





ISSN 1514-4186  
ISSN en línea 1666-9479

**INSTITUTO SUPERIOR DE CORRELACIÓN GEOLÓGICA  
(INSUGEO)**

Serie Correlación Geológica 20

***Estudios Hidrogeológicos  
del Valle del Río Santa María  
- Provincia de Catamarca -***

**Dr. Alfredo Tineo**

Profesor Titular de Hidrogeología  
Universidad Nacional de Tucumán

**Municipalidad de Santa María y Municipalidad de San Jose.**  
Departamento Santa María, Provincia de Catamarca, Argentina.

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo  
Universidad Nacional de Tucumán

- 2005 -

**CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS**  
**Universidad Nacional de Tucumán**  
**Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO)**

**Director:** Dr. Florencio G. Aceñolaza

**Directores alternos:** Dr. Alejandro Toselli y Dr. Alfredo Tineo

**Editor:** Dr. Florencio G. Aceñolaza

**Consejo Editor:** Dr. Alejandro J. Toselli (INSUGEO), Dr. Alfredo Tineo (INSUGEO), Dr. Rafael Herbst (INSUGEO), Dra. Juana N. Rossi de Toselli (INSUGEO), Dra. Susana B. Esteban (INSUGEO), Dr. Guillermo F. Aceñolaza (INSUGEO), Dr. M. Franco Tortello (UNLa Plata), Dr. Carlos Cingolani (UN La Plata), Dr. Roberto R. Lech (CENPAT-Trelew), Dr. Ricardo Alonso (UN Salta); Dra. Beatriz Coira (UN Jujuy), Dr. Juan Carlos Gutierrez-Marco (CSIC-España), Dra. Isabel Rábano (IGME-España), Dr. Julio Saavedra Alonso (CSIC-España), Dr. Hübert Miller (U. München-Alemania), Dr. Alcides N. Sial (U. Pernambuco-Brasil), Dra. Valdez Ferreira (U. Pernambuco-Brasil), Dra. Renata Guimaraes Netto (UNISINOS, Brasil).

**Dirección:** Instituto Superior de Correlación Geológica. Miguel Lillo 205. 4000 San Miguel de Tucumán. Argentina. E-mail: [insugeo@csnat.unt.edu.ar](mailto:insugeo@csnat.unt.edu.ar) - <http://www.unt.edu.ar/fcsnat/INSUGEO>

**Serie Correlación Geológica**

Es una serie periódica editada por el INSUGEO. Tiene por objeto dar a conocer información de interés geológico, siendo los trabajos allí publicados originales (entendiéndose que no hayan sido publicados ni sometidos simultáneamente a otras publicaciones). En ella se incluyen artículos temáticos como asimismo trabajos monográficos. Todas las contribuciones tienen revisión siendo puestas en consideración de miembros del Consejo editor y de árbitros especialistas (ver Instrucciones a los autores). El contenido de los artículos es de responsabilidad de cada autor.

**Se registra en Latindex, Ulrich's International Periodical Directory y Zoological Record.**

*Serie Correlación Geológica 1:* Segunda Reunión del Proyecto 192 IGCP-UNESCO.

*Serie Correlación Geológica 2:* Geología de América del Sur.

*Serie Correlación Geológica 3:* Procesos Metalogenéticos.

*Serie Correlación Geológica 4:* El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino.

*Serie Correlación Geológica 5:* Eventos del Paleozoico Inferior en Latinoamérica.

*Serie Correlación Geológica 6:* Cuencas Sedimentarias Argentinas.

*Serie Correlación Geológica 7:* Actas del V Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía.

*Serie Correlación Geológica 8:* El Magmatismo del Noroeste Argentino.

*Serie Correlación Geológica 9:* El Paleozoico Inferior en Latinoamérica y la Génesis del Gondwana.

*Serie Correlación Geológica 10:* Geología del Noroeste 2da Edición (*En prensa*).

*Serie Correlación Geológica 11:* Hidrogeología Subterránea.

*Serie Correlación Geológica 12:* El Paleozoico Inferior en el Noroeste del Gondwana.

*Serie Correlación Geológica 13:* II Congreso Argentino de Hidrogeología.

*Serie Correlación Geológica 14:* El Neógeno de Argentina.

*Serie Correlación Geológica 15:* Geología de los Cuerpos Igneos.

*Serie Correlación Geológica 16:* Aspects of the Ordovician System in Argentina.

*Serie Correlación Geológica 17:* Ordovician from the Andes.

*Serie Correlación Geológica 18:* Proceedings of the 7th. International Graptolite Conference.

*Serie Correlación Geológica 19:* Simposio Bodenbender.

*Instituto Superior de Correlación Geológica*  
Miguel Lillo 205  
4000 - San Miguel de Tucumán - República Argentina

**Fotografía de Tapa:** Abanico aluvial en la Sierra de Quilmes. (H. Lisiak)

**PARTICIPARON EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:**

**Ing. Geof. Norberto Ponti.**

Prof. de Geofísica aplicada de la U.N. de San Juan en área Geofísica.

**Dr. Carlos M. Falcon.**

Docente de la U.N. Tucumán en Geología y Geomorfología.

**Dr. Jorge W. García B.**

Docente de la U.N. de Tucumán en área Hidroquímica.

**Geol. Msc. Antonio Gutierrez.**

Docente de la U.N. Tucumán. Área preparación gráfica.



# Índice

- <b>PRÓLOGO</b> .....	9
- <b>ABSTRACT Y RESÚMEN</b> .....	11
<b>1- INTRODUCCION</b> .....	13
1.1- Antecedentes.....	14
1.2- Ubicación y Vías de Acceso.....	16
1.3- Fisiografía.....	16
1.4- Clima.....	17
1.5- Vegetación.....	20
1.6- Población e Industrias.....	20
<b>2- GEOLOGIA</b> .....	23
2.1- Estratigrafía.....	25
2.1.1- Precámbrico Superior- Paleozoico Inferior.....	25
2.1.2- Terciario.....	25
2.1.3- Cuaternario.....	28
2.2- Estructura.....	29
2.3- Geomorfología.....	29
2.3.1- Formas estructurales.....	30
2.3.2- Abanicos y taludes de escombros.....	30
2.3.3- Glacis.....	31
2.3.4- Tierras malas.....	31
2.3.5- Terrazas fluviales.....	31
Mapa Geológico N° 1.....	33
Mapa Topográfico N° 2.....	35
<b>3- GEOFISICA</b> .....	37
3.1- Introducción al método de Sondeo Eléctrico Vertical.....	37
3.2- Objetivos.....	37
3.3- Instrumental.....	37
3.4- Metodología.....	38

3.4.1- Consideraciones sobre la resistividad de las rocas y sedimentos. ....	38
3.4.2- Trabajos de campo. ....	38
3.4.3- Procesamiento de la Información. ....	38
3.5- Resultados. ....	39
3.5.1- Perfiles Geoeléctricos. ....	39
Perfil Geoeléctrico A-A.´ .....	40
Perfil Geoeléctrico B-B.´ .....	42
Perfil Geoeléctrico C-C.´ .....	43
Perfil Geoeléctrico D-D.´ .....	43
Perfil Geoeléctrico E-E.´ .....	44
Perfil Geoeléctrico F-F.´ .....	44
Perfil Geoeléctrico G-G.´ .....	44
Perfil Geoeléctrico H-H.´ .....	45
3.5.2- Mapa de isorresistividades. ....	45
Mapa de Ubicación de Perfiles Geoeléctricos N° 3 .....	93
Mapa de Isorresistividades del Primer Acuífero N° 4 .....	95
Mapa de Isorresistividades del Acuífero Profundo N° 5 .....	97
Mapa de Isoprofundidades del Techo del Primer Acuífero N° 6 .....	99
Mapa de Isoprofundidades de la Base del Acuífero Inferior N° 7 .....	101
<b>4 HIDROGEOLOGIA.....</b>	<b>103</b>
4.1- Metodología .....	103
4.2- Antecedentes .....	103
4.3- Red Hidrográfica .....	104
4.4- Marco Geológico.....	105
4.5- Hidroquímica .....	108
4.5.1- Introducción .....	108
4.5.2- Metodología .....	109
4.5.3- Resultados .....	110
<b>5 CONCLUSIONES.....</b>	<b>125</b>
<b>6 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>129</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>131</b>
<b>8 PLANILLA DE PERFORACIONES.....</b>	<b>133</b>

## Prólogo

El presente trabajo sobre la potencialidad hidrogeológica del valle del Río Santa María constituye un aporte sustantivo a la valoración de las condiciones en que se encuentra este importante recurso en una amplia región que abarca las provincias de Catamarca, Tucumán y Salta. El mismo fue llevado a cabo por el Dr. Alfredo Tineo, profesor de Hidrogeología de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán e Investigador científico del CONICET con quien colaboraron destacados investigadores de ese campo de la especialidad.

Se destaca que el conocimiento profundo de la hidrogeología de una zona, como ocurre en este caso, es la base para interpretar el funcionamiento hídrico y resulta imprescindible para la toma de decisiones que permitan mejorar y garantizar la conservación del recurso.

Conviene recordar que se denomina acuífero a aquella formación geológica que es capaz de almacenar y transmitir el agua subterránea a través de ella en cantidades significativas de modo que pueda extraerse mediante obras de captación. En este sentido los acuíferos en el valle de Santa María son depósitos de origen detrítico, como arenas y gravas, no consolidados, de edades geológicas recientes que están adosadas al faldeo de las sierras y rellenan la parte baja del valle.

En cierto modo un acuífero podría asimilarse a un embalse superficial en el que se pueden cuantificar flujos de entrada y salida y el volumen del almacenamiento. Los acuíferos, en general, soportan los periodos de sequía más favorablemente que los embalses superficiales y la amplia distribución de los acuíferos permite atender las demandas a lo largo del valle con un menor costo de infraestructura de captación y transporte al lugar de utilización sin necesidad de grandes obras de regulación.

A estas condiciones favorables hay que añadir que no son necesarias plantas de tratamiento debido a la buena calidad química y bacteriológica de estas aguas, lo que disminuye su costo de aprovechamiento.

El riego con aguas subterráneas es en general más eficiente debido al mejor uso y ahorro de este líquido elemento. En el valle de Santa María la gran mayoría de los regadíos con agua subterránea se han desarrollado a partir de la década de 1960, aunque en los últimos años de la década de 1990 se han comenzado a utilizar sistemas de riego más modernos que han dado lugar a la puesta en producción de importantes extensiones de terreno con cultivos de alta rentabilidad.

El proceso asociativo para la utilización de las aguas superficiales tiene una larga tradición en el valle; sin embargo la asociación de usuarios de aguas subterráneas se inicia a partir de la década de 1960.

Debe señalarse que las aguas subterráneas casi siempre se han explotado gracias a la iniciativa privada que asumió costos de construcción y mantenimiento de las capacitaciones. Esta situación ha permitido un uso más eficiente del recurso aguas subterráneas no sólo porque el propietario administraba sus costos, sino porque la extracción estaba directamente vinculada a las necesidades que demandaban los diferentes cultivos.

Debe recordarse que las perforaciones para la extracción de agua subterránea requiere la aplicación de tecnologías en las que se precisa el uso de diseños adecuados para la captación, así como un conocimiento detallado de las condiciones geológicas del acuífero. Con frecuencia se subestima la importancia que tiene un buen diseño de construcción de pozo. Algunos de los problemas que se suelen imputar al abastecimiento con aguas subterráneas son debidos, más que a la potencialidad del acuífero, al mal diseño, defectuosa construcción o al mantenimiento inadecuado de captaciones.

Es bueno señalar que el uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas contribuyen a mejorar la demanda que genera la actividad agrícola y la que resulta del abastecimiento de poblaciones. Asimismo es bueno hacer notar que aún hoy, en el valle, es frecuente observar la existencia de canales abiertos, sin revestir, para su utilización en el riego que conllevan fuertes pérdidas por infiltración o por evapotranspiración. Ello es símbolo de un mal uso que debería limitarse con miras a preservar el recurso hídrico.

Todo lo arriba expuesto son datos a tener en cuenta cuando se debate, a veces sin argumentos científicos, la potencialidad del recurso de aguas subterráneas. Hemos visto que se ha mencionado una posible disminución del caudal subterráneo del valle sin tenerse a la vista los resultados de estudios geológicos y geofísicos que desmienten dicha aseveración. En este aspecto creemos que el estudio hecho por el Dr. Alfredo Tineo no sólo es sólido y cuenta con argumentos reales y consistentes que son puestos a la vista a lo largo de esta obra. La calidad y potencialidad del agua del Valle de Santa María queda expresada en el texto y gráficos que lo acompañan de cuyo valor técnico-científico no dudamos.

Hoy, con esta obra, podemos desmitificar conceptos que en los últimos años han sido vertidos, erróneamente, en diferentes medios de difusión por quienes desde intereses particulares o desde la ignorancia. Creemos que este aporte es de gran importancia no sólo por la seriedad del trabajo sino también porque es una fiel demostración de cómo la Universidad Nacional de Tucumán se encuentra comprometida en resolver temas de interés comunitario y de la región. En este aspecto destacamos que el Dr. Tineo, Investigador del INSUGEO, ha volcado en este libro sus mejores conocimientos y larga experiencia en el campo de la hidrogeología lo que, a nuestro entender avalan los resultados de este trabajo.

*Dr. Florencio G. Aceñolaza*  
*Director INSUGEO*

**Abstract.** *HYDROGEOLOGICAL STUDIES OF THE SANTA MARÍA RIVER VALLEY, CATAMARCA PROVINCE -*

The hydrogeological basin of the Santa Maria Valley river is part of the of the Intermountain Valley hydrogeological province of the Sierras Pampeanas. Morphologically it is represented by a long and narrow structural depression limited by metamorphic and plutonic rocks, with some Tertiary-Mesozoic strata, all capped by Quaternary alluvial deposits that represent the main aquifer of the area. The basin has a high level of evapo-transpiration and a strong hydric annual deficit. Rainfalls are no higher than 200 mm annually in the valley, slightly rising in the mountain tops.

The current project analyzed early papers, and a geological map was done focusing on the mountain pediment and the low area of the valley from an hydrogeological point of view. Based on this model, geophysical studies were programmed in a network of electrical sounds which allowed the coverage of the whole target area and a comparison of the information on existing wells. Afterwards, geoelectric profiles were drawn in order to correlate the outstanding electric units. Thus, the conceptual model of the aquifer in the valley was done, determining the depth of the saturated levels (top of the first aquifer) and the depth of the silt-clay levels, which shape the hydrogeological basement of the area.

This book presents the first integrated systematic geophysical study in the valley that allowed to determine the total thickness, the deepness of saturated levels not reached by the existing wells, and to raise the ground water reservoirs in the valley region. The hydrochemical characteristics were determined, and conclusions were drawn based on the geological, geophysical, and hydrogeological information. In addition, some recommendations are done for the future exploitation of the underground hydric resources. Finally, the significances of the ground water reservoirs are highlighted, providing some recommendations to carry out rational exploitation as the basis for the future development of the valley.

The original work was sent to the Municipalidad de Santa Maria and San Jose (City Halls), containing some appendices which include a section on “Technical conditions” to be requested upon planned wells.

**Resumen.** *ESTUDIOS HIÓGICOS DEL VALLE DEL RÍO SANTA MARÍA - PROVINCIA DE CATAMARCA* - La cuenca hidrogeológica del Valle del río Santa María, forma parte de la Provincia Hidrogeológica de los Valles Intermontanos de Sierras Pampeanas.

Es una larga y estrecha depresión estructural limitada por bloques de rocas metamórficas y plutónicas, con afloramientos de un complejo sedimentario de edad Mesozoico-Terciario y por depósitos aluviales de edad Cuaternario que constituyen los principales acuíferos de la zona.

La cuenca tiene un marcado déficit hídrico anual, con precipitaciones que no superan los 200 mm anuales en la zona baja, incrementándose en las altas cumbres, con una elevada evapotranspiración. Se realizó una evaluación de los antecedentes de la zona y se confeccionó un mapa geológico de base, destacando la zona pedemontana y baja del valle, donde se encuentran las áreas más favorables desde el punto de vista hidrogeológico.

En base a este modelo se programaron los estudios geofísicos, en una red de sondeos eléctricos verticales que permitieron cubrir toda el área de interés, controlados con información de perforaciones existentes. Posteriormente se trazaron perfiles geoelectrónicos, a fin de correlacionar los horizontes eléctricos más destacados.

De esta manera se realizó un modelo conceptual del acuífero en el valle, determinándose la profundidad de los niveles saturados (techo del primer acuífero) y profundidad de los niveles limo-arcillosos, que conforman el "basamento hidrogeológico" de la zona.

El estudio geofísico realizado por primera vez en el valle, en forma sistemática, permitió determinar los espesores de mayor interés, determinando niveles profundos saturados que no habían alcanzado las perforaciones existentes, lo que posibilitó incrementar el cálculo de las reservas de agua en el subsuelo del valle.

Se determinaron las características hidroquímicas y en base a la información geológica, geofísica e hidrogeológica, se formularon las conclusiones y recomendaciones para la futura explotación de los recursos hídricos subterráneos.

Finalmente se destaca la gran importancia que tiene los reservorios de agua subterránea en la zona, cuya explotación racional, será la base para el desarrollo del valle.

En el trabajo original elevado a la Municipalidad de Santa María y a la Municipalidad de San José, se acompañó un "pliego de condiciones técnicas" para la ejecución y control de las perforaciones programadas y una "planilla de cotización de precios" a fin de orientar un concurso de precios o licitación

**Key Words:** Ground water, Alluvial aquifer, Santa María

**Palabras clave:** Aguas subterráneas, Acuíferos aluviales, Santa María

## 1.- Introducción

En el mes de Julio de 2005, se iniciaron los trabajos de investigación hidrogeológica en el Valle de Santa María, con la finalidad de determinar las áreas más favorables para la explotación de aguas subterráneas.

El trabajo fue solicitado por los municipios de San José y Santa María, en el Departamento Santa María, Provincia de Catamarca y financiado con fondos de la Minera Alumbraera.

La zona de estudio tiene una extensión de 45 km entre Punta de Balasto en el Sur y el límite interprovincial con Tucumán, en la zona de El Puesto en el Norte. Si bien la depresión entre los macizos montañosos tiene un ancho promedio de 8 km, hemos determinado la zona de interés para una explotación económica de los recursos hídricos subterráneos, con un ancho promedio de 4 km, extendiéndose en la zona más baja del valle, lo que hace una superficie total del orden de los 180 km<sup>2</sup>.

Los trabajos de investigación se iniciaron con un análisis de los antecedentes existentes, destacándose las perforaciones iniciadas por la Dirección de Geología y Minas de la Nación, en la década de 1940, otras ejecutadas por organismos provinciales en 1960-1970 y por empresas privadas a partir de 1980 a la fecha.

Además se analizaron estudios geológicos e hidrogeológicos de Ruiz Huidobro (1965), Pernas (1967), Consejo Federal de Inversiones (1985) y bases de datos de organismos provinciales de Catamarca.

Con la utilización de imágenes satelitales, mapas existentes y el apoyo de campo, se preparó un mapa geológico de base a escala 1: 100.000, destacándose las áreas con mayor desarrollo en superficie de los sedimentos aluvionales de edad cuaternaria. También se preparó un mapa topográfico a escala 1: 200.000, a fin de destacar las pendientes en la zona de interés, limitada casi en su totalidad por la curva de nivel de 2.200 m.s.n.m., que pasa en la zona de Punta de Balasto y baja a menos de 2.000 m.s.n.m al Norte de la ciudad de Santa María.

Con la información de base, se programaron los estudios geofísicos mediante la utilización del método geoeléctrico con (38) treinta y ocho Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.) que cubren el área de interés en ambas márgenes del río Santa María, con lo que se prepararon mapas de isorresistividades, mapas de isoprofundidades, (2) dos perfiles geoeléctricos longitudinales y (5) cinco cortes transversales al Valle, que permitieron proponer un modelo conceptual del desarrollo de los acuíferos en el subsuelo, ajustado con información de perforaciones existentes.

Finalmente se realizaron las conclusiones y recomendaciones, con la inclusión de un "pliego de Condiciones Técnicas" para la contratación de perforaciones y una planilla de cotización de precios.

En el mes de Agosto de 2005 se anticipó copias del anexo referido al pliego de Condiciones Técnicas para el llamado a licitación de (5) cinco perforaciones en el municipio de San José y en el mes de Septiembre se elevó un informe preliminar sobre las áreas seleccionadas para la ejecución de esas perforaciones.

Los trabajos de geofísica fueron realizados en conjunto con el Ing. Geofísico Norberto Ponti, Profesor de la Universidad Nacional de San Juan y la interpretación de los mismos con apoyo de la información geológica e hidrogeológica de campo.

Colaboraron en las tareas los docentes de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, Dr. Carlos Martín Falcón, Mag. Geólogo Antonio Gutiérrez y el Dr. Jorge Walter García, y los Sres. Diego Sánchez y Ramiro González, estudiantes avanzados de la Carrera de Geología de esta casa de estudios.

### **1.1- Antecedentes.**

La Provincia de Catamarca está ubicada en el sector Noroeste del país. Tiene una superficie del orden de los 100.000 Km<sup>2</sup> y la mayor parte de ella está ocupada por áreas montañosas, con afloramientos de rocas ígneas y metamórficas en el ambiente de Sierras Pampeanas y vulcanitas en el ambiente de Puna. Estas rocas presentan escasas posibilidades de acumulación de agua económicamente explotables.

Con una distribución menor se encuentran los valles intermontanos, con depósitos de sedimentos clásticos de edad cuaternaria, conformando los acuíferos de importancia en la provincia.

El Valle de Santa María forma parte de la región «muy árida» del Noroeste argentino, con precipitaciones que no superan los 200 mm por año. Es una larga y estrecha depresión estructural elaborada en rocas metamórficas y plutónicas, que están cubiertas por un complejo sedimentario de edad Mesozoico-Terciario y por depósitos aluviales cuaternarios que constituyen cuatro formaciones geológicas, que a su vez corresponden a igual número de niveles de pie de monte (Ruiz Huidobro, 1965).

Extendido entre las provincias de Catamarca por el sur y Salta por el norte, el valle se desarrolla entre las sierras del Cajón o de Quilmes al oeste y Aconquija al este. Las aguas superficiales del valle son en su mayoría de carácter temporario, debido a la elevada permeabilidad de los terrenos por donde circulan y por el aprovechamiento intensivo que se les practica, tanto para consumo humano como para riego.

El río Santa María es el colector principal del valle. Lo atraviesa de sur a norte, recibiendo desde el oeste los afluentes que descienden de la sierra de Quilmes, siendo la mayoría de ellos estacionales y de escaso caudal. Desde el este recibe los afluentes que provienen de la sierra del Aconquija, que descienden al valle después de disecar espesos paquetes sedimentarios terciarios.

La estructuración en bloques que exhibe el valle, determina un drenaje con diseño dendrítico a rectangular en las rocas del basamento.

Los depósitos del Terciario presentan un drenaje que se ajusta a una serie de valles transversales a la estructura general de rumbo Nor-Noreste - Sur-Suroeste.

La cuenca de Santa María presenta un marcado déficit hídrico anual, recibiendo sólo un mínimo aporte de las precipitaciones en la zona de los abanicos en ambas laderas de las sierras, especialmente en la sierra de Quilmes, además del aporte proveniente del agua que escurre sobre las superficies de erosión de los estratos precuaternarios de escasa permeabilidad, a través de la suave pendiente de los glacis que descienden desde el este. Los subálveos de los torrentes que desaguan en el fondo del valle, aportan al área de inundación del río Santa María (Ruiz Huidobro, 1965).

De acuerdo a las características estructurales del valle y a la geoformas predominantes en el mismo, se considera que a partir de la infiltración en la zona antes mencionada, el flujo subterráneo tendría una circulación similar al flujo superficial, con orientación Sur-Norte.

La zona de descarga del agua subterránea está ubicada en el área más baja del valle, extendiéndose a 2 km a ambos lados del canal de estiaje del río Santa María. Esta es la zona con mayores

posibilidades para la explotación del agua subterránea, por encontrarse material sedimentario de granometría adecuada que facilita la perforación y donde se localizan los niveles de explotación más favorables.

La red de avenamiento se ajusta a una serie de valles transversales que coinciden, en algunos casos, con fallas normales a la estructura general de rumbo Nor-Noreste - Sur-Suroeste.

El aluvio del río Santa María constituye un acuífero importante, no solo porque es de permeabilidad alta sino porque contiene agua de buena calidad. La capa freática está ubicada entre los 14 y 28 m. Se han descubierto dos acuíferos confinados hasta los 113 m, que es la profundidad máxima alcanzada por las perforaciones. El espesor de los acuíferos aumenta desde el norte hacia el sur, donde la cuenca es más profunda (Ruiz Huidobro, 1965).

La zona de descarga del agua subterránea, que proviene principalmente del sur y sudeste, está controlada por la estructura de fracturación que ha determinado el ascenso diferencial de bloques menores del basamento, que asoman en la zona vecina a la localidad de Santa María.

Numerosos autores realizaron trabajos de investigación en la zona del valle, destacándose los aportes de Kühn y Rohmeder (1943) que se ocuparon de la estratigrafía del Valle y del área montañosa contigua.

Peirano (1946) realiza una importante contribución al conocimiento de la estratigrafía de la Quebrada de Amaicha.

Schoff (1959) se ocupa de las aguas subterráneas del valle al estudiar el aluvio del río Santa María y estimar su capacidad de almacenamiento.

Ruiz Huidobro (1965) realiza la descripción hidrogeológica del valle de Santa María.

Posteriormente, Pernas R. (1967) realizó una detallada descripción del Valle de Santa María en las Provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, con excelentes relevamientos de los puntos de aguas. Durante 1969, amplió estos trabajos en el Campo del Arenal.

A Partir de 1970, el Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas (NCYTH) realiza trabajos en el Campo del Arenal y el Consejo Federal de Inversiones (CFI) realiza un estudio para el "Programa provincial para el uso del agua" (1985) vinculados a la remodelación de las obras en el Valle de Santa María, Provincia de Catamarca.

La incorporación de nuevas tecnologías de riego, permitió la realización de perforaciones particulares en zonas de mayor desarrollo agrícola, en el Valle de Santa María y la desgravación impositiva de la década del 90, incrementó notablemente la cantidad de perforaciones.

Las perforaciones realizadas por Obras Sanitarias de la Nación (OSN) para abastecimiento de agua potable a pequeñas poblaciones del interior y los pozos profundos realizados por la Dirección de Geología y Minería (DGyM) fueron de gran importancia para el conocimiento de los reservorios de agua en el subsuelo.

La Dirección Provincial de Aguas Subterráneas (DiPAS) y empresas privadas han realizado numerosos pozos en los últimos años. Es de gran importancia la labor desarrollada por empresas particulares que realizaron perforaciones profundas para agua potable y riego en diferentes lugares del Valle, por lo que se cuenta con un importante archivo de datos del subsuelo, que mejora el conocimiento de los acuíferos de la región.

Ruiz Huidobro (1972) y Galván (1981), realizaron estudios detallados tomando como base las hojas geológicas 11e-Santa María y 10e-Cafayate.

El Programa NOA Hídrico, ejecutado entre los años 1977 a 1980, aportó información general del valle del río Santa María.

La Cátedra de Hidrogeología de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la UNT realizó estudios hidrogeológicos y geofísicos que actualizaron en forma detallada las características hidrogeológicas en el sector tucumano del Valle (Tineo et al., 1999-2004).

## 1.2- Ubicación y Vías de Acceso.

La región motivo de este trabajo se ubica en el sector Noroccidental de la Provincia de Catamarca, dentro del Departamento Santa María. Se accede a la misma por rutas en buen estado, transitables la totalidad del año.

La Ruta Nacional N° 40, que recorre el valle de Santa María de Norte a Sur, comunica las localidades de Fuerte Quemado, Santa María, San José hasta Punta de Balasto, en la provincia de Catamarca.

Existen caminos vecinales consolidados que facilitan el acceso a otras localidades en las áreas de pedemonte.

## 1.3- Fisiografía.

La zona de trabajo pertenece al ambiente morfoestructural de Sierras Pampeanas (Caminos, 1979), distinguiéndose como elementos estructurales positivos, la Sierra de Quilmes al oeste y Sierras del Aconquija al este. Entre ambos cordones montañosos se desarrolla una depresión tectónica de rumbo Norte-Sur, por donde discurre el río Santa María.

### ***Orografía.***

Las principales elevaciones del área analizada están representadas por la Sierra de Aconquija y la sierra de Quilmes.

La Sierra de Aconquija pierde altura desde el Morro del Zarzo (5.064 m.s.n.m.) hacia el Abra del Infiernillo (3.040 m.s.n.m.), pasando por el Alto de Muñoz (4.437 m.s.n.m.). En este macizo se observan otras alturas menores, como ser los morros de los Ciegos y de Los Venados y el Filo del Pajonal en el Sur y los Morros de Bernardo, de Jutuyacu y de Rumicarco en el Norte (Ruiz Huidobro, 1972).

La Sierra de Quilmes o El Cajón, que forma el extremo occidental de la zona, debe su nombre a la forma prismática regular determinada por dos fallas paralelas de rumbo meridional y de aproximadamente 100 km de largo que la limitan. Su línea de cumbres se mantiene con una cota promedio de 3.500 m.s.n.m.

Las principales elevaciones de la zona son: Alto de la Huasca Ciénaga (4.362 m.s.n.m.) Alto del Remate (4.110 m.s.n.m.) y San Francisco (3.582 m.s.n.m.). Hacia el sur la línea de cumbres pierde altura en el cerro Trampeadero con 3.500 m.s.n.m., Morro Azul con 3.100 m.s.n.m. y Morro Blanco con 2.970 m.s.n.m. (Ruiz Huidobro, 1972).

A estas líneas estructurales se ajusta el curso del río Santa María a lo largo del valle.

### ***Hidrografía.***

El río Santa María presenta un recorrido de sur a norte y constituye el colector principal del valle del mismo nombre, recibiendo por el oeste los afluentes que descienden de la ladera de la sierra de Quilmes, la mayoría de ellos, arroyos estacionales y de escaso caudal como los arroyos de Las Mesadas, de la Virgen Perdida, Agua del Sapo y de Lanchi.

Por el Este, recibe el aporte de los ríos Pajanguillo, Horqueta, Ampajango, Andalhuala, Yapez, Casa de Piedra, San José, Seco de los Cancianos, Ormechea, Recreo y Pichingallo. Estos descienden al valle después de disectar espesos paquetes sedimentarios de edad terciaria, adosados al cordón montañoso de Aconquija.

La mayoría tiene pequeños caudales en la zona alta de piedemonte, donde son aprovechados, con fuertes escorrentías en los meses de verano.

El río Santa María lleva agua todo el año, pero su caudal es exiguo durante el estiaje. Al pasar el Puente de Quilmes, se insume por completo en su lecho.

#### 1.4- Clima.

El elevado cordón montañoso de Aconquija representa una de las tantas barreras orográficas que se oponen a la circulación de las masas húmedas provenientes del Atlántico. Los vientos húmedos y cálidos que vienen del noreste se ven obligados a subir por las laderas orientales de las sierras, lo que determina que pierdan su humedad por condensación a medida que ascienden.

El sector estudiado se encuentra caracterizado por un clima que de acuerdo con la clasificación de Thornthwaite es EB2' da', lo cual significa que siendo su índice hídrico promedio igual a -47,2, corresponde a un tipo E. Para una evapotranspiración potencial promedio de 750 mm anuales, le corresponde un subtipo B2' dentro de las regiones térmicas (Ruiz Huidobro, 1972).

La variación estacional de la eficiencia hídrica promedio es d, puesto que el índice de humedad es igual a cero. Para este valor en la tabla correspondiente, se determina que pertenece a la categoría de regiones con ningún excedente de agua. Finalmente, con la concentración estival de la eficiencia térmica es inferior al 48% es del tipo a' (Ruiz Huidobro, 1972).

Según Köppen, por las características que presenta, es del tipo BWKwb, o sea, es un clima de desierto (BW). Su temperatura media anual es menor de 18 °C y el valor térmico del mes más caluroso es superior a los 18 °C (K). En el mes más lluvioso de verano (Enero) las lluvias son 10 o más veces superiores a las que ocurren en el mes más seco de Agosto (w).

La temperatura media del mes más cálido es menor de 22 °C (b). Las temperaturas medias anuales varían entre 14 °C y 16 °C, siendo la media de enero de 20 °C y la media de julio de 8 °C. El clima de la región se puede identificar como semi-desértico, con lluvias concentradas en el verano e inviernos secos.

Las precipitaciones en el Valle de Santa María son del orden de los 200 mm anuales, decreciendo hacia el oeste hasta alcanzar valores de 150 mm en el faldeo oriental de las sierras de Quilmes o del Cajón. El área considerada presenta precipitaciones pluviales medias de 165,8 mm anuales, concentradas al período estival con un 72,2% del total anual.

El mayor porcentaje de las lluvias se registra entre Octubre y Abril. Según Torres Bruchman (1980) las precipitaciones pluviales son irregulares y de carácter monzónico, fluctuando entre 6 lluvias por mes para Enero y 0 para Agosto.

La confección de los balances hídricos para las localidades de Amaicha del Valle, Tucumán (Fig. N° 1) en el sector central y Pié de Médano, Catamarca (Fig. N° 2) en el extremo sur, se realizó en base a información suministrada por el Departamento Agroclimatología de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

Los balances muestran la marcada amplitud entre las precipitaciones que no superan en ningún caso los 200 mm anuales y los valores de Evapotranspiración Potencial que superan en todos los casos los 700 mm anuales. El elevado déficit hídrico, del orden de los 500 mm anuales, determina la imposibilidad de realizar cualquier tipo de cultivos sin asistencia de riego.

La información climática analizada alcanza hasta el año 1986 para Amaicha del Valle (Tucumán) y año 1983 para Pié de Médano (Santa María) A partir de esas fechas, la estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres no registra más información climatológica para el Valle de Santa María.

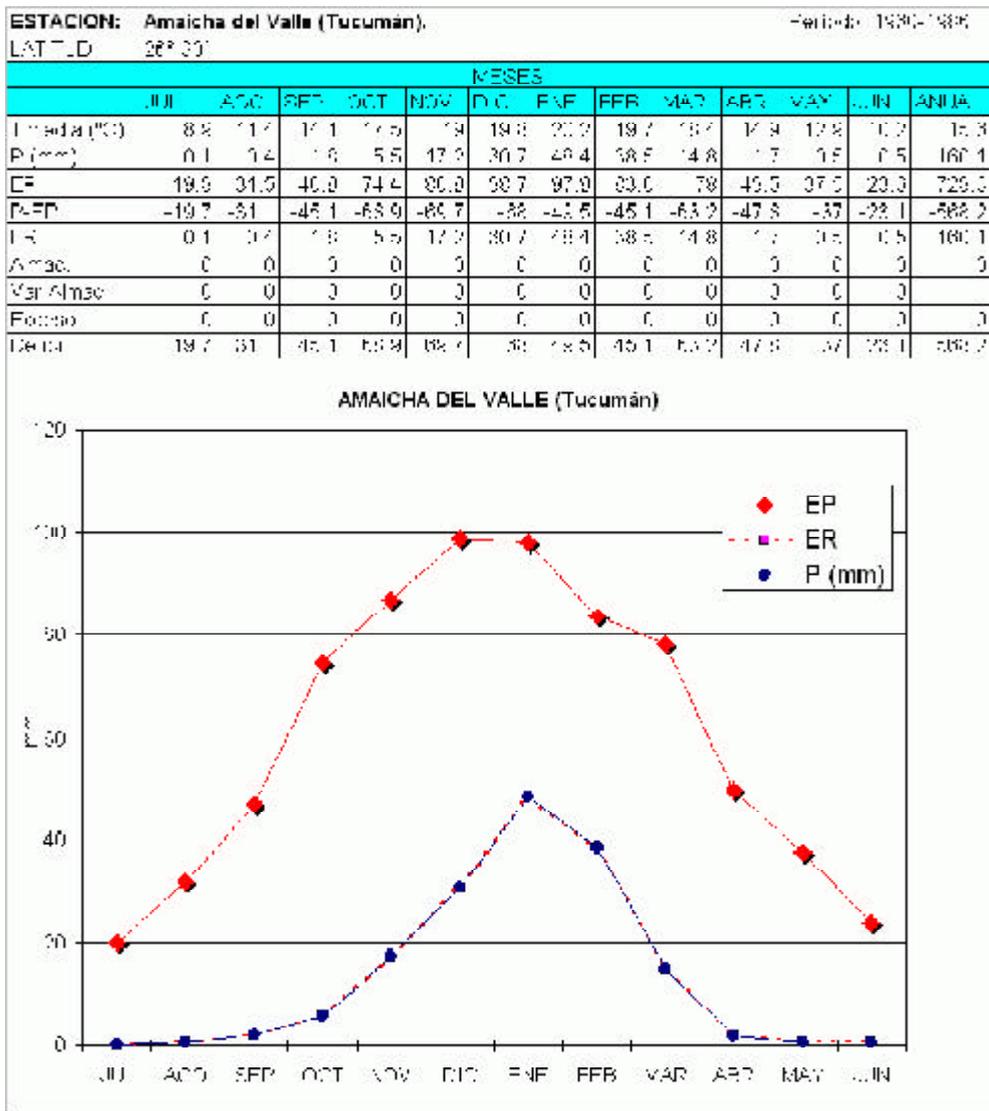


Fig. 1

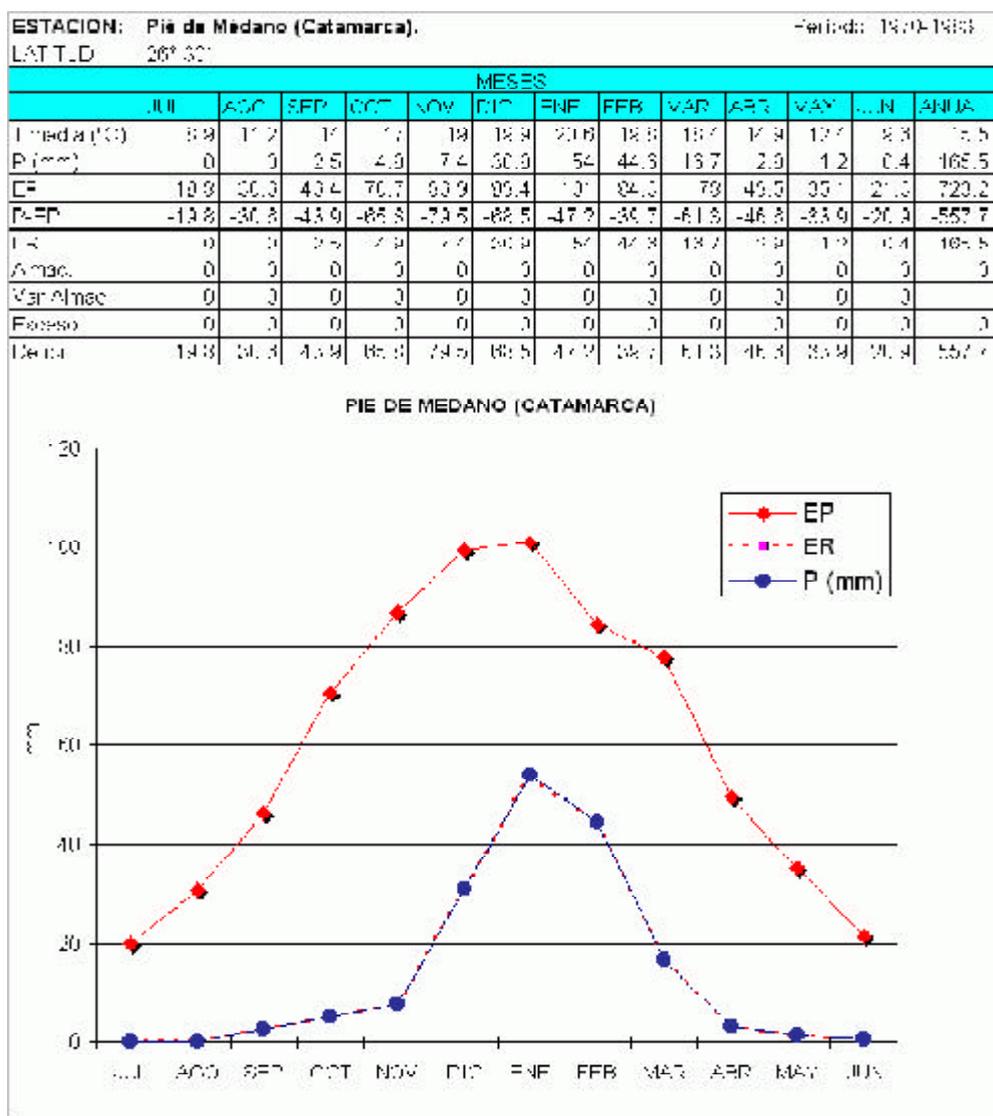


Fig. 2

### 1.5- Vegetación.

Las comunidades características en la región que nos ocupa, son xerófitas, hierbas bajas o cortas que cubren de forma discontinua el suelo árido pedregoso y ocasionalmente salino de esta región, que experimenta largos períodos de sequía.

En las numerosas quebradas que desembocan en el Río Santa María existen grandes extensiones desprovistas prácticamente de vegetación. No así lo observado en la margen occidental del río, ya que las aguas subterráneas provenientes de la Sierra de Quilmes, afloran en vertientes facilitando el desarrollo de vegetación característica.

Las manifestaciones vegetales existentes consisten en comunidades abiertas o discontinuas de hierbas arracimadas, y de arbustos xerófitos de troncos retorcidos y rastreros, casi siempre espinosos, siendo los pastos verdes casi inexistentes. Así, en esta región pueden observarse dos tipos de vegetación:

#### · **Especies arbóreas:**

Algarrobos (*Prosopis alba* y *Prosopis nigra*), churquis, acacias, arcas y chañares. La fisonomía de estos bosques está alterada por la acción humana, ya que el consumo de madera para los distintos poblados del Valle, desde mucho tiempo han ido eliminando la vegetación arbórea, dando lugar al avance de la estepa y la jarilla (De Faveri, 1978).

#### · **Estepa de arbustos espinosos y cactáceas:**

Estos crecen en la mayor parte de la zona formando una vegetación discontinua. Una asociación muy conspicua sobre todo en la zona estudiada es la de cardones (*Trichocereus pasacana*) de grandes dimensiones que dominan este ambiente pedemontano.

Otra asociación que se hace más tupida a medida que se desciende en el valle, es la de pajonales, formado por totoras que superan los 2 m de altura y los juncales o comunidades formadas por especies áfilas como el *Juncus*, *Scirpus*, *Plantago* e *Hypsela*. Esta última asociación se asienta localmente en zonas inundadas, bordes de lagunas y arroyos, donde las crecidas las cubren parcialmente, debiendo en consecuencia vivir en un suelo inundado y subsistir cuando el agua se retira.

### 1.6- Población e Industrias.

La población del departamento Santa María, en el sector del Valle correspondiente a la Provincia de Catamarca según el Censo Nacional de población y Vivienda (CEN´ 2001) asciende a 22.127 habitantes. Hay otras poblaciones situadas a orillas de la ruta Nacional N° 40, que corre paralela al río Santa María, a saber: Fuerte Quemado, El Puesto, Las Mojarras, Santa María, La Soledad, El Recreo, Chañar Punco, Loro Huasi, Famantanca, San José, Palo Seco, Siquimil, Casa de Piedra, Yapes, Andalhuala, El Desmonte, Punta de Balasto y Pajanguillo.

Las principales actividades del valle están relacionadas con la agricultura, donde se practica el cultivo de viñedos, frutales, olivos, algodón y pimiento. Estos cultivos dan origen a establecimientos industriales que elaboran vinos regionales, aguardientes, frutas desecadas, dulces regionales y pimentón.

También pero solo para cubrir la demanda local, se cultivan trigo y alfalfa.

Otra fuente aún no explotada en su real capacidad es el turismo, encontrando en el valle una cultura y legado indígena muy apreciado por el turista del país y del extranjero.

Provincia de Catamarca según departamento. Población, superficie y densidad. Años 1991 - 2001

Departamento	Año 1991			Año 2001		
	Población	Superficie en km <sup>2</sup>	Densidad hab/km <sup>2</sup>	Población	Superficie en km <sup>2</sup>	Densidad hab/km <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>264.234</b>	<b>102.602</b>	<b>2.6</b>	<b>334.568</b>	<b>102.602</b>	<b>3.3</b>
Pomán	7.484	4.859	1.5	9.543	4.859	2.0
Santa María	16.949	5.740	3.0	22.127	5.740	3.9
Santa Rosa	8.531	1.424	6.0	10.349	1.424	7.3

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 e Instituto Geográfico Militar.

Provincia de Catamarca, Departamento Santa María. Según localidad. Población censada en 1991 y población masculina Para el año 2001.

Localidad	Departamento	Año		Población
		1991	2001	Masculina
<b>Total</b>		<b>264.234</b>	<b>334.568</b>	<b>16.544</b>
Santa María	Santa María	7.527	10.800	5.242
San José (1)	Santa María	2.035	2.845	1.372
Loro Huasi - La Loma (2)	Santa María	1.309	1.939	968
Loro Huasi		922	1.469	730
La Loma		387	470	238
Chañar Punco (3)	Santa María	1.356	1.710	866
Las Mojarras (4)	Santa María	613	1.005	511
Famatanca (5)	Santa María	693	646	315
Fuerte Quemado	Santa María	399	444	236
Andalhualá	Santa María	321	339	167
El Puesto	Santa María	163	214	116
Punta de Balasto	Santa María	230	190	101
El Desmonte	Santa María	171	180	83
La Hoyada	Santa María	107	161	88
El Cajón	Santa María	117	156	76
Yapes	Santa María	141	113	65
Caspichango	Santa María	49	31	18

(1) Comprende San José Villa (1.167 habitantes), San José Norte (684 habitantes), Casa de Piedra (528 habitantes),

Palo Seco (333 habitantes), y La Puntilla (133 habitantes).

(2) En el Censo de 1991 figura como una localidad simple denominada Loro Huasi.

(3) Comprende Lampacito (792 habitantes), Chañar Punco (614 habitantes), y Medanitos (304 habitantes).

(4) Comprende Las Mojarras (608 habitantes), y El Cerrito (397 habitantes).

(5) Comprende Famatanca (403 habitantes), y San José Banda (243 habitantes).

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.



## 2.- Geología

El valle de Santa María, constituye una amplia depresión tectónica con rumbo Sud-Sudoeste-Nor-Noreste. Pertenece al ambiente morfoestructural de Sierras Pampeanas (Caminos, 1979) y se sitúa entre los bloques de basamento de las sierras del Cajón o de Quilmes al oeste y la Sierra de Aconquija al este.

Se extiende desde la provincia de Catamarca al sur hasta la provincia de Salta al norte.

Sus bordes están constituidos por rocas ígneas y metamórficas de las sierras antes mencionadas, con escasa permeabilidad secundaria debido a la presencia de diaclasas y fracturas, exhibiendo un elevado escurrimiento superficial (Galván, 1981).

Los movimientos que determinaron la estructuración en bloques del basamento plegaron y fallaron la cubierta sedimentaria, donde predomina una estructura monoclinial con buzamiento regional hacia el naciente. Las formaciones pleistocénicas se apoyan sobre un pedimento elaborado sobre las formaciones miocenas-pliocenas del Grupo Santa María.

En el borde oriental del valle afloran sedimentitas mesozoicas y terciarias (Bossi, 1982) compuestas por material fino y compacto, de baja permeabilidad y con peligrosidad salina, conformando materiales de escaso interés hidrogeológico.

La cubierta pliocena se presenta plegada y fallada a causa de los movimientos que estructuraron el basamento cristalino.

El relleno cuaternario se desarrolla en niveles de glacis, abanicos modernos y terrazas de acumulación del río Santa María, con material aluvional grueso y niveles de pelitas intercaladas (Ruiz Huidobro y Socic, 1980).

El relleno aluvial del río Santa María y los abanicos aluviales del borde oriental de las sierras de Quilmes y occidental de Sierras de Aconquija constituyen los mejores acuíferos del valle, con agua de buena calidad.

La estratigrafía del Valle de Santa María está sintetizada en el correspondiente cuadro estratigráfico.

CUADRO ESTRATIGRAFICO DEL VALLE DE SANTA MARIA		
EDAD	UNIDAD	LITOLOGIA
CUATERNARIO	Q3 Cuarto Nivel - F. Las Mojarras	Fanglomerado grueso de rocas ígneas y metamórficas
	Q2 Tercer Nivel - F. Caspichango	Gravas, arenas gruesas y limos
	Q1 Segundo Nivel - F. Las salinas	Conglomerados de rodados metamórficos y volcánicos
	Q0 Primer Nivel - F. Las Mesadas	Fanglomerado con rodados metamórficos dominantes
		F. Yasyamayo
MIOCENO-PLIOCENO	F. Corral Quemado	Conglomerados de rocas volcánicas, ígneas y metamórficas
	F. Andalhuala	Conglomerados finos y arenas medianas
	F. Chiquimil	Areniscas finas con limolitas y arcillitas
	F. Las Arcas	Alternancia de limolitas y areniscas finas
	F. San José	Areniscas finas a gruesas
PALEOCENO	F. Saladillo	Areniscas arcillosas, calcáreas, micáceas pardo rojizas
PALEOZOICO INFERIOR PRECAMBRICO SUPERIOR	Basamento Cristalino	Rocas metamórficas e ígneas

Tomado de Ruiz Huidobro, 1963; Bossi *et al.*, 1982 y Tineo *et al.*, 1993

## 2.1- Estratigrafía.

El valle de Santa María está caracterizado por la presencia de rocas de distinta naturaleza y edad que constituyen los grupos geológicos siguientes (Ruiz Huidobro, 1972, Aceñolaza y Toselli, 1981.):

- Basamento cristalino del Precámbrico superior - Paleozóico inferior, integrado por rocas metamórficas, plutónicas e hipabisales, que cubren las laderas de los valles. Están representadas en las Sierras de Quilmes y en el Macizo del Aconquija.
- Una serie de formaciones sedimentarias referidas al Terciario.
- Los depósitos aluvionales del Cuaternario que rellenan el valle de Santa María.

### 2.1.1- Precámbrico Superior- Paleozoico inferior.

Constituido por el basamento metamórfico, aflora en los cordones montañosos que delimitan el sector estudiado. Entre las rocas que conforman dichas sierras existen diferencias sustanciales, por lo que serán tratadas por separado.

#### **Sierras de Quilmes:**

Toselli *et al.* (1978), reconocieron la presencia de dos Complejos de distinto grado metamórfico en base a diferencias texturales. Llamaron a estos complejos Agua del Sapo y Tolombón. Ambos complejos metamórficos están limitados por la falla de Chusca, de rumbo noroeste-sudeste, en la latitud de Colalao del Valle.

Hacia el norte de esta falla se extiende el Complejo Tolombón y hacia el sur el Complejo Agua de Sapo.

El **Complejo Agua del Sapo** se constituye de una secuencia litológica que varía de esquistos de grano fino, inmediatamente al sur de la falla de Chusca, a gneises de grano fino hacia el sur (Toselli *et al.*, 1976 y 1978).

Es notable el desarrollo de cuerpos pegmatíticos concordantes a la estructura general de la sierra.

El **Complejo Tolombón** presenta secuencias progresivas de metamorfismo de grado medio a alto. La esquistosidad posee rumbos e inclinaciones similares a los citados para el otro complejo.

#### **Sierra de Aconquija:**

Las rocas aflorantes aquí son micacitas biotíticas y/o muscovíticas que por lo general están profusamente inyectadas por venación de cuarzo. La presencia de granate en las micacitas es característica para esta área, predominando en la zona de los morros Ñuñorco de San Juan y San Bernardo. En otros sectores de la sierra predominan las micacitas muy inyectas (migmatitas) siendo el aporte pegmatítico rico en feldespato potásico y mica. Los filones de pegmatitas son más abundantes a medida que se desciende hacia el valle. (Ruiz Huidobro, 1965 a).

González *et al.* (1971) en base a dataciones radiométricas asigna una edad ordovícica para el ciclo eruptivo y Precámbrico alto a Paleozoico Inferior muy bajo a las rocas metamórficas (Gneises y Migmatitas).

### 2.1.2- Terciario.

En la zona estudiada afloran sedimentitas terciarias en el este, en la ladera occidental de las Sierras de Aconquija. La nomenclatura usada en este trabajo corresponde a la propuesta por Bossi y Palma (1982) en su reconsideración de la estratigrafía del valle de Santa María.

**Paleoceno:****Formación Saladillo:**

Denominada Hiladas de El Saladillo por Peirano (1946) y definida formalmente como unidad por Galván y Ruiz Huidobro (1965).

Está constituida por areniscas arcillosas, calcáreas, micáceas, pardo rojizas, con rodados de vulcanitas y menor proporción de granitos; alternando con limolitas pardo rojizas y arenas gris parduscas que hacia el techo se vuelven conglomerádicas. Las areniscas y areniscas conglomerádicas presentan estratificación gradada y cruzada. Por sus características litológicas, texturales y estructurales se la considera de transporte tipo fluvial (Carrión, 1973).

Bossi y Palma (1982) la correlacionan con el Subgrupo Santa Bárbara del Grupo Salta de edad terciaria inferior.

**Mioceno – Plioceno:****Grupo Santa María:**

Definido por Galván y Ruiz Huidobro (1965) y posteriormente modificado por Bossi y Palma (1982). Está constituido por las Formaciones San José, Las Arcas, Chiquimil, Andalhuala, Corral Quemado y Yasyamayo.

**Formación San José:**

Definida por Galván y Ruiz Huidobro (1965), está compuesta por sedimentos por lo general finos y poco cementados que han sido muy trabajados por la erosión por lo que se presentan a nuestra vista en típico paisaje de “badlands”. Su color dominante amarillo verdoso y las formas resultantes de la erosión.

Bossi y Palma (1982) indican predominio de pelitas margosas, con areniscas generalmente blancas y conglomerados maduros, además de calizas micríticas, calizas nodulares, oolíticas, packstone brechosos y estromatolitos.

Galván y Ruiz Huidobro (1965) indican una edad pliocena para todo el Grupo Santa María.

Bossi y Palma (1982) y Bossi (1984) le asignan edad miocena.

Herbst y Zabert en base a microfósiles correlacionan la entidad inferior del Grupo Santa María con la Formación Paraná, asignando a esta última edad Mioceno superior (Herbst y Zabert, 1987 in Gavrilloff, 1990).

Gavrilloff (1990) determina edad Mioceno superior baja a la Formación San José en base a fósiles.

**Formación Las Arcas:**

Las rocas predominantes son areniscas rojas con intercalaciones pelíticas rojas, según Bossi y Palma (1982). Estos autores mencionan también conglomerados y areniscas conglomerádicas al norte del valle, que podrían evidenciar movimientos tectónicos menores de la cuenca y facies lagunares y de barrales.

En el sector estudiado predominan las areniscas medias de colores grises, que pasan a pardo rojizas hacia arriba con estructuras macizas y estratificación cruzada. Las pelitas están presentes intercaladas a los bancos de areniscas, son de colores pardos y con laminación paralela. Existen también bancos de conglomerados en forma de lentes, intercalados en la secuencia mencionada. Poseen rodados de rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias.

En esta formación no se han encontrado fósiles guías, sólo se menciona *Neocorbícula stelzneri* en Bossi (1984), quien indica equivalencia cronológica con el miembro medio de la Formación Río Salí.

Las Formaciones San José y Las Arcas serían cronológicamente equivalentes a la Formación Angastaco en Salta, de edad Mioceno medio a superior.

#### **Formación Chiquimil:**

En esta formación se pueden distinguir dos miembros según Strecker *et al.* (1984): el inferior (B) de 140 m de espesor que consiste en areniscas limosas gris claras muy friables, macizas, alternantes con arcilitas y limolitas pardo oscuras y gris verdoso claras; y el miembro superior (A) de 340 m de areniscas volcániclasticas gruesas a medianas, a menudo conglomerádicas con rodados de andesitas y basaltos de color amarillo, macizas o con estratificación cruzada con areniscas finas y limolitas subordinadas.

En el valle, se la reconoce por su color amarillo dominante y por su consistencia mucho más friable que las formaciones infrayacente y suprayacente. Esta integrada por una alternancia de areniscas finas, y arcilitas de estructura maciza o paralela. Los cuerpos arenosos poseen estratificación cruzada en la base.

Las dataciones radimétricas mencionadas por Marshall (1979) provienen de la parte media de la formación en la Puerta de Corral Quemado, donde se fecha una toba en 6,68 Ma. Esto implica que la Formación Chiquimil es de edad Mioceno (Bossi, 1984).

#### **Formación Andalhuala:**

Galván y Ruiz Huidobro (1965) ubican la Localidad tipo en las cercanías de la población homónima. El perfil tipo de Bossi y Palma (1982) ocurre en la localidad de Entre Ríos, donde están los mejores niveles fosilíferos.

Está constituida por areniscas medianas a gruesas, areniscas conglomerádicas gris claras con rodados de metamorfitas y vulcanitas alteradas. Poseen estructuras macizas o con estratificación cruzada que alternan con bancos limo-arenosos gris pardo amarillentos macizos bioturbados, con capas de tobas.

Una toba perteneciente a esta formación fue datada en 6,02 Ma (Mioceno Superior), valor coincidente con la edad de los mamíferos mencionados por Marshall y Patterson (Marshall y Patterson, 1981 *In Bossi*, 1984).

#### **Formación Corral Quemado:**

Definida en la Puerta de Corral Quemado cerca de Hualfín por Stahlecker (Marshall y Patterson, 1981) y también en los ríos aledaños a Entre Ríos (Riggs y Patterson, 1939) según Bossi (1984).

Esta formación es de composición muy variable. Posee conglomerados finos y predominantemente metamórficos, el color es gris claro a amarillo grisáceo aunque depende del porcentaje de los rodados volcánicos. También existen areniscas y pelitas que intercalan a los depósitos conglomerádicos.

La edad del mamífero de esta formación en la localidad tipo es montehermosense y concuerda con la datación citada en Marshall *et al.* (1979) de 3,5 Ma. (Bossi, 1984).

#### **Formación Yasyamayo:**

Bossi y Palma (1982) indican la localidad tipo en el perfil del río homónimo. La sección inferior consta de un fanolomero oligomictico, con rodados imbricados de metamorfitas, al que le sigue una alternancia de areniscas interestratificadas con limolitas de colores grises a gris amarillentas.

La sección superior consta de pelitas, areniscas y escasos niveles de tobas y micritas con *C orbícula* sp. Los bancos de yeso caracterizan a la porción basal de esta sección. El color es castaño rojizo.

Villanueva *et al.* (1984) le asignan edad pliocena superior.

Bossi (1984) menciona que puede ser plioceno superior o pleistoceno inferior e indica que por su bajo nivel de diagénesis, sus colores y su coherencia se confunde con el cuaternario.

