31449

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Remodelación de las obras de riego del Valle de Santa María, prov. de Catamarca

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE SANTA MARIA

PROVINCIA DE CATAMARCA

Informe Parcial

Tomo II

CATALOGADO

1469

III

Buenos Aires, Diciembre de 1985

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

AUTORES:

HIDROGEOLOGIA

Paladino, Juan José	C.F.I.
Patrouilleau, Rubén	C.F.I.
Gimenez, Martha Ubaldini de	D.H.C.
Segura, Luis Alberto	D.H.C.

GEOFISICA

Calvetty Amboni, Boris	C.F.I.
Rapaccini, Alicia	C.F.I.

COLABORADOR:

TECNICO

Baez, Gustavo	D.H.C.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

TOMO II

INDICE TEMATICO

1. INTRODUCCION 1

2. UBICACION Y EXTENSION DEL AREA DE ESTUDIO 3

3. ASPECTOS HUMANOS 4

4. USO ACTUAL DEL RECURSO SUBTERRANEO 7

5. TAREAS EJECUTADAS-ESTADO DEL CONOCIMIENTO 10

5.1. Recopilación y Evaluación de Antecedentes 10

5.2. Mapa Base Preliminar 12

5.3. Censo de Fuentes 12

5.4. Reconocimiento Geológico 16

5.5. Prospección Geoeléctrica 17

5.6. Aguas Subterráneas 22

5.6.1. Hidrodinámica 22

5.6.2. Hidráulica 24

5.6.3. Hidrogeoquímica 31

5.6.3.1. Características Químicas 32

5.6.3.2. Aptitud del Agua para Riego y Consumo Humano 35

6. CONCLUSIONES PRELIMINARES 37

7. PLAN DE TAREAS COMPLEMENTARIAS PROPUESTO 40

8. BIBLIOGRAFIA 42

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

INDICE DE CUADROS

Cuadro I	Campañas de Perforación en el Valle de Santa María
Cuadro II	Manifestaciones del Valle de Santa María (según censo año 1985)
Cuadro III	Resumen de Datos Principales en Ensayos de Bombeo
Cuadro IV	Resumen de Datos Secundarios en Ensayos de Bombeo
Cuadro V	Parámetros Hidráulicos (según ensayos de bombeo)

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa Base Preliminar
Figura 2	Mapa de Ubicación de Sondeos Eléctricos Verticales
Figura 3	Curvas Indicativas de Presencia de Basamento
Figura 4	Cortes Geoeléctricos AA' - BB' - CC'
Figura 5	Cortes Geoeléctricos DD' - EE' - FF'
Figura 6	Perfiles Hidrogeoquímicos
Figura 7	Mapa de Relación Na^{+}/Ca^{++}
Figura 8	Mapa de Ras-Conductividad
Figura 9	Mapa de Carbonato Sódico Residual

1. INTRODUCCION

Dentro del estudio integral de "Remodelación de las Obras de Riego en Santa María", profesionales del Consejo Federal de Inversiones y de la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Catamarca, han realizado en forma conjunta las tareas de campaña y el procesamiento de la información básica obtenida y existente -compartiendo la redacción de éste informe técnico-, teniendo por objetivo final de ésta etapa la caracterización y diagnóstico del recurso hídrico subterráneo en el Valle de Santa María -Provincia de Catamarca-.

Los trabajos dieron comienzo en el mes de Abril de 1985, habiéndose ejecutado a la fecha del presente un 75 % de las tareas programadas para la primera etapa.

Del análisis de la información suministrada por los trabajos de campaña se fue elaborando parcialmente documentación gráfica e interpretando los distintos resultados, alcanzando un avance en el conocimiento del recurso subterráneo y de sus principios de funcionamiento.

Quedan aún tareas pendientes y en ejecución, que limitan el alcance de éste informe y que pueden ser motivo de revisión de algunas de las conclusiones preliminares que aquí se expongan.

El informe consta de una breve reseña de los rasgos generales más sobresalientes (ubicación y extensión del área, aspectos socio-culturales, etc.), pasando luego a la descripción del aprovechamiento actual del recurso, y a la enumeración y metodología empleada en cada una de las tareas ejecutadas, como así tambien el estado de procesamiento de la información obtenida y la interpretación parcial alcanzada de los resultados.

Por último se considera en forma sintética las conclusiones preliminares logradas, y se plantean las tareas complementarias necesarias y su desarrollo para arribar al diagnóstico definitivo del área de estudio.

Conviene destacar que el caracter parcial del presente informe, implica que se hayan obviado en el mismo algunos aspectos que comprenden la ortodoxia de este tipo de investigación y se abrevien o parcialicen otros.

Esto esta intimamente relacionado al estado de evaluación en que se encuentra cada uno de los temas tratados, a la realización de las tareas complementarias apuntadas y a la información que nos suministrarán los trabajos en ejecución.

2. UBICACION Y EXTENSION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se halla emplazada en el sector Nor-oriental de la Provincia de Catamarca, en el Departamento de Santa María. Este tiene como límites políticos: al Norte, las provincias de Salta y Tucumán; al Este, la provincia de Tucumán; y por el Sur y el Oeste los departamentos de Andalgalá y Belén respectivamente.

El Valle de Santa María, se halla flanqueado por la Sierra de Aconquija al oriente y la Sierras de Quilmes ó de Cajón a occidente, dos barreras geográficas que condicionan naturalmente los límites del estudio.

Los límites Norte y Sur se establecieron en base a la extensión de las actuales áreas de riego y a la existencia de manifestaciones subterráneas, por lo tanto al tratarse de límites arbitrarios -no hidrogeológicos- ~~es~~ difícil de prefijarlos con exactitud. La falta de manifestaciones subterráneas al sur de Punta Balasto, implica en la práctica que dicha localidad se considere como límite sur del estudio en lo que se refiere a las características hidrodinámicas, hidráulicas e hidrogeoquímicas del recurso subterráneo, mientras la prospección geoeléctrica, las observaciones geológicas y geomorfológicas se extienden bastante más al Sur y al Oeste de la misma.

El límite septentrional se fijó inmediatamente al Norte de la localidad de Fuerte Quemado.

En sentido estricto, el área de estudio comprende una superficie aproximada de 210 km2, considerando una longitud de 42 km a lo largo del Valle entre Fuerte Quemado y Punta Balasto, y un ancho medio entre sierras de 5 km.

Las coordenadas geográficas que enmarcan el área de estudio en su conjunto (Límites del Mapa Base Preliminar) son las siguientes:

26° 37' - 27° 03' Latitud Sur

65° 59' - 66° 19' Longitud Oeste

3. ASPECTOS HUMANOS

La zona de estudio se enclava en el Valle de Santa María, Departamento del mismo nombre, cuya cabecera y principal asentamiento humano, comercial y económico se halla establecido en la ciudad de Santa María con 5.380 habitantes, según el último censo nacional (1980). La totalidad de habitantes del Departamento es de 13.129, los cuales se distribuyen en varias localidades a ambas márgenes y a lo largo del río homónimo. De Norte a Sur podemos enumerar a las localidades de El Puesto; Recreo; La Soledad; Loro-Huasi; La Loma; San José y Palo Seco sobre margen derecha, y Fuerte Quemado; Las Mojarras; El Cerrito; Lampacito; Chañar Punco; Medanitos; Famatanca y San José Banda en la margen izquierda.

Otros asentamientos menores se presentan en las estribaciones serranas del Aconquija o muy cercanos a ellas, como ser Entre Ríos, Andalhuala, Ampajango y Pajanguillo.

En el extremo sur del valle donde el río Santa María se recuesta sobre la Sierra de Quilmes, se asienta -sobre margen derecha del río- la localidad de Punta Balasto.

La principal actividad económica es la agricultura, principalmente el cultivo de pimiento, vid y frutales. La superficie cultivada puede estimarse aproximadamente en 3.000 Ha, las que son regadas por agua superficial proveniente de distintas secciones del río Santa María, conducida a través de canales y acequias hasta las zonas de regadío.

El agua subterránea tambien es utilizada para riego, mediante captaciones verticales. (ver 4.)

Los propietarios de las tierras (principalmente minifundios) en su gran mayoría, se encuentran organizados en cooperativas de regantes.

La actividad ganadera es poco significativa, predominando la producción de caprinos y lanares.

La industria se halla escasamente desarrollada y la existente (molinos pimenteros, bodegas y elaboración de productos regionales) está íntimamente relacionada con el producto de la actividad agrícola.

La escasez de fuentes de trabajo, torna en precarias las condiciones generales de vida de la población. Muchos pobladores se ven obligados, en determinadas épocas del año a emigrar a provincias vecinas (Tucumán y Salta) en busca de ocuparse en otras actividades productivas (principalmente durante la zafra).

Un recurso potencial del valle es el turismo, un clima benigno en primavera y otoño, hermosos y multicolores paisajes que brindan las sierras que limitan el valle, como así tambien los innumerables restos culturales indígenas (depósitos arqueológicos de Loma Rica, Fuerte Quemado, petroglifos de Ampajango, etc.) dan un marco ideal para el descanso y el esparcimiento. Lamentablemente, la falta de una infraestructura adecuada (Hotelería, caminos, actividades culturales, comidas y esparcimientos regionales, etc.) impide este tipo de explotación en la actualidad.

La energía es suministrada por la Dirección de Energía de Catamarca, mediante una usina termoeléctrica con asiento en Ampajango que proveé el 85 % del total de la capacidad energética del Departamento y una central hidroeléctrica emplazada en la misma , la cual aprovecha las aguas del río homónimo, produciendo el 15 % restante.

El actual sistema de abastecimiento de agua potable está a cargo de Obras Sanitarias de Catamarca. (ver 4.).

El acceso principal al valle se realiza desde el Norte por dos vías: la primera por la Ruta Nacional Nº 40 desde la Provincia de Salta (Cafayate), previo recorrido de aproximadamente unos 40 km en territorio Tucumano; la segunda vía es una ruta provincial que sale a la altura de la ciudad de Santa María, que se dirije al límite provincial con Tucumán y continúa hasta Amaicha del Valle, pasando por Tafí del Valle y desembocando en la Ruta Nacional Nº 38 en Acheral. La Ruta Nº 38 comunica las ciudades de Tucumán y Catamarca. La Ruta Nacional Nº 40, atraviesa todo el valle y lo conecta hacia el SW con las localidades de Belén y Tinogasta.

Al sur de Punta Balasto se desprende de la Ruta Nacional Nº 40, la Ruta Nacional Nº 63, que completa la red caminera principal, accediendo a Andalgalá.

Caminos secundarios, vecinales y huellas completan la red vial del valle, comunicando las localidades, poblados, puestos, etc. Salvo aquellos que atraviesan "wadales" o zonas medanosas, los restantes son transitables todo el año con vehículos de tracción simple.

El transporte consiste en microomnibus de larga distancia, que diariamente arriban a Santa María provenientes de la capital catamarqueña (vía Belén ó Acheral) y de San Miguel de Tucumán y viceversa.

Es evidente que la ventaja de acceder a provincias vecinas (Tucumán y Salta) más facilmente que a la propia capital provincial, dificulta enormemente la integración entre ambas, producto de la falta de una interrelación económica y cultural.

4. USO ACTUAL DEL RECURSO SUBTERRANEO

El riego, el abastecimiento de agua potable y el uso doméstico concitan casi exclusivamente la totalidad de los volúmenes producidos en las captaciones, quedando relegado a un segundo plano los usos ganadero e industrial.

Los pozos cavados suministran agua para uso doméstico, y la extracción se realiza mediante balde o bomba sapo (bomba de mano). El avance del servicio de agua potable ha producido el abandono de ésta forma rudimentaria de captación, por lo cual en la actualidad gran parte de las mismas se hallan en desuso, o bien en uso ocasional cuando se presentaninconvenientes en el sistema de abastecimiento.

La provisión de agua potable está a cargo de Obras Sanitarias de Catamarca, por medio de 6 perforaciones distribuidas de la siguiente forma: tres en la banda izquierda (Fuerte Quemado, Chañar Punco y San José Banda Sur) y tres en la banda derecha (Recreo, Santa María y Punta Balasto).

La Banda derecha se abastece de agua superficial a través de la Usina de Ampajango, con excepción de la planta urbana de Santa María, La Soledad y El Recreo que son aprovisionadas por agua subterránea de los pozos de Santa María (SM 102) y de Recreo (SM 85).

El consumo diario, estimado en base a caudales medidos e informados, y a regímenes de explotación suministrados por terceros es aproximadamente de 2.500 m3. Los caudales promedios producidos por las captaciones superan los 60 m3/h, con excepción de los pozos de Fuerte Quemado (SM 20) y Punta Balasto (SM 105), que arrojan volúmenes de 7,5 y 6,0 m3/h respectivamente.

La perforación de Chañar Punco (SM 63) es la única de las mencionadas, que además de abastecer de agua potable a la zona comprendida entre dicha localidad y Fuerte Quemado, es utilizada tambien para riego. De Chañar Punco hasta el sur de la zona de regadío, sobre la banda izquierda, la provisión depende del pozo de San José Banda Sur (SM 99).

La Dirección Nacional de Geología y Minería construyó entre los años 1942 y 1946 una serie de perforaciones destinadas a abastecimiento de agua potable para Obras Sanitarias de la Nación, que luego fueron transferidas conjuntamente con los servicios a Obras Sanitarias de Catamarca.

Estas perforaciones se hallan en la actualidad en desuso, debido a sus bajos caudales y a ciertas deficiencias técnicas originadas en la antigüedad de las mismas y de sus instalaciones, al haber cumplido ampliamente el período de vida útil. Solamente se hallan en servicio las captaciones ya referidas de Fuerte Quemado y Punta Balasto.

El incremento poblacional y la particularidad de su distribución a lo largo del valle tornó insuficientes los caudales arrojados por los pozos de la D.N.G.M., que otrora fuera la fuente principal de abastecimiento, y determinó que los mismos debieran ser reemplazados por pozos ejecutados por la Dirección Provincial de Geología y Minería de Catamarca, con producciones varias veces superiores y acorde a la necesidades de consumo.

En el Cuadro I se sintetizan las distintas campañas de perforaciones realizadas en la zona de estudio, el organismo o empresas ejecutoras, el uso al que fue destinado y el comitente para quien se realizó las mismas.

Cuantitativamente el agua utilizada para riego, es la principal oferta a que se somete al recurso subterráneo. Esta se produce mediante captaciones verticales convencionales, de profundidades y diámetros variables. El distanciamiento mínimo de los pozos más frecuente es de 400 a 500 m aproximadamente.

Los pozos se hallan provistos, casi en su totalidad, de bombas de eje vertical, accionadas con motores eléctricos (63 %) y a explosión (37 %).

La escasez de energía a lo largo de todo el valle, impide el reemplazo de los motores a combustión por motores eléctricos, y limita enormemente la autonomía de los que son accionados por esa fuente.

Las electrobombas sumergibles, de muy escasa difusión (13 % -especialmente para agua potable-), no han prosperado a pesar de sus ventajas, debido a que la gran mayoría de los pozos arrojan sedimentos de fracciones arenosas, que gravitan notablemente sobre la vida útil del equipo de bombeo.

La capacidad instalada para riego consiste en 70 perforaciones profundas -entre 50 y 140 m-, de las cuales solamente 40 se utilizan en la actualidad, hallándose las restantes en desuso, bien porque han sido reemplazadas por otras captaciones por problemas de rendimiento o funcionamiento, o por deterioro de las instalaciones de bombeo (Bomba y/o motor).

El caudal promedio por pozo puede estimarse en base a aforos confiables, expeditivos e informados, en 165 m3/h.

Aunque el período anual de uso depende: de la superficie a regar; del tipo de cultivo; del uso privado o cooperativo; de la disponibilidad de agua superficial: etc., puede convenirse como generalidad que el riego comienza en la segunda quincena de setiembre y culmina a principios del mes de marzo. En términos más estrictos y considerando los meses de máximo consumo, de octubre a febrero, se tiene un uso anual de 150 días.

El uso diario promedio de cada captación se estima en 10 horas, esta apreciación tiene las mismas limitaciones que las mencionadas precedentemente, además de aquellas relacionadas con el caudal de la perforación, el costo del combustible o la disponibilidad de energía.

En una primera aproximación, podemos establecer que el gasto anual producido en toda el área de estudio por las perforaciones que captan agua subterránea para riego es de 9,9 hm3. Si a esto le sumamos 0,9 hm3/año, que es el consumo estimado en la provisión de agua potable, alcanzamos una oferta total del recurso subterráneo de 10,8 hm3/año.

5. TAREAS EJECUTADAS - ESTADO DEL CONOCIMIENTO

5.1. Recopilación y Evaluación de Antecedentes

El aporte de información no documentada brindada por particulares, autoridades y técnicos de la Provincia, a pesar de su carácter anónimo, representó una colaboración de alto valor para el objetivo final del trabajo.

El archivo de la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Catamarca -Dto. Aguas Subterráneas- (13), permitió acceder a los perfiles litológicos y eléctricos (en algunos casos) de las captaciones ejecutadas en el valle por sucesivas campañas de perforaciones de organismos nacionales y provinciales. Respecto a estos antecedentes, la tarea que aún demanda la correlación de los mismos con los pozos censados, es compleja, debido a la dificultad de identificación y correspondencia entre ambos, dada la falta de referencias precisas en los croquis de ubicación. No obstante, ha podido desentrañarse la mayoria de los casos presentados, a través de una prolija y desgastadora campaña de investigación quedando pendiente de resolución o verificación de solo algunas captaciones.

Se cuenta con gran parte de los antecedentes documentados del área de estudio, tanto de investigaciones locales como regionales. A continuación se hará referencia sobre aquellos que por sus observaciones, elaboración, recopilación y/o recolección de información básica, representan relevantes contribuciones al conocimiento de los recursos naturales y especialmente a los aspectos geológicos e hidrogeológicos:

- En cuanto a la caracterización climática de la cuenca a la cual pertenece la zona de estudio, si bien los registros disponibles de los parámetros meteorológicos son escasos, incompletos y de distribución irregular, es destacable el trabajo del Ing. Adolfo A. Marchetti (10).

- Sobre la geología y la geomorfología del valle deben mencionarse, la hoja geológica 11 e, del Servicio Nac. Min. Geol. (17), y el trabajo del Dr. Ricardo D. Pernas de la Dirección Nacional de Geología y Minería (14). Este último sobresale principalmente por la agudeza del autor en las observaciones, descripciones y evolución geológica de los distintos niveles pedemontanos.

  El Mapa Geológico de G.E. Bossi presentado en las IV Jornadas Culturales del Valle Calchaquí, abarca todo el Valle de Santa María y parece ser el trabajo más completo y de mayor detalle realizado hasta la fecha. De la estratigrafía del valle se han consultado los trabajos de Galván y Ruiz Huidobro (7); Ruiz Huidobro (17) y el de Bossi y Palma (4).

- Los datos Hidrológicos del Río Santa María y sus afluentes son deficientes y corresponden a registros realizados por Agua y Energía Eléctrica (2), (6), (14), y a observaciones y aforos realizados por la D.N.G.M. (14) en los distintos cursos del valle.

