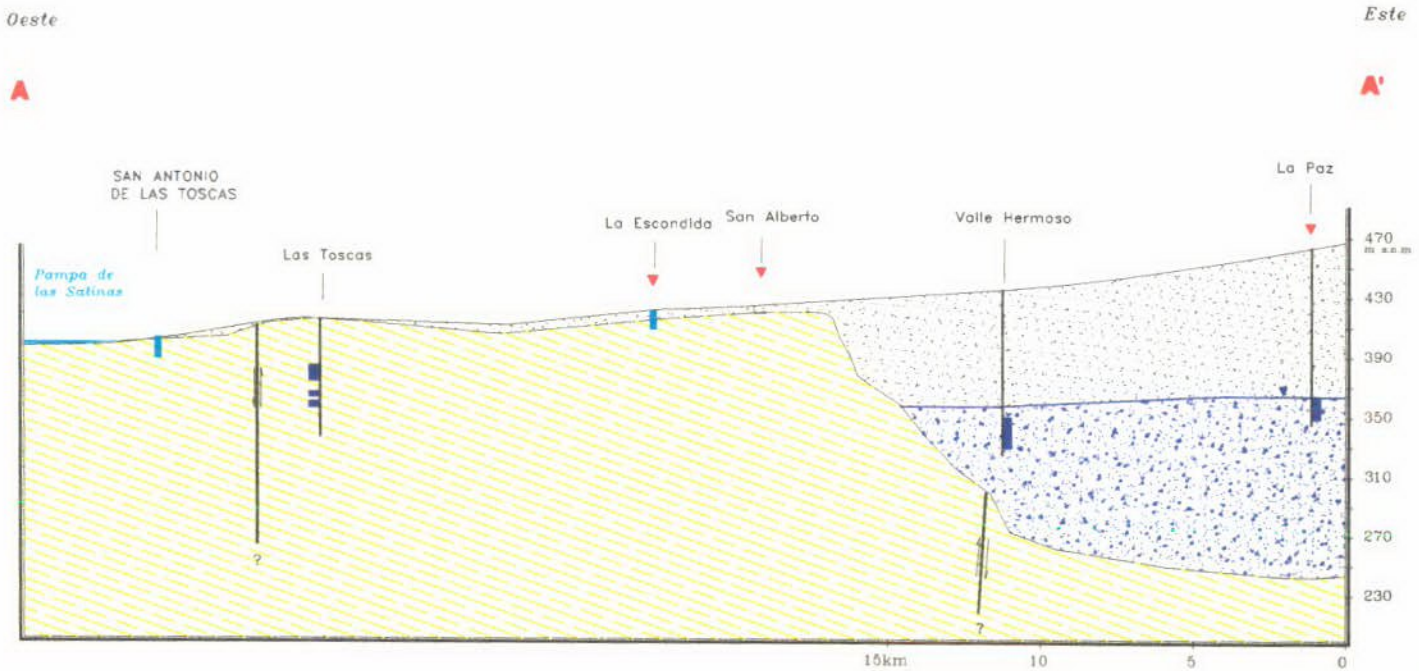
son: contenido salino, sulfato, dureza y en algunos casos flúor y arsénico. La profundidad de los niveles freáticos varía entre 56 metros en las inmediaciones de localidad de Santa Rita y 3 metros en la zona de El Divisadero.

Corte A – A'

Para visualizar la situación de subsuelo, se realizó un corte transversal (**Figura 8**), con rumbo oeste-este, que va desde la Pampa de las Salinas hasta la localidad de La Paz, en el que se integraron los resultados de los estudios geofísicos efectuados por el CRAS y la información proveniente de los legajos de perforaciones.

En este corte se puede apreciar un modelo tentativo de la disposición de los distintos materiales en subsuelo. La descripción litológica de los estratos atravesados en las perforaciones de Valle Hermoso y La Paz ha sido interpretada por García (1998) como perteneciente a la Formación Los Llanos y se encuentra dentro de lo que Otonello (1998) denominó **Ambiente Hidrogeológico II**. La resistividad de estas capas, de acuerdo a Torres (1984) es de 46 a 115 Ohm.m, valor anormalmente alto para la Formación Los Llanos. Esta situación puede interpretarse por un efecto de dilución y lavado de las sales presentes gracias al relativamente importante flujo hídrico subterráneo y la comparativamente elevada Transmisividad comprobada en las captaciones citadas. El agua extraída de las perforaciones posee un contenido salino muy bajo, respecto a los valores regionales típicos para la región de los Llanos, con rendimientos específicos elevados. Por debajo de las capas de alta resistividad se encuentra el basamento hidrogeológico con valores conductivos de 2 a 7 Ohm.m, a profundidades de hasta 200 metros.

Por el contrario, en los SEV realizados por el CRAS al oeste de la localidad de San Alberto, el basamento hidrogeológico conductivo se encuentra menos de 10 metros bajo la superficie y la salinidad del agua extraída de pozos excavados y perforaciones es extrema.



REFERENCIAS

-  Zona no saturada
-  Capas de interés hidrogeológico (mineralización moderada)
-  Basamento hidrogeológico (elevada mineralización)
-  Falla, con indicación de movimiento
-  Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) (tomado de Torres et al., 1983)
-  Nivel piezométrico
-  Perforación
-  Filtros
-  Pozo Excavado

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS
Departamento Rosario Vera Peñaloza

PERFIL A - A'

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 8

5.2.4. Esquema de circulación hidrogeológica

En las serranías el basamento cristalino se encuentra intensamente fracturado y posee una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento de las precipitaciones estivales. Esto da origen a manantiales, que alimentan los cursos superficiales durante la época de sequía.

En la llanura, la escasez de excavaciones y perforaciones en el área impide formular precisiones acerca de la circulación hídrica subterránea. En líneas generales puede estimarse que la zona de recarga se encuentra en el pie de la sierra de Los Llanos y la dirección de flujo posee una componente principal hacia el sur-sudoeste. La zona de descarga se encuentra en la depresión de la Pampa de las Salinas.

El escurrimiento superficial difuso se concentra en las zonas denominadas "bajos", donde probablemente también tenga lugar, en forma preferencial, la infiltración y recarga de los acuíferos someros. En los bajos se registra además un aumento en la resistividad de los terrenos investigados mediante geoelectrónica y una disminución de los tenores salinos del agua subterránea alumbrada mediante pozos excavados someros y perforaciones profundas. Por el contrario en las lomadas conocidas como "bordos", en las que generalmente se encuentran afloramientos o subafloramientos de sedimentitas terciarias, tanto la calidad del agua como los rendimientos específicos de los acuíferos empeoran sensiblemente.

5.2.5. Hidroquímica

Las consideraciones hidroquímicas se basan en los datos antecedentes y en los análisis físico-químicos realizados a muestras colectadas en los trabajos de campaña. Los resultados de los análisis, efectuados por el Laboratorio de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la provincia de Salta, se adjuntan como **Anexos 1.1 a 1.4** y se han representado en el diagrama de Schoeller (**Anexo 2**). Se tomó como base para la determinación de la potabilidad, los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino Actualizado (Art. 982). La aptitud para riego se ha clasificado de acuerdo al diagrama de Wilcox (**Anexo 3**).

Agua Superficial

Se extrajo una muestra de agua de la represa de la Familia Garay; los resultados analíticos indican que el agua presenta limitantes para el consumo humano, principalmente

por los excesos en hierro, amoníaco y nitritos. Tanto estas concentraciones iónicas como los tenores de color y la turbiedad están relacionados al elevado contenido de materia orgánica, producto del ingreso del ganado a la represa.

En cuanto a su uso para riego, el agua es de muy buena calidad, ya que de acuerdo al diagrama de Wilcox se clasifica como C1-S1: posee bajo peligro de salinización y de alcalinidad. No tiene limitantes para uso ganadero.

Acuíferos someros

El pozo excavado en la comunidad de San Antonio de las Toscas alumbró agua a una profundidad de 11 metros, cuya calidad la hace no apta para consumo humano (**Anexo 1.4**). Las limitantes principales son las siguientes:

| Parámetro analizado | valor medido (mg/l) | valor tolerable (mg/l) |
|----------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Sólidos disueltos a 105° C | 2.900 | 1.500 |
| Dureza total (en mg/l de CaCO ₃) | 985 | 400 |
| Arsénico | 0,138 | 0,05 |
| Sulfatos | 1.700 | 400 |

El agua es también inapta para riego, ya que tiene un muy alto peligro de salinidad y alto peligro de alcalinidad para el suelo (Clase C4-S3 en el diagrama de Wilcox, **Anexo 3**). Puede usarse para el abrevado de ganado a falta de otra fuente de provisión.

El pozo excavado en La Escondida, a 14 km al este de San Antonio, posee un contenido salino también muy elevado (**Anexo 1.2**), con limitantes similares a las del pozo situado en la comunidad

Acuíferos profundos

De acuerdo a los datos consignados en la documentación obrante en la Administración Provincial del Agua de La Rioja, la perforación realizada en el año 1971 por dicho ente estatal en Las Toscas alumbró agua de extrema salinización, con tenores de 21.000 a 25.000 miligramos por litro, a profundidades de hasta 57 metros.

No se pudo extraer agua de la perforación de Valle Hermoso, debido a que el grupo generador no se encontraba en funcionamiento. Se cuenta con análisis físico-químicos

adjuntos al legajo técnico de la perforación, que indican que el agua es potable y apta para uso ganadero.

El agua de la perforación "La Paz", de la cual se pudo extraer una muestra, es también apta para consumo humano y pecuario (**Anexo 1.1**). Los contenidos iónicos son similares a los del agua de la perforación de Valle Hermoso e indican que la calidad para riego es regular, debido a que en el diagrama de Wilcox (**Anexo 3**) el peligro de alcalinidad es moderado, mientras que el de salinidad es alto (clase C3-S2).

6. CONCLUSIONES

La demanda actual de agua potable de la comunidad de San Antonio de las Toscas es de 4.400 litros por día (200 litros/día/habitante).

El agua de escurrimiento superficial es una fuente de abastecimiento utilizada tradicionalmente mediante la desviación de los cauces esporádicos durante la época de lluvias y su almacenamiento en represas.

La baja mineralización del agua superficial hace que sea el único recurso apto para riego de cultivos. Los elevados tenores de hierro y amoníaco, así como el color y la turbidez pueden disminuirse evitando el ingreso del ganado a las represas. Para ello es necesario construir bebederos externos y un cerco perimetral. La capacidad de embalse puede duplicarse mediante el desbarrado; la construcción de un desarenador, previo al ingreso del agua a la represa, permitirá disminuir el ritmo de colmatación por sedimentos.

El agua subterránea freática se encuentra a 11 metros de profundidad en la comunidad en estudio, pero el elevado tenor de sales la hace inapta para consumo humano.

Si bien los reservorios de agua subterránea profundos no han sido explorados en la comunidad, los antecedentes indican que las probabilidades de encontrar agua subterránea apta para consumo humano son prácticamente nulas.

Se considera que las condiciones hidrogeológicas favorables para la captación de agua subterránea de buena calidad se encuentran en la perforación recientemente construida por el Municipio de Chepes en la localidad de Valle Hermoso, situada a 24 km de San Antonio. Esta obra obtiene agua subterránea potable y está equipada con electrobomba sumergible. El caudal obtenido es de 8.000 litros por hora, por lo que está en condiciones de abastecer a San Antonio de las Toscas, así como a varias comunidades que se encuentran a la vera del camino vecinal que lleva a la Ruta Provincial N° 29.

7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

Debido a la distancia que separa la comunidad en estudio de la zona con reservorios de agua subterránea potable, donde se encuentra la perforación de Valle Hermoso, se proponen dos alternativas de sistemas de captación:

- Refacción de la represa existente en San Antonio de las Toscas, perteneciente a la Familia Garay.
- Utilización de la perforación existente en Valle Hermoso y construcción de un acueducto entre esta localidad y San Antonio, que permitiría abastecer además a varias comunidades ubicadas a lo largo de la conducción (**Figura 3**).

7.1. Represa

La obra de captación propuesta consiste en la refacción de una represa existente, perteneciente a la Familia Garay y situada a 350 metros al oeste de la escuela, en la que efectuar la colección y almacenamiento del escurrimiento superficial esporádico. Las características constructivas se han tomado de las recomendaciones realizadas por SORSUR, ADEZA-GTZ e INTA (1995) y se han esquematizado en la **Figura 9**.

