

41772

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SALTA

- SAN LUCAS -
DEPARTAMENTO SAN CARLOS
PROVINCIA DE SALTA



AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE SALTA
DR. JUAN CARLOS ROMERO

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE SALTA
MINISTERIO DE LA PRODUCCION Y EL EMPLEO
ING. GILBERTO OVIEDO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
DIRECTOR DE PROGRAMAS
ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE SALTA
SECRETARIO DE OBRAS PUBLICAS
ING. LUIS SIEGRIST

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL
LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

AUTOR

Dr. RODOLFO FERNANDO GARCIA

COLABORADOR

Geól. PABLO A. DIB ASHUR

INDICE

1. GENERALIDADES

- 1.1. *Localización*
- 1.2. *Síntesis Poblacional*
- 1.3. *Actividades Productivas*
- 1.4. *Saneamiento e Higiene*

2. CARACTERIZACION FISICA

- 2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*
- 2.2. *Hidrografía*
- 2.3. *Geología regional*

3. PROVISION DE AGUA ACTUAL

4. FUENTES PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

- 4.1. *Agua superficial*
- 4.2. *Agua subterránea*
 - 4.2.1. *Antecedentes*
 - 4.2.2. *Estudio de Fuentes*
 - 4.2.2.1. *Reconocimiento Hidrogeológico*
 - 4.2.2.2. *Hidroestratigrafía*
 - 4.2.2.3. *Hidroquímica*
 - 4.2.2.4. *Modelo Geohidrológico Conceptual y Evaluación de Fuentes*

5. CONCLUSIONES

6. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

7. ANEXOS

8. FOTOS

INTRODUCCION*Marco General del Estudio*

En el marco del Convenio de Cooperación Técnica firmado entre el Consejo Federal de Inversiones y el Gobierno de la Provincia de Salta, se lleva a cabo el Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades.

El Programa se fundamenta en la necesidad de optimizar las condiciones sanitarias de algunas localidades que no cuentan con un servicio de agua corriente y potable, o bien lo poseen pero en condiciones deficientes.

El presente trabajo tiene por finalidad dar cumplimiento a lo estipulado en el contrato de obra firmado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscrito.

Objetivos

Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base de las posibles fuentes de agua subterránea y/o superficial, con el fin de elaborar un proyecto de factibilidad técnica - económica tendiente a mejorar el actual sistema de abastecimiento de agua a la localidad de San Lucas, Departamento San Carlos.

1. GENERALIDADES

1.1. Localización

La localidad de San Lucas se localiza en el sector sudoeste de la Provincia de Salta, pertenece al Departamento San Carlos cuya capital es la localidad homónima. Las coordenadas geográficas correspondientes a la plazoleta que se localiza frente a la escuela son: 25° 52' 4,2 " Latitud Sur y 66° 02' 0,7" Longitud Oeste.

Desde la Ciudad de Salta se accede a la zona de estudio a través de la ruta nacional N° 68 hasta el pueblo de El Carril y desde allí por medio de la ruta provincial N° 33 hasta la localidad de Cachi. Desde ésta última y empalmando con la ruta nacional N° 40, se continúa hacia el sur aproximadamente 135 kilómetros arribando a la localidad de San Carlos. Desde este pueblo se recorren 10,6 kilómetros hacia el oeste por un camino semiconsolidado hasta arribar a San Lucas. Otra variante desde Salta Capital es a través de la ruta nacional N° 68 hasta la localidad de Cafayate y desde allí hasta San Carlos. También es posible efectuar otro recorrido por la ruta nacional N° 68 hasta La Punilla y desde allí hasta la localidad de San Carlos, pero esta última posibilidad solamente es posible en la época en que el río Calchaquí transporta escaso caudal, ya que hay que vadear este curso fluvial. **Figura 1.**

Sea por la ruta nacional N° 68, asfaltada y en buen estado, o por la ruta nacional N° 40, enripiada y en regular estado, siempre es posible arribar a la localidad de San Carlos sin mayores inconvenientes. Desde este último asentamiento hasta San Lucas, en la época de lluvias el camino se vuelve intransitable por los numerosos y reiterados cortes que ocasionan los torrentes que drenan las laderas de las serranías circundantes.

1.2. Síntesis Poblacional

San Lucas depende del Municipio de San Carlos. La comunidad asentada en los alrededores de la escuela está compuesta por 27 personas distribuidas en cuatro viviendas. Todos los pobladores son ocupantes, con permiso, de tierras privadas.

Las viviendas son muy humildes, construidas con paredes de piedra y adobe, pisos de tierra y techos de caña y barro, o chapa.

En el lugar se encuentra la Escuela N° 4475 (Ex-679) San Lucas que funciona en un edificio en regular estado de conservación, construido con ladrillos revocados, pisos



cerámicos, techos de losa, baños y patio cubierto. Esta escuela pública presenta nivel EGB (polimodal); es de jornada parcial, tiene comedor escolar y brinda albergue a siete alumnos (de acuerdo a la manifestación del maestro es una escuela albergue de hecho). Al establecimiento educacional asisten 24 niños que son atendidos por un docente (maestro - director) y un ordenanza que se encarga de la atención del comedor, albergue y limpieza.

No hay servicio de transporte de pasajeros. No hay energía eléctrica domiciliaria ni pública. La mayoría de los pobladores emplean como fuente el kerosene, gas o velas. La Escuela cuenta con un sistema de panel solar que le permite obtener eficientemente energía eléctrica para iluminación del establecimiento educacional, funcionamiento de un televisor, equipo de música y un sistema de vídeo. En la localidad no hay servicio de abastecimiento de combustibles, debiéndose realizar éste en el pueblo de San Carlos.

Se reciben señales de radio AM de Salta, Jujuy y Tucumán, entre otras, y FM de San Carlos y Animaná. No se recibe señal de televisión de aire. En el asentamiento hay una pequeña Capilla Católica. No hay almacenes, telefonía, ni servicio de correos.

1.3. Actividades Productivas

La principal actividad productiva de la población es la agricultura, practicando el cultivo de habas, lechuga, cebolla y pimiento; también hay algunos frutales como higos, duraznos, vid y nueces. El destino de la producción es el autoabastecimiento, mientras que los excedentes son comercializados por la modalidad de trueque o venta en la localidad de San Carlos. En forma subordinada se realiza la crianza de caprinos y ovinos, destinados en su totalidad al autoconsumo.

1.4. Saneamiento e Higiene

El pueblo no cuenta con un centro sanitario de atención permanente. En la actualidad la Intendencia de San Carlos está construyendo el edificio donde próximamente funcionará un centro de salud. Cada 15 días y una vez al mes, desde el Hospital zonal de San Carlos, suele atender un médico y un odontólogo, respectivamente. Cuando los pobladores sufren alguna enfermedad que requiere mayor nivel de atención y complejidad, son trasladados a la localidad de San Carlos, Cafayate o a Salta Capital.

Parte de la población construye pozos para el almacenamiento de los desechos domiciliarios los que posteriormente son quemados, en algunas viviendas se observó la presencia de una importante cantidad de residuos que no reciben ningún tratamiento y se encuentran a disposición de los agentes meteóricos y animales que la transportan por la zona, brindando un desagradable aspecto. Todas las viviendas tienen pozos ciegos.

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. Clima, suelos, vegetación y fauna

El área de estudio se encuentra en la fosa tectónica del río Calchaquí. Como en toda la región, los principales factores reguladores del clima son la altitud y orientación de las barreras orográficas. El clima de la región es continental seco, templado frío, con temperaturas moderadas en verano y frío a muy frío en el invierno.

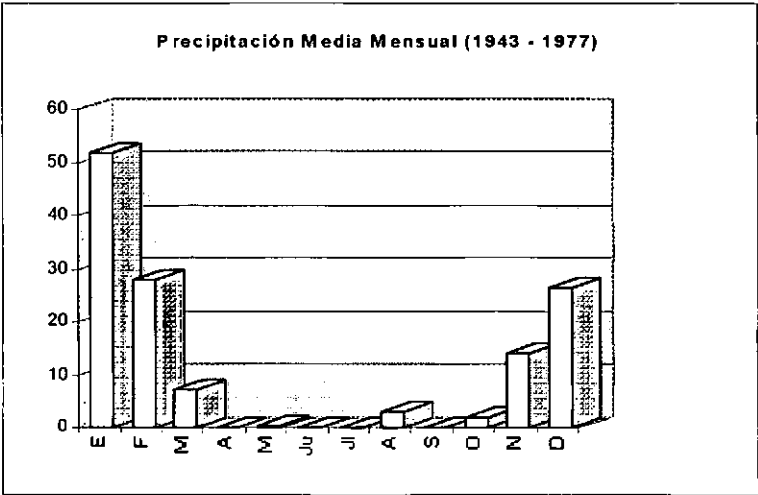
La precipitación media anual es inferior a los 150 mm; mientras que la evapotranspiración potencial anual puede ser mayor a los 1.500 mm. La mayor parte de las lluvias ocurren en el período estival (donde precipita el 85 % del total anual); con picos máximos en enero - febrero.

La temperatura media anual es de 17,6° C, con una temperatura máxima media de 23,2 °C en el mes de diciembre y una mínima media de 10,1 °C en la época invernal. La amplitud térmica es fuerte entre el día y la noche, normalmente las mañanas y noches son frías a muy frías y los mediodías cálidos. Comúnmente el cielo es diáfano y existe una fuerte heliofania.