### 2.1.3- Cuaternario.

Ruiz Huidobro (1965 b) definió cuatro formaciones, en base a criterios geomorfológicos, en los depósitos aluviales del valle del río Santa María. Los diferentes niveles pedemontanos corresponden a las siguientes unidades:

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| • Cuarto nivel  | Formación Las Mojarras. |
| • Tercer nivel  | Formación Caspinchango. |
| • Segundo nivel | Formación Las Salinas.  |
| • Primer nivel  | Formación Las Mesadas.  |

Indica que los primeros dos niveles son relictos de antiguos abanicos aluviales coalescentes, que morfológicamente representaban una bajada de probable edad eopleistocena, adosados al borde de las Cumbres Calchaquíes. Menciona para estos niveles, que denomina Fanglomerados y Conglomerados respectivamente, la presencia de rodados de rocas del basamento poco o nada cementados con predominio de micacitas.

Las diferencias que marca entre estos dos niveles, además de las distintas alturas a la que se ubican son:

- El segundo nivel (Formación Las Salinas) se asienta sobre una superficie de destrucción labrada en unidades terciarias plegadas y fracturadas.
- Indica que el tercer nivel (Formación Caspinchango) está compuesto por sedimentos más finos que los ya descritos, sin embargo son gravas gruesas, arenas media a gruesas mal seleccionadas.
- A la Formación Las Mojarras corresponden depósitos más bien gruesos, gravilla y arenas principalmente que forman los abanicos aluviales actuales, también incluye la terraza de inundación (cuarto nivel).

Ferreiro y Mon (1973) determinan la presencia de distintas geofomas en el Cuaternario de la región. Ellas son:

- A- Abanicos aluviales, adosados a las sierras.
- B- Derrames terminales: torrenciales arenosos y con escasos rodados. Corresponden al área de disipación reciente y actual de los torrentes que inciden en los abanicos aluviales de la Sierra de Quilmes y los que se desarrollan en la extremidad distal de los niveles de glacis que se apoyan sobre las Cumbres Calchaquíes y Sierra del Aconquija.
- C- Terrazas de acumulación: limosa - y arenosas. Son dos niveles correspondientes a los ríos Santa María y Amaicha.
- D- Glacis: tres niveles al pie de las Cumbres Calchaquíes, debido a la pendiente favorable (menor que en la Sierra de Quilmes) que dan origen a las tierras malas.

En este trabajo se han diferenciado solamente las unidades de interés hidrogeológico, de esta manera se destacan.

**Precámbrico Superior – Paleozoico Inferior:** Representado por rocas ígneas y metamórficas del basamento cristalino, que ocupan el núcleo de las sierras de Quilmes y Aconquija.

Tienen una permeabilidad secundaria baja, por diaclasas y fracturas y un elevado escurrimiento.

**Terciario y/o Cretácico:** Con afloramientos solamente en el borde occidental de las sierras de Aconquija. Son sedimentitas limo-arenosas y limo-arcillosas de baja permeabilidad y representan el “basamento hidrogeológico” del valle.

**Cuaternario:** Está representado por el material aluvional de relleno del valle. Su máximo desarrollo se encuentra en grandes abanicos aluviales del piedemonte de las sierras de Quilmes y Aconquija y en la llanura de inundación del río Santa María.

Es la zona de mayor interés hidrogeológico ya que cuenta con importantes reservorios de aguas subterráneas debido a su elevada permeabilidad.

## 2.2- Estructura.

Los movimientos tectónicos y orogénicos que actuaron en esta región determinaron dos tipos de estructuras. La estructura interna del basamento cristalino, determinada por el primer ciclo diastrófico, referido al Precámbrico y la estructura combinada de plegamiento de la cubierta sedimentaria y fracturación en bloques del basamento rígido, que sería resultado del ciclo diastrófico ocurrido durante el Terciario-Cuaternario (Ruiz Huidobro, 1972).

Los esquistos de la Sierra de Aconquija presentan una esquistosidad variable, que por lo general predomina al noroeste. La inclinación en la ladera occidental es hacia el sudoeste.

En la Sierra de Quilmes, los esquistos tienen rumbo Noroeste y Oeste-Noroeste en el sector central y sur; mientras que en el terreno norte cambia el rumbo hacia el Nor-Noroeste. La inclinación de la esquistosidad es hacia el Oeste y los valores por lo general pequeños.

La Sierra de Aconquija, como la gran mayoría de las Sierras Pampeanas, presenta bloques de basamento volcados hacia el este, cuyas fallas principales pasan al pie de las faldas occidentales de la citada elevación.

La falla de Aconquija tiene un rumbo general Nor-Noreste-Sur-Suroeste; su ubicación es relativamente fácil gracias a la presencia de los sedimentos terciarios. El rechazo de esta falla sobrepasa los 3.000 m, que es el espesor de la cubierta terciaria

La falla de Aconquija se interrumpe por las estructuras transversales que delimitan la fosa tectónica de Tafi del Valle-Amaicha del Valle y que por otra parte son las responsables del hundimiento de aquel cordón montañoso, que estructuralmente queda desvinculado de las Cumbres Calchaquíes.

Los movimientos que fracturaron en bloques al basamento determinaron, a su vez, el plegamiento de la cubierta sedimentaria miocena-pliocena, cubierta en gran parte por depósitos más modernos. En conjunto, las formaciones del Grupo Santa María tiene un rumbo general Nor-Noreste, con inclinación hacia el Este.

En la sierra del Cajón o Quilmes, está ausente la cobertura sedimentaria terciaria, seguramente como resultado de la posición del bloque y de la erosión. Los afloramientos del basamento de esta sierra quedan limitados por la gran falla que corre más o menos paralela al río Santa María y que se prolonga en el norte por el río Calchaquí hasta la Poma.

Los trozos de basamento que se observan en Fuerte Quemado y Las Mojaras, corresponden a trozos menores de esta gran estructura.

## 2.3- Geomorfología.

La región de los Valles Calchaquíes presenta fenómenos erosivos sumamente activos. Las superficies de aplanamiento formadas por glaciares son muy distintivas para esta área en particular. La excesiva erosión transformó numerosas formas estructurales en tierras malas y es la responsable de

la formación de valles rellenados, abanicos de escombros, superficies de glacis, etc. (Ruiz Huidobro, 1972).

En una sección transversal del valle, podemos reconocer las siguientes unidades:

### **2.3.1- Formas estructurales.**

En las regiones de montañas, consisten principalmente en rocas metamórficas deterioradas por el intemperismo, que se destruyen con suma facilidad. Un rasgo típico de la zona montañosa es el contenido de mica, así como en los depósitos no consolidados (arenas, arenas arcillosas, etc.) Los minerales micáceos, la turmalina, el cuarzo, el berilo y los feldespatos aparecen en vetas de pegmatitas explotadas en la superficie.

Entre las formas denudativas, situadas en la margen derecha del río, hay una serie de depósitos estructurales, muy poco consolidados del Grupo Santa María, que dan origen a las tierras malas (bad lands) Los mismos consisten en estratos finos de arena, arenisca y arcilla.

Con frecuencia el material de glacis se fue depositando sobre estas formas estructurales. El espesor de los depósitos de glacis varía; algunas veces puede tener algunos metros de espesor y la unidad completa puede ser considerada como un glacis en vez de una forma estructural.

Esta clasificación es correcta esencialmente cuando la superficie está completamente aplanada o cuando esta composición es parte de un enorme glacis. Los bordes de las formas estructurales son frecuentemente empinados y desgastados. Pendientes de 45° a 90° son normales. Los aludes de rocas son evidentes y peligrosos.

### **2.3.2- Abanicos y taludes de escombros.**

Esta es una unidad activa en la que material de montaña es arrojado y arrastrado pendiente abajo (Ruiz Huidobro, 1972).

Esta unidad es susceptible a la erosión (erosión de cárcava) y consiste en material mezclado (fino y medio) La pendiente varía entre 16% en la parte superior, 9 - 11% en la parte media y 2 - 5% en la base (cerca de las terrazas del río).

La composición del material del abanico también varía. En la sección superior, se mezclan rocas angulares y guijarros (0,5 cm a 2 m) dentro de una matriz arenosa. En la superficie hay con frecuencia concentraciones de guijarros (cubren del 50 al 100%) porque las partículas finas fueron llevadas por el viento o por el agua. A este piso de guijarros se le llama «suelo de desierto».

Algunas veces se presenta un caliche de 35 a 80 cm de espesor, que está más o menos consolidado, y que probablemente fue formado por un proceso pedológico.

Esto implica la existencia de una capa cercana a la superficie, o apenas debajo, con una alta concentración de carbonato de calcio, que une las diferentes partículas de arena con los cantos rodados.

Como las rocas y los guijarros provienen directamente de las montañas, consisten en rocas metamórficas deterioradas por la intemperie, granitos, cuarzo, micas, feldespato y turmalina.

En la parte central, hay una disminución de rocas y la matriz es una arena más fina con humus o apenas limosa. Aquí la erosión es más importante. Las cárcavas pueden tener hasta 15 m de ancho y desde 1 a 5 m de profundidad.

La vegetación consiste en arbustos. Cuanto más disminuye el contenido de rocas y guijarros, mayor es el grado de cobertura de la vegetación. Mientras que en las partes superiores la formación era muy abierta (aproximadamente de 0 a 5% de cobertura) y de unos 80 cm de altura, aquí es de unos 5 a 25% de cobertura y de 0,90 a 1 m de altura.

Algunas partes son usadas para agricultura y además del hecho de que las parcelas aquí son de mayor tamaño que en las partes superiores.

Al pie del abanico de escombros, el contenido de guijarros disminuye más al igual que su tamaño (máximo 30 cm) La matriz se transforma en arena gravosa o arena fina con humus. En algunos lugares, especialmente en la margen izquierda del río, se formaron pequeñas dunas más o menos estables.

La vegetación varía entre una vegetación típica de dunas, una formación abierta de árboles o arbustos altos.

Cuanto mas fina es la textura, mas veloz es el transporte y mas bajas son las pendientes. La pendiente depende de la estabilidad de su material.

Al disminuir el drenaje interno en las texturas más finas, surgen más cárcavas en las cuales el suelo se vuelva mejor para fines agrícolas.

### **2.3.3- Glacis.**

Están formados por material coluvial, como ser clastos angulares y guijarros, mezclados y unidos con una matriz que varía entre arena gruesa y arcilla limosa fina.

La superficie es plana y tiene un declive de hasta 2 %. Generalmente, la inclinación es menor que en las laderas del abanico de escombros. Todo el sedimento está descendiendo, de manera que el glacis es muy parecido a las partes superiores de las laderas del abanico de escombros.

Son restos de abanicos mas viejos que fueron desbastados y divididos en partes que se mueven con una velocidad menor.

Por lo general, cubren a otras formaciones estructurales o fluviales y están divididos por grandes cárcavas (de 10 a 15 m de ancho) en islas de la misma altura.

### **2.3.4- Tierras malas.**

Son áreas donde la erosión es tan importante y activa que los suelos y el subsuelo se mueven debido a los movimientos de masa (alud de rocas, arrastramiento, corriente de lodo, etc.) de modo que apenas se puede establecer una explotación agrícola o una construcción civil.

Esto sucede muy a menudo en los bordes o en las cárcavas entre diferentes glacis así también en los depósitos del terciario superior.

### **2.3.5- Terrazas fluviales.**

La pendiente de las terrazas fluviales es casi siempre de 0% Algunas veces hay pequeñas ondulaciones (0 - 2%), debido a la erosión de cárcavas o dunas. Las terrazas están separadas unas de otras por un talud. Las terrazas más altas (en la margen derecha del río) tienen un alto contenido de rocas (cuando es la capa del lecho del río, el material está pobremente surtido pero en otros lugares hay capas de guijarros redondos bien definidas).

En la margen izquierda del río, las terrazas están formadas de arenas gruesas o arcilla limosa, con un drenaje interno que varia. Estas están cubiertas con dunas. Los fuertes vientos del norte y del sur durante el invierno se llevan la arena de los abanicos aluviales o de los lechos secos de los ríos.

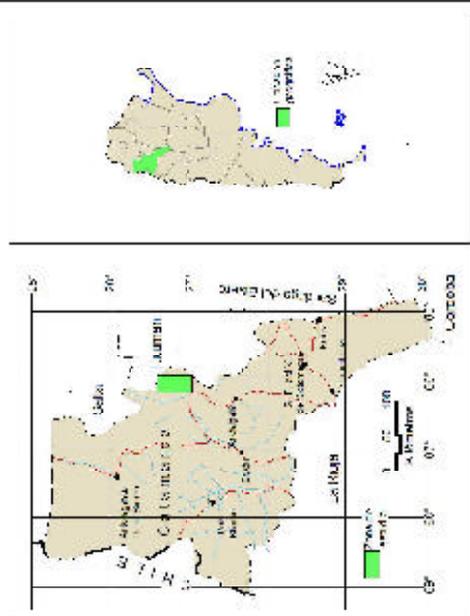
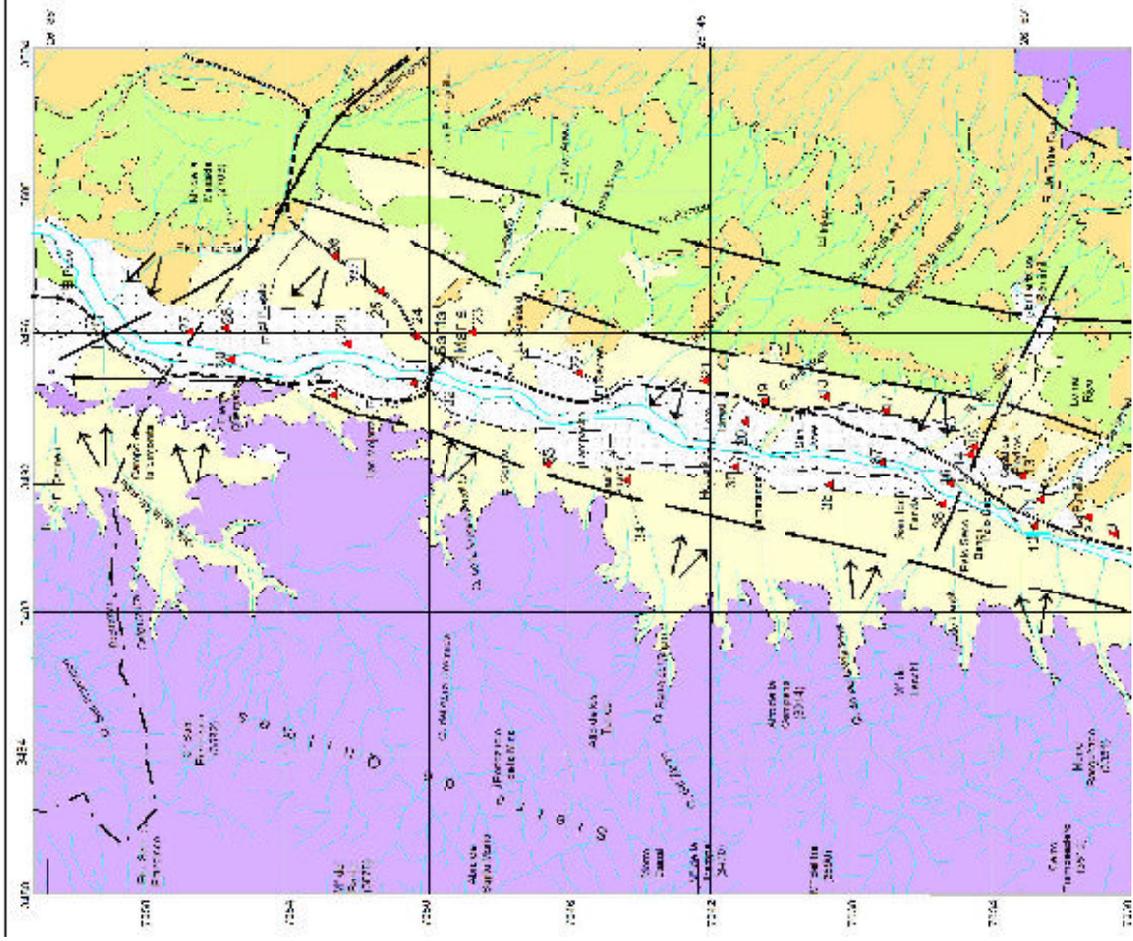
Regularmente hay dunas a lo largo del río y al pie de las laderas del abanico. La arena contiene mucha mica. La vegetación es frecuentemente pasto típico de dunas.

Sobre todo en las cercanías del río, hay algunas veces incrustaciones de arcilla muy fina en los hoyos de deflación. Cuanto más se acerca uno al río, más bajo es el nivel y más joven es el depósito.

La vegetación es halófila. Se encuentran pequeñas incrustaciones de sal y de calcio. También en estas terrazas existen pequeñas dunas.

La terraza más baja que corresponde a la planicie aluvial es regularmente inundada en la época de creciente.





**LEGENDA**

<b>BEAČ</b>	<b>GEOLÓGIA</b>	<b>NEOGEOLÓGIA</b>
Quaternary	Červenohoropalecký územní celek Křídová a třetihorní usazeniny	Červenohoropalecký územní celek Křídová a třetihorní usazeniny
Tertiary	Červenohoropalecký územní celek Křídová a třetihorní usazeniny	Červenohoropalecký územní celek Křídová a třetihorní usazeniny
Quaternary	Červenohoropalecký územní celek Křídová a třetihorní usazeniny	Červenohoropalecký územní celek Křídová a třetihorní usazeniny

**LEGENDA**

Trasa železniční tratě	Trasa silniční	Trasa vodního toku
Trasa železniční tratě	Trasa silniční	Trasa vodního toku
Trasa železniční tratě	Trasa silniční	Trasa vodního toku

**LEGENDA**

Trasa železniční tratě	Trasa silniční	Trasa vodního toku
Trasa železniční tratě	Trasa silniční	Trasa vodního toku
Trasa železniční tratě	Trasa silniční	Trasa vodního toku









### **3.- Geofísica**

#### **3.1- Introducción al método de Sondeo Eléctrico Vertical.**

El presente informe detalla las tareas y resultados referidos al estudio geoelectrico como complemento de la investigación hidrogeológica, realizado en el Valle del Río Santa María (ambos márgenes y lecho), entre las localidades de El Puesto (al Norte) y Punta de Balasto (al Sur), Departamento Santa María, Provincia de Catamarca.

Para esta prospección geoelectrica se realizaron (38) treinta y ocho Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), distribuidos a lo largo y ancho del Valle como puede apreciarse en croquis adjunto.

El estudio estuvo orientado a conocer la respuesta eléctrica del subsuelo y su correlación con las características hidrogeológicas del mismo.

#### **3.2- Objetivos.**

Los objetivos planteados para el presente estudio fueron los siguientes:

- Obtención de los espesores y resistividades de los probables horizontes acuíferos.
- Determinación, a base de los parámetros anteriores de la potencia explotable.
- Ubicación de la zona más apta, desde el punto de vista hidrogeológico (mayores resistividades y espesores).
- Correlación de los parámetros medidos con antecedentes hidrogeológicos de la zona.

#### **3.3- Instrumental.**

La investigación geoelectrica se llevó a cabo mediante el empleo de un resistivímetro digital de alta precisión, marca GEOTRONICA MH.

El equipo está constituido por un módulo transmisor que envía corriente constante entre los siguientes valores: 14.5, 32.2, 77, 198 y 500 mA y un módulo receptor que opera resistividades y potencial espontáneo.

Sendos módulos poseen un display de cristal líquido que permite visualizar la corriente que penetra en el terreno, en el primero, y el microvolt con cuatro escalas de lecturas en el segundo.

Accesorios.

- Electrodo construido de acero inoxidable para envío de corriente..
- Electrodo impolarizable construido en cobre con mangos de madera y/o pvc.
- Carretillos para cable unipolares de 2 mm de sección.
- Cable coaxial para filtrar ruidos eléctricos en la lectura de potencial.

### 3.4- Metodología.

La prospección eléctrica se llevó a cabo mediante el método de resistividad por corriente continua, empleando el Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) en número de treinta y ocho (38), ubicados según croquis adjunto, los que se dispusieron de manera de estudiar las características eléctricas del subsuelo y su correlación con las condiciones hidrogeológicas del mismo y sus variaciones en el área del valle descripta.

El SEV consiste en introducir una corriente eléctrica controlada por 2 electrodos (A y B) a partir de la línea de alimentación (creando un campo eléctrico artificial), y determinar la diferencia de potencial (DV) originada por ese campo eléctrico, entre los electrodos M y N, (líneas de recepción).

Esa diferencia de potencial, depende de parámetros conocidos como la intensidad de corriente (I); las separaciones AMNB, y fundamentalmente de una propiedad física de las distintas formaciones atravesadas por la corriente eléctrica, que es la RESISTIVIDAD ELÉCTRICA (r) siendo su relación con los parámetros anteriores la siguiente:  $r = K \times DV/I$ , donde:

- **K** es la constante geométrica que depende de la disposición de los electrodos A, M, N y B.
- **DV**: diferencia de potencial medida por el instrumento en mV.
- **I**: la corriente eléctrica introducida en el terreno en mA

#### 3.4.1- Consideraciones sobre la resistividad de las rocas sueltas.

La resistividad eléctrica de las rocas o sedimentos (o resistencia eléctrica específica), depende de la porosidad de las rocas, estado de alteración, del grado de humedad o saturación, de la salinidad del agua que contienen, como así también del tipo de sedimento o roca.

Los valores de baja resistividad corresponden a las arcillas, sedimentos y/o rocas embebidas con aguas salobres. El incremento de este parámetro para una misma calidad de agua, obedece a un mayor contenido de arena o grava en la formación.

Para un mismo tipo de roca, la resistividad disminuye sensiblemente con el grado de alteración de la misma, máxime si en sus diaclasas o fracturas alberga agua. Las rocas más resistivas son el granito, cuarcita, gneis y calizas, y en orden decreciente, los esquistos, lavas y los mas conductores las cineritas y tobas volcánicas.

En cuanto a los sedimentos para un idéntico estado (saturado o no, con el mismo fluido), el orden decreciente de las resistividades es de, depósitos aluvionales gruesos, gravas, arenas, arenas arcillosas, limos y arcillas.

#### 3.4.2- Trabajo de campo.

Se utilizó la configuración lineal simétrica de Schlumberger con las siguientes separaciones de las líneas de alimentación AB/2 en metros, fueron: 5, 7, 9.5, 13, 18, 24, 33, 44, 60, 80, 110, 150, 200, 250, 330, 400, 500 y 650.

Para la línea de potencial se trabajó con la siguiente separación entre los electrodos MN (en metros): 3, 10 y 36.

#### 3.4.3- Procesamiento de la información.

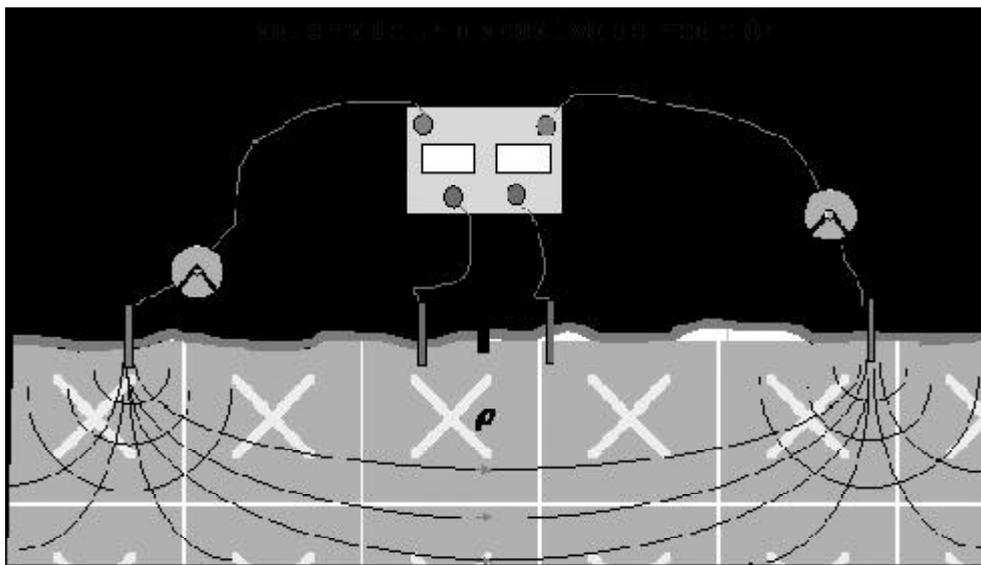
Para analizar los datos de los SEV, se procesó la información en forma cuali-cuantitativa. La interpretación cualitativa consistió en la identificación de los tipos de curvas SEV, lo que aportó nociones aproximadas del comportamiento del subsuelo.

La interpretación cuantitativa se realizó mediante programas de interpretación automática para lograr un mejor ajuste de las curvas de campo (modelo geoelectrico) para el dispositivo Schlumberger, tetraelectrónico, empleando los filtros de Gutasarma, Byson y Johansen (programas MODELÓN Y E-LANDER).

### 3.5- Resultados.

Para el logro de los objetivos planteados se realizaron los referidos Sondeos Eléctricos Verticales distribuidos según lo expresado en la introducción (ver croquis adjunto).

La interpretación cuantitativa de las curvas de los SEV, que brinda como resultado el corte eléctrico en cada punto investigado, se efectuó según la metodología antes indicada, obteniéndose como resultado final, las salidas computacionales que se adjuntan.



Esquema de un dispositivo de medición

En ellas aparecen:

1. La curva de resistividad aparente de campo (F.R.A.C.), indicada con círculos;
2. La curva teórica, computada de acuerdo al modelo eléctrico de menor ajuste, en líneas llenas;
3. Los valores del semiespaciado AB en metros;
4. Los valores de la resistividad de campo y teóricos;
5. El corte eléctrico con los espesores en metros de cada capa y resistividad eléctrica verdadera, numérica y gráfica en forma bilogarítmica.
6. Datos de localidad, comitente, operador, etc.

También figura el error total de ajuste y los datos del SEV. Se acompaña al presente informe, con las salidas gráficas computacionales correspondientes.

A partir de los cortes eléctricos, obtenidos de la interpretación cuantitativa de las curvas SEV, se han elaborado **perfiles geoelectrónicos** y los **mapas de isorresistividades, isopropundidades del techo del primer acuífero y de isorresistividades y piso del acuífero profundo**.

#### 3.5.1- Perfiles geoelectrónicos.

Se han elaborado dos (2) perfiles longitudinales en sentido norte-sur, en ambas márgenes del río (A-A' margen derecha y B-B' margen izquierda) y seis perfiles geoelectrónicos transversales al río (C-C', D-D', E-E', F-F', G-G' y H-H').

Los mismos se han confeccionado para plasmar las variaciones de la respuesta eléctrica que ocurren en el subsuelo en esos sentidos. Las coordenadas topográficas se han obtenido con un GPS marca GARMÍN ETREX MODELO VISTA, razón por la cual principalmente las cotas son aproximadas, dada la relativa precisión que estos instrumentos poseen en la determinación de alturas.

En cuanto a la descripción de los perfiles, pueden efectuarse las siguientes consideraciones, basados en unidades eléctricas con probables correlaciones geológicas teniendo en cuenta los antecedentes ya mencionados.

### **Perfiles Longitudinales A-A' y B-B' (Norte-Sur).**

#### **Perfil A-A'.**

Este perfil conformado por 21 SEVs, ha tratado de representar los cambios de la respuesta eléctrica del subsuelo a lo largo de 40 Km en la margen derecha del río Santa María, como puede apreciarse en croquis adjunto. Por su extensión y falta de uniformidad en la respuesta eléctrica, se analizará por tramos con similares características.

Entre el Norte de la localidad de El Puesto (SEV N° 27) y Santa María Norte (SEV N° 24), las respuestas eléctricas son similares con diferencias de espesores como se detalla:

Se encuentra una **primera unidad eléctrica** no saturada de 7 m a 23 m de espesor (Norte de El Puesto-Barrio Norte de Santa María), con resistividades de 4.1 ohm.m en el norte (sedimentos salinos) a 83 ohm.m en el SEV N° 24 (sedimentos medianos secos – color amarillo).

La **segunda unidad eléctrica**, no uniforme, posee en el SEV N° 27, 2 capas eléctricas, de 7 a 35 m de profundidad una de 48 ohm.m de resistividad, conformada por sedimentos medianos saturados, y la otra, entre los 35 y 83 m de profundidad, de 13.7 ohm.m de resistividad que responde a sedimentos más finos saturados. En el sitio del SEV N° 28, está conformada por estos últimos sedimentos finos con 14 ohm.m de resistividad, entre los 9.7 y 54 m de profundidad. En el sitio del SEV N° 29, los sedimentos saturados de la segunda unidad, se encuentran entre los 7 y 58 m con mayor granulometría (82 ohm.m de resistividad), mientras que debajo del sitio del SEV N° 24, entre los 23 y 51 m de profundidad, se repite el acuífero con sedimentos más finos (16 ohm.m), como en los SEVs N° 27 y 28.

La **tercera unidad eléctrica** en este tramo, aparece a partir del piso de la unidad anterior, hasta una profundidad mínima de 190 m. en el SEV N° 24 (En los otros SEVs, supera los 220 m de profundidad. La resistividad de esta unidad es de 47 a 60 ohm.m, estimándose que los sedimentos saturados que la componen son de granulometría mediana probablemente con algunas intercalaciones de sedimentos más finos.

Subyaciendo a este horizonte eléctrico (profundidades superiores a los 200 m), aparece una **cuarta unidad**, en general conformada por sedimentos más finos, a excepción del SEV N° 29, que a juzgar por la forma de la curva y su alto valor, podría suponerse que se trata de roca ó sedimentos cementados de resistividad superior a los 100 ohm.m.

A los efectos de uniformar las denominaciones, consideraremos al primer tramo de los sedimentos saturados (segunda unidad eléctrica) hasta más o menos los 50 a 100 m, según el corte eléctrico del perfil, como primer acuífero, mientras que al ubicado por debajo de esta profundidad, como acuífero profundo.

En este tramo a excepción del SEV N° 29, el acuífero superior o primer acuífero, posee resistividades inferiores al profundo, situación que debe interpretarse como que está conformado por sedimentos más finos que el inferior.

En el segundo tramo de este perfil, (SEVs 23 y 22 INTA La Soledad), aparecen una secuencia de primera unidad eléctrica (sedimentos sin saturar amarillo) con espesores de 14 a 24 m y resistividades

superiores a los 100 ohm.m); un segundo horizonte de 26 a 32 ohm.m de resistividad ubicado entre los 25 a 90 m de profundidad, que responde a sedimentos medianos a finos saturados; un tercer horizonte de resistividad superior a los 85 ohm.m, que se encuentra ubicada entre los 90 y profundidades superiores a los 180 m, considerándose a éste como un acuífero de granulometría mediana a gruesa.

En el SEV N° 23, a partir de los 180 m, aparece otra capa eléctrica de 42 ohm.m, sin detectarse su base, y que seguramente es la respuesta eléctrica de un acuífero similar al ubicado, en este mismo SEV, entre los 24 y 90 m de profundidad.

En el SEV N° 22, por debajo de los 277 m, se encuentra la cuarta unidad eléctrica o base de los acuíferos detallados de 12 ohm.m de resistividad (sedimentos finos).

Otro tramo que puede relacionarse, es el ubicado entre el SEV N° 21 (Loro Huasi) y el SEV N° 17 (Cementerio de San José). El espesor de la primera unidad eléctrica es de 16 a 24 m con resistividades también superiores a los 130 ohm.m (sedimentos medianos a gruesos no saturados color amarillo).

En este tramo el SEV N° 21 y 18, presentan similares secuencias de unidades u horizontes eléctricos con diferentes espesores, es decir, en el SEV N° 21 aparece entre los 20 y 44 m de profundidad, una unidad eléctrica de 82 ohm.m de resistividad y en el SEV N° 18 entre los 24 y 55 m de profundidad una capa de 91 ohm.m. Ya se han hecho los comentarios pertinentes al acuífero o sedimentos saturados que poseen esta resistividad.

Continuando con la secuencia mencionada, En el SEV N° 21 se ubica entre los 24 y 188 m de profundidad un acuífero con 41 ohm.m de resistividad, mientras que en el SEV N° 18, estos sedimentos de igual resistividad se ubican entre los 55 y 352 m de profundidad. En estos SEVs por debajo de las bases de los sedimentos saturados inferiores, aparece la cuarta unidad eléctrica, con resistividades menores de 20 ohm.m, que podrían atribuirse a sedimentos finos de edad terciaria.

Los otros dos (2) SEVs de este tramo (N° 19 y 17), presentan prácticamente un grueso paquete de sedimentos saturados de mediana granulometría saturados de 50 a 60 ohm.m, hasta profundidades superiores a los 260 m. Subyaciendo a este único acuífero, se encuentra la base de los mismos ó cuarta unidad eléctrica, ya descrita.

En Palo Seco (SEV 14), se presenta una secuencia de capas eléctricas como se describen: Hasta los 16 m de profundidad, la primera unidad eléctrica con 625 ohm.m de resistividad y un espesor de 16 m, respondiendo a sedimentos gruesos secos (color amarillo).

De 16 a 47 m bajo terreno natural (btn) un horizonte de 97 ohm.m de resistividad (sedimentos medianos saturados); de 47 m a 146 m btn una capa de 42 ohm.m de resistividad (sedimentos medianos saturados con probables intercalaciones de finos), y a partir de 136 m btn un horizonte de espesor importante (no se detectó su base) de 82 ohm.m, que seguramente responde a un acuífero de granulometría mediana.

El SEV N° 13 presenta una secuencia de 34 m de espesor con resistividad superior a los 140 ohm.m (sedimentos no saturados color amarillo), de 34 m a 124 m btn una capa eléctrica de 25 ohm.m de resistividad eléctrica, respondiendo seguramente a sedimentos de granulometría fina y/o mediana con intercalaciones de sedimentos finos.

A partir de los 124 m btn se ubica una unidad eléctrica de 106 ohm.m de resistividad (no se detectó su base), que puede corresponder geológicamente a sedimentos de granulometría mediana a gruesa saturados (acuífero inferior).

En el tramo comprendido entre el SEV N° 11 y 8 (Pozo Yapez y La Puntilla), el esquema es el siguiente: una primera unidad eléctrica de sedimentos no saturados de resistividades mayores a los 150 ohm.m y espesores de 30 a 40 m. A partir de esta profundidad y hasta los 200 m, aparece un paquete de sedimentos saturados con resistividades importantes (mayores de 60 ohm.m), con la particularidad que en 3 de los SEVs (N° 8, 12 y 11) los mayores valores de resistividad corresponden

al que denominamos acuífero profundo, mientras que en el SEV N° 9, las mayores resistividades corresponden al acuífero superior (135 ohm.m sobre 73.4 ohm. del acuífero inferior o profundo).

Esta particularidad, nos hace suponer, que entre los 85 a 90 m y los 200 m de profundidad, los sedimentos poseen mayor granulometría, si se considera que la calidad química del agua es uniforme.

El tramo correspondiente entre los SEVs N°s 6 y 8, más específicamente el sitio del SEV N° 7, se incrementa sensiblemente la profundidad de los sedimentos no saturados con 167 ohm.m de resistividad (primer unidad eléctrica) alcanzando los 70 m de espesor. Debajo de este punto, aparece una segunda unidad eléctrica (acuífero superior) con 88 ohm.m de resistividad y con una base que se profundiza hasta los 220 m. A partir de esta profundidad se encuentran sedimentos saturados con 47.8 ohm.m de resistividad, que correspondería al acuífero profundo con un espesor muy importante (no se detectó su base).

Entre Usina de Ampajango y Punta de Balasto se presenta una **primer unidad eléctrica** de alta resistividad, mayor de 240 ohm.m y espesores comprendidos entre los 18 m (SEV N° 2) y 52 m (SEV N° 6). Esta respuesta eléctrica correspondería geológicamente a sedimentos secos de mediana granulometría (en el perfil aparece en amarillo).

Subyaciendo a esta unidad, aparece una **segunda unidad eléctrica** de 100 a 140 ohm.m de resistividad y de 40 m de espesor en el SEV N° 2 a 180 m en el sitio del SEV N° 6. De acuerdo a los antecedentes de la zona, correspondería a sedimentos de mediana granulometría saturados, que hemos denominado acuífero superior (coloreado de azul).

En este tramo, la **tercera unidad eléctrica**, de resistividad superior a los 45 ohm.m, y con su base superando los 230 m de profundidad, respondería a sedimentos de menor granulometría que la segunda unidad, que en este informe se lo identifica con el acuífero inferior o profundo. A esta profundidad, solamente debajo del SEV N° 2, aparece una cuarta unidad de importante espesor y de 35 ohm.m, que puede responder a sedimentos más finos que los suprayacentes.

### **Perfil B-B'.**

El **Perfil Geoelectrico B-B'**, confeccionado con siete (7) SEVs llevados a cabo en la margen izquierda del río Santa María, presenta las siguientes características:

Tramo comprendido entre el SEV N° 30 (realizado sobre la margen izquierda del río frente a Fuerte Quemado) y Finca Las Rosas presenta una **primera unidad eléctrica** de 3 m de espesor (SEV N° 30) a 16.6 m en el SEV N° 34 (Finca Las Rosas) y resistividades mayores de 80 ohm.m. Esta respuesta eléctrica correspondería geológicamente a sedimentos secos de mediana granulometría (en el perfil aparece en amarillo).

En este tramo, se ubica en el sitio del SEV N° 30, una secuencia de horizontes eléctricos de: 3 a 30 m btm de 68.6 ohm.m de resistividad respondiendo seguramente a sedimentos saturados de mediana granulometría; de 30 m a 195 m btm, un horizonte de 30 ohm.m de resistividad que obedece geológicamente a sedimentos de mediana granulometría saturados, con intercalaciones de finos, y subyaciendo a esta unidad eléctrica, aparece una formación eléctrica de alta resistividad (263 ohm.m), que puede obedecer a presencia de roca.

En los SEVs N°s 31, 33 y 34, subyaciendo a la primera unidad eléctrica de sedimentos no saturados, aparecen espesores importantes de sedimentos saturados finos de baja resistividad (de 12 a 19 ohm.m), que tienen como base a una formación resistiva que se interpreta como roca (Mayor de 200 ohm.m), a profundidades de: 59 m en el SEV N° 31, de 335 en el SEV N° 33 y de 155 m en el SEV N° 34.

El tramo comprendido entre los SEVs N°s 35 y 38 (entre Medanito y Montenegro), se encuentra una primera unidad eléctrica de 18 m (Medanito) a 26.5 m (Montenegro) de 18 a 25 m de espesor respectivamente.

Como base a esta primera unidad, aparece una segunda, compuesta por dos capas eléctricas, una de 30 ohm.m de resistividad comprendida entre 25 y 70 m btm; y la inferior con resistividad mayor de 60 ohm.m ubicada entre los 70 m y profundidades superiores a los 189 m. Esta unidad eléctrica, de importante espesor, responde a sedimentos saturados que incrementan su granulometría con la profundidad (a partir de los 70 m de profundidad) por lo que es de esperar que el acuífero mejore su rendimiento.

La base de todos estos sedimentos, corresponde a una formación de baja resistividad (menor de 20 ohm.m), conformada por sedimentos finos, a juzgar por los antecedentes regionales.

Es importante destacar que entre los SEVs N°s 35 (Medanito) y N°38 (Montenegro), el paquete de sedimentos saturados incrementa sensiblemente su resistividad, y por ende es de esperar que el acuífero mejore en las mismas condiciones hidrogeológicas.

### **Perfiles geoelectrónicos transversales (C-C', D-D', E-E', F-F', G-G' y H-H').**

#### ***Perfil C-C'.***

Este perfil compuesto por 3 SEVs, (N° 31, 29 y 26), une la localidad de Las Mojarras y Finca las Tipas, camino a Aimaicha del Valle. El perfil presenta la primera unidad eléctrica de 7.8 m (Las Mojarras) a 40.6 m de espesor en Finca la Tipas. Las resistividades de esta primera unidad son mayores de 80 ohm.m, a excepción del sitio del SEV N° 29 (resistividad de 20 ohm.m). Esta unidad eléctrica respondería a sedimentos de mediana granulometría no saturados.

La segunda unidad, de 23 a 47 ohm.m de resistividad, se ubica entre los 8 y 17 m en el SEV N° 31, a partir de los 58 m en el SEV N° 29 (El Puesto) y por debajo de los 40 m en el SEV N° 26 (En este sitio no se detecta la base, lo mismo que en el SEV N° 29).

En el SEV N° 29, entre los 7 y 58 m de profundidad, se ubican sedimentos saturados de 82 ohm.m de resistividad, lo que permite inferir que el acuífero ubicado en las proximidades del río Santa María, posee mejores características en cuanto a granulometría que los sitios de los SEVs ubicados en los extremos del perfil.

En cuanto al sitio del SEV N° 31 (Las Mojarras), subyaciendo a la unidad de 23 ohm.m (entre 17.8 a 59 m de profundidad) se encuentra una unidad eléctrica de 12 ohm.m, que respondería a sedimentos finos, y como base a esta unidad aparece una formación de alta resistividad, que se interpreta como roca. Por lo expresado, en el sitio de las Mojarras, la potencia del acuífero, de pobres características, es de apenas 10 m (7.8 a 17.8 m).

#### ***Perfil D-D'.***

También este perfil está formado por 3 SEVs, (N°s 31, 32 y 24), une la localidad de Las Mojarras y el Barrio Norte de Santa María, camino a Aimaicha del Valle.

Dado que con el perfil anterior tienen en común el SEV N° 31 (Las Mojarras), los comentarios realizados para este SEV anteriormente son válidos también en este perfil.

En el sitio del SEV N° 32, realizado sobre el río Santamaría, aparece una primera unidad de sedimentos no saturados de 4.6 m de espesor y 118 ohm.m de resistividad. Subyaciendo a esta unidad se encuentra un paquete de sedimentos saturados importantes, con las siguientes características: de 4.6 a 15 m sedimentos de 59 ohm.m; de 15 a 37 m de profundidad, sedimentos de 91 ohm.m y de 37 a 211 m, sedimentos más finos que los anteriores de 35 ohm.m. A juzgar por las resistividades, el mejor tramo en profundidad, desde el punto de vista de la respuesta eléctrica, se encuentra entre los 4.6 y 37 m. Si bien los sedimentos entre los 37 y 211 m btm poseen menor resistividad, debe considerarse como un acuífero importante.

La base de este paquete sedimentario, es una formación resistiva de 175 ohm.m, que se estima responde a roca, lo mismo que en el SEV N° 31.

En cuanto al SEV N° 24, el techo de los sedimentos saturados se encuentra a 22.8 m de profundidad, por debajo de sedimentos secos de 83 ohm.m (medianos a finos). Entre los 22 y 52 m btn, se ubican sedimentos finos de 16 ohm.m y subyaciendo a estos, hasta 189 m de profundidad, sedimentos de 46 ohm.m, que pueden considerarse como importantes desde el punto de vista del agua subterránea. A partir de los 189 m de profundidad, debajo de este SEV, aparecen nuevamente sedimentos finos de 13 ohm.m.

#### **Perfil E-E'.**

Este perfil compuesto por 2 SEVs, (N° 33 y 22), une la localidad de Lampacito y La Soledad (INTA) atravesando el río Santa María.

El perfil presenta la primera unidad eléctrica con un espesor de 16.5 m (Lampacito) a 14 m en La Soledad. Las resistividades de esta primera unidad son mayores de 130 ohm.m y respondería a sedimentos de mediana granulometría no saturados.

La segunda unidad, de 26 a 38 ohm.m de resistividad, se ubica entre los 16.5 a 30.7 m en el SEV N° 33 y entre los 14 y 88 m en el SEV N° 22.

En el SEV N° 33, subyaciendo a la unidad anterior, se encuentra un paquete importante de sedimentos saturados con preponderancia de finos, ya que su resistividad es de 17,5 ohm.m, y su base se ubica a los 335 m. Por debajo de esta profundidad se encontraría roca, puesto que la resistividad de esta formación es de 254 ohm.m.

En cuanto al SEV N° 22, entre la base de la unidad de 26 ohm.m (88 m de profundidad) y los 277 m btn, aparece un potente paquete sedimentario saturado de 86 ohm.m, o sea que la parte inferior de los sedimentos en el sitio del SEV N° 22, mejora la respuesta eléctrica en relación al tramo superior.

A partir de los 277 m de profundidad, se encuentran sedimentos finos o base del acuífero de 12 ohm.m de resistividad.

#### **Perfil F-F'.**

Este perfil compuesto por 3 SEVs, (N° 35, 20 y 19), une la localidad de Medanito y La Loma, atravesando el río Santa María.

El perfil presenta la primera unidad eléctrica con los siguientes espesores 18.6 m en Medanito, 5.8 m en el río Santamaría, y de 15.5 m en La Loma. Las resistividades de esta primera unidad son superiores a 210 ohm.m, lo que respondería a sedimentos de mediana a gruesa granulometría no saturados.

La segunda unidad (sedimentos saturados), de 31 a 38 ohm.m de resistividad, se ubica entre los 18 y 60 m en el SEV N° 35, de 5.8 a 33 m en el río y entre los 15.5 y 27 m en la Loma.

La tercera unidad eléctrica, de mayor resistividad y espesor, se ubica entre los 60 y 378 m en Medanito, de 33 a 89 m en el río y de 27 a 257 m en el SEV N° 19. Las resistividades de esta unidad, que puede obedecer a sedimentos medianos saturados, es de 50 a 66 ohm.

Subyaciendo a la tercera unidad, se ubican sedimentos que podrían comportarse como acuíferos en los sitios de los SEVs N°s 35 y 20, con 33 ohm.m de resistividad, mientras que debajo del SEV N° 19, a partir de los 257 m btn, los sedimentos son más finos, con 19 ohm.m de resistividad.

#### **Perfil G-G'.**

Este perfil compuesto de 2 SEVs, (N°s 36 y 18), une la localidad de Famatanga Medio y San José Norte atravesando el río Santamaría.

El perfil presenta la primera unidad eléctrica con un espesor de 22.3 m en Famatanga Medio 24 m en San José Norte. Las resistividades de esta primera unidad son mayores de 120 ohm.m y respondería a sedimentos de mediana granulometría no saturados.

La segunda unidad, en el SEV N° 36, se ubica entre los 22 y 59 m btm con 32 ohm.m.

La tercera unidad eléctrica de resistividad importante (91 ohm.m), se presenta entre los 59 m y 180 m de profundidad en el SEV N° 36 y desde 24 a 55 m de profundidad en el SEV N° 18. En este último SEV, desde 55 a 352 m de profundidad se encuentran sedimentos de mediana granulometría de 41 ohm.m de resistividad, conformando el acuífero inferior o profundo.

Subyaciendo a estas unidades, aparecen sedimentos finos de 18 a 7.8 ohm.m debajo de los SEVs N°s 36 y 18 respectivamente.

### ***Perfil H-H'.***

Este perfil compuesto por 4 SEVs, (N° 38, 16, 14 y 15), une las localidades de Montenegro y Palo Seco atravesando el río Santa María.

El perfil presenta la primera unidad eléctrica de un espesor comprendido entre 5.6 m (río Santa María) a 26 m en Montenegro, con espesores menores en Palo Seco (16 y 19 m en los SEVs N°s 14 y 15 respectivamente). Las resistividades de esta primera unidad son mayores de 150 ohm.m, obedeciendo a sedimentos de mediana a gruesa granulometría no saturados.

La segunda unidad, de 83 a 97 ohm.m de resistividad (no aparece en el sitio del SEV N° 38), se ubica entre los 5.6 y 25 m de profundidad en el SEV 15 (río Santa María frente a Palo Seco), de 16 a 47 m debajo de SEV N° 14 y entre 19 y 49 m en el SEV N° 15.

A juzgar por las resistividades, esta unidad estaría conformada por sedimentos medianos a gruesos saturados (acuífero importante).

La tercera unidad, de 29 a 45 ohm.m de resistividad, bastante uniforme en cuanto a espesor, aparece entre los 77 m btm, en el SEV N° 38 (de menor cota topográfica) y 136 m de profundidad en el SEVs N° 14. Por los valores de resistividad, esta unidad puede obedecer a sedimentos saturados de mediana granulometría, con algunas intercalaciones de finos.

La cuarta unidad eléctrica, de resistividad superior a los 80 ohm.m, que presenta sólo su base en el SEV N° 38 (254 m de profundidad), respondería a sedimentos saturados de mediana a gruesa granulometría, conformando un buen acuífero para explotar.

Únicamente debajo del SEV N° 38, a los 254 m aparece una base de baja resistividad (22 ohm.m), que podría interpretarse como el apoyo de los sedimentos saturados.

### **3.5.2- Mapas de isoresistividades.**

Este gráfico, se ha confeccionado con las resistividades de lo que se considera con mejores características desde el punto de vista de la respuesta eléctrica de los sedimentos saturados del área estudiada, es decir la tercera unidad eléctrica descrita en el perfil geoelectrico. Puede observarse en el mismo un crecimiento en valor de las líneas isohómicas (igual resistividad eléctrica) desde el suroeste hacia el noreste, posición de los SEVs 5 y 4, con más de 40 ohm.m hacia la posición de los SEVs N° 1, 7 y 8 con resistividades superiores a los 80 ohm.m.

Este incremento de resistividad, como ya se explicara, obedece, para una misma calidad química del agua que embebe los sedimentos (supuesto), a un aumento o incremento en la granulometría de los sedimentos acuíferos.

El aumento de las resistividades hacia el Noreste, es significativa y permite inferir que a partir de las posiciones de los SEVs N° 6, 3 y 9, las condiciones del subsuelo son sensiblemente mejores a los fines de nuestro estudio, mientras que en las posiciones de los SEVs 5 y 4, es de esperar que la granulometría de los sedimentos y/o la calidad química sea menor que en las posiciones ubicadas al noreste.

**Mapa de isorresistividades del primer acuífero.**

El incremento de resistividades, para aproximadamente una misma calidad de agua, como es el caso que nos ocupa, obedece al mejoramiento o aumento en la granulometría de los sedimentos saturados, y por ende a una mayor probabilidad de producción de agua subterránea.

Por el contrario, la disminución de resistividad del acuífero está asociada al incremento de sedimentos finos con la consecuente disminución de permeabilidades de esos sedimentos.

En el mapa de isorresistividades del primer acuífero, confeccionado con las resistividades promedios ponderales del mismo, puede observarse que los mayores valores se presentan en las posiciones de los SEVs 1, 2 (Pajanguillo y Punta de Balasto), SEVs 6, 8, 9 y 12 (El Desmonte y La Puntilla), con valores superiores a los 80 ohm.m.

Valores superiores a los 80 ohm.m, vuelve a repetirse en el SEV N° 18. Hacia el Norte y hacia la margen izquierda los valores de resistividad decrecen, seguramente asociados a una disminución en la granulometría de los sedimentos acuíferos, todo lo expresado puede observarse en el gráfico correspondiente.

**Mapa de isorresistividades del acuífero profundo.**

En este mapa puede observarse que en algunos sectores, se invierten los valores de resistividad. Por ejemplo, desde Pajanguillo hasta el Desmonte, los valores de resistividad del acuífero profundo son menores al del superior, oscilando sus valores entre los 45 y 70 ohm.m; en las posiciones de los SEVs 8 y 9 los valores de resistividad aumentan a 80 ohm.m, y a partir de la Puntilla, Yapez, Casa de Piedra, Montenegro y Palo Seco, también conserva valores de 70 a 90 ohm.m.

Valores superiores a los 60 ohm.m, se observan también en las posiciones de los SEVs N° 20, 35 (Medanito), 22 (El Recreo), 23 (Santa María) y 27 (El Puesto Norte).

Los valores más bajos (menores de 30 ohm.m), se encuentran en Fuerte Quemado, Las Mojarras, Lampacito y Chañar Punco.

En el resto de las posiciones de los SEVs realizados, los valores de resistividad del acuífero profundo, se mantienen entre los 30 y 50 ohm.m, resistividades que se consideran propias de acuíferos productivos.

**Mapa de isopropundidades del Techo del acuífero.**

Este gráfico se ha confeccionado con las profundidades a partir de lo que se considera sedimentos saturados ó acuífero. En este gráfico, se observa una profundización anómala del techo del acuífero en las posiciones de los SEV 5, 6 y 7 (El Desmonte) alcanzando valores de 70 m en el SEV N° 7.

Las profundidades menores (menos de 15 m) pueden observarse en las posiciones de los SEVs realizados en el río Santa María y en los sitios de los SEVs N° 27, 28, 30, 29, 32, 20, y otros que aparecen en el gráfico de referencia.

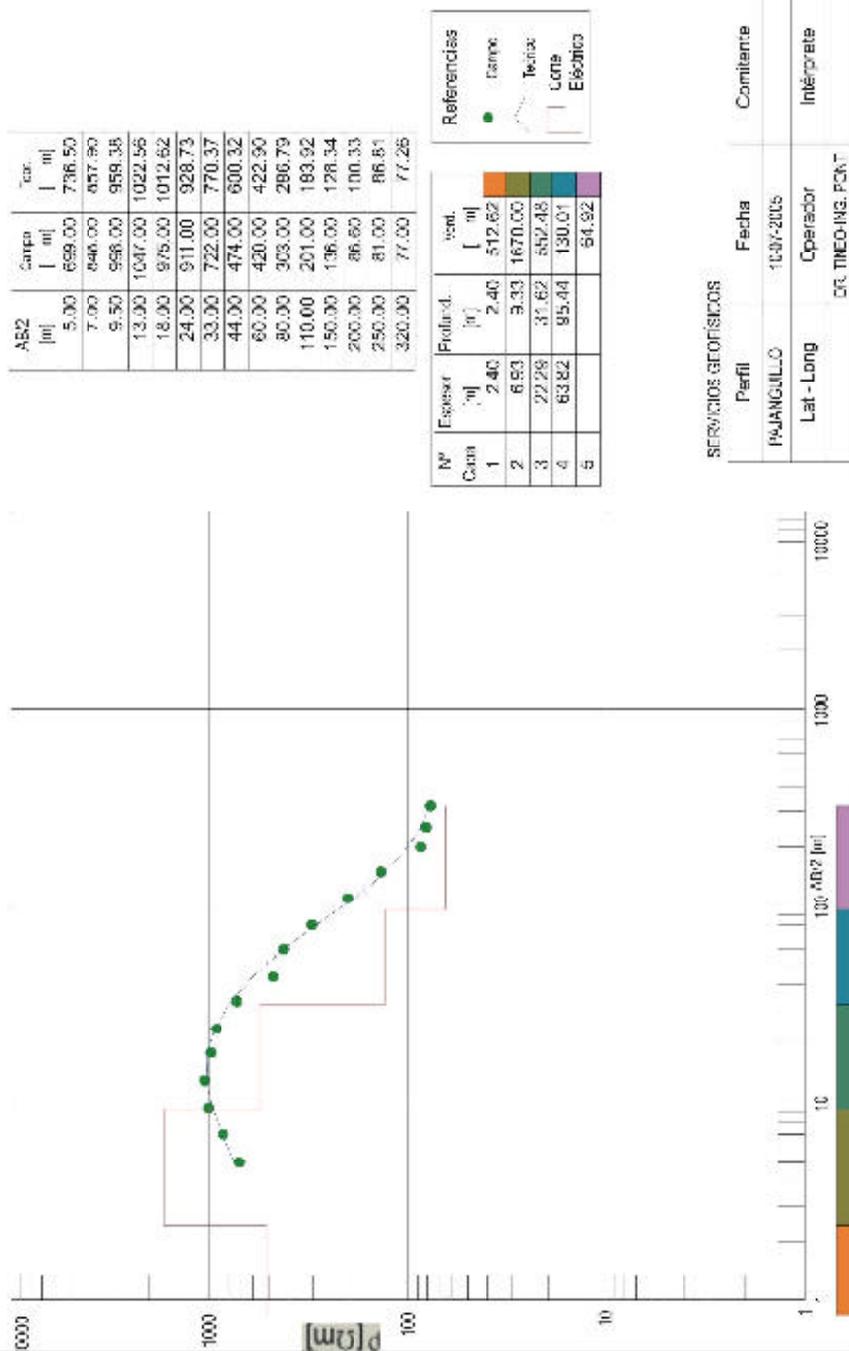
**Mapa de isopropundidades del Piso o Base del Acuífero Profundo.**

El mapa de referencia, se ha elaborado considerando los sedimentos saturados con probabilidades de comportarse como acuíferos.

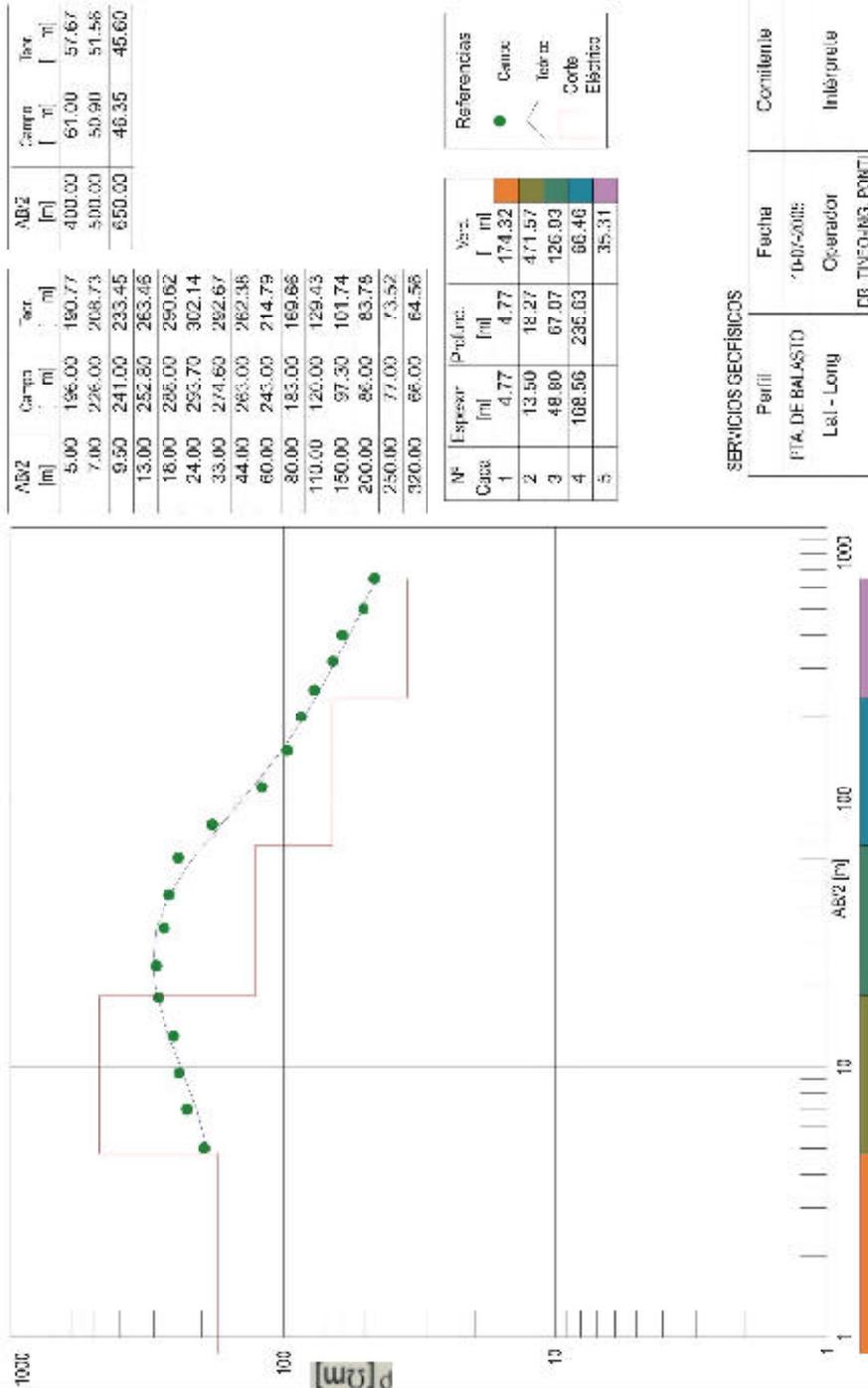
En las posiciones de los SEVs que la investigación no alcanzó la base de los sedimentos saturados, se ha estimado como mínimo 300 m.