- Los informes geoeléctricos consultados (3), (19) y (23), no han sido considerados por no compartirse la metodología empleada.

- Por último, con referencia al recurso subterráneo es digno mencionar casi con exclusividad los trabajos del Dr. Ruiz Huidobro (16) y el del Dr. Pernas (14). El del primero constituye un aporte preliminar sin generación de información primaria, reconociéndosele un valor importante por ser una de las más antiguas contribuciones al conocimiento de las aguas subterráneas y su entorno.

  El trabajo del Dr. Pernas comprende la totalidad del Valle de Santa María y tiene el carácter de un informe preliminar, originando información básica, a pesar de lo cual no avanza en esta disciplina más allá de las definiciones alcanzadas por el primero de los nombrados.

  En el informe final de la etapa de diagnóstico, se ampliarán las consideraciones y la evaluación de los antecedentes existentes.

5.2. Mapa Base Preliminar

Sobre los fotomosaicos en escala aproximada 1:50.000 del Servicio Geológico Minero, identificados en el fotoíndice como 19C3; 19C4; 19D3; 19D4; 24A3 y 24A4, se confeccionó un mapa base preliminar (fig. 1). En este se volcaron los rasgos planimétricos más sobresalientes, como ser, río Santa María y sus afluentes principales; cursos de drenaje temporarios; zonas de cultivos; caminos principales, secundarios y vecinales; etc. Las fuentes censadas durante los trabajos también se graficaron sobre el mapa, previo traspaso de los puntos desde los fotogramas utilizados en campaña a los fotomosaicos de base.

El límite Hidrogeológico occidental (margen izquierda del río Santa María), queda manifestado en el mapa por el contacto entre los afloramientos de rocas del basamento cristalino de la Sierra de Quilmes o de Cajón y los conos aluviales que bajan de la misma.

En la margen derecha del río, el límite queda definido tentativamente por el momento, por la máxima expresión hacia occidente de los afloramientos del complejo terciario adosado a la Sierra de Aconquija. Se estableció tal límite hidrogeológico, por considerar a las sedimentitas terciarias del Grupo de Santa María poco aptas para permitir el flujo subterráneo por porosidad primaria.

El carácter preliminar del mapa exige una revisión, complementación y corrección de todos los componentes planimétricos o interpretativos para alcanzar el mapa base definitivo.

Debemos destacar la colaboración del geólogo Gustavo Baez (Dir. Hid. de Catamarca) en la elaboración de dicho mapa base.

5.3. Censo de Fuentes

De la recopilación y evaluación de los antecedentes existentes, principalmente del censo realizado por el Dr. Ricardo D. Pernas (D.N.G. y M.) en el año 1965 se identificó previamente parte de las fuentes disponibles.

Posteriormente se procedió a una pormenorizada búsqueda de todas las captaciones instaladas a lo largo del Valle de Santa María, desde Fuerte Quemado al Norte hasta Pié de Médano al Sur y a su reconocimiento. Este consistió en la obtención de toda la información directa (medición de niveles piezométricos; profundidad de la captación; extracción de muestra de agua; caudal de producción; características del equipo de bombeo; particularidades morfológicas, sedimentológicas y de vegetación del emplazamiento; identificación y correlación con la documentación existente; etc), e indirecta suministrada por terceros (propietarios, perforistas, autoridades, baqueanos, etc.). La información obtenida en cada una de las manifestaciones censadas, se volcó en planillas confeccionadas a tal efecto. (En el Cuadro II, se sintetizaron los datos más sobresalientes de pozos y perforaciones).

Se reconocieron 146 fuentes en toda la zona de estudio, de las cuales 41 pertenecen a pozos cavados, 96 a pozos perforados, 5 a pozos cavados-perforados, 3 a muestras de agua superficial del río Santa María extraídas en distintas secciones del mismo (a la altura de Santa María, de Palo Seco y de Pié de Médano), y 1 correspondiente a un manantial en las inmediaciones de Pié de Médano.

Durante la etapa de censo se obtuvieron 80 muestras de agua para la caracterización físico-química, pertenecientes a 76 captaciones subterráneas y a 4 fuentes superficiales. En una primer campaña (precenso) se extrajeron 9 muestras de agua pertenecientes a distintas manifestaciones, distribuidas de tal forma que permitieron mediante análisis completos tener una idea previa del comportamiento químico de las aguas del subsuelo. En la segunda campaña (Censo), se tomaron las restantes muestras, las que fueron sometidas a análisis selectivos de los iones más relevantes.

Las muestras fueron extraídas por bombeo en algunos pozos, y con muestreador en aquellos sin equipos instalados.

Los niveles de agua se midieron con sondas piezométricas luminosas, constituídas con cable graduado al centímetro. El nivel de referencia sobre el cual se registraron las mediciones, se varió de acuerdo a las limitaciones que imponía el tipo de captación y las instalaciones del equipo de bombeo.

En los pozos cavados se midió sobre el brocal, en los perforados con bomba de eje vertical sobre la base de la misma, y en aquellos perforados sin equipo de bombeo o con electrobombas sumergibles sobre la cañería de entubado.

A pesar del esfuerzo operativo puesto de manifiesto durante ésta etapa, no todas las fuentes pudieron ser muestreadas y determinados sus niveles piezométricos. La toma de muestras se vió impedida en muchos casos, ante la presencia de aceite dentro del pozo; contaminación con materia orgánica, o bien por la imposibilidad de poner en funcionamiento las bombas. Otros fueron descartados deliberadamente debido a la proximidad a otra fuente muestreada. La medición de los niveles piezométricos fue en general dificultosa, e infructuosa en aquellos pozos con cabezales de bomba que no pudieron ser levantados, o donde la abundancia de aceite enmascaraba las medidas, tornándolas poco confiables.

A los fines de poder realizar la correlación litológica y estratigráfica, y de introducirse en el conocimiento de la hidrodinámica subterránea, se hallan en ejecución, en el momento de la confección de éste informe, los trabajos finales tendientes a la obtención del acotamiento al 0 del Instituto Geográfico Militar de todas las manifestaciones censadas. Dicha cota es medida sobre el nivel de referencia donde se registró la profundidad del nivel de agua.

Todos los puntos censados fueron ubicados durante la campaña en fotogramas de escala 1:50.000 (Año 1968), y luego volcados en fotomosaicos de escala aproximada con motivo de la confección del Mapa Base Preliminar.

Con excepción de los pozos emplazados en la localidad de El Puesto, los cuales se ubicaron en principio tentativamente, dado los cambios planimétricos ocurridos desde la realización de los vuelos a la actualidad (traza de caminos, desmontes, etc.), los restantes se ubicaron con aceptable precisión para la escala de trabajo.

Como única alternativa viable para la correcta disposición de los pozos de El Puesto, se encomendó a la comisión de Topografía actualmente en campaña, la ubicación planimétrica de todas las captaciones del área.

Los pozos estériles de Punta Balasto (SME 3 y SME 4), se ubicaron en forma aproximada, ya que además de no presentar ningún tipo de instalación ni rastro en superficie, el informante más confiable marcó los mismos dentro de un radio bastante amplio.

La distribución areal de las fuentes subterráneas relevadas es heterogénea, presentando dos particularidades principales:

- El 95 % de las captaciones censadas se distribuyen en ambas bandas en el sector norte y centro del valle, desde Fuerte Quemado hasta San José en la Banda izquierda, y desde El Puesto a Casa de Piedra sobre la banda derecha.

  El 5 % restante se emplaza en la banda derecha del sector Centro-Sur y Sur del valle, entre La Puntilla (SM 144) y Pié de Médano (SM 107). Con excepción de los mencionados anteriormente, los demás se concentran en la localidad de Punta Balasto.

- Otra característica sobresaliente de la disposición planimétrica de las captaciones censadas, es la alineación de las mismas en el sentido longitudinal del valle, aproximadamente paralela al eje del río Santa María, o según el trazado de la Ruta Nacional Nº 40 y de caminos secundarios y vecinales.

No obstante los incovenientes y limitaciones presentadas, el porcentaje de datos primarios obtenidos previa depuración (selección y descarte), puede considerarse aceptable para el análisis y evaluación del recurso hídrico subterráneo del Valle de Santa María.

5.4. Reconocimiento Geológico

Las observaciones geológicas desarrolladas desde el inicio de los trabajos de campo hasta la confección de este informe, consistieron en un relevamiento expeditivo del área comprendida por el estudio, especialmente en el faldeo occidental de la Sierra de Aconquija y en la margen derecha del río Santa María al Sur del extremo austral de la Sierra de Quilmes. Se atendió con mayor énfasis los afloramientos de sedimentos terciarios, su yacencia, estructura, disposición, constitución litológica, etc.

Como elemento de base de tal reconocimiento se utilizarón los fotogramas del Servicio Geológico Nacional, en escala 1:50.000. El análisis estereoscópico de los pares fotográficos, sirvió de apoyo a las observaciones de campaña y permitió la visualización de las principales características de la morfología y del drenaje.

La información obtenida de éste relevamiento expeditivo es insuficiente, aún para realizar conclusiones preliminares, dado que las mismas tratarían algunos aspectos particulares, secundarios, o bien se presentarían muy parcializadas.

En próxima campaña se prevé completar las observaciones geológicas, siempre priorizando el comportamiento de las formaciones terciarias y toda la información necesaria para la confección de un Mapa Geológico y otro de Morfología-Drenaje.

La única información directa de la constitución litológica del subsuelo, la proveen los perfiles de las perforaciones ejecutadas en el valle. La calidad de la misma es deficiente y heterogénea, producto de descripciones en su mayoría poco confiables. La típica sedimentación de los depósitos aluviales que cubren el valle, se caracterizan por cambios verticales y horizontales muy frecuentes y en cortos trechos, que sumado a perfiles litológicos relativizados por lo expuesto anteriormente, complican sobremanera la identificación de niveles estratigráficos y su correlación.

Antes de culminar con la etapa de diagnóstico y una vez completados los trabajos en ejecución (acotamiento de pozos y ubicación planimétrica), se intentará compatibilizar los perfiles más confiables con los resultados arrojados por los sondeos eléctricos, tratando de esquematizar la forma y distribución de aquellos niveles que sirvan de apoyo para la caracterización hidrogeológica.

5.5. Prospección Geoeléctrica

El complejo acuífero en estudio está constituido por sedimentos cuartarios superpuestos a formaciones terciarias o a rocas del basamento cristalino. Las perforaciones existentes, o por lo menos aquellas de las que se tienen datos útiles, no permiten una evaluación de la potencia del complejo acuífero, cuya determinación puede ser intentada mediante un método de prospección geofísica

En el presente caso se programó la aplicación del método de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) en la hipótesis de que los contrastes eléctricos entre el relleno cuartario y el basamento hidrogeológico lo permitirían, debido a que las formaciones terciarias son eléctricamente conductivas y las metamorfitas del basamento cristalino, muy resistivas.

Los cortes geoeléctricos así generados y su correlación con los perfiles litológicos de las perforaciones existentes, permitirán definir la geometría del complejo acuífero, tanto en su condición de borde como hidroestratigráfica. Ambos elementos apoyarán la definición del modelo hidrogeológico a plantear.

En una primera etapa, que puede considerarse de reconocimiento amplio, se han medido 46 SEV mediante el dispositivo de Schlumberger, cuya ubicación, longitud final y rumbo de alas se muestran en el mapa de la figura Nº 2. Las planillas de medición y curvas de resistividad aparente (o curvas de campo) se incluyen en el Anexo. Puede allí advertirse que la longitud final entre electrodos de corriente (AB final) varía entre 320 y 2.000m, longitud máxima programada para esta etapa. El instrumental empleado se integró con un milivoltímetro, un miliamperímetro (ambos electrónicos) y una fuente de poder de 250 vatios de potencia, de marca GEOELEC.

Entre las descripciones litológicas de las perforaciones conocidas, se cuenta con un solo pozo que llega hasta basamento cristalino (SM 38 Las Mojarras), ubicado a poca distancia de la Sierra del Cajón, en un lugar poco favorable para la medición de un sondeo paramétrico, por lo que la identificación eléctrica de este basamento queda supeditada al comportamiento de las curvas de resistividad aparente. Curvas cuyo último tramo es escendente y con una pendiente próxima a 45° son indicativas de un sustrato muy resistivo, tales los casos de los SEV 16, 23 y 55 (figura Nº 3), el primero medido en el lecho del río Santa María, 500 m al este de la Sierra del Cajón; el segundo 500 m al oeste del afloramiento conocido como el Cerrito y el tercero entre Pié de Médano y la Sierra del Cajón, por lo que en los tres casos se puede identificar dicho sustrato resistivo con basamento cristalino, pese a la falta de evidencia directa.

Por otra parte, no hay evidencias de que alguna perforación haya atravesado formaciones terciarias, por lo que, para contar con parámetros útiles se midieron algunos sondeos eléctricos sobre formaciones terciarias aflorantes. De ellos, el mas representativo es el SEV 38 (Anexo) medido en el camino Palo Seco - Entre Ríos y en el que se obtuvieron, para el terciario, resistividades comprendidas entre 5 y 10 ohmios metro, valores que siendo representativos de dichas formaciones, no son exclusivos de ellas del mismo modo que sus resistividades no se hallan estrictamente restringidas al rango comprendido entre los valores citados.

Efectuadas las mediciones, el análisis de la información se efectuó por comparación de las curvas de campo con curvas de catálogo y por cálculo computarizado, aplicando en este caso el programa de Zohdy(24 y 25).

Con los resultados obtenidos se han dibujado seis cortes geoeléctricos, tres de ellos transversales al Valle y coincidentes con las trazas AA', BB' y CC' y tres al sur del extremo austral de la Sierra del Cajón, correspondientes a las trazas DD', EE' y FF'.

<u>El corte AA'</u> (figura Nº 4), construido en base a cinco SEV, muestra un progresivo hundimiento del basamento cristalino de oeste a este a partir de los afloramientos de la Sa. del Cajón. Su profundidad bajo el lecho del río Santa María fue calculado en 210 m, mientras que en el SEV 17, no es detectado, pudiendo afirmarse

que en este punto el relleno sedimentario tiene un espesor mínimo de 500 m.

En los SEV 20 y 22 ubicados en el estremo este del perfil se detectan capas conductivas que pueden corresponder a terciario, o cuando menos, a redepositaciones del terciario en capas probablemente arcillosas, de baja a muy baja permeabilidad. La profundidad de estas capas es del orden de los 250m.

El corte BB',ubicado a la altura de El Cerrito, fue dibujado en base a tres SEV y al afloramiento conocido con este nombre. La cantidad de datos para la escala del gráfico es deficiente, pero en etapa posterior se medirán en esta línea 3 o 4 SEV más, uno en el lecho del río, otro entre la sierra y el SEV 23, etc. La longitud del SEV 25 quedó limitada por la topografía, por lo que su penetración efectiva es reducida, no superando los 200 m, profundidad del orden de las perforaciones conocidas en la zona, que no superan el cuartario.El SEV 26, ubicado 1000 m al este del anterior, indica la existencia de una capa conductiva de 14 ohmios metro que se interpreta como terciario dada la presencia cercana de afloramientos de esta naturaleza.

Hacia el oeste del Cerrito, el basamento cristalino se encontraría a una profundidad relativamente reducida, tal lo sugerido por el SEV 23 en el que su profundidad ha sido calculada en 200 m.

El corte CC', el mas completo de los tres, se extiende desde el pié de la Sierra del Cajón hasta la pequeña colonia de Entre Ríos, pasando por los afloramientos terciarios y abarcando prácticamente todo el ancho del Valle en este sector. El SEV 9, ubicado en el vértice del cono de deyección, muestra un relleno muy resistivo, propio del grueso conglomerado del cono y en el que puede ser dificil diferenciar entre resistividad del relleno sedimentario y resistividad del basamento. En el presente caso, se considera que el contraste entre 320 ohmios metro y 610 ohmios metro, a una profundidad de 210 m, es el pase buscado. El SEV 32, ubicado unos dos km cono abajo, no muestra evidencias de basamento cercano, estimándose su penetración en no menos de 400 m.

Análoga observación cabe para los SEV 33, 34 y 35 este último sobre la ruta Nº 40, en los que hasta su penetración efectiva, estimada en 400 m, no muestran evidencias de basamento. No ocurre así del SEV 36 hacia el este, en los sondeos medidos entre Palo Seco y Entre Ríos, medidos prácticamente sobre las formaciones terciarias que afloran en este sector.

De acuerdo con observaciones geológicas, el que las aguas del río Santa María bordeen el extremo sur de la sierra del Cajón, invirtiendo el sentido de su escurrimiento en 180° , obedece a que formaciones terciarias, impermeables, bloquean su escurrimiento hacia el sur de Pié de Médano. Estas formaciones afloran al oeste de la estación de aforo de la Dirección de Hidráulica, pero, no se encuentran al este de ésta. Tal circunstancia y el interés por averiguar la profundidad del subálveo del río motivaron la medición de sondeos eléctricos en este sector. Con los ya efectuados se han dibujado los tres cortes de la figura Nº 5 cuya descripción se dá a continuación.

El corte DD' se construyó en base a los cuatro SEV medidos en el lecho del río. No fueron acotados aún por lo que se dibujaron sobre una superficie plana y horizontal. En los SEV 55, 54 y 3 se observa una capa de baja resistividad (cuatro a seis ohmios metro) que puede atribuirse a formaciones terciarias, debajo de una capa ligeramente mas resistiva cuyo espesor calculado disminuye notablemente de oeste a este (de 40 a 5 m). En cambio, en el SEV 51, no dibujado en el perfil, ubicado aproximadamente 3,5 km hacia el este del SEV 3, la capa conductiva (en este caso de 13 ohmios metro) se encuentra a mas de 100 m de profundidad, bajo sedimentos mas resistivos que en los casos anteriores y por lo tanto mas permeables.

Si se observan las curvas de campo correspondientes a estos sondeos, se advierte que sus tramos finales tienen una tendencia ascendente, la que se atribuye a la influencia de la cercana presencia de la sierra, aunque solo en el SEV 55 (figura Nº 3) se haya podido calcular su profundidad.

El corte EE', aproximadamente paralelo al anterior, tiene traza coincidente con el tramo de la ruta Nº 40, está medido sobre sedimentos modernos de pié de cono. Este corte muestra la marcha de un sustrato conductivo cuya resistividad va en aumento hacia el este y que en principio puede atribuirse a formaciones terciarias, a una profundidad superior a los 100 m.

El corte FF', transversal a los anteriores y medido sobre la ruta Nº 63 , muestra como el sustrato conductivo del corte anterior se hunde hacia el sur, encontrándose en el SEV 50 a mas de 500 m de profundidad.

Las mediciones realizadas abarcan el 50 % del programa de prospección eléctrica. En la etapa restante se efectuarán mediciones de mayor penetración, por lo que las posiciones con mejores posibilidades para la medición de sondeos largos no han sido utilizadas, salvo excepciones. Por esta razón, el presente es un análisis muy parcial , no solo por la falta de datos en muchos sectores de interés sino por que tampoco se analizó toda la información obtenida, tarea postergada hasta contar con la totalidad de sondeos a medir y con los datos provenientes de la investigación geohidrológica.