Los vientos predominantes proceden, normalmente, del cuadrante noroeste con intensidades moderadas. Son vientos secos y soplan durante la mañana y la noche. Después del mediodía provienen del nordeste y sudeste. Es normal que el estado de la atmósfera sea tranquilo y apacible durante las primeras horas de la mañana, comenzando a soplar viento a partir del mediodía.

Los registros pluviométricos correspondientes a la localidad de San Carlos para el período 1943-1967, indican una precipitación media anual de 132.2 mm. Las precipitaciones medias mensuales para ese período son:

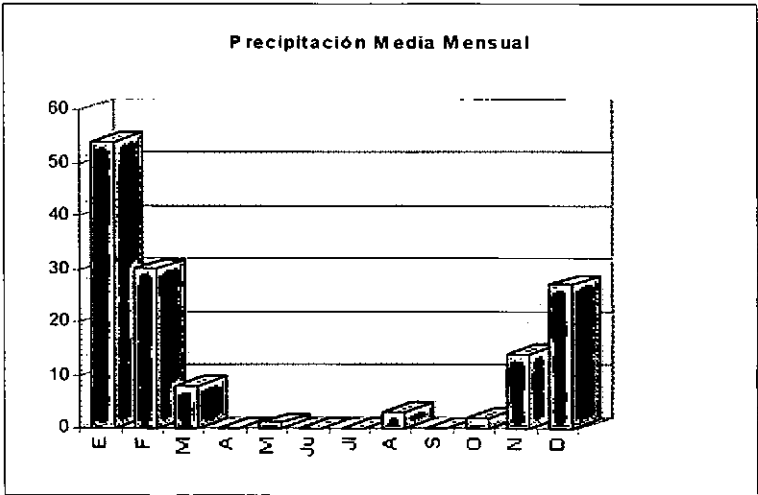
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
51,8	28	7,1	0,1	0,4	0	0	2,9	0	1,8	14,1	26,3	141



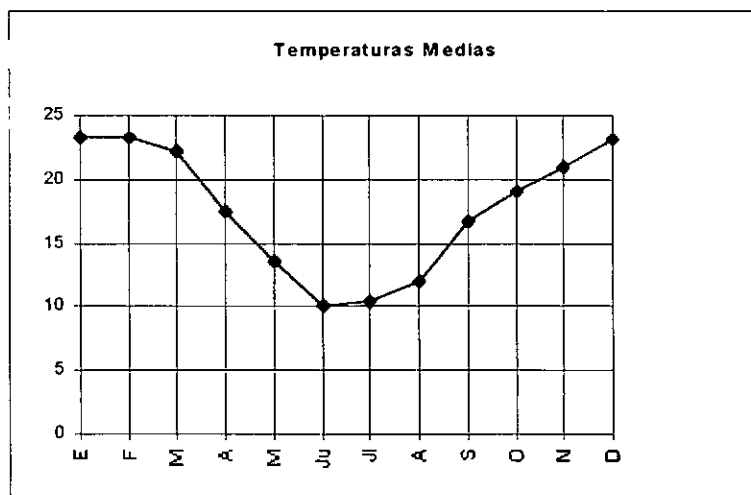
El período lluvioso es de noviembre – marzo, mientras que la época de sequía se extiende entre abril – octubre. En toda la zona existe un marcado déficit hídrico, aún durante la época de lluvias.

En la zona de Dique Los Sauces (al sur del área de estudio) los registros de lluvias indican una precipitación media anual de 138 mm. Con una máxima de 274 mm en el año 1944 y una mínima de 42 mm en el año 1946. Las precipitaciones medias mensuales para el período 1943 - 1956 son:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
54	30	8	0	1	0	0	3	0	2	14	27	138



La temperatura media anual (período 1943-1967) obtenida por el Servicio Meteorológico Nacional en la localidad de San Carlos, muestra una máxima media anual de 23,2 °C para el mes de diciembre y una mínima media anual de 10,1°C para el mes de julio.



Los suelos dominantes en el área, según el Atlas de suelos de la Argentina del INTA, están desarrollados sobre sedimentos coluviales - aluviales - fluviales de granometría variable. El relieve está caracterizado por presentar una pendiente fuerte a media hacia el este. Los suelos más comunes en los alrededores de la zona de estudio pertenecen al orden de los Entisoles, suborden Ortentes, Gran Grupo Torriortentes, Subgrupo líticos, cuyas limitaciones son climáticas y pendiente.

De acuerdo a Nadir y Chafatinos (1982) en la región se desarrolla preferentemente la Serie San Carlos. Esta unidad se extiende en el flanco occidental del Valle Calchaquí, desde la localidad de San Carlos hasta el pueblo de San Rafael. Geomorfológicamente ocupa una terraza fluvio - lacustre del río Calchaquí y la parte distal de las bajadas aluviales provenientes del terciario continental. Son suelos moderadamente bien drenados, con una capa superior constituida por material fino, de textura franco arcillosos a franco arenoso, color pardo a rosado claro. El horizonte infrayacente es de textura franco a arcillolimoso de color pardo oscuro, con estructura de bloques subángulares. Los principales cultivos que se practican sobre esta serie son pimiento (pimentón) trigo, avena, alfalfa, tomate, cebolla y vid.

La vegetación está representada por los escasos elementos que caracterizan la Provincia del Monte (Cabrera, 1976). Las especies típicas son: algarrobo negro, cardón, brea, molle, tusca, tala negro, chañar, arca, retama, jarilla, cachichuyo, jume, etc.

La fauna más común en las zonas aledañas está representada por liebres, roedores, zorros, puma y aves como gorriones, palomas, cuervos, águilas, loros negros, perdices, etc.

2.2. Hidrografía

El principal colector de agua de la región es el río Calchaquí. Este curso nace en el faldeo sudoeste del nevado de Acay y durante su recorrido, de aproximadamente 200 kilómetros hasta su confluencia con el río Santa María, recibe numerosos afluentes de regímenes permanentes y temporarios. Muchos de estos cursos de agua, principalmente los que avenan las sierras occidentales del valle Calchaquí encuentran su fuente primaria de alimentación en los deshielos, rocío, granizadas y lluvias que ocurren en las altas cumbres.

El río Calchaquí presenta una dirección de escurrimiento preferente hacia el sur desde sus nacientes hasta la confluencia con el río Angastaco, donde cambia su rumbo hacia el este atravesando los potentes depósitos de edad terciaria que ocasionan una disminución de la sección del curso fluvial. En inmediaciones de la localidad de Payogastilla retoma su dirección hacia el sur y continúa así hasta su confluencia con el río Santa María.

Localmente, el curso de agua más importante es el río San Lucas, afluente derecho del río Calchaquí. El río San Lucas tiene sus nacientes en la ladera oriental de la sierra de Quilmes aproximadamente a unos 3.600 metros sobre el nivel del mar. La cuenca de este curso fluvial es de aproximadamente 90 Km² (Barrientos, 1997), con una longitud máxima de 14,5 km en sentido oeste - este y un ancho máximo de 8,2 km en sentido norte - sur. Este curso fluvial escurre, desde sus nacientes hasta su desembocadura, sobre sedimentitas de la Formación Puncoviscana y secuencias clásticas continentales de la Formación Angastaco del terciario. El patrón de drenaje es dendrítico a subdendrítico con sectores donde esta característica se desdibuja por el control estructural de los cauces, principalmente en la cuenca media (Barrientos, 1997). Durante el trabajo de campaña (diciembre de 1998) se realizó un aforo de este curso fluvial en la zona donde se encuentra el desarenador (**Figura 3**) antes de ser captado y distribuido (por medio de un sifón) para el riego de plantaciones y consumo humano en la localidad de San Carlos e inmediaciones. La medición, empleando el método de los flotadores y determinando una sección drenante media, entregó un valor aproximado de 250 m³/h.

2.3. Geología Regional

El área de estudio se encuentra en la Provincia Geológica Cordillera Oriental, Subprovincia Cumbres Calchaquíes. La estratigrafía de la región está representada por la metamorfitas de muy bajo grado y cuerpos intrusivos del Precámbrico, sedimentitas Cretácicas, Terciarias y sedimentos heterométricos del Cuaternario.

La Formación Puncoviscana (Turner, 1960) constituye el basamento de la región. Está conformada por lutitas, pizarras, filitas, grauvacas y esquistos filíticos. El color del conjunto es gris verdoso a gris oscuro. Una característica común es la presencia de vetas de cuarzo lechoso de espesores variables. Intruyendo a la Formación Puncoviscana se encuentran cuerpos graníticos que muestran una distribución submeridiana. En base a dataciones radimétricas y a criterios de yacencia, Rapela (1976) asigna una probable edad ordovícica a algunos de estos cuerpos (Tonalita Tolombón, Granito Cafayate, etc).

Sobre la Formación Puncoviscana se asientan secuencias del Grupo Salta (Cretácico Eoceno Medio), con representación de sus tres subgrupos. Localmente, (**Figura 2**) el Subgrupo Pirgua (Reyes y Salfity, 1973) es el único que está presente. De base a techo, esta unidad está constituido por las Formaciones La Yesera, Las Curtiembres y Los Blanquitos. La Formación La Yesera está integrada por un conglomerado polimíctico, en parte brechoso, con matriz arenosa y cemento calcáreo ferruginoso. El color del conjunto es pardo rojizo. La Formación Las Curtiembres está conformada por una secuencia de areniscas finas micáceas, fangolitas, lutitas y arcilitas de color pardo rojizo a rojo oscuro, con alternancia de areniscas conglomerádicas y conglomerados. La Formación Los Blanquitos está constituida por areniscas medianas de color rosado, con intercalaciones de areniscas finas.