En este mapa puede observarse que los menores valores de la base, se encuentran en la zona norte de la margen izquierda (Fuerte Quemado y Las Mojarras) con profundidades que no superan los 150 m. En el resto de la zona estudiada, las profundidades son superiores a los 230 m.

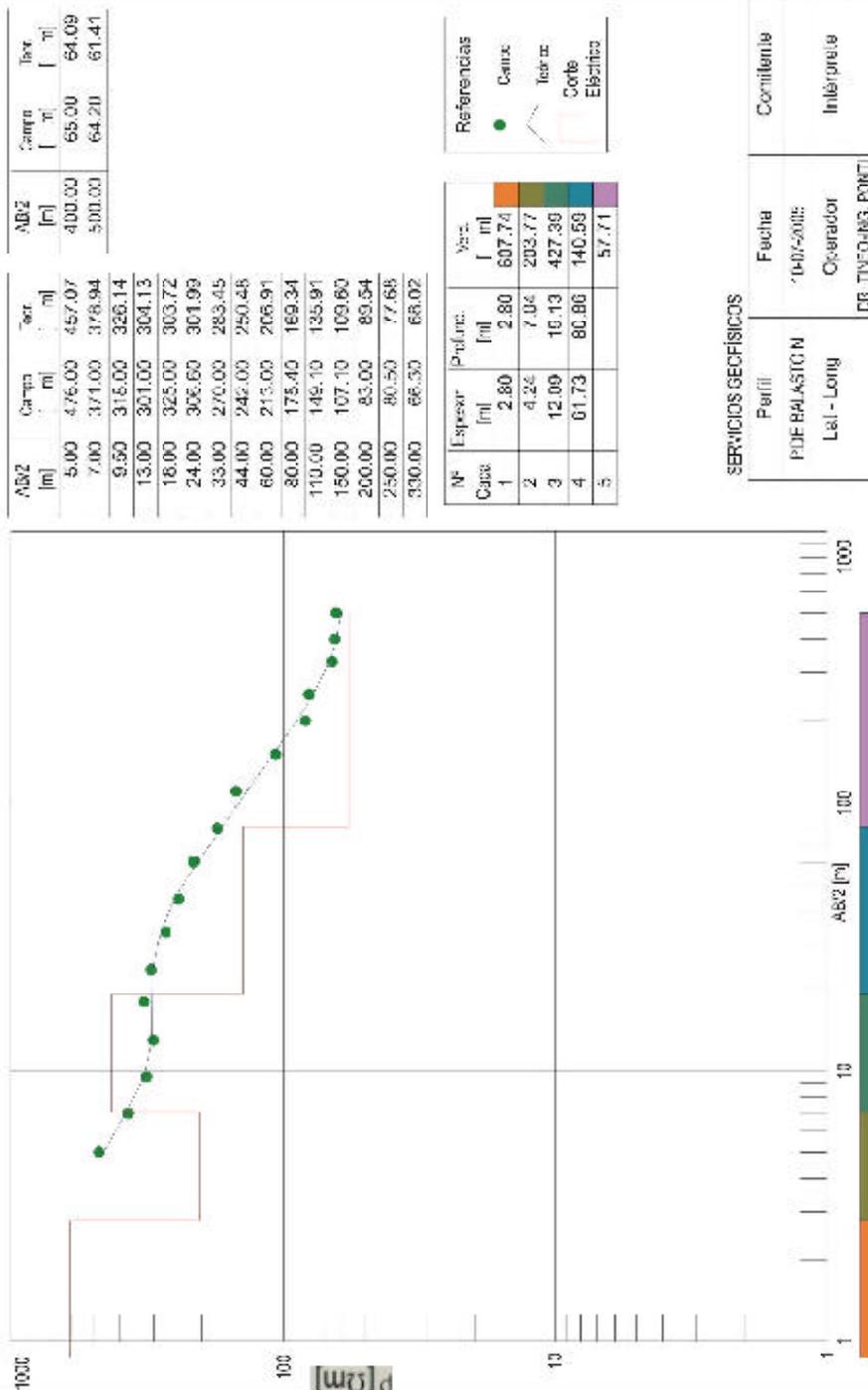
VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.F.V. I



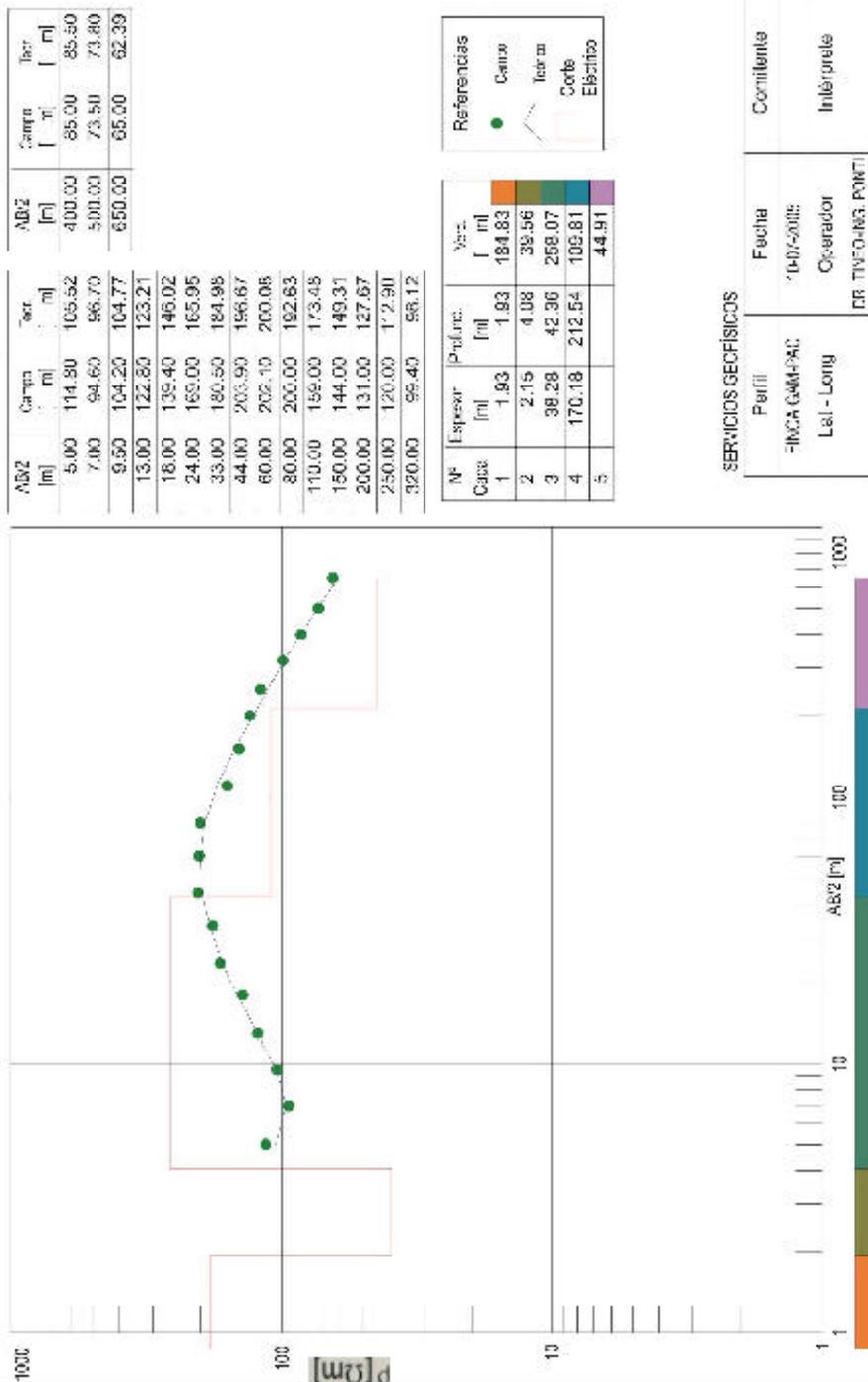
VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 2



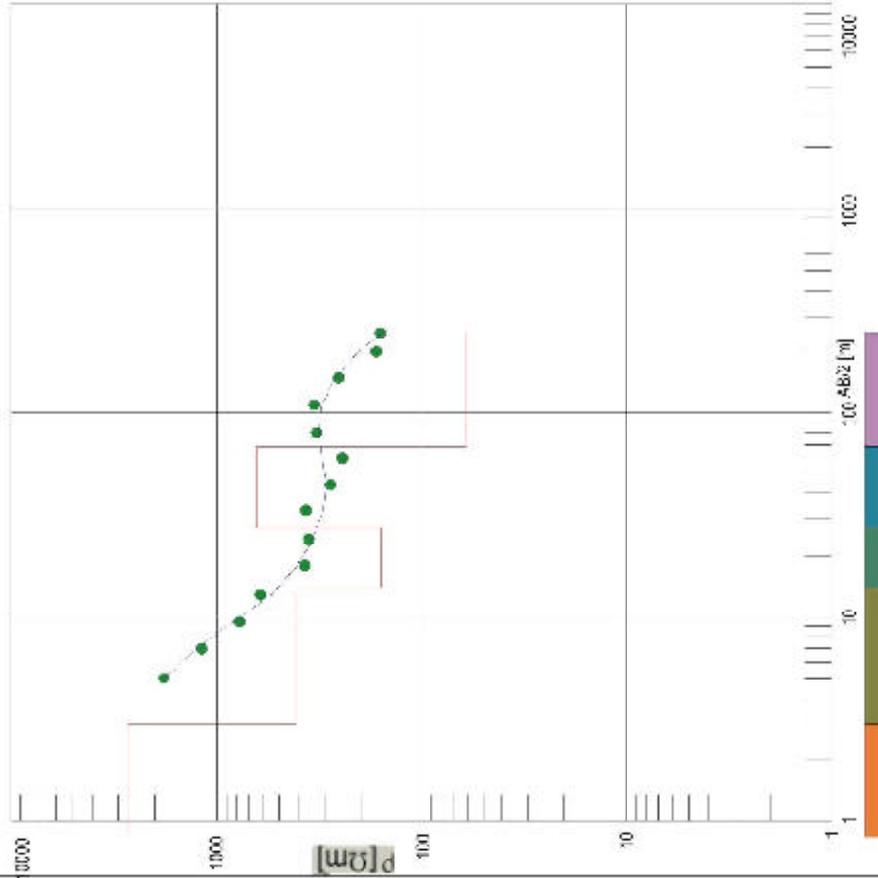
### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 3



VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 4



VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 5



AB2 [m]	Camn [m]	Isoc [m]
5.00	1800.00	1795.27
7.00	1182.00	1251.53
9.50	780.00	821.70
13.00	611.00	543.99
18.00	371.80	405.06
24.00	366.00	342.96
33.00	367.00	303.07
44.00	280.00	293.97
60.00	245.00	305.16
80.00	327.00	315.11
110.00	334.80	305.54
150.00	266.00	265.06
200.00	167.00	205.08
250.00	180.00	155.92

Nº Capa	Espesor [m]	Profund. [m]	ρ <sub>av</sub> [Ωm]
1	2.97	2.97	2712.90
2	11.09	14.06	411.36
3	13.00	27.15	168.56
4	41.19	68.34	637.38
5			81.26

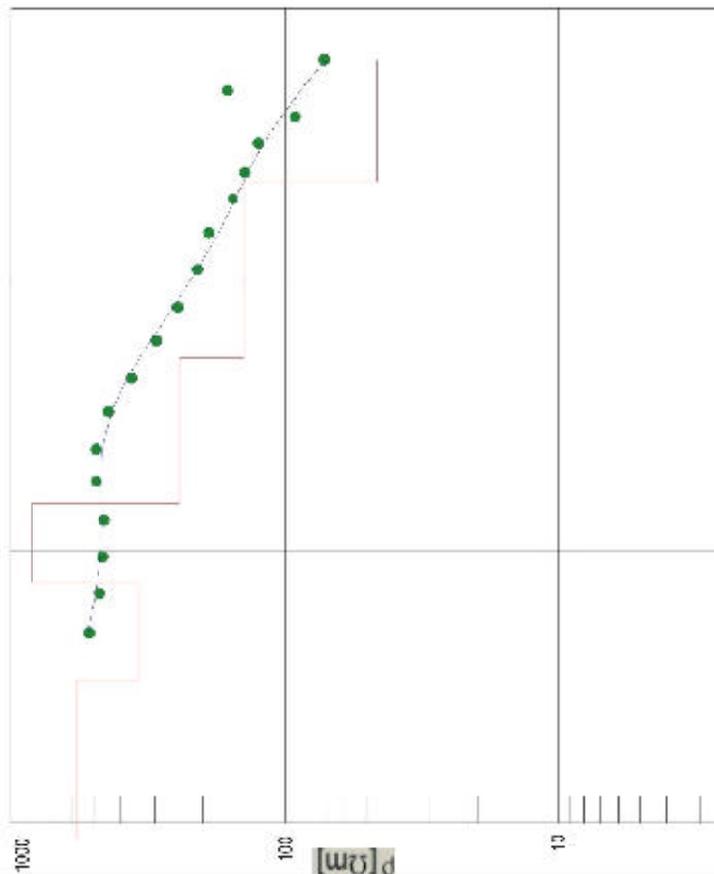


SERVICIOS GEOFÍSICOS

Perfil	Fecha	Comienzo
SUBEST. TRANSF.	10/05/2005	
Lat - Long	Operador	Intérprete
	DR. TIMOTHY POWIT	

VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 6

AB2 [m]	Carga [m]	Var. [m]	AB2 [m]	Var. [m]
5.00	520.00	523.96	400.00	103.75
7.00	476.00	483.07	500.00	87.71
9.50	464.00	471.16	650.00	71.29
13.00	457.50	465.35		
18.00	437.90	470.29		
24.00	436.90	464.39		
33.00	439.50	429.88		
44.00	383.00	376.08		
60.00	296.00	310.35		
80.00	246.00	266.00		
110.00	209.00	208.99		
150.00	190.00	175.35		
200.00	156.00	162.05		
250.00	140.00	136.66		
320.00	125.00	119.79		



Nº Carga	Profund. [m]	Var. [m]
1	3.36	573.18
2	4.35	538.44
3	7.23	830.25
4	36.88	242.04
5	175.50	141.41
6		46.29

Referencias  
 ● Carga  
 --- Inversión  
 --- Corte  
 --- Eléctrica

SERVICIOS GEOFÍSICOS

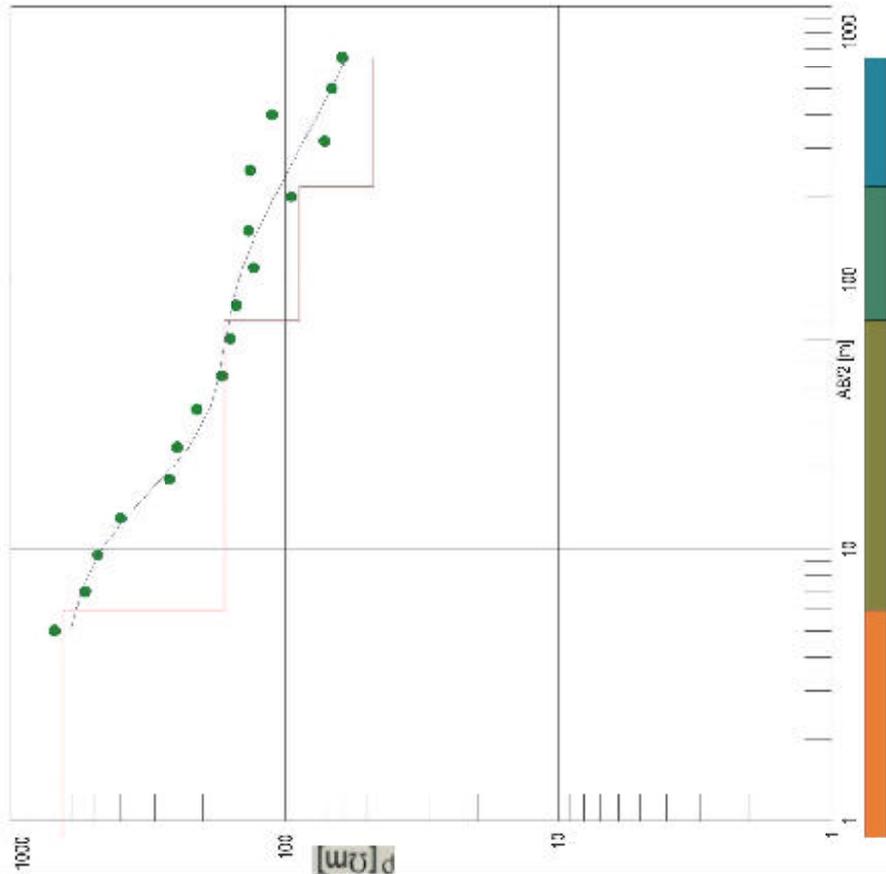
Perfil	Fecha	Comitente
USLAMPAJUNCO Lat - Long	14-07-2015 Operador DR TIVFO-ING. PONTI	Interprete



### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 7

AB2 [m]	Campo [m]	Prof. [m]	AB2 [m]	Campo [m]	Prof. [m]
5.00	693.20	604.97	400.00	112.00	76.16
7.00	536.70	585.98	500.00	67.60	67.82
9.50	481.70	481.81	650.00	62.00	60.06
13.00	397.30	383.32			
16.00	264.00	285.12			
24.00	246.90	224.44			
33.00	210.00	189.26			
44.00	170.60	174.82			
60.00	158.70	165.34			
80.00	150.40	158.24			
110.00	130.00	142.75			
150.00	136.00	136.09			
200.00	95.20	109.67			
250.00	134.00	97.69			
320.00	71.90	85.76			

Nº	Espejar [m]	Profund. [m]	Var. [m]
Capa 1	5.94	5.94	645.11
2	64.38	70.32	167.05
3	147.20	217.52	88.85
4			47.82



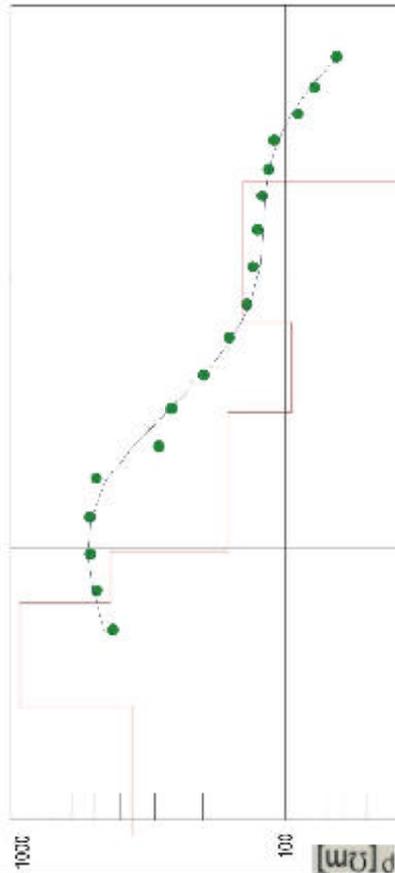
#### SERVICIOS GEOFISICOS

Perfil	Fecha	Comitente
EL DESMORTE Lat - Long	14-07-2005 Operador	Instituto Instituto
	DIR. TVEQ-ING. POINT	

VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 8

ABZ [m]	Carga [m]	Var. [m]	ABZ [m]	Carga [m]	Var. [m]
5.00	425.00	456.64	400.00	90.00	94.77
7.00	486.00	502.68	500.00	78.00	80.68
9.50	515.00	525.80	650.00	65.00	64.52

13.00	517.00	510.53
18.00	487.90	445.34
24.00	290.00	369.02
33.00	259.00	282.94
44.00	196.30	197.94
60.00	160.00	155.42
80.00	138.00	134.17
110.00	130.80	123.45
150.00	126.00	120.35
200.00	121.20	118.45
250.00	115.00	114.63
320.00	110.00	106.26



Nº Capa	Espesor [m]	Profund. [m]	Var. [m]
1	2.60	2.60	558.84
2	3.70	6.30	933.58
3	3.36	9.66	432.70
4	22.30	31.96	162.17
5	36.48	68.44	94.92
6	158.04	226.48	142.63
7			35.95

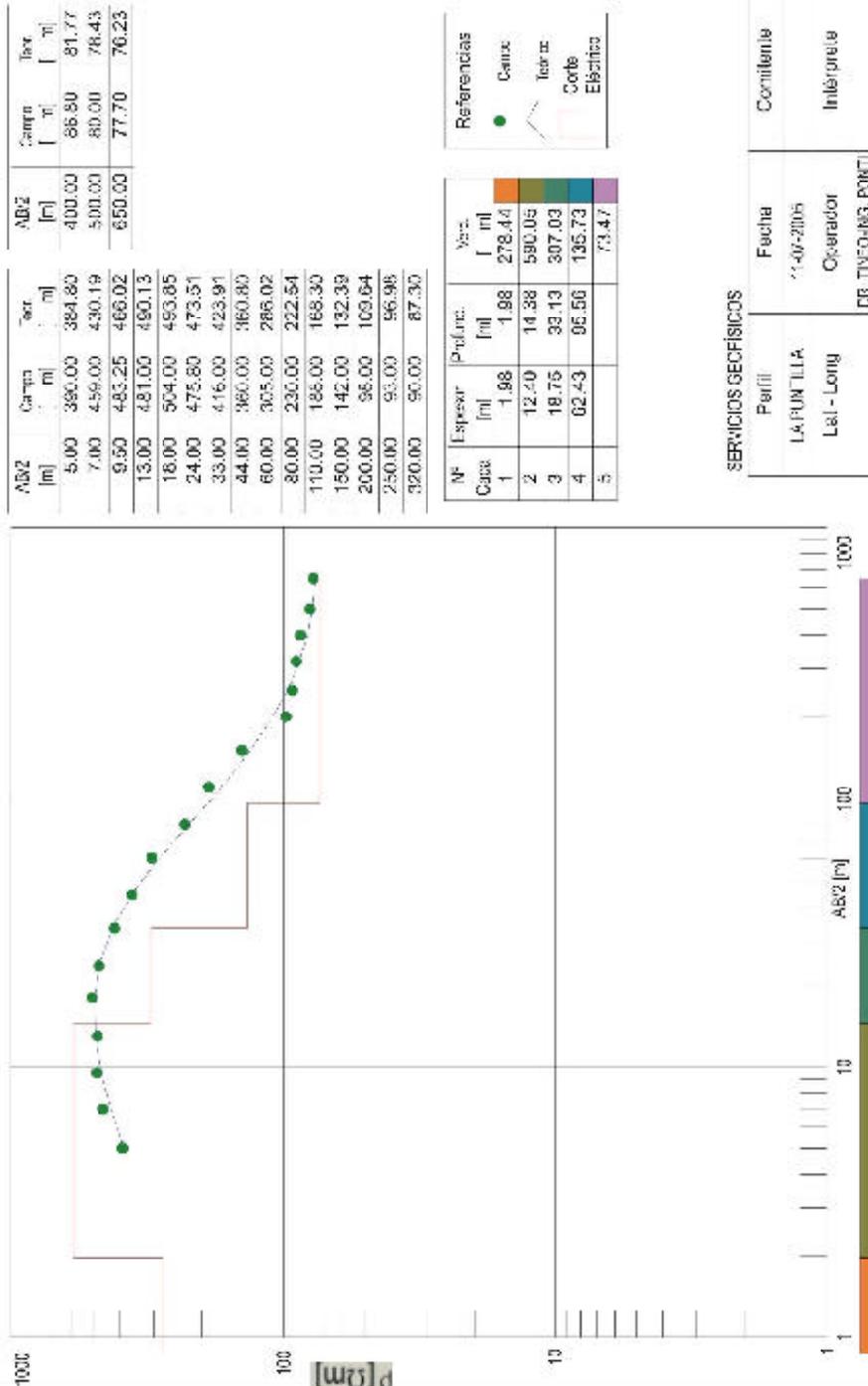


SERVICIOS GEOFÍSICOS

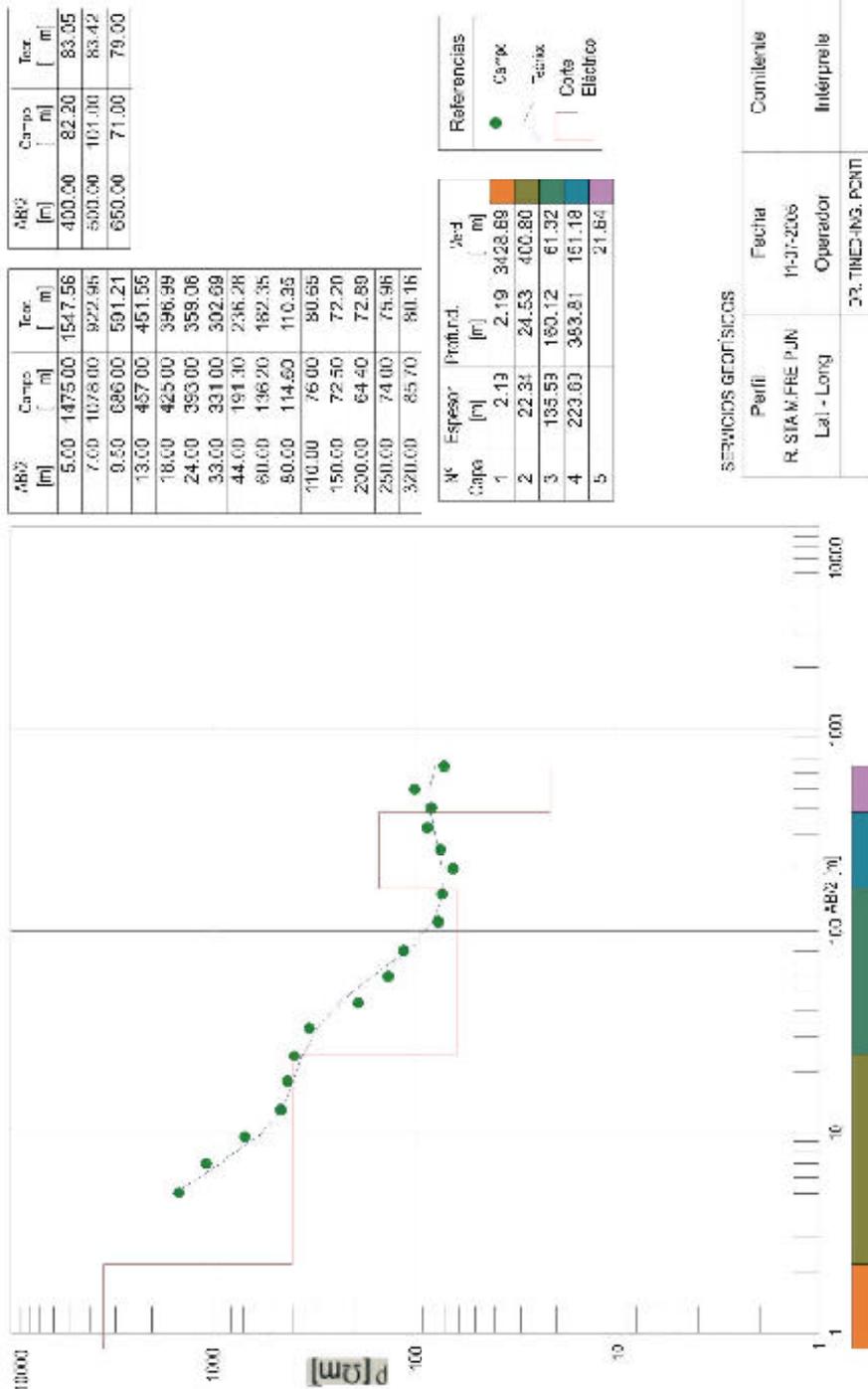
Perfil	Fecha	Comitente
EL D=5M0 NORTE Lat - Long	11-07-2005 Operador DR TINFO-ING. PONTI	Interprete



### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 9

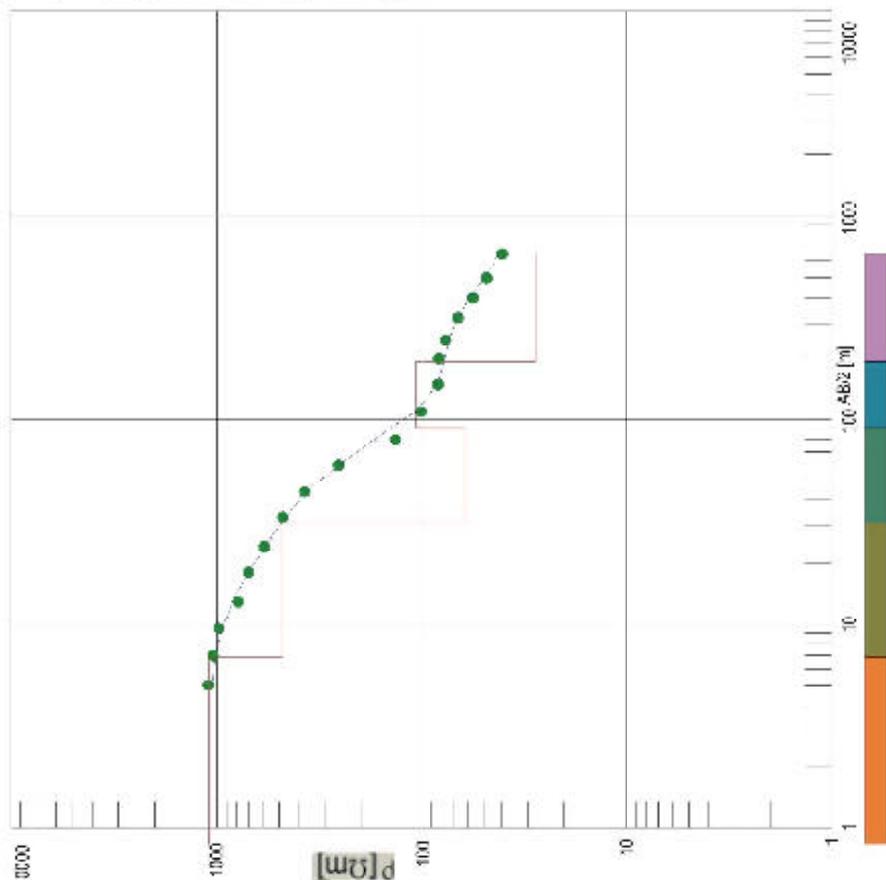


VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 10



### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. II

AB2 [m]	Campo [m]	Iter [m]	AB2 [m]	Campo [m]	Iter [m]
5.00	1101.00	1068.43	400.00	57.00	58.23
7.00	1040.00	1016.21	500.00	49.00	50.38
9.50	979.00	945.14	650.00	40.00	41.11
13.00	782.00	835.31			
18.00	687.00	886.32			
24.00	587.00	580.97			
33.00	478.70	485.75			
44.00	372.00	388.06			
60.00	256.00	287.43			
80.00	135.00	189.60			
110.00	102.00	108.37			
150.00	84.00	84.65			
200.00	83.00	77.87			
280.00	77.00	73.90			
320.00	67.00	87.31			



Nº Caja	Espesor [m]	Profund. [m]	Veloc. [m/s]
1	6.90	5.90	1080.00
2	24.20	31.10	480.00
3	60.50	90.00	62.00
4	102.00	192.00	108.00
5			27.50

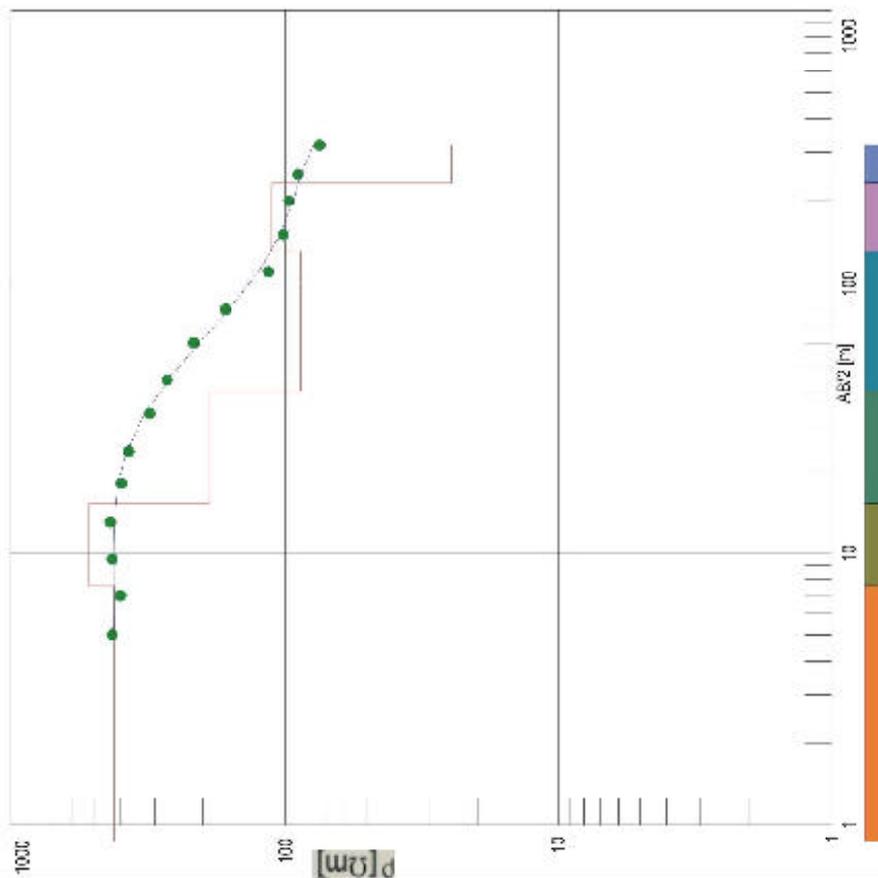
**Referencias**

- Carp
- Conex
- Corte
- Eléctrico

**SERVICIOS GEOFÍSICOS**

Perfil	Fecha	Comitente
POZO YAÑEZ	15-11-2005	
Lal - Long	Operador	Intérprete
D33 TIMFJING POINT		

VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 12



AB2 [m]	Campan [m]	base [m]
5.00	426.00	420.48
7.00	398.00	421.50
9.50	426.00	422.24
13.00	433.00	419.92
18.00	395.00	406.61
24.00	372.00	378.30
33.00	313.00	325.67
44.00	269.00	266.96
60.00	215.00	205.76
80.00	165.00	159.62
110.00	115.00	124.59
150.00	102.00	104.66
200.00	97.00	94.13
250.00	90.00	87.51
320.00	75.00	78.94

N° Capa	Espesor [m]	Profund. [m]	Vel. [m/s]
1	7.58	7.58	419.47
2	7.58	15.16	519.87
3	24.90	40.06	188.47
4	90.14	130.20	87.53
5	102.92	233.12	112.19
6			24.72



SERVICIOS GEOFÍSICOS

Perfil	Fecha	Comitente
PUNTO A SUR	14-07-2005	
Lat - Long	Operador	Interprete
	DR TIVEO-ING. PONTI	

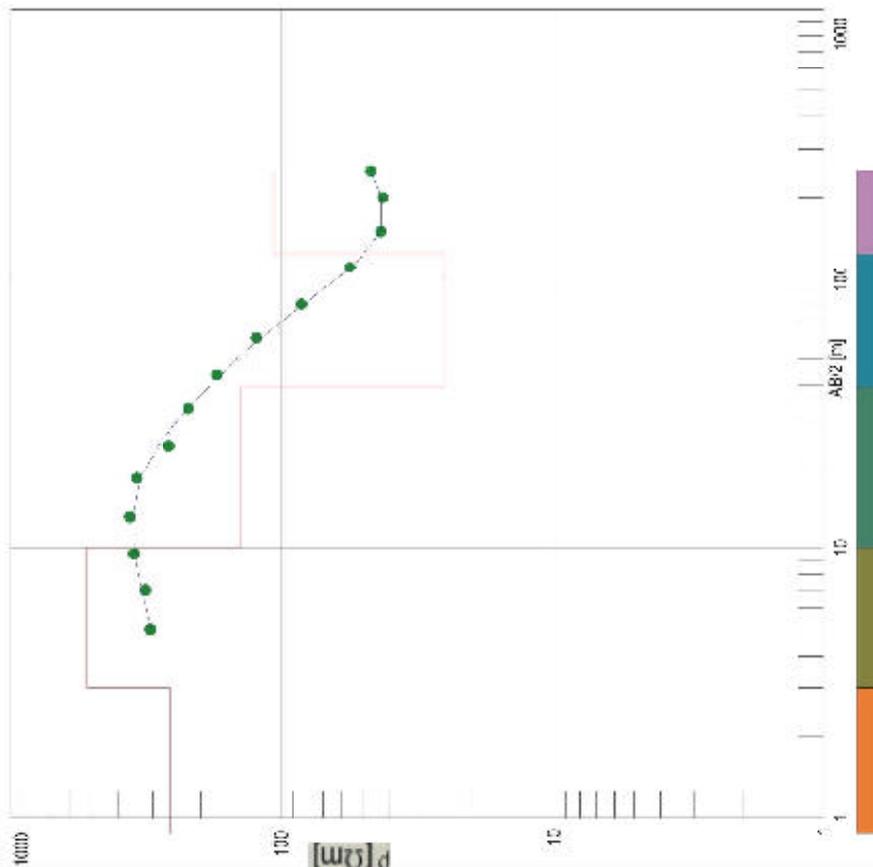
VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 13

AB2	Comac	Tor
[m]	[ m ]	[ m ]
5.02	305.00	300.90
7.02	317.00	328.14
9.52	340.70	340.06
13.02	361.00	354.11
18.02	341.50	351.10
24.02	260.70	266.61
33.02	221.00	223.35
44.02	174.00	167.99
60.02	123.00	116.47
80.02	84.00	62.43
110.00	56.00	55.00
150.02	43.20	43.16
200.02	42.50	43.06
250.02	47.00	47.16

Nº	Espear	Profund.	Med
Capa	[m]	[m]	[ m ]
1	3.00	3.00	257.32
2	7.00	10.00	520.00
3	29.46	38.46	140.00
4	84.00	124.06	25.00
5			106.00

Referencias

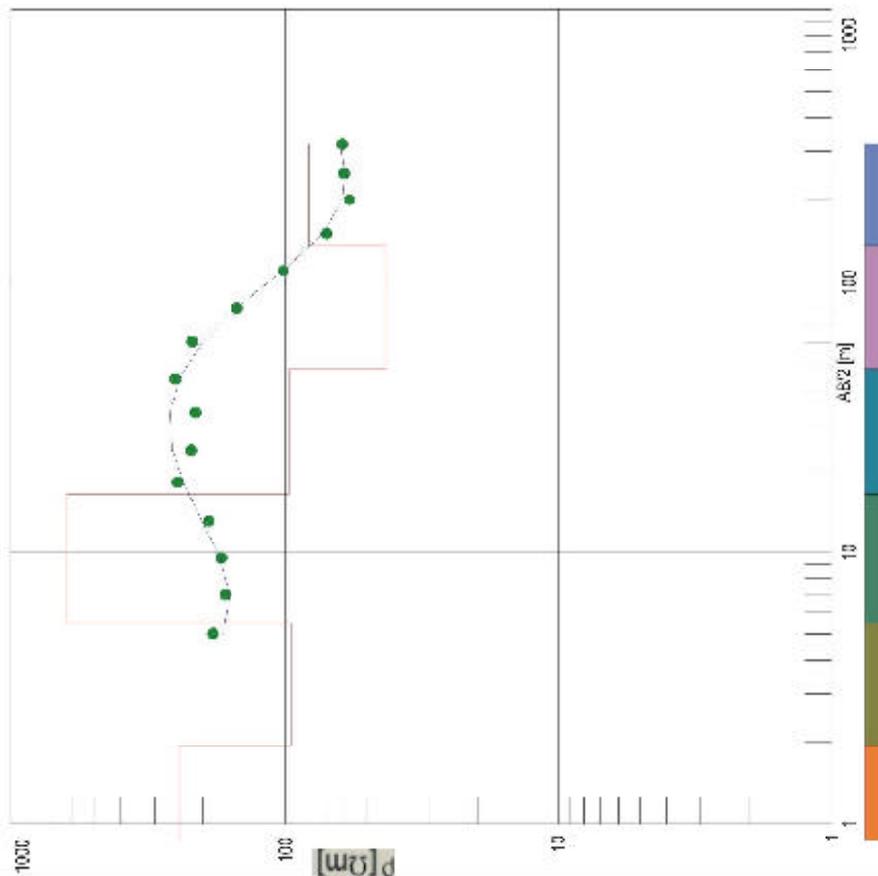
- Campo
- ∧ Teo no
- Conte
- Eléctico



SERVICIOS ESPECÍFICOS

Perfil	Fecha	Comitente
YAREZ NORTE	11-02-2005	
LaL - Long	Operator	Intéprete
DR. TINEO-ING. PONTI		

VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 14



AB2 [m]	Campo [m]	Iter [m]
5.00	483.80	168.17
7.00	485.80	160.34
9.50	171.60	172.97
13.00	190.00	201.32
18.00	248.00	234.92
24.00	220.00	257.04
33.00	212.00	262.19
44.00	251.00	243.33
60.00	218.00	200.18
80.00	150.00	150.38
110.00	102.00	101.95
150.00	70.80	72.95
200.00	58.50	62.12
250.00	61.20	60.80
320.00	62.00	62.93

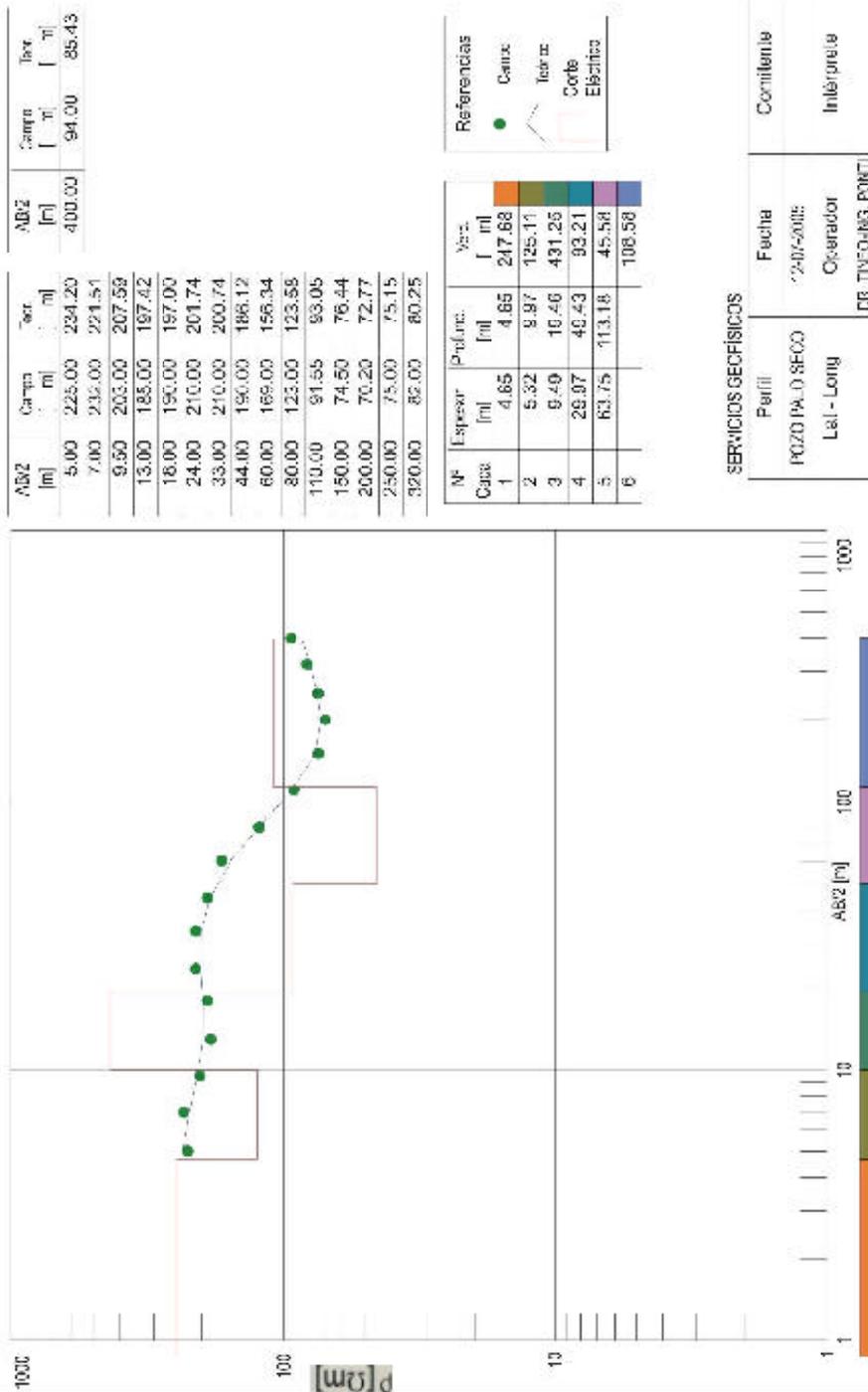
MF Capa	Espesor [m]	Profund. [m]	Var. [m]
1	1.94	1.94	242.89
2	3.52	5.46	95.20
3	10.86	16.32	625.53
4	31.37	47.69	96.99
5	88.22	135.91	42.67
6			82.13

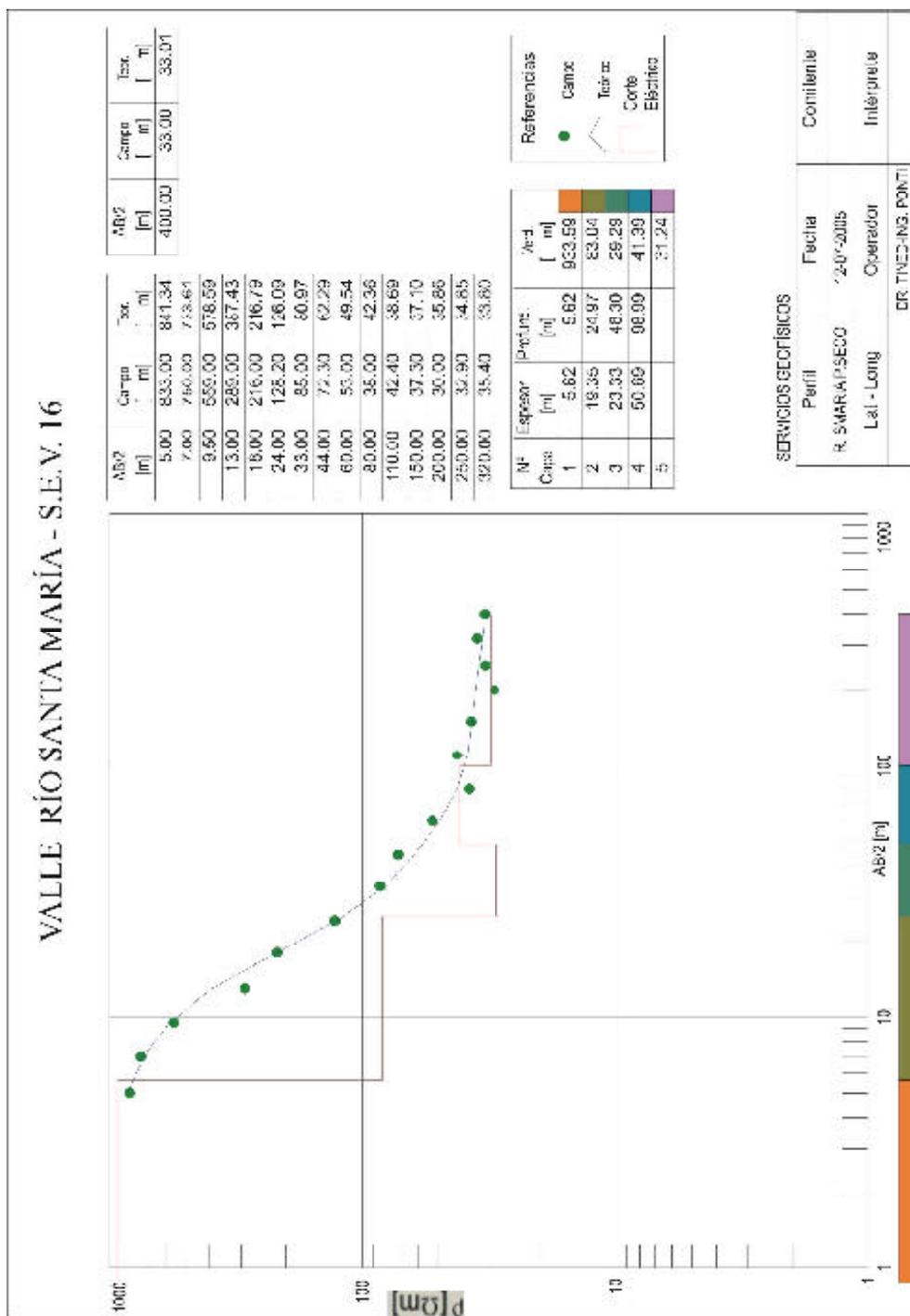
Referencias  
 ● Centeo  
 - - - - - Itera  
 □ Corte Eléctico

SERVICIOS GEOFÍSICOS

Perfil	Fecha	Comitente
PA10 SECO Lat - Long	22/07/2016 Operador DR TIVFO-ING. PONTI	Intérprete

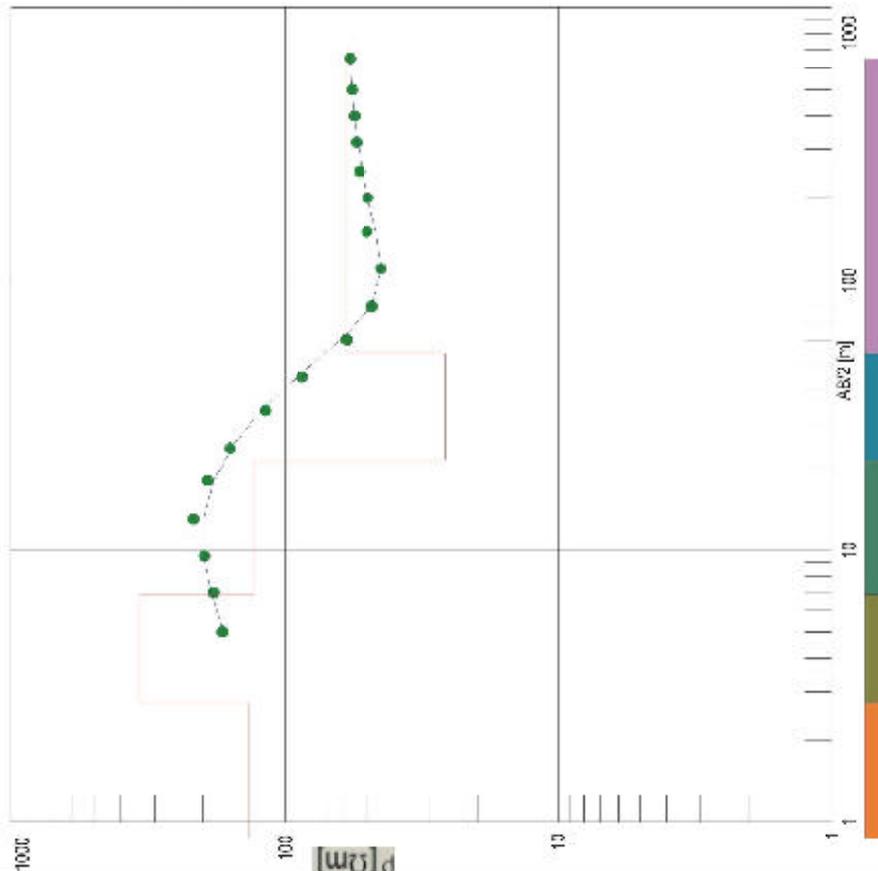
### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 15





### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 17

AB2 [m]	Carga [m]	Var. [m]	MB2 [m]	Carga [m]	Var. [m]
5.00	170.00	168.47	400.00	56.00	56.10
7.00	182.50	186.22	500.00	57.00	57.30
9.50	197.10	197.81	650.00	58.00	58.33
13.00	216.00	198.30			
18.00	192.00	183.10			
24.00	156.50	157.95			
33.00	118.00	122.77			
44.00	86.60	90.54			
60.00	59.75	62.84			
80.00	48.30	48.56			
110.00	44.80	44.60			
150.00	50.40	46.80			
200.00	50.00	50.03			
250.00	53.50	52.36			
320.00	55.00	54.53			



MF Capa	Espesor [m]	Profund. [m]	Var. [m]
1	2.74	2.74	135.26
2	4.09	6.83	538.44
3	15.00	21.83	130.24
4	31.00	53.43	26.10
5			80.18

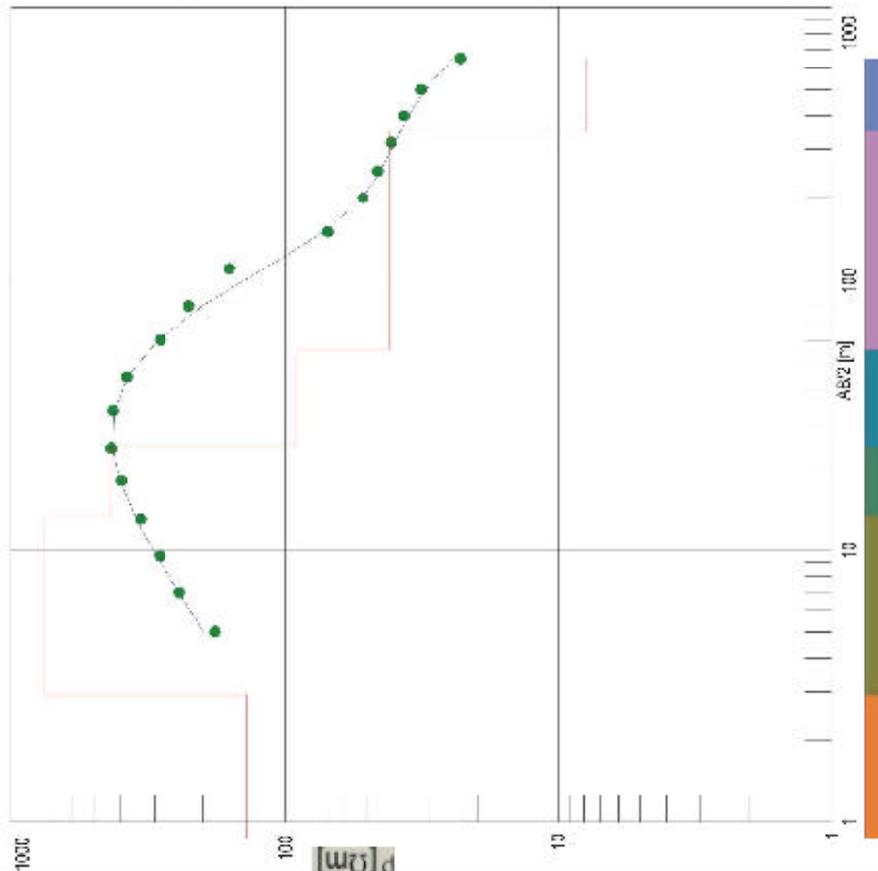


SERVICIOS GEOFISICOS

Perfil	Fecha	Comitente
CEMFIN SAR, JOSE Lal - Long	22/07/2018 Operador DR TIVFO-ING. PONTI	Intérprete

### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 18

AB2	Campa	Sec.	MB2	Campa	Sec.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5.00	180.55	188.65	400.00	37.00	35.65
7.00	243.00	244.35	500.00	32.00	30.84
9.50	286.00	285.17	650.00	23.00	24.43
13.00	337.00	349.84			
16.00	394.00	389.05			
24.00	430.00	424.64			
33.00	423.80	418.75			
44.00	377.00	374.51			
60.00	285.00	291.00			
80.00	225.00	201.41			
110.00	160.00	179.30			
150.00	70.00	72.12			
200.00	52.00	52.15			
250.00	46.00	44.93			
320.00	41.00	39.89			



Nº	Espesor	Profund.	Var.
Capa	[m]	[m]	[m]
1	2.93	2.93	137.93
2	10.28	13.21	753.25
3	10.81	24.22	431.75
4	30.99	55.21	91.48
5	297.09	352.30	41.49
6			7.82