Para alcanzar un volumen aproximado de 18.000 m³ en la represa, las dimensiones propuestas son:

Características constructivas

7.1.1. *Largo*: 135 m

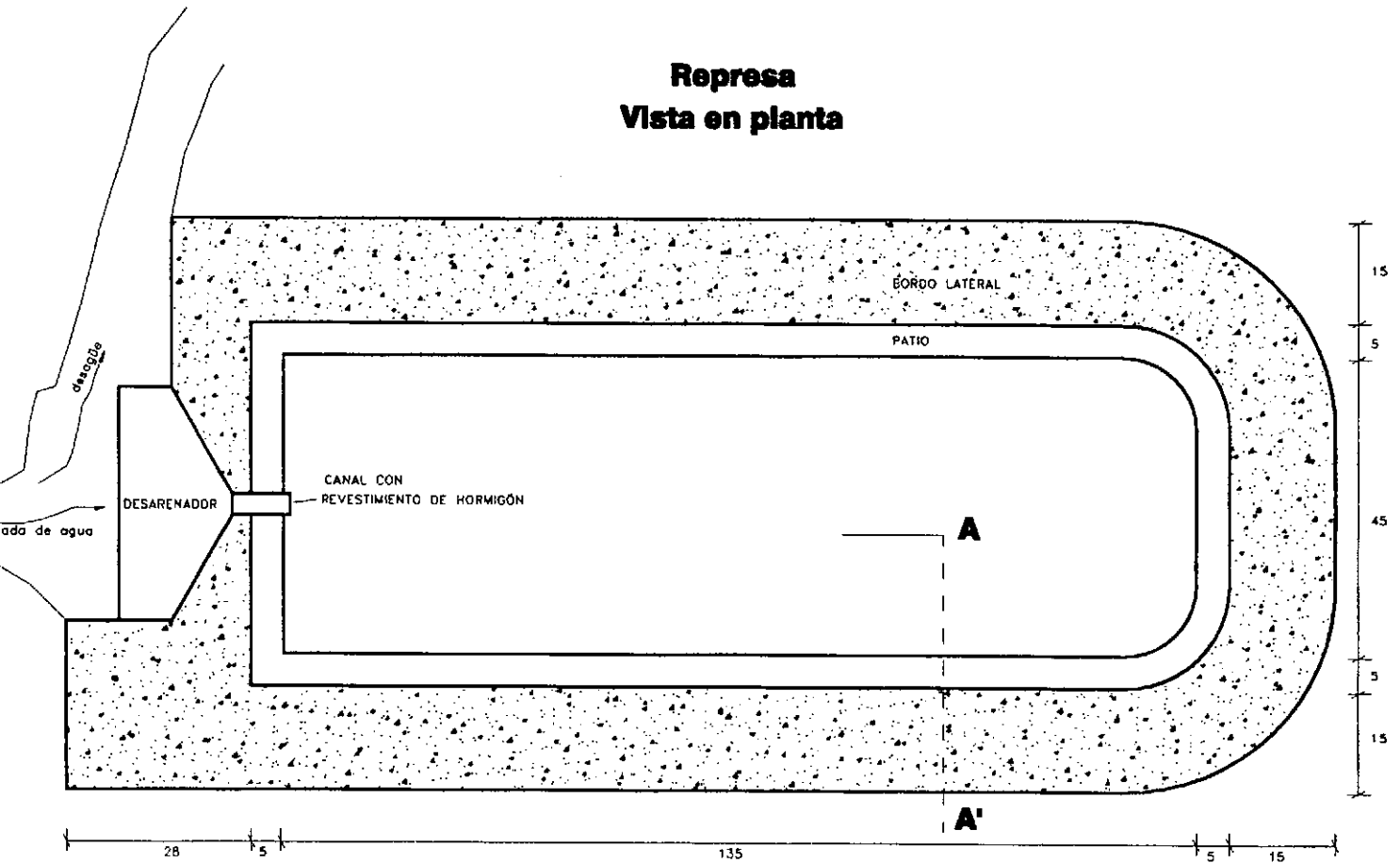
7.1.2. *Ancho*: 45 m

7.1.3. *Profundidad*: 3 m

7.1.4. *Material de construcción de taludes*: material extraído de la excavación

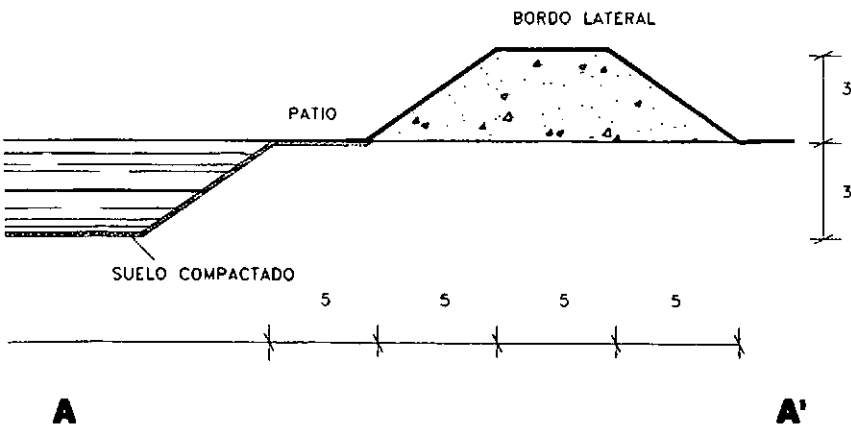
7.1.5. *Material de impermeabilización de fondo*: sedimentos arcillosos compactados

**Represa
Vista en planta**



Plano tipo tomado de SORSUR, ADEZA-GTZ, INTA (1995)

Corte



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
Provincia de La Rioja

SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS
Departamento Rosario Vera Peñuloza

PROYECTO DE OBRA 1

CONTRATO DE OBRA - Exple. 3221 ALC IV
Guillermo Baudino, 1999

Figura 9

arch.: 11sa-irf

11sapro1

8. BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA DE LA RIOJA. Informes descriptivos de perforaciones. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Dirección Provincial de Aguas Subterráneas. (inéditos).
- ANUARIO ESTADISTICO DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA - 1986 - 1992. Ministerio de Producción y Desarrollo, Dirección General de Estadística. Tomo I. 370 p.
- CAMINOS, R., 1979. Descripción geológica de las Hojas 21 f, Sierra de Las Minas y 21 g, Ulapes. Boletín N° 172. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires. 56 p.
- FERNANDEZ, J. N. y O. F. CASTAÑO, 1992. Informe de hidrología e hidrogeología de los departamentos Rosario Vera Peñaloza y San Martín. Provincia de La Rioja. A.DeZ.A. - G.T.Z. Gobierno de la Provincia de La Rioja, Ministerio de Producción y Desarrollo. 22p.
- GARCIA, D.E., 1998. Perforación Valle Hermoso - Departamento Rosario Vera Peñaloza - Provincia de La Rioja. Empresa GEO-SUR Perforaciones. Municipalidad de Chepes.
- GARCIA, D.E., 1998. Perforación La Paz - Departamento Rosario Vera Peñaloza - Provincia de La Rioja. Empresa GEO-SUR Perforaciones. Municipalidad de Chepes.
- NUÑEZ, C. H. y R. E. OTTONELLO, 1997. Programa de perforaciones Provincia de La Rioja. Proyecto. Decreto N° 219/97. Ministerio de Desarrollo de la Producción y Turismo. Administración Provincial del Agua. Dirección General de Manejo de Cuencas. La Rioja. 66p.
- SORSUR, ADEZA-GTZ, INTA, 1995. Curso-Taller de Capacitación para Tractoristas, Documento de Referencia. Chepes, La Rioja.
- TORRES, C. A. J., J. C. DI CHIACCHIO, J. FERRE y A. HERRERA, 1984. Investigación hidrogeológica preliminar del área El Totoral - Ulapes. Provincia de La Rioja. Serie Técnica. Documento N° D-99. Centro Regional de Agua Subterránea. San Juan. 83 p.
- TORRES, C. A. J., J. C. DI CHIACCHIO, A. HERRERA y J. FERRE, 1984. Investigación hidrogeológica preliminar del área Punta de Los Llanos - Ulapes. Zona Sur. Provincia de La Rioja. Serie Técnica. Documento N° D-125. Centro Regional de Agua Subterránea. San Juan. 58 p.
- VAN DER VELPEN, 1988. RESIST versión 1.0. ITC. Msc. Research Project. Delft.

ANEXOS

1. Planillas de Análisis Químico

- 1.1. Perforación de La Paz
- 1.2. Represa de San Antonio de las Toscas
- 1.3. Pozo excavado de La Escondida
- 1.4. Pozo excavado de San Antonio de las Toscas

2. Diagrama de Schoeller

3. Diagrama de Wilcox

ANEXO 1.1

ANALISIS QUIMICO: Perforación La Paz

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 800 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 107 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 174 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | <1 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.3 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 1130 | 2000 | | | |
| Sodio | 196 | | | | |
| Potasio | 4.1 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 61 | | | | |
| Magnesio | 5.2 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 196 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 131 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 185 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.19 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | nsd | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 19 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.3 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | <0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 3.0 | Cloruros | 5.5 | 4.9 |
| Magnesio | 0.4 | Sulfatos | 3.9 | |
| Sodio | 8.5 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 2.1 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 12.1 | Total | 11.5 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028835 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 1.2

ANALISIS QUIMICO: Represa San Antonio de las Toscas

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 105 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO ₃ Ca) | 56 | | | | |
| Dureza total (CO ₃ Ca) | 60 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 60 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.5 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 2.35 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 151 | 2000 | | | |
| Sodio | 6.7 | | | | |
| Potasio | 6.4 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 20 | | | | |
| Magnesio | 2.6 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 6.2 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 68 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 15 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 2.9 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 20 | 0.2 | | | |
| Nitritos | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 0.3 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.2 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.012 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 1.0 | Cloruros | 0.2 | 3.6 |
| Magnesio | 0.2 | Sulfatos | 0.3 | |
| Sodio | 0.3 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.2 | Bicarbonatos | 1.1 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 1.7 | Total | 1.6 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028833 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

 Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 1.3

ANALISIS QUIMICO: Pozo excavado La Escondida

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 2300 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 311 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 1252 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 4 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 1.4 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 3030 | 2000 | | | |
| Sodio | 250 | | | | |
| Potasio | 3.1 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 470 | | | | |
| Magnesio | 19 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 146 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 379 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 1200 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.21 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.08 | 0.2 | | | |
| Nitritos | 0.02 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 3.6 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 1.1 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.04 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 23.5 | Cloruros | 4.1 | 1.8 |
| Magnesio | 1.6 | Sulfatos | 25.0 | |
| Sodio | 10.9 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 6.2 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 36.0 | Total | 35.3 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028834 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 1.4

ANALISIS QUIMICO: Pozo excavado San Antonio de las Toscas

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 2900 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 251 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 985 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 5 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.9 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 8 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 3750 | 2000 | | | |
| Sodio | 499 | | | | |
| Potasio | 6 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 360 | | | | |
| Magnesio | 21 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 22 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 306 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 1708 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.79 | 0.3 | | | |
| Manganeso | 0.93 | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 0.022 | 0.2 | | | |
| Nitritos | <0.03 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 0.5 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 1.1 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.138 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

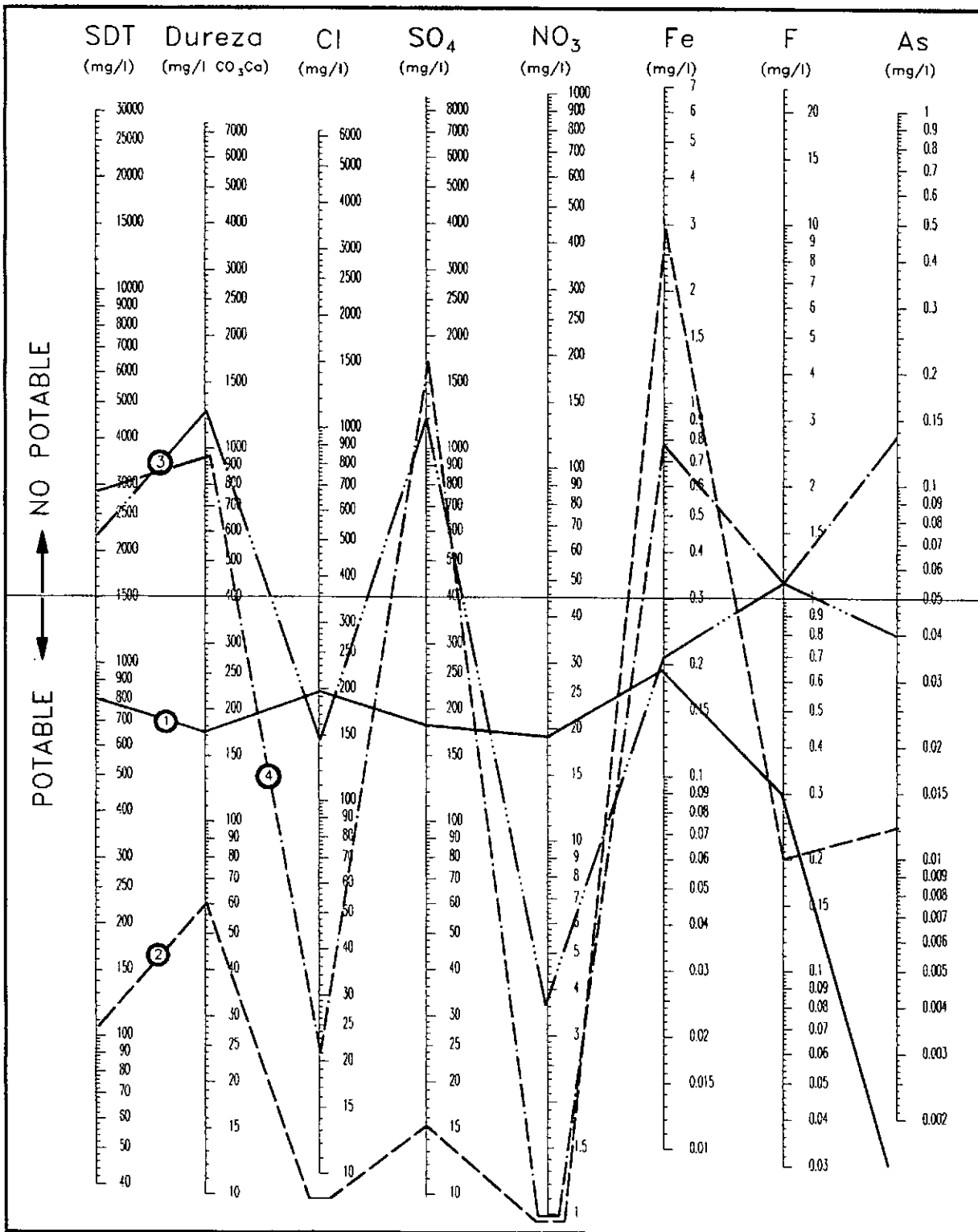
| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 18.0 | Cloruros | 0.6 | 1.2 |
| Magnesio | 1.7 | Sulfatos | 35.4 | |
| Sodio | 21.7 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.2 | Bicarbonatos | 5.0 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 41.6 | Total | 41.1 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 027785 - 27/08/98