Como balance final de esta etapa, se destaca que:

1 El método aplicado resulta apropiado para resolver, con la aproximación necesaria, los problemas de borde del complejo acuífero de manera rápida y económica.

2 La buena definición y discriminación de resistividades lograda para los espesores permeables, será de mucha utilidad en las correlaciones litológicas y en la extensión de la validez del modelo hidrogeológico planteado.

3 Las mediciones al sur de la Sierra del Cajón facilitarán la resolución de los planteos estructurales y estratigráficos de la zona, cuestión fundamental en el planteo hidrogeológico.

5.6. Aguas Subterráneas

5.6.1. Hidrodinámica

Solamente algunas observaciones preliminares pueden aportarse a este tema, hasta tanto culmine la campaña de topografía encargada del acotamiento y verificación planimétrica de las manifestaciones sensadas, y se procesen los mapas y secciones piezométricas.

Varios son los componentes que concatenadamente suman sus efectos al proceso de recarga, produciendo aportes de distinta magnitud en el área de estudio. Ellos son los siguientes:

- Afluencia subterránea desde cabeceras, ingresando al área de estudio.
- Infiltración insitu por causa de precipitaciones sobre el relleno aluvial del valle.
- Flujo subterráneo desde el subálveo del río Santa María y de sus tributarios.
- Infiltración de aguas destinadas a riego por: Aguas importada de otras secciones del río (cabeceras del sistema); canales y acequias no revestidas y las prácticas de riego por surco e inundación.

La descarga principalmente se produce naturalmente por:

- Efluencia subterránea hacia las zonas más bajas del valle -fuera del área de estudio-, coincidente con la dirección principal del flujo.
- Escurrimiento subterráneo hacia el río Santa María en algunas secciones del valle, manifestándose casi exclusivamente en margen izquierda a la altura de El Cerrito.

- Evapotranspiración principalmente en la zona Norte del valle y en las inmediaciones del río Santa María, incrementada por cultivos.

Otra forma de descarga y tal vez una de las más relevantes, se produce artificialmente por bombeo desde las captaciones verticales distribuidas en el valle con fines de riego y consumo humano.

El río Santa María se comporta como influente respecto del agua subterránea en casi todo su recorrido dentro de la zona de estudio. Más precisamente podemos afirmar su carácter de fuertemente influente desde Chañar Punco hasta San José Banda-Palo Seco, manteniendo esa condición minimizada en Fuerte Quemado-Las Mojarras y El Puesto. En la zona intermedia a las nombradas y fundamentalmente sobre margen izquierda, se invierte la condición anterior adoptando el carácter de efluente.

Al Sur de la zona principal de cultivo, no existe información piezométrica suficiente que permita arriesgar el comportamiento del río en relación al agua subterránea, previendo en las tareas pendientes observaciones a tal fin.

La falta de registros históricos sistemáticos de niveles freáticos y/o piezométricos impide una rápida visualización de la evolución y dinámica subterránea. No obstante, se cotejaron en forma relativa los niveles de las captaciones medidas en la época de construcción de las mismas, con los registrados durante el último censo. De ésta comparación surge básicamente lo siguiente:

- El recurso subterráneo se halla en estado de equilibrio (recarga=descarga) desde aproximadamente 40 años, ya que los niveles no se han modificado desde las primeras construcciones (1942-1943).

- Se observa una fuerte elevación de los niveles en el Sur de la zona de riego (San José, San José Banda y Palo Seco), que disminuye paulatinamente hacia el Norte (Famatanca), desapareciendo a la altura de Chañar Punco. La explicación a éste fenómeno zonal puede encontrarse en la infiltración de agua importada para riego, proveniente de Punta Balasto a través de un canal revestido hasta la zona Sur de regadío. No debe descartarse la confluencia de otras variables en el efecto señalado.

  Posteriores observaciones, conjuntamente con la evaluación de la totalidad de la información generada, permitirán alcanzar un esquema más acabado de las características y particularidades de la dinámica subterránea.

5.6.2. Hidráulica

Se programaron en esta etapa la ejecución de 10 ensayos de bombeo distribuidos en la zona de estudio, seleccionados previamente con el fin de conocer expeditivamente y a la escala de trabajo los parámetros fundamentales que rigen la hidráulica subterránea.

Varias fueron las dificultades que se presentaron en la preselección de las captaciones a ensayar y las limitantes que surgieron durante la realización de los mismos. Entre las primeras se encuentran, la imposibilidad de registro de los niveles de agua; impedimento de aforos confiables; instalaciones de bombeo deficientes; caudales bajos o variables; ausencia o mala disposición de propietarios; excesivo distanciamiento de pozos de observación; etc. En la etapa ejecutiva de los mismos dos condicionamientos principales ocurrieron con frecuencia, uno de ellos es la falta de respuesta de los pozos de observación en distancias de 400 a 500 m para los tiempos y caudales de ensayo, y otro el inicio de las tareas de riego, que en algunos casos limitó la duración de las pruebas y su programación, debido a los turnos de bombeo y usos de canales o acequías.

De los ensayos preestablecidos, nueve se cumplimentaron, quedando el restante para una próxima campaña (Punta Balasto).

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente y considerando las características de diseño y constructivas de las captaciones utilizadas, es conveniente dar a los resultados obtenidos un significado de primera aproximación. El comportamiento hidrodinámico, los nuevos ensayos y el mejor conocimiento de la constitución del subsuelo, permitirán una revisión y ajuste de los mismos.

Los pozos ensayados en su totalidad tienen dos agravantes a las ya expuestas:

- Captan distintos sectores acuíferos que pueden representar diferentes superficies equipotenciales, incluyendo al acuífero freático en su gran mayoría.

- Se desconoce hasta el momento la profundidad final de los depósitos aluvionales cuartarios (límite hidrogeológico), y la potencialidad acuífera por debajo de los 140 m.

Obviamente que el procesamiento e interpretación de los ensayos bajo tales condiciones, es sumamente complejo y conlleva un gran riesgo de error.

Los ensayos Nº 1,2,6,7 y 9 no contaron con pozos de observación, por lo tanto fueron analizados exclusivamente mediante el gráfico Depresión Residual (s')-logarítmo de la relación t/t' (Método de Recuperación de Theis). La forma de las curvas obtenidas (ver Anexo 1) demuestra en principio un comportamiento hidráulico similar. Los gráficos manifiestan un efecto de recarga, que puede explicarse como drenaje a través de un acuitardo, dada la conformación de curvas que responden aparentemente a un modelo acuífero con cierto grado de semiconfinamiento.

Sin embargo todos los pozos de bombeo (con excepción de el SM100-El Cerrito)en las representaciones s'-t'/t' presentan o insinuan dos tramos de puntos alineados, cuyas pendientes arrojan distintos valores de transmisibilidad. La recta de mayor pendiente (t/t' grande) que generalmente proporciona el mejor ajuste, se halla influenciada por la descarga de la cañería de conducción de la bomba una vez detenido el bombeo, producto de la falta de válvulas de retención. Si bien esta interpretación no fue fehacientemente comprobada, dada la ausencia de información al respecto y la buena permeabilidad del complejo acuífero que no permite visualizar dicho efecto durante el registro de niveles en la recuperación, se presume con buen criterio que dicho tramo de la curva esta enmascarando la verdadera magnitud de la T. No debe descartarse efectos de ineficia de los pozos o bien inherentes al acuífero. Considerando lo anterior como cierto, se resolvió adoptar como más representativo para el cálculo de la T el ajuste en la sección de menor pendiente, siempre y cuando esta tenga un alineamiento de puntos que lo justifique. Cuando ese tramo no aparece nítidamente, se optó con reservas mantener la interpretación del primer tramo. (Tabla V).

En el caso del ensayo Nº 7 (Chañar Punco), se registró un ascenso del nivel de referencia, producto del cese del bombeo de un pozo próximo (SM73).

A su vez en el ensayo Nº 6 (Loro-Huasi), se pudo verificar un bajo grado de eficiencia del pozo, corroborado luego por el valor de la trasmisibilidad. Es muy posible que este fenómeno se repita en los otros pozos ensayados, principalmente en el Nº 2 (El Puesto) y en el Nº 7 (Chañar Punco). Es de esperar una baja eficiencia en gran parte de las captaciones del valle, producto de deficiencias constructivas, de diseño y principalmente de desarrollo. Estos efectos que se evidencian pero que no han podido cuantificarse, son otra causa más a las ya señaladas, que atentan contra la confiabilidad de los resultados.

El ensayo Nº 3 (Recreo), presentó dos particularidades limitantes: una la imposibilidad de registrar los niveles en el pozo de bombeo y otra el diseño y estado del pozo de observación.

Se representó en papel aritmético-logarítmico la depresión en función del logarítmo del tiempo, manifestándose una respuesta tardía al bombeo, seguido de una curva de pendientes crecientes (exponencial) a partir de los 60' de bombeo y hasta el final delmismo. Este comportamiento es semejante a los descensos producidos en un piezómetro que capta un acuífero no bombeado, lo cual es compatible con los entubamientos de ambos pozos en el caso que nos ocupa. Cualquier interpretación realizada sin considerar tal situación, hubiera arrojado valores de T algo menores que la real y un Coeficiente de Almacenamiento (S), exageradamente mayor. Tal vez un incremento del tiempo de bombeo permitiría una valoración de la curva, al tender esta hacia pendientes más suaves.

En el ensayo Nº 4 (El Cerrito), se contó con un pozo de observación (SM54) a 230 m. del de bombeo que capta solamente la porción inferior de la sección acuífera ensayada. El gráfico depresión residual log. de t/t' para el pozo de bombeo, muestra una curva regular de muy buen ajuste. Las representaciones s-log t y log. s-log. t confeccionadas con los datos de descensos del piezómetro, marcan un límite de recarga entre los 120' y 500 ' minutos aproximadamente. A pesar de la similitud de las curvas a un comportamiento de drenaje diferido, las características litologicas hacen predecible un modelo teórico de acuífero heterogéneo, no descartando efectos de semiconfinamiento.

La pendiente producida por los descensos a partir de los 480 minutos, si bien puede confundirse con el tercer tramo de un acuífero libre con drenaje retardado, debe interpretarse como producto de la influencia de un pozo de bombeo cercano, coincidente con el efecto de descenso del nivel de referencia observado en el gráfico s'-log.t/t'.

En base a este criterio, se procedió a la valoración de la prueba de la siguiente forma: La predicción de los descensos hasta los 120' de bombeo pueden calcularse interpretando el primer tramo de la curva s-log t, según el método de Aproximación Logarítmica de Jacob, ó bien en el gráfico log s-log t por superposición con la curva tipo de Theis, ya que en dicha sección el acuífero responde como un acuífero cautivo.

Para tiempos superiores a 120' la pendiente de la curva (s-log. t) es menor, incrementando los valores de T y consecuentemente disminuyendo los de S. Los parámetros calculados en este tramo pueden representar un efecto de heterogeneidad en el acuífero y sirven para predecir los descensos mientras perdure tal condición. La representación log. s-log. t, ajusta a Theis para acuíferos confinados entre los 8' y 120', mientras la valoración por Hantush no es aceptable.

Las magnitudes de los parámetros hallados en esta prueba (Cuadro V y Anexo) deben manejarse cuidadosamente, debido a los innumerables condicionamientos presentados.

En el ensayo N° 8 (Famatanca), se utilizó un pozo de observación muy cercano al de bombeo (3,90m. El objetivo perseguido de registrar los descensos producidos en éste piezómetro, fue obtener alguna información complementaria sobre las características del modelo acuífero. A las limitaciones impuestas a los piezómetros muy próximos al pozo de bombeo, con descensos mayores que los teóricos y con conexiones muy engorrosas debido a diferentes efectos superpuestos (disminución del espesor saturado, desarrollos deficientes, problemas de diseño o constructivos del pozo de bombeo, heterogeneidades, etc.), se suman en este caso problemas de funcionamiento, que motivaron el abandono de dicho pozo al poco tiempo de construído. No obstante, se confeccionaron los gráficos s-log t y log s-log t y aunque se prescindió de su interpretación cuantitativa, la observación de las curvas demuestra un efecto de recarga a partir de los 6' de bombeo.

Este límite pudiera ser una respuesta a una condición de semiconfinamiento o semilibre, sin embargo es más probable que se trate de heterogeneidades del terreno, que van apareciendo en la medida que se agranda el cono de descensos.

De la recuperación de los niveles en el pozo de bombeo se diagramó la curva s' - log. de t/t', la que permitió mediante un buen ajuste el cálculo estimativo de la Transmisibilidad, con las mismas restricciones que los anteriores.

La última de las pruebas evaluadas es la Nº 5 (San José Banda Sur), que con excepción de las dificultades de aforo presentó las mejores condiciones de ensayo. Se observaron los niveles en dos pozos de observación distanciados 17,30 m y 280 m del de bombeo. La somera profundidad del pozo más alejado y el escaso descenso observado en el mismo (0,04 m), determinó que se eliminara del análisis interpretativo.

De la comparación de los gráficos s'-log. t/t', se desprende la diferencia de magnitudes de T entre el pozo de bombeo y el piezómetro, lo cual puede responder a la influencia antes mencionada de la descarga a través de la conducción de la bomba al detenerse la prueba.

El gráfico log. s-log. t muestra una curva que a pesar de su escasa curvatura, pudo ajustarse satisfactoriamente por superposición con las curvas tipo de Hantush-Walton para acuíferos semiconfinados.

El diagrama semilogarítmico s-log.t marca más claramente los límites de recarga que se producen asignándole a la misma un origen compuesto: efecto de semiconfinamiento combinado con recarga desde el río Santa María.

En un primer análisis, se eligió el modelo de acuífero semiconfinado y ese fue el tratamiento interpretativo que se siguió en esta etapa.

La proximidad de este ensayo al río Santa María y la situación de influencia de este respecto al agua subterránea, dan credibilidad al fenomeno de recarga desde dicho curso.

Con la evaluación del primer tramo de la curva s-log.t, pueden determinarse los parámetros hidráulicos aceptablemente, valorizando las características propias del acuífero antes que aparezcan los límites de recarga.

Tratando de bosquejar un modelo hidráulico de primera aproximación para todo el valle en base a la información suministrada por los ensayos de bombeo y los perfiles litológicos, puede establecerse lo siguiente:

- Presencia de un complejo acuífero alojado en sedimentos aluvionales del Cuartario, de marcados signos de anisotropía y heterogeneidad. Compuesto preponderantemente por psamitas y psefitas, que se interrelacionan con sedimentos limolíticos y pelíticos. El espesor acuífero es hasta el momento incierto, teniendo la seguridad de que el relleno aluvional en el sector central del valle supera los 400 m.

- La disposición alternada de niveles con distinta capacidad para trasmitir y almacenar agua, la escasa continuidad lateral de los mismos y la presencia de gradientes hidráulicas importantes, conforman un típico acuífero multiunitario. Este complejo acuífero, se comporta areal o regionalmente como un acuífero libre, presentando distintos grados de confinamiento localizado. La permeabilidad vertical es generalmente bastante inferior a la horizontal, siendo esta relación muy variable y de la cual dependen los fenómenos hidráulicos encontrados (drenaje diferido, semiconfinamiento, semilibre).

  Ensayos más prolongados y con menores limitaciones que los ejecutados, podrían dar a luz el verdadero comportamiento del conjunto acuífero y permitirían definir con claridad el origen del fenómeno de recarga.

Es probable que las barreras positivas se produzcan por causas distintivas de acuerdo a la posición y duración de las pruebas, y no debe descartarse la conjunción de varios efectos superpuestos.

- Con absoluta reserva, pueden estimarse dentro de un cierto rango las magnitudes más representativas de los parámetros fundamentamentales del acuífero en cuestión:

  Transmisibilidad (T) = 2000 a 5000 m2/día
  Almacenamiento (S) = 2 a 5 x 10-3

  Debe darse a estos valores una validez encuadrada estrictamente en las condiciones generales de los ensayos (caudales, tiempos de ensayo, limitaciones), y en el aprovechamiento del sector superior del sistema acuífero por todas las captaciones.

  Es de esperar que incrementos sustanciales en los tiempos de ensayo, modifiquen principalmente la magnitud del Coeficiente de Almacenamiento, tendiendo este hacia valores más altos en la medida que el cono de descenso abarca una superficie mayor.

En la próxima etapa se continuará con el análisis y evaluación de los ensayos realizados, reformulándolos si fuera necesario. La información complementaria aportará nuevos elementos de juicio que permitirán corroborar y ampliar el conocimiento de la hidráulica subterránea.

5.6.3. Hidrogeoquímica

El estudio hidroquímico se realizó a partir de la información obtenida durante el censo de pozos efectuado en el valle de Santa María, formando parte de la metodología de relevamiento de datos de todas las manifestaciones existentes.

El muestreo y posterior análisis en laboratorio cubrió la cantidad de 76 pozos cavados y perforaciones, 3 de agua superficial y 1 de manantial. Mientras a 9 de los mencionados se les efectuó análisis completos, los restantes contaron con determinaciones de los iones y caractersíticas químicas más importantes. (Anexo)

5.6.3.1. Características Químicas

La química del agua en este valle, es en general sencilla y responde a la natural evolución que normalmente se desarrolla en este tipo de reservorios. En términos globales y salvo las excepciones que se señalan más adelante, puede considerarse de buena calidad para los usos a que está destinada, especialmente como agua potable para abastecer a la población y en su utilización para regadío de las áreas agrícolas, que constituyen el principal recurso económico de este Departamento.

Si bien la disposición lineal de las manifestaciones hacia ambas márgenes del río y la escasa amplitud de valores de residuos sólidos no permitió la correcta graficación de un mapa de curvas isosalinas, fueron confeccionados perfiles hidrogeoquímicos longitudinales que ilustan sobre la evolución del contenido salino desde Punta Balasto hasta Fuerte Quemado (Fig. 6). Este se ve incrementado desde 240 mg/l aproximadamente (Punta Balasto), hasta 750 mg/l en la localidad de El Puesto (referido a las perforaciones).

Sobre la margen derecha del río se han comprobado valores más elevados de residuos sólidos en la línea de pozos a cierta distancia del río, con respecto a los que se encuentran más cercanos al cauce (Fig. 6).

Por otra parte, en la banda occidental el contenido salino es relativamente menor. Estas condiciones cambian cuando se trata de los pozos cavados de la zona norte -desde Lampacito hasta Fuerte Quemado-, donde se han detectado cifras notablemente más elevadas (1000 a 5500 p.p.m.).

Esta condición diferencial entre el primer acuífero-freática -y los acuíferos inferiores que son atravesados y captados por las perforaciones hasta 135 m aproximadamente- destinadas al riego de parcelas, define el tratamiento que se realiza en el presente informe respecto de las características químicas del agua subterránea en el valle de Santa María. Dado que la freática por sí sola resulta insuficiente para una explotación intensiva y aun cuando un número considerable de perforaciones la incluyen en su columna filtrante, se resolvió darle validez al tenor químico de conjunto, considerado como complejo acuífero, hasta las profundidades máximas alcanzada por las captaciones.