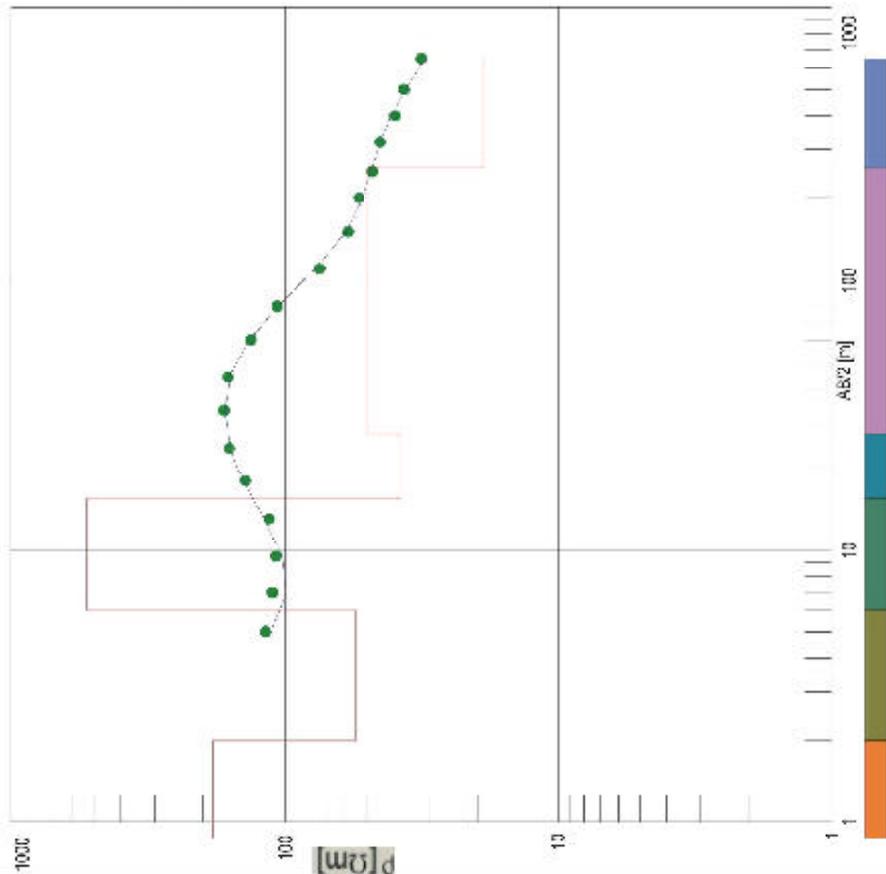
- Referencias
- Centuz
  - Interpretación
  - Corte Eléctrico

SERVICIOS GEOFÍSICOS

Perfil	Fecha	Comitente
SAR...CSF...MORTE	7/20/2018	Interprete
Lat - Long	Operador	
	DR TIVFO-ING. PONTI	

### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 19

AB2	Campa	Sec.	MB2	Campa	Sec.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5.00	118.00	1' 2.64	400.00	38.80	41.02
7.00	111.50	99.35	500.00	37.00	36.48
9.50	105.00	102.76	650.00	32.00	30.95
13.00	114.40	1' 9.36			
16.00	139.40	142.02			
24.00	160.00	158.96			
33.00	168.00	166.79			
44.00	161.00	159.24			
60.00	132.80	135.61			
80.00	107.00	106.17			
110.00	75.00	77.23			
150.00	59.00	60.07			
200.00	53.90	52.35			
250.00	46.00	48.73			
320.00	45.00	44.96			

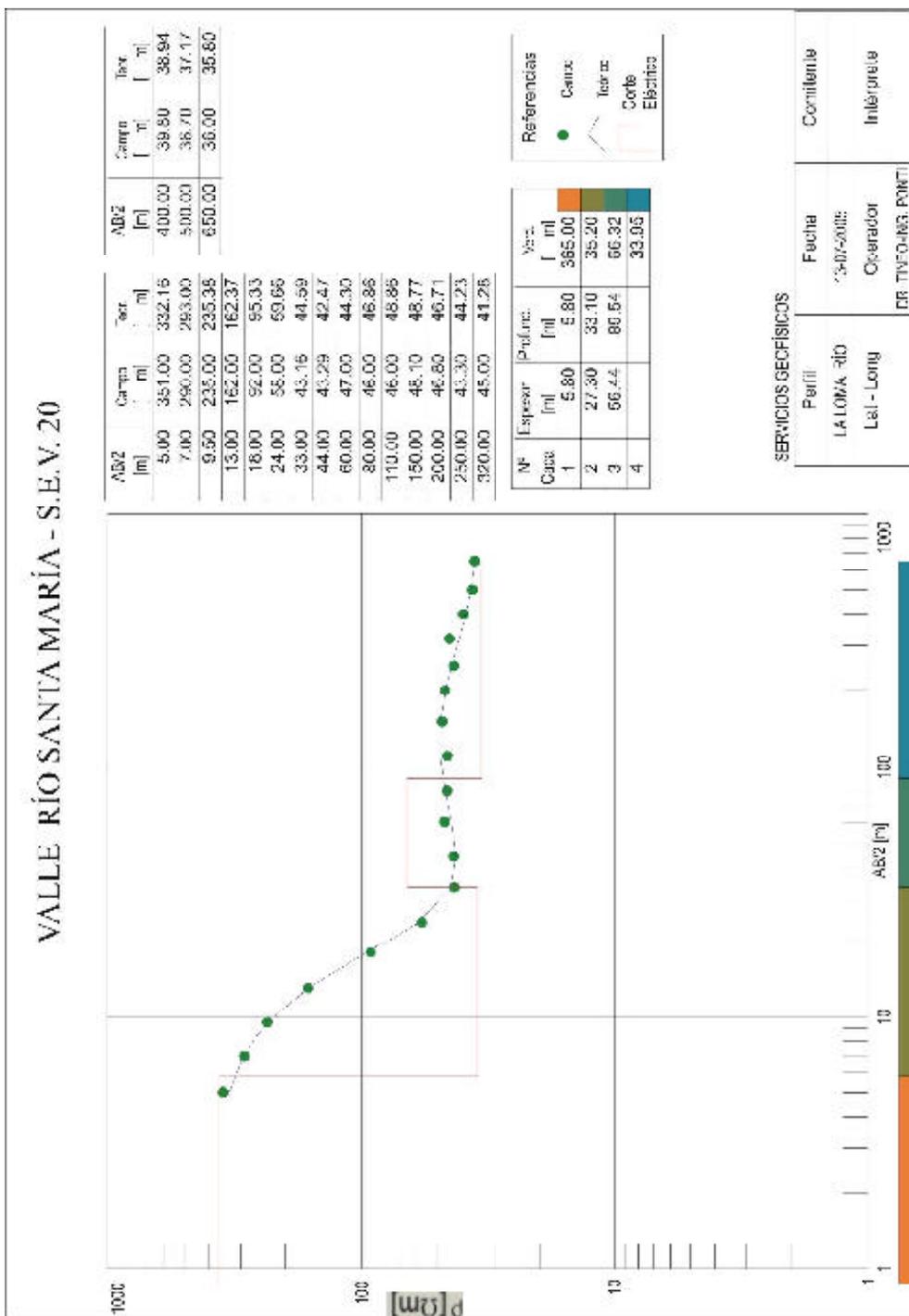


Nº	Espejar	Profund.	Var.
Capa	[m]	[m]	[m]
1	2.00	2.00	184.00
2	4.00	6.00	55.40
3	9.50	15.50	530.00
4	11.60	27.10	38.00
5	230.00	257.10	50.00
6			19.00

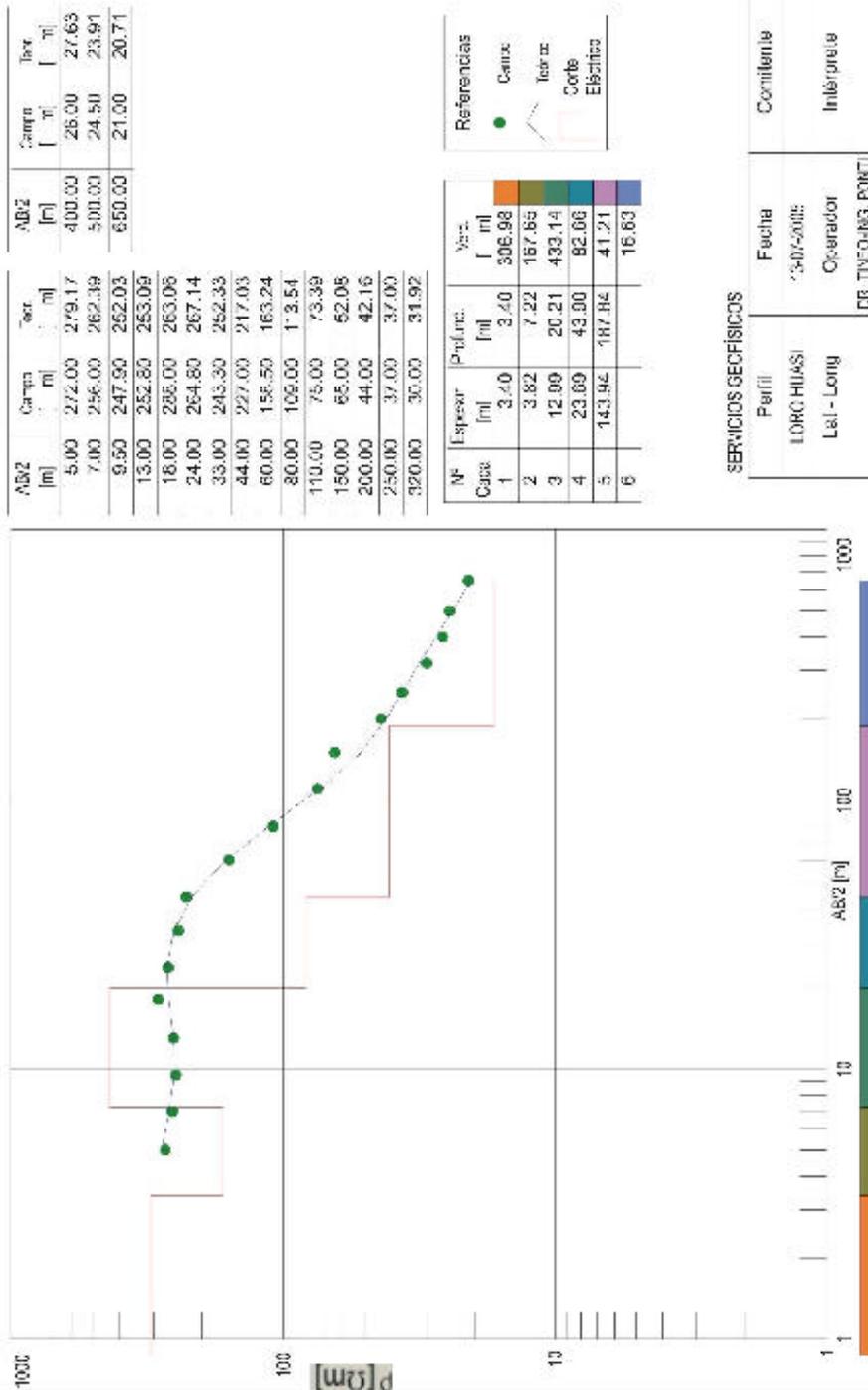
Referencias  
 ● Centuz  
 < /> Icarax  
 < /> Corte  
 < /> Elástico

SERVICIOS GEOFISICOS

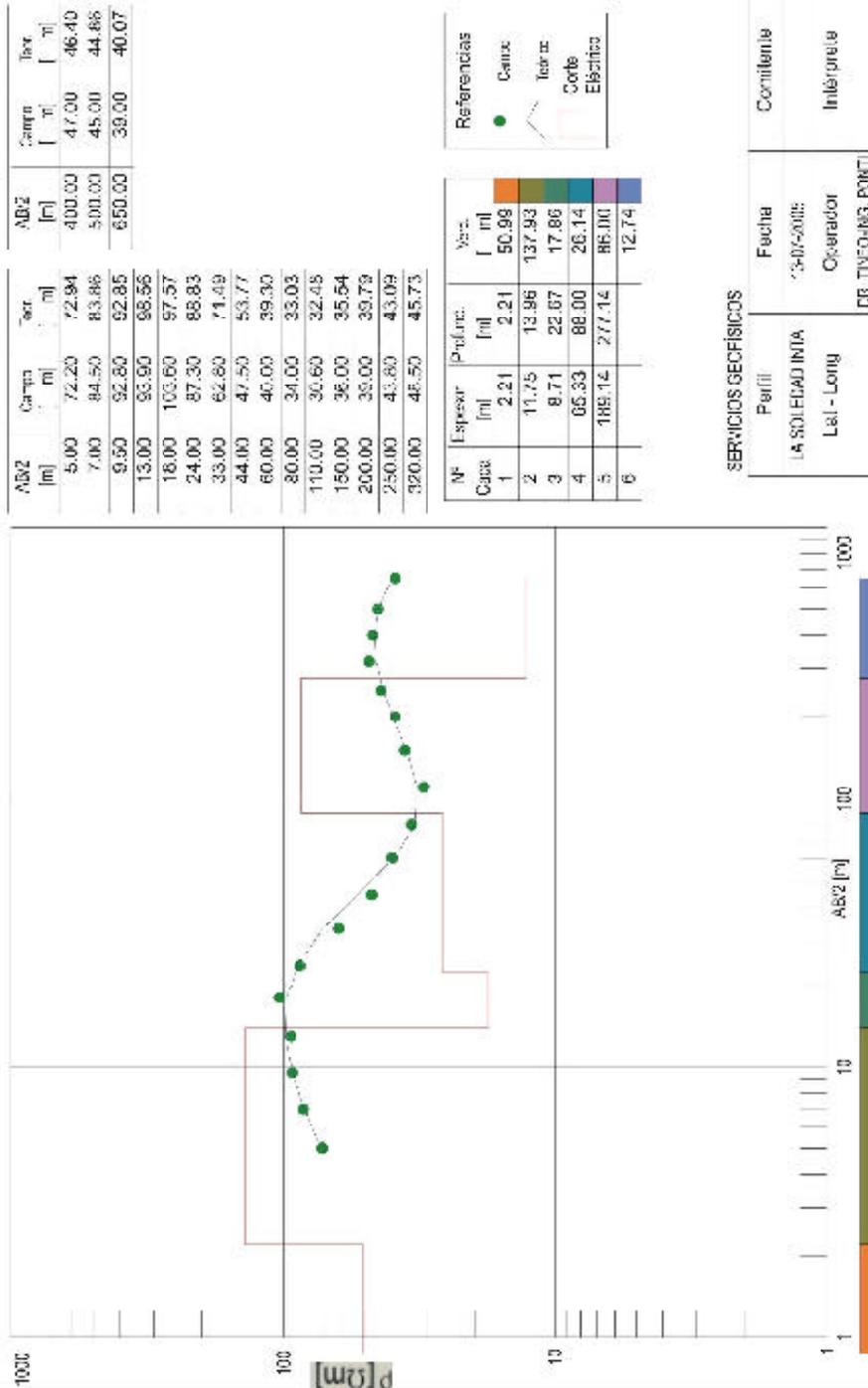
Perfil	Fecha	Comitentia
A LOMA BUJA 40 Lat - Long	22/07/2018 Operador DR TIVFO-ING. PONTI	Intérprete



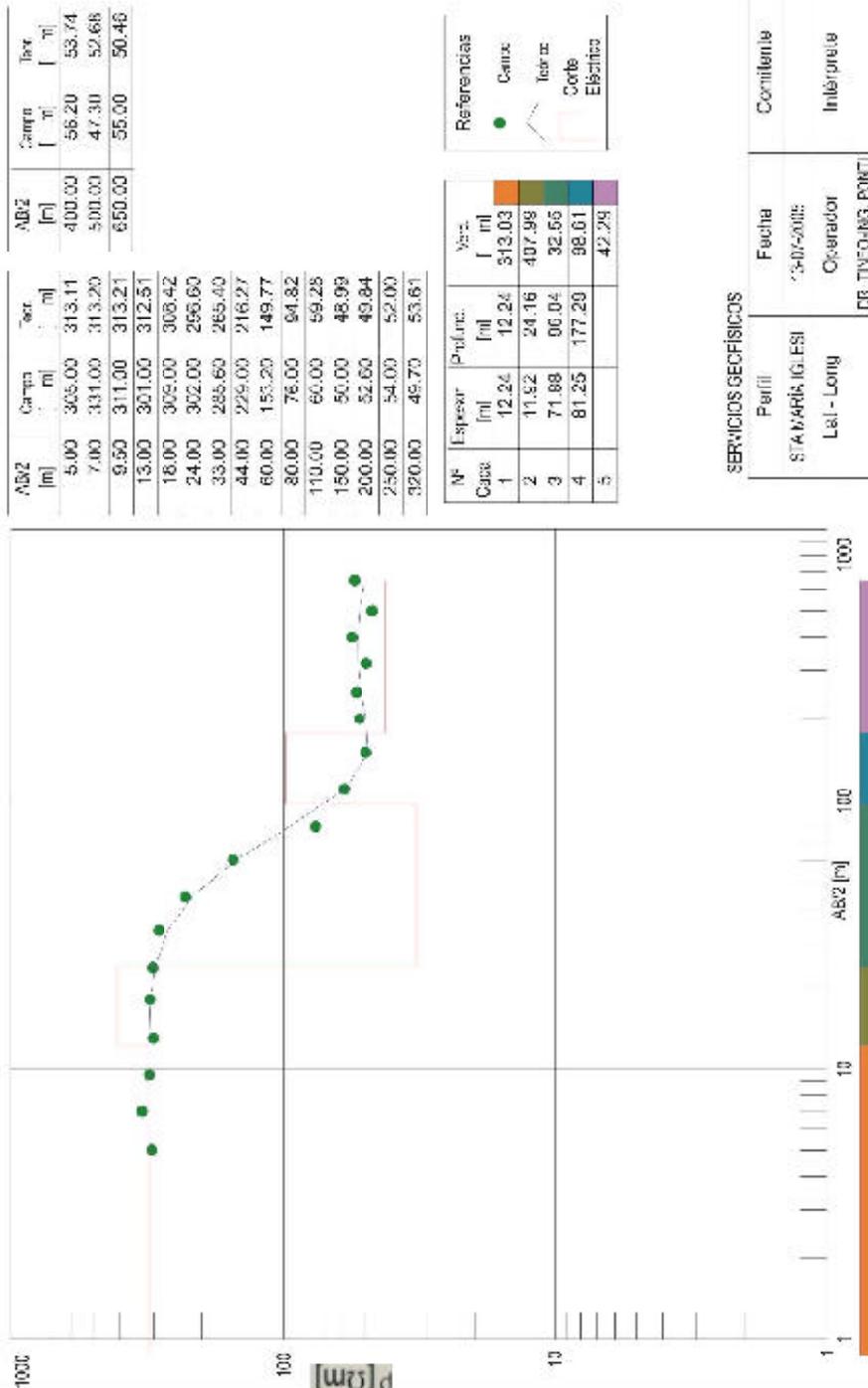
### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 21



VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 22

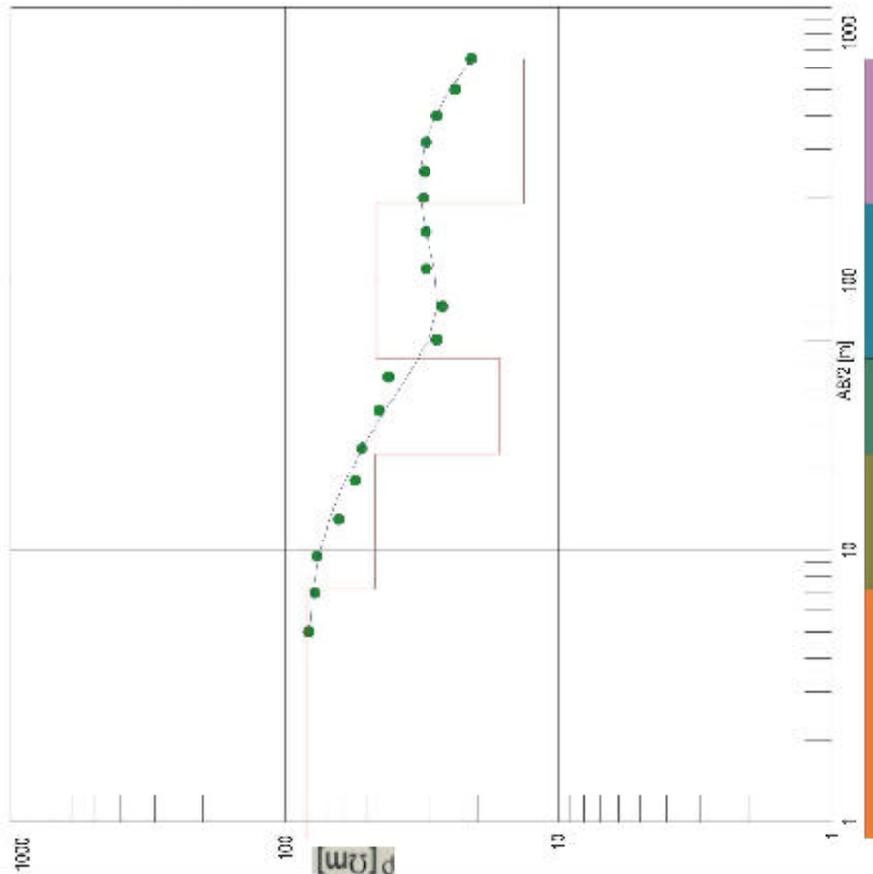


### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 23



### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 24

AB2	Carga	Var.	MB2	Carga	Var.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5.00	82.00	81.43	400.00	28.00	28.32
7.00	77.70	79.22	500.00	24.00	25.02
9.50	76.30	75.36	650.00	21.00	20.96
13.00	63.80	69.09			
16.00	55.70	60.55			
24.00	52.50	52.29			
33.00	45.60	43.30			
44.00	42.00	35.93			
60.00	28.00	30.08			
80.00	26.70	27.81			
110.00	30.60	28.58			
150.00	30.70	30.73			
200.00	31.45	32.17			
250.00	31.00	32.22			
320.00	30.60	30.83			



MF	Espejar	Profund.	Var.
Capa	[m]	[m]	[m]
1	7.16	7.16	83.04
2	15.71	22.87	47.16
3	28.62	51.40	16.17
4	137.00	180.18	46.70
5			13.29

AB2	Carga	Var.
[m]	[m]	[m]
5.00	82.00	81.43
7.00	77.70	79.22
9.50	76.30	75.36
13.00	63.80	69.09
16.00	55.70	60.55
24.00	52.50	52.29
33.00	45.60	43.30
44.00	42.00	35.93
60.00	28.00	30.08
80.00	26.70	27.81
110.00	30.60	28.58
150.00	30.70	30.73
200.00	31.45	32.17
250.00	31.00	32.22
320.00	30.60	30.83

#### SERVICIOS GEOFÍSICOS

Perfil	Fecha	Comitente
S.MARIA PUNORTE Lat - Long	25-07-2018 Operador DR TIVFO-ING. PONTI	Intérprete



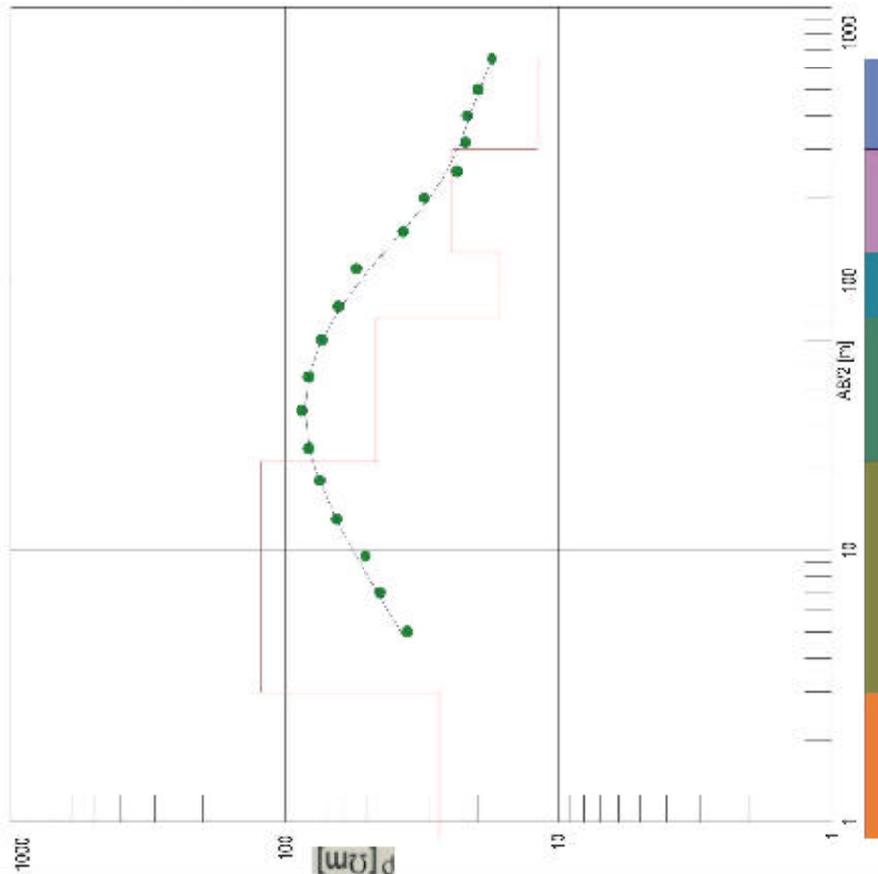
### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 25

AB2 [m]	Carpa [m]	Var. [m]	MB2 [m]	Carpa [m]	Var. [m]
5.00	36.00	38.02	400.00	21.70	21.23
7.00	45.00	46.15	500.00	19.80	19.63
9.50	51.00	55.26	650.00	17.50	17.64
13.00	65.00	65.32			
18.00	75.00	75.09			
24.00	82.00	81.67			
33.00	87.00	84.71			
44.00	89.00	82.19			
60.00	73.60	73.79			
80.00	64.00	62.48			
110.00	56.30	49.05			
150.00	37.20	37.67			
200.00	31.20	29.70			
250.00	23.60	25.70			
320.00	22.00	22.95			

Nº	Espejar [m]	Profund. [m]	Var. [m]
1	2.97	2.97	27.31
2	18.52	21.49	122.69
3	50.80	72.20	46.87
4	53.63	126.02	16.32
5	174.48	300.40	24.59
6			11.84

Referencias

- Centuz
- Var.
- Corte Eléctrico

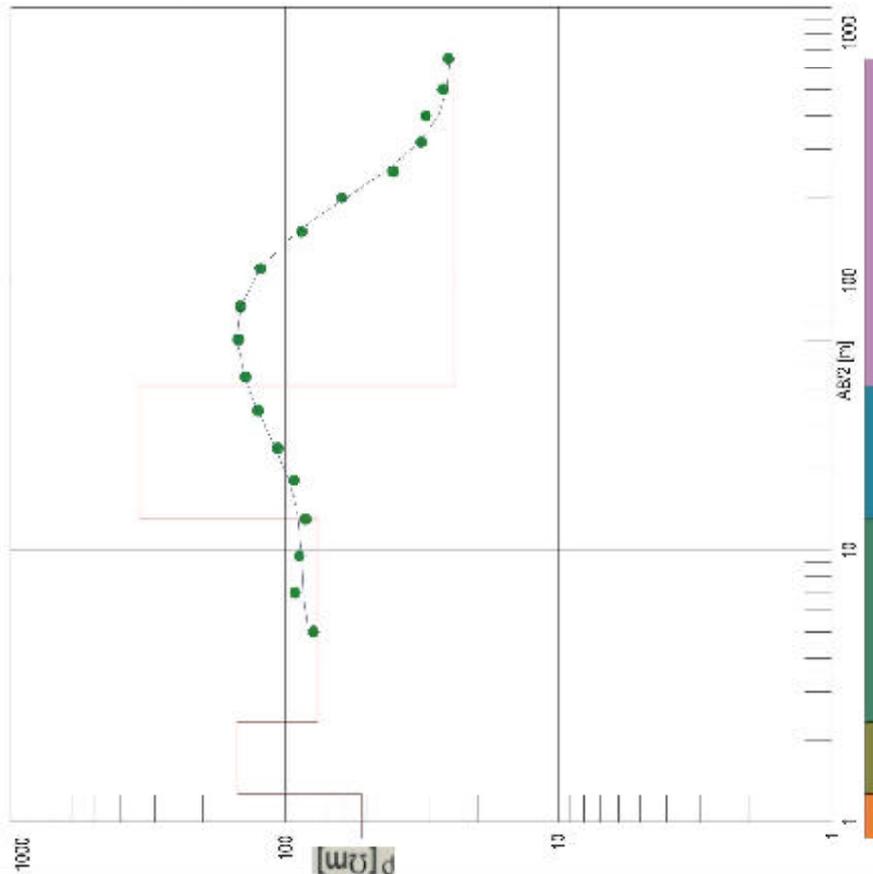


#### SERVICIOS GEOFISICOS

Perfil	Fecha	Comitente
CARRAMARCA Lal - Long	25-07-2018 Operador DR TIVFO-ING. PONTI	Intérprete

### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 26

AB2	Campa	Sec.	MB2	Campa	Sec.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5.00	78.80	82.55	400.00	30.70	27.65
7.00	66.00	85.49	500.00	26.50	25.79
9.50	89.00	86.85	650.00	25.40	24.95
13.00	84.30	89.56			
16.00	92.90	96.87			
24.00	106.70	108.58			
33.00	125.50	125.74			
44.00	139.60	140.67			
60.00	148.00	149.45			
80.00	148.00	145.05			
110.00	123.00	123.37			
150.00	87.00	90.53			
200.00	62.32	60.43			
250.00	40.40	43.26			
320.00	32.00	32.22			



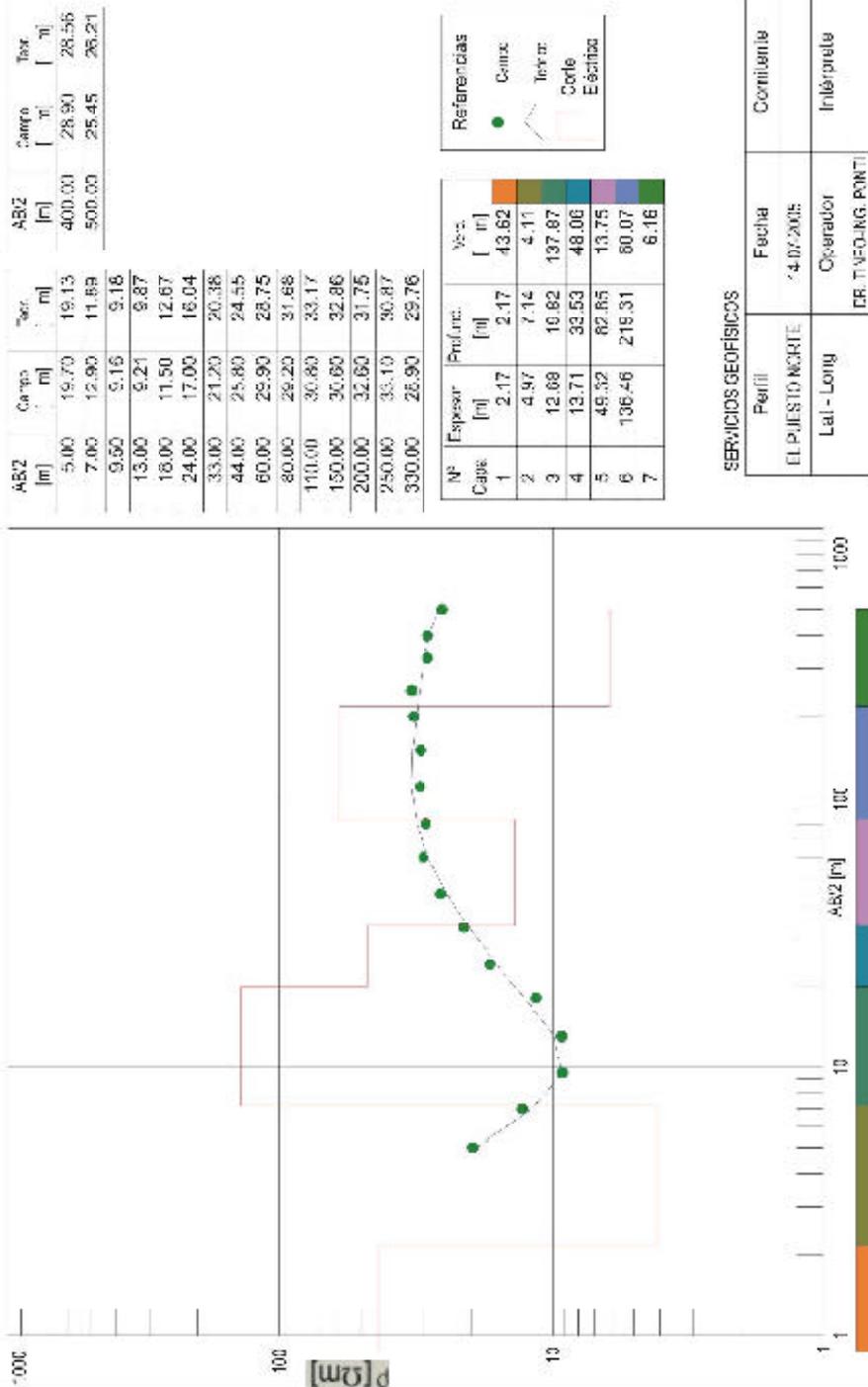
Nº	Espesor	Profund.	Var.
Capa	[m]	[m]	[m]
1	1.27	1.27	53.01
2	1.06	2.33	149.12
3	10.75	13.08	76.04
4	27.58	40.66	340.06
5			74.12

Referencias  
 ● Cenizas  
 - - - Icarra  
 □ Corte  
 ■ Elástico

SERVICIOS GEOFÍSICOS

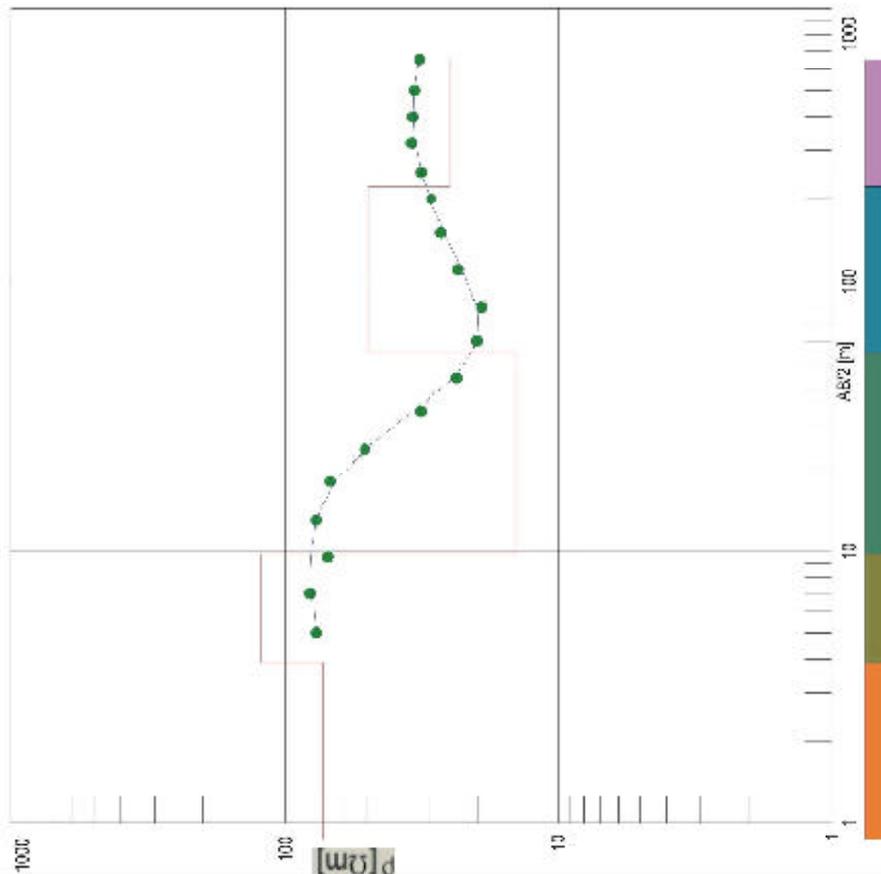
Perfil	Fecha	Comitente
FCA LAS TIJAS Lat - Long	25-07-2018 Operador DR TINFO-ING. PONTI	Intérprete

### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.F.V. 27



VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 28

AB2 [m]	Campo [m]	Teor [m]	AB2 [m]	Campo [m]	Teor [m]
5,00	77,00	76,71	400,00	34,36	34,28
7,00	81,00	79,51	500,00	33,90	34,02
9,50	70,00	80,71	650,00	32,45	32,71
13,00	77,00	77,35			
16,00	66,70	66,29			
24,00	51,30	51,29			
33,00	32,17	34,50			
44,00	23,70	24,19			
60,00	20,00	19,77			
80,00	19,30	20,03			
110,00	23,50	22,72			
150,00	27,00	26,32			
200,00	23,35	23,68			
250,00	35,00	31,90			
320,00	34,70	33,62			



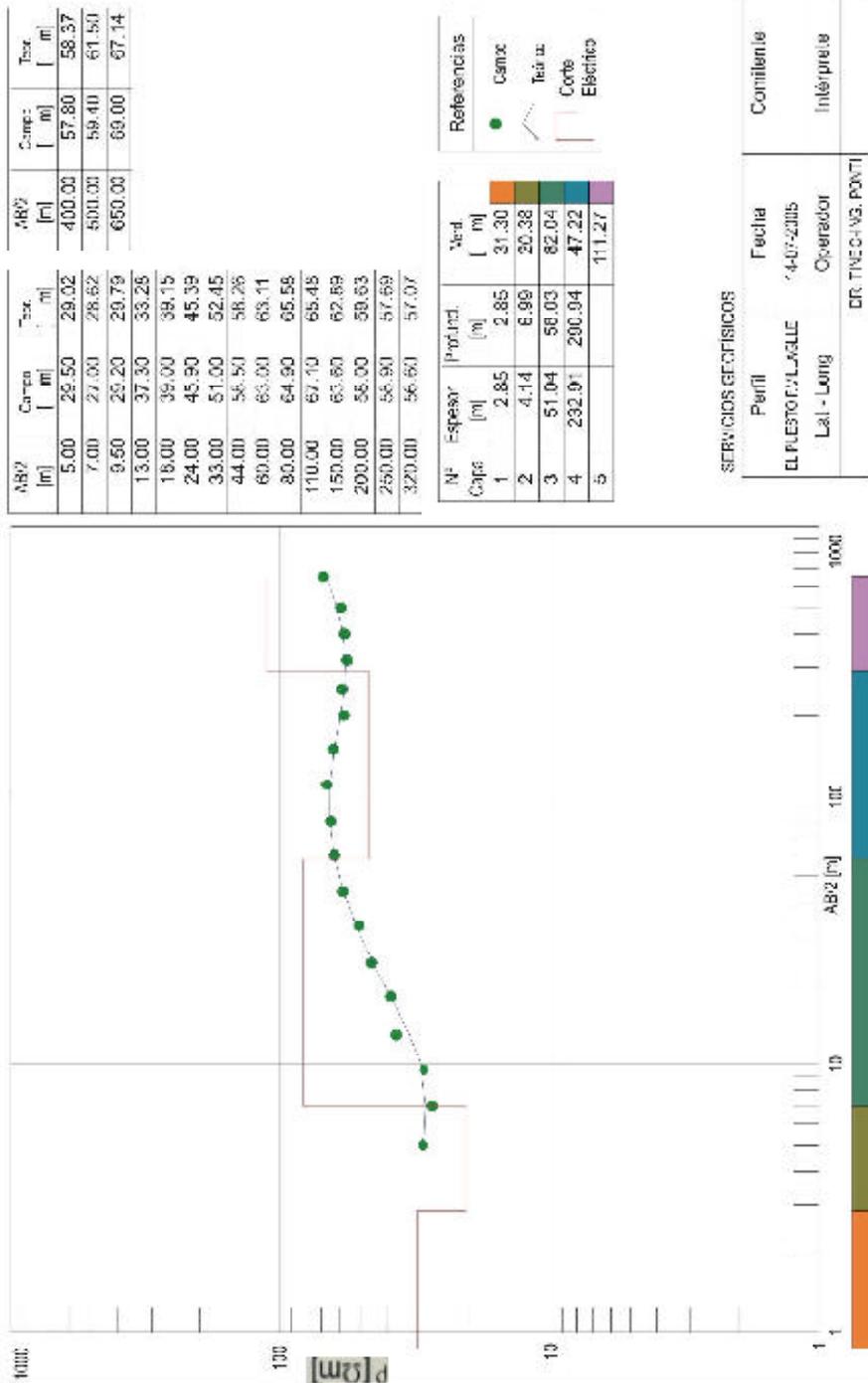
N° Capa	Espesor [m]	Profund. [m]	Vel. [m]
1	3,88	3,88	72,44
2	5,83	9,71	123,20
3	44,40	54,11	14,06
4	107,68	221,79	49,54
5			25,04

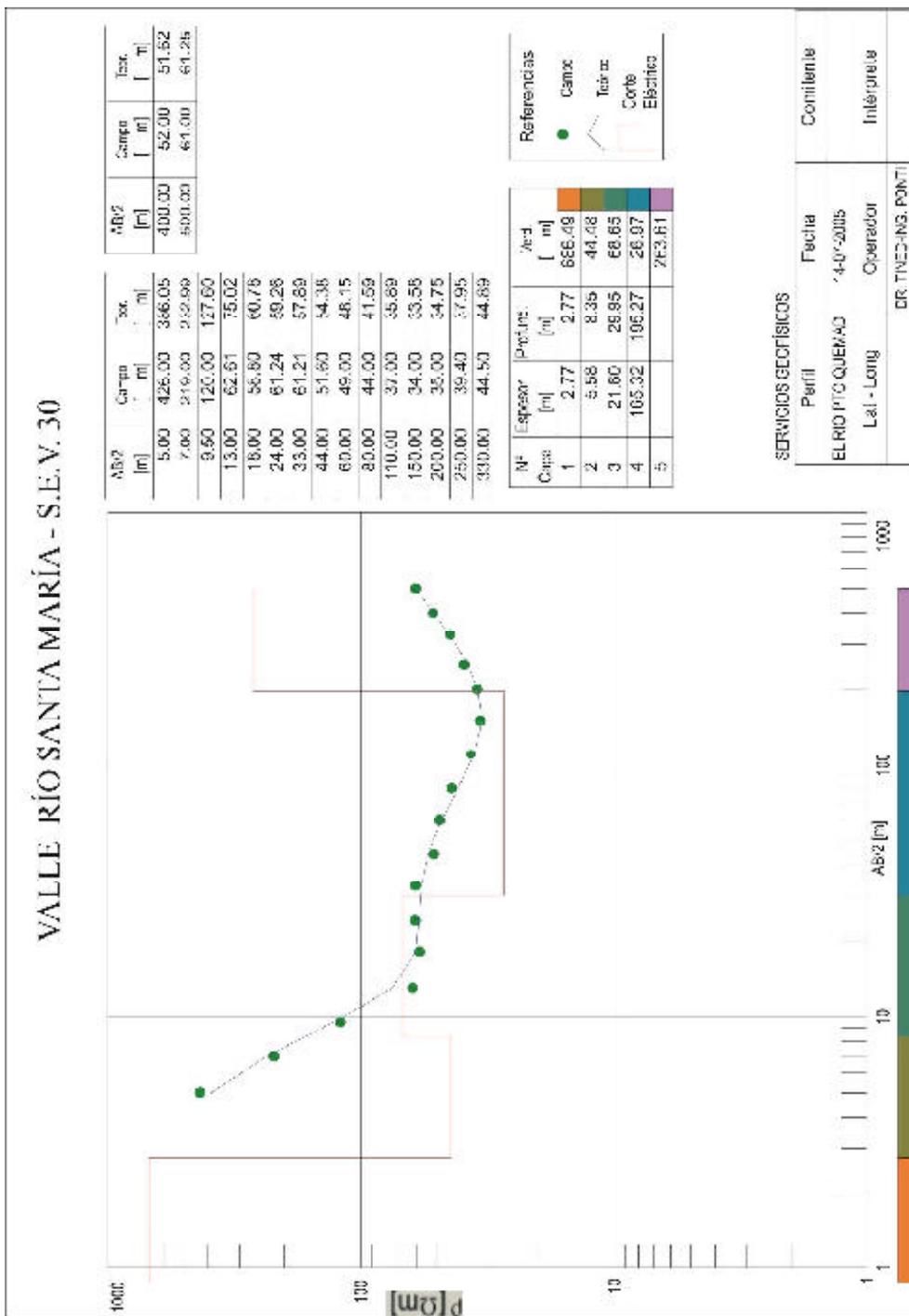


SERVICIOS GEOFÍSICOS

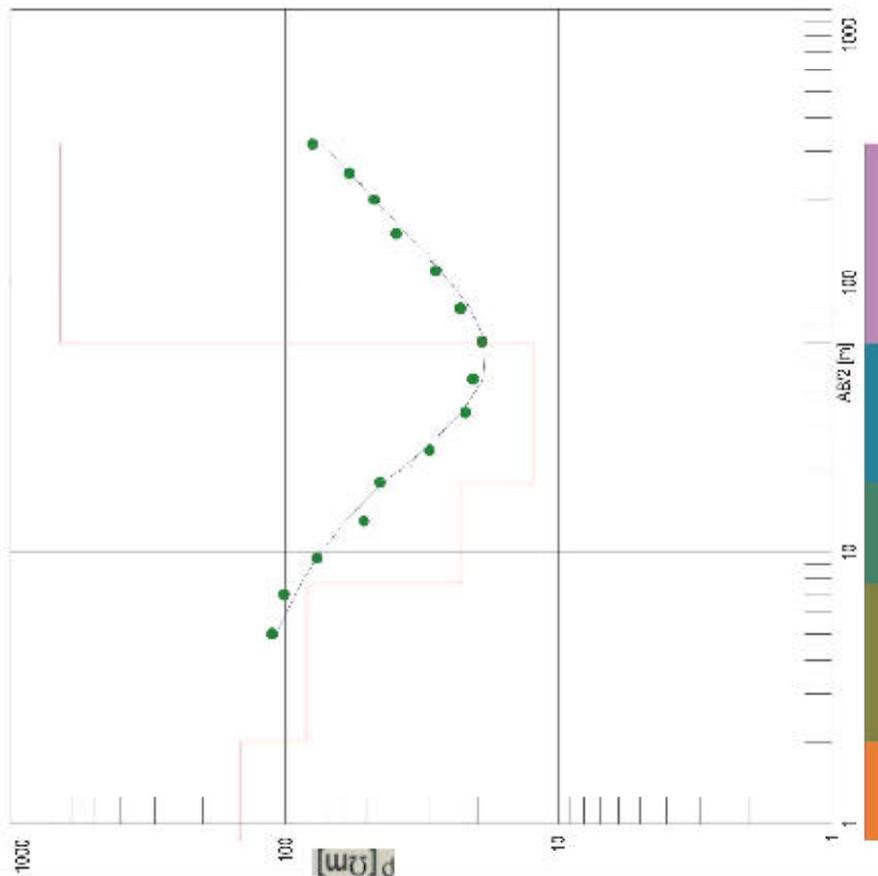
Perfil	Fecha	Comitente
FLUJES TO F VALLE Lat - Long	14-07-2015 Georador DIR. TIVEO-ING. POINT	Institutole

### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 29





VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 31



AB2 [m]	Campo [m]	Iter [m]
5.00	11.60	108.29
7.00	101.30	91.97
9.50	76.30	76.65
13.00	51.70	60.56
18.00	45.00	43.76
24.00	29.90	31.52
33.00	22.00	22.77
44.00	20.88	19.02
60.00	19.20	16.81
80.00	23.00	21.20
110.00	28.20	27.22
150.00	30.46	36.18
200.00	47.30	47.37
250.00	58.80	58.24
320.00	79.40	72.93

MF Capa	Espesor [m]	Profund. [m]	Var. [m]
1	2.02	2.02	146.24
2	5.64	7.66	82.98
3	10.18	17.84	22.01
4	41.54	59.38	12.26
5			661.81

Referencias

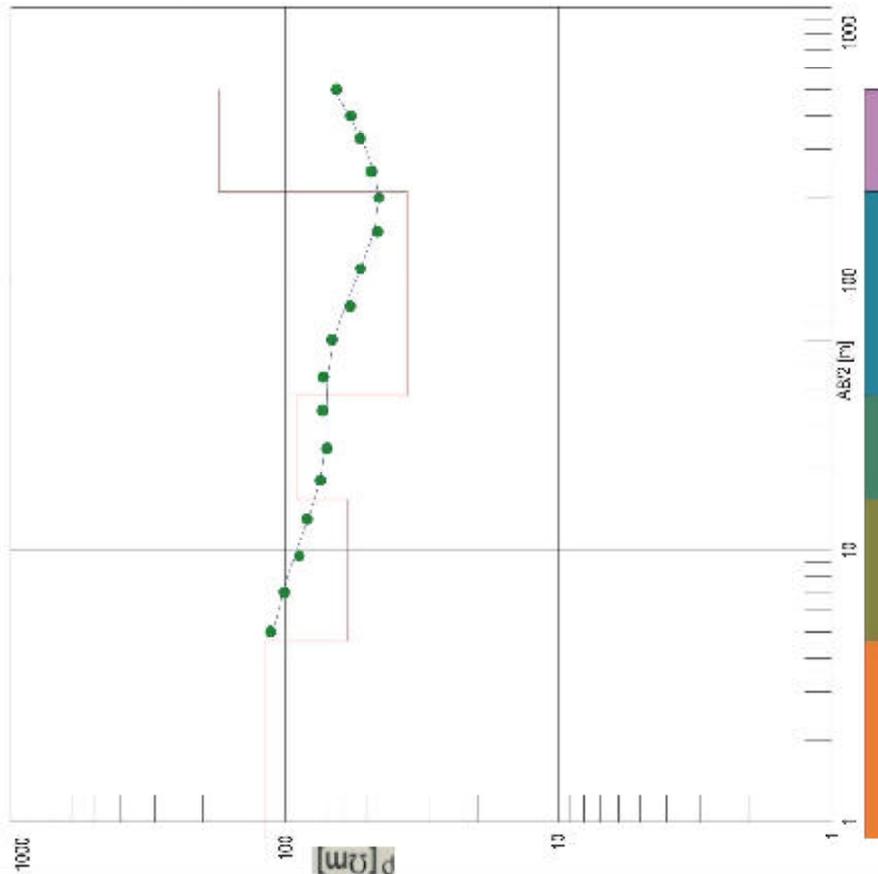
- Centeo
- Itera
- Corte
- Eléctico

SERVICIOS GEOFISICOS

Perfil	Fecha	Comienzo
AS MARRITAS Lat - Long	14-07-2016 Operador	Intérprete
	DR TIVFO-ING. PONTI	

### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 32

AB2	Carga	Var.	MB2	Carga	Var.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5.00	113.00	170.32	400.00	57.90	58.36
7.00	104.00	102.51	500.00	65.00	66.79
9.50	89.00	82.65			
13.00	83.00	82.23			
16.00	74.30	74.52			
24.00	70.30	71.52			
33.00	73.00	70.87			
44.00	72.60	70.10			
60.00	67.50	66.68			
80.00	58.00	60.72			
110.00	53.00	52.95			
150.00	46.00	47.26			
200.00	45.60	45.04			
250.00	46.50	47.21			
330.00	53.20	52.58			



MF	Espesor	Profund.	Var.
Capa	[m]	[m]	[m]
1	4.62	4.62	17.99
2	10.70	15.32	59.60
3	22.32	37.64	91.08
4	173.91	211.55	35.87
5			175.04

AB2	Carga	Var.
[m]	[m]	[m]
5.00	113.00	170.32
7.00	104.00	102.51
9.50	89.00	82.65
13.00	83.00	82.23
16.00	74.30	74.52
24.00	70.30	71.52
33.00	73.00	70.87
44.00	72.60	70.10
60.00	67.50	66.68
80.00	58.00	60.72
110.00	53.00	52.95
150.00	46.00	47.26
200.00	45.60	45.04
250.00	46.50	47.21
330.00	53.20	52.58

#### SERVICIOS GEOFÍSICOS

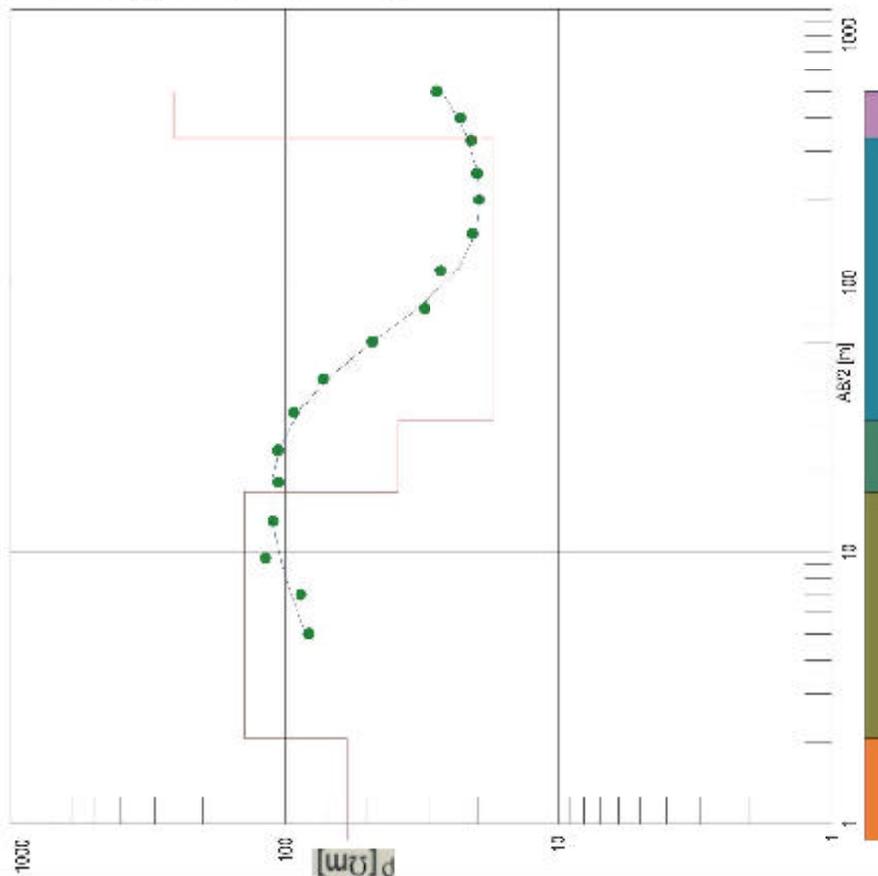
Perfil	Fecha	Comitente
RIO FRENTE A LAS MARAS	14-07-2018	Intérprete
Lat - Long	Operador	
	DR TIVFO-ING. POINT	

Referencias

- Centuz
- Inca
- Corte
- Elástico

### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 33

AB2	Campa	Sec.	MB2	Campa	Sec.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5.00	82.00	84.02	400.00	23.00	23.48
7.00	87.80	95.33	500.00	28.00	26.93
9.50	118.00	104.62			
13.00	110.80	111.11			
16.00	105.90	112.07			
24.00	106.30	105.82			
33.00	93.00	90.09			
44.00	72.60	70.08			
60.00	48.00	48.19			
80.00	31.00	32.87			
110.00	27.10	23.60			
150.00	20.80	20.22			
200.00	19.70	19.55			
250.00	20.00	19.94			
330.00	21.00	21.50			



MF	Espejar	Profund.	Var.
Capa	[m]	[m]	[m]
1	2.08	2.08	59.60
2	14.22	16.50	140.64
3	14.24	30.74	38.85
4	304.92	336.06	17.55
5			254.89

AB2	Campa	Sec.	MB2	Campa	Sec.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5.00	82.00	84.02	400.00	23.00	23.48
7.00	87.80	95.33	500.00	28.00	26.93
9.50	118.00	104.62			
13.00	110.80	111.11			
16.00	105.90	112.07			
24.00	106.30	105.82			
33.00	93.00	90.09			
44.00	72.60	70.08			
60.00	48.00	48.19			
80.00	31.00	32.87			
110.00	27.10	23.60			
150.00	20.80	20.22			
200.00	19.70	19.55			
250.00	20.00	19.94			
330.00	21.00	21.50			

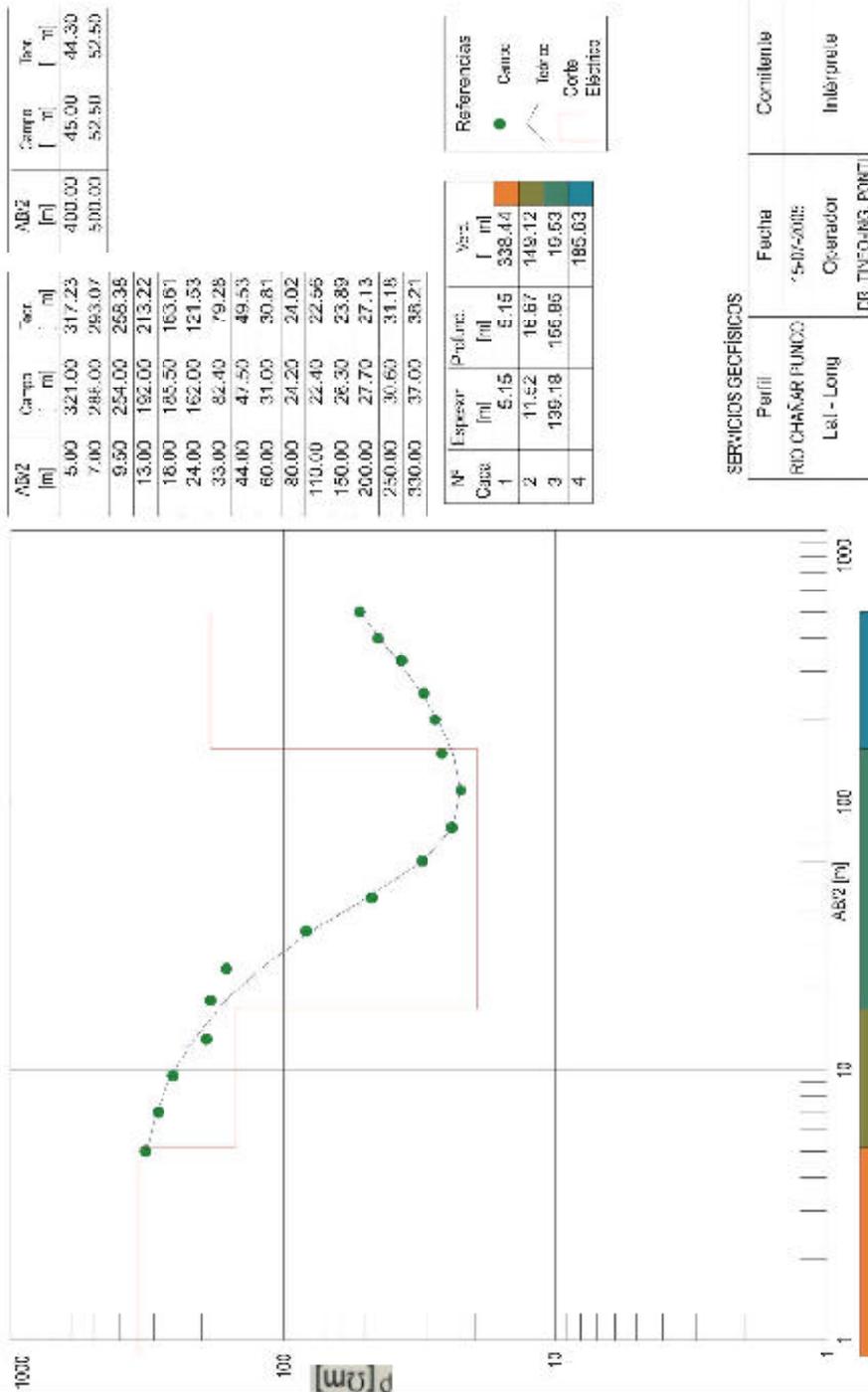
SERVICIOS GEOFISICOS

Perfil	Fecha	Comitente
RIO LAMACITO	14-07-2018	Intérprete
Lat - Long	Operador	
	DR TIVFO-ING. POINT	