Por encima de estas unidades se disponen, discordantemente, sedimentitas del ciclo Terciario continental que serían equivalentes al ciclo del Grupo Orán. Por las características con que fueron definidas y teniendo en cuenta la posible independencia en la evolución de la cuenca del Grupo Orán con las de la Fosa Calchaquí, se mantendrá la nomenclatura usual para las unidades del Terciario de los Valles Calchaquíes. Las unidades que se describen a continuación quedan incluidas dentro del Grupo Payogastilla (Díaz y Malizzia, 1983) y están representadas por las Formaciones Los Colorados, Angastaco, Palo Pintado y San Felipe.

La Formación Los Colorados (Russo, 1948) se apoya en algunos sectores a través de falla y en forma discordante sobre el basamento precámbrico; cuando se asienta sobre la

Formación Lumbrera es ligeramente discordante a paraconcordante. Se presenta como una secuencia granodecreciente de areniscas gruesas que gradan a areniscas medianas en el sector medio y areniscas finas y muy finas con arcillas en la parte cuspidal. El color es rojo intenso en la base y más claro en el techo.

La Formación Angastaco (Mauri, 1948) está representada por areniscas gruesas, medianas y finas, con abundante presencia de minerales micáceos, son calcáreas y presentan intercalaciones de niveles conglomerádicos. El color en la base es pardo rojizo, en la sección media es pardo grisáceo y en el tramo superior pardo grisáceo claro. El contacto con la formación infra y suprayacente es concordante y definido.

La Formación Palo Pintado (Mauri, 1948) está conformada por una secuencia granodecreciente de arenas y pelitas, de colores variados, gris, verde, pardo amarillento y rojo; con intercalaciones de niveles conglomerádicos que aumentan en espesor y frecuencia hacia la parte superior. En la base se intercalan conglomerados organógenos, tobas grises, limolitas y arcilitas pardo oscuro, negro, gris verdoso y verde.

La Formación San Felipe (Mauri, 1948) está constituida por una secuencia de areniscas arcósicas, pardo rojizo y conglomerados angulosos a subangulosos de granitos, metamorfitas, cuarzo, pelitas. Es común la presencia de un banco de tobas blancas en la parte media e inferior.

Los depósitos cuaternarios sobreyacen en discordancia angular al Grupo Payogastilla y están representados por depósitos de pie de monte, conos fluviales, terrazas, de cauce actual y lacustres.

Estructuralmente, la zona de estudio responde a la tectónica regional con fallas de primera magnitud tal como las que flanquean la fosa tectónica del río Calchaquí. Estas fallas, inversas de alto ángulo, involucran el basamento precámbrico fracturándolo, hundiendo y elevando bloques diferencialmente. Estas fallas principales se disponen en sentido meridiano a submeridiano. Durante el Terciario ocurrió una segunda etapa de actividad tectónica que fracturó y plegó la espesa cubierta sedimentaria (aproximadamente 7.500 metros de espesor). Existen otras fallas, conjugadas de los sistemas anteriores que afectan en mayor o menor grado a las distintas unidades aflorantes. En toda la región, la fracturación fue más significativa que el plegamiento que está representado, normalmente, por anticlinales y sinclinales cuyos ejes se disponen en sentido este-oeste.

3. PROVISION DE AGUA ACTUAL

La localidad de San Lucas no cuenta con un sistema de provisión de agua potable. Los pobladores se abastecen en forma individual “levantando” directamente el agua desde una acequia que nace en una vertiente localizada en el álveo del río San Lucas, a unos 600 metros al oeste del asentamiento (**Figura 3**). La escuela y la vivienda localizada en frente de ésta cuentan con un sistema de bomba de ariete que eleva el recurso hídrico desde la acequia hasta un tanque elevado y casa, respectivamente; superando un desnivel de aproximadamente 20 metros.

Normalmente, en cada vivienda, el agua es almacenada en tachos de 200 litros y en bidones plásticos de distinta capacidad que muestran escasas medidas de protección sanitaria. Los pobladores emplean el agua así obtenida tanto para bebida, aseo personal y limpieza. El mayor inconveniente que se observa con esta fuente es su vulnerabilidad a la contaminación orgánica, ya que es común la presencia de animales que beben y defecan en el lugar. Aún conocedores de esta situación, los pobladores no realizan ningún tratamiento previo al agua antes de consumirla.

Durante el trabajo de campaña se pudo observar una conducción de agua construida por algunos pobladores desde la vertiente localizada unos 600 metros aguas arriba de la escuela, en el álveo del río San Lucas (**Figura 3**). Esta conducción precaria (con cañería plástica de PVC de 2“ de diámetro) fue realizada con el propósito de abastecer de agua a las obras de construcción que se están realizando en el lugar (salón parroquial y centro sanitario). La cañería se encuentra enterrada unos pocos centímetros en el lecho del río a lo largo de unos 150 metros y luego, debido a la diferencia de cota existente, cruza aéreamente el lecho fluvial y continúa fuera de cauce, por las laderas de la serranía, hasta el lugar de empleo.

4. FUENTES PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

4.1. *Agua superficial*

En la zona, el único curso de agua que puede actuar como fuente de abastecimiento es el río San Lucas. Este río tiene sus nacientes en la ladera oriental de la sierra de Quilmes, ocupa una superficie aproximada de 90 Km², con una longitud máxima de 14,5 km en sentido oeste - este y un ancho máximo de 8,2 km en sentido norte - sur. El curso fluvial escurre, desde sus nacientes hasta su desembocadura, sobre sedimentitas de la Formación Puncoviscana y secuencias clásticas continentales de la Formación Angastaco del terciario. Durante el trabajo de campaña (diciembre de 1998) se realizó un aforo de este curso fluvial en la zona donde se encuentra el desarenador (**Figura 3**) antes de ser captado y distribuido (por medio de un sifón) para el riego de plantaciones y consumo humano en la localidad de San Carlos e inmediaciones. La medición, empleando el método de los flotadores y determinando una sección drenante media, entregó un valor aproximado de 250 m³/h.

El río San Lucas, si bien es un curso de régimen permanente, con caudales suficientes como para abastecer a las escasas familias que conforman la comunidad, ofrece serias limitaciones para su aprovechamiento a través de una obra de captación superficial. En efecto, una de las características más sobresalientes de la cuenca de este curso fluvial es el desarrollo de periódicos y poderosos flujos densos (corrientes de barro) que se encauzan por la quebrada y son descargados aguas abajo. Este fenómeno ha sido una constante tanto en el pasado geológico reciente como en la época actual (como lo prueban los diferentes niveles de conglomerados caóticamente dispuestos que se observan en la zona) y de los cuales los más importantes, con registro histórico, fueron los ocurridos en los años 1964 y 1967 que ocasionaron la pérdida de vidas humanas y destrucción completa de viviendas y fincas.

El origen de estas “corrientes de barro” está favorecido por la acumulación de potentes mantos de detritos puesto a disposición por la meteorización mecánica en las laderas de la quebrada del río San Lucas y por las elevadas pendientes topográficas. Por otra parte, y si bien las lluvias estivales son escasas, cuando éstas ocurren suelen ser intensas. Esta combinación (abundante material detrítico disponible y rápida saturación) suele tener un efecto devastador cuando la masa se pone en movimiento aguas abajo.

En la actualidad, es posible advertir en inmediaciones de la zona de cultivos de San Lucas las defensas de hormigón y pircas de piedra (**Figura 3**) que el gobierno provincial y los pobladores construyeron para evitar el encauzamiento de “coladas de barro” hacia sectores donde existe algún tipo de infraestructura. Durante el presente trabajo de campo se observó que desde la desembocadura, en inmediaciones del asentamiento y hasta unos 1.800 metros aguas arriba, existe una gran cantidad de material detrítico susceptible de ser puesto en movimiento por un fenómeno de flujo denso.

Lamentablemente, el aspecto económico también debe tenerse presente ya que una obra de captación superficial demandaría altas inversiones de construcción y de mantenimiento, en un ambiente geológico desfavorable para el emplazamiento de obras de esta naturaleza.

La calidad física del recurso superficial es apta para el consumo humano. En el campo (en inmediaciones del desarenador) se determinó una conductividad eléctrica de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, una temperatura de 23,2 °C y un pH de 8,0.

4.2. Agua subterránea

4.2.1. Antecedentes

No existen antecedentes hidrogeológicos en la zona de estudio. La única información respecto a las características del subsuelo se localiza a unos 8 kilómetros al este (Planta de filtros de Aguas de Salta S.A. de la localidad de San Carlos) donde recientemente se efectuó una perforación hasta los 165 metros de profundidad (Abraham, 1998). La secuencia litológica encontrada en esta perforación está conformada por niveles de aglomerados, rodados, gravas muy gruesa a gruesa, con abundante matriz arenosa, hasta los 35 metros de profundidad aproximadamente. A partir de allí y hasta los 110 metros se encuentran secuencias alternantes de gravas gruesas y arenas limosas, en parte limos arenosos (con participación de mica), siendo estos últimos los niveles mayoritarios. A partir de los 110 metros se vuelve a observar la alternancia de niveles gravosos y arenas limosas a limos arenosos, pero invertidos respecto al paquete anterior; es decir que predominan los niveles psefiticos.