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2



REFERENCIAS

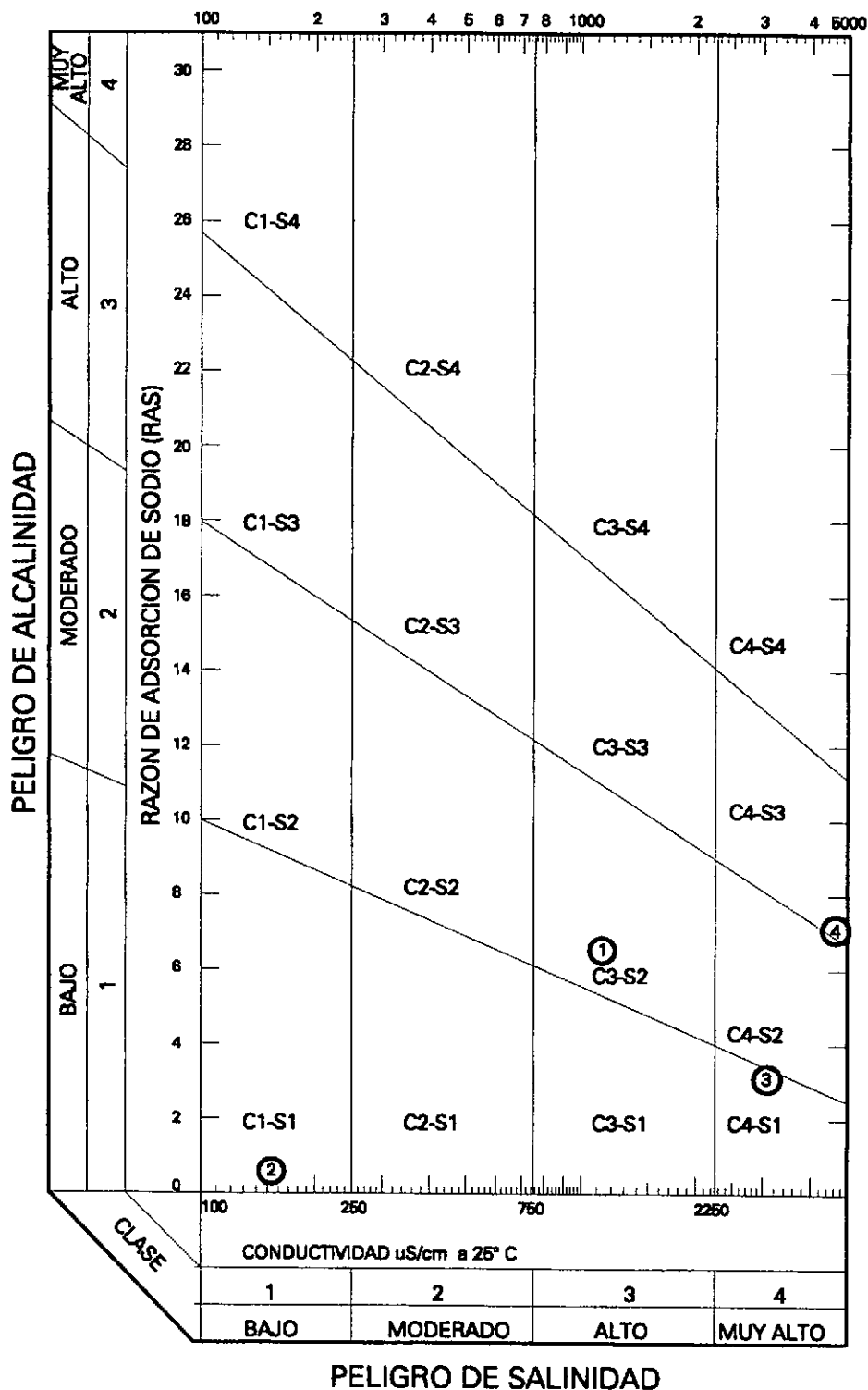
- ① Perforación La Paz
- ② Reserva San Antonio de las Toscas
- ③ Pozo excavado La Escondida
- ④ Pozo excavado San Antonio de las Toscas

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS
Departamento Rosario Vera Peñaloza

DIAGRAMA DE SCHOELLER

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1998



REFERENCIAS

- ① Perforación La Paz
- ② Represa San Antonio de las Toscas
- ③ Pozo excavado La Escondida
- ④ Pozo excavado San Antonio de las Toscas

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

SAN ANTONIO DE LAS TOSCAS
Departamento Rosario Vera Peñaloza

DIAGRAMA DE WILCOX

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

PROVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

**ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION
DE FUENTES DE AGUA
EN LA COMUNIDAD DE**

- EL TALA -

*DEPARTAMENTO ROSARIO VERA PEÑALOZA
PROVINCIA DE LA RIOJA*

Abril de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA

DR. ANGEL EDUARDO MAZA

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE LA RIOJA

MINISTRO DE DESARROLLO DE LA PRODUCCION Y EL TURISMO

ING. JORGE BENGOLEA

COORDINADOR EJECUTIVO U.F.I.

LIC. ANTONIO DOMINGO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE LA RIOJA

ADMINISTRADOR DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

GEOL. MIGUEL MOYANO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

RESPONSABLE TECNICO

LIC. RAUL PEREZ SPINA

Autor: *Guillermo A. Baudino*

INDICE

INTRODUCCION

1. LOCALIZACION
2. CARACTERIZACION FISICA
3. SINTESIS POBLACIONAL
4. PROVISION DE AGUA ACTUAL
5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
6. CONCLUSIONES
7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION
8. BIBLIOGRAFIA

FIGURAS

1. Mapa de Ubicación General
2. Precipitaciones Medias Mensuales
3. Mapa Topográfico
4. Mapa Geológico
5. Fotografía de niños de la comunidad de El Tala
6. Perfil A - A'
7. Proyecto de Obra: Anteproyecto de perforación en Los Desamparados

ANEXOS

1. Planillas de Sondeos Eléctricos Verticales
2. Planillas de Análisis Químicos
3. Diagrama de Schoeller
4. Diagrama de Wilcox

INTRODUCCION

Marco General del Estudio

El presente trabajo se lleva acabo mediante un contrato realizado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscrito, dentro del Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades. Con el presente informe se cumple con lo estipulado en el contrato (Expte. 3221 ALC IV) anteriormente mencionado.

Objetivos

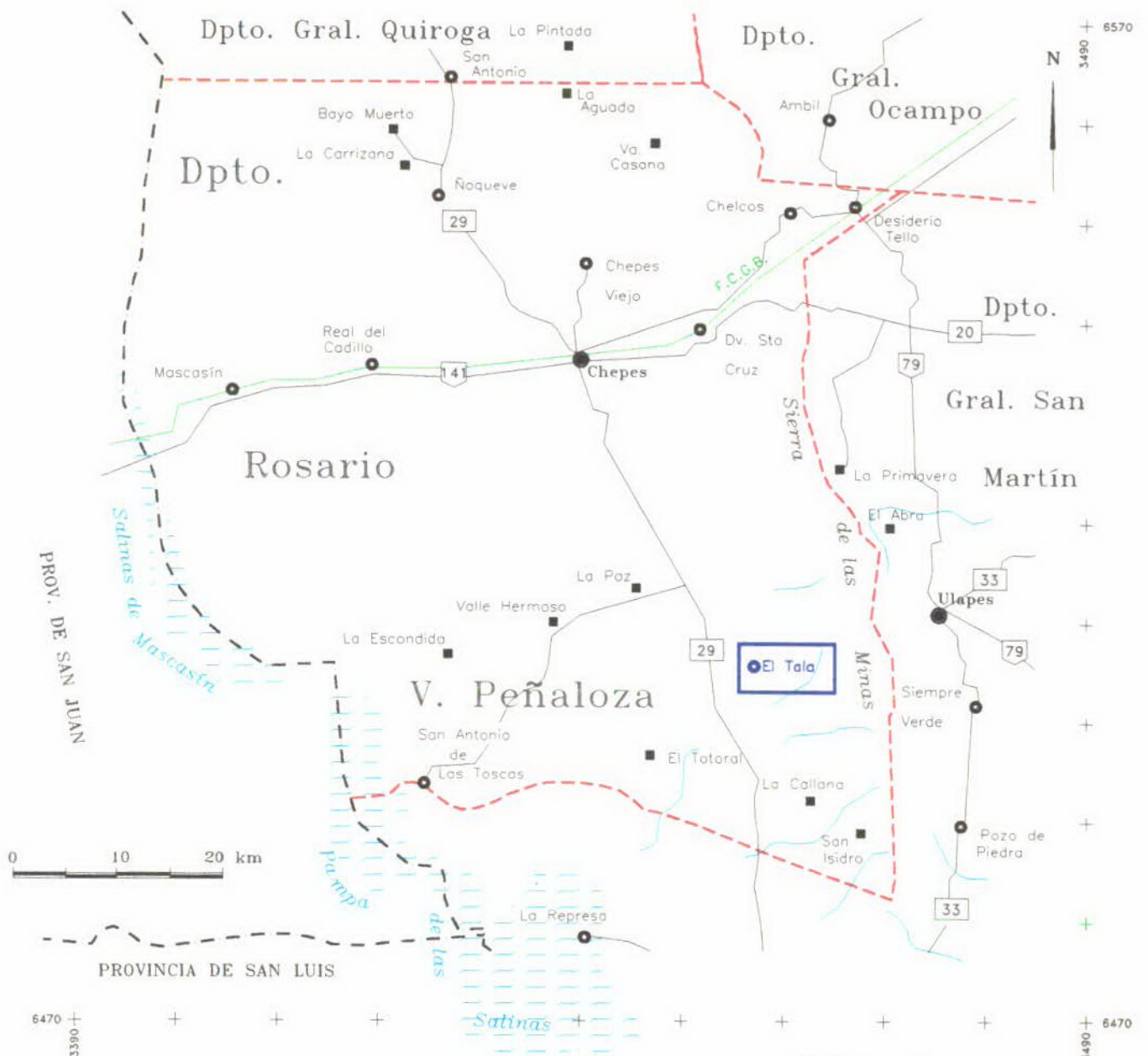
Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base con el fin de ubicar posibles fuentes de aprovisionamiento de agua subterránea y/o superficial y elaborar un proyecto de captación que sea viable y justificable de acuerdo a las necesidades y las características físicas del medio.

1. LOCALIZACION

La zona de estudio, se encuentra a 275 km al sur de la ciudad de La Rioja, en el Departamento Rosario Vera Peñaloza. Las coordenadas de la localidad son 31° 36' 51'' de latitud sur y 66° 25' 24,8'' de longitud oeste.

Partiendo de la capital provincial, se accede por la Ruta Nacional N° 38 hasta la ciudad de Patquía y desde allí se continúa por la Ruta Provincial N° 27 hasta la localidad de San Ramón. La R.P. 28 conduce hasta El Portezuelo y a partir de éste se toma la Ruta Provincial N° 29 hasta la ciudad de Chepes. Todas estas vías de comunicación son asfaltadas y se encuentran en buen estado de conservación.

Desde Chepes - capital del Departamento Rosario Vera Peñaloza - la R.P. 29 está enripiada y por ella se recorren 28 km hasta el paraje Los Desamparados, donde empalma hacia el naciente un camino vecinal de tierra que conduce a El Tala, distante 3,6 kilómetros de este último cruce (**Figuras 1 y 3**).



Referencias

- + 6460 Coordenadas Gauss-Kruger
- - - - - Límite Provincial
- · - · - Límite Departamental
- () — Camino Vecinal
- (29) — Ruta Provincial
- (141) — Ruta Nacional
- () — F.F.C.C.
- Puesto - Localidad
- Capital del Departamento
- LOCALIDAD RELEVADA



Figura 1

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL TALA
Depto. Rosario Vera Peñaloza

UBICACION GENERAL

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. Clima

La estación meteorológica más cercana a la zona de estudio se ubica en Chepes y es operada por el Servicio Meteorológico Nacional. Existen registros pluviométricos tomados entre los años 1975-1987 en las localidades de Corral de Isaac, San Isidro, Las Toscas, Valle Hermoso y El Tala (Fernández y Castaño, 1992).

El clima de la comarca se ve influenciado por la presencia de la Cordillera de los Andes en el oeste, que impide el ingreso de las corrientes húmedas del pacífico (Fernández y Castaño, 1992). Algo similar ocurre con la corriente del anticiclón del Atlántico, que encuentra una barrera orográfica conformada por las sierras del norte de la Provincia de Córdoba.

Con respecto a las lluvias, la media anual en el pluviómetro instalado en El Tala es de 420 mm y el 90 % de las mismas se concentra entre los meses de Noviembre y Abril (Figura 2).