Referencias

- Centuz
- Icaraz
- Corte
- Elástico

### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 34

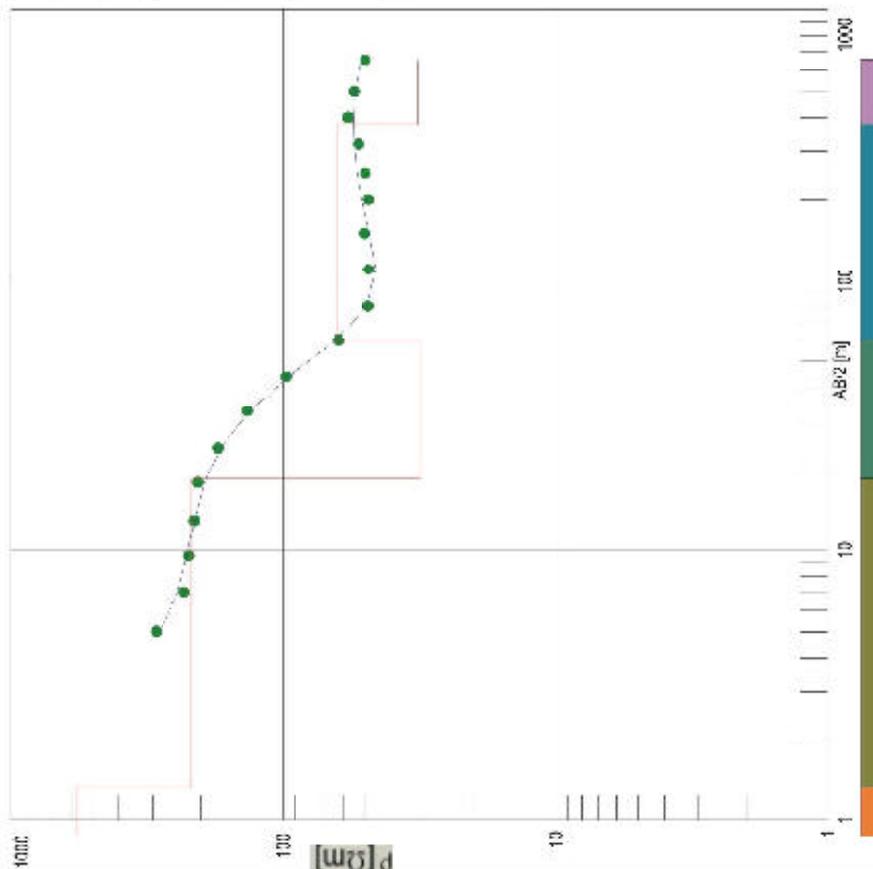
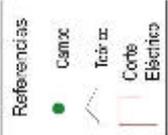


### VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 35

AB2	Carpa	Tor.	AB2	Comp.	Tor.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
5.00	290.00	280.25	400.00	58.00	55.49
7.00	230.00	242.84	600.00	56.00	54.59
9.50	221.00	224.74	650.00	50.00	51.96

15.00	210.50	211.18
16.00	205.00	193.47
24.00	173.00	169.22
33.00	135.00	132.00
44.00	97.70	95.22
60.00	62.70	64.11
80.00	45.10	45.42
110.00	45.70	45.03
150.00	50.42	48.45
200.00	45.75	51.57
250.00	50.00	53.75
320.00	53.00	55.20

Nº	Espeor	Profund.	Med.
Capa	[m]	[m]	[m]
1	1.34	1.34	573.18
2	17.25	18.60	216.05
3	41.31	58.91	31.46
4	318.24	378.15	63.74
5			32.42

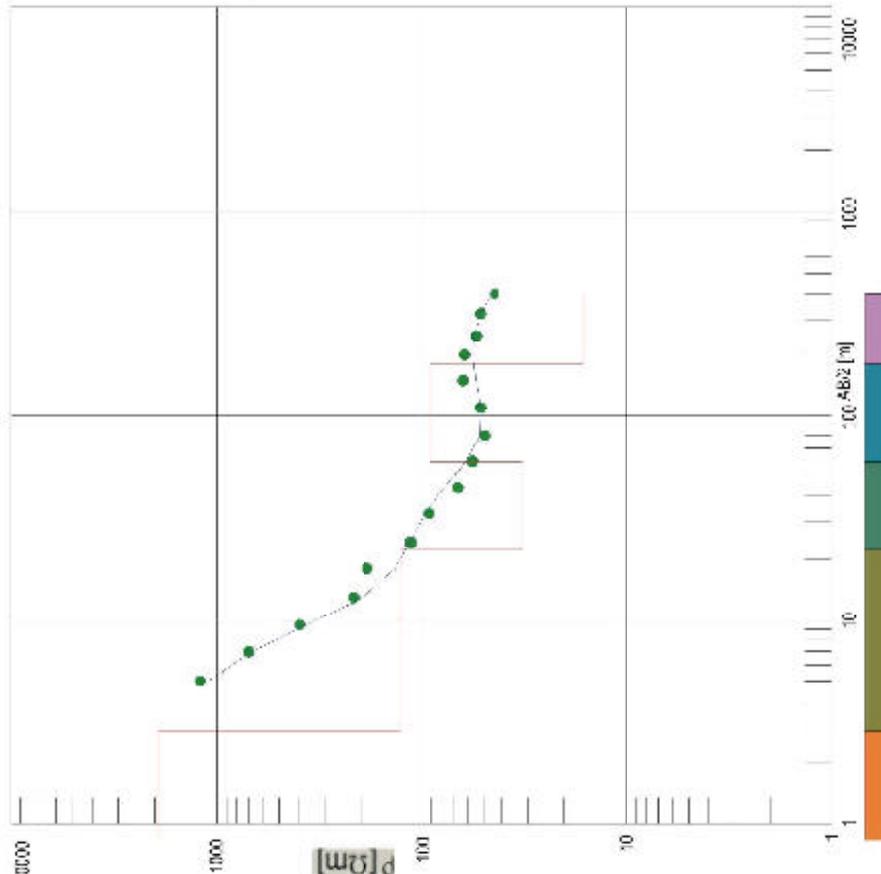


#### SERVICIOS GEOFÍSICOS

Perfil	Fecha	Comitente
RÍO MEDANITO	15-07-2005	
Lat - Long	Operador	Intérprete
	DR. TINEO-VS. PONTI	

VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 36

ABQ2 [m]	Campo [m]	Iter [m]	ABQ2 [m]	Campo [m]	Iter [m]
5.00	1201.00	1109.87	400.00	4.4.00	45.98
7.00	686.00	874.24			
9.50	394.00	363.02			
13.00	216.00	195.54			
18.00	185.80	135.99			
24.00	114.35	115.08			
33.00	92.80	96.82			
44.00	67.00	76.16			
60.00	57.15	61.19			
80.00	49.70	52.85			
110.00	52.30	51.96			
150.00	63.60	55.02			
200.00	62.40	50.37			
250.00	54.80	56.15			
320.00	52.20	52.16			



N° Caja	Espesor [m]	Profund. [m]	Zona.
1	2.82	2.82	1934.37
2	18.48	22.30	127.57
3	37.06	59.36	32.04
4	121.23	180.59	61.42
5			16.12

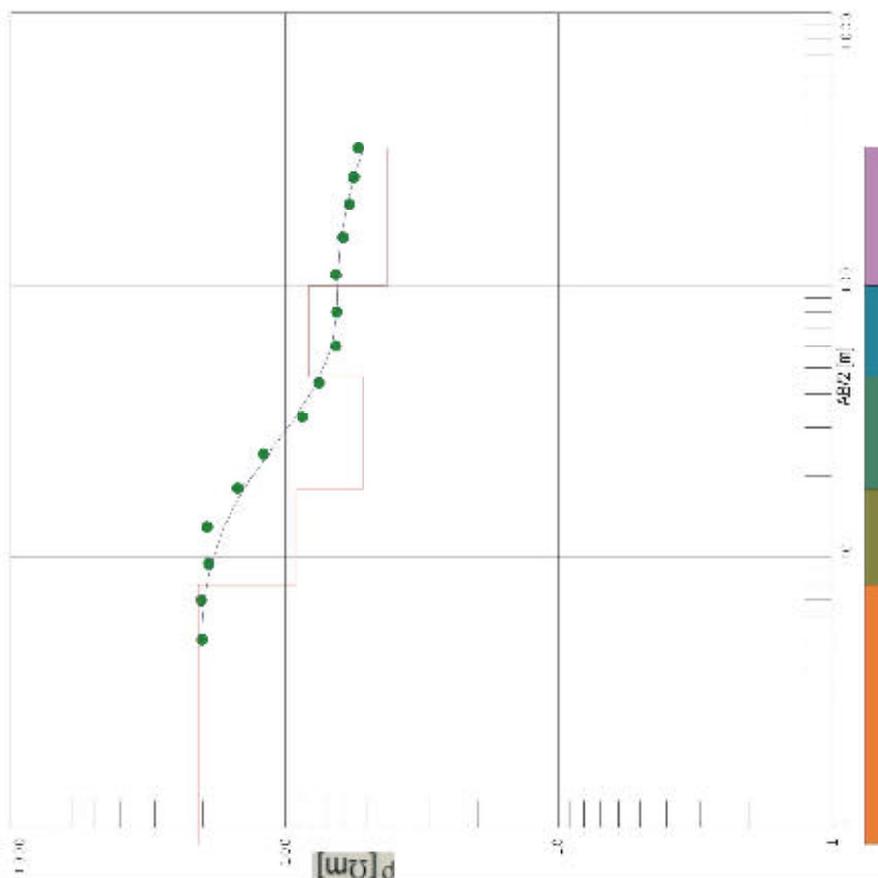
Referencias

- Carp
- conex
- Corte
- Eléctrico

SERVICIOS GEOFÍSICOS

Perfil	Fecha	Comitente
FAMATACAMEBIO	15-05-2005	
Lat - Long	Operador	Intérprete
	D33 TIMFJING POINT	

VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 37



AB2 [m]	Carrp [m]	Carz [m]
5.00	201.00	203.52
7.00	202.00	197.44
9.50	190.00	186.45
13.00	192.60	167.58
18.00	148.70	140.91
24.00	120.00	115.62
33.00	86.30	91.55
44.00	75.40	76.42
60.00	65.50	67.64
80.00	64.80	64.80
110.00	65.40	64.14
150.00	61.70	62.77
200.00	58.50	59.39
250.00	56.50	56.16
320.00	54.30	52.19

Nº Cauda	Espesor [m]	Profund. [m]	Res. [Ωm]
1	7.93	7.93	207.79
2	9.96	17.89	91.56
3	28.13	46.02	52.12
4	53.37	99.39	62.28
5			42.51

Referencias

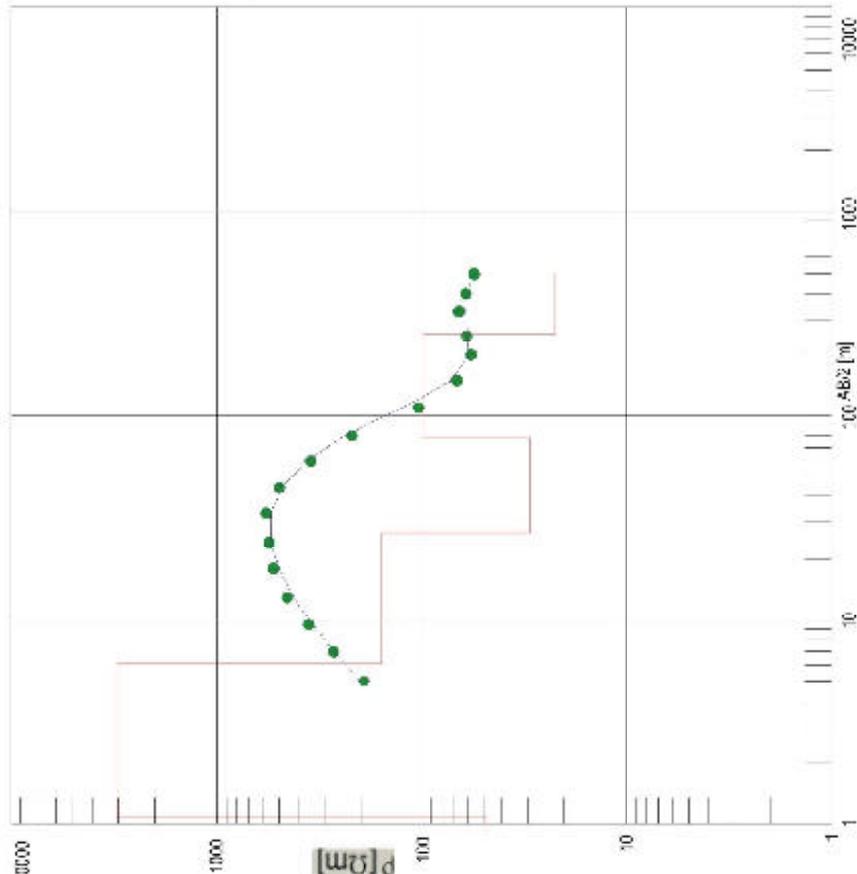
- Densc
- Isosic
- Corte
- Eeotico

SERVICIOS GEOFISICOS

Perfil	Fecha	Comitente
SAN JOSE BANDA	15-07-2016	
Lat - Long	Operator	Interprete
	DR. TIMOTHING PCMT	

VALLE RÍO SANTA MARÍA - S.E.V. 38

ABQ2 [m]	Campo [m]	Iter [m]	ABQ2 [m]	Campo [m]	Iter [m]
5.00	192.00	200.94	400.00	61.50	60.44
7.00	270.00	288.32	500.00	56.00	56.84
9.50	356.00	341.23			
13.00	456.00	422.29			
18.00	530.00	489.69			
24.00	555.00	544.40			
33.00	575.00	544.16			
44.00	495.00	485.01			
60.00	348.00	385.91			
80.00	220.00	237.21			
110.00	104.80	125.02			
150.00	68.00	72.01			
200.00	58.00	59.93			
250.00	60.90	80.21			
330.00	66.30	81.41			

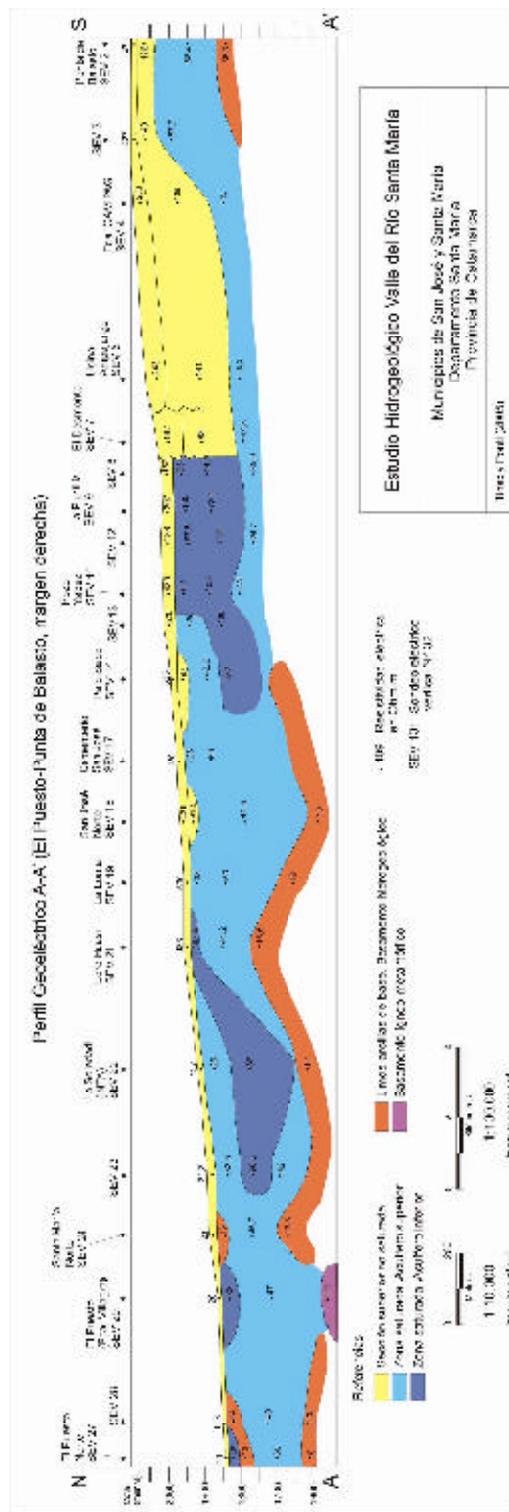


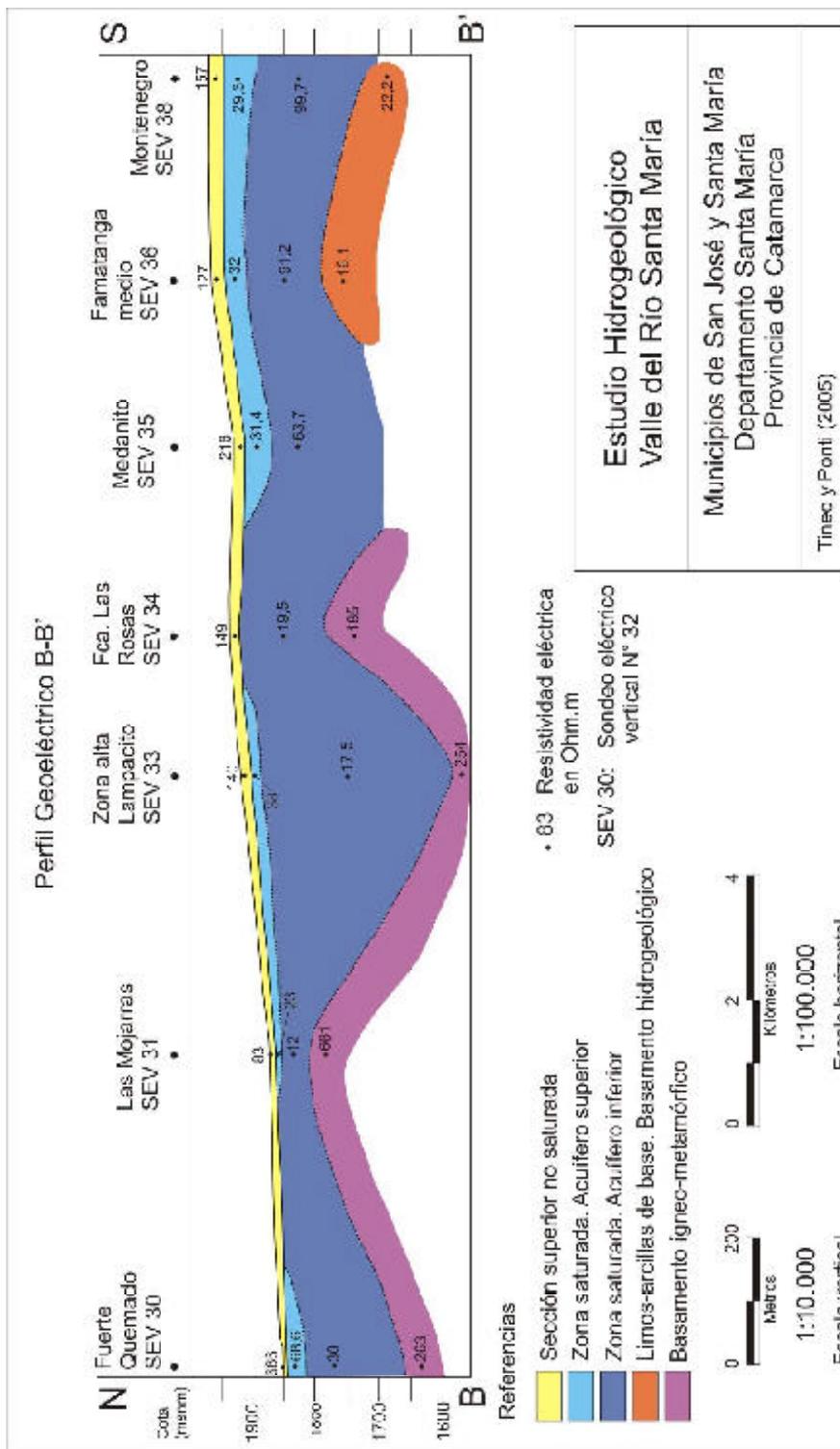
Referencias

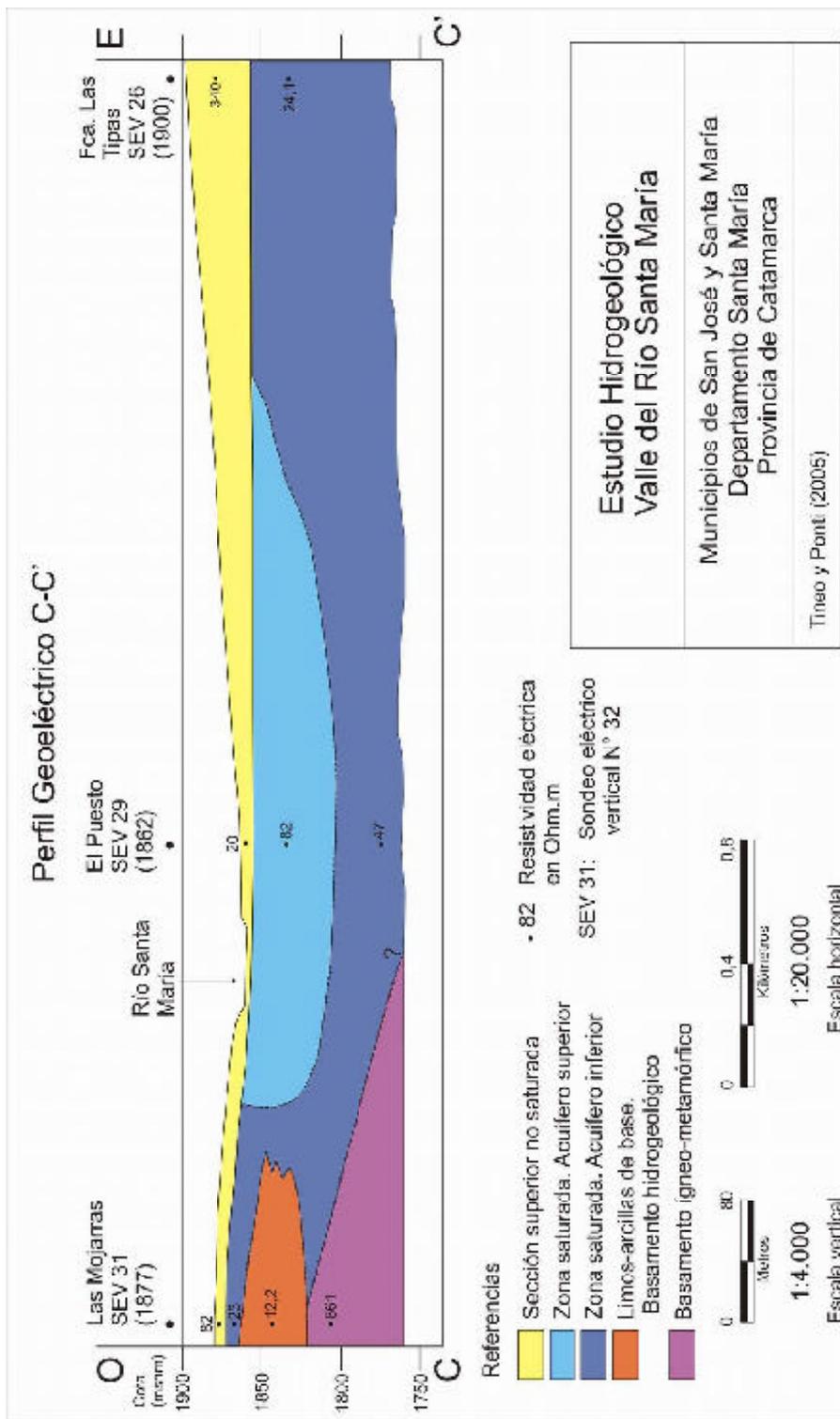
- Carp.
- Conex.
- Corte
- Eléctrico

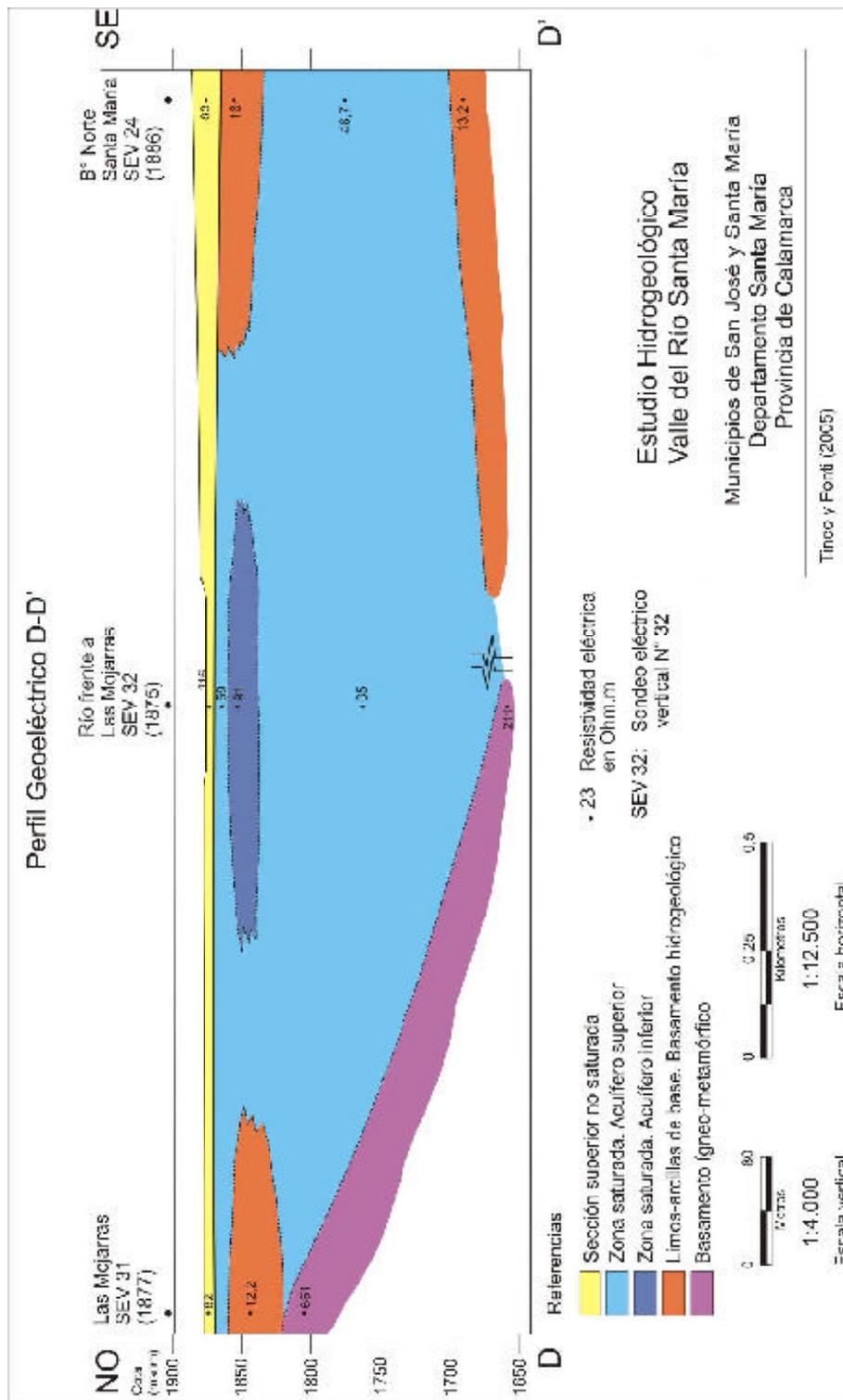
SERVICIOS GEOFÍSICOS

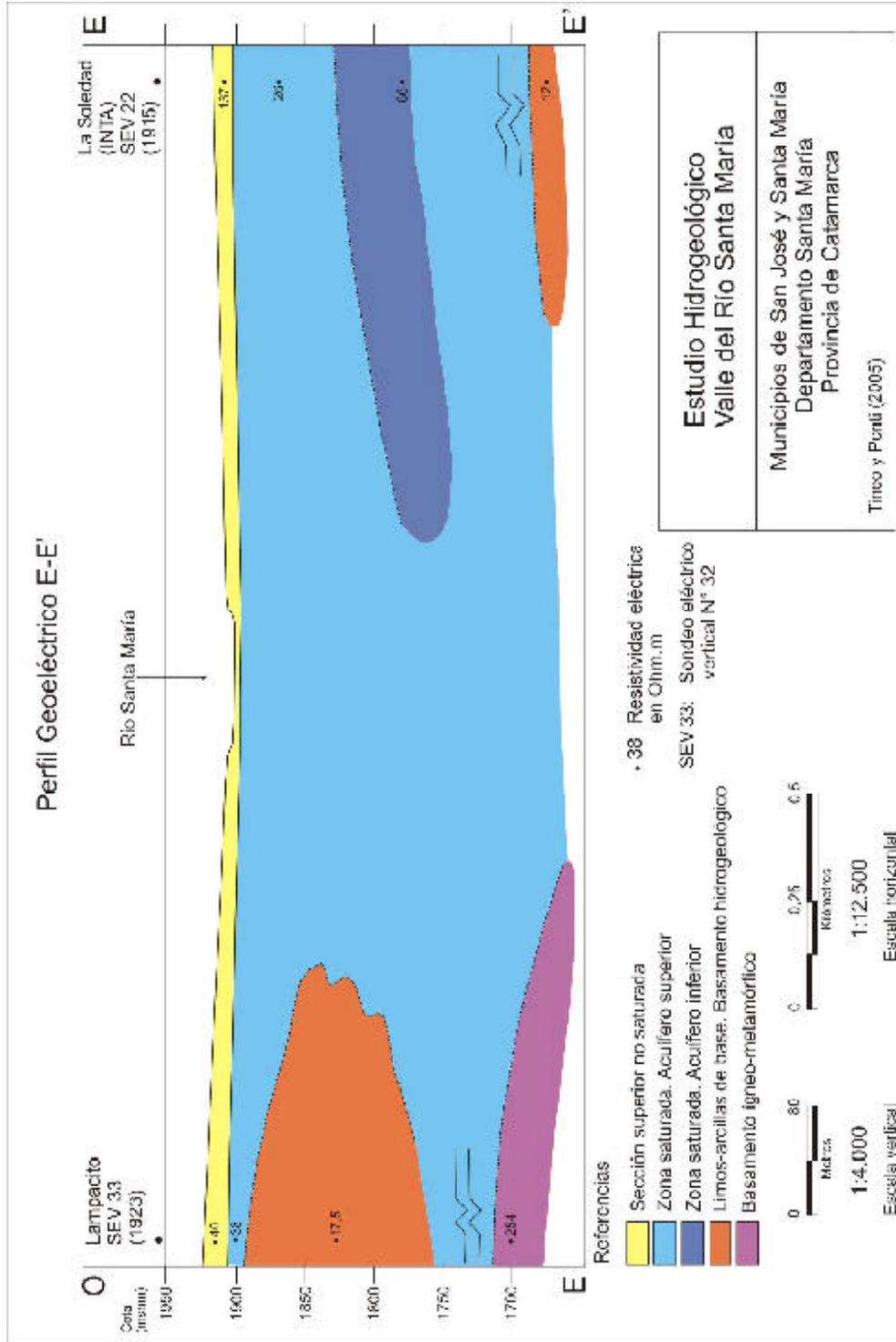
Perfil	Fecha	Comitente
MONTEVEGRO	15-05-2005	
Lat - Long	Operador	Intérprete
		DR. TIMOTHY POHNT

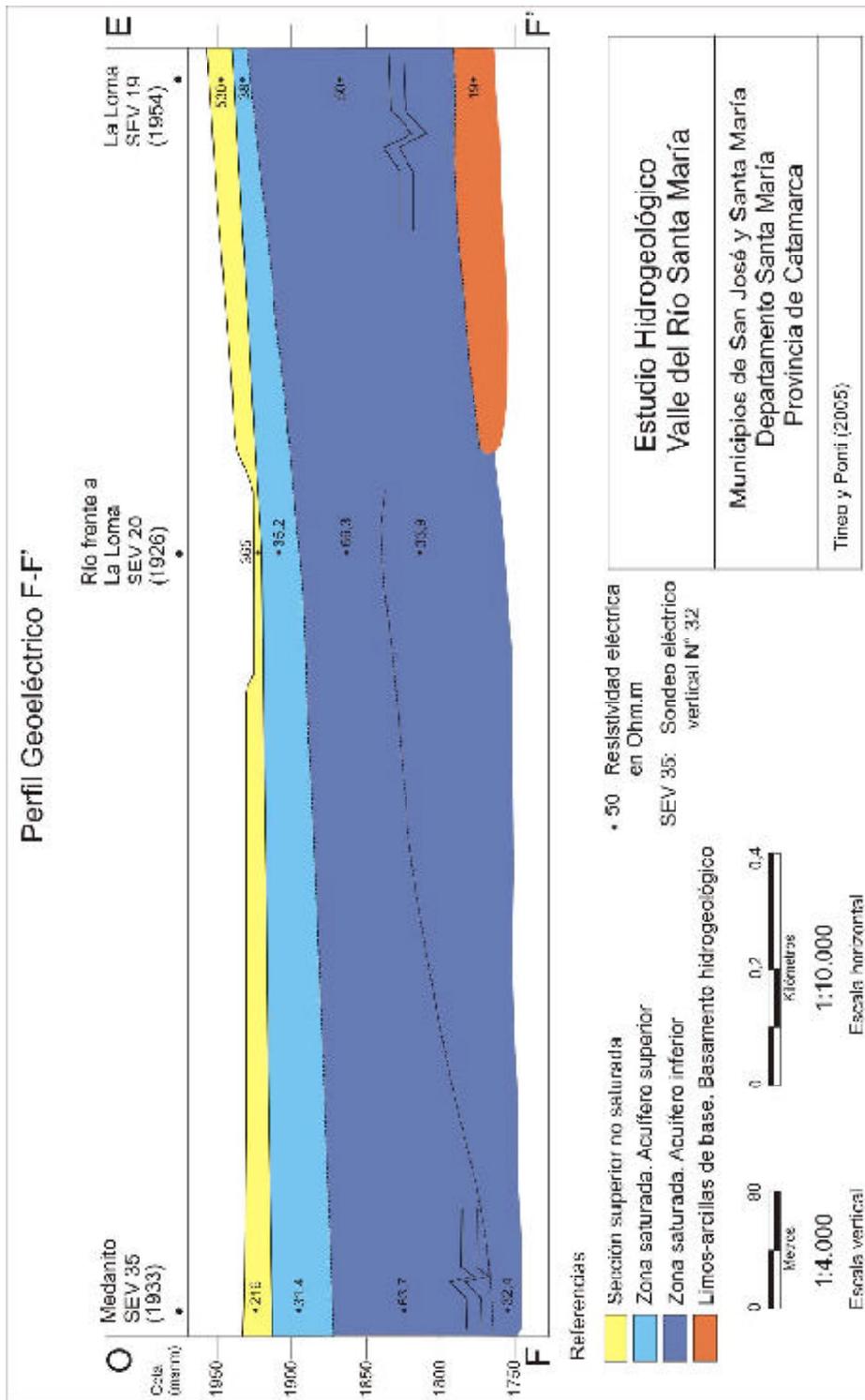


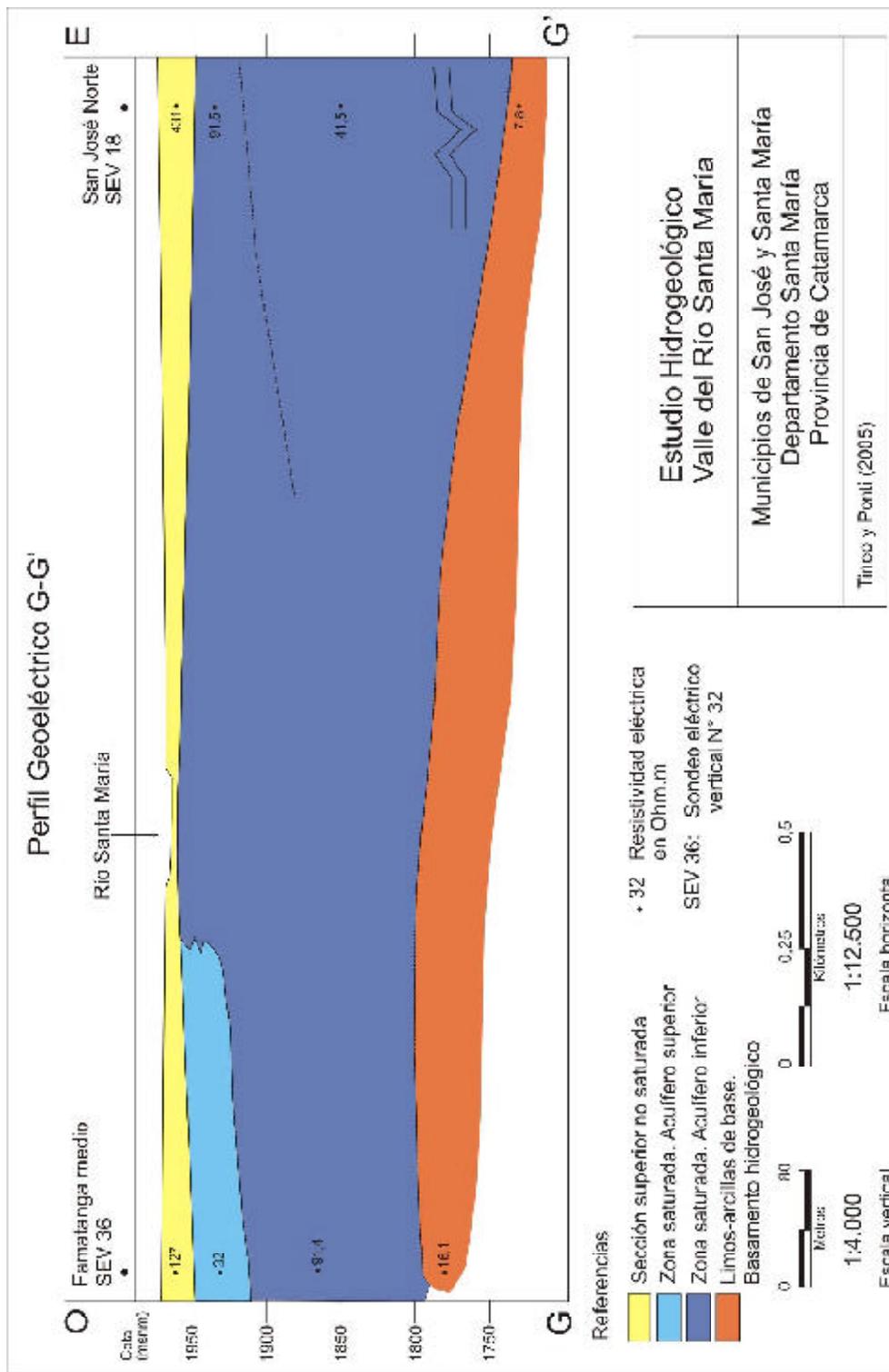


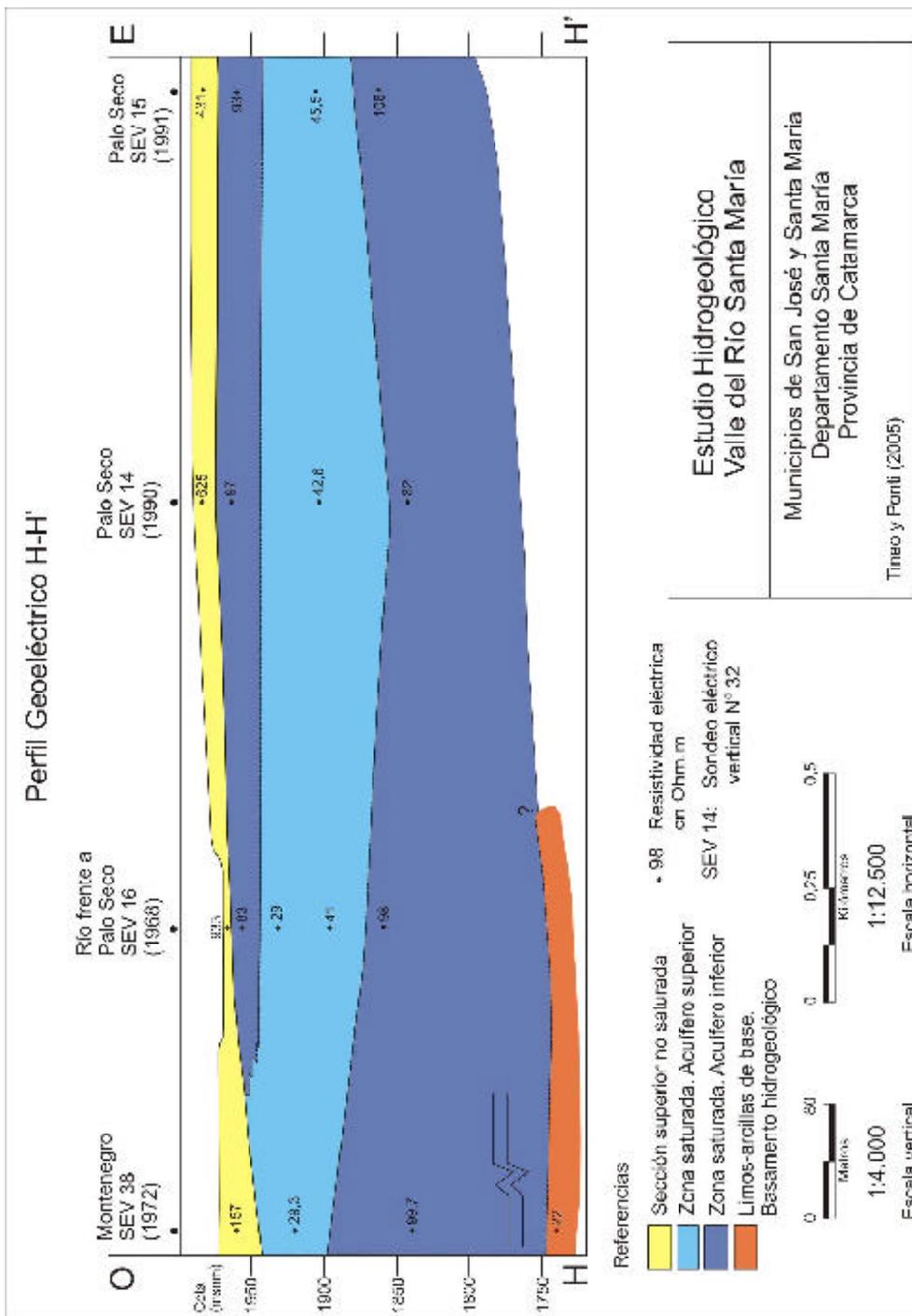


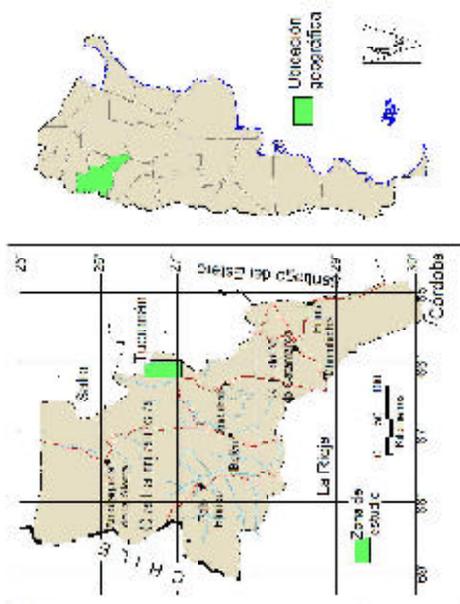
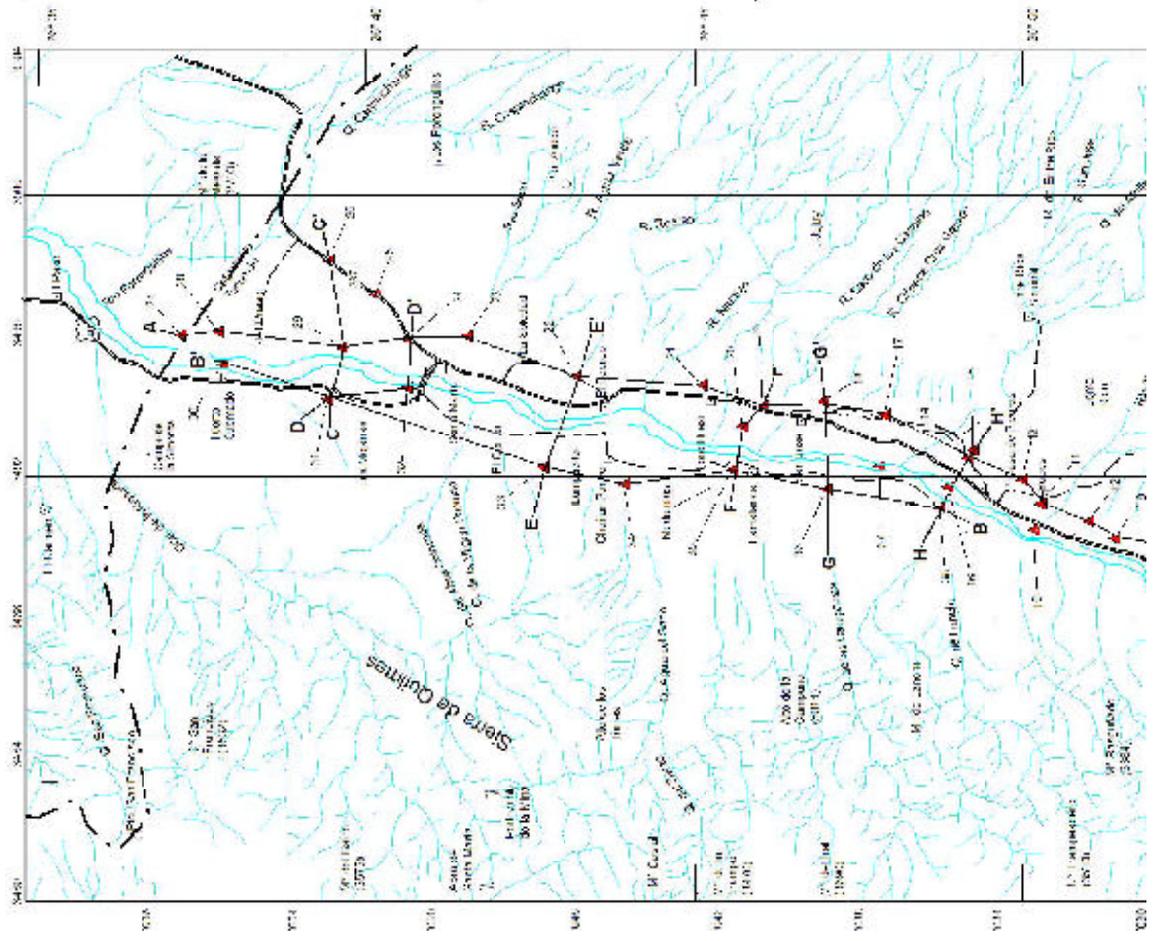












Referencias

- A—A' Perfil Geológico
- E Localidad
- F Puzoso
- G Rio Nacional
- H Rio Provincial
- Centro vecinal



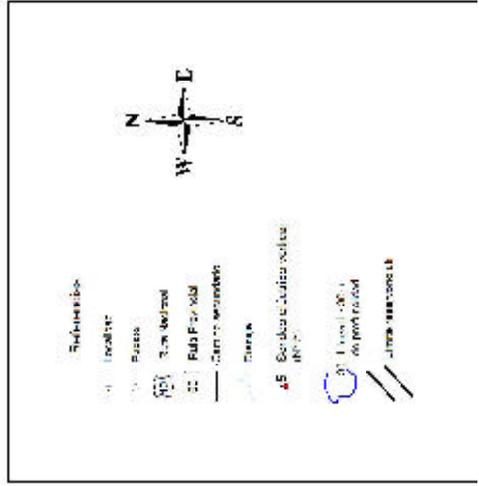
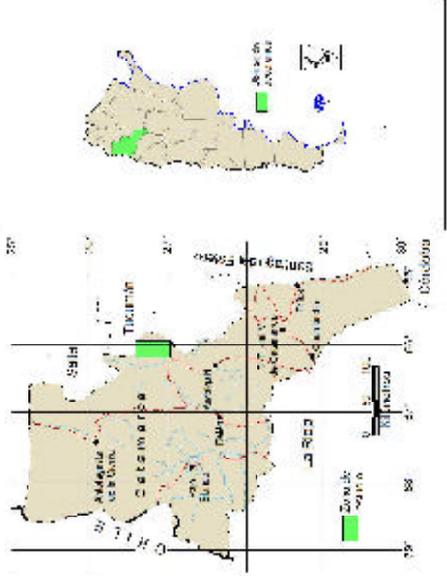
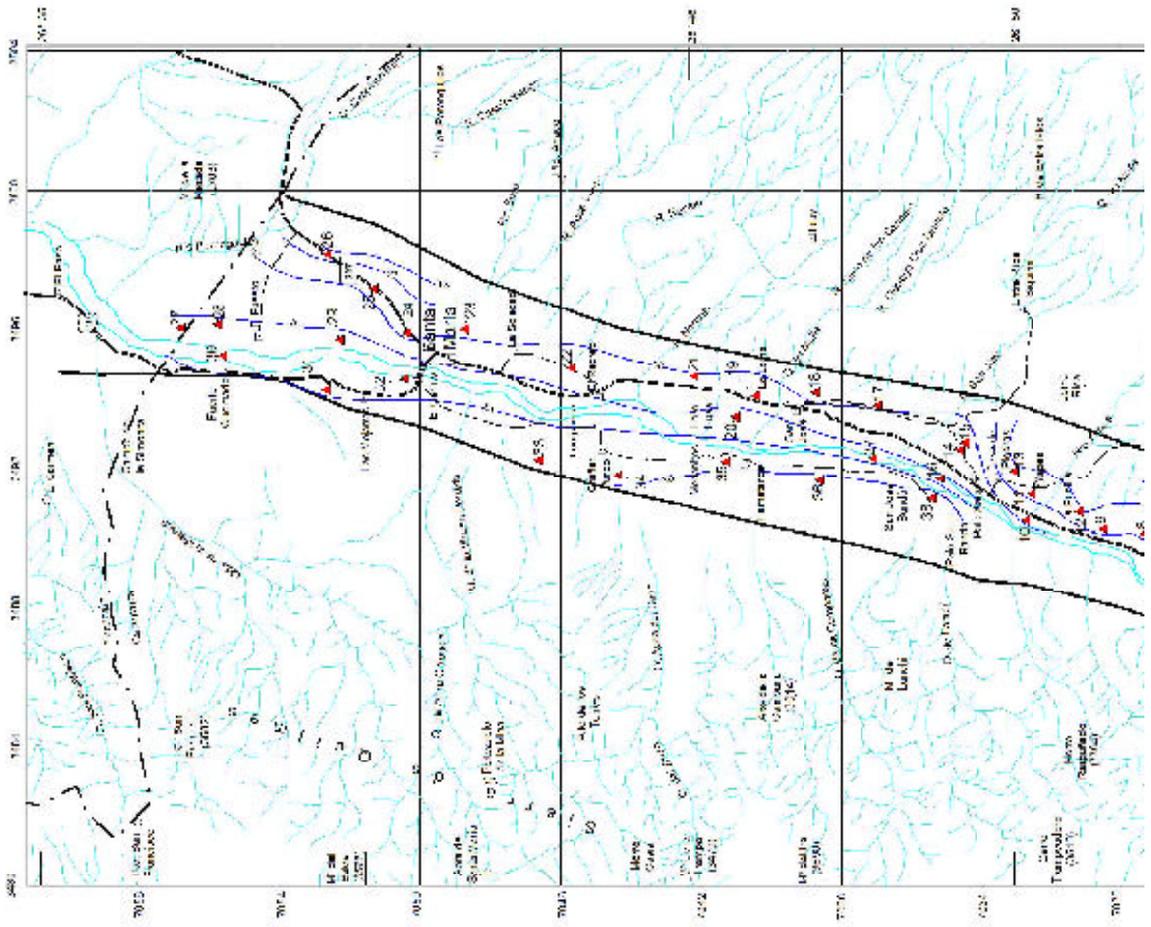




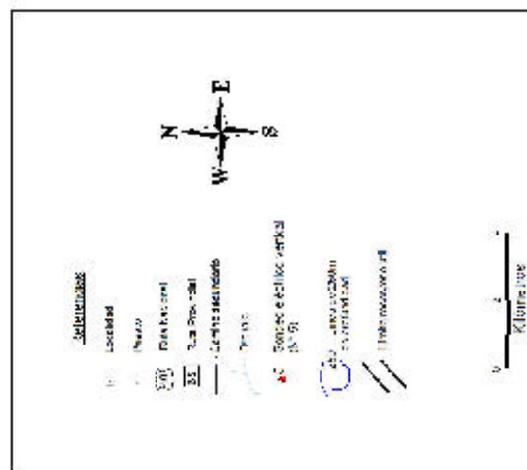
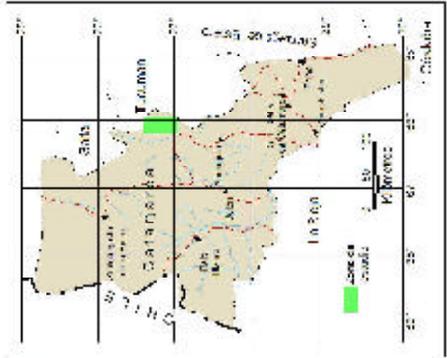
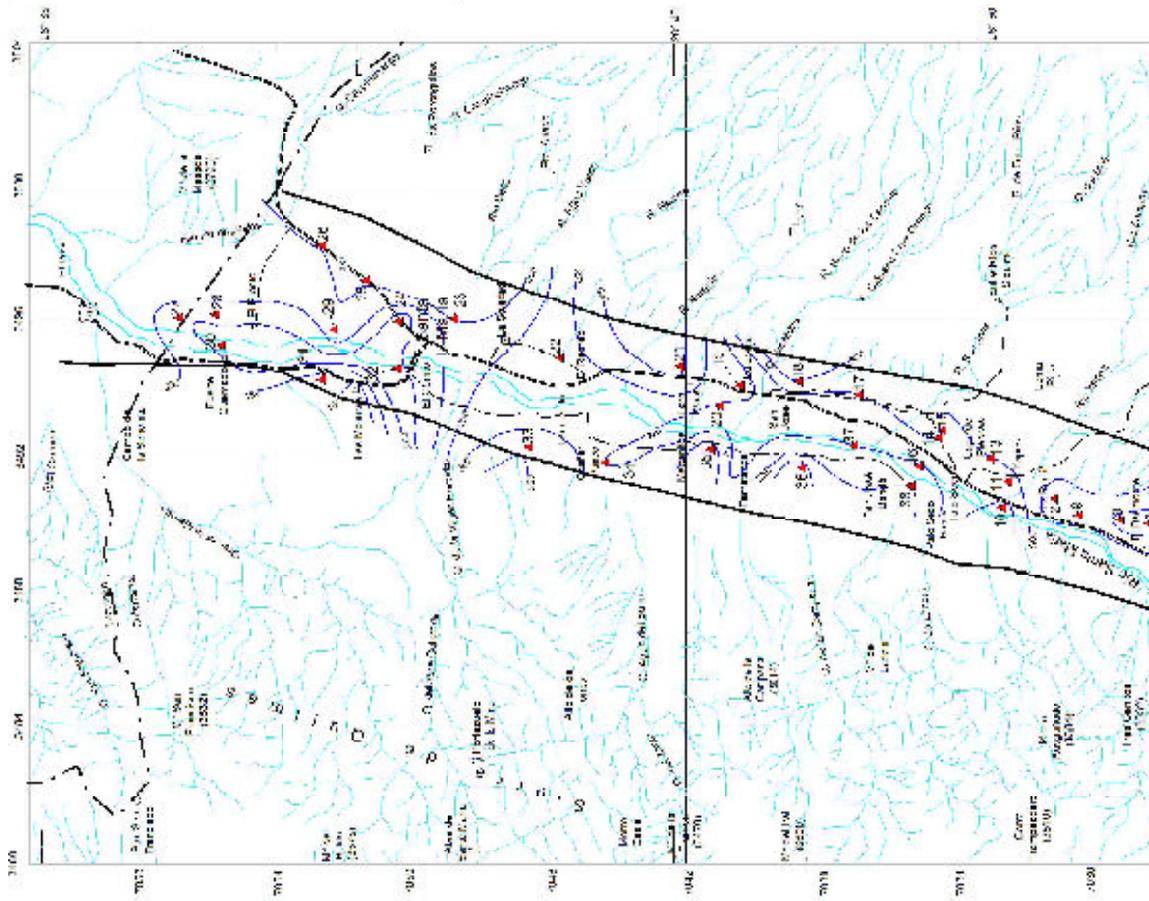














## **4- Hidrogeología**

### **4.1- Metodología.**

Las características del medio natural de esta cuenca hidrogeológica presenta rasgos hidroclimáticos continentales y un sistema fluvial con un colector principal en sentido Sur – Norte con afluentes temporarios desde ambos flancos de las sierras que desaguan al río Santa María solo en época de lluvia.

Los trabajos de geología de base y geomorfología permitieron dar un marco regional para el estudio de los reservorios de agua subterránea en el valle, destacando las áreas con mayores posibilidades de explotación de los recursos hídricos subterráneos.

Se utilizaron mapas geológicos a escala 1:200.000 de la hoja geológica 11e, Santa María, Catamarca, que realizó el Dr. Oscar Ruiz Huidobro en el año 1965 y fue publicada en el año 1972, por el servicio Nacional de Minería y Geología y otros de G. Bossi (1982), donde se obtuvieron datos fundamentales sobre los afloramientos de rocas antiguas, desde el basamento hasta el Terciario, que sirven de base para el desarrollo de los sedimentos más modernos, principales reservorios de agua en el valle.

También se contó con imágenes satelitales a escala 1:250.000 que permiten sintetizar las principales estructuras y geoformas en el valle, delimitando las áreas elevadas, la red de drenaje y las pendientes regionales.