En los gráficos, fueron incluídos los análisis de pozos cavados (simbolizados por doble circunferencia) a los fines de ser utilizados en términos comparativos y como dato para un futuro control, ante la posibilidad de incidir negativamente en una explotación intensiva del recurso.

En diagramas logarítmicos se graficó la composición iónica de las muestras de agua, agrupadas por zonas en el sentido del escurrimiento (Anexo). En Punta Balasto, Palo Seco y San José se caracterizan por ser bicarbonatadas cálcico-sódicas o levemente sódicas.

En principio los sulfatos se presentan relativamente más bajos que los cloruros relación que se invierte inmediatamente, pasando a valores algo superiores a 1, especialmente en la margen derecha del río. Sobre la banda occidental, en escasas ocasiones la relación Sulfato/Cloruro supera la unidad.

En su transcurso las aguas se tornan más alcalinas a la vez que aumentan los contenidos de cloruros y sulfatos, lo que provoca en algunos casos un cambio en la composición iónica relativa, pasando a ser aniones dominantes (El Puesto Fuerte Quemado). Esta particularidad se presenta más acentuada en los pozos cavados con fuerte contenido salino, desde Lampacito a Fuerte Quemado.

Los diagramas de Piper-Hill-Langelier muestran en forma similar la concentración de los análisis en determinadas áreas de las figuras, tipificando en algunas las características de la zona sur, mientras en otras presenta un desplazamiento hacia los cloruros, sulfatos y sodio a la altura de El Puesto, Las Mojarras y Fuerte Quemado. (Anexo).

En el mapa de isorrelación Sodio/Calcio se aprecia el aumento gradual de los alcalinos con respecto al Calcio en el sentido del escurrimiento subterráneo.

En algunos puntos de la banda occidental y en la localidad de El Puesto surgen valores más bajos que el correspondiente a la zona, la que equivale a un aumento relativo del Calcio, presentándose esta anomalía en forma muy localizada. (Fig.7

De lo expuesto es posible llegar a una generalización en cuanto a la relación iónica de los componentes químicos del agua subterránea, interpretando la gradual salinización de la misma como un natural comportamiento de los acuíferos que escurren a través de sedimentos disolviendo mayor cantidad de sales en su trayecto, que en este caso se ven incrementadas por atravesar áreas de explotación agrícola. En estas se infiltra el agua de riego más concentrada con las sales del suelo, a la vez que incorpora elementos de los abonos químicos utilizados en la zona. Prueba de ello, es el aumento del ión Potasio en los pozos cavados a la freática.

Las anomalías químicas que se presentan en algunas manifestaciones, especialmente de la zona norte, serán revisadas y analizadas en la segunda etapa mediante observaciones y correlaciones con información complementaria.

5.6.3.2. Aptitud del Agua para Riego y Consumo Humano

Para definir la aptitud del agua para riego se utilizó el diagrama RAS-Conductividad, agrupando las manifestaciones en tres zonas. La clasificación resultante fue a la vez volcada sobre un mapa base que grafica arealmente las Clases I a III, referidas a la perforaciones (Fig. 8).

La mayor parte de las manifestaciones se agrupan en la Clase II -con bajos valores de RAS: C2 S1-; algunas perforaciones en la Clase I, ubicadas principalmente en la banda occidental, y otros puntos que pertenecen a la Clase III, más frecuentes sobre la margen derecha del río.

Los valores de Carbonato Sódico Residual se presentan en un mapa que zonifica solo las manifestaciones inferiores y superiores a 1,23 meq./l. (Fig.9). Estas últimas se agrupan notablemente en los pozos más alejados de la banda oriental incluyendo sólo algunos pozos de El Cerrito y Las Mojarras. Esta disposición se debe a contenidos de bicarbonatos más elevados (350-480 mg./l.) que el área restante. Solo en los pozos que presentan estos valores algo superiores a 1,23 meq. /l de CSR y a los que se clasifican en la Clase III de RAS-Conductividad, habría que advertir sobre la aplicación de un buen manejo de las técnicas de drenaje, para evitar la salinización e impermeabilización de los suelos destinados a la agricultura.

Respecto al Boro, se informa que la mayor parte de las perforaciones carece de este elemento químico. Solo algunas presentan valores de 0,10 a 0,50 mg./l resultando muy inferiores al límite tóxico para agricultura.

En cuanto a la aptitud del agua para consumo humano no hay mayores observaciones que realizar, puesto que cumple con las normas de Obras Sanitarias de la Nación establecidas para el agua potable.

6. CONCLUSIONES PRELIMINARES

- Existe en la actualidad una importante cantidad de captaciones en actividad, en desuso y abandonadas que representan en conjunto una capacidad instalada potencial de cierta relevancia. Los volúmenes extraídos pueden incrementarse notoriamente de resolverse el problema energético y las deficiencias de funcionamiento. Es necesario el reacondicionamiento y mantenimiento de los equipos, como así tambien el redesarrollo de muchas perforaciones que presentan manifestaciones evidentes de baja eficiencia, producto de problemas constructivos; de diseño; desarrollos ineficientes o insuficientes, o bien la reducción de la superficie filtrante por procesos de incrustación.

- El caudal promedio de los pozos destinados a riego, se estima en 165 m3/h. Los rendimientos y la capacidad específica de las captaciones alcanzan valores máximos probados superiores a los 300 m3/h y 40 m3/h.m.

- La oferta actual del recurso subterráneo calculada en base a datos constatados e informados, es de 10,8 hm3/año.

- El basamento cristalino y las formaciones terciarias conforman el límite Hidrogeológico, debido a un comportamiento acuífugo del primero y a el carácter acuífugo-acuícludo de las segundas.

  El Terciario, si bien tiene cierta capacidad de almacenar agua, su composición y estado de diagénesis lo priva en general de la aptitud de trasmitirla por porosidad primaria

  El flujo subterráneo puede ocurrir tanto en las metamorfitas del basamento como en las sedimentitas terciarias, por fracturación, diaclasamientos, planos de estratificación; esquistosidad; etc.

- El relleno aluvial del valle esta compuesto por un espeso paquete de sedimentos del Cuartario, con predominancia de arenas, gravillas, gravas y rodados. Subordinadamente se presentan fracciones limolíticas y pelíticas dispuestas como intercalaciones, o bien formando parte de la matriz. Es destacable la condición de anisotropía y heterogeneidad del conjunto sedimentario.

- El espesor de los depósitos aluviales en el sector central del valle, más precisamente en el subálveo del río Santa María alcanza una profundidad mínima promedio de 400 m. El relevamiento mediante perforaciones no supera los 140 m de profundidad.

- La recarga principal del recurso subterráneo proviene del subálveo del río Santa María; de la infiltración de las aguas destinadas para riego y de la afluencia desde cabeceras.

- Se desprende del punto anterior, el carácter de influente del río Santa María en relación con las aguas del subsuelo, en la casi totalidad de su recorrido en la zona de estudio.

- La descarga más significativa se produce por el egreso de agua subterránea que fluye naturálmente hasta la zona baja del valle y fuera del área de estudio, como así tambien por evapotranspiración en la zonas de cultivos. Debe consignarse como importante la que se produce artificialmente por bombeo desde las captaciones para riego, parte de la cual ingresa nuevamente al sistema subterráneo por infiltración.

- Las reservas subterráneas se encuentran intactas desde la década del 40, notándose en términos amplios un equilibrio entre la recarga y la descarga.

- La dirección natural del flujo subterráneo tiene dos componentes principales: una paralela a subparalela al río Santa María desde la parte alta del valle (Punta Balasto) hacia las zonas más bajas (Fuerte Quemado-El Puesto); y otra de menor magnitud y efectos restringidos, debida a la condición de influencia o efluencia -según el sector de que se trate- del río Santa María.

- El sistema acuífero hasta las profundidades máximas de explotación actual, se comporta como un único acuífero multiunitario, caracterizado por un subacuífero superior libre ó freático y varios subacuíferos infrayacentes que presentan distintos grados de confinamientos localizados. Todos los subacuíferos se hallan interrelacionados y conectados hidráulicamente vertical y/o lateralmente, dependiendo el comportamiento individual de estos -en una zona determinada-, de la distribución y composición de los niveles menos permeable

- Los parámetros fundamentales de la hidrología subterránea del complejo acuífero ensayado, pueden estimarse dentro de los siguientes rangos:

  Transmisibilidad = 2000 a 5000 m2/día
  Almacenamiento = 2 a 5 x 10-3

  Los escasos datos del Coeficiente de Almacenamiento obtenido durante los ensayos, obligan a considerarlo como una primera apreciación.

- Es apresurado en el estado del conocimiento, aventurar un cálculo de reservas, hasta tanto se clarifique el modelo físico del complejo acuífero y se pueda alcanzar un Coeficiente de Almacenamiento confiable y fundamentalmente representativo. No obstante puede estimarse con bastante asidero, que los volúmenes extraídos actualmente pueden incrementarse notablemente, sin perjuicio de deterioro del recurso.

- La calidad química del agua para riego, como para consumo humano no presenta peligrosidad en sus componentes, concluyendo en su aptitud para todo uso. Se observa un desmejoramiento hacia la sección más baja de la zona de estudio, principalmente en el subacuífero superior (freática), coincidente con el sentido de escurrimiento del flujo subterráneo.

7. PLAN DE TAREAS COMPLEMENTARIAS PROPUESTO

Se considera necesaria la realización de una serie de tareas complementarias a las que en éste informe se detallan, a los fines de ajustar algunos parámetros, ampliar el conocimiento del subsuelo del valle y del comportamiento y funcionamiento del recurso subterráneo, para culminar con la caracterización hidrogeológica del área de estudio.

El desarrollo de este plan comprende: recolección de información primaria adicional mediante trabajos de campaña, análisis y comprobación de toda la información a originar y existente (evaluada o semievaluada) en gabinete.

A continuación se detalla el tipo de tareas a realizar, y donde corresponde, el objetivo pretendido:

Reconocimiento Geológico

Se completarán las observaciones geológicas y geomorfológicas en el faldeo occidental de la Sierra de Aconquija, dando principal relevancia a la constitución y disposición de los afloramientos terciarios. Idénticas tareas se realizarán sobre la margen derecha del río Santa María en el extremo austral de la Sierras de Quilmes ó de Cajón, extendiendo las observaciones unos 5 km aproximadamente al Sur de Punta Balasto y Pié de Médano.

Sondeos Geoeléctricos

Para esta etapa final de diagnóstico se ejecutarán sondeos eléctricos verticales, que permitirán densificar el relevamiento en la franja central del valle. Se intentará en ese sector, la medición de sondeos más largos con motivo de alcanzar una mayor penetración y establecer la profundidad del basamento hidrogeológico buscado.

Se realizarán cortes transversales al río, a la altura de El Cerrito, La Loma, San José, Ampajango y Punta Balasto. No se descarta que con el desarrollo de la investigación hidrogeológica, surja la necesidad de ejecutar un corte en otra sección del río, además de los ya señalados.

Los sondeos que restan de acuerdo a lo programado, serán destinados -en una próxima etapa- a cubrir con mayor detalle las zonas seleccionadas como más favorables para la explotación del recurso subterráneo, y/o bien aquellas más aptas elegidas para ampliar la actual superficie de riego.

Ensayos de Bombeo

Se prevé en esta etapa completar el conocimiento de la hidráulica subterránea, obteniendo información de las localidades de Punta Balasto y La Puntilla, para lo cual se intentará ensayar el SM 109 ó el SM 110 en la primera de las nombradas y en SM 144 en la segunda. Este último carece de equipamiento de bombeo, mientras los otros presentan serias deficiencias en sus instalaciones. La falta de otras alternativas de ensayo desde Casa de Piedra hasta Punta Balasto, hace imprescindible para el diagnóstico la ejecución de por lo menos un ensayo en ésta última.

Se considera conveniente realizar un ensayo de por lo menos 72 horas de duración en una captación a seleccionarse, de acuerdo a las mejores características de diseño; ubicación; condiciones de aforo; distanciamiento de pozos de observación; etc. El objetivo perseguido con tal ensayo, es lograr -reduciendo a un mínimo las limitaciones y condicionamientos de los anteriores- un valor confiable del coeficiente de almacenamiento y por consiguiente de las reservas existentes.

Gabinete

- Confección del Mapa Base Definitivo, escala 1:50.000.
- Confección del Mapa Geológico.
- Confección del Mapa de Morfología y Drenaje.
- Confección del Mapa y Perfiles Piezométricos.
- Correlación Geología del Subsuelo-Geoeléctrica.
- Evaluación integral de la información obtenida.
- Cálculo de Reservas.
- Selección de Areas Favorables.
- Redacción del Informe de Diagnóstico.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ACTAS de las III Jornadas de los Valles Calchaquíes, 1984. Tucumán.

2. AGUA y Energía Eléctrica, 1979. "Anteproyecto para el aprovechamiento del Río Santa María (Provincia de Catamarca) con fines de riego". Informe Técnico. Gerencia Regional Norte. Buenos Aires.

3. BORDAS, Alejandro F., 1958. "Informe Hidrológico-Geofísico del Valle de Santa María". Inédito.

4. BOSSI, G. E. y Palma, R. M., 1982. "Reconsideración de la estratigrafía del Valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina". Actas V Congreso Latinoamericano de Geología: pp. 153-171. Buenos Aires.

5. CONSEJO Federal de Inversiones, 1975. "Programa de Regadío en el Area de Punta Balasto". Informe Preliminar. Buenos Aires.

6. FACTOR, Adolfo, 1982. "Programa Provincial para el Uso del Agua". Primera Etapa. Tomo II. Volumen III. Cuenca Río Santa María. C.F.I. Catamarca.

7. GALVAN, A. F. y Ruiz Huidobro, O. J., 1963. "Geología del Valle de Santa María. Estratigrafía de las Fm. Mesozoico-Terciarias". Anales de la II Jornadas Geol. Arg., Salta. T. III en Actas Geol. Lilloana, T. VII. Tucumán.

8. GIMENEZ, Hugo, 1981. "Anotaciones sobre la Hidrogeología del Valle de Santa María". Inédito. Catamarca.

9. LUIS, L. A. - Auge, M., 1976. "Informe sobre los trabajos realizados en la localidad de Punta Balasto". C.F.I. Buenos Aires.

10. MARCHETTI, Adolfo A., 1965. "Valle de Santa María-Catamarca. Tucumán. Salta- Estudio Hidrológico". I.N.G.M. Informe Inédito. Buenos Aires.

11. MEREA Llanos, Alfonso C., 1980. "Geología y Prospección Hidrogeológica de la zona Sur del Campo del Arenal - Prov. de Catamarca". Asoc. Geol. Arg. Tomo XXXV. Nº 4. Bs. As.

12. MEREA Llanos, Alfonso C., 1979. "Estudios Hidrogeológicos en Campo del Arenal, Prov. de Catamarca". Bol. C.H.A. Nº 41, I.N.C.Y.T.H.-Y.M.A.D., Buenos Aires.

13. PERFILES Perforaciones Valle de Santa María. (D.N.G.M.-D.G.M.-D.P.G.M.-D.P.A.S.). Archivos Departamento Aguas Subterráneas. Dirección de Hidráulica. Prov. de Catamarc-

14. PERNAS, Ricardo D., 1967. "Informe de los trabajos realizados en el Valle de Santa María. (Catamarca-Tucumán y Salta)". Informe Preliminar. D.N.G.M., Buenos Aires.

15. RHODES, L.-Bisbal, A.-Cid, G.M. Pinal de, 1978. "Complementación de uso de Agua Superficial y Subterránea para riego en el Valle de Santa María". Proyecto N.O.A. III. Salta.

16. RUIZ Huidobro, Oscar J., 1965. "Hidrogeología del Valle de Santa María". Rev. Asoc. Geol. Arg. Tomo XX. Buenos Aires.

17. RUIZ Huidobro, Oscar J., 1972. "Descripción Geológica de la Hoja 11e, Santa María". Serv. Nac. Min. Geol. Buenos Aires. Boletín Nº 134.

18. SEGURA, L.A., 1984. "Valle de Santa María. Estado de situación de la exploración de Aguas Subterráneas". D.P.H. Pcia. de Catamarca. Informe Interno.

19. SOLA, Rosendo, 1974. "Prospección Geoeléctrica de la localidad de Punta Balasto". Catagua. S.R.L. Catamarca.

20. SUAREZ, María C. de, 1960. "Aguas Subterráneas de la Provincia de Catamarca, Valle de Santa María". Dirección de Geología y Minería. Pcia. de Catamarca. Folleto de Divulgación Nº 1. Catamarca.

21. SUAREZ, M.T., 1962. D.G.N. Pcia. de Catamarca. Informe Interno.

22. TAPIA, Augusto, 1940. "Posibilidades de dotar de Agua Subterránea a la ciudad de Santa María, Pcia. de Catamarca".

23. VIDELA Leániz, J.R., 1954/55. "Estudio Geoeléctrico expeditivo del Valle del Río Santa María" y "Los resultados de la perforación en Las Viñitas, en el Valle de Santa María". Informe Técnico. Agua y Energía Eléctrica (E.N.D.E.). Buenos Aires.

24. ZOHDY, A.R., 1974. "A computer program for the automatic interpretation of Schlumberger sounding curves over horizontally stratified media". Geological Survey. Springfield.

25. ZOHDY, A.R., 1974. "Automatic interpretacion of Schlumberger sounding using modified Dar Zarrouk Funtions". Geophysics: 713-728.