En esta perforación se han identificado 10 niveles acuíferos que se extienden de:

- 55,0	a	- 59,0 m.b.b.p (metro bajo boca de pozo)
- 63,0	a	- 69,0 m.b.b.p
- 72,0	a	- 82,0 m.b.b.p
- 85,0	a	- 89,0 m.b.b.p
- 100,0	a	- 111,5m.b.b.p.
- 113,0	a	- 116,0m.b.b.p
- 120,0	a	- 125,0m.b.b.p
- 129,0	a	- 132,0m.b.b.p
- 135,5	a	- 143,0m.b.b.p
- 149,0	a	- 159,0m.b.b.p

El nivel estático combinado se localiza a - 40,43 metros bajo boca de pozo. El caudal específico es de $14,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. La depresión medida fue de 9,57 metros para un caudal de producción final de $140 \text{ m}^3/\text{h}$. La transmisividad media, determinada a través de un ensayo de recuperación (Abraham, 1998) es de $1.921 \text{ m}^2/\text{día}$.

4.2.2. Estudio de Fuentes

4.2.2.1. Reconocimiento Hidrogeológico

Durante el trabajo de campaña se efectuó un reconocimiento del río San Lucas tanto aguas abajo como aguas arriba del asentamiento urbano, a fin de identificar el comportamiento hidrogeológico del álveo de este curso fluvial. De acuerdo a la información obtenida de los pobladores de la zona, la vertiente que se localiza unos 600 metros aguas arriba de la localidad constituye una fuente permanente de abastecimiento de agua tanto para consumo humano como para riego. También, y teniendo en cuenta la apreciación de la gente del lugar, esta vertiente tendría un comportamiento permanente.

Desde el punto de vista hidrogeológico esta manifestación subterránea puede deber su origen a un simple control topográfico (vertiente de depresiones) y/o a un control estructural (vertiente de contacto). Se considera que, en este caso, se verifican ambas situaciones ya que en la zona de manifestación se produce un generalizado ascenso del nivel freático por la presencia de afloramientos precámbricos que estrechan la sección drenante del río San Lucas.

Acompañando a la presencia de afloramientos que se comportan como impermeables, también se observa en el lugar una fuerte cambio de pendiente del lecho del río.

Si se tiene en cuenta que el álveo del río San Lucas conforma un medio de alta porosidad y permeabilidad primaria (sedimentos fluviales de gravas, rodados, arenas, etc), limitado por afloramientos de baja a nula porosidad primaria (sedimentitas precámbricas de la Formación Puncoviscana), se debe suponer que la mayor componente de flujo subterráneo se verifica por el álveo, coincidiendo con la dirección de escurrimiento superficial.

Cuando las líneas de flujo subterráneo (con dirección preferencial oeste - este) se encuentran con una barrera de baja permeabilidad y un brusco cambio de la topografía, se produce el ascenso del nivel de agua y se origina la manifestación de agua (**Figura 3 y Foto**).

4.2.2.2. Hidroestratigrafía

De acuerdo al marco geológico y geomorfológico existente, la localidad de San Lucas se emplaza sobre un ambiente dominado por la presencia de afloramientos precámbricos y terciarios, constituyendo el actual álveo del río San Lucas el medio más apto para el almacenamiento y circulación de agua subterránea. El relleno del valle fluvial está compuesto por una secuencia caótica de bloques, rodados, gravas, arenas y escasos niveles de arcillas, que responden a una génesis típica de la actividad fluvial y el desarrollo de intensas y periódicas “coladas de barro” (flujos densos).

El basamento hidrogeológico está conformado por las rocas de la Formación Puncoviscana más allá de que estas secuencias en algunos sectores, por su grado de fracturación, pueden actuar como zonas preferenciales para la infiltración y almacenamiento de agua subterránea. Se desconoce el comportamiento hidrogeológico de las facies terciarias, pero se asume que a nivel regional se comportarían como acuitardos y, localmente, como acuífugos.

4.2.2.3. Hidroquímica

Con la finalidad de establecer las características físico - químicas del agua de la vertiente existente en el lugar, se procedió a obtener una muestra de agua de esta fuente para efectuar posteriormente la correspondiente marcha analítica.

En el campo, se obtuvieron los siguientes parámetros físicos: 544 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica, 22,6 °C de temperatura y 8,3 de pH. Los resultados de los análisis físicos y químicos indican que el agua de esta fuente no presenta excesos. **Planilla 1.**

Este análisis fue volcado en un diagrama de Piper a través del cual el agua de la vertiente es clasificada como bicarbonatada cálcica - magnésica.

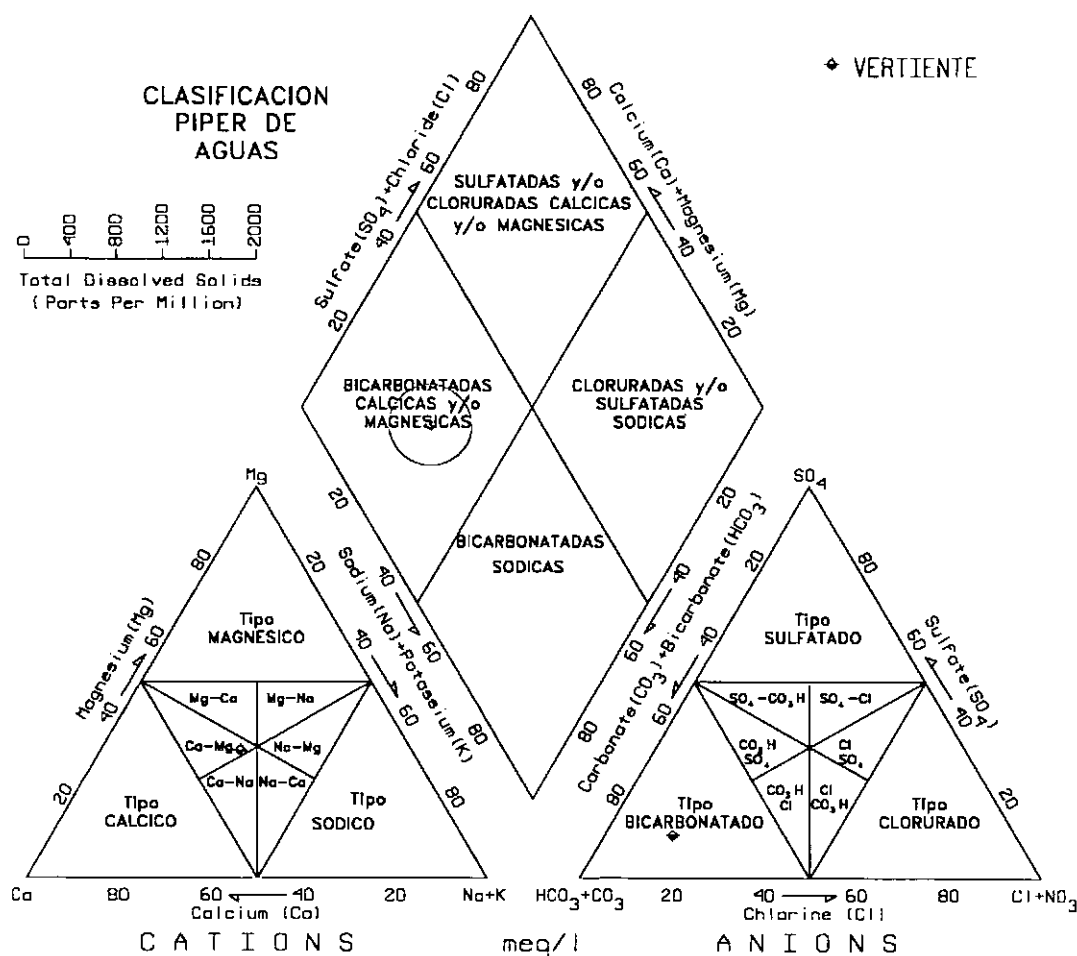
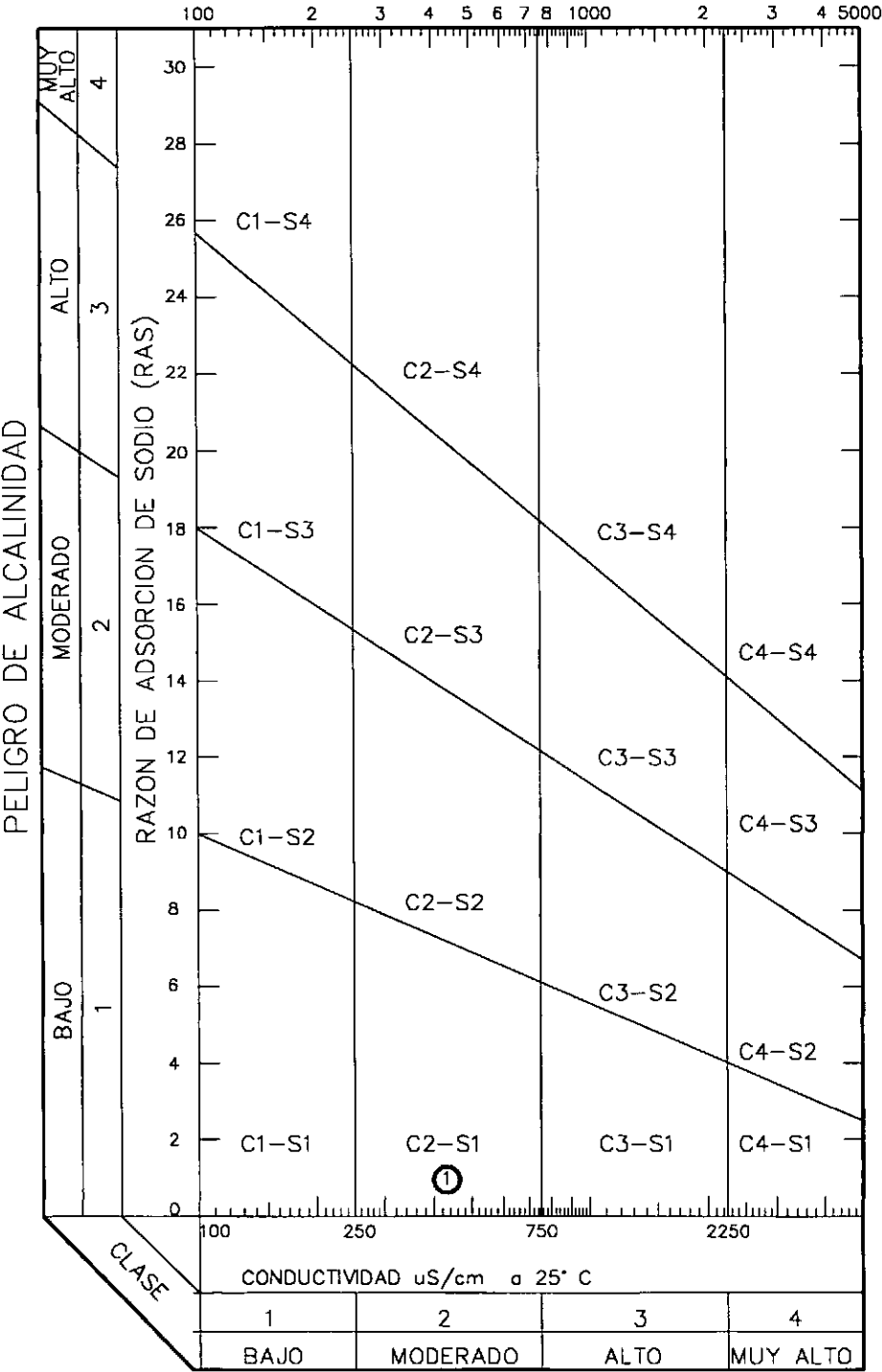