La metodología de investigación utilizada en aquella oportunidad, fue aplicada en este trabajo donde se estudió el Valle como una unidad hidrogeológica, desde Punta de Balasto hasta Fuerte Quemado, considerando el límite lateral los afloramientos de las Sierras de Quilmes al Oeste y las Sierras de Aconquija al Este.

La prospección geofísica, mediante la aplicación del método geoelectrico, permitió delimitar las zonas más favorables para la explotación de las aguas subterráneas, determinándose las características de base y la correlación de los principales reservorios, con una densidad de sondeos apoyados por información de perforaciones existentes que cubren toda la superficie del valle.

Uno de los problemas principales fue la determinación del espesor de la zona saturada, ya que la mayoría de las perforaciones existentes solo alcanzaron profundidades del orden de los 100m y solo unas pocas llegan a 150-160 m de profundidad. Mediante los estudios geofísicos, se han determinado espesores de más de 200 m con niveles permeables saturados, lo que amplía las reservas de aguas subterráneas en todo el valle y asegura la existencia de un reservorio con excelentes posibilidades de explotación futura, mediante un racional control de las perforaciones.

### **4.2- Antecedentes.**

Desde el punto de vista hidrogeológico se estudiaron los antecedentes del valle en publicaciones realizadas por Oscar Ruiz Huidobro (1965) fijaron los lineamientos principales, con una importante recopilación de perforaciones realizadas por la Dirección Nacional de Minería y Geología y algunos particulares a partir del año 1943, con datos de profundidades de las perforaciones, niveles, caudales y los análisis químicos de los pozos. Constituye el primer estudio sobre las aguas subterráneas del valle.

En el año 1967, Ricardo Pernas, realizó un estudio hidrogeológico del valle de Santa María en las Provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, con un informe preliminar para la Dirección Nacional de Minería. En este trabajo se incorpora mayor cantidad de información sobre perforaciones y las condiciones hidrogeológicas de los sedimentos cuaternarios.

Posteriormente el C.F.I. (1985) realizó un estudio orientado a la remodelación de las obras de riego del valle de Santa María incorporando un detallado censo de pozos cavados a poca profundidad y perforados por organismos oficiales y particulares a esa fecha, con la ejecución de Sondeos Eléctricos Verticales y análisis químicos de las aguas subterráneas.

A fines del año 2004, realizamos desde la Cátedra de Hidrogeología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán una evaluación hidrogeológica del valle en la Provincia de Tucumán, desde el límite con la Provincia de Catamarca al sur, hasta el límite con la Provincia de Salta al Norte, para la comunidad indígena de Quilmes.

### **4.3- Red Hidrográfica.**

La cuenca del río Santa María comprende parte de las Provincias de Catamarca, Tucumán y Salta y el sector analizado en este trabajo dentro de la Provincia de Catamarca, comprende dos municipios, San José y Santa María.

El río Santa María es uno de los más importantes de la Provincia de Catamarca, desde su nacimiento en el nevado de Catriales hasta Punta Balasto, con una longitud de 115 Km., el río toma diferentes nombres, según los lugares por donde pasa: Ovejería, San Antonio del Cajón, Toro Yacu, Río Colorado o del Cajón, hasta Pie de Médano y Punta Balasto.

***“.....En la época de estiaje de los años de pocas lluvias, el río se seca completamente, en la zona de Pie de Médano, formando un arenal....” (CFI, 1985).***

Desde su nacimiento en el Valle de El Cajón en el Departamento Santa María, drena con sentido Norte –Sur hasta el extremo Sur de las Sierras de El Cajón y allí cambia su sentido desde Pie de Médano hacia el Norte. Drena una cuenca imbrífera del orden de los 6300 Km<sup>2</sup> en territorio catamarqueño, es un cauce estacional, con zonas de aguas permanentes y otras donde se infiltra y mantiene saturado el subálveo, con pendientes fuertes en las cabeceras y muy suaves en la zona de estudio del Valle de Santa María.

Sus afluentes más importantes en el Valle, drenan el borde occidental de Sierras de Aconquija en el Sur con los ríos Pajanguillo, Ampajango, Vallecito, Andalhuala y Entre Ríos, con agua permanente durante todo el año en la zona alta que son aprovechados para riego, con gran déficit en invierno y torrentes periódicos en verano.

Otros afluentes menores de la vertiente del Aconquija son los arroyos temporarios de Vallecito, Yapez, Casa de Piedra, San José y en la zona central, al Norte de San José desaguan los ríos temporarios de Varela, Los Ormachea, Naranjo, Recreo y el río Seco al Norte de la ciudad de Santa María.

Todos estos afluentes crecen en la zona cumbral y media de las Sierras de Aconquija, con fuertes pendientes sobre rocas de basamento, en la zona media tienen cauces profundos sobre sedimentitas de edad Terciaria y en la zona baja circulan sobre sedimentos aluvionales modernos donde se infiltran, alcanzando el cauce principal solo en época de lluvias en torrentes de corta duración.

Desde el borde occidental de las Sierras de Quilmes hay una importante red que drena las principales quebradas, formando los abanicos aluviales en la zona pedemontana.

En el sector Sur hasta la Puntilla solo aparecen algunos arroyos temporarios menores, a partir de Palo Seco Banda, se observa un mayor desarrollo de los abanicos aluviales en las Quebradas de Lanchi, de las Campanas en San José Banda, Agua del Sapo en Medanito, Chañar Punco y quebrada de la Virgen Perdida al Norte de Lampacito.

Toda esta red hídrica mencionada tiene una gran importancia para la recarga de las aguas subterráneas, ya que colecta el agua superficial de las altas cumbres y permite su infiltración en la zona media y baja de los abanicos aluviales en ambos márgenes del río Santa María.

Aunque no es posible medir actualmente esta infiltración, podemos considerarlos como principal aporte de agua que anualmente recarga los reservorios de agua subterránea en el valle.

Desde el punto de vista climático, la cuenca del río Santa María queda dentro del ámbito continental, árido al Oeste de las Sierras de Aconquija que sirven de barrera a los vientos húmedos del Atlántico con inviernos fríos secos y con veranos muy marcados con lluvias en los meses de Diciembre a Febrero, con valores entre 150 y 200 mm. anuales y una gran insolación que favorece una elevada evaporación.

El régimen pluviométrico se caracteriza por una acusada irregularidad, en concordancia con el marcado carácter torrencial de las precipitaciones y es frecuente que el grueso de las lluvias se concentre en un escaso número de días al año.

#### **4.4 Marco geológico.**

De acuerdo con el modelo propuesto por Ruiz Huidobro(1965) y Bossi(1982) el registro sedimentario de la zona que ocupa el valle del río Santa María, limitado por el basamento metamórfico de las Sierras de Quilmes al Oeste y de las Sierras de Aconquija al Este, está representado por dos ciclos: el primero Mioceno-plioceno que relaciona las secuencias abigarrados del grupo Santa María y el segundo Pleistoceno-Holoceno constituido por depósitos aluvionales de laderas y fluviales en terrazas en la parte baja del valle.

El basamento metamórfico (acuífugo), constituido por rocas consolidadas, son metamorfitas de alto grado, gneis, migmatitas, etc., con permeabilidad secundaria por grietas y fracturas con fuertes pendientes tienen una elevada escorrentía y baja infiltración y se ubican en las nacientes de los ríos y arroyos de la zona.

El grupo Santa María, integrado por formaciones de edad Terciaria, está constituido por niveles sedimentarios limo-arcillosos con bancos arenosos, con cemento calcáreo, compactos y que se lo considera el "Hidroapoyo" o "basamento hidrogeológico", por su baja permeabilidad, son acuicludos que afloran en el faldeo occidental de las Sierras de Aconquija, fuertemente plegados y son la base de los sedimentos de edad Cuaternario que cubren el fondo del valle.

Los sedimentos de edad Cuaternario, se caracterizan por tener una granulometría gruesa, constituido por fanglomerados, gravas y arenas provenientes de la destrucción del tronco montañoso, con una elevada permeabilidad, forman los reservorios de agua en el subsuelo del valle y suprayacen sobre las sedimentitas miocenas-pliocenas.

Estos acuíferos ocupan principalmente la zona baja del valle, a ambos lados del río Santa María y se extienden en la zona media y distal de los abanicos aluviales, que comprenden la última fase del relleno sedimentario de la depresión, junto con los depósitos fluviales y eólicos más modernos.

La recarga se produce por infiltración del agua de lluvia, directamente o a partir de las avenidas de agua que descienden de las montañas y escurren sobre niveles permeables.

La excesiva insolación en los meses de verano provoca una elevada evaporación y las fuertes pendientes permiten que escorrentía produzcan avenidas y desbordamientos de los ríos y

arroyos temporarios. Sin embargo la falta de información hidrometeorológica en todo el valle, solo permite especulaciones sobre los volúmenes de recarga anuales de los acuíferos que se ubican en la zona baja del valle, donde las menores pendientes y la elevada permeabilidad de los sedimentos favorecen la infiltración.

Si bien el promedio de lluvias en la zona no supera los 200 mm anuales, estas mediciones son realizadas solamente en estaciones ubicadas en el valle, no se consideran aquellas precipitaciones en las cuencas altas, donde los promedios son mayores. Tampoco se mide la precipitación nival que en épocas invernales se acumula en las altas cumbres. De esta manera habría que considerar el volumen de agua de toda la superficie del valle en un largo de 45 km por casi 20 km de ancho, con una superficie del orden de los 900 km<sup>2</sup>.

El flujo del agua subterránea es de Sur a Norte, siguiendo la pendiente regional del valle, desde Punta de Balasto hasta el límite con la Provincia de Tucumán, con un gradiente topográfico que va desde los 2.200 m sobre el nivel del mar al Sur de Punta de Balasto a menos de 2000 m.s.n.m. en la zona de El Puesto.

Existen antecedentes de perforaciones realizadas en el valle desde el año 1942-1946 que fueron las primeras realizadas por la Dirección Nacional de Geología y Minas (D.N.G. y M.) con el objetivo de abastecimiento de agua potable a poblaciones asistidas por Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.), transferidas a Obras Sanitarias de Catamarca. Debido a defectos constructivos y bajos caudales posteriormente fueron reemplazadas, no obstante la información original fue importante para la programación futura, en las que se basó la ejecución de Perforaciones para escuelas por parte de empresas privadas en 1952-1954 y la Dirección Provincial de Geología y Minería de Catamarca (D.P.G.M.) posibilitó la ejecución de nuevas perforaciones en las campañas de 1960-1962 y 1968-1974 que fueron realizadas para abastecimiento de riego a cooperativas de productores.

A partir de 1974-1976 la Dirección Provincial de Aguas Subterráneas (D.P.A.S.) realizó algunas perforaciones para riego por convenio con terceros, campaña que se repite en 1984-1985 por parte de la Dirección de Hidráulica (D.H.) de la provincia de Catamarca.

Posteriormente fue la actividad privada la que realizó perforaciones destinadas a riego de nuevas áreas, destacándose aquellas realizadas en la década de los años 90, beneficiadas por el programa de degravación impositiva para explotaciones agrícolas con uso del agua subterránea, se perforó en El Puesto, Lampacito y cerca de Punta de Balasto en el Sur.

La información sobre perforaciones realizadas por Ruiz Huidobro (1965), Pernas (1967), posteriormente rescatada en informes inéditos del CFI (1985) y organismos provinciales de Catamarca, fueron de gran importancia para preservar datos de profundidad, niveles, caudales y algunas características litológicas y químicas de los acuíferos.

Hemos considerado la necesidad de incluir en nuestro informe, la recopilación de aquella información básica a fin de preservarlas, rescatándola de informes inéditos en organismos nacionales.

Si bien consideramos que las perforaciones realizadas no alcanzaron grandes profundidades, ya que la gran mayoría de la primera época no superaron los 100m, la información aportada fue fundamental para nuestra interpretación en la prospección geofísica programada, que tuvo como finalidad primordial determinar el techo de la zona de saturación, es decir la profundidad del nivel del agua y el espesor de la misma, determinando la base de los acuíferos con posibilidades de explotación económica.

También la información hidroquímica existente fue reinterpretada, con lo que se pudo conocer la evolución química de las aguas en los diferentes ámbitos hidrogeológicos del valle.

En base al estudio geológico de la zona, se destacan los afloramientos de rocas metamórficas

del basamento cristalino en los bordes del valle, los extensos afloramientos de sedimentitas terciarias en el pedemonte de las Sierras de Aconquija, la cubierta cuaternaria desarrollada principalmente en el borde oriental de la Sierra de Quilmes con abanicos aluviales coalescentes y en el extremo sur del valle con un importante desarrollo de abanicos provenientes del borde occidental de la Sierra de Aconquija, completa la secuencia los sedimentos fluviales y eólicos que rellenan la parte baja de la depresión.

Los movimientos orogénicos que afectaron a los sistemas montañosos, desvinculando la estructura del valle con fallas de rumbo Norte-Sur, plegaron los niveles de sedimentos terciarios, formando la base para la sedimentación Plio-pleistocena que relleno el fondo del valle.

Estas estructuras principales, con otras paralelas al eje del valle y algunas menores con orientación Noroeste-Sudeste, definen los bordes de la cuenca hidrogeológica, que hemos destacado en los mapas señalando los límites de la zona de explotación económica de los recursos hídricos subterráneos.

En relación a estas (3) tres estructuras que controlan el desarrollo de los reservorios de agua, se han diferenciado zonas dentro del valle.

**Zona Sur:** *Punta de Balasto-La Puntilla:* En este sector se observa un gran desarrollo de los abanicos aluviales del borde occidental de la Sierra de Aconquija, con aporte de los ríos Pajanguillo, Ampajango y Andalhuala, limitados al norte por la falla de Palo Seco-Entre Ríos.

Mientras en el borde oriental de la Sierra de Quilmes, el desarrollo de los abanicos aluviales es menor

La zona Sur cuenta con una importante recarga de Sierras de Aconquija, que se manifiesta en una densa red de drenaje muy activa en época estival, con un desarrollo sedimentario permeable que cubre todo el pedemonte desde el basamento cristalino hasta el cauce actual del río Santa María. Debido al descenso del bloque de afloramientos terciarios de base, los niveles aluviales gruesos alcanzan espesores del orden de los 250 m, en la zona baja y los niveles de agua al Norte de Punta de Balasto, se encuentran entre 40m y 70m de profundidad.

En la zona baja vinculada a las terrazas del cauce principal el aporte del subálveo del río y la vertiente oriental de las Sierras, mejoran los niveles piezométricos, en un ambiente con sedimentos permeables más fino.

Aquí los *Sondeos Eléctricos Verticales* (S.E.V.) permiten observar una profundización de los niveles no saturados desde el S.E.V. N°3 hasta el S.E.V. N° 7, con valores de interés por debajo de los 70m de profundidad, como lo muestra el perfil geoelectrico A-A' en su extremo Sur.

**Zona Central:** *Casa de Piedra- Santa María:* En este sector, los afloramientos de sedimentos Terciarios, reducen las áreas útiles de la margen derecha del río Santa María, aunque se amplía considerablemente el desarrollo de los abanicos aluviales en el borde Oriental de la Sierra de Quilmes, desde las quebradas de Lanchi y de las Campanas hasta Chañar Punco con un buen desarrollo de los niveles resistivos profundos en la zona de los perfiles geoelectricos F-F' (Lampacito-La Loma), G-G' (Famatanga-San José Norte) y H-H' (Montenegro-Palo Seco).

**Zona Norte:** *Santa María-Fuerte Quemado:* en este sector se amplía la superficie útil del margen derecho del río Santa María, con mayor desarrollo de sedimentos permeables de edad cuaternaria, mejorando las condiciones hidrogeológicas entre La Soledad y El Puesto; Sin embargo en el margen izquierdo, los afloramientos de rocas del basamento limitan la zona de interés a una estrecha franja entre la ruta Nacional N° 40 y el margen izquierdo del Río Santa María. Los perfiles geoelectricos C-C' y D-D' definen estos límites.

El censo de perforaciones realizado por Ruiz Huidobro (1965), Pernas (1969) y actualizado por el C.F.I. (1985), permitieron verificar las condiciones hidráulicas de las perforaciones, determinando los niveles de agua en todo el valle y los caudales más importantes en aquellas perforaciones destinadas a riego.

Los estudios geofísicos realizados en áreas vecinas a perforaciones existentes, nos permitieron correlacionar los valores registrados de la zona saturada a zonas vecinas sin información, determinándose en estos casos el espesor total de los niveles permeables en el subsuelo.

Los antecedentes indican caudales que superan los 200 m<sup>3</sup>/h, en pozos de 100 a 130 m de profundidad, con caudales específicos de más de 10 m<sup>3</sup>/h/m. La información obtenida de subsuelo indica que estas condiciones hidráulicas se mantienen hasta superar los 250 m de profundidad, lo que indicaría la existencia de un reservorio importante a lo largo de 45 km desde Punta de Balasto a Fuerte Quemado, con un ancho del orden de los 4 km, lo que nos da una zona útil de 180 km<sup>2</sup> en todo el valle.

En base a estas magnitudes y considerando un espesor saturado del orden de los 200 m, se puede calcular un reservorio útil que supera los 100 m de espesor de niveles permeables con elevada permeabilidad.

Estos valores son estimados a partir de los estudios geofísicos, ya que no existen perforaciones profundas que puedan verificar el espesor total saturado. Además las perforaciones existentes no cuentan con ensayos de bombeo que permitan determinar la transmisividad y el almacenamiento, solamente aquellas realizadas por el C.F.I. en 1985, que en general fueron de corta duración, sin embargo sirven para una estimación preliminar que permitan realizar una propuesta más optimista que aquella calculada por Ruiz Huidobro en 1965, con un volumen de 621 Hm<sup>3</sup> de agua subterránea disponible, y Pernas en 1967 que incrementa a 670 Hm<sup>3</sup> (Pág. 63 del informe inédito), considerando **“...Sin temor a equivocarse demasiado, la inmensa riqueza que se almacena en forma de agua subterránea en el valle...”**.

Con el incremento en el espesor de los niveles permeables determinados por geofísica, consideramos que estas reservas son aún mayores.

## 4.5- Hidroquímica.

### 4.5.1- Introducción.

La evolución geoquímica normal de las aguas subterráneas está vinculada a diversos factores, como la dirección de flujo regional, la composición mineralógica del sedimento acuífero y el tiempo de residencia del agua en los mismos.

El equilibrio químico del agua con el medio se alcanza después de grandes periodos de tiempo, durante los cuales el agua se mineraliza por disolución de sales de las formaciones geológicas que funcionan como solutos.

El agua de lluvia presenta un leve contenido en sales proveniente de la disolución de gases de la atmósfera, por lo cual en zonas continentales es generalmente de tipo bicarbonatada cálcica.

A medida que circula por las formaciones geológicas experimenta numerosas reacciones químicas; intercambio iónico, precipitación, disolución, etc., que producen un aumento de la mineralización hasta saturarse en los diferentes iones.

Este aumento de la mineralización, en condiciones normales, también va acompañado con una variación de los tipos iónicos de las aguas subterráneas a especies más ricas en sulfato y cloruro de sodio.

En condiciones normales y con suficiente tiempo de contacto con el sedimento, el agua subterránea varía desde un agua bicarbonatada cálcica cuando está recién precipitada, a un agua tipo sulfatada cálcica-sódica cuando tiene cierto tiempo de circulación en el subsuelo y finalmente a un agua tipo clorurada sódica cuando es un agua madura que lleva mucho tiempo atrapada en los sedimentos.

Estas condiciones normales no siempre se dan en la naturaleza, debido por ejemplo, a la presencia en superficie de sedimentos finos ricos en sales solubles, por ejemplo calizas, yesos y/o halita, que producen una contaminación natural del agua precipitada, con lo cual se modifica sustancialmente la evolución química del agua subterránea.

En cambio en los terrenos clásticos gruesos provenientes de la erosión de rocas graníticas y/o metamórficas con escasa presencia de sales solubles, se encuentran las mejores aguas con baja mineralización.

De este modo una interpretación hidroquímica acertada de una determinada área nos puede brindar información, no solo de las variaciones espaciales de las calidades de las aguas subterráneas, si no también de las direcciones de flujo subterráneo y de la composición mineralógica de los terrenos por los que circula.

El estudio hidroquímico realizado en el valle tuvo como objetivo la caracterización química de las aguas subterráneas de la zona y la correlación entre la composición química y los ambientes hidrogeológicos identificados.

Para ello se emplearon análisis químicos preexistentes distribuidos en todo el valle, cuya información fue reevaluada y reprocesada por métodos clásicos para su caracterización.

Para esta investigación se dispuso de la información hidroquímica con determinación de aniones y cationes principales proveniente del estudio Pernas (1967), Ruiz Huidobro (1968) y CFI (1985).

Además, se realizó un censo hidrogeológico de la zona donde se tomaron muestras de agua en aquellos pozos que estaban en funcionamiento.

#### **4.5.2- Metodología.**

Para completar los antecedentes químicos se realizaron salidas al campo para tomar muestras de perforaciones ubicadas geográficamente con GPS.

Se realizaron determinaciones analíticas de campo en boca de pozo midiendo temperatura, Ph y Conductividad. Los equipos utilizados fueron un conductivímetro y un Peachímetro digitales marca Altronix.

Para la determinación de los análisis físicos químicos se eligieron recipientes de plástico de 1 litro de capacidad, los cuales fueron enjuagados con el agua de los pozos y se procedió al llenado del mismo procurando que no quede aire en su interior.

En el laboratorio se realizó el análisis físico-químico determinándose los elementos mayoritarios. Con estos datos se confeccionó una planilla donde se resumen los datos de los análisis químicos de los distintos lugares de muestreo.

Los resultados de estos análisis fueron volcados en los distintos tipos de diagramas con el fin de poder comparar las aguas entre si y definir sus tipos y calidades de uso.

El Diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier (1948) permite conocer el carácter del agua o sus fases químicas y expresa muy bien las relaciones entre los diferentes grupos de agua, su evolución y las posibles mezclas que puedan haber entre distintos tipos de aguas.

Está compuesto por tres partes principales de graficación, dos triángulos y un rombo central. Los valores se expresan en miliequivalentes por litros. En el triángulo de la derecha se representan los aniones mientras que los cationes se encuentran en el de la izquierda. Sobre estos triángulos se grafican los datos del contenido iónico de los análisis y se obtiene un único punto, la proyección de ambos en el diagrama rómbico dará un tercero que indica la composición porcentual relativa en término de pares de aniones y pares de cationes.

El diagrama de Stiff permite conocer la predominancia de los iones mayoritarios, que están indicados por sus picos máximos. Se expresa en porcentaje de miliequivalentes por litros y de cada

lado de una vertical se marca el cero, desde el cual se extienden 3 (tres) líneas horizontales graduadas de 0 a 100 %, hacia la izquierda para los cationes y hacia la derecha para los aniones.

De arriba hacia abajo y a la izquierda se representan el calcio, el magnesio y el sodio más el potasio y hacia la derecha los bicarbonatos más los carbonatos, los sulfatos y finalmente los cloruros.

Para uso humano se utilizó el diagrama de Shoeller Berkaloff (1935) que nos permite comparar las aguas entre si y establecer grupos de familias.

Se utiliza papel semilogarítmico con una serie de escala graduadas en miligramos por litros, una para cada ión principal calculada de manera que a una misma altura corresponda una misma cantidad de miliequivalentes por litros.

Sobre cada escala se señala la concentración del ión correspondiente y se unen los puntos obteniéndose una línea en quebrada, cuyos picos máximos nos indican los iones mayoritarios. La línea en color rojo gruesa nos indica los límites de potabilidad (no potable, tolerable y potable) según las normas del Código Alimentario Argentino y la Organización Mundial de la Salud.

La evaluación de la aptitud de agua para riego resulta imprescindible para los fines agrícolas, ya que los problemas de calidad pueden afectar el normal desarrollo de un cultivo, por salinización y empobrecimiento de los nutrientes del suelo.

Para determinar su aptitud se utilizó la clasificación del U. S. Soil Salinity Laboratory (Laboratorio de Suelos de Estados Unidos), que emplea dos criterios:

La salinidad total que se define como la concentración de sales disueltas que se expresan en micromhos por cm (conductividad eléctrica).

El RAS (razón de absorción de sodio) que se define como la concentración de sodio que se encuentra presente en el suelo, respecto al calcio y al magnesio. El valor obtenido es importante debido a que nos indica como reacciona este elemento con las arcillas del suelo y si se pueden producir intercambio de bases. Un alto valor resulta perjudicial para los cultivos porque el sodio del agua se incorpora a las arcillas del suelo generando suelo difíciles de laborear por su dureza cuando están secos y por su plasticidad cuando están húmedos.

#### **4.5.3- Resultados.**

En los gráficos siguientes se han representado las características iónicas de 70 muestras de aguas del estudio realizado, que por ser numerosas se han separado por sectores en las siguientes zonas:

- Fuerte Quemado, El Puesto y Las Mojarras (Figura N° 1).
- Santa María, Lampacito, La Soledad y Chañar Punco (Figuras N° 2 y N° 3).
- Loro Huasi, Medanitos, Famatanca, La Loma (Figura N° 4).
- San José, San José Banda, Palo Seco, Punta de Balasto (Figura N° 5).

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis químicos, se puede decir que las aguas de las perforaciones corresponden a facies:

- Bicarbonatadas calcico-sódicas y bicarbonatadas sódicas-cálcicas en el área sur del valle entre Punta de Balasto, Palo Seco y San José.
- Bicarbonatadas sódicas en la zona central de la cuenca entre Famatanca, El Recreo y Lampacito.
- Bicarbonatadas-sulfatadas sódicas en la zona nor-oriental del valle, aguas abajo de El Puesto.
- Bicarbonatadas-cloruradas sódicas y cloruradas sódicas en la zona nor-oriental del valle, aguas arriba de El Puesto y próxima al río Poronguillo.

El Río Santa María tiene una composición Bicarbonatada Sódica, y en su recorrido de sur a norte recibe el aporte de numerosos afluentes que provienen del oeste, de las Sierras del Aconquija.

Las aguas de estos ríos descienden al valle y luego de circular por sedimentos terciarios de baja permeabilidad y alto contenido en sales solubles, van aumentando sus concentraciones en sulfato, cloruro y sodio.

La composición iónicas de los arroyos que bajan de las Sierras de Quilmes corresponden a facies bicarbonatadas cálcicas. Las aguas que circulan en este sector lo hacen a través de rocas del basamento metamórfico.

Los valores de salinidad en los pozos profundos son en general bajos, con valores de conductividad que varían entre 200 a 900 mS/cm. Los rangos más bajos de salinidad se registran en el sector central del valle del río Santa María, mientras que crece hacia los bordes de las sierras como en La Loma, La Soledad y El Puesto (río Poronguillo).

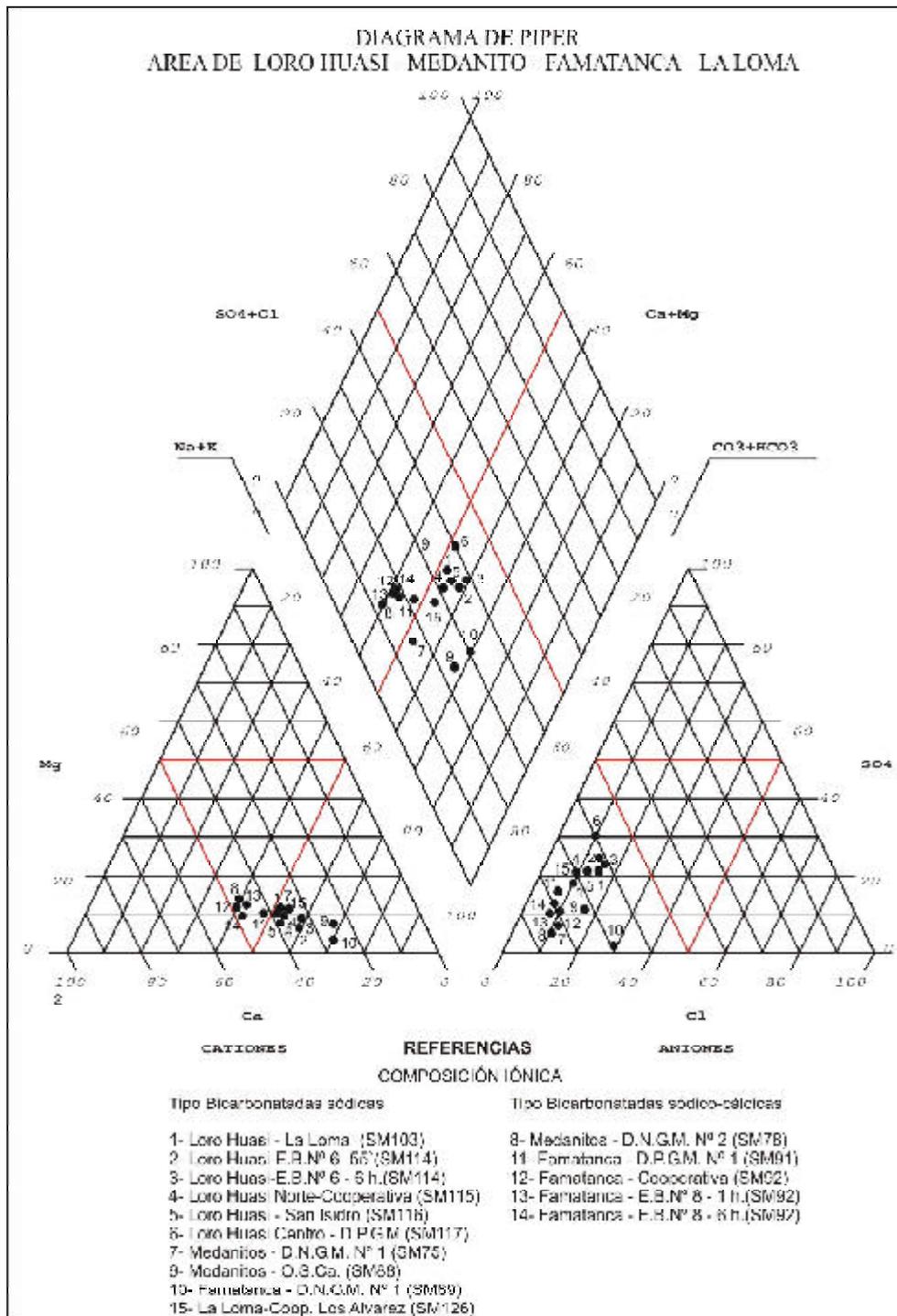
De acuerdo al diagrama de Shoeller Berkaloff (1935), la mayoría de las muestras analizadas entran dentro del campo de potabilidad y sólo una cae en el campo de las impotables, por tener un alto contenido de Sodio.

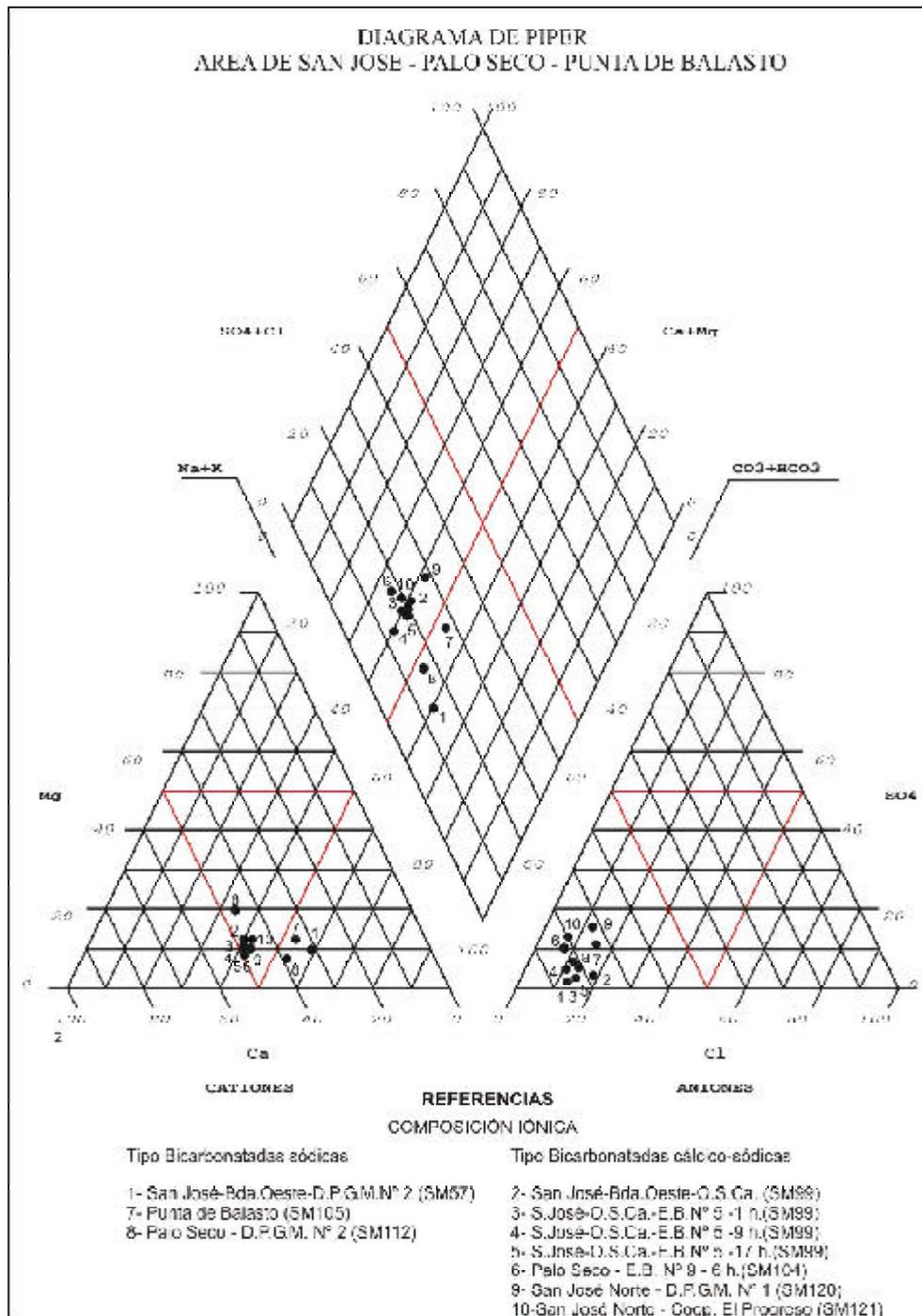
De acuerdo a la clasificación de agua para riego del U.S. Soil Salinity Laboratory (Laboratorio de Suelos de Estados Unidos) se determinaron distintas categorías de agua:

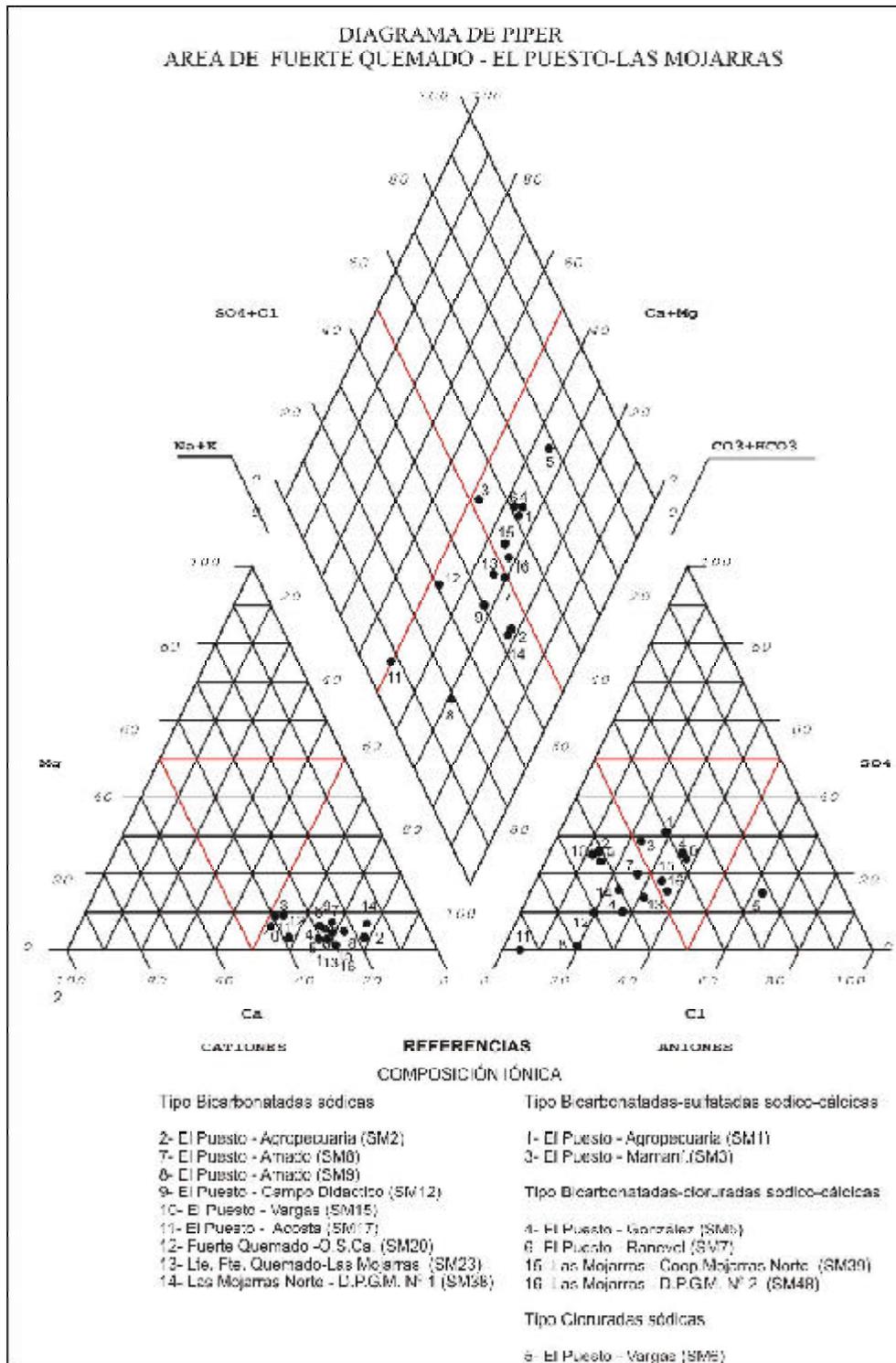
C1-S1 y C2-S1: Las mayoría de las muestras de las zonas de Punta de Balasto, Palo Seco, San José, Famatanca, Medanitos, El Recreo, Lampacito, Santa María, Las Mojarras y El Puesto. Son aguas aptas para todo tipo de cultivos y suelos o se deben buscar cultivos tolerantes a la salinidad con suelos bien drenados evitando el deterioro del mismo.

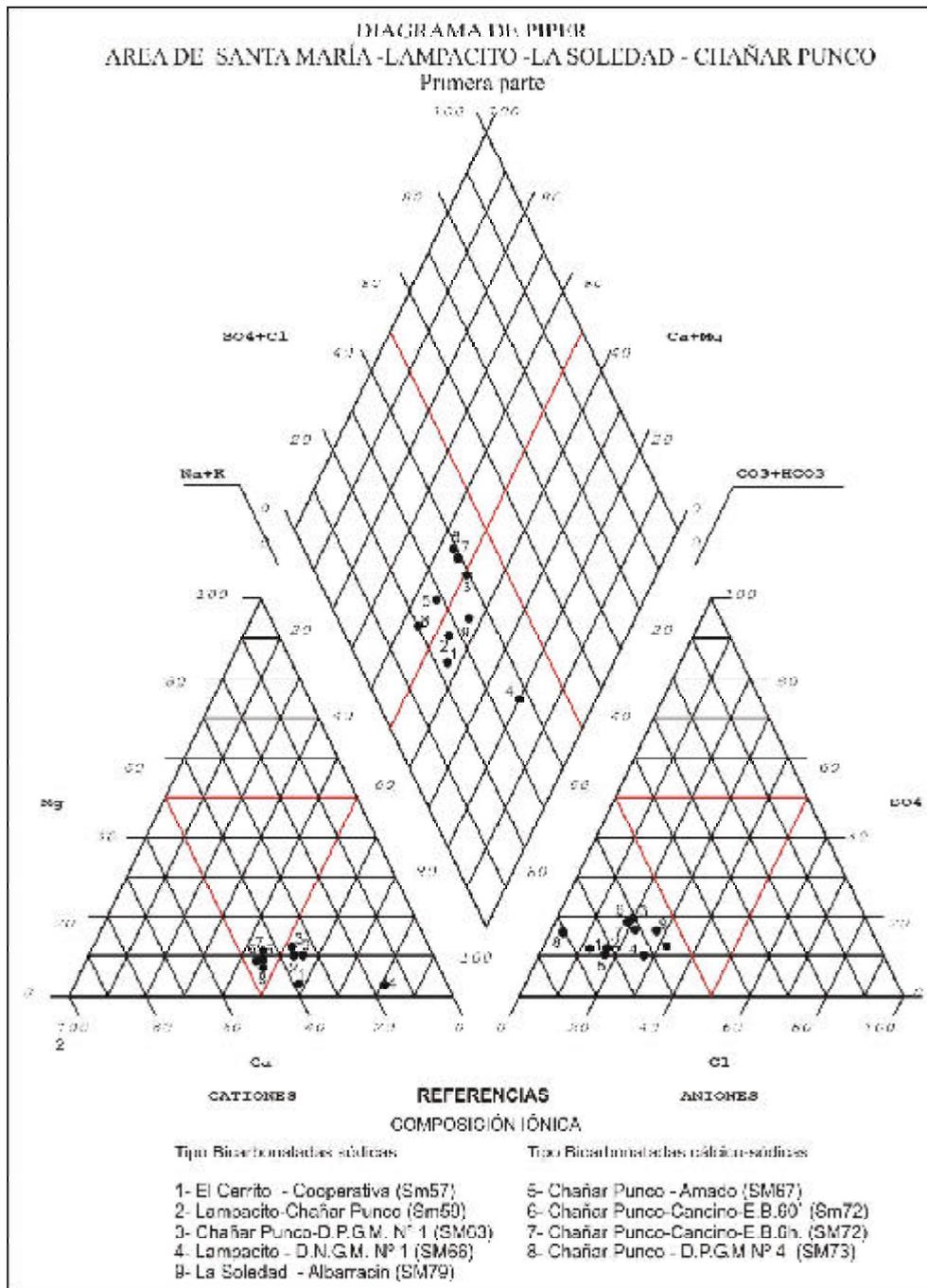
C3-S1: Algunas muestras de El Puesto, Loro Huasi, La Loma, Lampacito, Santa María y San José Norte. Se deben buscar cultivos muy resistentes a la salinidad y suelos bien drenados.

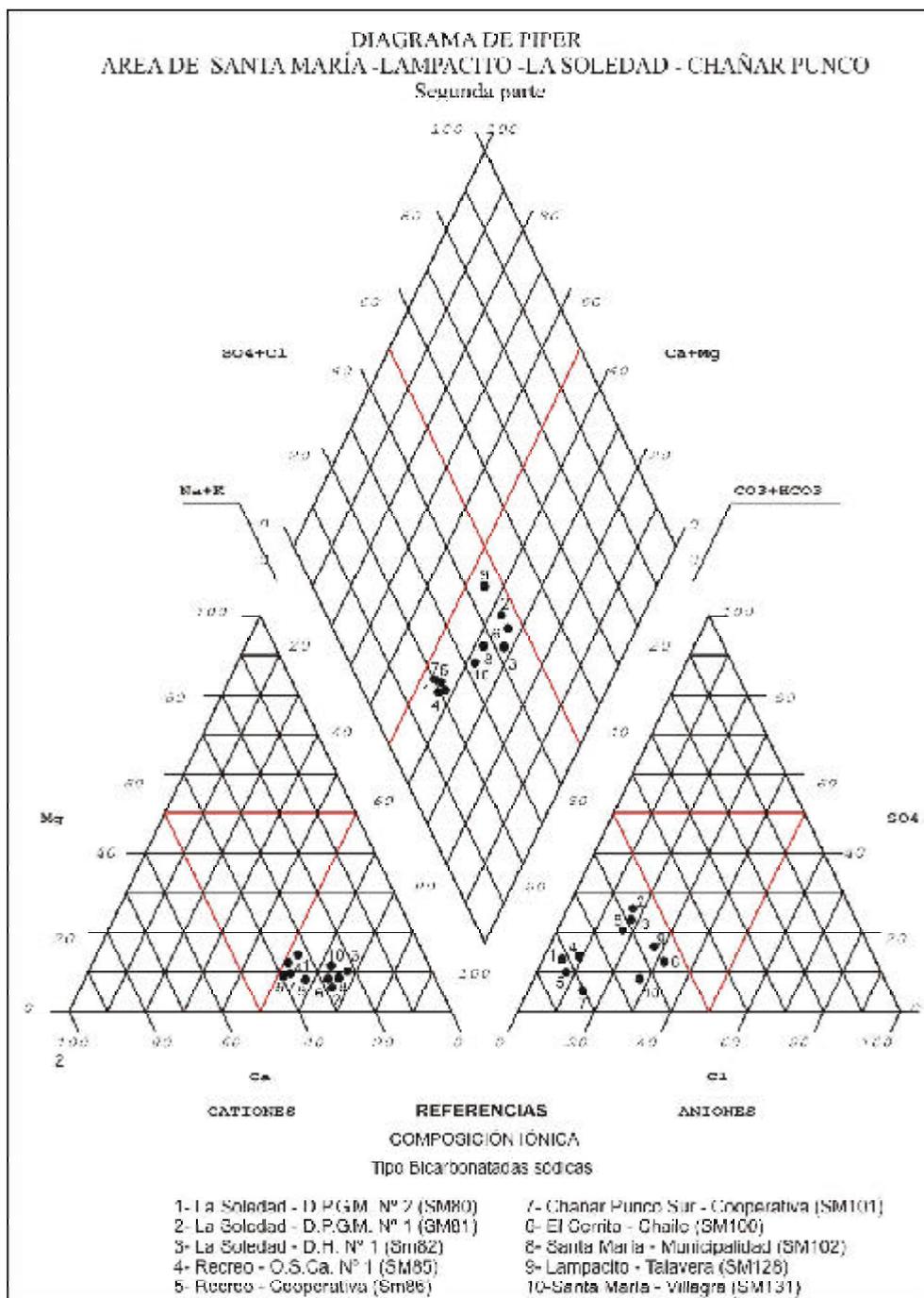
C3-S2. Algunas muestras de Las Mojarras Norte, requieren cultivos resistentes en suelos bien drenados y con labores de manejo para evitar salinizaciones.