Cuadro I

CAMPAÑAS DE PERFORACION EN EL VALLE DE SANTA MARIA

Nº DE CAMPAÑA	PERIODO	ORGANISMOS/EMPRESAS EJECUTORAS	USO DE LAS PERF.	OBSERVACIONES
1º Campaña	1942-1943	Dir. Nac. de Geol. y Minería (D.N.G.M.)	Abastecimiento de Agua Potable a la Población	Para Obras Sanitarias de la Nación
2º Campaña (informado)	1952-1954	Empresas Privadas Varias	Abastecimiento de Agua Potable a Escuelas	
3º Campaña	1960-1962	Dir. de Geol. y Min. de la Prov. de Catamarca (D.G.y M.)	Agua para Riego	Para Cooperativas
4º Campaña	1960-1962	Compania Perforaciones Macias	Agua para Riego	Para Cooperativas
5º Campaña	1968-1974	Dir. Prov. de Geol. y Mineria (D.P.G.M.)	Agua para Riego	Para Cooperativas
6º Campaña	1974-1976	Dir. Prov. de Aguas Subterráneas (D.P.A.S.)	Agua para Riego	Convenios para terceros
7º Campaña	1984-1985	Dir. de Hidraúlica Prov. de Catamarca (D.H.)	Agua para Riego	Convenios para terceros

CUADRO II

MANIFESTACIONES DEL VALLE DE SANTA MARIA

SEGUN CENSO AÑO 1985 (Subterráneos)

N° según Censo	Nombre del pozo ó Perforación	Tipo de manifestación	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m	Profundidad de la manif Entubado m	Nivel pieza métrica (ret.s/ nivel T.) m	Caudal m^3/h	En actividad si - no	Equipamiento	Análisis Químic si -no	Uso	Observaciones
SM1	Santa María Agropecuaría N°1	Perforación		El Puesto	1839,91	160,00 (inf)	8,21	300 (inf)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor eléct	si	Riego	NP: 14/08/85 Cota: s/ Base Bomba: 0,64
SM2	Santa María Agropecuaría N°2	Perforación		El Puesto	1848,65	> 75,60 (med)	16,46	200 (inf)	no	Parcial s/ Bomba	si	Riego	NP: 28/06/85 Cota: s/caño/s/Base Bomba s/motor
SM3	Perf. Cinesio Mamani N°2	Perforación		El Puesto	1846,92	100,00 (inf)	13,48	-----	si	Electro-Bomba sumergible	si	Riego	NP: 14/08/85 Cota: s/Base Bomba sumergible 0: 44 m.n.t.
SM4	Perf. Cinecio Mamani N°1	Perforación		El Puesto	1853,06	100,00 (inf)	18,88	-----	no	S/equipos	Parcial (cond)	Riego	NP: 28/06/85 Torcido pozo Cota: s/caño s/base bomba sin mot a.n. terr.: 0,70 m.n.t.
SM5	El Puesto DPGM1- González (ex. Ferreyra-Mena)	Perforación		El Puesto	1859,47	109,72 (doc)	22,45	70,00 (afor)	si	Electro-Bomba sumergible	si	Riego	NP: 14/08/85 Incrustaciones carbónicos y ferroginosas Cota: s/base bomba 0,63 m.n.t.
SM6	El Puesto DGM 1- Dr. Vargas	Perforación		El Puesto	1867,80	70,50 (doc)	23,80	100 (doc/61)	si	Bomba IPUMA Motor Gosolero	si	Riego	NP: 10/11/61 Cota: s/base - bomba
SM7	El Puesto DPGM3-Rañevel	Perforación		El Puesto	1870,71	116,00 (doc)	18,95	107	si	Turbo-Bomba	si	Riego	Q=27/09/85
	(ex. -Toranzo)							(med)		SYLWAN Motor DEUZ (a combustión-gas)	si	ganade. domést.	(Ensayo de - bombeo) NP:27/09/85 Cota:s/base

SM8	Perf. El Puesto N°1 DPGM Sr. Amado	Perforación		El Puesto	1871,91	90,40 (doc)	20,00 (doc)	90 (doc)	no	Turbo-bomba SYLWAN motor eléct	no	Riego	Cota: s/base bomba NP: 20/03/72 Q= 20/03/72
SM9	El Puesto DPGM N °4 Amado	Perforación		El Puesto	1867,14	-----	14,07	80 (doc)	no	S/Equipos	si	Riego	NP:28/06/85 Q=26/11/75 Cota:s/caño s/base bomba "Arenero" 0,70 m.n.t.
SM10	Perf. El Puesto - Gómez Bello	Perforación		El Puesto	1877,27	------	18,98	-----	no	Turbo-bomba Motor DEUZ (a combustión-gas)	no	Riego	Cota:s/base bomba=0,32 m.n.t.
SM11	Perf. El Puesto-Eduardo Villagra	Perforación		El Puesto	1871,97	------	------	----	no	Turbo-bomba Motor quemado	no	Riego	Cota:s/base bomba NP: s/determinar cabezal bomba
SM12	El Puesto D.H. N°3	Perforación		El Puesto	1877,37	112,90	17,50	51,2 (doc)	si (nuevo)	s/Equipar	si	Riego Domésticos	NP:28/06/85 Q=17/10/84 Cota:s/caño 0,40 m.n.t.
SM13	El Puesto DPGM N°1	Perforación		El Puesto	1872,48	119,00	9,50	140,00 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWANZ Motor eléct	no	Riego	NP:6/11/68 Cota:s/base Bomba

SM 14	Perf. Nelson Cabezas N°1	Perforación		El Puesto	1.853,04	------	6,97	------	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor DEUZ (a combustión-gas)	no	Riego	NP:14/08/85 Cota:s/base Bomba 0,13 m.n.t.
SM 15	Perf. Dr. Luis Vargas	Perforación		El Puesto	1853,99	------	7,41	------	no	Turbo-bomba Motor DEUZ	si	Riego	NP:14/08/85 Cota:s/base Bomba 0,22 m.n.t.
SM 16	Perf. Adolfo Mena	Perforación		El Puesto	1850,61	80,00 (doc)	9,00	50 (doc)	no	Turbo-bomba SYLWAN Motor DIAR	no	Riego	NP:05/1961 Q=05/1961 Cota:s/base - bomba Motor; en mal estado
SM 17	Perf. Rolando Acqsta	Perforación		El Puesto	1848,53	90,00 (doc)	10,77	50 (doc)	si	Turbo-bomba ATUEL Motor DEUZ (a comb. a gas)	si	Riego doméstico	NP:14/08/85 Q= En/1960 Cota:s/base bomba 0,08 m.n.t.
SM 18	Pozo Cavado de Gómez	Pozo Cavado		Fte.Quemado	1825,88	6,60	4,39	-----	no	s/equipar	Parcial (cond)	Doméstico	NP: 01/07/85 Cota:s/boca pozo
SM 19	Fuerte Quemado DPGM N°2 Cooperativa F. Q. Ltdo.	Perforación		Fte.Quemado	1835,92	119,24 (doc)	5,93	-----	si	Turbo-bomba EGIA Motor merc. Benz (a -- combustión gasolero	no	Riego	NP:06/08/85 Cota:s/Base bomba 0,20 m.n.t.
SM 20	Fuerte Quemado DNGM N°1 (obras Sanitarias Catamarca)	Perforación		Fte.Quemado	1839,58	54,00 (doc)	6,80	7,5 (inf)	si	Bomba a pistón SIAM DI TELLA Motor:R.A. LISTER a comb. gas	si	Agua potable	NP:10/1942 Cota :s/ brida bomba

SM 21	Perf. Escuela N°241 - Fuerte Quemado	Perforación		Fuerte Quemado	1836,46	12,10 (med. c/res)	5,63	----	no	Motobombeador INM)	no	Doméstico	NP:01/07/85 Cota:s/base hormigón 0,50 m.n.t.
SM 22	Pozo Cavado-Cristino Villagra -	Pozo Cavado		Fuerte Quemado	1837,41	8,60	6,82	----	si	Electro bomba centrifuga - (de achique)	si	Riego	NP:01/07/85 Cota:s/boca pozo
SM 23	Fuerte Quemado DPGM N°3 (Cooperativa)	Perforación		Límite Fte. Quemado(Las Mojarras)	1851,42	91,64	3,87	180 (doc)	no	s/equipar	si	Riego	NP:01/07/85 Q: 27/06/70 Cota:s/base hormigón 0,35 m.n.t.
SM 24	Fuerte Quemado DPGM N°1 (Cooperativa)	Perforación		Límite Fte. Quemado-Las Mojarras	1851,58	81,83	3,76	145 (doc)	no	s/equipar	no	Riego	NP:01/07/85 Q=20/09/68 Cota:s/base hormigón 0,35 m.n.t. Arenero
SM 25	Fuerte Quemado DPGM N°1 Genaro Córdoba	Perforación		Fte Quemado	1839,49	52,02	6,82	36 (doc)	no	Turbo-bomba ATUEL Motor DEUZ (a comb.gasolera)	no	Riego	NP:08/08/85 Q= 02/07/70 Cota:s/base bomba 0,20 m.n.t.
SM 26	Pozo Cavado de Paulino Moreno	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1852,49	7,80	6,05	-----	no	s/equipar	si	Doméstico	NP:01/07/85 Cota:s/brocal 0,25 m. n.t.
SM 27	Pozo Cavado de Lucas Moreno	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1853,16	7,00	6,12	-----	no	s/equipar	si	Doméstico	NP:01/07/85 Cota:s/Brocal 0,30 m.n.t.
SM 28	Pozo Cavado de Silvano	Pozo Ca-		Las Mojarras	1854,14	8,20	7,25	-----	no	s/equipar	si	Domés-	NP:02/07/85

SM 29	Pozo Cavado de Mario Yapura	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1857,74	11,20	10,02	-----	no	s/equipar	no	Domés-tico	NP:02/07/85 Cota:s/brocal 0,30 m.n.t.
SM 30	Perforación de Witerman Ibañez	Pozo Cavado y Perforado		Las Mojarras Norte	1855,39	40-41 (inf)	6,88	4,00 (inf)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor DIAR (a comb.gasolero)	si	Domés-tico y Riego	NP:02/07/85 Cota:s/base bomba 0,40 m.n.t.
SM 31	Perforación de Ewebio Villagra	Pozo Cavado y perforado		Las Mojarras Norte	1858,04	10,70 (inf)	9,00	-----	si	Turbo bomba	si	Domés-tico y Riego	NP: 02/07/85 Cota:s/base bomba
SM 32	Pozo Cavado de Berta de Ríos	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1860,91	11,30	10,05	-----	si	Balde	si	Doméstico	NP:02/07/85 Cota:s/brocal 0,75 m.n.t.
SM 33	Perforación de Luis Albero	Perforación		Las Mojarras Norte	1864,88	61,30 (doc)	14,75	40,00 (doc)	si	Turbo-bomba ATUEL Motor DIAR (a comb. gasolero).	no	Riego	NP: 1962 Cota: s/base bomba
SM 34	Pozo Cavado de Pío de Arjona	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1868,96	17,95	16,40	------	no	Balde	si	Domés-tico	NP: 02/07/85 Cota: s/brocal 0,80 m.n.t.
SM 35	Pozo Cavado de Benita Cruz	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1864,87	14,20	13,11	------	si	Balde	si	Doméstico	NP: 02/07/85 Cota:s/brocal 0,20 m.n.t.
SM 36	Pozo Cavado de José Chaile	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1868,24	16,80	14,99	------	si	Balde	si	Domés-	NP:02/07/85

													Cota:s/brocal 0,70 m.n.t.
SM 37	Pozo Cavado de Julio Chaile	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1868,71	*16,70	15,97	------	no	Balde	no	Domés-tico	NP:02/07/85 Cota:s/brocal 0,15 m.n.t.
SM 38	Las Mojarras DPGM N°1 Barrio Norte	Perforación		Las Mojarras Norte	1866,82	65,83 (doc)	12,40	80,00 (doc)	no	s/equipar	si	Riego	NP:02/07/85 Cota:s/base hormigón Pozo:"Arenero"
SM 39	Las Morrajas DPGM N°2 Barrio Norte	Perforación		Las Mojarras Norte	1866,44	60,03 (doc)	12,78	80,00 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor ACEC	si	Riego	NP:08/08/85 Cota:s/base bomba 0,50 m.n.t.
SM 40	Perforación Las Mojarras de Witerman Contreras	Perforación		Las Mojarras Norte	1869,90	33,00 (doc)	14,00	20,00 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor eléct	si	Riego	NP:07/1962 Cota:s/brocal
SM 41	Pozo Cavado de Felipe Burgos	Pozo Cavado		Las Mojarras Sud	1873,28	14,40	13,24	------	no	Balde	si	Domés-tico Ganado Riego	NP: 03/07/85 Cota:s/brocal 0,25 m.n..t.
SM 42	Pozo Cavado de Mercedez Guanco	Pozo Cavado		Las Mojarras Sud	1873,25	13,80	12,91	-------	no	Balde	no	Domés-ticos	NP:03/07/85 Cota:s/brocal 0,40 m.n.t.
SM 43	Perf. Esc. Prov. 252 (ex. Esc. Nac. N°52	Perforación		Las Mojarras Sud	1872,65	> 30,00 (inf)	12,41	2,00 (inf)	no	Bomba a Pistón MEIFA Motor FF naft.	no	Agua Potable	NP:04/07/85 Cota:s/caño bomba 0,50 m.n.t.
SM 44	Perf. Las Mojarras de Salomón López	Perforación		Las Mojarras Sud	1873,67	86,72 (doc)	13,22	50,00 (doc)	no	Turbo-bomba ATUEL Motor DIAR (a comb. Gasolero	no	Riego	NP:08/Ag/85 Cota:s/base bomba 0,00 m.n.t.

SM 45	Pozo Cavado de Pedro Dulawa	Pozo Cavado		La Mojarras Sud	1873,29	13,30	12,00	-----	no	s/equipar	si	Doméstico	NP:03/07/85 Cota:s/brocal 0,50 m.n.t.
SM46	Las Mojarras DNGM N°1	Perforación		Las Mojarras Sud	1873,50	50,12	12,35	8,45 (doc)	no	s/equipar	no	Agua Potable	NP:08/08/85 Cota:s/base laja 0,00 m.n.t
SM 47	Perforación de Ernesto Villagra	Perforación		Las Mojarras Sud	1879,40	------	-----	-----	si	Turbo-bomba SYLWAN s/motor	no	Riego	NP:s/determinar por cabezal bomba Cota:s/base bomba
SM 48	Las Mojarras DPGM N°2 (Barrio-Sud)	Perforación		Las Mojarras Sud	1879,91	116,69	15,95	97,50	si	Turbo-bomba SYLWN Motor ETOD (eléctrico)	si	Riego	NP:08/07/85 Cota:s/base bomba 1,40 m.n.t.
SM 49	Pozo Cavado de Saturnina Morales	Pozo Cavado		Las Mojarras Sud	1873,70	14,00	12,50	-----	si	Balde	si	Doméstico	NP:04/07/85 Cota: s/brocal 0,50 m.n.t.
SM 50	Pozo Cavado de Natividad de Ibáñez	Pozo Cavado		Las Mojarras Sud	1873,37	13,90	12,40	-----	no	Balde	no	Domésticos	NP: 04/07/85 Cota:s/brocal 0,50 m.n.t.
SM 51	Pozo Cavado de Mario Chaile	Pozo Cavado		El Cerrito	-----	20,10	18,57	----	si	Balde	si	Doméstico	NP:04/07/85
SM 52	Pozo Cavado de Salomón Ruedo	Pozo Cavado		El Cerrito	-----	18,00	------	----	no	s/equipar	no	Riego	NP: s/determinar prácticamente seco
SM 53	Pozo Cavado de Miguel Valderrama	Pozo Cavado		El Cerrito	1887,03	13,96	12,67	----	no	Balde	si	Domésticos	NP:05/07/85 Cota:s/brocal 0,25 m.n.t.

SM 54	El Cerrito DNGM N°1	Perforación		El Cerrito	1887,11	73,10 (doc)	7,70	10,27	no	Molino a viento	no	Agua potable	NP:08/08/85 Cota:s/caño molino 0,10 m.n.t.
SM 55	El Cerrito DPGM N°2	Perforación		El Cerrito	1897,08	77,20 (doc)	14,06	90,00 (doc)	no	Turbo-bomba Atuel sin motor	no	Riego	NP:08/08/85 Cota:s/base bomba 0,40 m.n.t. Q= 26/01/61
SM 56	Pozo Cavado de Fausto Palacios	Pozo Cavado		Lampacito	---	6,40	4,03	----	si	Bomba a mano	si	Domésticos	NP:05/07/85 brocal 0,79
SM 57	Experimental DGM N°8	Perforación		Lampacito	---	106,66 (doc)	3,70	360 (Af)	si	Turbo-bomba ATUEL Motor AEEC (eléctrico)	si	Riego	NP:09/08/85 h boca pozo 0,70 m.n.t.
SM 58	Perforación de Segundo Chocobar	Perforación		Lampacito	---	87,15 (doc)	15,67	50 (doc)	si	Turbo-bomba ATUEL Motor LANCASTER (a comb.gasolero)	no	Riego	NP:09/08/85 Q=12/61 h. boca pozo 0,10 m.n.t.
SM 59	Chañar Punco DPGM N°3 (Cooperativa)	Perforación		Lampacito Chañar Punco	---	128,44 (doc)	17,52	70 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor PERKINS (a comb.gasolero)	si	Riego	NP:09/08/85 Q=02/06/74 h. boca pozo 0,15 m.n.t.
SM 60	Pozo Cavado de Caucino Hnos	Pozo Cavado		Lampacito	---	18,25	17,70	---	no	s/equipar	no	Doméstico	NP: 05/07/85 Brocal 0,40 m.n.t.
SM 61	Pozo Cavado de Alberto Sánchez (h)	Pozo Cavado		Lampacito	---	19,00	18,63	---	si	Bomba a mano	si	Doméstico	NP:05/07/85 Brocal 0,30 m.n.t.

SM 62	Pozo Cavado de Wbelindo Sánchez	Pozo Cavado		Lampacito	----	17,00	16,74	----	no	s/equipar	no	Doméstico	NP: 05/07/85 Brocal 0,60 m.n.t.
SM 63	Chañar Punco DPGM N°1 (Cooperativa)	Perforación		Chañar Punco	----	120,78 (doc)	16,78	115 (Doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor SFV (eléctrico)	si	Agua potable Riego	NP: 09/08/85 h. boca pozo 0,85 m.n.t.
SN 64	Pozo Cavado de Nicoláz Sánchez	Pozo Cavado		Chañar Punco	---	17,50	16,74	---	no	s/equipar	no	Doméstico	NP: 05/07/85 Brocal 0,35 m.n.t.
SM 65	Pozo Cavado de Juan Adil	Pozo Cavado		Lampacito	----	6,00	4,20	---	si	Bomba de mano	si	Doméstico	NP: 05/07/85 Brocal 0,50 m.n.t.
SM 66	Lampacito DNGM N°1	Perforación		Lampacito	---	41,20	3,70	---	no	s/equipar	si	Agua potable	NP: 06/05/85
SM 67	Chañor Punco DPGM N°4	Perforación		Chañar Punco	---	120,07	14,60	100 (doc) —	si	Turbo-bomba HONSTON Motor SIEMENS Eléct.	si	Riego	NP:10/08/85 Q= 26/11/75 h. boca pozo 0,50 m.n.t.
SM 68	Pozo Cavado de Gregoria de Martinez	Pozo Cavado		Chañar Punco	---	15,85	13,80	---	no	s/equipar	Parcial (doc)	Doméstico	NP: 06/07/85 Brocal 0,70 m.n.t.
SM 69	Pozo Cavado de Jorge Alvarez	Pozo Cavado		Chañar Punco	---	15,60	13,97	---	no	s/equipar	no	Doméstico	NP:06/07/85 Brocal 0,40 m.n.t.
SM 70	Pozo Cavado de Clemente Córdoba	Pozo Cavado		Chañar Punco	----	----	14,02	----	no	s/equipar	si	Doméstico	NP: 06/07/85 Brocal 0,40

SM 71	Pozo Cavado de Pedro Flores	Pozo Cavado		Lampacito	---	18,20	17,20	---	no	s/equipar	Parcial	Domésticos	NP:06/07/85 Brocal 0,50 m.n.t.
SM 72	Perf. Chañar Punco de Caucino Ríos	Perforación		Chañar Punco	---	105,80	21,73	40,00 (Doc)	si	Turbo-bomba Atuel Motor DENZ (a comb. gasolero)	no	Riego	NP: 09/08/85 h. boca pozo 0,40 m.n.t. Q= 11/62
SM 73	Perf. Chañar Punco de Manuel Amado	Perforación		Chañar Punco	---	92,03	15,55	150,00 (Afor)	si	Turbo-bomba ATUEL Motor ACEC (eléctrico)	si	Riego	NP: 06/07/85 h. boca pozo 0,60 m.n.t.
SM 74	Pozo Cavado de Manuel Amado	Pozo Cavado		Chañar Punco	---	8,41	6,35	---	si	Balde	si	Doméstico	NP: 06/07/85 Brocal 1,15 m.n.t.
SM 75	Medanitos DNGM N°1	Perforación		Medanitos	---	52,80	10,91	9,7 (doc)	no	Bomba de mano	si	Domésticos	NP:06/07/85 h. boca pozo 0,38 m.n.t.
SM 76	Pozo Cavado de Belindo Maita	Pozo Cavado		Medanitos	---	15,72	14,11	---	si	Balde	Parcial (cond)	Doméstico	NP: 06/07/85 h. boca pozo 0,35 m.n.t.
SM77	Pozo Cavado de Francisca de Lagoria	Pozo Cavado		Medanitos	---	14,05	12,30	---	si	Balde	Parcial (cond)	Domésticos	NP: 6/07/65 Brocal 0,40 m.n.t.
SM 78	Medanitos DPGM N°2	Perforación		Medanitos	---	124,92	17,42	240 (Afor)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor SFV (eléctrico)	si	Riego	NP:06/07/85 h boca pozo 0,55 m.n.t.
SM 79	La Soledad DG Y M N°3	Perforación		La Soledad	1902,25	83,85	13,00	18 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN motor CORRADI (eléct.)	si	Riego	NP: 2/06/61 h. boca pozo 1,00 m.n.t.