Diagrama Piper

Para determinar su aptitud para riego, el análisis fue graficado en el diagrama de Wilcox. De acuerdo a éste el agua del pozo excavado es del tipo S_1C_2 que indica bajo peligro de sodicidad y moderado de salinidad.



PELIGRO DE SALINIDAD

REFERENCIAS

① Vertiente San Lucas

Diagrama Wilcox

4.2.2.4. Modelo geohidrológico conceptual y evaluación de fuentes

La localidad de San Lucas se emplaza sobre un ambiente dominado por la presencia de afloramientos precámbricos y terciarios, constituyendo el actual álveo del río San Lucas el medio más apto para el almacenamiento y circulación de agua subterránea.

No se cuenta, en esta zona, con antecedentes de perforaciones que brinden información respecto a la potencialidad del recurso subterráneo, por lo tanto el modelo que aquí se esboza tiene su sustento teórico exclusivamente en los escasos datos hidrogeológicos recogidos durante el trabajo de campaña y en el ambiente geomorfológico - geológico reinante.

El ciclo hidrogeológico, descrito en forma sucinta y esquemático, comienza con las precipitaciones líquidas (lluvias y rocío) y sólidas (granizo) estivales y se completa con las nevadas durante la época invernal. En la zona montañosa las condiciones para la infiltración eficaz del agua precipitada parece ser poco favorable, debido a la presencia de extensas áreas de afloramientos de baja porosidad primaria, escaso a nulo desarrollo de suelos, escasez de cobertura vegetal y elevada pendiente topográfica. Por esta razón, gran parte del volumen del agua precipitada abandona la zona serrana en forma de escurrimiento fluvial, inmediatamente después de que las lluvias ocurren. Solo una pequeña parte del agua caída puede permanecer en los poros y fisuras del subsuelo pasando a formar parte del almacenamiento subterráneo.

Una vez que el agua se infiltra, el relleno del valle fluvial que está compuesto por una secuencia caótica de bloques, rodados, gravas, arenas y escasos niveles de arcillas, conformaría el medio de circulación más apto para el almacenamiento y movimiento del agua subterránea que abandona la cuenca.

Por otra parte, y como se ha mencionado anteriormente, se debe tener presente que el basamento rocoso precámbrico, muy fisurado en algunos sectores (porosidad secundaria) se puede comportar como un medio capaz de almacenar pequeños volúmenes de agua.

5. CONCLUSIONES

La comunidad de San Lucas no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable. Esta situación sumado a la falta de tratamiento (cloración o ebullición) del agua de consumo y a las escasas medidas de protección sanitaria de los recipientes empleados como almacenamiento en cada vivienda, predisponen a la población a contraer ciertas enfermedades que utilizan el agua como vehículo de transmisión y difusión.

Del reconocimiento hidrogeológico realizado durante el trabajo de campaña, sumado a la información brindada por algunos pobladores se considera a la vertiente localizada unos 600 metros aguas arriba del asentamiento urbano como una potencial fuente de abastecimiento de agua para los pobladores de esta comunidad.

De acuerdo al marco geológico - geomorfológico existente en el lugar, el aprovechamiento superficial del río San Lucas estaría fuertemente condicionado por los periódicos y destructivos flujos densos (“corrientes de barro”) que ya han ocasionado daños a la infraestructura e incluso pérdidas de vidas humanas.

La presencia de una captación precaria de la vertiente, construida recientemente por algunos pobladores, es indicativo de que existe suficiente dominio topográfico entre ésta y el asentamiento urbano.

Por último, de acuerdo a los resultados brindados por los análisis físicos y químicos de esta fuente subterránea, el agua no presenta condicionamiento alguno para su aprovechamiento.

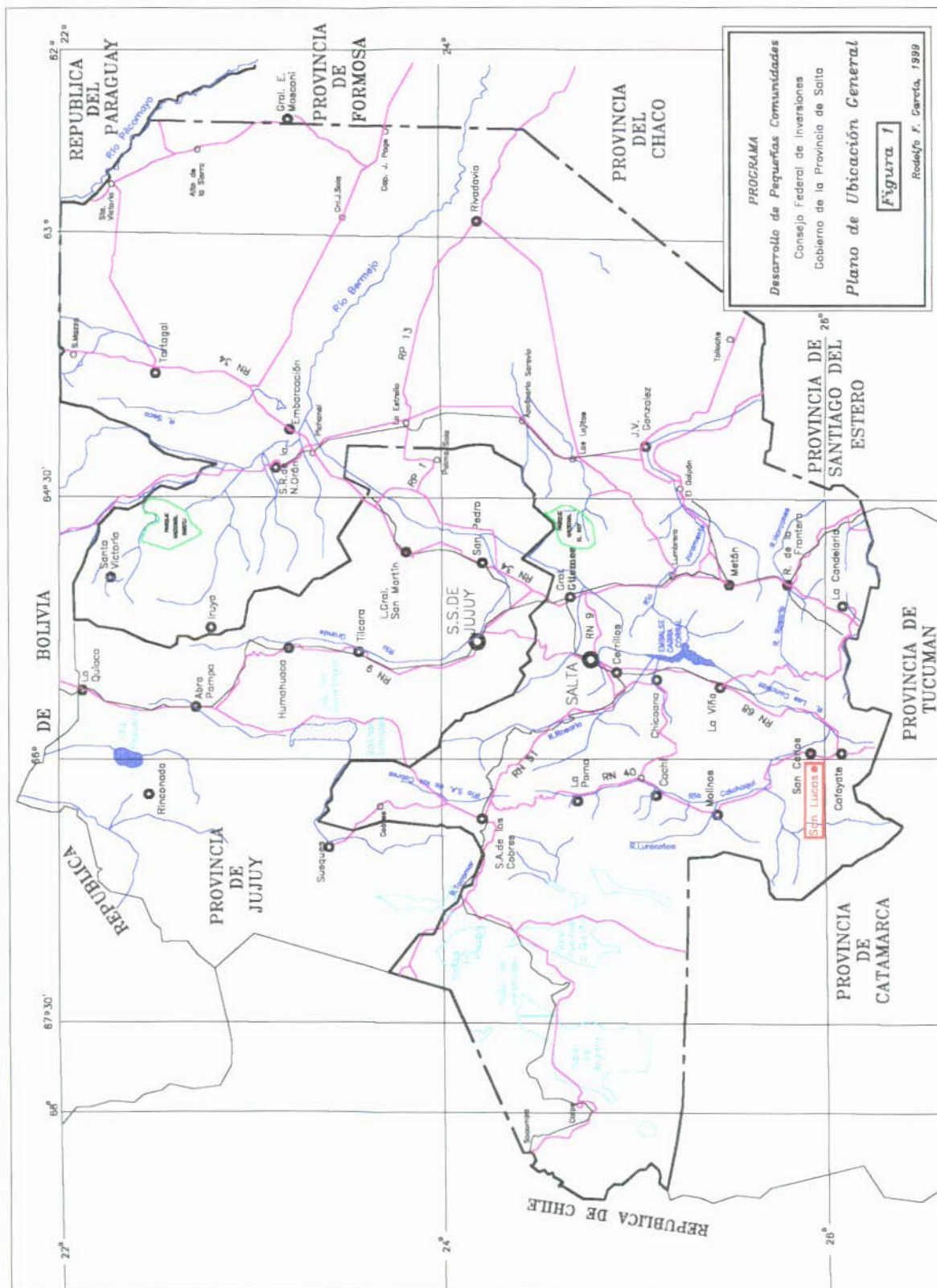
6. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

En función del marco general descrito y del trabajo de campaña realizado, se propone la siguiente alternativa:

1) Realizar la captación de la vertiente con una obra de infraestructura simple y preferentemente pequeña.