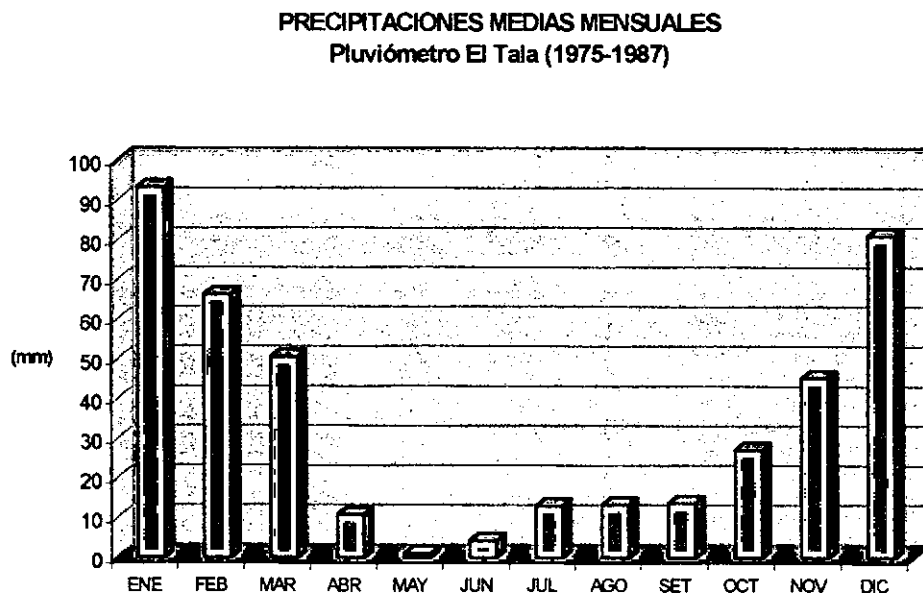


Figura 2

En el histograma se observa que, al estar concentradas las precipitaciones en tres meses de verano, en el resto del año se produce una drástica disminución de la lámina de agua, generando intensas sequías. En el período comprendido entre los años 1951 y 1960, la Estación Meteorológica de Chepes revela una temperatura media anual de 18°C,

registrándose una máxima absoluta de 43,2°C (Enero) y una mínima absoluta de 4,2°C (Julio).

Teniendo en cuenta la clasificación de Knoche de 1947, esta región se encuentra bajo un clima tórrido y húmedo-seco en Enero, templado y muy seco en Julio (Caminos, 1979).

2.2. Vegetación y Suelos

La vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica de “Monte”, con un claro predominio de “xerófitas”, como consecuencia de un clima seco con veranos cálidos e inviernos benignos, suelos arenosos y la escasa altura sobre el nivel del mar (510 m s.n.m.). Existen asociados tres estratos principales: un estrato arbóreo de altura moderada, uno arbustivo y uno compuesto por plantas herbáceas y cactáceas (Caminos, 1979).

Las especies arbóreas más comunes son el quebracho blanco, algarrobo negro, algarrobo blanco, retamo, espinillo, tala, tintitaco, brea y mistol. Los arbustos y subarbustos predominantes son la jarilla, chañar, piquillín, lata, tusca y garabato. Por último, las herbáceas más comunes son las gramíneas del género *Stipa* (pastos duros). Es importante señalar que hacia la Pampa de las Salinas, desaparece el monte a causa del salitral, conformando una zona totalmente desprovista de vegetación, que se halla rodeada por plantas “halófitas”.

Los suelos de la región poseen un desarrollo precario y se clasifican como *sierosem*: suelos semidesérticos grises (Caminos, 1979).

Las rocas ígneas y metamórficas de la zona serrana, las rocas paleozoicas, los asomos de sedimentitas terciarias y los loes, limos y arenas del Cuaternario, son las principales rocas madres de los suelos, originando suelos de colores castaño pálido, amarillentos o rosados, arenosos, sueltos, carentes de humus y con niveles carbonáticos someros (Caminos, 1979).

2.3. Fisiografía

La comunidad en estudio se encuentra en la región de los Llanos Occidentales, a una altitud de 510 m s.n.m., al pie de la Sierra de las Minas.

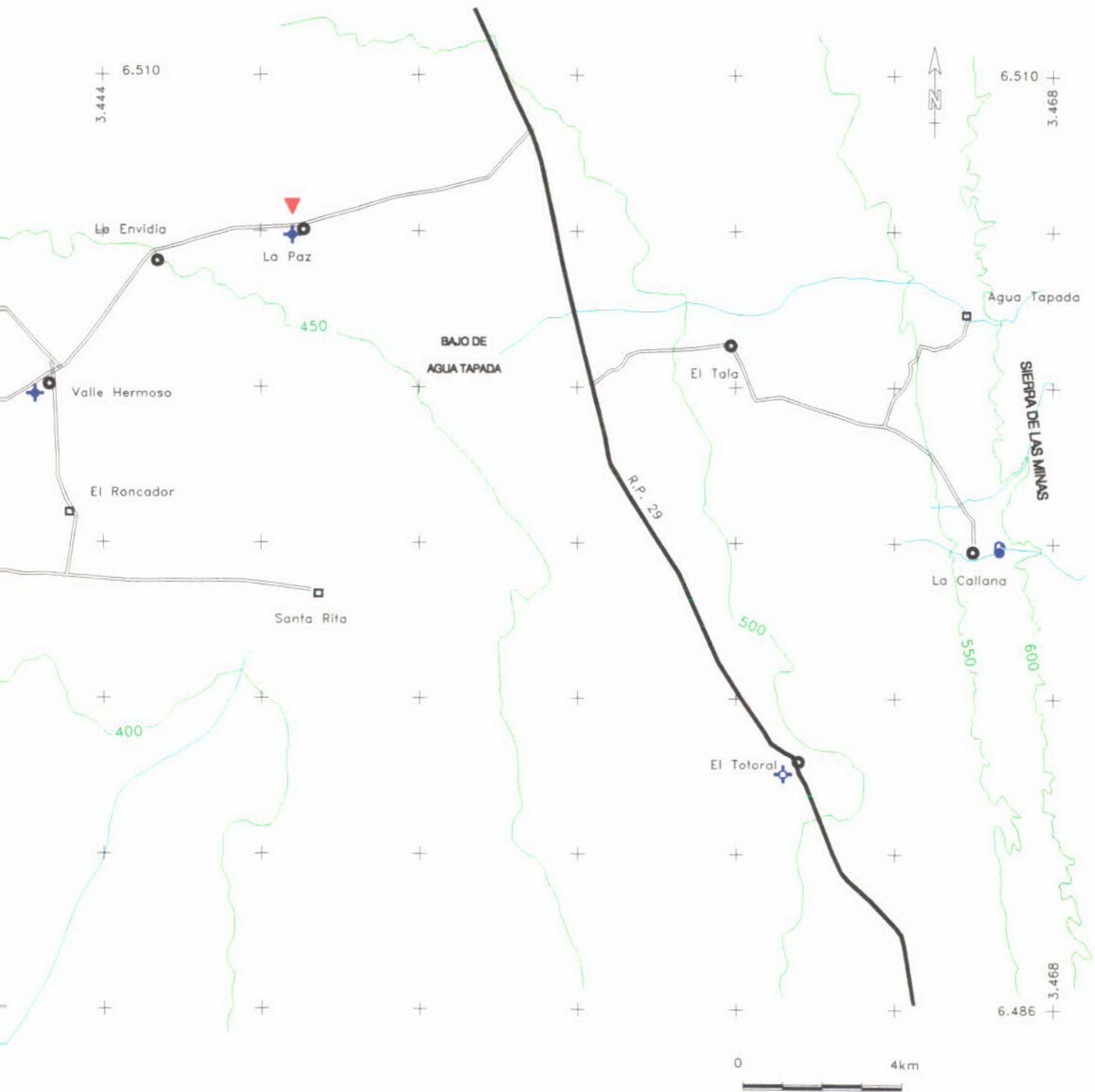
Los Llanos Occidentales se extienden desde la Sierra de las Minas - al naciente - hasta el límite con la Provincia de San Juan (Figura 1) y su relieve está caracterizado por una pendiente general de menos de 1 % hacia el sudoeste, en dirección al depocentro regional, y

por lomadas elongadas en sentido norte-sur. La localidad en estudio se encuentra asentada sobre una de estas lomadas, paralela al cordón serrano.

2.4. Hidrografía

La escasez de lluvias y la concentración de las mismas en la época de verano, en coincidencia con las temperaturas máximas que favorecen la evapotranspiración, así como la elevada permeabilidad de los suelos, son factores que condicionan la existencia de recursos hídricos superficiales.

No hay en la zona de estudio cursos fluviales permanentes y el escurrimiento hídrico superficial sólo se produce durante las lluvias, en forma esporádica y difusa. Este escurrimiento no posee cauces definidos, pero se concentra en suaves depresiones llamadas "bajos", que reciben además los aportes provenientes de la sierra de las Minas, durante las ocasionales avenidas estivales. En las inmediaciones de la comunidad en estudio se destaca el "bajo de Agua Tapada", que recibe el escurrimiento superficial del arroyo del mismo nombre (**Figura 3**).



REFERENCIAS

- | | | | |
|--|----------------------------------|--|-----------------------------------------------|
| | Ríos temporarios | | Puesto-Localidad |
| | + 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger | | Vertiente |
| | 400 Curva de nivel acotada | | Pozo excavado |
| | Ruta Provincial | | Perforación funcionando |
| | Camino vecinal | | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |

Figura 3

arch.: 12et-inf

12etopo

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL TALA
 Departamento Rosario Vera Peñaloza
MAPA TOPOGRAFICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

2.5. Geología Regional

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales. Esta Provincia Geológica se caracteriza por la presencia de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, de edades precámbricas, paleozoicas y cenozoicas.

En la zona serrana, situada a 5 kilómetros al este de El Tala, las rocas más antiguas están constituidas por granitos, tonalitas, granodioritas, migmatitas, esquistos y gneises que conforman el basamento cristalino y afloran en la mayor parte de la sierra de las Minas. Todas estas rocas son de edad incierta, pero con seguridad pre- carboníferas.

También afloran en el área serrana areniscas arcósicas, conglomerados, lutitas y limolitas grisáceas pertenecientes a la Formación Malanzán, de edad Carbonífera. Generalmente suprayaciendo a esta unidad, se encuentra la Formación La Colina, constituida por conglomerados y areniscas arcósicas friables y rojizas, de edad Pérmica. Estas dos formaciones conforman el Grupo Paganzo.

Los afloramientos de edad terciaria que se encuentran en las inmediaciones de la comunidad en estudio (**Figura 4**) son conglomerados y areniscas cuarzosas y arcósicas, calcáreas, en parte arcillosas, friables y de colores claros, pertenecientes a la Formación Los Llanos (Plioceno). Existen pocos asomos de estos estratos, sin embargo, a través de la información brindada por perforaciones, esta Formación posee una distribución regional muy amplia y es la base de los sedimentos modernos en los depocentros actuales (Caminos, 1979).

Por último, los sedimentos de edad cuaternaria, están representados por depósitos eólicos y fluviales (Pleistoceno) y depósitos aluviales y salinos (Holoceno). Los primeros constituidos por arenas, limos (loess) y conglomerados semiconsolidados, mientras que los segundos están compuestos por arenas, limos, gravas y materiales evaporíticos (Caminos, 1979).

Estructuralmente la comarca presenta una situación caracterizada por la emergencia de un bloque de basamento cristalino, la sierra de las Minas, elevado por una fractura regional claramente identificable en el faldeo este de la misma. Por efecto de esta falla resulta la geometría asimétrica en un corte transversal de la sierra, conformada por un bloque de basamento inclinado al poniente (Caminos, 1979).

2.6. Geomorfología

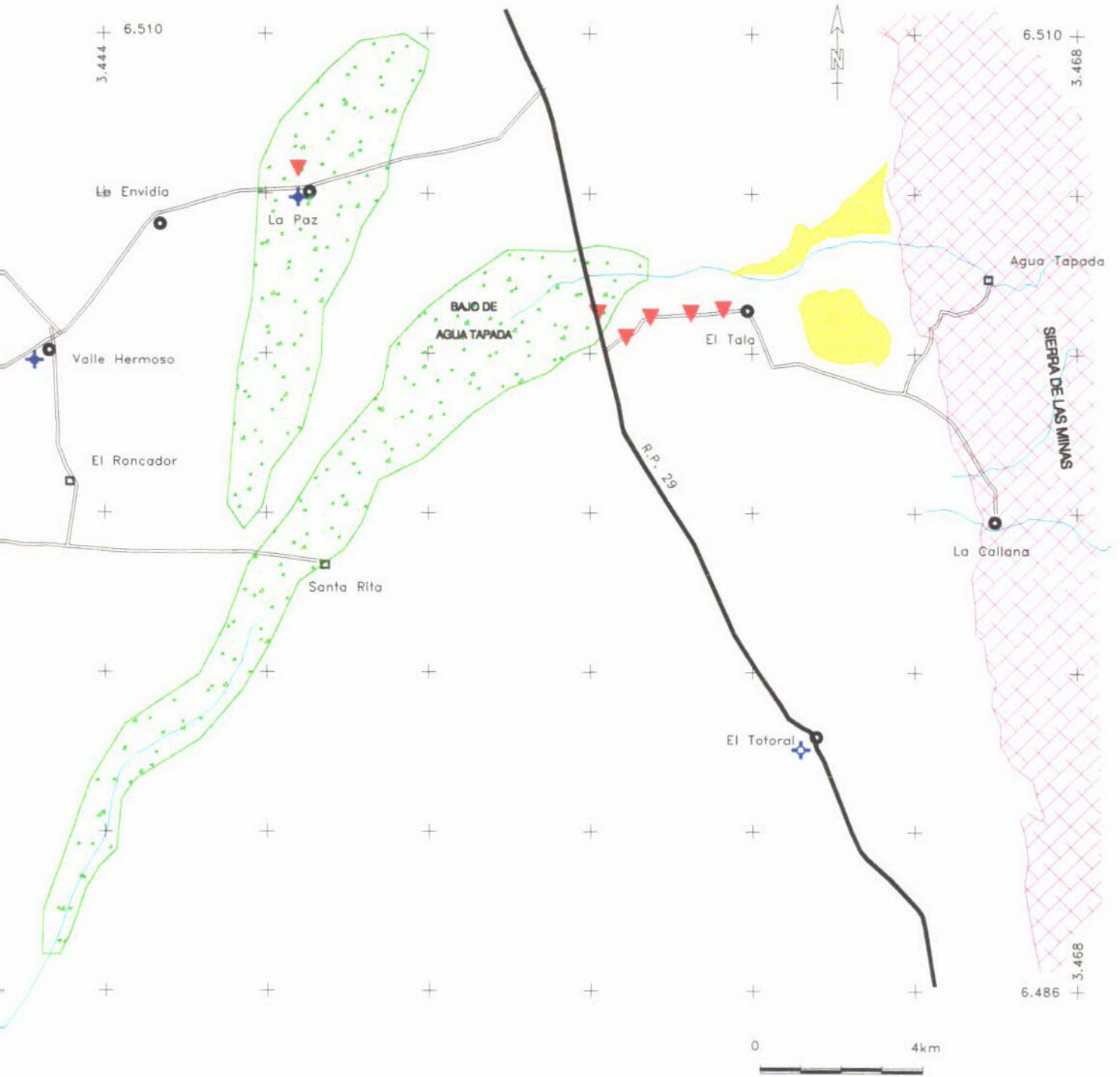
Desde el punto de vista morfológico pueden distinguirse dos regiones netamente diferenciadas en los procesos morfogénicos y las geoformas resultantes: la región serrana y la de los Llanos. En la primera gobiernan procesos de erosión fluvial a causa de la concentración del escurrimiento superficial en ríos y arroyos, que por las elevadas pendientes y torrencialidad durante las lluvias, inciden fuertemente en el paisaje local. El flanco occidental de la sierra de las Minas posee una red de drenaje de tipo angular, fuertemente influenciado por la fracturación del basamento cristalino, que constituye el sustrato.