SM 80	La Soledad DPGM N°2	Perforación		La Soledad	1910,87	124,00	22,60	80,00 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico)	si	Riego	NP: 2/10/72 h. boca caño 0,40 m.n.t. Q= 2/10/72
SM 81	Experimental DPGM N°1	Perforación		La Soledad	1917,05	129,80	26,40	80,00 (Afor)	si	Bomba-eléctrica	si	Riego	NP:29/05/72
SM 82	Estación Experimental DI N°1	Perforación		La Soledad	1912,62	98,81	20,48	51,2 (doc)	no	s/equipar	si	Riego	NP: 05/07/85 h. boca pozo 0,40 m.n.t. Q=21/01/85
SM 83	La Soledad DG y M N°2	Perforación		La Soledad	1897,45	90,20	14,90	17,00 (doc)	no	s/equipar	no	Riego	NP y Q 31/12/60 Cota: s/caño
SM 84	Pozo Cavado de De La Peña	Pozo Cavado		La Soledad	1898,91	15,50	14,80	---	si	---	si	Domésticos	NP: 05/07/85 Cota: s/brocal 0,30 m.n.t.
SM 85	El Recreo Canal Del Medio DPGM N°2	Perforación		El Recreo	1903,01	91,50	11,94	105 (doc)	si	S/equipar momentaneo	si	Agua potable	NP: 11/07/85 Cota:s/caño bomba 0,12 m.n.t.
SM 86	El Recreo DPGM N°1 Canal del Bajo	Perforación		El Recreo	1901,04	118,81	9,35	117 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico)	si	Riego	NP:10/07/85 Cota: s/base bomba 0,35 m.n.t.
SM 87	Perf. Esc. Prov. 220 (ex-Nacional N°20)Chañar Punco	Perforación		Chañar Punco	---	17,00	---	---	no	s/equipar	no	Domésticos	----------

SM 88	Perf. Medanitos	Perforación		Medanitos	---	15,88	10,22	---	no	Bomba de mano	si	Agua Potable	NP: 08/07/85
SM 89	Famatanca DNGM N°1	Perforación		Famatanca	---	68,30	17,80	8,3 (doc)	no	s/equipar	si	Agua Potable	NP: 08/07/85
SM 90	Perf. esc. Famatanca N° 307 (ex. Esc. Nac. N° 107)	Perforación		Famatanca	---	---	---	---	no	Bomba INMO Motor WISCON SIN	no	Domésticos	Pozo con aceite
SM 91	Famatanca DPGM N°1	Perforación		Famatanca	---	111,54	26,87	50,00 (doc)	no	s/equipar	si	Riego	Pozo"Arenero" NP: 08/07/85 Q= 23/03/69
SM 92	Famatanca DPGM N°2	Perforación		Famatanca	---	121,50	28,48	266,00 (Af)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico)	si	Riego	NP: 12/07/85 Q= 08/10/85 h. boca pozo 0,85 m.n.t.
SM 93	Pozo Cavado de Famatanca	Pozo Cavado y Perforado		Famatanca	---	24,50	21,80	---	no	s/equipar	no	Domésticos	NP: 09/08/85
SM 94	San José Banda DNGM N°2	Pozo Cavado y Perforado		San José Banda	---	125,02	28,35 (d)	---	si	Molino a viento	no	Agua potable	----------
SM 95	San José Banda DNGM N°1	Pozo Cavado y Perforado		San José Banda	---	57,00	s/agua	6,6 (doc)	no	Molino a viento	no	Agua Potable	----------
SM 96	Palo Seco Banda DNGM N°1	Pozo Cavado		Palo Seco Banda	---	26,35	17,30	---	no	Bomba a mano	no	Agua Potable	NP: 08/07/85
SM 97	Experimental DPGM N°6	Perforación		San José Banda Oeste	---	116,34	18,70	70,00 (doc)	no	s/equipar	si	Riego	NP: 08/07/85 Pozo"Arenero" Q=30/09/61

SM 98	Pozo Cavado de Severo Chaile	Pozo Cavado		San José Banda Oeste	---	7,80	6,02	---	si	Balde	si	Domésticos	NP: 08/07/85 Brocal 0,70 m.n.t.
SM 99	Cooperativa San José Banda DPAS N°2	Perforación		San José Banda Oeste	---	118,20	19,10	80,00 (calc)	si	Eléctro - bomba sumergible	si	Agua Potable	NP:25/04/85 h. boca caño 0,60 m.n.t.
SM100	Perf. José Chaile-El Cerrito DGM N°1(ex-Leiva)	Perforación		El Cerrito	1892,41	69,25	12,20	112,9 (Af)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor a - combustión (gasolero)	si	Riego	NP: 08/08/85 Q= 02/10/85 h. boca pozo 0,50 m.n..t. Cota:s/base bomba
SM101	Chañar Punco DPGM N°2 (Cooperativa)	Perforación		Chañar Punco	---	112,00	14,54	145 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor CEA(eléctrico)	si	Riego	NP: 09/08/85 Q= 15/09/71 h. boca pozo 0,60 m.s.n.t.
SM102	Municipalidad de Santa María DGM 3	Perforación		Ciudad Santa María	1894,47	118,47	37,92	—	si	Eléctro bomba sumergible SYLWAN	si	Agua Potable	NP: (dinámico)25/04/85 h. base cemento 0,25 m.s.n.t.
SM103	"La Loma" DPGM N°3	Perforación		La Loma Loro Huasi	1938,60	117,00	19,58	150,00 (inf)	si	Turbo bomba IRUMA Motor CORRADI (eléctrico)	si	Riego	NP: 11/08/85 h. b. boca pozo 0,55 m.s.n.t. Cota:s/base bomba
SM104	Acequía Retamazo Palo Seco DPGM N°2	Perforación		Palo Seco	1979,91	141,25	27,52	100,00 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico	si	Riego	NP: 13/08/85 Q= 23/06/72 h. b. boca pozo 0,36 m.s.n.t-

SM 113	Entre Ríos DPGM N°1	Perfora-		Camino a -	1977,05	119,51	29,88	100,00	no	Turbo-bomba	no	Riego	Q y NP:05/03/70
		ción		Entre Ríos			(doc)	(doc)		SYLWAN Motor M - BENZ (a = comb. gasolero)			Cota: s/base bomba
SM 114	Loro Huasi Norte DPGM N°1	Perforación		Loro Huasi	1917,42	126,71	17,16	100,00 (doc)	si	Turbo-bomba SILWAN Motor SFV (eléctrico)	no	Riego	NP:11/08/85 Q=10/12/68 Cota: boca base bomba = 0,40 m.s.n.t.
SM 115	Loro Huasi DPGM N°2	Perforación		Loro Huasi	1929,92	104,69	22,20	180,00 (Afor)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico)	si	Riego	NP:11/08/85 c/reservas Cota:s/base bomba h.b.b: pozo 0,55 m. s.n.t.
SM 116	San Isidro DPGM N°1	Perfora - ción		San Isidro Loro Huasi	1937,72	122,32	24,85	80,00 (doc)	si	Turbo-bomba IRUMA Motor E (eléctrico)	si	Riego	NP: 11/08/85 h. boca pozo 0,70 m.s.n.t. Cota:s/base bomba
SM 117	Loro Huasi Centro DPGM N°2	Perforación		Loro Huasi Centro	1935,04	99,86	22,95	45,00 (doc)	no	s/equipar	si	Riego	NP:10/07/85 Q= 13/09/69 h.b.caño 0,20 m.s.n.t. Cota: s/boca caño base hormigón
SM 118	Perforación Esc. Prov. N°40(Ex. Nac. N°40)	Perforación		Loro Huasi	1932,15	17,60	----	----	no	s/equipar	no	Doméstico	Prof:Rellenado
SM 119	Loro Huasi DNGM N°1	Perforación		Loro Huasi	1931,45	40,5	21,56	---	no	Bomba a mano	no	Agua Potable Doméstica	NP:10/07/85 h.b. caño 0,14 m.s.n.t.

SM 105	Punta de Balasto A.N.D.A. N°1	Perforación		Punta de Balasto	2114,92	83,00	17,00 (int)	6,00 (calc)	si	Bomba SIAM DI TELLA Motor CROSCH'CARLI (a comb. gasolero)	si	Agua Potable	NP: Ag/84 Cota:s/bomba x suelo
SM 106	Cooperativa Casa de Piedra DPGM N°1	Perforación		Yapés Casa de Piedra	2008,96	109,96	44,00	200,00 (inf)	si	Turbo-bomba IPUMA Motor M. BENZ(a comb gasolero)	no	Riego	NP: 13/08/85 h. b. boca pozo 0,60 m.s.n.t. Cota: s/Base bomba
SM 107	Pozo Cavado Las Abritas Est. de Aforo	Pozo Cavado		Las Abritas Pie de Médano	2173,66	4,36	3,40	---	si	Balde	si	Doméstico	NP: 09/07/85 Cota: s/brocal 20,50 m.s.n.t-
SM 109	Punta de Balasto DPGM N° 2	Perforación		Punta de Balasto	2111,08	113,97	15,00 (doc)	100,00 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor Deuz (a comb.gasolero)	no	Riego	NP:24/08/72 Cota: s/base bomba
SM 110	Punta de Balasto DPGM N° 1	Perforación		Punta de Balasto	2128,94	120,75	31,85	---	no	Turbo-Bomba ATUEL Motor DEUZ (a comb. gasolero)	no	Riego	NP:13/08/85 Cota:s/base bomba
SM 111	Punta de Balasto DPAS 3	Perforación		Punta de Balasto	2116,26	22,26 (obst)	22,50 (doc)	100,00 (doc)	no	s/equipar	no	Riego	Q y NP:11/10/76 Cota:s/caño 0,17 m.s.n.m.
SM 112	Experimental DGM N°2 Acequía Retamozo	Perforación		Palo Seco	1975,42	126,93	12,45	80,00 (doc)	no	s/equipar	si	Riego	Q: 23/04/62 Cota: s/boca

SM 120	San José Norte DPGM N°1	Perforación		San José Norte	1951,83	129,33	20,07	115,00 (doc)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico)	si	Riego	NP:10/07/85 h.b.b. pozo 0,75 m.s.n.t. Cota: s/Base bomba
SM 121	El Progreso DPGM N°2	Perforación		San José Norte	1964,49	134,77	21,50	106,00 (doc)	si	Turbo-bomba Rotor PUM Motor MERC. BENZ (a explosión)	si	Riego	NP: 12/07/85 h.b.b. pozo 0,40 m.s.n..t. Cota: s/base bomba
SM 122	San José Villa DPGM N°1	Perforación		San José Villa	1967,21	121,88	19,54	80,00 (doc)	si	Eléctro-bomba sumergible	no	Riego	NP:10/07/85 h.b. caño 0,50 m.s.n.t. Cota: s/caño
SM 124	Pozo Cavado de Genuaria de Sánchez	Pozo Cavado		El Recreo	1887,01	6,50	----	----	no	s/equipar	no	Riego	Brocal 1,30 m.s.n.t. Cota: s/brocal
SM 125	Pozo Cavado El Recreo	Pozo Cavado		El Recreo	1897,28	7,90	6,70	---	no	s/equipar	no	Doméstico	Cota:s/brocal= suelo
SM 126	Experimental DPGM N°3 Acequía Los Alvarez	Perforación		La Loma Loro Huasi	1939,12	106,00	14,00 (doc)	216 (Afor)	si	Turbo-bomba Marca S/D Motor MERC BENZ (a explosión)	si	Riego	NP:7/11/61 Cota: s/base bomba
SM 128	Chañar Punco DG y M	Perforación		Lampacito Chañar Punco	--	---	23,00 (inf)	180,00 (Afor)	si	Turbo-bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico)	si	Riego	---------

SM 129	Pozo El Cerrito de Nelson Cabezas	Pozo cavado y Perforado		El Cerrito	1886,09	9,90	7,15	---	no	s/equipar	si	Riego	NP: 12/07/85 Cota: s/brocal
SM 130	Pozo Cavado El Cerrito de Nelson Cabezas	Pozo Cavado		El Cerrito	1887,47	5,70	---	---	no	s/equipar	no	Doméstico	NP: Pozo seco
SM 131	Pozo de Eusebio Villagra	Perforación		Ciudad de Santa María	1892,70	----	13,00 (inf)	160,00 (Afor)	si	Motor SICODA (eléctrico)	si	Riego	---------
SM 133	Lampacito DNGM N°2	Pozo Cavado		Lampacito	----	16,50	15,25	---	si	---	no	Domésticos	NP: 09/08/85 h.b.b. pozo 0,35 m.s.n.t.
Sm 134	Pozo Cavado de Juan Villafanez	Pozo Cavado		Chañar Punco	---	6,97	4,93	---	no	s/equipar	no	Domésticos	NP: 09/08/85 h.base pozo 0,32 m.s.n.t.
SM 135	Experimental DPGM N°7 Acequia Lagoria	Perforación		Medanitos	---	111,77	10,50 (doc)	50,00 (doc)	no	s/equipar	no	Riego	Q y NP: 03/03/62 Nunca funcionó "Arenero"
SM 136	Loro Huasi-La Loma DNGM N°1	Perforación		La Loma Loro Huasi	1937,06	69,00	13,70	7,60 (doc)	no	s/equipar	no	Agua potable	NP: 12/08/85 Q=Dic/42 Cota:s/caño desmantelado
SM 137	Perf. Loro Huasi-La Loma	Perforación		La Loma Loro Huasi	1941,32	34,50	20,07	----	no	Bomba de mano	no	Agua Potable	NP: 12/08/85 Cota: s/base bomba de mano

SM 138	San José Norte DNGM N° 1	Perforación		San José Norte	1950,85	71,00	14,85	6,5 (doc)	no	Bomba de mano	no	Agua Potable	NP:12/08/85 Cota:S/caño 0,15 m.s.n.t.
SM 139	La Soledad D.N.G.M. N°1	Perforación		La Soledad	1899,97	101,00	15,95	6,5 (doc)	no	Molino a viento	no	Agua Potable	NP:13/08/85 Cota:s/caño 0,27 m.s.n.t.
SM 140	El Progreso DPGM N°1	Perforación		San José Norte	1964,81	101,81	21,00	46,00 (doc)	no	s/equipar	no	Riego	NP: 13/08/85 Cota:s/caño 0,87 m.s.n.t. Q=20/11/69
SM 141	Perf. Ing. Meva-San José	Perforación		San José	1972,46	---	21,82	---	si	Eléctro-bomba sumergible	no	Riego	NP:13/08/85 Cota:s/caño 0,30 m.s.n.t.
SM 142	Palo Seco DNGM N°1	Perforación		Palo Seco	1965,31	71,95	9,10	8,4 (doc)	si	Bomba de mano	no	Agua Potable	NP:13/08/85 Cota:s/caño Q=enero/43
SM 143	Casa de Piedra DNGM N°1	Perforación		Casa de Piedra	1981,09	86,20	29,00 (doc)	6,3 (doc)	no	Bomba de mano	no	Agua Potable	Q y NP:feb/43 Derrumbado
SM 144	Perf. de Demetrio Delgado	Perforación		La Puntilla	2021,07	100,30	47,75	30,00 (doc)	no	s/equipar	no	Riego	NP:13/08/85 Q= set/62 Cota:s/riel b. pozo 0,25 m.s.n.t.
SM 145	El Recreo DNGM N°1	Perforación		El Recreo	1899,86	50,60	8,72	7,5 (doc)	no	s/equipar	no	Agua Potable	NP:15/8/85 Q= N.V./42 Cota:s/caño 0,00 m.s.n.t.
SM 146	El Puesto DNGM N°1	Perforación		El Puesto	1847,53	67,00	5,8 Z	14,4 (doc)	no	s/equipar	no	Agua Potable	NP:15/08/85 Cota: s/terre.