La obra puede consistir de una zanja de 1,5 a 2 metros de profundidad y unos 2 o 3 metros de largo, en las inmediaciones del afloramiento rocoso (Formación Puncoviscana) en la cual el agua se captaría por medio de una galería filtrante construida con rocas naturales del lugar, ladrillos o cañerías filtrantes ranuradas (de fibrocemento, hierro, PVC, etc.) rodeada con un lecho prefiltrante. Se deberá tener la precaución de que la parte superior de la captación sea cubierta por una capa de material impermeable (arcilla o plástico) a fin de protegerla de posibles contaminaciones. También se debe proyectar que la obra quede totalmente soterrada y así evitar obstáculos al escurrimiento fluvial superficial.

A partir de la captación se deberá proyectar la conducción en materiales y diámetros acordes, debiéndose prever la construcción de un tramo aéreo. En el lugar que, ingenerilmente convenga, se deberá proyectar una pequeña cisterna y desde allí, realizar la distribución domiciliaria.



REFERENCIAS

- Cuaternario Aluvial
- QT Cuaternario terrazado
- QPM Cuaternario Pie de Monte
- Fm. San Felipe
- Fm. Palo Pinto
- Fm. Angastaco
- Fm. Los Colorados
- Fm. Los Blancos
- Fm. Las Curtiembres
- Fm. La Yesera
- Fm. Puncoviciana } Precámbrico
- ZA Zona Anegada
- AC Area de Cultivo
- Línea de Falla
- Drenaje

PROGRAMA

Desarrollo de Pequeñas Comunidades

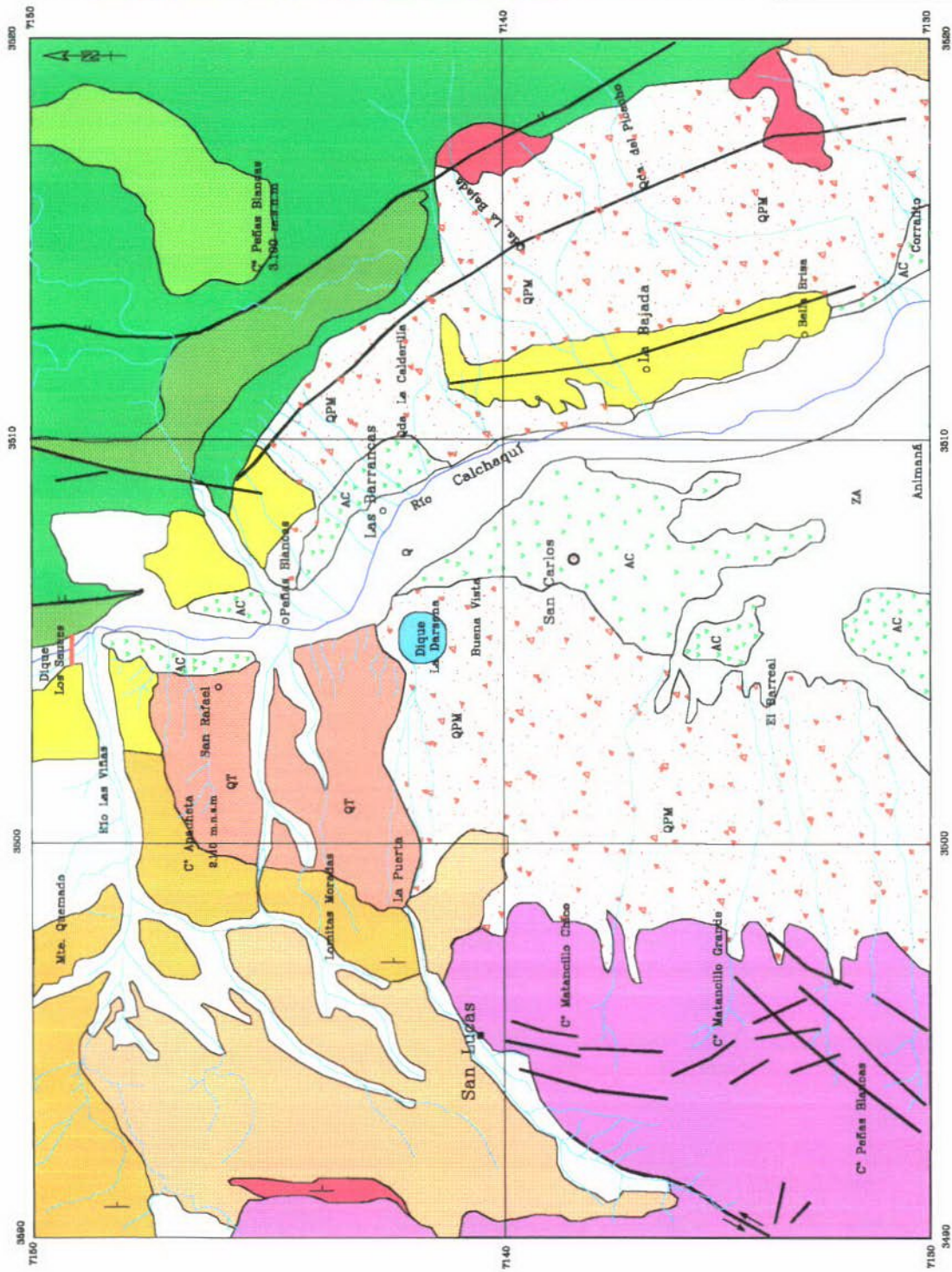
Consejo Federal de Inversiones

Gobierno de la Provincia de Salta

Mapa Geológico

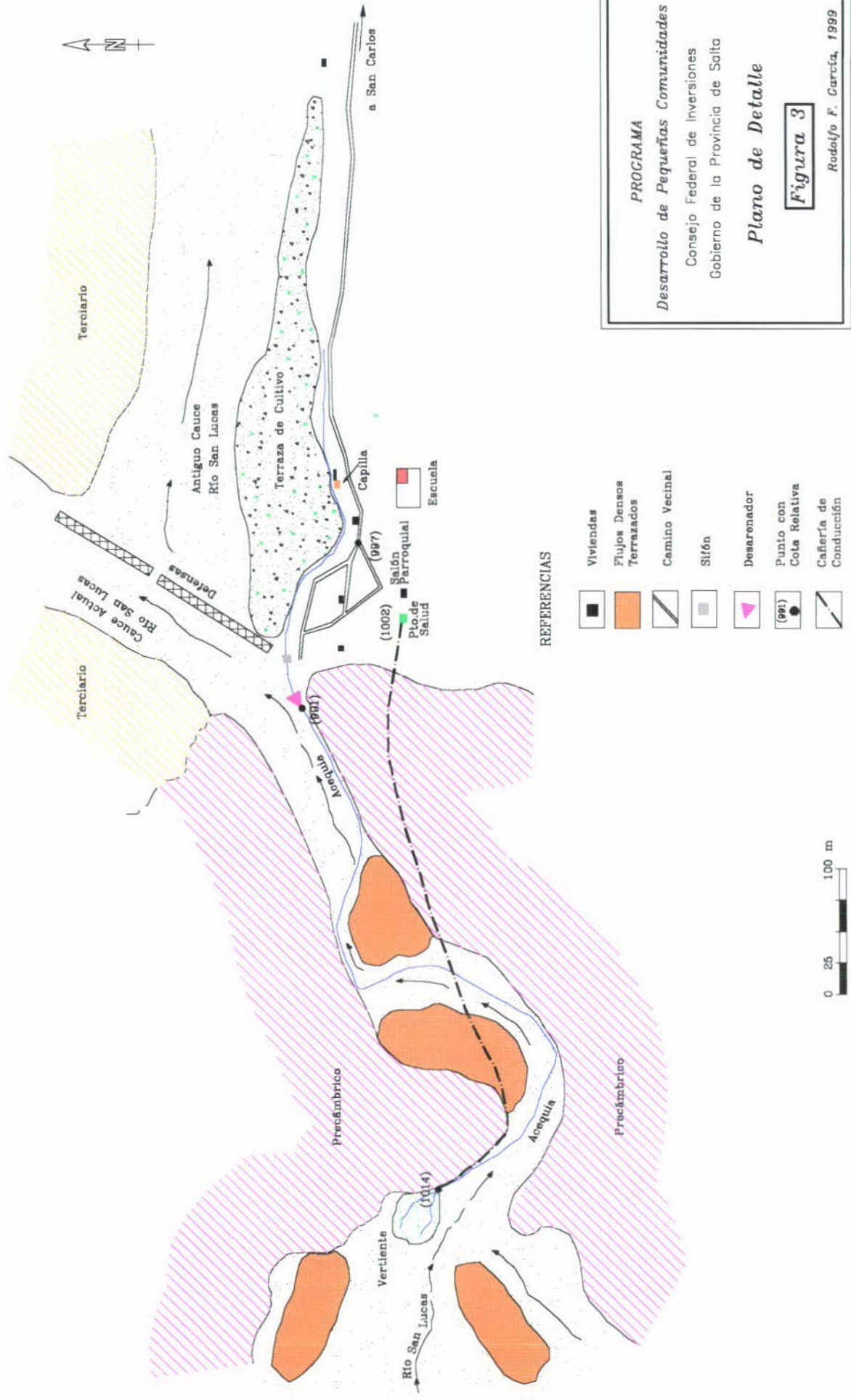
Figura 2

Rodolfo F. García, 1999



Tomado De Barrientos, 1997.