La región de los Llanos es una planicie en la que se desarrolla una dinámica de erosión-acumulación. Los agentes morfogénicos principales son el escurrimiento superficial y la acción del viento.

El flujo hídrico superficial se caracteriza por la inexistencia de cursos de agua permanentes, ya que sólo temporalmente durante la época de lluvias se genera un escurrimiento difuso, cuyos cauces varían cada año.

La acción eólica es muy enérgica, favorecida por las frecuentes sequías y la escasez de vegetación, que deja amplias superficies de suelo desnudo.

Dentro de la llanura pueden diferenciarse tres ambientes morfológicos: las **lomadas**, los **bajos** y las **salinas**. Las **lomadas** son geoformas de denudación, se presentan generalmente elongadas en sentido norte-sur y están constituidas por sedimentitas terciarias de la Formación Los Llanos, que sobresalen del relieve circundante. Los **bajos** son zonas topográficamente deprimidas, en las que confluye el escurrimiento superficial difuso y que se distinguen principalmente por su mayor cobertura vegetal. Las **salinas** ocupan el depocentro del escurrimiento regional y se caracterizan por lagunas de agua con extrema concentración de sales solubles que llegan a precipitar, formando costrificaciones.



REFERENCIAS

- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|-----------------------------------------------|
| | Sedimentos aluvia-eólicos | | Sondeo Eléctrico Vertical |
| | Sedimentos aluviales ("bajos") | | Pozo excavado |
| | Sedimentitas terciarias | | Perforación funcionando |
| | Basamento cristalino | | Perforación fuera de uso (sin bomba ni motor) |
| | Falla con indicación de labio hundido | | + 6.464 Coordenadas Gauss-Kruger |
| | Rumbo y dirección de buzamiento | | Camino vecinal |
| | Ríos temporarios | | Puesto-Localidad |

modificado de Torres et al., 1983

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
 Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL TALA
 Departamento Rosario Vera Peñaloza

MAPA GEOLOGICO

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 4

arch.: 12et-inf

12etgeo

3. SINTESIS POBLACIONAL

El Tala depende administrativamente del Municipio de Chepes, capital del Departamento Rosario Vera Peñaloza. Cuenta con 25 habitantes, cuya principal actividad productiva es la cría de ganado vacuno y caprino, así como de aves de corral para el autoconsumo.

A la Escuela N° 97 situada en El Tala concurren 18 alumnos, algunos de los cuales provienen de comunidades vecinas, y cuenta con una docente a cargo de la dirección y un ordenanza. El Centro de Salud es atendido en forma permanente por una enfermera y un agente sanitario, que recorre los puestos ganaderos de las inmediaciones.

Alrededor de la escuela hay 6 viviendas, una de las cuales es de construcción sólida mientras que el resto es de materiales precarios. Los pobladores poseen permiso de residencia, pero las casas se encuentran dentro de una propiedad privada, la Estancia El Tala, del Sr. José Danilo Aguilar.



Figura 5: Fotografía de niños de la comunidad concurrendo a la escuela

La principal fuente de empleo es la estatal, con dos puestos de trabajo municipales, un ordenanza de la escuela y un agente sanitario. La actividad ganadera ha disminuido su rentabilidad debido al deterioro del precio de la carne, tanto vacuna como caprina y el monte natural ha sido intensamente explotado, por lo que ha decaído la producción de carbón, leña y postes. Ante la falta de perspectivas económicas los jóvenes emigran, por lo que la población se ha mantenido estable en los últimos decenios.

4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

Los pobladores se abastecen de agua en forma individual. Cada vivienda posee depósitos de agua a nivel del suelo, con capacidades de ente 2 y 10 m³, donde se almacena tanto el agua de lluvia como la que se trae de la represa, o bien se compra a proveedores particulares que la traen desde Chepes en camiones cisterna. En algunas viviendas y en la escuela se recoge agua de lluvia de los techos, mediante canaletas y conducciones de PVC y hojalata.

La fuente de aprovisionamiento más importante, tanto para consumo humano como para abrevado del ganado es el escurrimiento superficial esporádico que se produce durante las lluvias estivales. La estancia El Tala cuenta con una represa cuya capacidad de embalse permite almacenar - durante la época de lluvias - una cantidad suficiente como para abastecer a la hacienda y la población durante toda la época de sequía, en la que no se produce escurrimiento superficial.

En general el agua de las represas de la zona no es potable desde el punto de vista físico-químico, debido al exceso de color, turbiedad, amoníaco, nitritos y hierro (**Anexo 2.2**). Por el contrario el contenido de sólidos disueltos totales es muy bajo, lo que la hace especialmente apta para riego de huertas (**Anexo 4**).

5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. Agua superficial

El escurrimiento superficial es de carácter temporario y solo se produce durante la época de lluvias, entre Noviembre y Marzo. A pesar de ello constituye la principal fuente de aprovisionamiento, tanto para uso pecuario como para consumo humano, gracias al sistema de captación y almacenamiento mediante represas.

El agua almacenada durante el verano es utilizada a lo largo de la temporada de sequía, en la que no se producen nuevos aportes hídricos; la principal limitante de este sistema son las pérdidas por evaporación e infiltración y la disminución de la capacidad de embalse debido a la colmatación por sedimentos.

Estos embalses se construyen cavando en los sectores denominados "bajos", aprovechando el material fino obtenido para construir los bordes y el fondo de la represa. El agua captada posee un contenido salino muy reducido, constituyendo hasta el presente el recurso hídrico de mejor calidad físico-química de la región.

Un problema común que se observa en estas obras es el alto tenor de sólidos en suspensión y de materia orgánica. La principal causa de estas concentraciones es el libre ingreso del ganado, situación que se ve agravada en períodos de sequía en los cuales el nivel de agua disminuye notablemente. El ingreso del ganado a la represa es una manera tradicional de favorecer la compactación del fondo de la misma a través del pisoteo, con el fin de reducir las pérdidas por infiltración.

Experiencias científicas recientes llevadas a cabo por la Universidad Nacional de La Rioja (comunicación personal: Castaño, 1998), han estimado las pérdidas por evaporación en 40 %, la debidas a infiltración en 25 % y el consumo (ganadero y humano) en sólo un 35 %.

En un trabajo conjunto realizado por la Sociedad Rural del Sur Riojanos (SORSUR), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Agencia para el Desarrollo Ecológico de Zonas Áridas (ADEZA) y la Sociedad de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), se han desarrollado técnicas para reducir las pérdidas por infiltración y evaporación, mediante la construcción adecuada de los taludes y el mejoramiento del material de fondo a través del agregado de aglutinantes. También se propone la construcción de un desarenador antes del ingreso del agua a la represa, con el fin de disminuir la entrada de sólidos y así aumentar la vida útil de la capacidad de embalse (SORSUR, INTA, ADEZA-GTZ, 1995).

5.2. Agua subterránea

El estudio de los recursos hídricos subterráneos se llevó a cabo teniendo en cuenta los antecedentes disponibles de investigaciones hidrogeológicas regionales y las observaciones de campo realizadas. Se realizaron además mediciones geoeléctricas como apoyo a la interpretación de la geología de subsuelo.

A través de la integración de esta información se realizan consideraciones hidroestratigráficas y se propone un modelo de circulación hídrica subterránea.

Se caracterizan además los recursos hídricos existentes desde el punto de vista hidroquímico, sobre la base de datos antecedentes y de los análisis físico-químicos efectuados a muestras extraídas en campaña.

5.2.1. Antecedentes

Existe un estudio de hidrogeología regional, de carácter preliminar, realizado por el Centro Regional de Aguas Subterráneas de San Juan (CRAS, Torres *et al.*, 1984), en el cual se describen las características más sobresalientes de los recursos hídricos subterráneos del extremo sur de la provincia de La Rioja. Las investigaciones realizadas por el CRAS incluyen prospección geoeléctrica, cuyas interpretaciones han sido confirmadas por los pozos perforados en el año 1998 y que han brindado excelentes resultados.

Una investigación más reciente, realizada por el Ministerio de Producción y Desarrollo y la Agencia para el Desarrollo Ecológico de Zonas Áridas (Fernández y Castaño, 1992), incluye una completa revisión de las características hidrológicas e hidrogeológicas regionales, así como datos meteorológicos recientes y un censo de perforaciones, pozos y represas.

5.2.2. Captaciones existentes

Acuíferos someros

No se existen captaciones del acuífero freático en la comunidad de estudio y las más cercanas se encuentran en Agua Tapada, a más de 5 kilómetros al este de El Tala (**Figura 3**). Se trata de pozos excavados a mano en el lecho del río Agua Tapada y el nivel de saturación está entre 2 y 4 metros bajo la superficie. El basamento de rocas cristalinas ha sido alcanzado a profundidades de 3 y 6 metros.

La calidad del agua es deficiente, ya que las conductividades medidas varían entre 2.700 uS/cm y 4.050 uS/cm.

Acuíferos profundos

Se cuenta con antecedentes de tres perforaciones en las inmediaciones del área de estudio. En la localidad de El Totoral (10 km al sur de El Tala), la Dirección Provincial de Aguas Subterráneas de La Rioja realizó en el año 1976 una perforación que alcanzó la profundidad de 262 metros. El método empleado fue el de rotación y los filtros se colocaron sobre la base de un electroperfilaje de resistividad y potencial espontáneo en los intervalos de 83 a 92 y 129,5 a 137,5 metros bajo boca de pozo. El agua alumbrada, de acuerdo al legajo técnico obrante en la Administración Provincial del Agua de La Rioja, era de mala calidad y el caudal obtenido no superaba los 2.000 litros por hora.

Por el contrario, dos perforaciones realizadas en 1998 por encargo del Municipio de Chepes en las localidades de Valle Hermoso y La Paz (distantes 17 y 11 km al oeste de El Tala), brindan agua potable (**Anexo 2.1**) en cantidades satisfactorias para la región; sus características constructivas se resumen en el siguiente cuadro:

| Pozo | Prof. Final (m) | Acuíferos atravesados | | | | Filtros | | Q.e. m ³ /h/m | Q. m ³ /h | T.S.D. mg/l |
|---------------|--------------------|-----------------------|--------|--------|--------|---------|--------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| | | Nº | desde | hasta | n.e. | desde | hasta | | | |
| Valle Hermoso | 120,00 | 1 | 85,00 | 105,00 | 78,00 | 85,00 | 105,00 | 1,14 | 8,00 | 755 |
| | | | | | | | | | | |
| La Paz | 118,00 | 1 | 102,00 | 118,00 | 100,00 | 100,00 | 115,00 | 0,93 | 6,50 | 806 |

5.2.3. Geoeléctrica

Se realizaron 5 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), que se llevaron a cabo con un equipo bicomensador de corriente continua con lectura simultánea de intensidad y diferencia de potencial. Se usaron electrodos de acero inoxidable para la emisión de corriente y electrodos de cobre en solución saturada de sulfato de cobre para el registro de la diferencia de potencial. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1000 metros de longitud. Como fuente de energía se utilizó un conjunto de baterías de 9 voltios, que conectadas alcanzan un valor máximo de 540 voltios.

La prospección geoeléctrica se llevó a cabo por el método del SEV, con dispositivo electródico Schlumberger de constante geométrica $K = \pi * ((AM * AN)/(MN))$.

Las longitudes de AB fueron variables entre 400 y 800 metros. Las separaciones entre los electrodos de potencial MN, variaron entre 1 y 100 m. Las curvas de campo (adjuntas como **Anexos 1.1 a 1.5**) se interpretaron con el programa Resist 1.0 de Vander

Velpen, 1988. La ubicación de los SEV en planta y su integración a un perfil hidroestratigráfico se observa en la **Figura 6**.

5.2.4. Hidroestratigrafía

Rocas de edad precarboníferas: Basamento cristalino, en subsuelo, su permeabilidad mínima la convierte en basamento hidrogeológico.

En la sierra de Las Minas por el contrario, estas rocas poseen permeabilidad secundaria como consecuencia del tectonismo sufrido. Las fisuras que ocasionan esta permeabilidad son los juegos de fracturas y diaclasas que abundan en toda la sierra y que permiten la infiltración y almacenamiento del agua de las precipitaciones estivales. Por este motivo se generan vertientes, en los flancos de la sierra de las Minas, que constituyen valiosos recursos, tanto por su calidad hidroquímica como por la permanencia de sus caudales durante la época de sequía.