CUADRO II

MANIFESTACIONES DEL VALLE DE SANTA MARIA

SEGUN CENSO 1985 (superficiales)

N°Según Censo	Denominación de la muestra	Tipo de fuente	Fuentes superficiales muestreadas en el censo 1985				
			Ubicación Gauss-Krugger	Lugar	Cota (Base IGM)m	Análisis químico	Fecha
S M 108	Est. de Aforo - Pie de Médano Río Sta. María	Río		Pie de Médano	2159,38	SI	9/7/85
S M 123	Est. de Aforo - Pie de Médano	Vertiente		Pie de Médano	2164,80	SI	9/7/85
S M 127	Muestra Palo Seco - Río Sta. María	Río		Palo Seco	-	SI	12/7/85
S M 132	Muestra Altura Pza. Sta. María Río Santa María	Río		Sta.María	1870,15	SI	14/7/85

Cuadro III

RESUMEN DE DATOS PRINCIPALES EN ENSAYOS DE BOMBEO

DATOS ENSAYOS	Nº DE CENSO	POZO DE OBSERVACION	DISTANCIA P.B. a P.O. (m)	DURACION * ENSAYO (min.)	CAUDAL m3/h	CAUDAL CARACT. m3/hm	OBSERVACIONES
Las Mojarras	SM43	no	--	650' (B) 300' (R)	97,5	26,7	La sonda en bombeo funcionó deficientemente
El Puesto	SM7	SM9	500 (aprox.)	360' (B) 342' (R)	107	11,0	El pozo de observación no respondió durante el bombeo
El Recreo	SM86	SM145	25,60	540' (B) s/Recup.	222,9	-	No pudieron medirse niveles en el pozo de bombeo El pozo de obser. es más corto y con 6 m de sup. filtrante
El Cerrito	SM100	SM54	230	1440' (B) 870' (R)	112,9	21,2	El pozo de obser. tiene 6 m de sup. filtrante
San José Banda	SM99	SM97-SM96	17,30-280	1220' (B) 360' (R)	121,8	37,5	El pozo de obser. SM96 es cavado (23,50 m) El sistema de aforo es de dudosa confiabilidad
Loro-Huasi	SM114	no	--	360' (B) 240' (R)	126,8	19,8	Caudal intermitente en cortos períodos alternativos
Chañar-Punco	SM72	no	--	380' (B) 880' (R)	115	30,5	Dificultad de las mediciones iniciales del bombeo El SM73, cercano funciona permanentemente durante el día
Famatanca	SM92	SM91	3,90	435' (B) 745' (R)	266	--	Los niveles dinámicos durante el bombeo solo pudieron medirse en el pozo de observ.
Palo Seco	SM104	no	--	420' (B) 1090' (R)	330	46,5	Dificultad en la medición de los niveles dinámicos durante el bombeo

* (B) Bombeo; (R) Recuperación

Cuadro IV

RESUMEN DE DATOS SECUNDARIOS EN ENSAYOS DE BOMBEO

DATOS ENSAYOS	TIPO DE AFORO	T° DEL AGUA EN BOMBEO	DURACION DEL BOMBEO (min)	Nº DE MUESTAS DE AGUA EXTRAIDA	CONDUCTIVIDAD A 25°C (µmho/cm)	OBSERVACIONES
Las Mojarras	.Molinete .Flotador	20,5°C	650'	--	--	s/muestras
El Puesto	.Vertedero Triangular 90°	21,0°C	360'	--	636 (inicio ensayo)	s/muestras
El Recreo	.Molinete .Flotador	18,0°C	540'	--	90' 254 210' 257	s/muestras
El Cerrito	.Vertedero Triangular 90°	24,5°C	1440'	--	30' 482 16 h 514 3h 501 24 h 516 9h 512	s/muestras
San José Banda	.Tanque 200 l .Cisterna	17,0°C	1220'	1° 60' 2° 590' 3° 1010'	290 299 302	--
Loro-Huasi	.Piletón	19,5°C	360'	1° 95' 2° 360'	604 618	--
Chañar-Punco	.Vertedero Triangular 90°	19,5°C	360'	1° 60' 2° 360'	244 240	--
Famatanca	.Piletón	18,5°C	435'	1° 60' 2° 360'	313 318	--
Palo Seco	.Piletón .Molinete .Flotador	17,0°C	420'	1° 360'	588	--

Cuadro V

PARAMETROS HIDRAULICOS (según Ensayos de Bombeo)

PARAMETROS ENSAYO N°	TRANSMISIBILIDAD m2/día	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	ESPESOR * ACUIFERO (m)	PERMEABILIDAD m/día
1. Las Mojaras	2039	--	100	20
2. El Puesto	921	--	60	15
3. Recreo	--	--	95	--
4. El Cerrito	2680 (R.Theis PB) 4959 (Jacob) 4494 (Theis)	1,7 x 10-3 (Jacob) 1,9 x 10-3 (Theis)	48	56 (R. Theis) 98 (Jacob-Theis)
5. San José Banda	3664 (R.Theis-PB)(?) 5690 (" -PO) 4612 (Jacob) 4849 (Hantush)	4,5 x 10-3 (Jacob) 4,0 x 10-3 (Hantush)	72	66 (Jacob-Hantush)
6. Loro-Huasi	688 (?)	--	80	9
7. Chañar-Punco	743 (?)	--	49	15 (?)
8. Famatanca	1744 (?)	--	65	27 (?)
9. Palo Seco	3051	--	97	31

* Espesor del conjunto acuífero hasta la profundidad de captación. (según descripción litológica de los perfiles existentes)

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Fe de Erratas: Figuras Nº 1-7-8 y 9, se hallan invertidas las simbologias del contacto moderno-basamento con el limite occidental tentativo de afloramiento terciario.

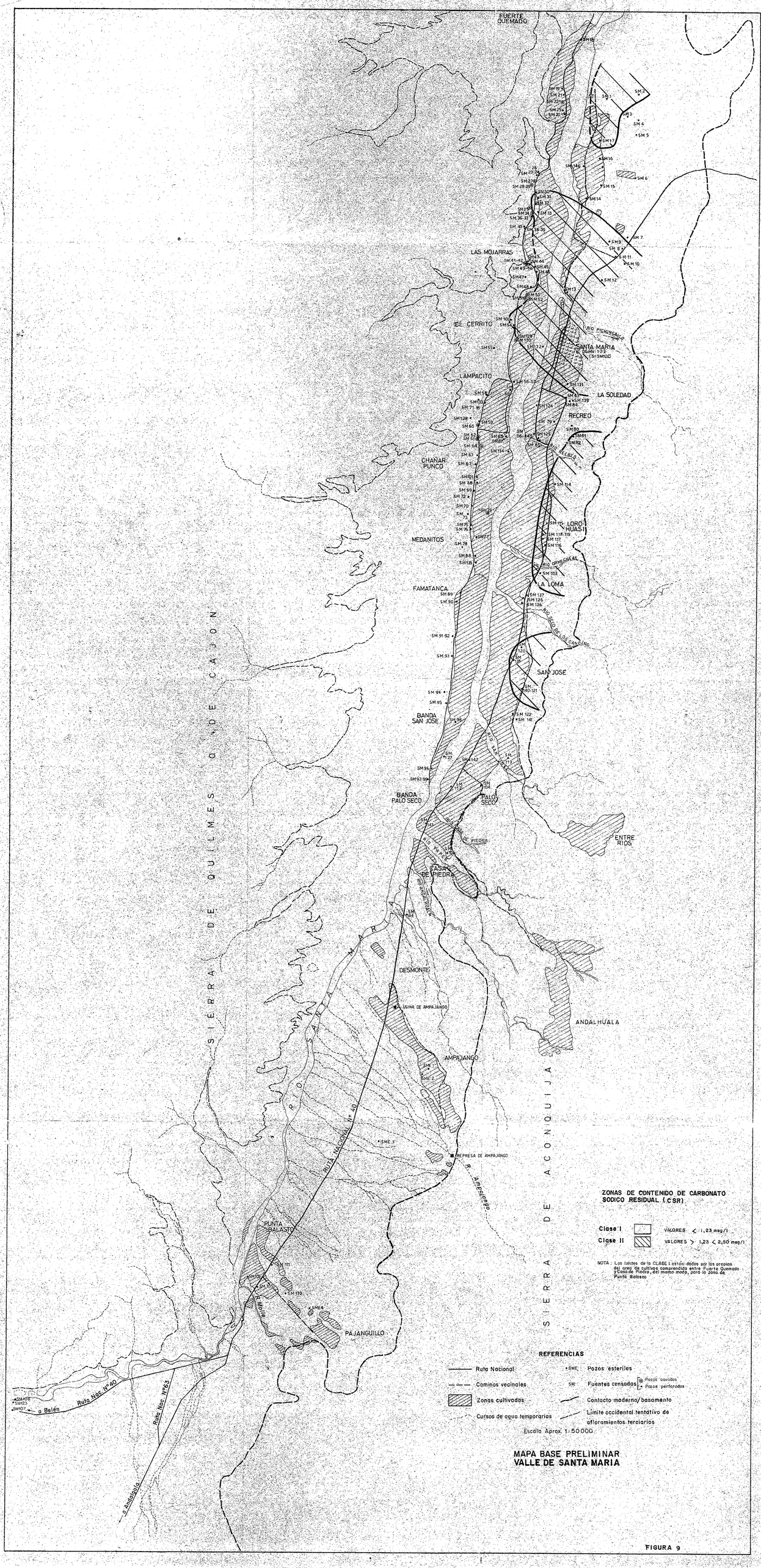

FUERTE QUEMADO
LAS MOJARRAS
EL CERRITO
SANTA MARIA
LAMPACITO
LA SOLEDAD
RECREO
CHANAR PUNCO
LORO HUASI
MEDANITOS
LA LOMA
FAMATANCA
SAN JOSE
BANDA SAN JOSE
BANDA PALO SECO
PALO SECO
ENTRE RIOS
CASA DE PIEDRA
DESMONTE
USINA DE AMPAJANGO
ANDALHUALA
AMPAJANGO
REPRESA DE AMPAJANGO
PUNTA BALASTO
PAJANGUILLO
SIERRA DE QUILMES O DE CAJON
SIERRA DE ACONQUIJA
RUTA NACIONAL Nº 40
Ruta Nac. Nº 40
Ruta Nac. Nº 63
a Belén
a Andalgalá
ZONAS DE CONTENIDO DE CARBONATO SODICO RESIDUAL (CSR)
Clase I
VALORES < 1,23 meq/l
Clase II
VALORES > 1,23 < 2,50 meq/l
NOTA: Los límites de la CLASE I están dados por los propios del área de cultivo comprendida entre Fuerte Quemado y Casa de Piedra, del mismo modo, para la zona de Punta Balasto
REFERENCIAS
Ruta Nacional
Caminos vecinales
Zonas cultivadas
Cursos de agua temporarios
Pozos estériles
Fuentes censadas
Pozos cavados
Pozos perforados
Contacto moderno/basamento
Límite occidental tentativo de afloramientos terciarios
Escala Aprox. 1:50.000
MAPA BASE PRELIMINAR
VALLE DE SANTA MARIA

FIGURA 9

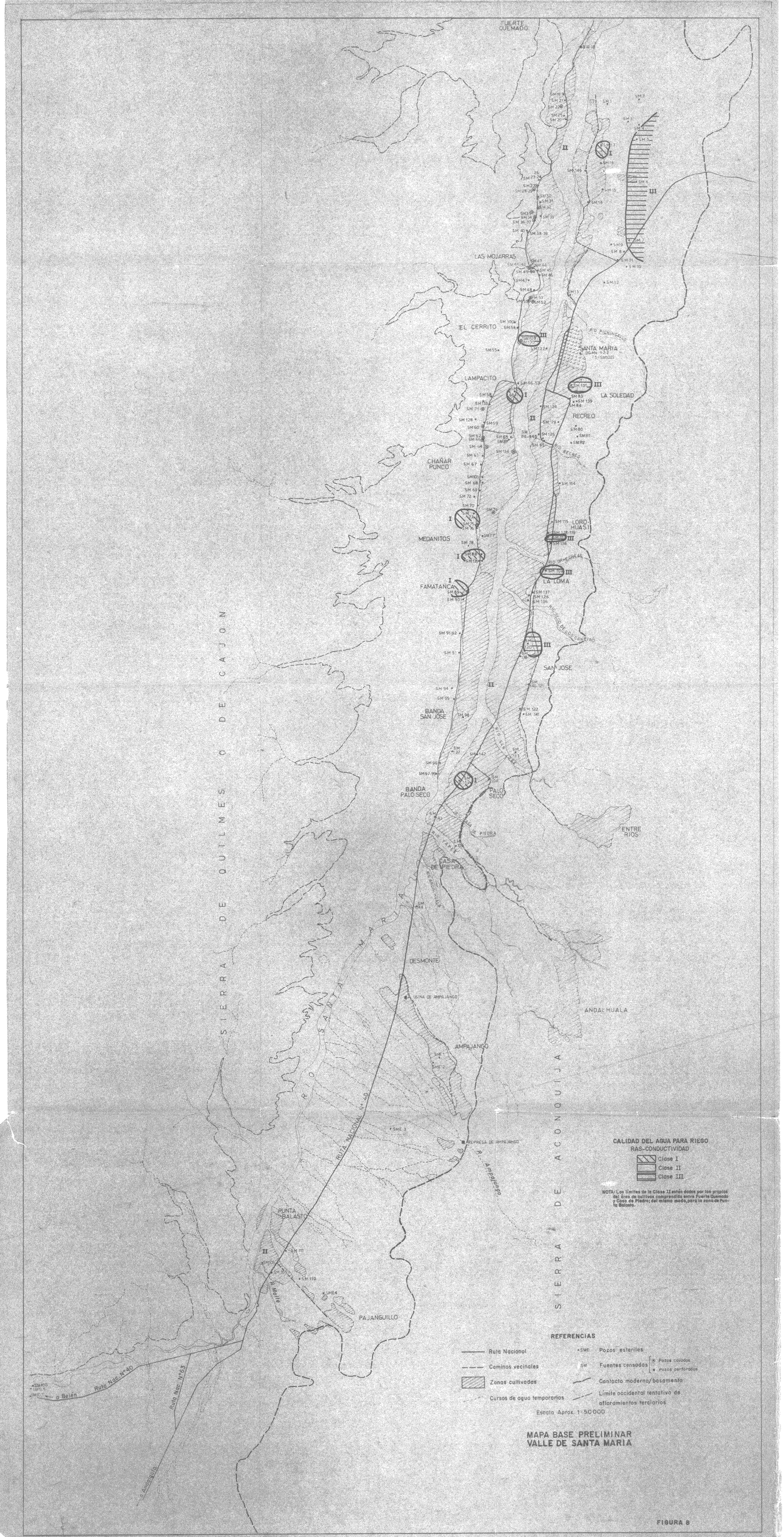
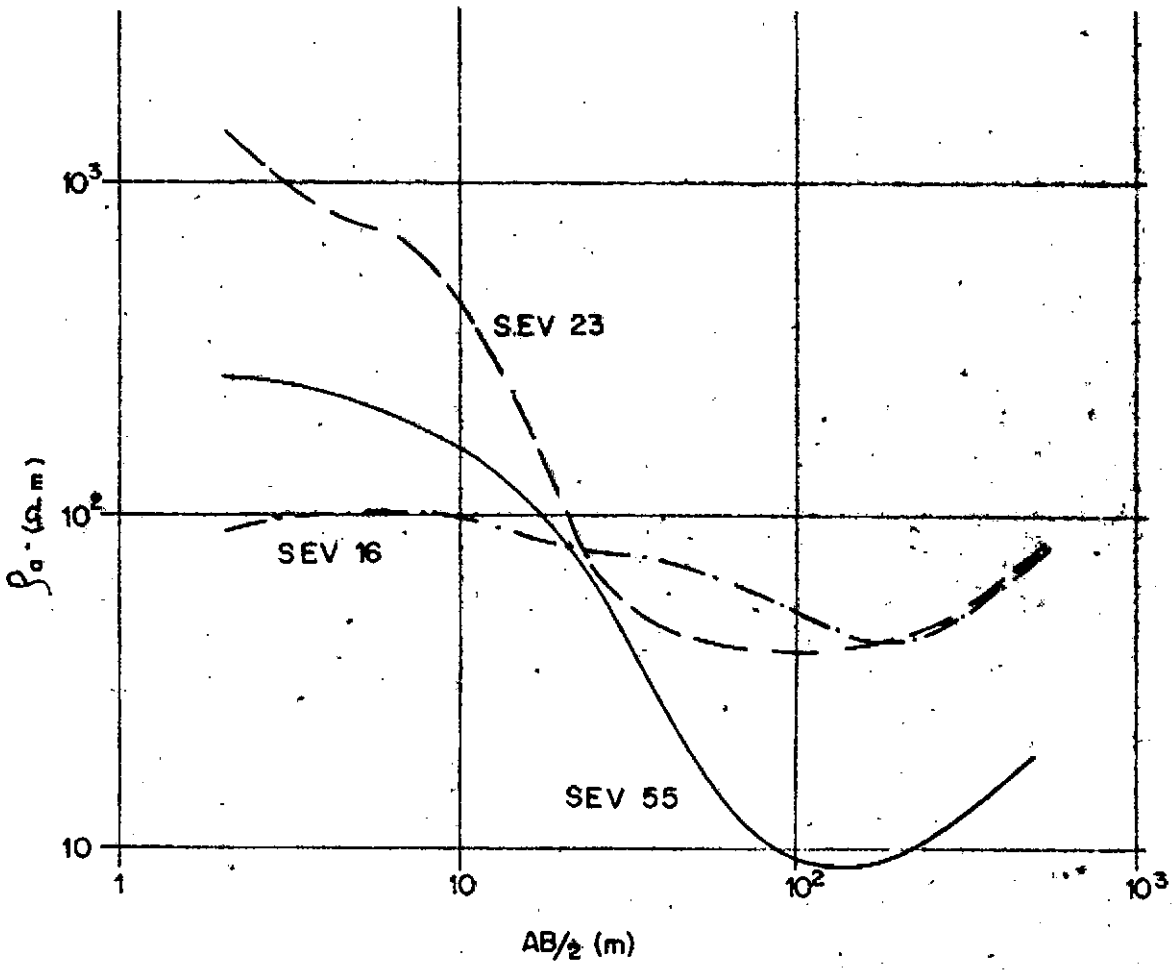
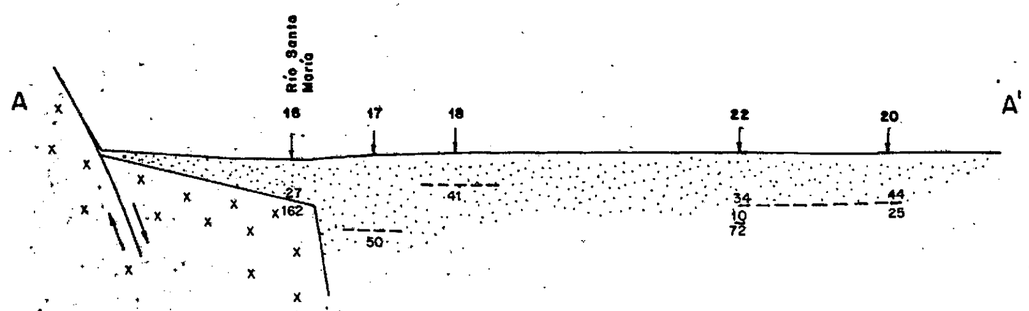

FUERTE QUEMADO
LAS MOJARRAS
EL CERRITO
SANTA MARIA
LA SOLEDAD
LAMPACITO
RECREO
CHAÑAR PUNCO
MEDANITOS
LORO HUASI
LA LOMA
FAMATANCA
SAN JOSE
BANDA SAN JOSE
BANDA PALO SECO
PALO SECO
ENTRE RIOS
CASA DE PIEDRA
DESMONTE
ANDALHUALA
AMPAJANGO
PUNTA BALASTO
PAJANGUILLO
SIERRA DE QUILMES O DE CAJON
SIERRA DE ACONQUIJA
RIO SANTA MARIA
RUTA NACIONAL Nº 40
Ruta Nac. Nº 80
Ruta Nac. Nº 63
CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO
RAS-CONDUCTIVIDAD
Clase I
Clase II
Clase III
NOTA: Los límites de la Clase II están dados por los propios del área de cultivos comprendida entre Fuerte Quemado y Casa de Piedra; del mismo modo, para la zona de Punta Balasto.
REFERENCIAS
Ruta Nacional
Caminos vecinales
Zonas cultivadas
Cursos de agua temporarios
Pozos estériles
Fuentes censadas
Pozos cavados
Pozos perforados
Contacto moderno/basamento
Límite occidental tentativo de afloramientos terciarios
Escala Aprox. 1:50000
MAPA BASE PRELIMINAR
VALLE DE SANTA MARIA