7. ANEXOS

Figura 1: Mapa de Ubicación General

Figura 2: Mapa Geológico

Figura 3: Plano de Detalle de San Lucas

Planilla 1: Análisis Físico - Químico Río San Lucas

Planilla 2: Cómputo Métrico Captación Vertiente

Planilla 3: Presupuesto Estimativo Captación Vertiente

Análisis Físico-Químico
Vertiente

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	260	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO ₃ Ca)	178	400	800		
Dureza total (CO ₃ Ca)	168	200	500		
Color (U.C.)	< 1	5	10		
pH	8.10	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	0.2	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	426		2000		
Sodio	30				
Potasio	5.8				
Calcio	36				
Magnesio	19				250
Cloruros	25	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	217.16	488	976		
Carbonatos	0				
Sulfatos	25	200	400	2000	4000
Hierro total	n.s.d	0.1	0.2		
Manganeso	n.s.d	0.05	0.1-0.5		
Amoníaco	n.s.d				
Nitritos	< 0.01		0.1		10
Nitratos	1.4		45	1000	3000
Fluoruros	0.20	1.5	2.4		2
Boro	< 0.2	0.5	1		
Arsénico	0.01	0.05	0.1	0.15	0.3
Sumatoria Cationes (meq/l)	4.81				
Sumatoria Aniones (meq/l)	4.79				
Error analítico	-0.59	4	8		
Potabilidad	POTABLE				

Análisis 028347. Laboratorio del Ministerio de Salud Pública de la Provincia de Salta (Enero 1999)

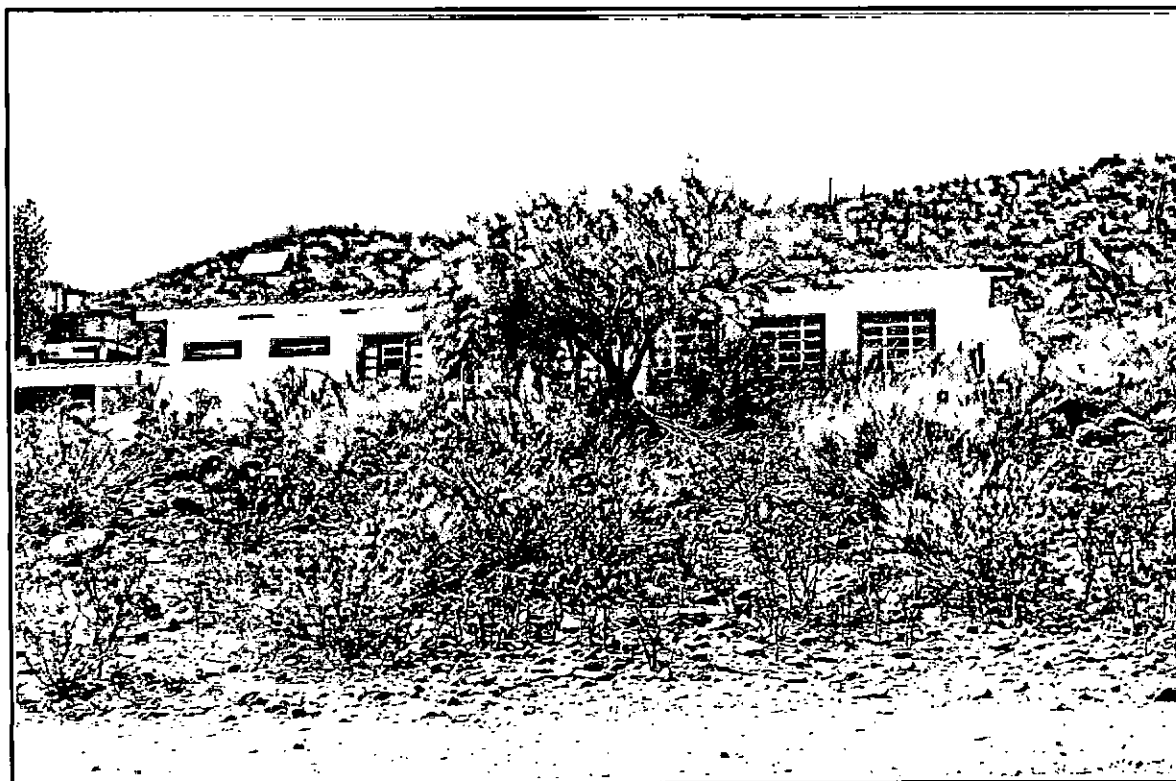
- 500
- Valores inferiores al índice tolerable para el consumo humano
- 1000
- Valores entre el índice tolerable y el admisible para el consumo humano
- 1500
- Valores que superan el índice admisible para el consumo humano

OBRA : CAPTACION DE VERTIENTE					
LOCALIDAD : SAN LUCAS					
COMPUTOS ESTIMATIVOS					
ITEM	DESIGNACION DE LAS OBRAS	UNIDAD DE MEDIDA	DIMENSIONES	CANTIDADES	
				PARCIAL	TOTAL
	RUBRO I				
1	a) Excavación de zanja a mano para colocación de filtros y cañería	m³	3x2x2	12.00	12.00
	b) Excavación de zanja para construcción de cámara colectora	m³	2x2x2	8.00	8.00
	c) Tapado y apisonado de zanja	m³	3x2x2	12.00	12.00
	RUBRO II				
2	a) Provisión de mano de obra y colocación de filtros R.C. de 10" de diámetro	m		3.00	3.00
3	b) Provisión y colocación de material prefiltrante	m³	3x1x1	3.00	3.00
4	Provisión de mano de obra y materiales para la ejecución de defensas para la cámara de carga	gl		1.00	1.00
5	OBRAS EXTRAORDINARIAS				
	a) Cerco perimetral con alambre romboidal en predio de la vertiente	gl		1.00	1.00

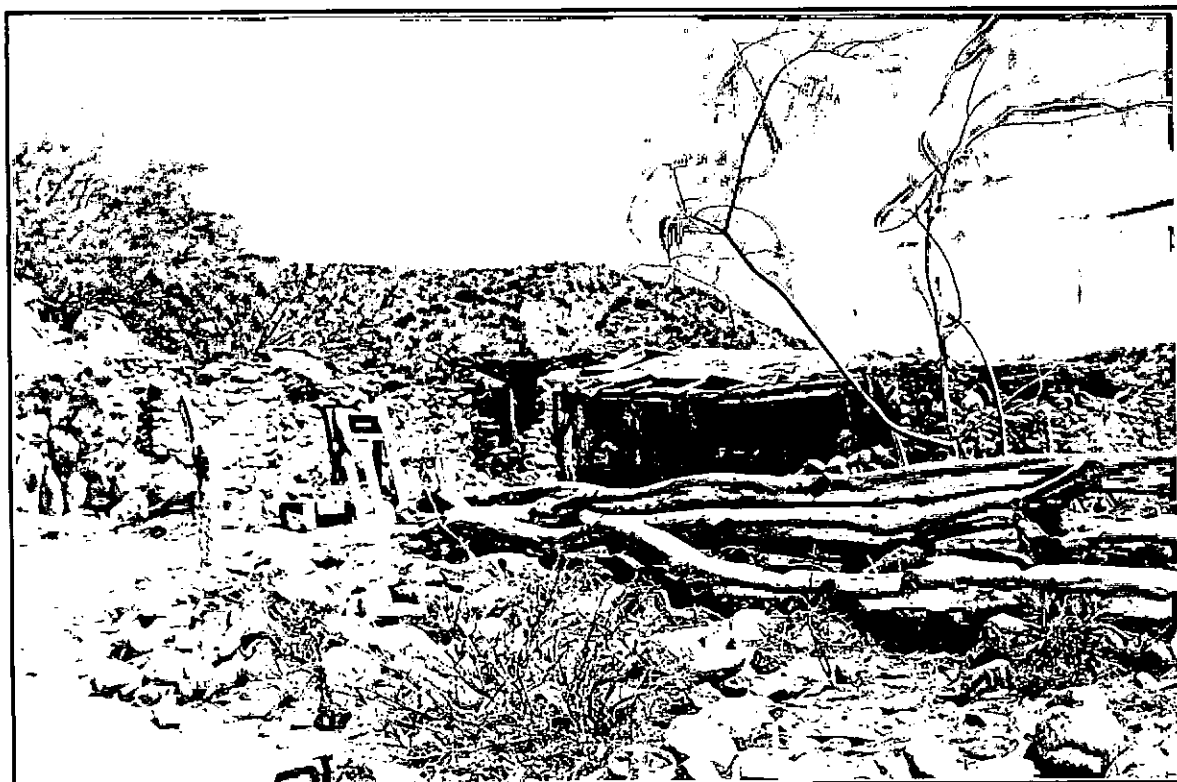
OBRA : CAPTACION DE VERTIENTE						
LOCALIDAD : SAN IUCAS						
COMPUTOS ESTIMATIVOS						
ITEM	DESIGNACION DE LAS OBRAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE DE LAS OBRAS	
					PARCIAL	TOTAL
	<u>RUBRO I</u>					
1	a) Excavación de zanja a mano para colocación de filtros y cañería	m³	12.00	27.00	324.00	
	b) Excavación de zanja para construcción de cámara colectora	m³	8.00	27.00	216.00	
	c) Tapado y apisonado de zanja	m³	12.00	27.00	324.00	864.00
	<u>RUBRO II</u>					
2	a) Provisión de mano de obra y colocación de filtros R.C. de 10" de diámetro	m	3.00	100.00	300.00	
	b) Provisión y colocación de material prefiltrante	m³	3.00	160.00	480.00	
3	Provisión de mano de obra y materiales para la construcción de una cámara de carga	gl	1.00	4000.00	4000.00	4000.00
4	Provisión de mano de obra y materiales para la ejecución de defensas para la obra	gl	1.00	4500.00	4500.00	4500.00
5	OBRAS EXTRAORDINARIAS					
	a) Cerco perimetral con alambre romboidal en predio de la vertiente	gl	1.00	3200.00	3200.00	3200.00