Sedimentitas del Paleozoico Superior (Gpo. Paganzo): Este conjunto de rocas solo aflora en la sierra de Las Minas, con escasa distribución areal, y no ha sido registrada su presencia en subsuelo.

Sedimentitas del Plioceno (Fm. Los Llanos): Esta Formación posee un extenso desarrollo en subsuelo, ya que constituye la base de los sedimentos cuaternarios. El pase terciario-cuaternario es difícil de establecer a partir de los datos proporcionados por las descripciones litológicas de recortes de perforación. A pesar de esto, se interpreta que los niveles acuíferos más profundos están emplazados en sedimentitas terciarias.

Las capas productivas en estos estratos se encuentran dentro de las fracciones más gruesas del conjunto sedimentario. Existe una importante cantidad de carbonatos y sulfatos en forma de cemento, nódulos, venas o mantos.

Los contenidos salinos varían entre 755 y 25.000 mg/l y los caudales específicos son también muy variables, llegando hasta 1,14 m³/h/m.

Sedimentos cuaternarios (Holoceno): Cubren la mayor parte de las zonas llanas. En superficie predominan arenas finas limosas y es frecuente la presencia de concreciones carbonáticas, que llegan a constituir costras de aproximadamente 0,5 m, dureza considerable y gran extensión areal (caliche o tosca). De acuerdo a la información de legajos de perforaciones, existen niveles loésicos con abundantes concreciones calcáreas (muñecas de loess), de espesores variables. Los acuíferos más superficiales, probablemente desarrollados en sedimentos cuaternarios, son explotados mediante pozos excavados: “baldes” en la toponimia regional.

La calidad química de estos acuíferos es en general deficiente, conteniendo tenores salinos muy elevados que los hacen inaptos para consumo humano. Los principales limitantes son: contenido salino, sulfato, dureza y en algunos casos flúor y arsénico.

Corte A – A'

Para visualizar la situación de subsuelo, se realizó un corte transversal (**Figura 6**), con rumbo oeste-este, que va desde la comunidad en estudio hasta la Ruta Provincial N° 29, en el que se integraron los resultados de los estudios geofísicos efectuados en los trabajos de campaña y la información proveniente de investigaciones anteriores (Torres *et al.*, 1984) y de los legajos de perforaciones.

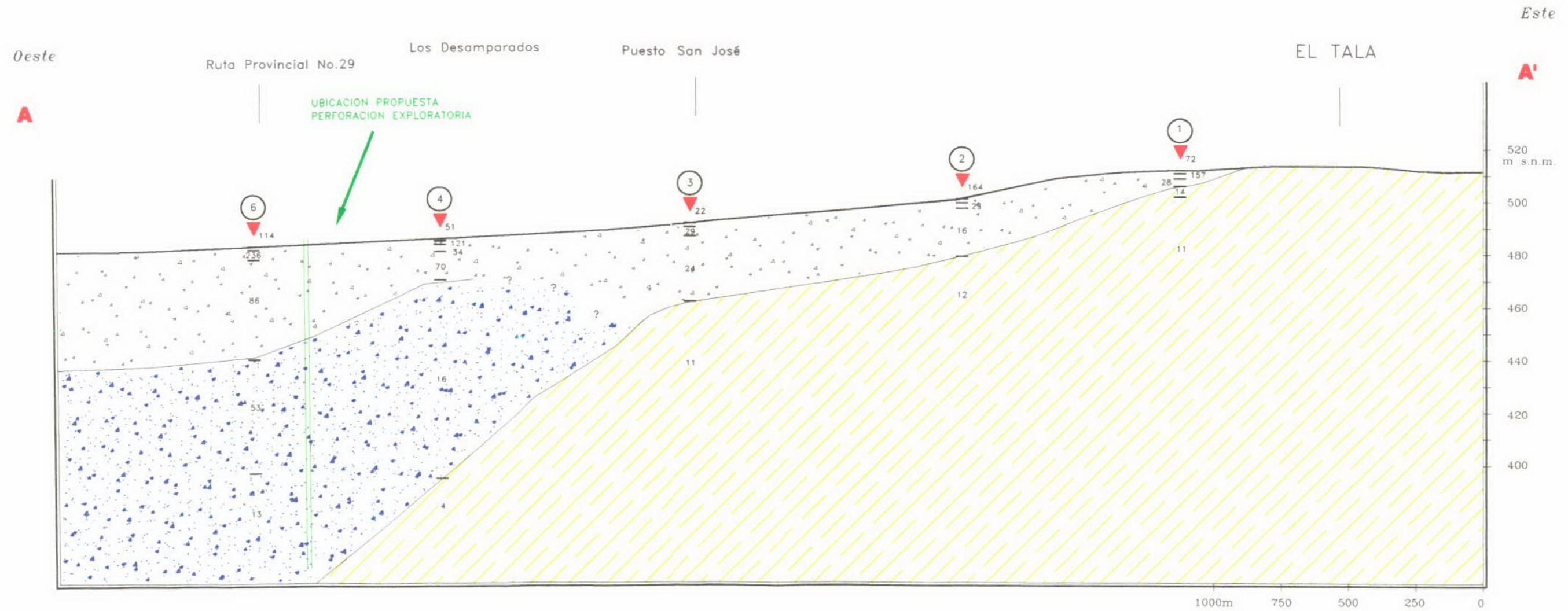
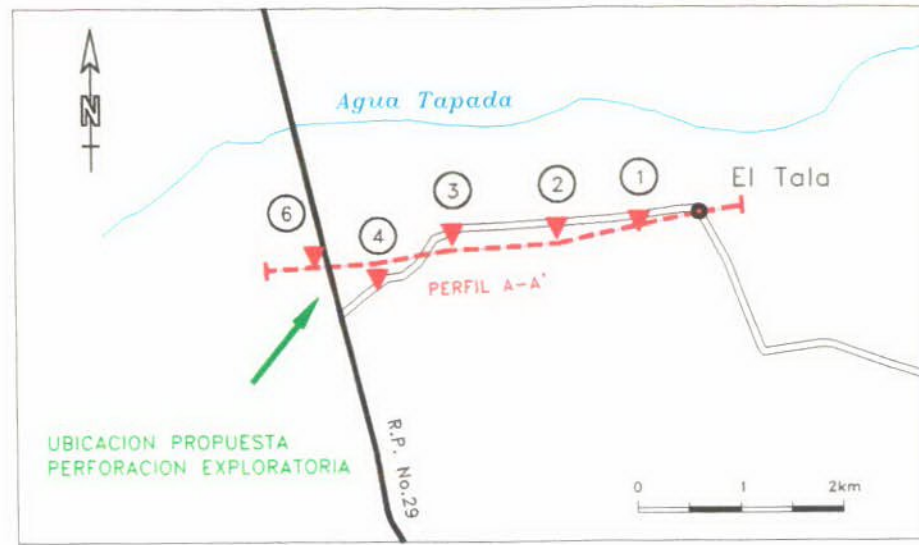
Sobre la base de la prospección geoeléctrica realizada, pueden diferenciarse tres unidades con rangos de resistividades que permiten inferir sus características hidrogeológicas.

Se considera basamento hidrogeológico (conductivo) a los estratos cuyos valores de resistividad se encuentran entre 4 y 12 Ohm.m, ya que las perforaciones realizadas en zonas similares han alumbrado agua de mineralización elevada.

Los terrenos más superficiales poseen un rango amplio de resistividades, en general elevadas, ya que llegan hasta más de 200 Ohm.m y se consideran insaturados.

Entre las unidades resistivas superficiales y el basamento conductivo se encuentra - en la zona entre el puesto Los Desamparados y la Ruta Provincial N° 29 - una capa de interés hidrogeológico, con valores de resistividad intermedios. Estos valores son similares a los consignados en los trabajos del CRAS (Torres *et al.*, 1984) en la localidad de La Paz, donde posteriormente se comprobó la existencia de acuíferos de buena calidad.

La descripción litológica de los estratos atravesados en las perforaciones de Valle Hermoso y La Paz ha sido interpretada por García (1998) como perteneciente a la Formación Los Llanos y se encuentra dentro de lo que Otonello (1998) denominó **Ambiente Hidrogeológico II**. La resistividad de estas capas, de acuerdo a Torres (1984) es de 46 a 115 Ohm.m, valor anormalmente alto para la Formación Los Llanos. Esta situación puede interpretarse por un efecto de dilución y lavado de las sales presentes gracias al relativamente importante flujo hídrico subterráneo y la comparativamente elevada Transmisividad comprobada en las captaciones citadas. El agua extraída de las perforaciones posee un contenido salino muy bajo, respecto a los valores regionales típicos para la región de los Llanos, con rendimientos específicos elevados.



REFERENCIAS

- Zona no saturada
- Capas de interés hidrogeológico (mineralización moderada)
- Basamento hidrogeológico (elevada mineralización)
- 15) Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)
- 14 Resistividad (Ohm.m)
- Contacto entre capas

Figura 6

arch.: 12et-inf

12etperf

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
Provincia de La Rioja

EL TALA
Departamento Rosario Vera Peñaloza
PERFIL A - A'

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
Guillermo Baudino, 1999

5.2.5. Esquema de circulación hidrogeológica

En las serranías el basamento cristalino se encuentra intensamente fracturado y posee una permeabilidad secundaria que permite la infiltración y almacenamiento de las precipitaciones estivales. Esto da origen a manantiales, que alimentan los cursos superficiales durante la época de sequía.

En la llanura, la escasez de excavaciones y perforaciones en el área impide formular precisiones acerca de la circulación hídrica subterránea. En líneas generales puede estimarse que la zona de recarga se encuentra en el pie de la sierra de Los Llanos y la dirección de flujo posee una componente principal hacia el sur-sudoeste. La zona de descarga se encuentra en la depresión de la Pampa de las Salinas.

El escurrimiento superficial difuso se concentra en las zonas denominadas "bajos", donde probablemente también tenga lugar, en forma preferencial, la infiltración y recarga de los acuíferos someros. En los bajos se registra además un aumento en la resistividad de los terrenos investigados mediante geoelectrónica y una disminución de los tenores salinos del agua subterránea alumbrada mediante pozos excavados someros y perforaciones profundas. Por el contrario en las lomadas conocidas como "bordos", en las que generalmente se encuentran afloramientos o subafloramientos de sedimentitas terciarias, tanto la calidad del agua como los rendimientos específicos de los acuíferos empeoran sensiblemente.

5.2.6. Hidroquímica

Las consideraciones hidroquímicas se basan en los datos antecedentes y en los análisis físico-químicos realizados a muestras colectadas en los trabajos de campaña. Los resultados de los análisis, efectuados por el Laboratorio de la Dirección de Saneamiento Ambiental de la provincia de Salta, se adjuntan como **Anexos 2.1 y 2.2** y se han representado en el diagrama de Schoeller (**Anexo 3**). Se tomó como base para la determinación de la potabilidad, los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino Actualizado (Art. 982). La aptitud para riego se ha clasificado de acuerdo al diagrama de Wilcox (**Anexo 4**).

Agua Superficial

Con el objeto de comparar las calidades hidroquímicas del agua actualmente utilizada por los pobladores, se adjuntan los resultados analíticos de una muestra de agua de

represa, ubicada en un ambiente hidrológico similar al de la comunidad en estudio en San Antonio de las Toscas, los cuales indican que el agua presenta limitantes para el consumo humano, principalmente por los excesos en hierro, amoníaco y nitritos. Tanto estas concentraciones iónicas como los tenores de color y la turbiedad están relacionados al elevado contenido de materia orgánica, producto del ingreso del ganado a la represa.

En cuanto a su uso para riego, el agua es de muy buena calidad, ya que de acuerdo al diagrama de Wilcox se clasifica como C1-S1: posee bajo peligro de salinización y de alcalinidad. No tiene limitantes para uso ganadero.

Acuíferos profundos

De acuerdo a los datos consignados en la documentación obrante en la Administración Provincial del Agua de La Rioja, la perforación realizada en el año 1976 por dicho ente estatal en El Totoral alumbró agua de elevada salinización.

El agua de la perforación "La Paz", es apta para consumo humano y pecuario (**Anexo 2.1**). Los contenidos iónicos son reducidos, pero indican que la calidad para riego es regular, debido a que en el diagrama de Wilcox (**Anexo 4**) el peligro de alcalinidad es moderado, mientras que el de salinidad es alto (clase C3-S2).

6. CONCLUSIONES

La demanda actual de agua potable de la comunidad de El Tala es de 5.000 litros por día (200 litros/día/habitante).

El agua de escurrimiento superficial es una fuente de abastecimiento utilizada tradicionalmente mediante la desviación de los cauces esporádicos durante la época de lluvias y su almacenamiento en represas. La baja mineralización del agua superficial hace que sea el único recurso apto para riego de cultivos. Los elevados tenores de hierro y amoníaco, así como el color y la turbidez pueden disminuirse evitando el ingreso del ganado a las represas.

Si bien los reservorios de agua subterránea someros y profundos no han sido explorados en la comunidad, los antecedentes de captaciones ubicadas en ambientes hidrogeológicos similares indican que en el entorno cercano a las viviendas, las probabilidades de encontrar agua subterránea apta para consumo humano son prácticamente nulas.

Se considera que las condiciones hidrogeológicas favorables para la captación de agua subterránea de mejor calidad se encuentran a 3,6 kilómetros al oeste de la comunidad en estudio, sobre la Ruta Provincial N° 29, en la zona del "Bajo de Agua Tapada".

7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

La obra de captación propuesta es la perforación de un pozo de carácter exploratorio, emplazado a 500 metros al norte del cruce de la Ruta Provincial N° 29 con el camino vecinal que conduce a El Tala. La profundidad total de la obra se estima en 160 metros ($\pm 20\%$).