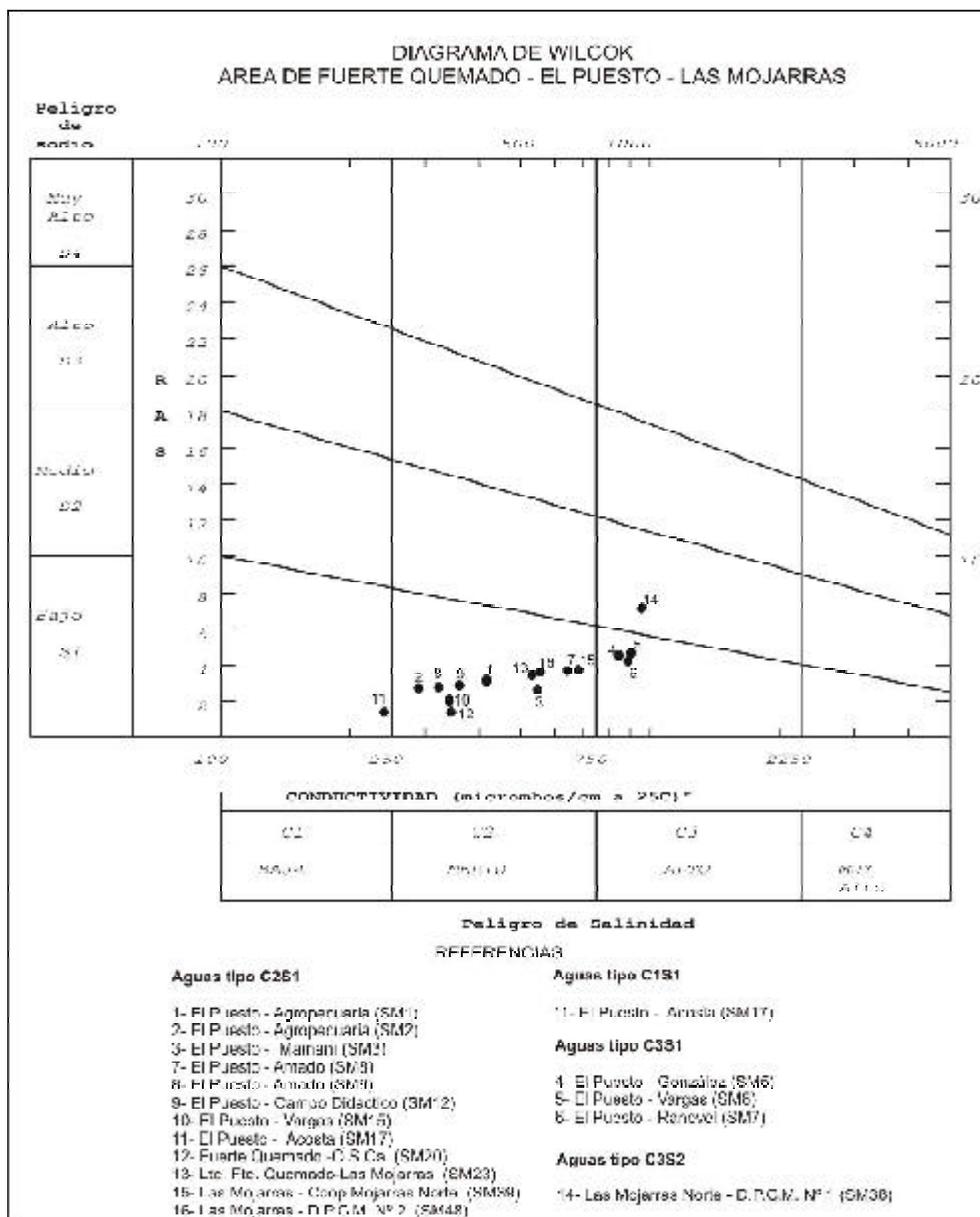


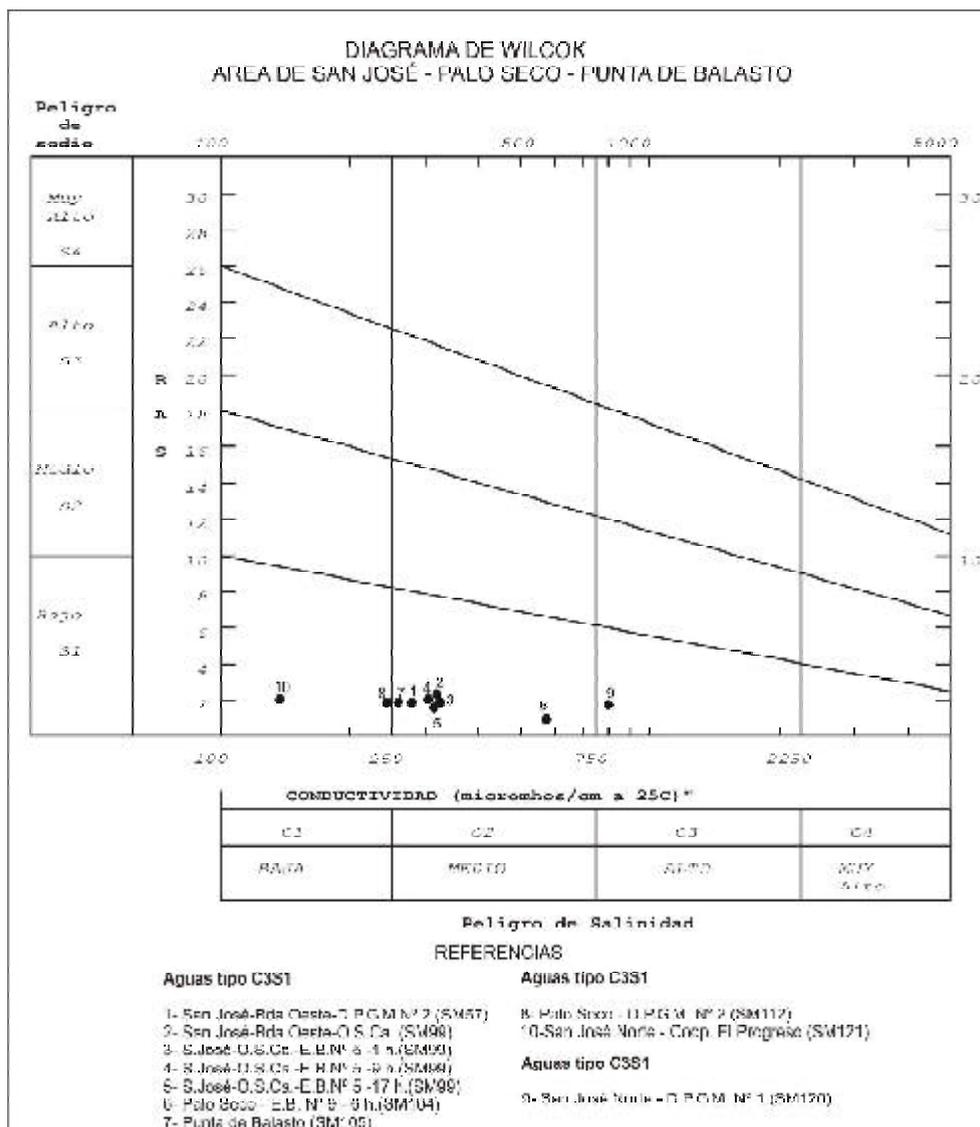


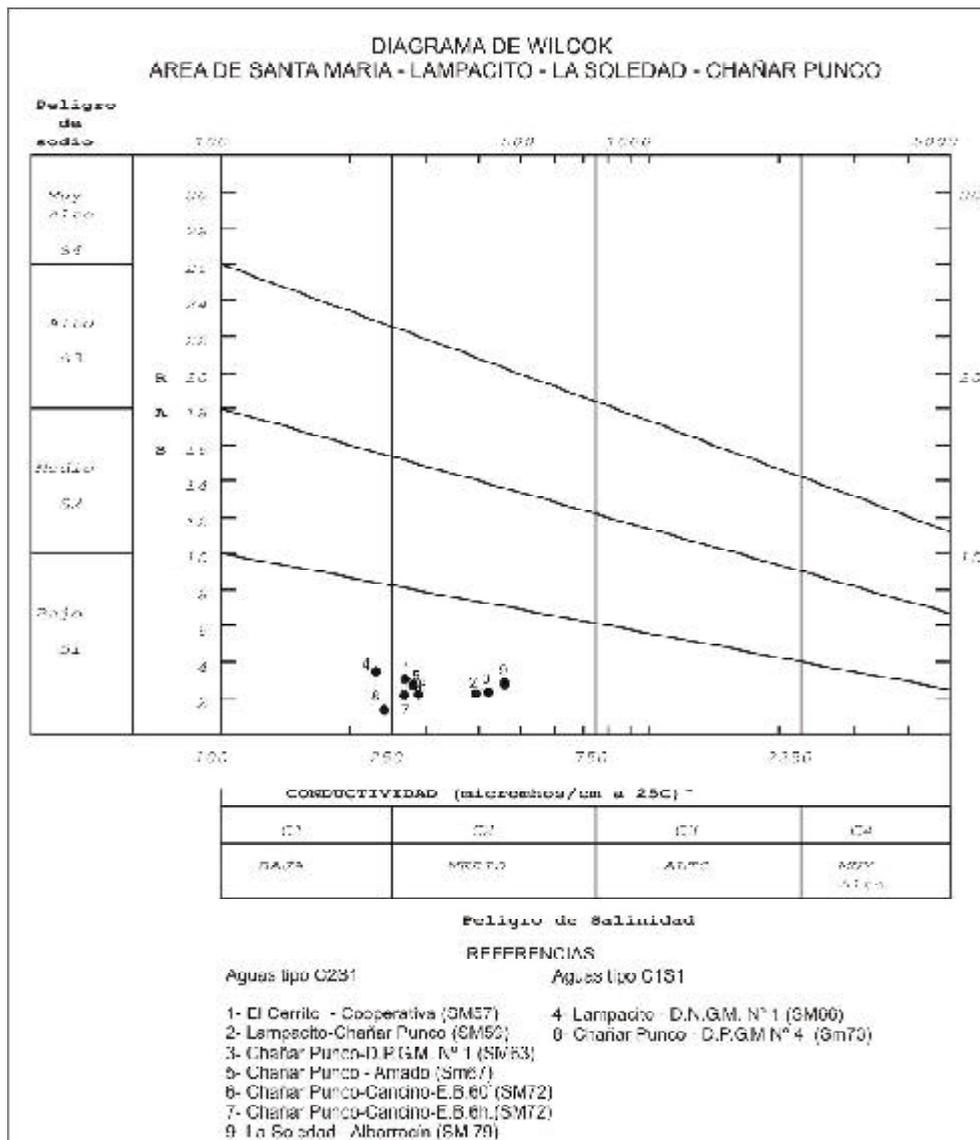


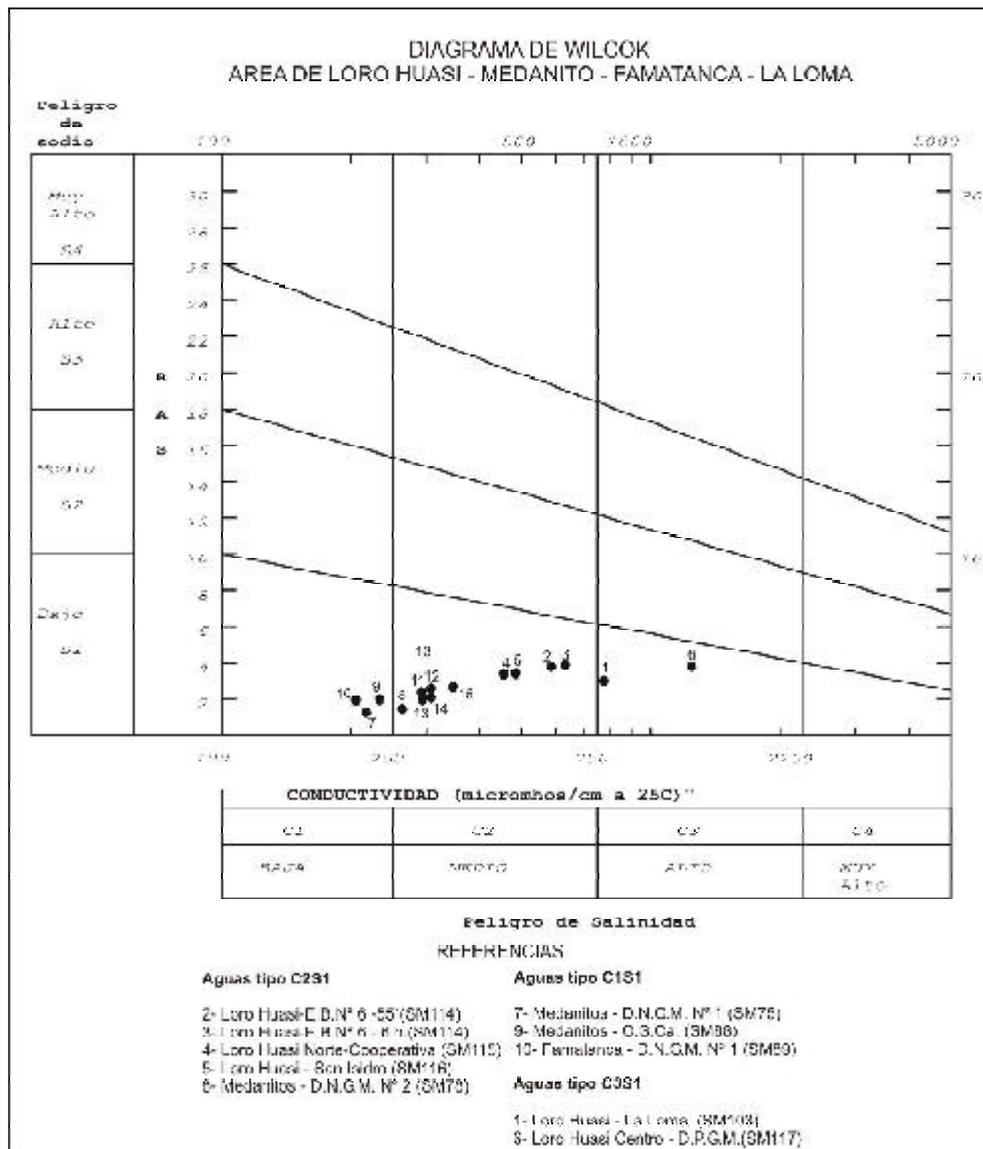


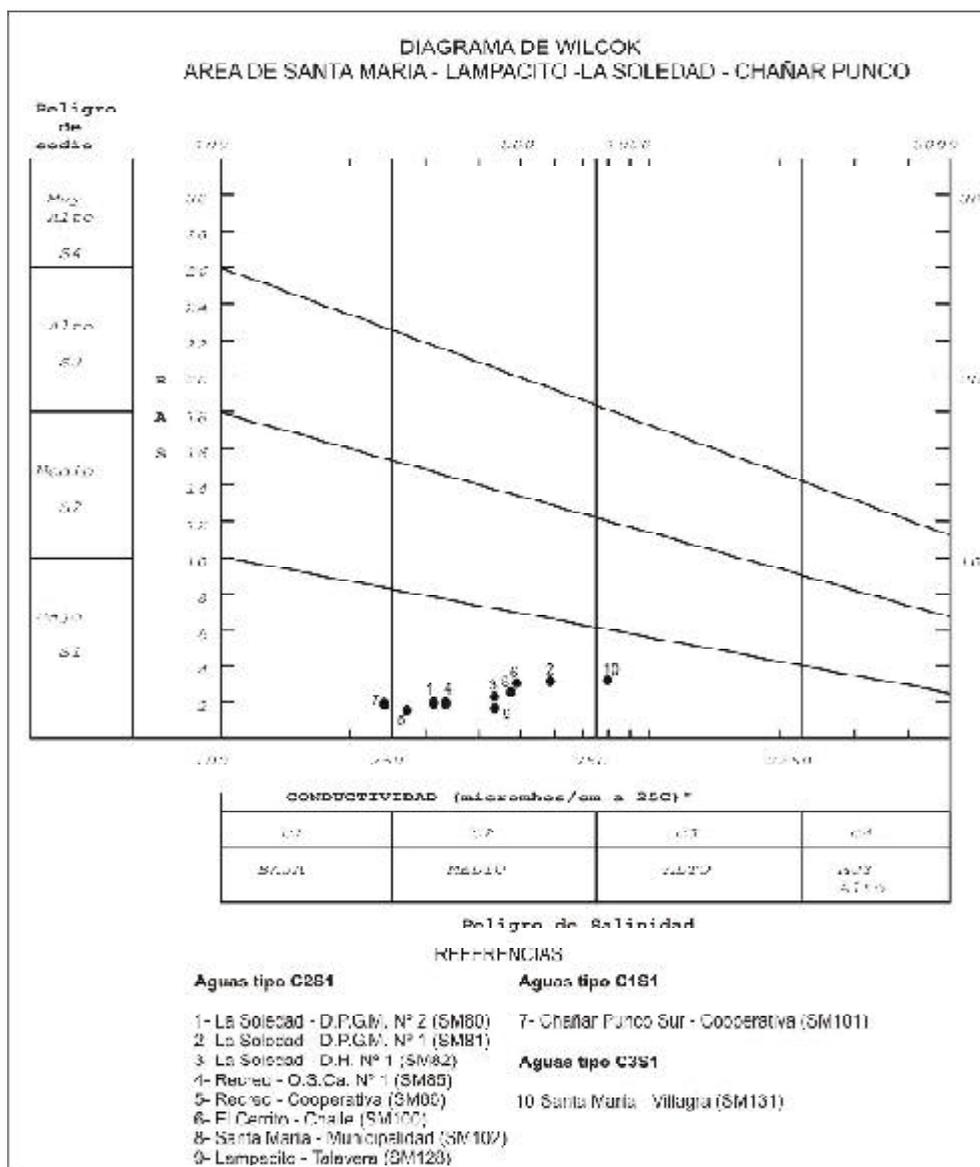




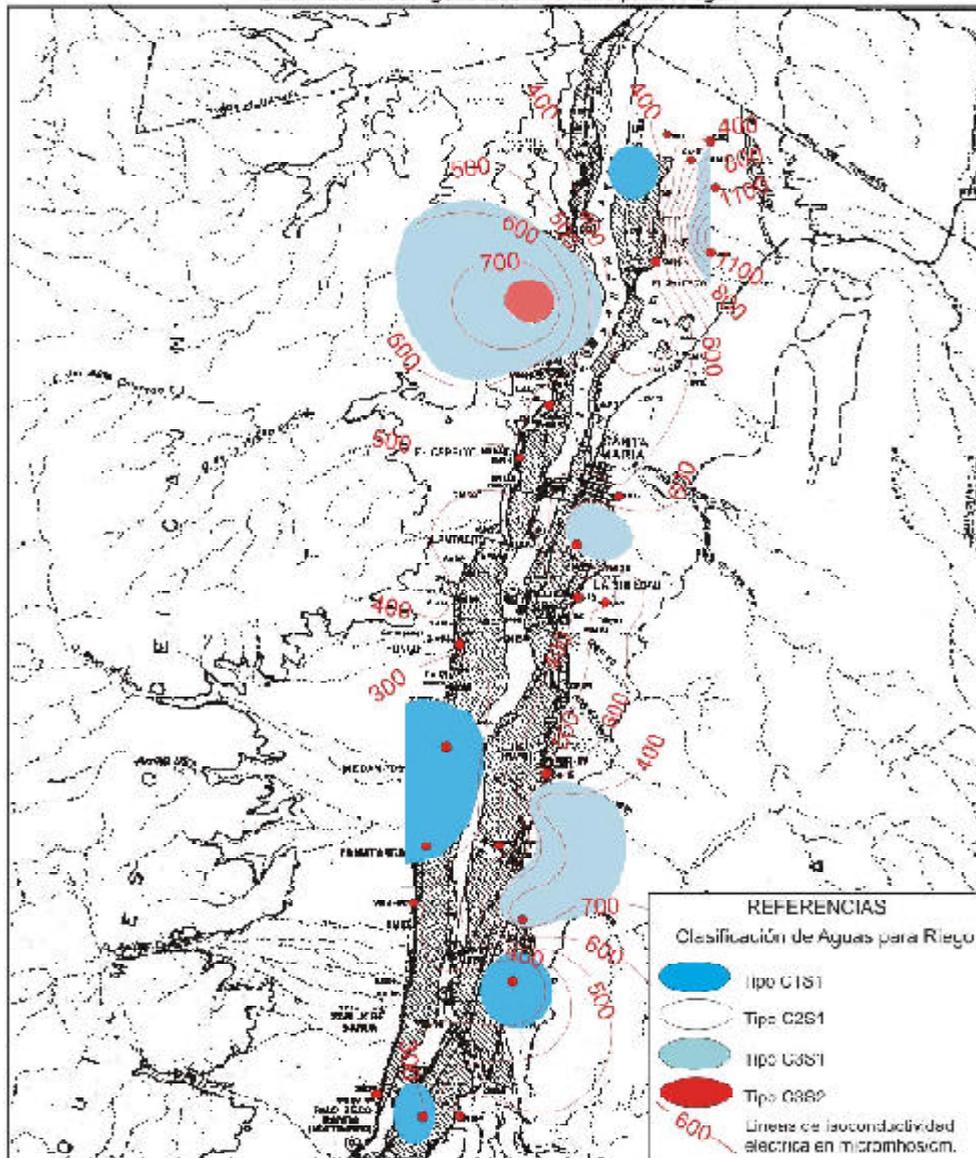




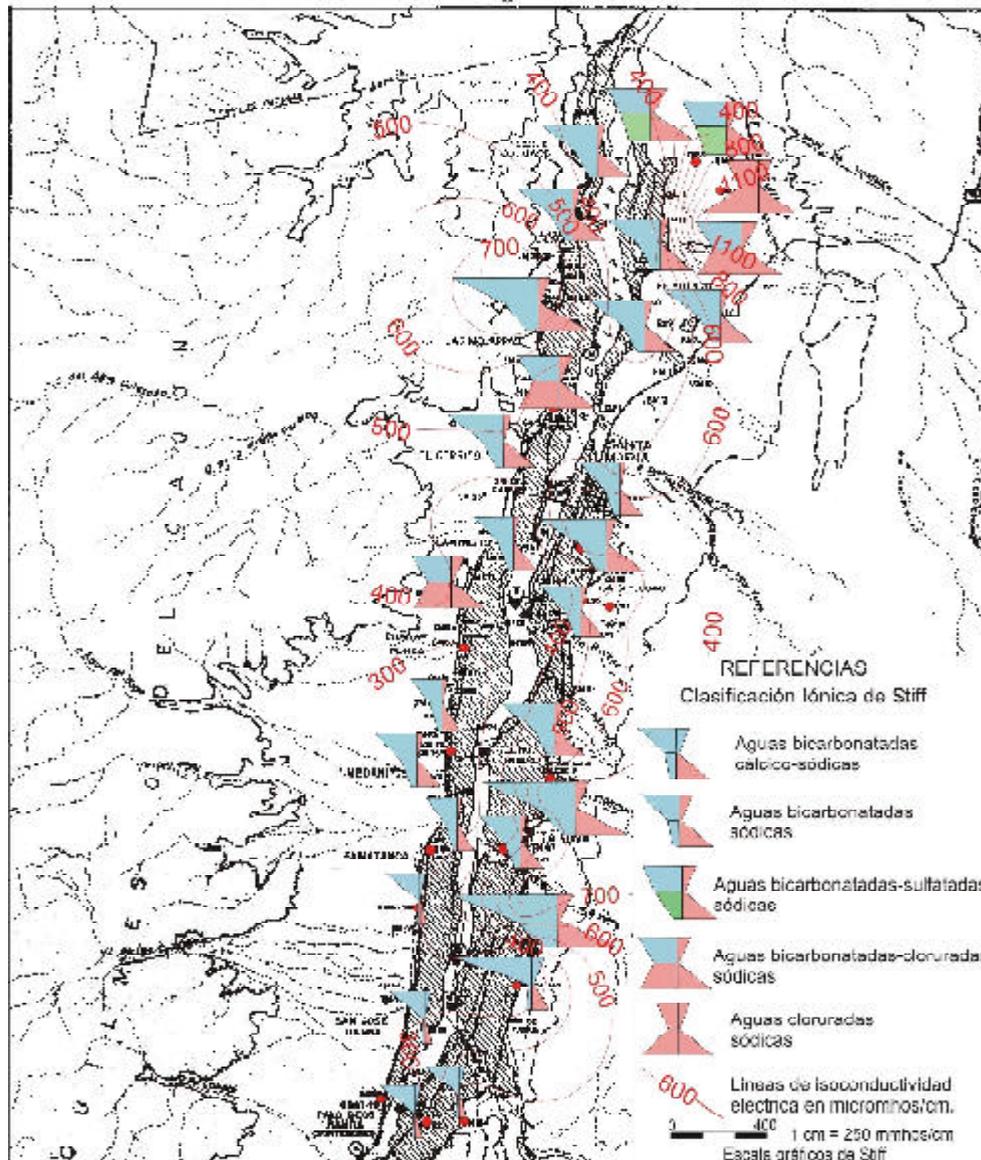




MAPA HIDROQUÍMICO DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA MARÍA - CATAMARCA  
Clasificación de Aguas Subterráneas para Riego.



MAPA HIDROQUIMICO DE LA CUENCA DEL RIO SANTA MARIA - CATAMARCA  
 Clasificación Iónica de las Aguas Subterráneas





## 5- Conclusiones

Las investigaciones hidrogeológicas realizadas en el Valle del río de Santa María permitieron formular las siguientes conclusiones que sintetizan la labor desarrollada:

1. El valle tiene una longitud de 45 km entre Punta de Balasto al Sur y Fuerte Quemado-El Puesto al Norte, con un ancho de 20 km aproximadamente, considerando las zonas cumbres de las sierras, con una superficie total del orden de los 900 km<sup>2</sup> para las cuencas imbríferas.
2. La zona de interés hidrogeológico, con posibilidades de extracción de aguas subterráneas económicamente explotable, se reduce a la zona baja con un ancho promedio de 4 km, es decir con una superficie del orden de los 180 km<sup>2</sup>.
3. En los bordes del valle afloran rocas del basamento cristalino, constituidos por metamorfitas de alto grado, con baja permeabilidad secundaria y elevado escurrimiento superficial, que favorecen el drenaje.
4. En el pedemonte de las Sierras de Aconquija, afloran sedimentitas del Grupo Santa María, de edad Terciaria (Mioceno), constituidas por areniscas y limonitas de baja permeabilidad que son consideradas “el basamento hidrogeológico” de la zona.
5. En el extremo Sur del valle, se observan un importante desarrollo de abanicos aluviales en el faldeo de las Sierras de Aconquija, que cubren la serie sedimentaria Terciaria, constituidos por sedimentos gruesos de elevada permeabilidad.
6. En la ladera Oriental de las Sierras de Quilmes se desarrollan abanicos coalescentes con sedimentos gruesos constituidos por gravas y arenas de elevada permeabilidad, entre Tres Cerritos al Sur y Fuerte Quemado al Norte, con afloramientos aislados de basamento en Las Mojarras y Fuerte Quemado.
7. La zona baja del Valle está cubierta por sedimentos modernos de la parte distal de los abanicos aluviales y sedimentos más finos de origen fluvial y eólico.
8. Las fracturas principales con orientación Norte-Sur, en el borde de las sierras limitan la depresión; otras fallas con igual orientación limitan las áreas útiles para explotación de las aguas subterráneas en la zona baja. Existen fallas transversales que controlan los afloramientos de sedimentos Terciarios en la zona de Casa de Piedra, Entre Ríos al Sur y Caspinchango al Norte.
9. Las precipitaciones en el valle son escasas, tienen un promedio del orden de los 170 mm. anuales, aunque es importante destacar que no existen registros en la cuenca alta y en el pedemonte, donde se incrementan las lluvias y las precipitaciones níveas de invierno.

10. Existe una extensa red de ríos y arroyos temporarios, que drenan hacia el colector principal, con fuertes crecidas en los meses de verano; algunos con caudales permanentes en las partes altas que son aprovechados para riego.
11. La falta de mediciones hidrometeorológicas, dificulta el cálculo de recarga de los reservorios subterráneos, la cuál se alimenta de la infiltración de las precipitaciones y de los ríos y arroyo de la zona. El río Santa María tiene una gran importancia en la recarga, aunque aún no está definido su vinculación con la cuenca del Campo del Arenal.
12. En base a la información geológica-geomorfológica de superficie y con apoyo de perforaciones existentes se programó una red de Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.), que permitieron formular un modelo conceptual del reservorio acuífero subterráneo.
13. Los Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.) fueron interpretados con programas computacionales, que facilitaron la preparación de cortes geoelectricos longitudinales en el valle (A-A' y B-B') y transversales (C-C', D-D', E-E', F-F', G-G' y H-H') que indican las variaciones laterales de los horizontes resistivos.
14. Se prepararon mapas de isorresistividad del primer acuífero y de isorresistividad del acuífero profundo, que indican las zonas con valores eléctricos similares.
15. El mapa de isoprofundidad de primer acuífero indica la profundidad de la zona saturada, destacándose las más profundas en la zona del Desmonte y la más alta en el Norte de Santa María.
16. El mapa de isoprofundidad de la base del acuífero inferior, indica la profundidad del hidroapoyo, obteniéndose con ambos registros los espesores de los niveles saturados, que en general sobrepasan los 250 m.
17. El registro de perforaciones existentes realizadas por Ruiz Huidobro (1965), Pernas (1967) y actualizadas por el C.F.I. (1985), facilitaron la obtención de información de subsuelo hasta los 100-130 m de profundidad. En reparticiones oficiales existen registros gráficos de algunas de estas obras.
18. Se señalan varias campañas de perforación de pozos para abastecimiento de agua:
  - 1º campaña 1942-1943 realizada por la Dirección Nacional de Geología y Minas para abastecimiento de agua potable (O.S.N.)
  - 2º campaña 1952-1954, realizada por empresas privadas para escuelas.
  - 3º campaña 1960-1962, realizada por la Dirección de Geología y Minas de la Provincia, agua para riego para cooperativas.
  - 4º campaña 1968-1976, realizada por Dirección de Geología y Minas de la Provincia y Dirección Provincial de Aguas Subterráneas (D.P.A.S.), agua para riego de cooperativas y por convenio con terceros.
  - 5º campaña 1984-1985, realizada por Dirección de Hidráulica Provincial para riego por convenio para terceros.
  - 6º campaña 1990, realizada por empresas privadas para riego y otros oficiales para agua potable.

19. A partir de la década de 1990, se realizaron perforaciones que alcanzaron profundidades de 180-200 m en la zona Norte del valle.
20. Los niveles de agua varían de Sur a Norte en profundidades que oscilan entre -40 m y -5 m bajo boca de pozo, vinculados fundamentalmente a las pendientes regionales y su cercanía al río Santa María.
21. Los caudales registrados en perforaciones para riego superan los 250 m<sup>3</sup>/h, con caudales específicos entre 10 m<sup>3</sup>/h/m y 40 m<sup>3</sup>/h/m, lo que indica la importancia del reservorio subterráneo profundo.
22. La interpretación de los análisis químicos indican variaciones de Sur a Norte, con aguas de muy buena calidad en general, aptas para abastecimiento humano, riego y uso industrial.
23. Los cálculos de reservas de agua realizados por Ruiz Huidobro (1965) y Pernas (1967), con valores de 621 Hm<sup>3</sup> y 779Hm<sup>3</sup> para todo el valle, fueron calculados con perforaciones que no superan los 130 m de profundidad. Mediante la aplicación de Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.) y perforaciones más recientes podemos incrementar ese espesor hasta superar los 200 m de profundidad, lo que indica la existencia de un reservorio importante, con excelentes posibilidades de explotación futura.
24. ***“....No obstante el carácter del cálculo efectuado se puede suponer en base al mismo, sin temor a equivocarse demasiado, la inmensa riqueza que se almacena en forma de agua en el subsuelo del valle....”*** R. Pernas (1967).



## 6- Recomendaciones

1. La ejecución de perforaciones futuras deben programarse para alcanzar profundidades que superen los 250 m de profundidad.
2. Se deben controlar en base al pliego de condiciones técnico adjunto a fin de obtener resultados que permitan determinar características hidráulicas de los reservorios, para realizar una explotación racional del recurso.
3. El diámetro de la sección superior de entubación debe contemplar una cámara de bombeo que permita la instalación de equipos de bombeo de gran capacidad. Por ello se recomienda la instalación de cañería de 12" hasta una profundidad de 100m como mínimo, pudiéndose reducir a 10" u 8" de diámetro hacia el fondo.
4. Si bien la granulometría de los niveles acuíferos en la zona es gruesa, se debe prever la colocación de filtros de ranura continua de 1mm de abertura como máximo, de acuerdo al análisis granulométrico de cada pozo.
5. Es necesario la colocación de grava seleccionada, según características del pliego de condiciones técnicas y la cementación de la zona superior del pozo entre 0,00 m y 30 m, para evitar la contaminación de superficie.
6. Es importante la ejecución de un ensayo de bombeo de 72 hs de duración, con equipos de la empresa perforadora, para definir el equipo de bombeo definitivo con diseño exclusivo para cada pozo, de acuerdo al pliego de condiciones técnicas adjunto.
7. Se debe controlar la ubicación de las perforaciones, a fin de explotar la zona más favorable del reservorio, evitando las áreas elevadas donde los niveles de agua se encuentran a mayor profundidad, incrementando el costo de explotación.
8. Se debe mantener un distanciamiento adecuado entre perforaciones para evitar interferencias, considerando a priori no menor de 400-500 m entre pozos.
9. Es necesario que existan un registro de perforaciones en el valle, con un estricto control de la documentación aportada en cada pozo.
10. Es necesario la instalación de estaciones meteorológicas en el Valle y en alta montaña, para conocer con mayor exactitud la recarga de agua.

***"...Los recursos de agua subterránea del valle de Santa María, son los recursos naturales que, racionalmente explotados, sacarán al valle de su pobreza actual..."*** O. Ruiz Huidobro (1965).



## 7- Bibliografía

- Aceñolaza, F.g. Y A.j. Toselli. 1981. Geología del Noroeste Argentino. *Publicación Especial. Facultad de Ciencias Naturales, UNT*. N° 1287. p. 1-212. San Miguel de Tucumán.
- Bossi, G.E. y R. Palma. 1982. Reconsideración de la estratigrafía del Valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. *Actas 5º Congreso Latinoamericano de Geología*. A I: 155-172. Buenos Aires.
- Bossi, G.E. y I. Gavriloff. 1998. Capítulo Terciario: Libro Geología de Tucumán. *Publicación Especial del Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. Segunda Edición*: 87-108. San Miguel de Tucumán.
- Consejo Federal de Inversiones (C.F.I.) Estudio Hidrogeológico de Santa María. Informe Parcial. Tomo II. Buenos Aires. Diciembre de 1985.
- Dirección Nacional de Geología Y Minería. 1970. Perfiles de perforaciones período 1936-1945. *Dirección Nacional Geología y Minería*. Buenos Aires.
- Folquer, M., 1961. Secretaría de Recursos Hídricos de Catamarca, *Informe Inédito*.
- Galvan, A.f. y O.j. Ruiz Huidobro, 1965. Geología del Valle de Santa María. Estratigrafía de las Formaciones Mesozoico-Terciarias. *Acta Geológica Lilloana*. 7: 217-230. San Miguel de Tucumán.
- Pernas, Ricardo. 1967. Informe preliminar de los trabajos realizados en el Valle de Santa María (Catamarca y Tucumán) *Dirección Nacional de Geología y Minería*. Buenos Aires.
- Pernas, Ricardo. 1969. Estudio Hidrogeológico del Campo del Arenal (Catamarca) *Informe Preliminar – Inédito – INGM*.
- Stahlecker, R., 1935. Stratigraphy of the Araucanian Formation (Pliocene) *Proceeding Geological Society of America*. 402-405. New York.
- Ruiz Huidobro, O. 1965. Hidrogeología del Valle de Santa María (provincia de Catamarca, Argentina) *Revista Asociación Geológica Argentina*. Vol. XX (1): 29-60. Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. 1972. Descripción geológica de la hoja 11e- Santa María. *Boletín del Servicio Nacional de Minería y Geología*. N° 134. Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. 1973. Hidrogeología de las Sierras de Guasayán. *6º Congreso Nacional del Agua*. Tomo I - Trabajo N° 4: 252-253. Santiago del Estero.
- Ruiz Huidobro, O y M. SOSIC, 1980. Aguas Subterráneas. *En Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias. T (2): 1641-1691. Córdoba.
- Tapia A., 1940. Posibilidades de dotar de agua subterránea a la ciudad de Santa María. Provincia de Catamarca. *Comisión Nacional Climatología Agrícola*. Buenos Aires.
- Tapia A., 1941. Datos geológicos de la Provincia de Catamarca. *Comisión Nacional Climatología Agrícola*. Buenos Aires.
- Tineo, A. y O. Santochi, 1984. Pautas para un desarrollo integral del Valle del Río de Santa María, Provincia de Tucumán. *IVº Jornadas Culturales del Valle Calchaquí*. Santa María.
- Tineo, A. y E. Flores Ivaldi, 1993. Características Hidrogeológicas del Valle del Río Santa María, Provincia de Tucumán, República Argentina. *XIIº Congreso Geológico Argentino*. (VI): 166-171. Mendoza.
- Tineo, A. y otros, 1996-1998. Estudios Hidrogeológicos mediante la aplicación de métodos geoelectrónicos en las Localidades de Pomán, Fiambalá, Santa María, Lavalle y Frías. Provincia de Catamarca. *Inédito*.
- Tineo, A.; J. García; C. Falcón; C. D´Urso y G. Rodríguez, 1999. Hidrogeología de la Provincia de Catamarca. *XIVº Congreso Geológico Argentino. Relatorio Geología del NOA*. I: 48-64. Salta.
- Tineo, A., 1999. La Provincia Hidrogeológica de los Valles Calchaquíes. *IIº Congreso Argentino de Hidrogeología y IVº Seminario Hispano - Argentino sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea*. I: 435-442. Santa Fe.
- Torres Bruchman, E. 1975. El Balance Hidrológico. Su determinación y Aplicaciones. *Serie didáctica N° 39*. 34 p. *Facultad de Agronomía y Zootecnia. UNT*.
- Torres Bruchman, E. 1978. Las Clasificaciones Climáticas de Köppen y Thornthwaite. *Serie didáctica N° 48*. 27 p. *Facultad de Agronomía y Zootecnia. UNT*.
- Toselli, A.J. 1992. El magmatismo del Noroeste Argentino. Reseña sistemática e interpretación. Capítulo IV Magmatismo del Ciclo Andino: Cretácico: 186-191. *Serie de Correlación Geológica N° 8*. Instituto Superior de Correlación Geológica. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. UNT.
- Vergel, M.M., 1984. Geología del sector austral del Valle del Suncho, Provincia de Catamarca. *Iº Jornadas Geológicas de Catamarca. San Fernando del Valle de Catamarca*.
- Wurschmidt, E. y E. Setti, 1978. Las aguas como recurso económico en la Prov. de Catamarca. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. GAEA*.



## 8- Planillas de Perforaciones

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.L., 1985, Tineo, 2005)

### CAMPAÑAS DE PERFORACIONES EN EL VALLE DE SANTA MARÍA

Nº DE CAMPAÑA	PERIODO	ORGANISMOS/ EMPRESAS EJECUTORAS	USOS DE LAS PERFORACIONES	OBSERVACIONES
1º Campaña	1942-1943	Dir. Nac. de Geolog. y Minería (D.N.C.M.)	Abastecimiento de Agua potable a la población	Para Obras Sanitarias de la Nación
2º Campaña	1952-1954	Empresas privadas varias	Abastecimiento de Agua potable a escuelas	
3º Campaña	1960-1962	Dir. de Geolog. y Minería de la Prov. de Catamarca (D. G. Y M.)	Agua para riego	Para cooperativas
4º Campaña	1960-1962	Campaña Perforaciones Maestas	Agua para riego	Para cooperativas
5º Campaña	1968-1974	Dir. Prov. de Geolog. y Minería (D.P.G.M.)	Agua para riego	Para cooperativas
6º Campaña	1974-1976	Dir. Prov. De Aguas Subterráneas(D.F.A.S.)	Agua para riego	Convenios para terceros
7º Campaña	1984-1985	Dir. de Hidráulica Prov. De Catamarca	Agua para riego	Convenios para terceros

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tinceo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de maniobra	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.1 m.snm)	Profundidad de la manifa Enchabado (m)	Nivel pieza metálica (m)	Caudal m <sup>3</sup> /h (mf)	En Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM1	Santa María Agropecuaria N°1	Perforación		El Puesto	1839,91	160,00 (mf)	8,21	300 (mf)	SI	Turbo bomba Sylwan	SI	Riego	NP: 14/08/85 Cotas: s' base bomba: 0,64
SM2	Santa María Agropecuaria N°2	Perforación		El Puesto	1848,65	75,60 (med.)	16,46	200 (mf)	No	Parcial s' bomba	SI	Riego	NP: 28/06/85 Cotas: s' base bomba: s' menor NP: 14/08/85 Cotas: s' base bomba: 0,64
SM3	Perf. Cinesio Mamani N°	Perforación		El Puesto	1846,92	100,00 (mf)	13,48	---	SI	Electro-Bomba sumergible	SI	Riego	NP: 14/08/85 Cotas: s' base bomba: 0,64
SM4	Perf. Cinesio Mamani N°	Perforación		El Puesto	1853,06	100,00 (mf)	18,88	---	SI	S'equipos	Parcial (Cond)	Riego	NP: 14/08/85 Cotas: s' base bomba sumergible O: 44 m.n.t. NP: 28/06/85 Torcido pozo Cotas: cañón sbomba sin mol a.d. terr.: 0,70 m.n.t.
SM5	El puesto DPGM González (Ex Terrefiamena)	Perforación		El Puesto	1859,47	109,72 (doc)	22,45	7000 (arbor)	SI	Electro-Bomba sumergible	SI	Riego	NP: 14/08/85 Incineraciones carbonicas y ferruginosas Cotas: s' base bomba
SM6	El puesto DPGM 1 - De Várquez	Perforación		El Puesto	1867,80	70,50 (doc)	23,80	100 (doc:61)	SI	Bomba IPUMA Motor Gasolero	SI	Riego	NP: 14/08/85 Incineraciones carbonicas y ferruginosas Cotas: s' base bomba

Planilla de Perforaciones (Penas, 1967, C.F.L., 1985, Inco, 2005)

Nº según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de maniobra-restauración	Ubicación según Gauss Krüger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.ann	Profundidad de la manifa Enrubado m	Nivel pieza metrí en m	Caudal m <sup>3</sup> /h	Lr. Actividad	Equipamiento	Análisis Quím. co	U s o	Observ.
SM7	Ll pozo DPGM5-Rañel	Perforación		Ll Puesto	1870.71	116.00 (doc)	18.95	107	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor DELUZ	Si	Riego	Q:27/9/85 (Lansayo de bomba) NP:27/09/85 Cola s' base
SM8	Perf. Fl Puesto N°1 DPGM. St. Anado	Perforación		Fl Puesto	1871.91	90.40 (doc)	20.00 (doc)	90 (doc)	No	Turbo Bomba SYLWAN Motor DELUZ	No	Riego	NP:20/03/72 Q: 20/03/72 Cola:s' base bomba
SM9	Fl Puesto DPGM N°4 Anado	Perforación		Fl Puesto	1867.14	-----	14.07	80 (doc)	No	s' equipos	Si	Riego	NP:28/06/85 Cola:s'caño s'base bomba sin mot a.n. terr.:0.70 m.n.l.
SM10	Perf. Ll Puesto Gómez Bello	Perforación		Ll Puesto	1877.27	-----	18.98	----	No	Turbo Bomba SYLWAN Motor DELUZ	No	Riego	Cola:s' base bombacil.2 m.n.l.
SM11	Perf. Fl Puesto Eduardo Villagra	Perforación		Fl Puesto	1871.97	-----	-----	-----	No	Turbo Bomba Motor quemado	No	Riego	Cola: s' base bomba NP: s'determinar cabzal bomba
SM12	Fl Puesto D.LL N°3	Perforación		Fl Puesto	1877.37	112.90	17.50	51.2 (doc)	Si	s' equipar	Si	Riego	NP:28/06/85 Q: 17/10/84 Cola: s' caño 0.40 m.n.l.
SM13	Ll Puesto DPGM. N°1	Perforación		Ll Puesto	1872.48	119.00	9.50	140.00 (doc)	Si	Turbo Bomba SYLWAN	No	Riego	NP:6/11/88 Cola:s'base bomba

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.L., 1985, Tineo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de maniobra	Ubicación según Gauss-Kroger	Lugar	Cola (Base I.G.M. mismo)	Profundidad de la mananilla (Fotobado)	Nivel piezo métrico	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Usos	Observ.
SM14	Perf. Nelsón Cabezas N°1	Perforación		El Puerto	1853,04	----	6,97	Si	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor DEUZ	No	Riego	NP-14-08:85 Cotas:base Bomba 0.13
SM15	Perf. Dr. Luis Vargas	Perforación		El Puerto	1853,99	----	7,41	----	No	Turbo Bomba Motor DEUZ	Si	Riego	NP-14-08:85 Cotas:base bomba 0,22 m.m.l.
SM16	Perf. Adolfo Mena	Perforación		El Puerto	1850,61	80,00 (doc)	9,00	50 (doc)	No	Turbo Bomba SYLWAN Motor DIAR	No	Riego	NF-05/1961 NF-05/1961 Cotas:base bomba, Motor mal estado
SM 17	Perf. Rolando Acosta	Perforación		El Puerto	1848,53	90,00 (doc)	10,77	50 (doc)	Si	Turbo Bomba AUIEL Motor DEUZ	Si	Riego Doméstico	NP-14-08:85 Cotas:base bomba 0,08 m.m.l.
SM 18	Pozo Cavado de Gómez	Pozo Cavado		Frc. Quemado	1825,88	6,60	4,39	----	No	si equipar	Parcial (Comd)	Doméstico	NP-01-07:85 Cotas:boca pozo
SM 19	Fuente Quemado D.F.G.M. N°2 Coop. F.Q.Lido	Perforación		Frc. Quemado	1835,92	119,24 (doc)	5,93	----	Si	Turbo Bomba ECLA Motor M.F.R.C. BENZI(Casoleto)	No	Riego	NP-01-07:85 Cotas:base bomba 0,20 m.m.l.

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tiuaso, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de instalación	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) masom.	Profundidad de la manaf. Fotobalado m.	Nivel piezo (m.)	Caudal m. <sup>3</sup> /h	En Actividad	Equipamiento	Análisis Quím.	Uso	Observ.
SM 20	Fuente Quemado D.P.G.M. N°1 (Obras Sanitarias)	Perforación		Fu. Quemado	1839,58	54,00 (doc)	6,86	7,5 (mf)	Si	Bomba a pistón SIAM DITELLA Motor: R.A. LISTER	Si	Agua potable	NP-10/1942 Cotas/borda bomba
SM 21	Perf. Escuela N°241 Fuente Quemado	Perforación		Fu. Quemado	1856,46	12,10 (med. cines)	5,63	---	No	Motobombador INMO	No	Doméstico	NP-01-07:85 Cotas/base hormigón 0,50 m.n.t.
SM 22	Pozo Cavado Cristiano Villagra	Pozo Cavado		Fu. Quemado	1837,41	8,60	6,82	---	Si	Electro bomba centrífuga de achique)	Si	Riego	NP-01-07:85 Cotas/boca pozo
SM 23	Fuente Quemado DPGM N°3 Cooperativa	Perforación		Límite Fu. Quemado	1851,42	91,64	3,87	180 (doc)	No	s/ equipar	Si	Riego	NP-01-07:85 Q: 2:06:70 Cota: sbase Hormigón 0,35 m.n.t.
SM 24	Fuente Quemado DPGM N°1 Cooperativa	Perforación		Límite Fu. Quemado	1851,58	81,83	3,76	145 (doc)	No	s/ equipar	No	Riego	NP-01-07:85 Q: 2:09:68 Cota: sbase Hormigón 0,35 m.n.t. Arcen.
SM 25	Fuente Quemado DPGM N°1 Genaro Córdoba	Perforación		Fu. Quemado	1839,49	52,02	6,82	36 (doc)	No	Turbo Bomba ATULL Motor DIEZ (a comb. gasolera)	No	Riego	NP-08-08:85 Q: 02:07:70 Cota: sbase bomba 0,20 m.n.t.

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.L., 1985, Tinceo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de manifiesto	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.C.M.) m.snm	Profundidad de la manifiesto m	Nivel piezo métrico m	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Acuidad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 26	Pozo Cavado De Paulina Moreno	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1852,40	7,80	6,05	---	No	s' equipar	Si	Doméstico	NP-01:07:85 Colas/brocal 0,25 m.m.t.
SM 27	Pozo Cavado De Lucas Moreno	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1853,16	7,00	6,12	---	No	s' equipar	Si	Doméstico	NP-01:07:85 Colas/brocal 0,30 m.m.t.
SM 28	Pozo Cavado de Silvano	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1854,14	8,20	7,25	---	No	s' equipar	Si	Doméstico	NP-02:07:85
SM 29	Pozo Cavado De Mario Yapura	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1857,74	11,20	10,02	---	No	s' equipar	No	Doméstico	NP-02:07:85 Colas/brocal 0,30 m.m.t.
SM 30	Perforación de Wilberman Ibañez	Pozo Cavado y perforado		Las Mojas Norte	1855,39	40-41 (m)	6,88	4,00 (m)	Si	Turbo Bomba SYI WAN Motor DIAR (a comb. gasolera)	Si	Riego y Doméstico	NP-02:07:85 Colas/brocal 0,40 m.m.t.
SM 31	Perforación de Ewebio Villagra	Pozo Cavado y perforado		Las Mojas Norte	1858,04	10,70 (m)	9,00	---	Si	Turbo Bomba	Si	Riego y Doméstico	NP-02:07:85 Colas/base boribia

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tineo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de instalación	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.C.M) m.s.n.m.	Profundidad de la manifiestación (m)	Nivel piezo métrico (m)	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Ártica	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 32	Pozo Cavado De Berta de Ríos	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1860,91	11,30	10,05	---	Si	Balde	Si	Doméstico	NP:02:07:85 Cotas: s/brocal 0,75 m.n.l.
SM 33	Perforación de Luis Alberro	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1864,88	61,30 (u.f)	14,75	40,00 (doc)	Si	Turbo Bomba ATUEL Motor D.E.L.Z. (a comb. gasolina)	No	Doméstico	N.P.:1962 Cotas: s/base bomba
SM 34	Pozo Cavado de Pró de Arjona	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1868,96	17,95	16,40	---	No	Balde	Si	Doméstico	NP:02:07:85 Cotas: s/base brocal 0,80 m.n.l.
SM 35	Pozo Cavado de Demita Cruz	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1864,87	14,20	13,11	---	Si	Balde	Si	Doméstico	NP:02:07:85 Cotas: s/ brocal 0,20 m.n.l
SM 36	Pozo Cavado de José Charle	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1868,24	16,80	14,99	---	Si	Balde	Si	Doméstico	NP:02:07:85 Cotas: s/ brocal 0,70 m.n.l
SM 37	Pozo Cavado de Julio Charle	Pozo Cavado		Las Mojas Norte	1868,71	16,70	15,97	---	No	Balce	No	Doméstico	NP:02:07:85 Cotas: s/ brocal 0,15 m.n.l
SM 38	Las Mojaras DPGM N°1 Barrio Norte	Perforación		Las Mojas Norte	1864,82	65,83 (doc)	12,40	80,00 (doc)	No	s/ equipar	Si	Riego	NP:02:07:85 Cotas: s/ base Inanigón "Arenero"

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.L., 1985, Tineo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de mani-festación	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.snm	Profundidad de la manifa-Entubado m	Nivel piezo-métrico m	Caudal m <sup>3</sup> /h	Utilidad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 39	Las Mojarras DPGM N°2 Barrio Norte	Perforación		Las Mojarras Norte	1866,44	60,03 (doc)	12,78	80,00 (doc)	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor ACFC	Si	Riego	NP-08/08:85 Cotas: base bomba 0,50 m.n.t
SM 40	Perforación Las Mojarras de Witzmaan de Cuniteras	Perforación		Las Mojarras Norte	1869,90	33,00 (doc)	14,00	20,00 (inf)	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor Electr.	Si	Riego	NP-07/1962 Cotas: brocal
SM 41	Pozo Cavado de Felipe Burgos	Pozo Cavado		Las Mojarras Sud	1873,28	14,40	13,24	---	No	Balde	Si	Dormis tico Granado Riego	NP-03/07:85 Cotas: brocal 0,25 m.n.t
SM 42	Pozo Cavado de Mercedes Guasco	Pozo Cavado		Las Mojarras Sud	1873,25	13,80	12,91	---	No	Balde	No	Dormis tico	NP-03/07:85 Cotas: brocal 0,40 m.n.t
SM 43	Perf. Esc. Prov. 252 (ex. Fsc. Nac. N°52)	Pozo Cavado		Las Mojarras Sud	1872,65	30,00 (inf)	12,41	2,00 (inf)	No	Bomba a piston MEIFA Motor FF naft.	No	Agua potable	NP-04/07:85 Cotas: caño bomba 0,50 m.n.t
SM 44	Perforación Las Mojarras de Salomón Lopez	Perforación		Las Mojarras Norte	1873,67	86,72	13,22	50,00	No	Turbo Bomba Auel Motor DIAR (a comb. gasolera) s' equipar	No	Riego	NP-08/08:85 Cotas: base Bomba 0,00 0,25 m.n.t
SM 45	Pozo Cavado de Pedro Dulawa	Pozo Cavado		Las Mojarras Norte	1873,29	13,30	12,00	---	No		Si	Dormis tico	NP-03/07:85 Cotas: brocal 0,50 m.n.t

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tinco, 2005)

Nº según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de manifiestación	Utilización según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.s.n.m.	Profundidad de la manifiestación m.	Nivel pozo metro	Caudal m <sup>3</sup> /h (l/oc)	Fuente Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 46	Las Mojarras DNGM N°1	Perforación		Las Mojarras	1873,50	50,12	12,35	8,45 (l/oc)	Si	s/ equipar	No	Agua potable	NP:08/08/85 Cota: s/base Laja 0,00 m.n.t.
SM 47	Perforación de Finesco Villagra	Perforación		Las Mojarras	1879,40	---	---	---	Si	Turbo Boraba SYLWAN s/ Motor	No	Riego	NP:5/determinar por cabezal bomba cota: s/base bomba
SM 48	Las Mojarras DNGM N°2 (Barrio Sacl)	Perforación		Las Mojarras	1879,91	116,69	15,95	97,50	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor FTOD (eléctrico)	Si	Riego	NP:08/08/85 Cota: s/ base Bomba 1,40 m.n.t.
SM 49	Pozo Cavado de Saturnina Morales	Pozo Cavado		Las Mojarras	1873,70	14,00	12,50	---	No	Balde	Si	Doméstico	NP:04/07/85 Cota: s/ brocal 0,50 m.n.t.
SM 50	Pozo Cavado de Natividad de Ibañez	Pozo Cavado		Las Mojarras	1873,37	13,90	12,40	---	Si	Balde	No	Doméstico	NP:04/07/85 Cota: s/ brocal 0,50 m.n.t.
SM 51	Pozo Cavado de Mario Chaile	Pozo Cavado		El Cerreto	---	20,10	18,57	---	No	Balde	Si	Doméstico	NP:04/07/85
SM 52	Pozo Cavado de Salomón Rucdo	Pozo Cavado		El Cerreto	---	18,00	---	---	No	s/ equipar	No	Riego	NP:5/determinar prácticamente scco
SM 53	Pozo Cavado de Miguel Valderrama	Pozo Cavado		El Cerreto	1887,03	13,96	12,67	---	No	Balde	Si	Doméstico	NP:05/07/85

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Iniso, 2005)

N° según Censo	Nombre de pozo o perforación	Tipo de perforación	Ubicación según Gaus-Krüger	Lugar	Cola (Base I.G.M.) m.snm	Profundidad de la manifiestación m	Nivel piezo métrico m	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 54	El Cerrito DPGM N°2	Perforación		Lampacito	1887,11	73,10 (doc)	7,70	10,27	No	Molino a viento	No	Agua potable	NP-08/08/85 Gomas: caño molino 0,10 m.n.f.
SM 55	El Cerrito DPGM N°2	Perforación		Lampacito	1897,08	77,20 (doc)	14,06	90,00 (doc)	No	Turbo Bomba Atuel s/ motor	No	Riego	NP-08/08/85 Gomas: base Bomba 0,40 m.n.f. Q-26/01/61
SM 56	Pozo Cavado de Tauslo Palacios			Lampacito	---	6,40	4,03	---	Si	Bomba a mano	Si	Doméstico	NP-05/07/85 Drocal 0,79
SM 57	Experimental DGM N°8	Perforación		Lampacito	---	106,66 (doc)	3,70	360 (A)	Si	Turbo Bomba Atuel Motor AFEC (eléctrico)	Si	Riego	NP-09/08/85 H bolsa pozo 0,70 m.n.f.
SM 58	Perforación de Segundo Cúccobar	Perforación		Lampacito	---	87,15 (doc)	15,67	50 (doc)	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor Lances-ter (a comb. gasolina)	No	Riego	NP-09/08/85 Q-12/61 H bolsa pozo 0,10 m.n.f.
SM 59	Chañar Pucco DPGM N°3 (cooperativa)	Perforación		Lampacito Char Pucco	---	128,44 (doc)	17,52	70 (doc)	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor PER-KINS (a comb. gasolina) s/ equipar	Si	Riego	NP-09/08/85 Q-02/06/74 H bolsa pozo 0,15 m.n.f.
SM 60	Pozo cavado de Cuicmo Hnos	Pozo cavado		Lampacito	---	18,25	17,70	---	No		No	Doméstico	NP-05/07/85 Drocal 0,40 m.n.f.

Planilla de Perforaciones (Pernas. 1967, C.F.L., 1985, Tineo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M) m.snm	Profundidad de la manifiestación Entrubado m.	Nivel piezo métrico m.	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Achi edad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Obsrv.
SM 61	Pozo cavado de Alberto Sánchez(h)		Lampacito	---	19,00 m	18,63	---	SI	Bomba a mano	SI	Doméstico	NP:05:07:85 Brocal 0,30 m.n.l.
SM 62	Pozo cavado de Wólindo Sánchez		Lampacito	---	17,00	16,74	---	No	s/ equipar	No	Doméstico	NP:05:07:85 Brocal 0,60 m.n.l.
SM63	Clasfau Puncu DPGIM N°1 (cooperativa)		Chañar Puncu	---	120,78 (doc)	16,78	115 (doc)	SI	Turbo Bomba SYWAN Motor SIV (eléctrico)	SI	Agua Potable Riego	NP:09:08:85 Brocal 0,85 m.n.l.
SM64	Pozo cavado de Nicolás Sánchez		Chañar Puncu Lampacito	---	17,50	16,74	---	No	s/ equipar	No	Doméstico	NP:05:07:85 Brocal 0,35 m.n.l.
SM 65	Pozo cavado de Juan Adl		Lampacito	---	6,00	4,20	---	SI	Bomba de mano	SI	Doméstico	NP:05:07:85 Brocal 0,50 m.n.l.
SM 66	Lampacito DNGM N°1		Lampacito	---	41,20	3,70	---	No	s/ equipar	SI	Agua Potable	NP:06:05:85
SM 67	Chañar Puncu DPGIM N°4		Chañar Puncu	---	120,07	14,60	100 (doc)	SI	Turbo Bomba HONSON Motor SILEMENS	SI	Riego	NP:10:08:85 II boca pozo 0,50 m.n.l Q:26/1:75
SM 68	Pozo cavado de Gregoria de Martínez		Chañar Puncu	---	15,85	13,80	---	No	s/ equipar	Parcial (doc)	Doméstico	NP:06:07:85 Brocal 0,70 m.n.l.
SM 69	Pozo cavado de Jorge Alvarez		Chañar Puncu	---	15,60	13,97	---	No	s/ equipar	No	Doméstico	NP:06:07:85 Brocal 0,40 m.n.l.

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.L., 1985, Tineo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de construcción	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.s.n.m.	Profundidad de la manifiestación	Nivel piezo métrico	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 70	Pozo cavado de Clemente	Pozo cavado		Chañar Puncos	---	---	14,02	---	No	se equipar	Si	Doméstico	NP:06/07:85 Brecal 0,40 m.n.l.
SM 71	Pozo cavado De Pedro Flores	Pozo cavado		Lampucos	---	18,20	17,20	---	No	se equipar	Parcial	Doméstico	NP:06/07:85 Brecal 0,50 m.n.l.
SM 72	Perf. Chañar Puncos de Caucino Ríos	Perforación		Chañar Puncos	---	105,80	21,73	40,00 (dec)	Si	Turbo Bomba Acruel Motor DENZ (a comb. gasolero)	No	Riego	NP:06/07:85 H boca pozo 0,40 m.n.l. Q=11/62
SM 73	Perf. Chañar Puncos de Manuel Amado	Perforación		Chañar Puncos	---	92,03	15,55	150,00 (Afor)	Si	Turbo Bomba Acruel Motor ACEC (eléctrico)	Si	Riego	NP:06/07:85 H boca pozo 0,60 m.n.l.
SM 74	Pozo cavado de Manuel Amado	Pozo cavado		Chañar Puncos	---	8,41	6,35	---	Si	Balde	Si	Doméstico	NP:06/07:85 Brecal 1,15 m.n.l.
SM 75	Medamitos DNGM N°1	Perforación		Medamitos	---	52,80	10,91	9,7 (dec)	No	Bomba de mano	Si	Doméstico	NP:06/07:85 H boca pozo 0,38 m.n.l.
SM 76	Pozo cavado de Delindo Mata	Pozo cavado		Medamitos	---	15,72	14,11	---	Si	Balde	Parcial (cond)	Doméstico	NP:06/07:85 H boca pozo 0,35 m.n.l.
SM 77	Pozo cavado de Francisca de Lagoria	Pozo cavado		Medamitos	---	14,05	12,30	---	Si	Balde	Parcial (cond)	Doméstico	NP:06/07:85 Brecal 0,40 m.n.l.

Plaudia de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.L., 1985, Tineo, 2005)

Nº según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de manifiesto	Ubicación según Gruss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.snm	Profundidad de la manifiesto m	Nivel piezo métrico m	Caudal m <sup>3</sup> /h	Fecha Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observaciones
SM 78	Medanitos DPGM N°2	Perforación		Medanitos	1902,25	124,92	17,42	240 (dosc)	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor SLV (eléctrico)	Si	Riego	NP:09/08/85 H boca pozo 0,25 m.n.l.
SM 79	La Soledad DG y M N°3	Perforación		La Soledad	1902,25	83,85	13,00	18 (dosc)	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor CORRAN DI (eléctrico)	Si	Riego	NP:02/06/61 H boca pozo 1,00 m.n.l.
SM 80	La Soledad DPGM N°2	Perforación		La Soledad	1910,87	124,00	22,60	80,00 (dosc)	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor ACTEC (eléctrico)	Si	Riego	NP:06/07/85 H boca caño 0,40 m.n.l. Q:2/10/72
SM 81	Experimental DPGM N°1	Perforación		La Soledad	1917,05	129,80	26,40	80,00	Si	Bomba eléctrica	Si	Riego	NP:29/05/72
SM 82	Estación Experimental DH N°1	Perforación		La Soledad	1912,62	98,81	20,48	51,2 (dosc)	No	s/ equipar	No	Riego	NP:05/07/85 H boca pozo 0,40 m.n.l. Q:21/01/85 NP y Q 31:12:60 Cota: s/caño
SM 83	La Soledad DG y M N°2	Perforación		La Soledad	1897,45	90,20	14,90	17,00 (dosc)	Si	s/ equipar	Si	Riego	
SM 84	Pozo cuñado de De La Peña	Pozo cavado		La Soledad	1898,91	15,50	14,80	---	Si	---	Si	Doméstico	NP:05/07/85 s/ brocal 0,30 m.n.l.
SM 85	El Recreo DPGM N°1 Canal del Bajo	Perforación	El Recreo	Recreo	1903,01	91,50	11,94	105 (dosc)	Si	s/ equipar	Si	Agua Potable	NP:11/07/85 Cota: s/caño Bomba 0,12 m.n.l.

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tineo, 2005)

N° según Curso	Nombre del pozo o perforación	Tipo de perforación	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) en m	Profundidad de la manifa Fonbado en m	Nivel piezo metro en m	Cantidad m <sup>3</sup> /a (litro)	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 86	El Recreo DPGM N°1 Canal del Bajo	Perforación		El Recreo	1901,04	115,91	9,35	17 (litro)	Turbo Bomba SYLWAN Motor ACFC (eléctrico)	Si	Riego	NP-10/07/85 Conacsbase Bomba 0,35 m.u.l.
SM 87	Perf. Esc. Prev. 220 (ex Nac. N°20)	Perforación		Chañar Puncu	----	17,00	----	----	s/ equipar	No	Doméstico	----
SM 88	Perf. Mecánitos	Perforación		Medanitos	----	15,88	10,22	----	Bomba de mano	Si	Agua Potable	NP-08/07/85
SM 89	Famatanca DNGM N°1	Perforación		Famatanca	----	68,30	17,80	5,3	s/ equipar	Si	Agua Potable	NP-08/07/85
SM 90	Perf. Esc. Famatanca N°307 (ex. Nac. N°107)	Perforación		Famatanca	----	----	----	----	No	No	Doméstico	Pozo con aceite
SM 91	Famatanca DPGM N°1	Perforación		Famatanca	----	111,54	26,87	50,00	s/ equipar	Si	Riego	Pozo "archero" NP-08/07/85 Q:23/03/69
SM 92	Famatanca DPGM N°2	Perforación		Famatanca	----	121,50	28,48	266,00	Turbo Bomba SYLWAN Motor ACFC (eléctrico)	Si	Riego	NP-05/07/85 H boca pozo 0,85m.u.l. Q:08/10/85
SM 93	Pozo cavado de Famatanco	Pozo cavado y perforado		Famatanca	----	24,50	21,80	----	s/ equipar	No	Doméstico	NP-09/07/85

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tineo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de instalación	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) en s.n.m.	Profundidad de la perforación en m.	Nivel del pozo en metros	Caudal en l/seg.	Finalidad	Equipamiento	Análisis Quím.	Uso	Observ.
SM 94	San José Banda DNGM N°2	Pozo cavado y perforado		San José Banda	----	125,02	28,35	----	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	No	Molino a viento	No	Agua Potable	-----
SM 96	Palo Seco Banda DNGM N°1	Pozo cavado y perforado		Palo Seco Banda	----	26,35	17,30	----	No	Bomba de mano	No	Agua Potable	NP-08/07/85
SM 97	Experimental DPGM N°1	Perforación		San José Banda Oeste	----	116,34	18,70	70,00	No	s' equipar	Si	Riego	Pozo "arenero" NP-08/07/85 Q. 30/09/61
SM 98	Pozo cavado de Severo Challe	Pozo cavado		San José Banda Oeste	----	7,80	6,02	----	Si	Balde	Si	Doméstico	NP-05/07/85 Brocal 0,70 m.l.l.
SM 99	Cooperativa San José Banda DPAS N°2	Perforación		San José Banda Oeste	----	118,20	19,10	80,00	Si	Electro-bomba sumergible	Si	Agua Potable	NP-05/07/85 h.boca caño 0,60 m.l.l.
SM 100	Perf. Jose Challe H Carrito DCM N1 (ex-leiva)	Perforación		El Carrito	1892,41	69,25	12,20	112,9	Si	Luz Bomba SYWAN Motor a combustión (gasolero)	Si	Riego	NP-05/07/85 H boca pozo 0,50 m.l.l. Q-02/10/85 Cota: s/base

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tesis, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de perforación	Ubicación según Gaus Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.snm	Profundidad de la manifi entubado (m)	Nivel piezo (m)	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Actividad	Equipamiento Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 101	Chañar Puncu DPGM N°2	Perforación		Chañar Puncu	----	112,00	14,54	145	SI	Turbo Bomba SYLWAN Motor CEA (eléctrico)	Riego	NP:09/08/85 II boca pozo 0,60m.s.n.t. Q:15/09/71
SM 102	Municipalidad de Santa María DGM 3	Perforación		Ciudad Santa María	1894,47	118,47	37,92	----	SI	Electro-bomba su margible SYLWAN	Agua Potable	NP:(dinámico) 25/04/85 h. base cemento 0,25 m.s.n.t.
SM 103	"La Loma" DPGM N°3	Perforación		La Loma Loro Huasi	1948,60	117,00	19,58	150,00	SI	Turbo Bomba IRUMA Motor CORRADI (eléctrico)	Riego	NP:11/08/85 II boca pozo 2,55m.s.n.t. Cota: s/base bomba
SM 104	Acquia Retunzo Palo Seco DPGM N°2	Perforación		Palo Seco	1979,91	141,25	27,52	100,00	SI	Turbo Bomba SYLWAN Motor CEA (eléctrico)	Riego	NP:13/08/85 Q:23/06/72 NP:09/08/85
SM 105	Punta de Balasto A.N.D.A. N°1	Perforación		Punta de Balasto	2114,92	83,00	17,00	6,00	SI	Bomba SIAM DI TELLA Motor CROSCIL CARLI (gasolero)	Agua Potable	II boca pozo 0,36 m.s.n.t. NP:Ag/84 Cota: s/bomba por suelo
SM 106	Cooperativa Casa de Piedra DPGM N°1	Perforación		Yapes Casa de Piedra	2008,96	109,96	44,00	200,00	SI	Turbo Bomba IPUMA Motor M. BLNZ (gasolero)	Riego	NP:13/08/85 h. h. boca pozo 0,60 m.s.n.t. cota: s/base bomba

Planilla de Perforaciones (Fernas, 1967, C.F.L., 1985, Tineo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de construcción	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base IGM) m.s.n.m.	Profundidad de la manifi entubado m	Nivel piezo métrico m	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 107	Pozo cavado Las Abrillas Est. De Aloro	Pozo cavado		Las Abrillas Pto de Mddano	2175,66	4,36	5,40	----	Si	Balde	Si	Doméstico	NP:09/07/85 Rocal 20,50 m.s.n.l.
SM 109	Punta de Balastro DPGM N°2	Perforación		Punta de Balastro	2111,08	113,97	15,00	100,00	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor DIEUZ (gasolero)	No	Riego	NP:24/08/72 cota: s:base homba
SM 110	Punta de Balastro DPGM N°1	Perforación		Punta de Balastro	2128,94	120,75	31,85	----	Si	Turbo Bomba ATTUEL Motor DIEUZ (gasolero)	No	Riego	NP:24/08/72 cota: s:base homba
SM 111	Punta de Balastro DPAS N°5	Perforación		Punta de Balastro	2116,26	22,26	22,50	100,00	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 Acequia Retamozo	Perforación		Palo Seco	1975,42	126,93	12,45	80,00	No	s/ equipar	Si	Riego	Q:23/04/62 NP:15/08/85 Cota: s:boca s/ terreno
SM 113	Entre Rios DPGM N°1	Perforación		Camino a Entre Rios	1977,05	119,51	29,88	100,00	No	Turbo Bomba SYLWAN Motor M. RENZ (gasolero)	No	Riego	Q y NP:05/03/70 Cota: s:boca bomba
SM 114	Entre Huesi Norte DPGM N°2	Perforación		Entre Huesi	1917,42	126,71	17,16	100,00	Si	Turbo Bomba SYLWAN Motor CEA (eléctrico)	No	Riego	NP:11/08/72 cota: boca base bomba: 0,40 m.s.n.l.