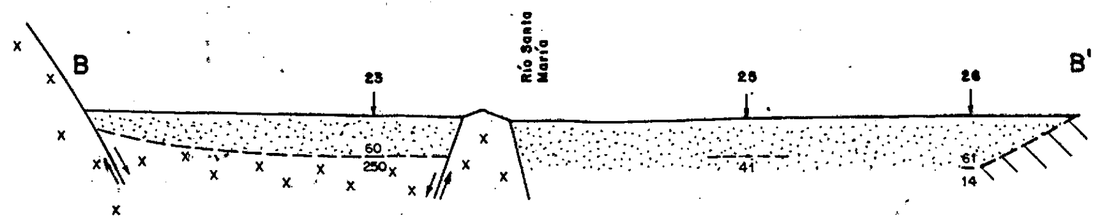
FIGURA 8



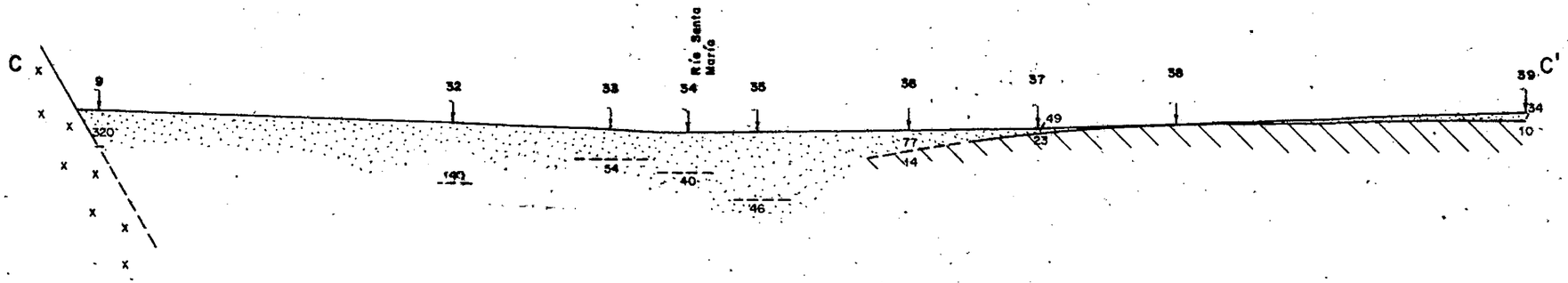
—El ultimo tramo de las curvas indica la presencia de un sustrato muy resistivo—

FIGURA Nº 3



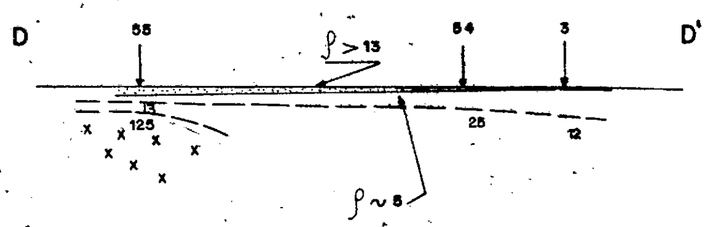


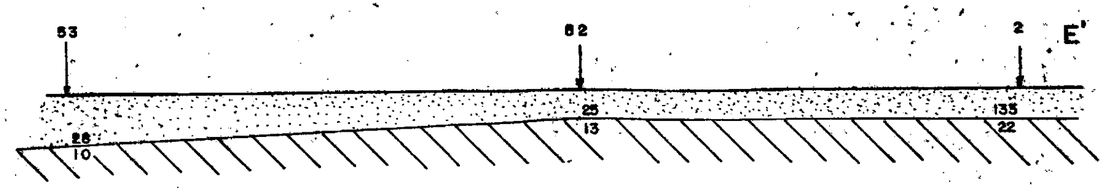
Escala Vert. y Hor. 1:25000



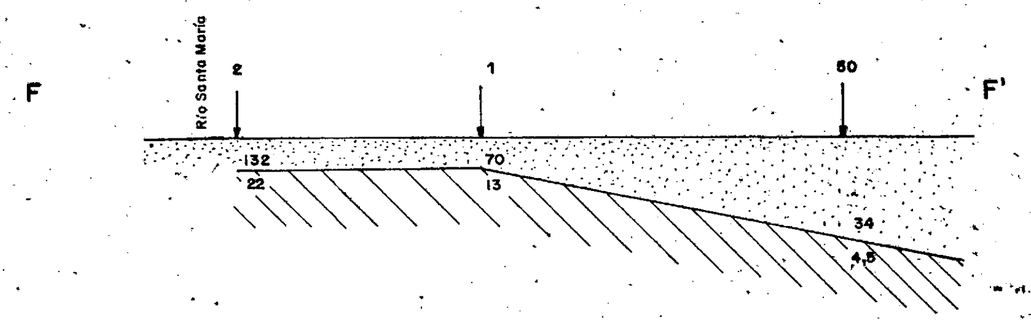
CORTES GEOELECTRICOS

FIGURA N° 4





Escala Vert. y Hor. 1: 25000

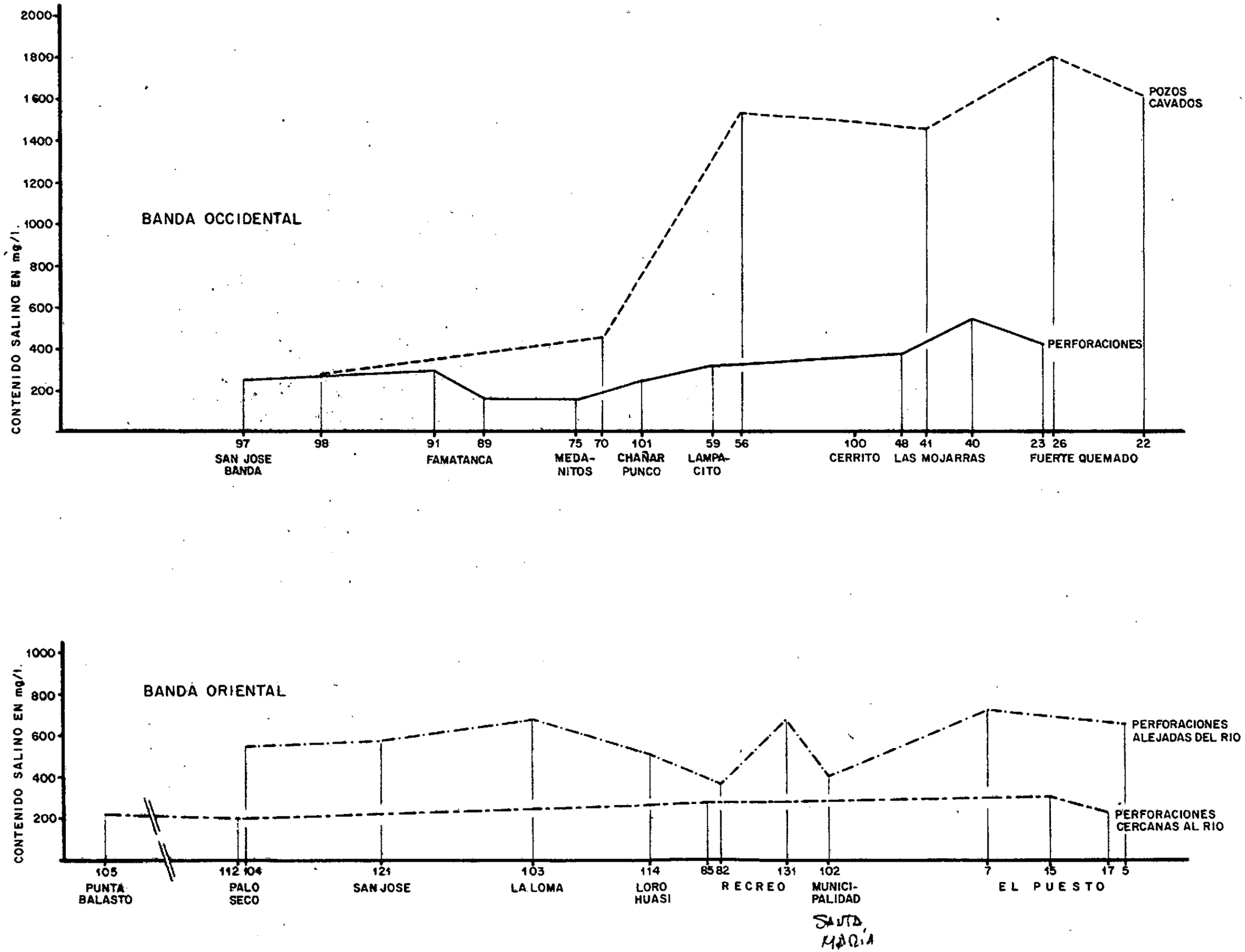


CORTES GEOELECTRICOS

FIGURA N° 5

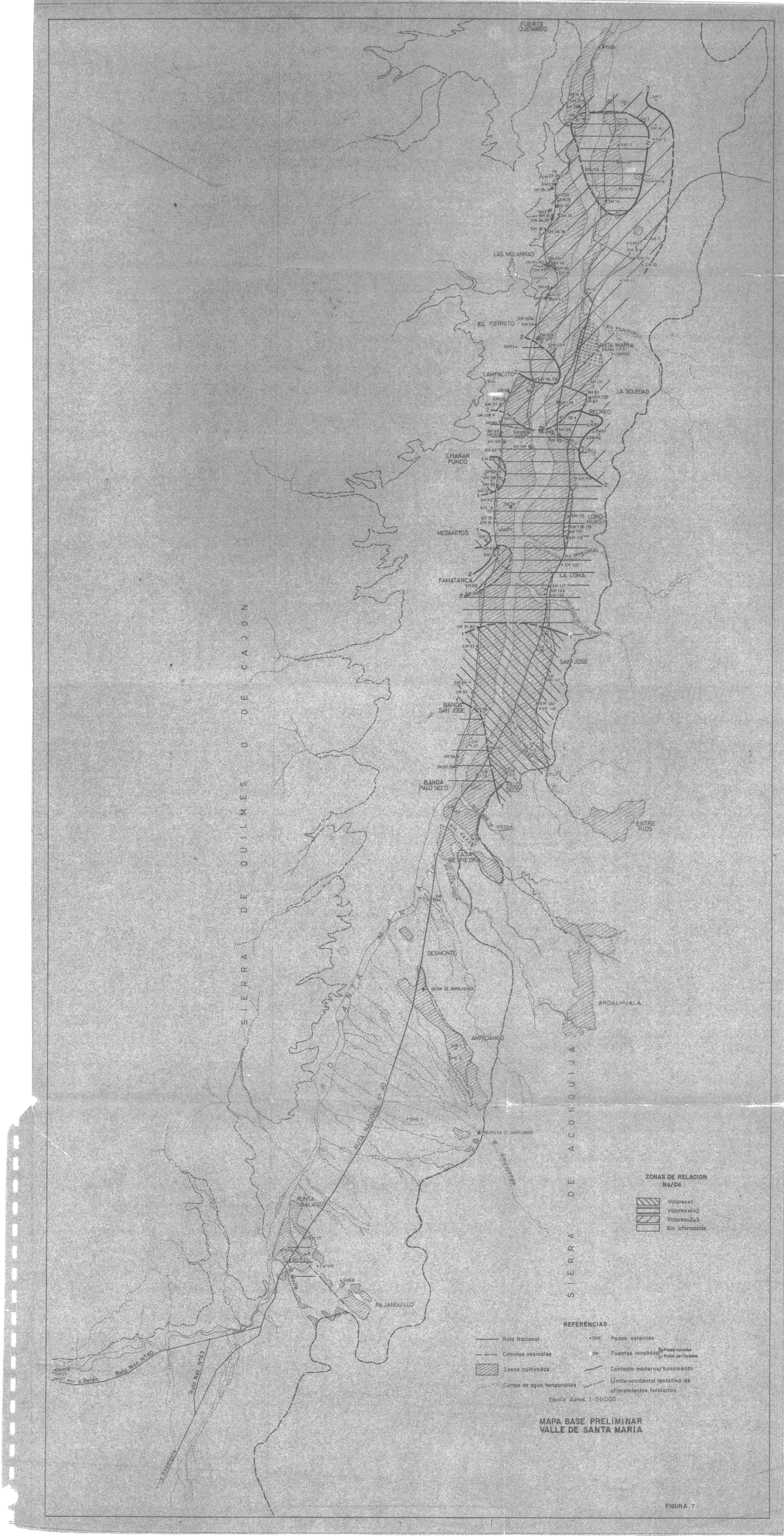
VALLE DE SANTA MARIA

PERFILES HIDROGEOQUIMICOS



Esc. Horizontal
1 :100 000.

FIGURA 6



MAPA BASE PRELIMINAR
VALLE DE SANTA MARIA

FIGURA 7

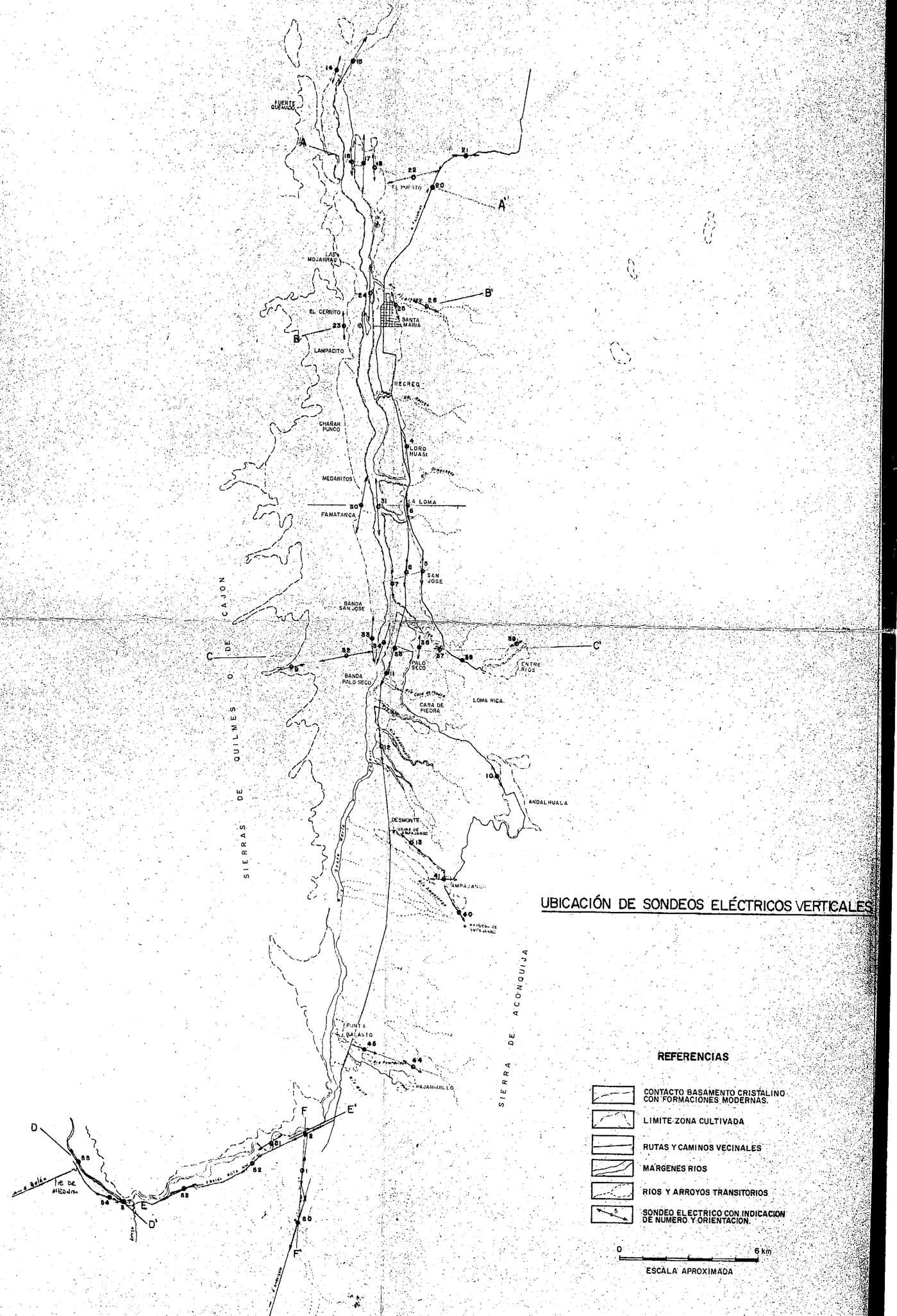

UBICACIÓN DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES
REFERENCIAS
CONTACTO BASAMENTO CRISTALINO CON FORMACIONES MODERNAS.
LIMITE ZONA CULTIVADA
RUTAS Y CAMINOS VECINALES
MARGENES RIOS
RIOS Y ARROYOS TRANSITORIOS
SONDEO ELECTRICO CON INDICACION DE NUMERO Y ORIENTACION.
0
6 km
ESCALA APROXIMADA
SIERRAS DE QUILMES O CAJON
SIERRA DE ACONQUIJA
FUERTE QUEMADO
EL PUERTO
LAS MOJAIRAS
EL CERRITO
SANTA MARIA
LAMPACITO
RECREO
CHAÑAR PUNCO
LORO HUASI
MEDANITOS
LA LOMA
FAMATANCA
SAN JOSE
BANDA SAN JOSE
BANDA PALO SECO
PALO SECO
ENTRE RIOS
CASA DE PIEDRA
LOMA RICA
ANDALHUALA
DESMONTE
PAJANGUILLO
A
A'
B
B'
C
C'
D
D'
E
E'
F
F'

FIGURA N°2

MAPA BASE PRELIMINAR
VALLE DE SANTA MARIA
Escala Aprox. 1:50000
REFERENCIAS
Ruta Nacional
Caminos vecinales
Zonas cultivadas
Cursos de agua temporarios
Límite occidental tentativo de afloramientos terciarios
Conjunto moderno/basamento
Fuentes canalizadas
Pozos perforados
Pozos cubiertos
Pozos estériles
SIERRA DE ACONQUIJA
SIERRA DE QUILMES O DE CAJON
RIO SANTA MARIA
RUTA NACIONAL N°40
RUTA NAC. N°53
RUTA NAC. N°60
ANDALHUALA
AMPAJANGO
DESMONTE
CASA DE PIEDRA
ENTRE RIOS
BANDA PALO SECO
PALO SECO
BANDA SAN JOSE
SAN JOSE
LA LOMA
FAMATANCA
MEDANITOS
CHAÑAR PUNCO
LORO-HUASI
REGRESO
LA SOLEDAD
LAMPACITO
EL CERRITO
SANTA MARIA
LAS MOLINERAS
PUERTE QUEMADO
PLANTA BALASTO
PAJANGUILLO
ESTACION DE AMPAJANGO
ESTACION DE PIEDRA
ESTACION DE SAN JOSE
ESTACION DE SANTA MARIA

FIGURA 1