Como metodología apropiada a la situación hidrogeológica presente, se recomienda la perforación de un pozo exploratorio, en el que se realicen los estudios y ensayos pertinentes. Sobre la base de los resultados obtenidos de este pozo exploratorio, podrá efectuarse el diseño definitivo del pozo de explotación, tanto en lo que se refiere a la localización precisa de los filtros, como a la abertura de los mismos.

Se presenta una propuesta de pozo exploratorio y un anteproyecto de pozo de explotación, cuyas características constructivas se estiman en base a los antecedentes disponibles (**Figura 7**). Se incluyen además las recomendaciones para las tareas de desarrollo, ensayo de bombeo, muestreo hidroquímico y protección sanitaria.

7.1 POZO EXPLORATORIO

7.1.1. Ubicación: Sobre R.P.29; 500 m al norte del cruce R.P.29 y el camino a El Tala

7.1.2. Profundidad: 160 m bajo boca de pozo ($\mp 20\%$)

7.1.3. Método de perforación: Rotary

7.1.4. Diámetro de perforación: 8 pulgadas

7.1.5. Estudios a realizar:

a) Perfiles simultáneos al avance de la perforación:

Muestreo litológico metro a metro y en cada cambio litológico

Tiempo neto de avance por metro.

b) Perfiles geofísicos al final de la perforación

Perfil de Potencial Espontáneo (incluye Conductividad de la inyección)

Perfil de Resistividad Normal Corta y Normal Larga.

c) Análisis granulométrico de los posibles niveles acuíferos.

d) Determinación de la necesidad de prefiltro según el análisis granulométrico.

e) Determinación de la abertura de los filtros según la granulometría del acuífero y del prefiltro.

7.2. ANTEPROYECTO DE POZO DE EXPLOTACION

7.2.1. *Profundidad:* 160 m bajo boca de pozo (\pm 20%)

7.2.2. *Diámetro de perforación:* 12 pulgadas

7.2.3. *Entubación:* Diámetro 8 pulgadas, Material: PVC

Longitud: 130 m (\pm 20%) + 10 m de cañería de fondo.

Nota: el diámetro de ensanche y entubación definitivos se determinará en base a resultados obtenidos en pozo exploratorio.

7.2.4. *Filtros:* Tipo: PVC estriado o acero inoxidable ranura continua

Longitud: 20 metros (\pm 20%)

Abertura: a determinar mediante estudios granulométricos

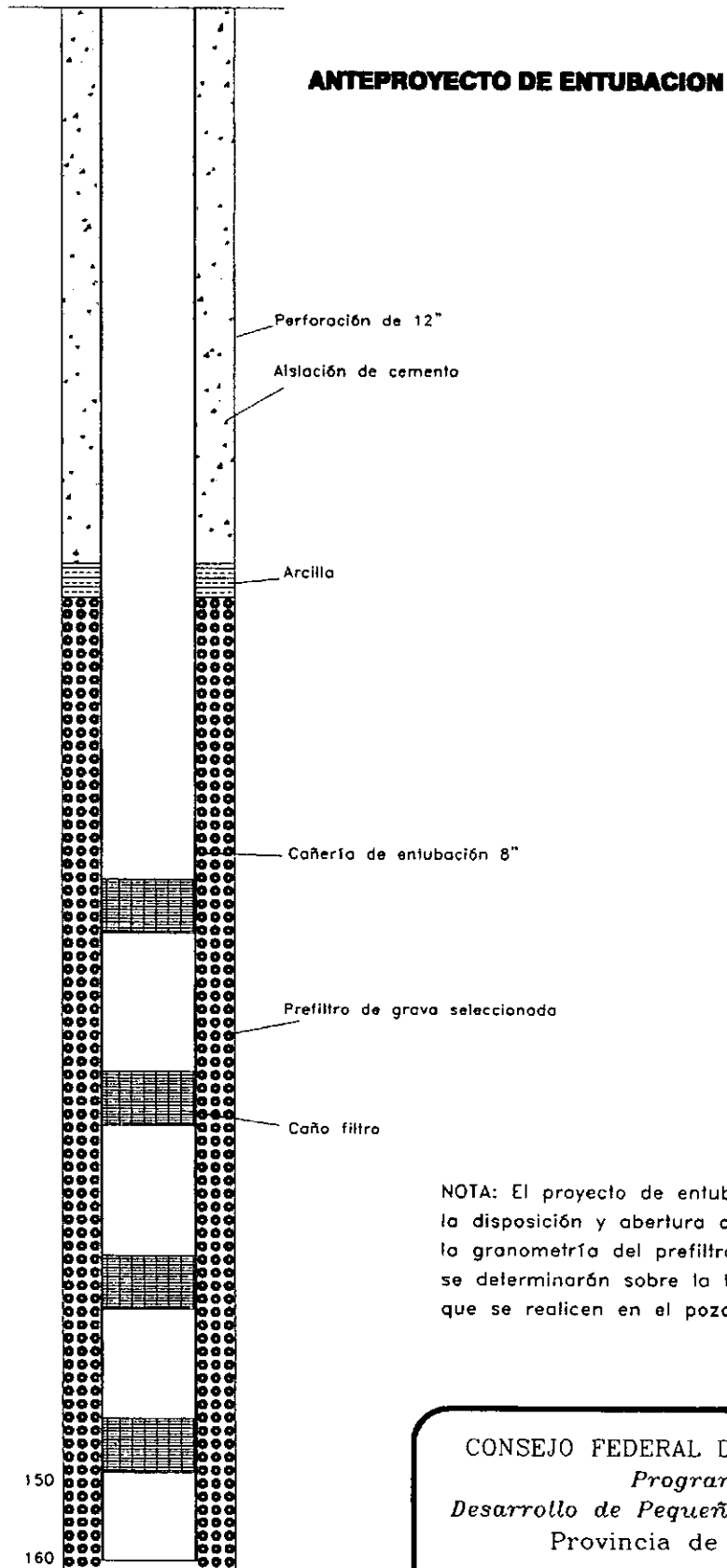
7.2.5. *Prefiltro:* Grava seleccionada de granometría a confirmar

7.2.6. *Cementación:* Mediante cañería, por encima del engravado y hasta superficie.

7.2.7. *Desarrollo del pozo:* Dispersantes químicos, jet hidráulico y bombeo intermitente.

7.2.8. *Ensayo de bombeo:* A caudal variable escalonado, con 3 escalones como mínimo para determinar el caudal específico, los parámetros hidráulicos de los acuíferos, la potencia y ubicación de la bomba de explotación a utilizar. Muestreo del agua para realizar los correspondientes análisis físico-químicos.

7.2.9. *Protección sanitaria de la obra:* cercado perimetral y platea de hormigón



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL TALA
Departamento Rosario Vera Peñaloza

PROYECTO DE OBRA

CONTRATO DE OBRA - Exple. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999

Figura 7

8. BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA DE LA RIOJA. Informes descriptivos de perforaciones. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Dirección Provincial de Aguas Subterráneas. (inéditos).
- ANUARIO ESTADISTICO DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA - 1986 - 1992. Ministerio de Producción y Desarrollo, Dirección General de Estadística. Tomo I. 370 p.
- CAMINOS, R., 1979. Descripción geológica de las Hojas 21 f, Sierra de Las Minas y 21 g, Ulapes. Boletín N° 172. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires. 56 p.
- FERNANDEZ, J. N. y O. F. CASTAÑO, 1992. Informe de hidrología e hidrogeología de los departamentos Rosario Vera Peñaloza y San Martín. Provincia de La Rioja. A.DeZ.A. - G.T.Z. Gobierno de la Provincia de La Rioja, Ministerio de Producción y Desarrollo. 22p.
- GARCIA, D.E., 1998. Perforación Valle Hermoso - Departamento Rosario Vera Peñaloza - Provincia de La Rioja. Empresa GEO-SUR Perforaciones. Municipalidad de Chepes.
- GARCIA, D.E., 1998. Perforación La Paz - Departamento Rosario Vera Peñaloza - Provincia de La Rioja. Empresa GEO-SUR Perforaciones. Municipalidad de Chepes.
- NUÑEZ, C. H. y R. E. OTTONELLO, 1997. Programa de perforaciones Provincia de La Rioja. Proyecto. Decreto N° 219/97. Ministerio de Desarrollo de la Producción y Turismo. Administración Provincial del Agua. Dirección General de Manejo de Cuencas. La Rioja. 66p.
- SORSUR, ADEZA-GTZ, INTA, 1995. Curso-Taller de Capacitación para Tractoristas, Documento de Referencia. Chepes, La Rioja.
- TORRES, C. A. J., J. C. DI CHIACCHIO, J. FERRE y A. HERRERA, 1984. Investigación hidrogeológica preliminar del área El Totoral - Ulapes. Provincia de La Rioja. Serie Técnica. Documento N° D-99. Centro Regional de Agua Subterránea. San Juan. 83 p.
- TORRES, C. A. J., J. C. DI CHIACCHIO, A. HERRERA y J. FERRE, 1984. Investigación hidrogeológica preliminar del área Punta de Los Llanos - Ulapes. Zona Sur. Provincia de La Rioja. Serie Técnica. Documento N° D-125. Centro Regional de Agua Subterránea. San Juan. 58 p.
- VAN DER VELPEN, 1988. RESIST versión 1.0. ITC. Msc. Research Project. Delft.

ANEXOS

1. Planillas de Sondeos Eléctricos Verticales

1.1. SEV 1

1.2. SEV 2

1.3. SEV 3

1.4. SEV 4

1.5. SEV 5

2. Planillas de Análisis Químico

2.1. Perforación de La Paz

2.2. Represa de San Antonio de las Toscas

3. Diagrama de Schoeller

4. Diagrama de Wilcox

ANEXO N° 1.4
Planillas del SEV N°4

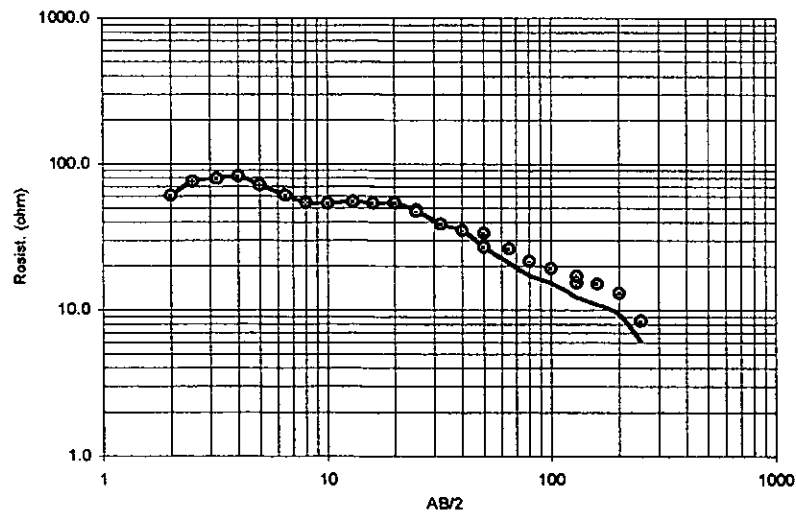
Lugar: El Tala

Azimut: 95°

| Distancia AB/2 (m) | Resist. de campo (ohm.m) | Resist de comput. (ohm.m) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2 | 61.0 | 61.0 |
| 2.5 | 76.0 | 76.0 |
| 3.2 | 79.5 | 79.5 |
| 4 | 83.0 | 83.0 |
| 5 | 72.0 | 72.0 |
| 6.5 | 61.2 | 61.2 |
| 8 | 54.9 | 54.9 |
| 10 | 54.0 | 54.0 |
| 13 | 55.4 | 55.4 |
| 16 | 53.9 | 53.9 |
| 20 | 54.6 | 54.6 |
| 25 | 48.7 | 48.2 |
| 25 | 47.7 | 48.2 |
| 32 | 39.0 | 39.0 |
| 40 | 35.0 | 35.0 |
| 50 | 27.0 | 27.0 |
| 50 | 33.8 | 27.0 |
| 65 | 26.4 | 21.1 |
| 80 | 21.7 | 17.3 |
| 100 | 19.3 | 15.4 |
| 130 | 15.4 | 12.3 |
| 130 | 17.2 | 12.3 |
| 160 | 15.2 | 10.9 |
| 200 | 13.1 | 9.4 |
| 250 | 8.5 | 6.1 |
| | | |
| | | |

| Profundidad (m) | Espesor (m) | Resist. (ohm.m) |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 0.8 | 0.8 | 50.5 |
| 2.2 | 1.4 | 120.7 |
| 4.8 | 2.6 | 33.6 |
| 15.6 | 10.8 | 69.8 |
| 90.7 | 75.2 | 15.7 |
| | | 3.9 |