TOTAL 12564.00

8. FOTOS



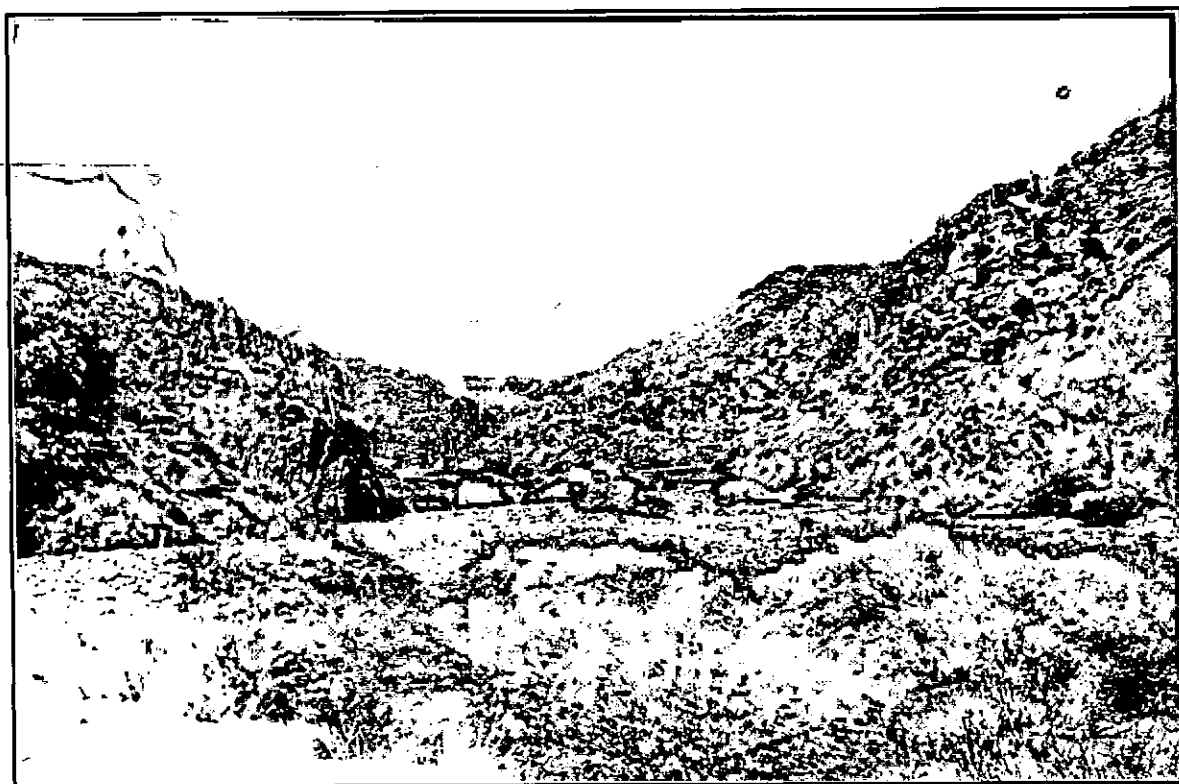
Escuela de San Lucas. Se observa panel solar y tanque elevado



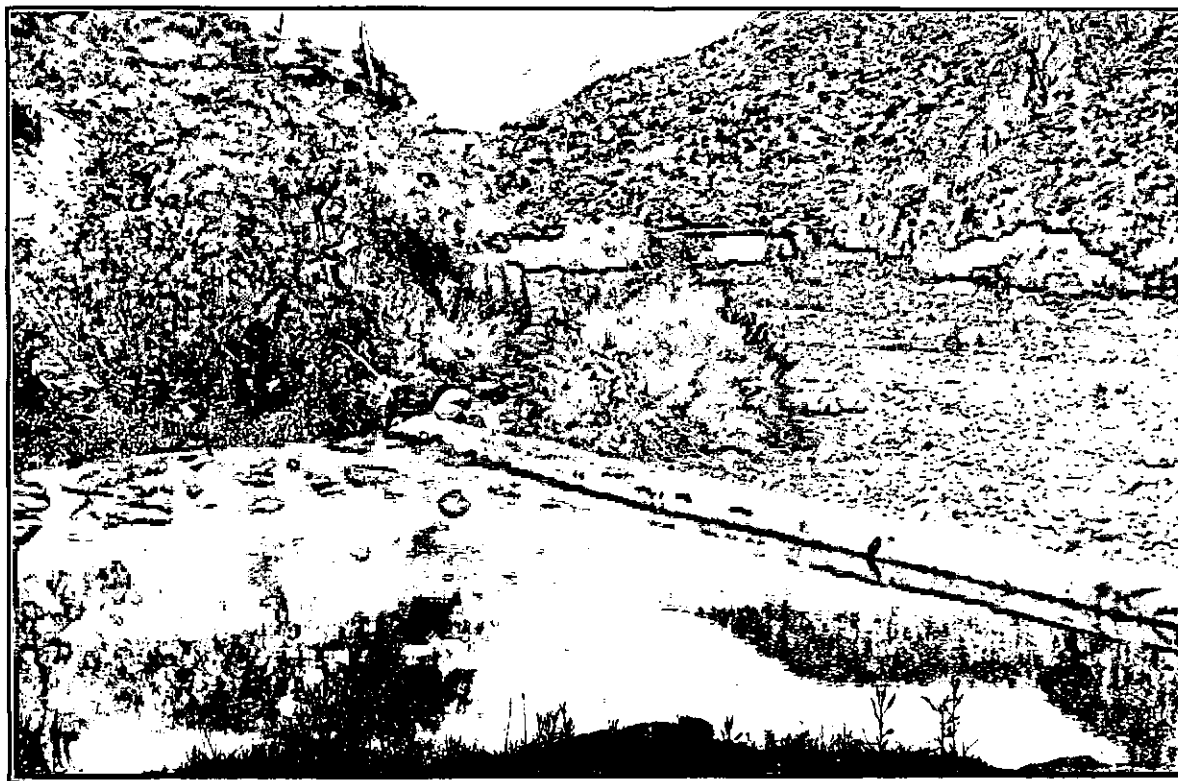
Vivienda típica de San Lucas.



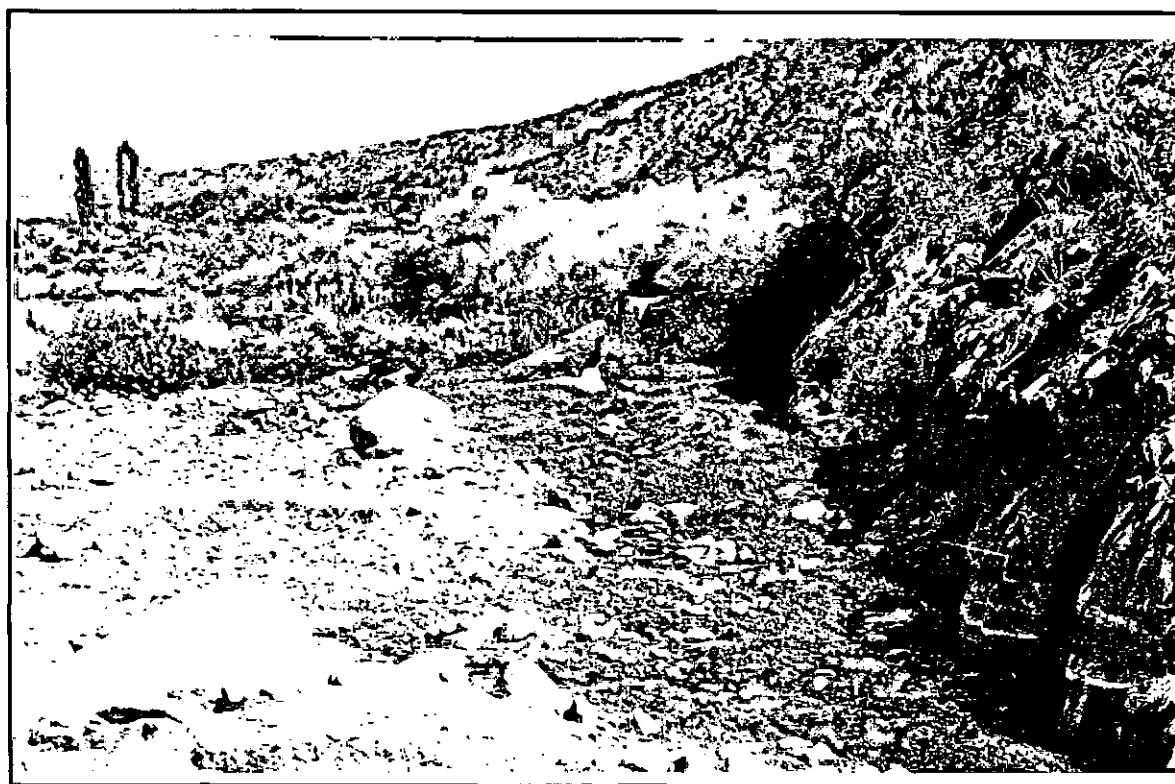
Bomba de ariete de la Escuela de San Lucas.



Vista panorámica de la quebrada del río San Lucas.



Desarenador en la margen derecha del río San Lucas. A la izquierda se aprecia la entrada de agua a través de la acequia.



Vertiente en el río San Lucas. A la derecha se observa los afloramientos precámbricos que actúan como “pantalla” para el escurrimiento subsuperficial.