El Tala
SEV N°4



ANEXO N° 1.6
Planillas del SEV N°6

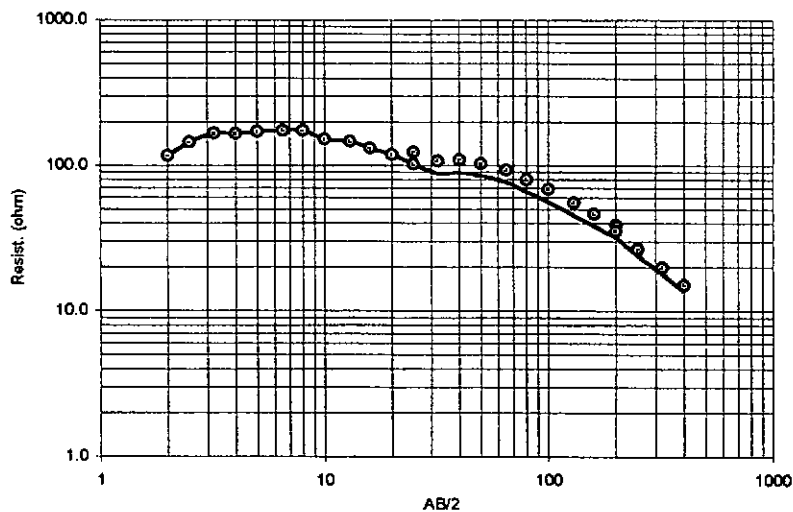
Lugar: El Tala

Azimut: 172°

| Distancia AB/2 (m) | Resist. de campo (ohm.m) | Resist de comput. (ohm.m) |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2 | 117.0 | 117.0 |
| 2.5 | 144.0 | 144.0 |
| 3.2 | 167.0 | 167.0 |
| 4 | 166.0 | 166.0 |
| 5 | 171.7 | 171.7 |
| 6.5 | 174.2 | 174.2 |
| 8 | 173.5 | 173.5 |
| 10 | 152.3 | 152.3 |
| 13 | 146.6 | 146.6 |
| 16 | 131.5 | 131.5 |
| 20 | 119.0 | 119.0 |
| 25 | 102.0 | 102.0 |
| 25 | 124.0 | 102.0 |
| 32 | 108.0 | 88.8 |
| 40 | 109.0 | 89.7 |
| 50 | 103.0 | 84.7 |
| 65 | 93.0 | 76.5 |
| 80 | 80.0 | 65.8 |
| 100 | 68.5 | 56.3 |
| 130 | 55.5 | 45.7 |
| 160 | 46.6 | 38.3 |
| 200 | 39.0 | 32.1 |
| 200 | 35.6 | 32.1 |
| 250 | 26.7 | 24.1 |
| 320 | 20.1 | 18.1 |
| 400 | 15.2 | 13.7 |

| Profundidad (m) | Espesor (m) | Resist. (ohm.m) |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 1.3 | 1.3 | 114.5 |
| 5.0 | 3.8 | 236.1 |
| 42.8 | 37.7 | 86.4 |
| 86.0 | 43.2 | 52.8 |
| | | 12.9 |

El Tala
SEV N°6



ANEXO 2.1

ANALISIS QUIMICO: Perforación La Paz


| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 800 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 107 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 174 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | <1 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.7 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 0.3 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 1130 | 2000 | | | |
| Sodio | 196 | | | | |
| Potasio | 4.1 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 61 | | | | |
| Magnesio | 5.2 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 196 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 131 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 185 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 0.19 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | nsd | 0.2 | | | |
| Nitritos | nsd | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 19 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.3 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | <0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli.Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua potable | | | | |

BALANCE IONICO

| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| Calcio | 3.0 | Cloruros | 5.5 | 4.9 |
| Magnesio | 0.4 | Sulfatos | 3.9 | |
| Sodio | 8.5 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.1 | Bicarbonatos | 2.1 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 12.1 | Total | 11.5 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028835 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 2.2

ANALISIS QUIMICO: Represa San Antonio de las Toscas

| Parametro analizado | valor (mg/l) | Consumo humano | | Consumo animal | |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | tolerable | admisible | tolerable | admisible |
| Solidos disueltos a 105° C | 105 | 1500 | 2000 | 4000 | 10000 |
| Alcalinidad total (CO3Ca) | 56 | | | | |
| Dureza total (CO3Ca) | 60 | 400 | 500 | | |
| Color (uc) | 60 | 5 | 10 | | |
| pH | 6.5 | 6.5 - 8.5 | 9.2 | | |
| Turbiedad (unt) | 235 | 3 | 25 | | |
| Conductividad (uS/cm) | 151 | 2000 | | | |
| Sodio | 6.7 | | | | |
| Potasio | 6.4 | | | | |
| Silice | - | | | | |
| Calcio | 20 | | | | |
| Magnesio | 2.6 | | 150 | | 250 |
| Cloruros | 6.2 | 350 | 700 | 2000 | 4000 |
| Bicarbonatos | 68 | | | | |
| Carbonatos | 0 | | | | |
| Sulfatos | 15 | 400 | 400 | 2000 | 4000 |
| Hierro total | 2.9 | 0.3 | | | |
| Manganeso | nsd | 0.1 | 0.5 | | |
| Amoniaco | 20 | 0.2 | | | |
| Nitritos | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | 10 |
| Nitratos | 0.3 | 45 | 45 | 1000 | 3000 |
| Fluor | 0.2 | 0.7 - 1.0 | 1.5 | | 2 |
| Arsenico | 0.012 | 0.05 | 0.1 | 0.15 | 0.3 |
| Coli. Totales | | | | | |
| Colifecales | | | | | |
| Pseudomona Aeruginosa | | | | | |
| Potabilidad | Agua no potable | | | | |

BALANCE IONICO

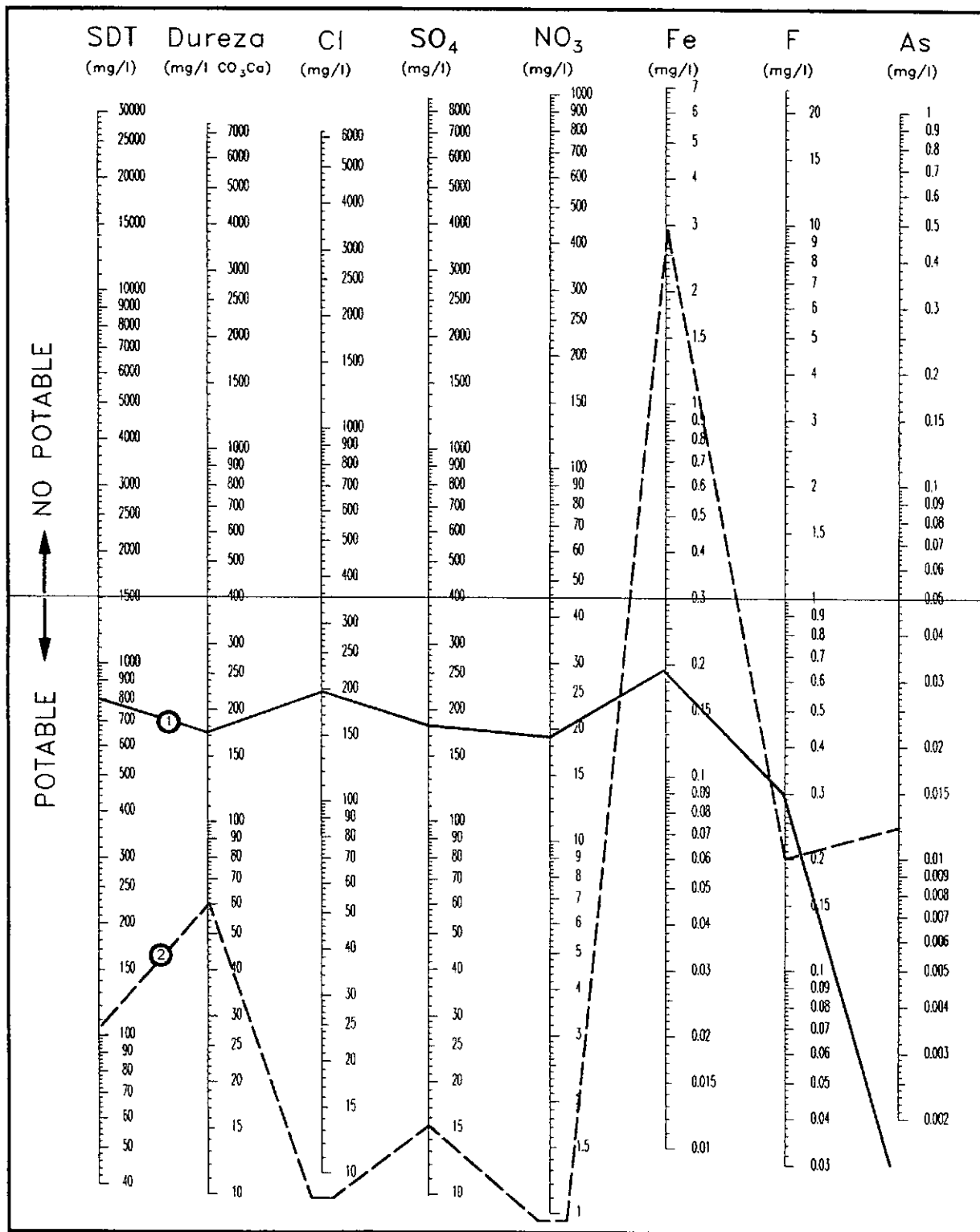
| CATIONES | (MEG/L) | ANIONES | (MEG/L) | ERROR (%) |
|--------------|------------|--------------|------------|-----------|
| Calcio | 1.0 | Cloruros | 0.2 | 3.6 |
| Magnesio | 0.2 | Sulfatos | 0.3 | |
| Sodio | 0.3 | Carbonatos | 0.0 | |
| Potasio | 0.2 | Bicarbonatos | 1.1 | |
| Hierro total | 0.0 | Nitritos | 0.0 | |
| Manganeso | 0.0 | Nitratos | 0.0 | |
| Total | 1.7 | Total | 1.6 | |

Realizado por el Laboratorio de la Direccion de Saneamiento Ambiental, Provincia de Salta
 Analisis No. 028833 - 31/03/99

Valores tolerables, según Código Alimentario Argentino
 Valores admisibles, según la Organización Mundial de la Salud

Entre tolerable y admisible
 Excede lo admisible

ANEXO 3



REFERENCIAS

- ① Perforación Lo Paz
- ② Represa San Antonio de las Toscas

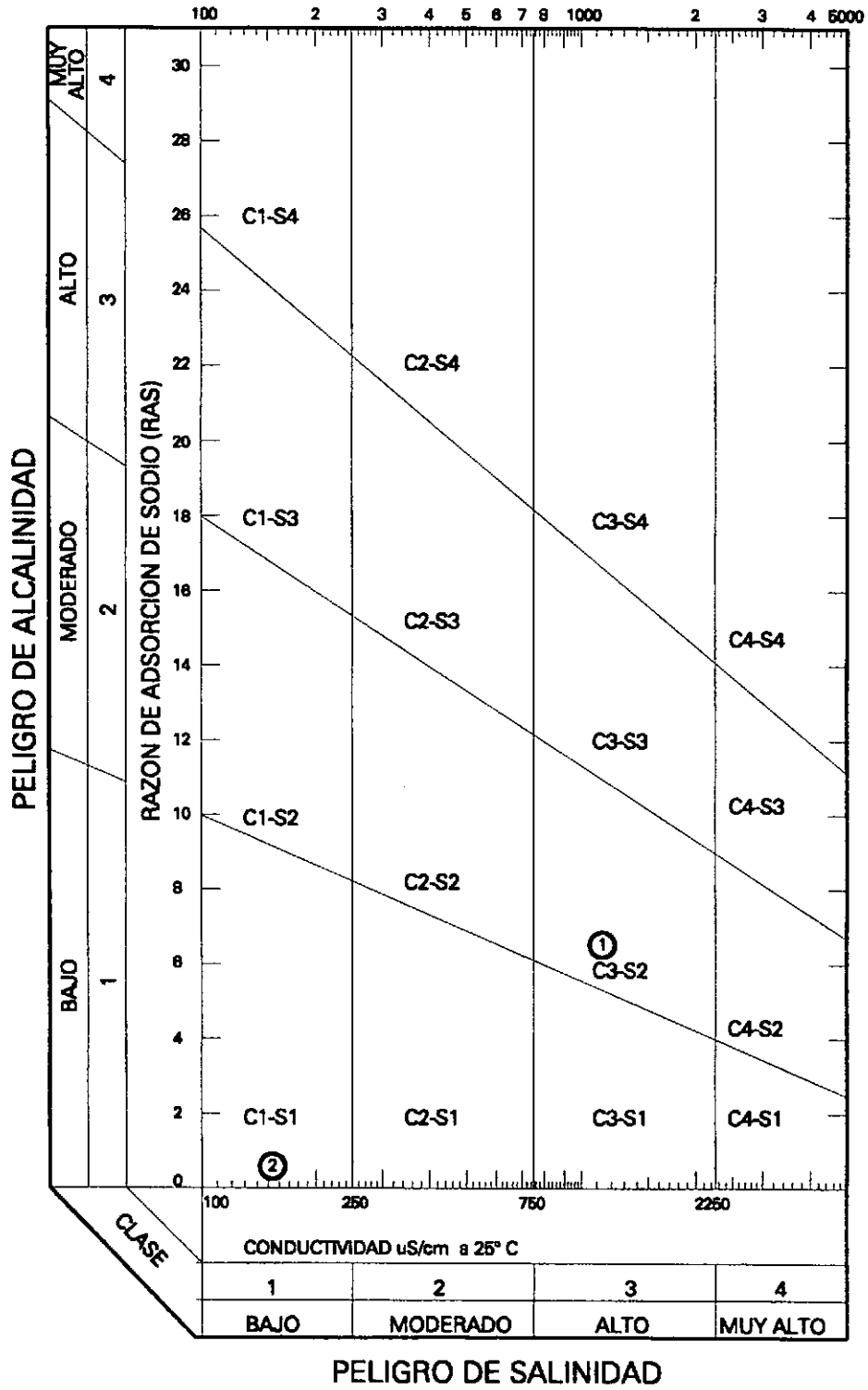
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL TALA
Departamento Rosario Vera Peñaloza

DIAGRAMA DE SCHOELLER

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Boudino, 1998

ANEXO 4



REFERENCIAS

- ① Perforación La Paz
- ② Represa San Antonio de las Toscas

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Programa
Desarrollo de Pequeñas Comunidades
 Provincia de La Rioja

EL TALA
Departamento Rosario Vera Peñaloza

DIAGRAMA DE WILCOX

CONTRATO DE OBRA - Expte. 3221 ALC IV
 Guillermo Baudino, 1999