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tineo, 2005)

N° segun Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de ubicación	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.s.n.m.	Profundidad de la manifiesto	Nivel piezo métrico	Caudal m <sup>3</sup> /h	En actividad	Equipamiento	Análisis Quím.	Uso	Observ.
SM 115	Loro Huasi DPGM N°2	Perforación	Loro Huasi	1929,92	104,59	22,20	180,00	Si	Turbo Borcha SVT WAN Motor CEA (eléctrica)	Si	Riego	NP: 1138/72 Con reservas Cota: s/ base Bomba h.b.h.: Pozo 0,55 m.s.n.l.
SM 116	San Isidro DPGM N°1	Perforación	San Isidro Loro Huasi	1937,72	122,32	24,85	80,00	Si	Turbo Borcha IRUMA Motor L (eléctrica)	Si	Riego	NP: 1138/72 Cota: boca pozo 0,70 m.s.n.l. Cota: s/ base bomba
SM 117	Loro Huasi Centro DPGM N°2	Perforación	Loro Huasi - Centro	1933,04	99,86	22,95	45,00	No	s/ equipar	Si	Riego	NP: 1007/72 Q: 13/09/89 h.b. caño 0,70 m.s.n.l. Cota: s/ boca caño base hornigón
SM 118	Perforación Esc. Prov N°40 (Ex. Nac. N° 40)	Perforación	Loro Huasi	1932,15	17,60	---	---	No	s/ equipar	No	Doméstico	Prof: Reiterado
SM 119	Loro Huasi Centro DPGM N°1	Perforación	Loro Huasi	1931,45	40,5	21,56	---	No	Bomba a mano	No	Agua Potable Doméstico	NP: 1007/85 h.b. caño 0,14 m.s.n.l.

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.I., 1985, Tineo, 2005)

Nº según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de perforación	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cola (Base I.G.M.) m.snm	Profundidad de la manifiesto Entubado m.	Nivel piezo métrico m.	Caudal m <sup>3</sup> /h (dóce)	En Arteria vida	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 120	San José Norte DPGM N°1	Perforación		San José Norte	1951,83	129,33	20,07	115,00 (dóce)	Si	Tubo Bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico)	Si	Riego	NP:12:07:85 Cola: s/ base bomba h.b.b.; Pozo 0,75 m.s.n.l.
SM 121	El Progreso DPGM N°2	Perforación		San José Norte	1964,49	134,77	21,50	106,00 (dóce)	Si	Tubo Bomba Rotor PUM Motor MLRC BENZ (a explosión)	Si	Riego	NP:12:07:85 h.b.b. pozo 0,40 m.s.n.l. Cola: s/ base bomba
SM 122	San José Villa DPGM N°1	Perforación		San José Villa	1967,21	121,88	19,54	80,00 (dóce)	Si	Electrobomba sumergible	No	Riego	NP:12:07:85 h.b. caño 0,50 m.s.n.l. Cola: s/ caño
SM 124	Pozo Cavado de Cenuaria de Sánchez	Pozo cavado		El Recreo	1887,01	6,50	---	---	No	s/ equipar	No	Riego	Brocal 1,30 m.s.n.l. Cola: s/brocal
SM 125	Pozo Cavado El Recreo	Pozo cavado		El Recreo	1897,28	7,90	6,70	---	No	s/ equipar	No	Doméstico	Cola: s/ brocal suelo
SM 126	Experimental DPGM N°3 Acequia Los Alvarez	Perforación		La Loma Loma Huasi	1939,12	106,00	14,00 (dóce)	216 (Ato)	Si	Tubo Bomba Marca STD Motor MLRC BENZ (eléctrico)	Si	Riego	NP:07:11:81 Cola: s/ base bomba
SM 128	Chañar Puncu DGYM	Perforación		Laampa Chañar Puncu	---	---	23,00 (inf)	180,00 (Ato)	Si	Tubo Bomba SYLWAN Motor ACEC (eléctrico)	Si	Riego	---

Planilla de Perforaciones (Fernas, 1957, C.F.I., 1985, Tlasea, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de mani-festación	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.snm	Profundidad de la mano-festación m	Nivel piezo-métrico m	Caudal m <sup>3</sup> /h	En Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 129	Pozo El Cerrito Nelson Cabezas	Pozo Cavado		El Cerrito	1886,09	9,90	7,15	----	No	sí equipar	No	Riego	NP-12-07/85 Cota: s/breca!
SM 130	Pozo Cavado El Cerrito Nelson Cabezas	Pozo Cavado		El Cerrito	1887,47	5,70	----	----	No	sí equipar	Sí	Doméstico	NP- Pozo seco
SM 131	Pozo de Fusbio Villagra	Perforación		Ciudad de Santa María Lampa	1892,70	----	13,00	160,00 (Afor)	Sí	Motor SICODA (eléctrico)	No	Riego	----
SM 133	Lampacito DNGM N°2	Pozo Cavado		Lampa	----	16,50	15,25	----	Sí	----	No	Doméstico	NP-09-08/85 h.b.b.: pozo 0,35 m.s.n.l.
SM 134	Pozo Cavado De Juan Villaláñez	Pozo Cavado		Chañar Puncu	----	6,97	4,93	----	No	sí equipar	No	Doméstico	NP-09-08/85 h.b.b.: pozo 0,32 m.s.n.l.
SM 135	Experimental DPGM N°7 Acaquia Lagoria	Perforación		Medanitos	----	111,77	10,50	50,00 (doc)	No	sí equipar	No	Riego	Q y NP-03-03-62 Nunca funcionó "arenoso"
SM 136	Loro Huasi-La Loma DNGM N°1	Perforación		Loro Huasi-La Loma	1937,06	69,00	13,70	7,60 (doc)	No	sí equipar	No	Agua Potable	NP-12-08/85 Q: Dto/42 Cota: s/ caño Desmantelado

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.L., 1985, Tineo, 2005)

N° según Censo	Nombre del pozo o perforación	Tipo de maniobra	Ubicación según Gauss Kruger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.s.n.m.	Profundidad de la manifiesto m.	Nivel piezo m.	Caudal m <sup>3</sup> /h	Equipamiento	Análisis Químico	Usos	Observ.
SM 137	Perf. Loro Iluusi-La Loma	Perforación		Loro Iluusi-La Loma	1941,32	34,50	20,07	---	No Bomba de mano	No	Agua Potable	NP:12/08/85 Cotar 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 Cotar s: caño 0,15 m.s.n.l.
SM 139	La soledad DNGM N°1	Perforación		La soledad	1899,97	131,00	15,95	6,5 (doc)	No	No	Agua Potable	NP:13/08/85 Cotar s: caño 0,27 m.s.n.l.
SM 140	El Progreso DNGM N°1	Perforación		San José Norte	1904,81	101,81	21,00	46,00 (doc)	No s: equipar	No	Riego	NP:13/08/85 Cotar s: caño 0,87 m.s.n.l.
SM 141	Perf. Ing. Mevra-San José	Perforación		San José	1977,46	---	21,80	---	Sí Electrobomba sumergible	No	Riego	NP:13/08/85 Cotar s: caño 0,30 m.s.n.l.
SM 142	Palo Seco DNGM N°1	Perforación		Palo Seco	1965,31	71,95	9,10	8,4 (doc)	Sí Bomba de mano	No	Agua Potable	NP:13/08/85 Cotar s: caño Q:01:43
SM 143	Casa de Piedra DNGM N°1	Perforación		Casa de Piedra	1981,09	85,20	29,00	6,3 (doc)	No Bomba de mano	No	Agua Potable	Q y NP:02:43 Derrumbado
SM 144	Perf. De Demetrio Delgado	Perforación		La Purísima	2051,07	130,30	47,75	30,00 (doc)	No s: equipar	No	Riego	NP:13/08/85 Q:09:62 Cotas:del bpuzo 0,25 m.s.n.l.

Planilla de Perforaciones (Pernas, 1967, C.F.L., 1985, Tineu, 2005)

N° según Censo	Nombre de pozo o perforación	Tipo de mani-festación	Ubicación según Gauss Krüger	Lugar	Cota (Base I.G.M.) m.snm	Profundidad de la maní-festación	Nivel piezo métrico	Caudal m <sup>3</sup> /h (doc)	En Actividad	Equipamiento	Análisis Químico	Uso	Observ.
SM 145	El Recreo DNGM N°1	Perforación		El Recreo	1899,86	50,60	8,72	7,5 (doc)	No	sí equipar	No	Agua Potable	NP.13/08/85 Q:09/02 Cota:s/cuño 0,00 m.s.n.t.
SM 146	El Puesto DNGM N°1	Perforación		El Puesto	1847,53	67,00	5,82	14,4	No	sí equipar	No	Agua Potable	NP.15/08/85 Cota:s/cerreno

**CUADRO II**  
**MANIFESTACIONES DEL VALLE DE SANTA MARÍA**  
**SEGÚN CENSO 1985 (Superficiales)**

N° Según Censo	Denominación de la muestra	Tipo de fuente	Fuentes superficiales muestreadas en el censo 1985			Fecha	
			Ubicación Gauss-Krueger	Lugar	Cota (Base IGM) in		Análisis químico
SM 108	Est. De aforo- Pie de Médano Río Sta. María	Río		Pie de Médano	2159,38	SÍ	9/7/85
SM 123	Est. De Aforo- Pie de Médano	Vertiente		Pie de Médano	2164,80	SÍ	9/7/85
SM 127	Muestra Palo Seco-Río Sta. María	Río		Palo Seco	SÍ	12/7/85	
SM132	Muestra Altura Pza. Sta. María Río Sta. María	Río		Sta. María	1870,15	SÍ	12/7/85

RESUMEN DE DATOS PRINCIPALES EN ENSAYOS DE BOMBEO (C.F.L., 1985)

DATO ENSAYOS	N° DE CENSO	POZO DE OBSERVACION	DISTANCIA PB y PQ	DURACION ENSAYO (VTN)	CAUDAL m <sup>3</sup> /h	CAUDAL CARACT. M <sup>3</sup> /hm	OBSERV.
Las Mojarras	SM4B	NO	---	650' 300'	97,5	26,7	La sonda en bombeo funcionó deficientemente.
El Puesto	SM7	SM 9	500 (aprox.)	360' 342'	107	11,0	El pozo de observación no respondió durante el bombeo.
El Recreo	SM86	SM 145	25,60	540' s/ recup.	222,9	---	No pudieron medirse niveles en el pozo de bombeo. El pozo de observación es más corto y con 6 m de sup. filtrante.
El Cerrito	SM100	SM 54	230	1440' 870'	112,9	21,2	El pozo de observación de 6 m de sup. filtrante.
San José Banda	SM 99	SM 97-SM96	17,30-280	1220' 360'	121,8	37,6	El pozo de observación SM96 es cavado (23,50). El sistema de aforo es dudosa confiabilidad.
Loro-Huasi	SM 114	NO	---	360' 240'	126,8	19,8	Caudal intermitente en cortos períodos alternativo.
Crañar-Punco	SM 72	NO	---	380' 880'	115	30,5	Dificultad de las mediciones iniciales del bombeo. El SM73, cercano, funciona permanentemente durante el día.
Famatanca	SM 98	SM 91	3,00	435' 745'	266	---	Los niveles dinámicos durante el bombeo solo pudieron medirse en el pozo de observación.
Palo Seco	SM 104	NO	---	420' 1090'	330	46,6	Dificultad en la medición de los niveles dinámicos durante el bombeo.

RESUMEN DE DATOS SECUNDARIOS EN ENSAYOS DE BOMBEO (C.F.I., 1985)

DATOS ENSAYOS	TIPO DE AFORO	T° DEL AGUA EN BOMBEO	DURACIÓN DEL BOMBEO (min)	N° DE MUESTRAS 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 16h 514 3h 501 24h 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	---
Famatunca	? Piletón	18,5°C	435'	1. 60' 2. 360'	313 318	---
Palo Seco	? Piletón ? Molinete ? Flotador	17,0°C	420'	1. 360'	588	---

PARAMETROS HIDRAULICOS Según Ensayos de Bombeo (C.F.I., 1985)

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

**TABLA 4 PERFORACIONES**  
(Ruiz Huidebro, 1963)

N° de Orden	Nom. del prop. de pozos	Fecha		N° de cap. agua	Profundidad		Naturaleza	Nivel piezométrico	Caudal l.h.	Depresión	Calidad	Prof. Perf. en m.	Entubamiento	Bomba	Capac. de la bomba (l.h.)	Fuerza matriz	HP	Observaciones
		Infe	Ter.		desde	hasta												
1	Gerardo Córdoba	7/60	-	1°	7.00	12.00	-	6.50	120.000	-	Algo Salada	32.40	200-150	Sylwan	79.980	Motor Diar	30	Ubic. Dptos. S. María Puente Quemado Riego Ubic. S. María Banda Riego
				2°	17.00	23.00												
				3°	24.00	32.40												
2	Antonio Leiva	9/60	-	-	15.85	48.66	-	-	-	Algo Salada	70.79	250-200-150	Sylwan	180.000	Motor Diar	40	Ubic. S. María Banda Riego	
				-	55.44	70.79												
3	Carlos de La Peña	12/60	-	-	-	-	-	-	50.000	3.00	Apta	99.20	250-200-150	Turbo Bomba	120.000	-	10	Ubic. S. María La Salceda Riego
4	Edazaco Villagra	12/60	-	-	-	-	-	-	-	-	Apta	77.20	250-200-150	Sylwan	180.000	Motor Diar	40	Ubic. S. María Banda Riego
5	Luis A. Vargas	3/61	-	-	-	-	-	-	-	-	Apta	79.20	250-200-150	-	-	-	-	Ubic. S. María Puente N°1 Riego
6	Luis A. Vargas	3/61	-	-	-	-	-	-	-	-	Apta	69.72	250-200	Bomba Egan	-	Tractor Fehr	-	Ubic. S. María Puente N°2 Riego
7	Arturo Adairach	2/61	-	-	-	-	-	-	-	-	Apta	84.20	250-200-150	Sylwan	180.000	Motor Diar	40	Ubic. S. María -La Salceda Riego
8	Segundo Villagra	7/61	-	-	-	-	-	-	-	-	Apta	84.00	250-200-150	Sylwan	160.000	Llaves de	60	Ubic. S. María Chajar Puncu Riego
9	Marta A. Costa	8/61	-	-	-	-	-	-	-	-	Apta	50.00	200	Sylwan	40.000	Motor E.F.	7	Ubic. S. María El Puente Riego
10	Acelis Yena	5/61	-	-	-	-	-	-	-	-	Apta	80.00	250-200-150	Sylwan	180.000	Motor Diar	40	Ubic. S. María El Puente Riego

N° de Orden	Nom. del prop. de pozo	Fecha		N° de capas agua	Profundidad desde hasta	Nadarrul-za	Nivel pieso-métrico	Can-dal l./h.	De-Pre-sión	Cali-idad	Prof. Perf. en m.	Entuba-miento	Bomba	Capac. de la bomba (l/h.)	Fuera matriz	HP	Obser-vaciones
		Inic	Ter.														
11	Segundo Chocobar	12/61	-	-	-	-	-	-	-	Apta	87,00	250-200	Turbo B. Aneel	150.000	Lancast.	30	Ubic. Dptos. S. María Lampaquito Riego
12	Rolando Acosta	1/82	-	-	-	-	-	-	-	Algo Salada Apta	70,79	250-200-150	Turbo B. Aneel	200.000	Tractor Dozing	40	Ubic. S. María El Puesto Riego
13	Salomón López	7/87	-	-	-	-	-	-	-	Apta	90,70	250-200-150	Turbo B. Aneel	250.000	Motor Diac	40	Ubic. S. María Las Mojarras Riego
14	Luis A. Alvero	-	-	-	-	-	-	-	-	Apta	77,70	250-200-150	Turbo B. Aneel	120.000	Motor Dag	7	Ubic. S. María Las Mojarras Riego
15	Segundo Villagra	6/82	-	-	-	-	-	-	-	Apta	79,20	250-300-150	Motor Epa Verbeni	70.000	-	15	Ubic. S. María La Soledad 1 Riego
16	Vitermar Contreras	7/82	-	-	-	-	-	-	-	Apta	69,72	250-200	Turbo B. Aneel	40.000	Diesel elios	10	Ubic. S. María Las Mojarras Riego
17	Celestino M. Alarado	8/82	-	-	-	-	-	-	-	Apta	87,20	250-200-150	Turbo B. Aneel	150.000	Lancast.	30	Ubic. S. María Chufar Puncu Riego
18	Demetrio Delgado	9/82	-	-	-	-	-	-	-	Apta	84,80	250-200-150	Turbo B. Aneel	150.000	-	-	Ubic. S. María La Puntilla Riego
19	Carcinus y Ríos	11/82	-	-	-	-	-	-	-	Apta	50,00	300	Turbo B. Aneel	200.000	Tractor	40	Ubic. S. María Casfar Puncu Riego
20	Pedro Toranzo	12/82	-	1 <sup>a</sup>	18-50 31,00	-	17,00	50,00	3,00	Apta	113,00	250-200-150	Turbo B. Aneel	250.000	-	-	Ubic. S. María El Puesto Riego

N° de Orden	Nom. y número de pozo	Fecha		N° de capas agua	Profundidad		Naturaleza	Nivel piezométrico	Caudal Lib.	Depresión	Caudal	Prof. Perf. en m.	Observaciones
		Inic.	Ter.		desde	hasta							
21	Puma Balastrero N°1	28/8/45	9/2/46	1°	18.70	46.35	Ascendente	-17.50	-	-	-	84.35	En explotación. Establecimiento O.S.N.
22	Casa de Bieda N°1	26/52	10/2/45	2°	57.80	83015	Ascendente	-17.90	2.100	0.10	-	86.20	En explotación. Ubicación sobre la ruta 40 a Puyo Seco, en la Finca N° 20. Análisis de 1°, 2° y 3° caps. (N° 2469, 3470 y 7471)
23	Puyo Seco Banda N°1	22/2/43	17/4/45	3°	70.30	79.85	Ascendente	-29.00	6.370	1.00	-	23.50	Ubic. Dpto. S. María
24	San José Oeste N°1	1/12/52	20/1/45	1°	24.60	-	-	-	No se ensayó	-	-	24.80	Ubic. Dpto. Santa María
25	Farmacia N°1	30/11/42	17/4/42	1°	20.75	46.80	Ascendente	-19.15	9.090	1.05	-	68.90	En explotación. Ubicación margen izquierda del río Santa María
26	Los Huasi (La Loma) N°1	24/11/42	14/12/42	2°	54.10	67.10	Ascendente	-1.9	3.575	9.00	-	72.00	En explotación. Ubic. Dpto. Santa María
27	La Sotaleda N°1	10/8/43	21/9/43	1°	13.80	-	-	-15.50	6.500	3.50	-	101.00	En explotación. Ubic. Dpto. Santa María
28	El Paesto N°1	8/7/43	9/8/43	1°	9.10	36.00	Ascendente	-8.10	7.613	1.10	-	67.00	En explotación. Ubic. Dpto. Santa María
29	Las Mojizas N°1	9/10/42	22/10/42	2°	39.30	65.90	Ascendente	-6.75	10.400	1.95	-	50.12	En explotación. Ubic. Dpto. Santa María
30	Fuente Querando	21/9/42	8/10/42	2°	42.00	49.50	Ascendente	-12.00	8.450	3.00	-	54.00	En explotación. Ubic. En Plaza Pública Dpto. Santa María
				3°	21.00	30.60	Ascendente	-9.00	3.200	20.00	-		
				3°	37.50	51.50	Ascendente	-6.80	10.790	2.40	-		

N° de Orden	Nombre del prop. de pozo	Fecha		N° de cap. agua	Profundidad		Naturaleza	Nivel piezométrico	Caudal l./h. c/compresor	Depresión	Caudal	Prof. Perfil en m.	Entubamiento	Bomba	Observaciones	
		Inic.	Ter.		desde	hasta										
31	Fuerte Quemado N°1	2:5:60	2:7:60	1°	7.25	18.00	Ascendente	-7.64	36.00	-	Apra	52.00	200-150	Compresor	Perfil de la Direc. De Geología y Minería de Catamarca	
				2°	20.00	37.50				Apra			200-150			
				3°	39.00	52.00				Apra			500-150			
32	El Puesto N°1	14:7:61	30:10:61	1°	24.50	-	Ascendente	-23.80	100.000	6.00	-	70.50	200	-	Perfil de la D.N.G.M. de la Prov. De Catamarca	
				1°	12.60	-	-	-13.30	11.520	4.40	-	37.60	-	-		Compresor
34	La Soledad N°2	9:11:60	14:1:61	1°	14.15	-	-	-14.90	60.000	3.50	-	80.20	250-200-150	Bombas turbinas	Perfil de la D.N.G.M. de la Prov. De Catamarca	
				1°	12.60	-	-	-13.14	90.000	5.00	-	83.85	-	-		Compresor
36	El Carrizo N°1	17:10:60	30:1:61	1°	17.00	31.50	Ascendente	-14.20	80.000	2.30	-	77.20	-	Bomba a turbina Puzo prof.	Perfil de la D.N.G.M. de la Prov. De Catamarca	
					36.40	77.20										
37	Chañar Puro N°1	9:3:61	18:3:61		-27.00	-	-	-	25.000	2.00	Apra	85.00	-	-	Perfil de la D.N.G.M. de la Prov. De Catamarca	

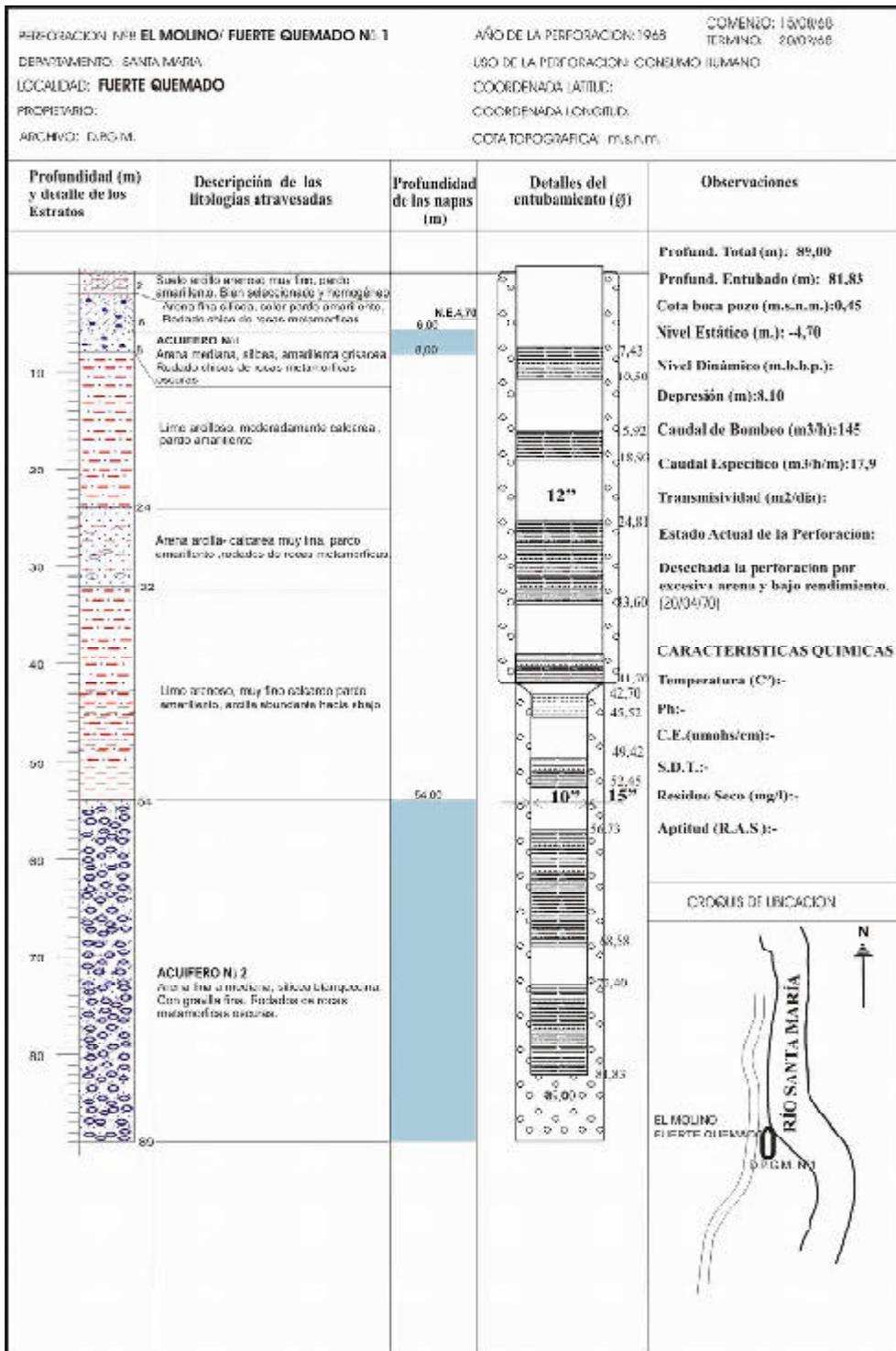
Datos de perforaciones suministrados por la Dirección de Geología y Minería de la Provincia de Catamarca

Tabla 3.- ANALISIS QUÍMICOS (Ruiz Huidobro, 1965)

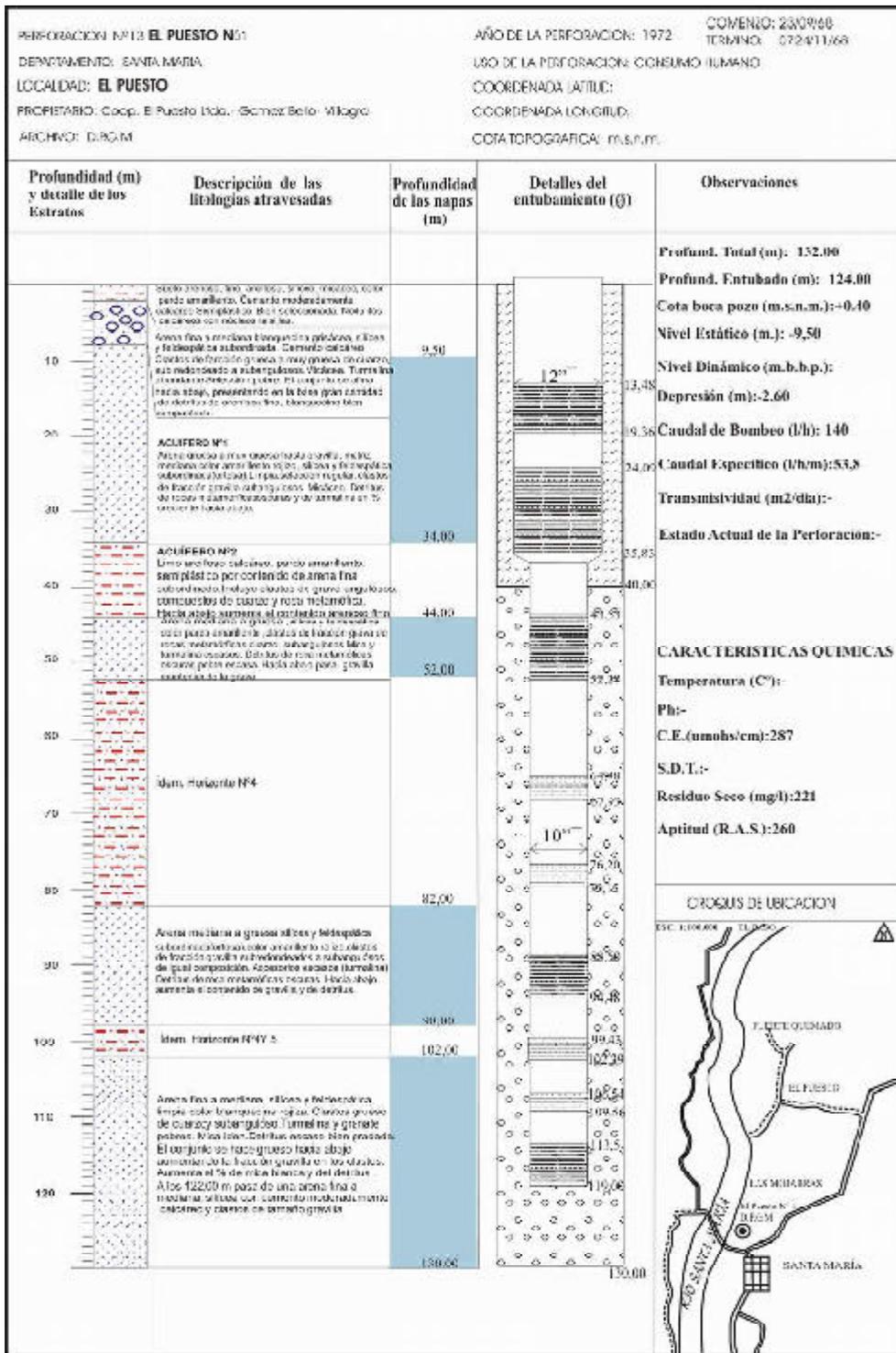
Análisis N°	Fecha	Materia En Superf. Total g/l	Residuo Seco a 180°C. g/l	Dureza Total G.F.	Alcalinidad Total En SO <sub>3</sub> N <sub>2</sub> g/l	Carbonatos en CO <sub>2</sub> g/l	Cloruros En Ca g/l	Sulfuros En SO <sub>2</sub> g/l	Silicatos en SiO <sub>2</sub> g/l	Hierro y Aluminio En Fe-C <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> g/l	Calcio En Oca g/l	Mg En NgO g/l	Fluor g/l	Cantidad
7027	26/7/42	R.Cant.	0.1700	10°	0.1078	0.0883	0.0090	0.0132	-	Vestigios	0.0364	0.0115	0.001	Apta
7026	28/9/42	Poca	0.2240	10°	0.1225	0.1100	0.0180	0.0274	-	-	0.0364	0.0123	Vestig.	Apta
7306	14/1/43	R.Cant.	0.4030	24°	0.2352	0.2112	0.0390	0.0377	-	-	0.0980	0.0217	Vestig.	Apta
7307	14/1/43	Poca	0.2830	15°	0.1421	0.1276	0.0390	0.0205	-	-	0.0504	0.0217	Vestig.	Apta
7665	26/7/42	Poca	0.2000	10.5°	0.1127	0.1012	0.0283	Vestigios	-	Vestigios	0.0420	0.0115	0.001	Apta
7666	26/7/42	0.0025	0.1650	10°	0.1127	0.1012	0.0177	Vestigios	-	Vestigios	0.0420	0.0072	0.001	Apta
4121	30/5/39	R.Cant.	0.5100	-	0.2058	0.1848	0.0585	M. Poco	0.0080	Vestigios	0.0738	0.0174	-	Apta
7419	16/2/43	Poca	0.2450	18°	0.1617	0.1452	0.0248	0.0171	-	Vestigios	0.0560	0.0289	Vestig.	Apta
7469	17/3/43	R.Cant.	0.2350	13°	0.1617	0.1452	0.0283	0.0075	-	Vestigios	0.0560	0.0086	0.001	Apta
7470	17/3/43 R.Cant.	0.2200	0.1323	0.1188	0.0283	0.0178	Vestigios	0.0480	0.0800	Apta				
7471	17/3/43 R.Cant.	0.2000	0.1715	0.1540	0.0283	0.0342	Vestigios	0.0280	0.1001	Apta				

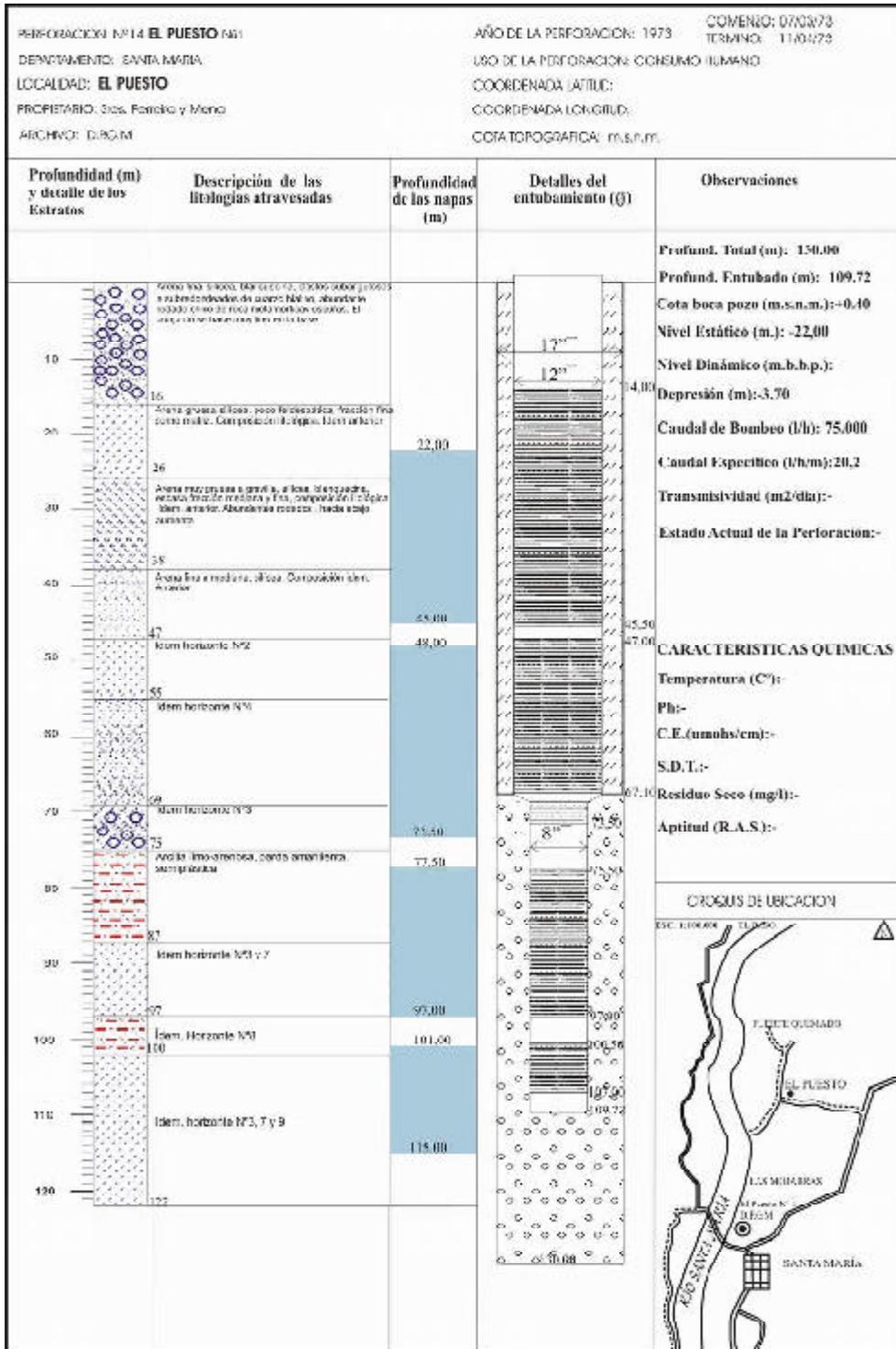
## Ubicación:

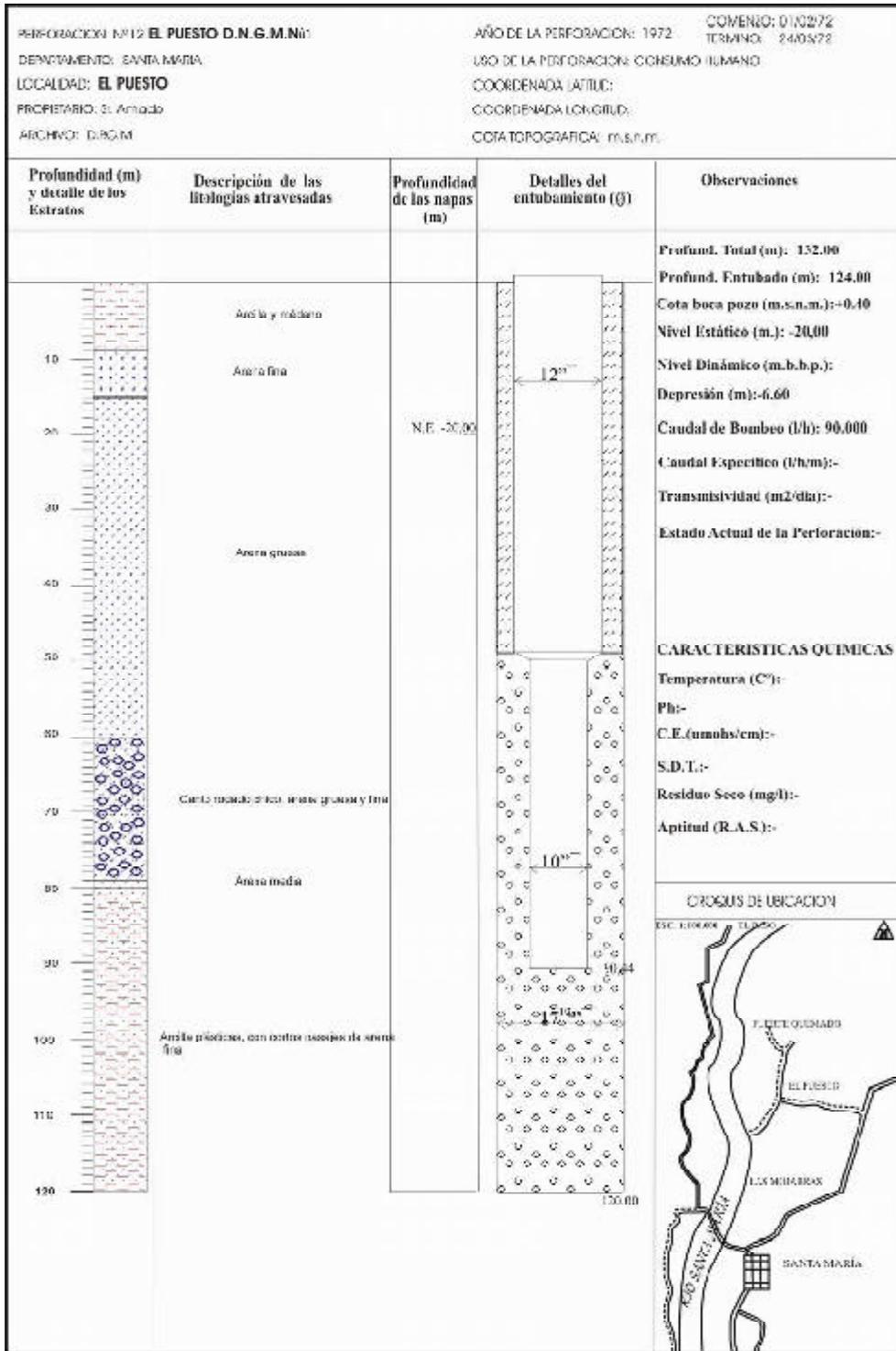
7027	Perforación	Santa María N°1	1° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7026	Perforación	Santa María N°1	2° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7306	Perforación	Loro Huas N°1	1° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7307	Perforación	Loro Huas N°1	2° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7665	Perforación	Famatunca N°1	1° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7666	Perforación	Famatunca N°1	2° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
4121	Perforación	San José -	-	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7419	Perforación	Palo Seco N°1	1° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7469	Perforación	Casa de Piedra N°1	1° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7470	Perforación	Casa de Piedra N°1	2° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso
7471	Perforación	Casa de Piedra N°1	3° Capa	Por su mineralización total esta agua es apta p/buso

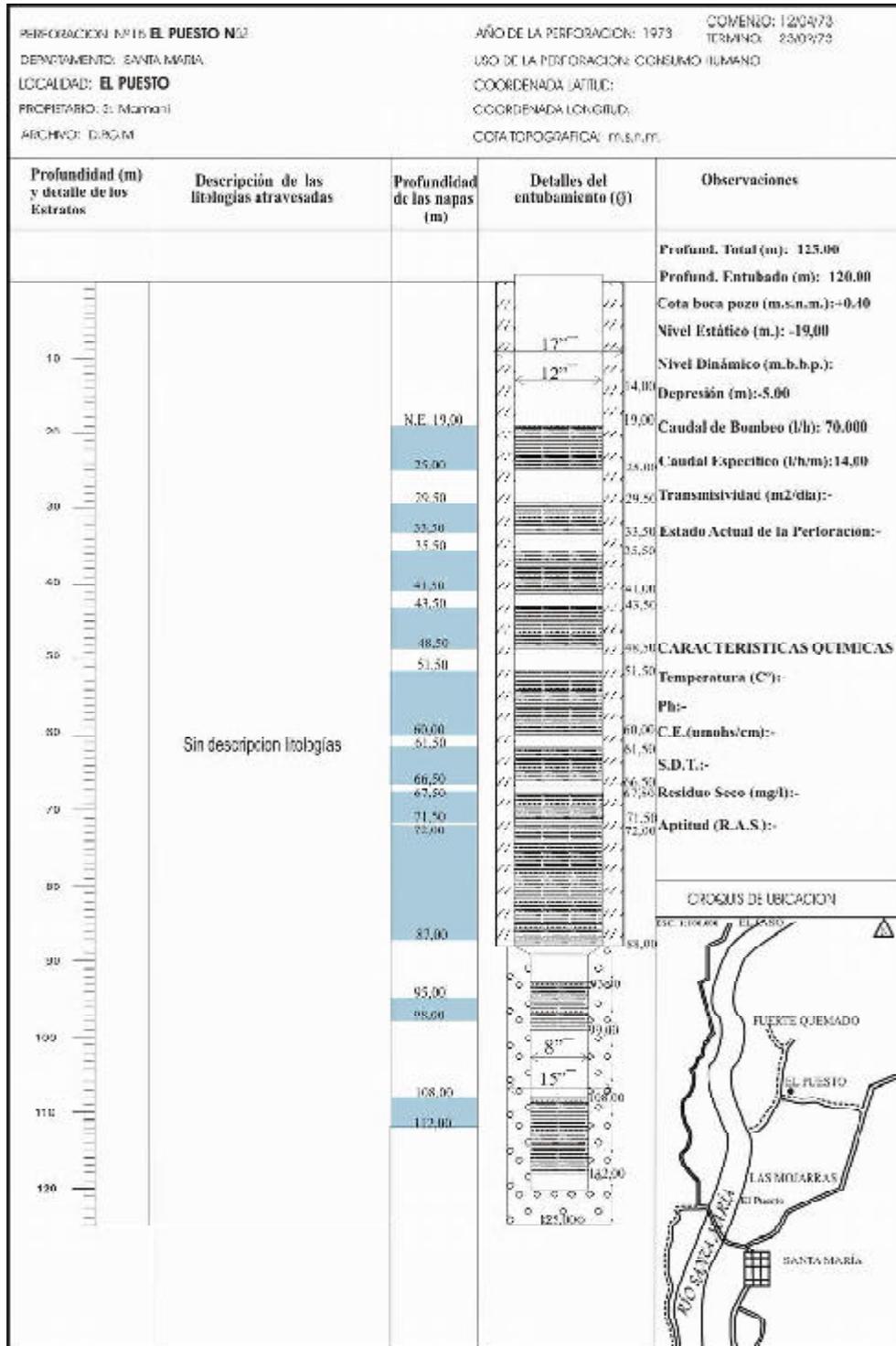


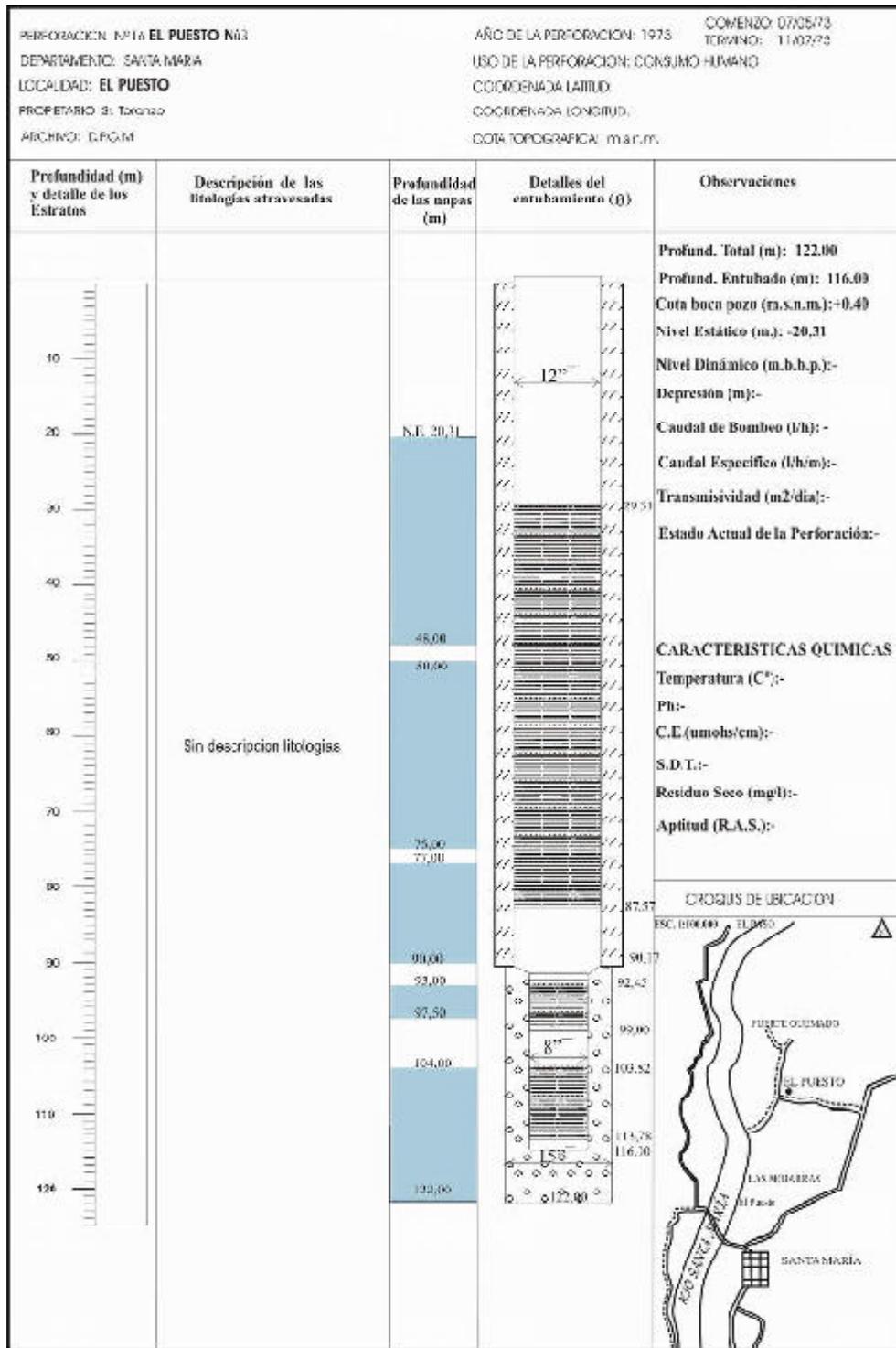


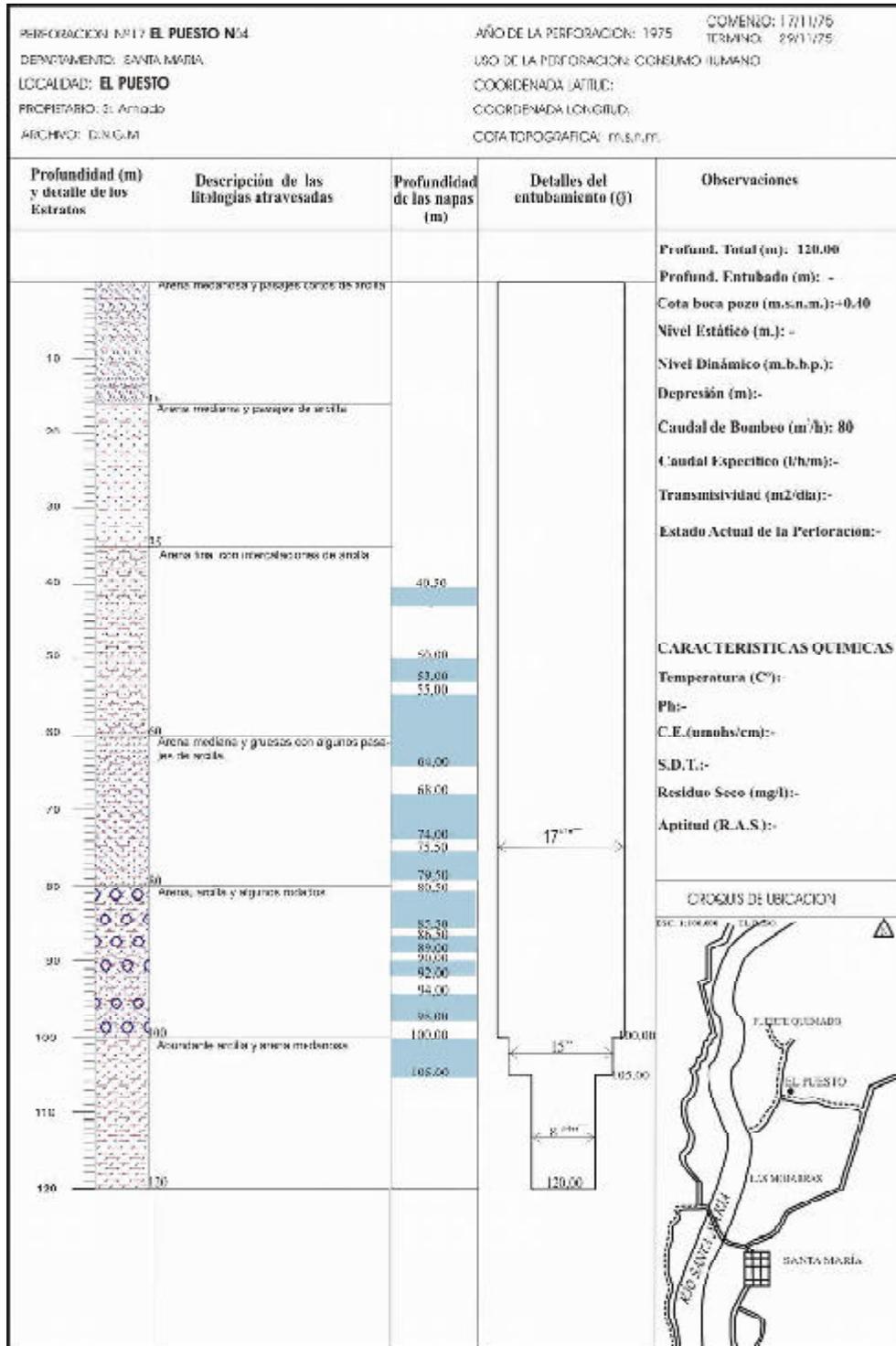


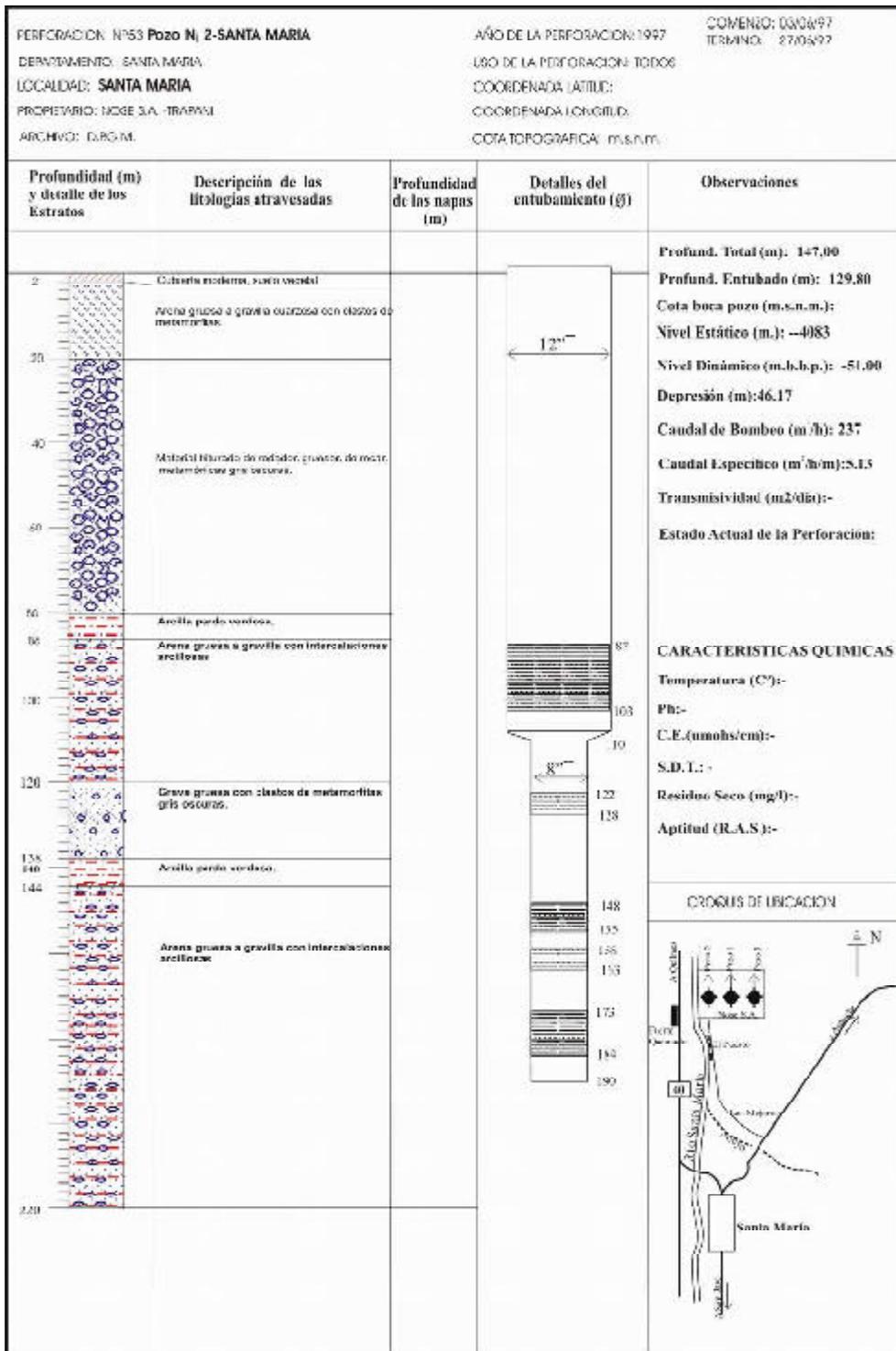


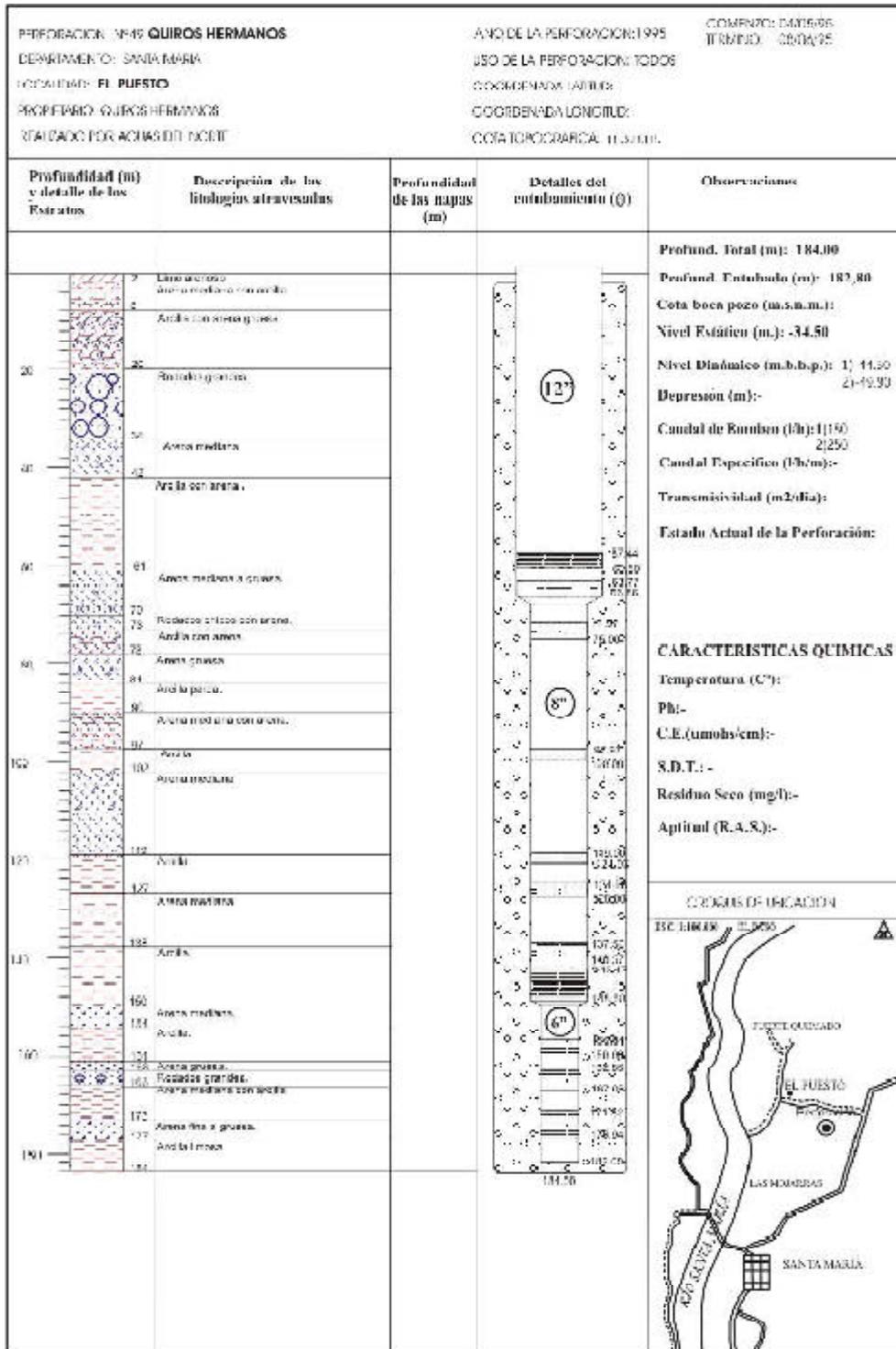


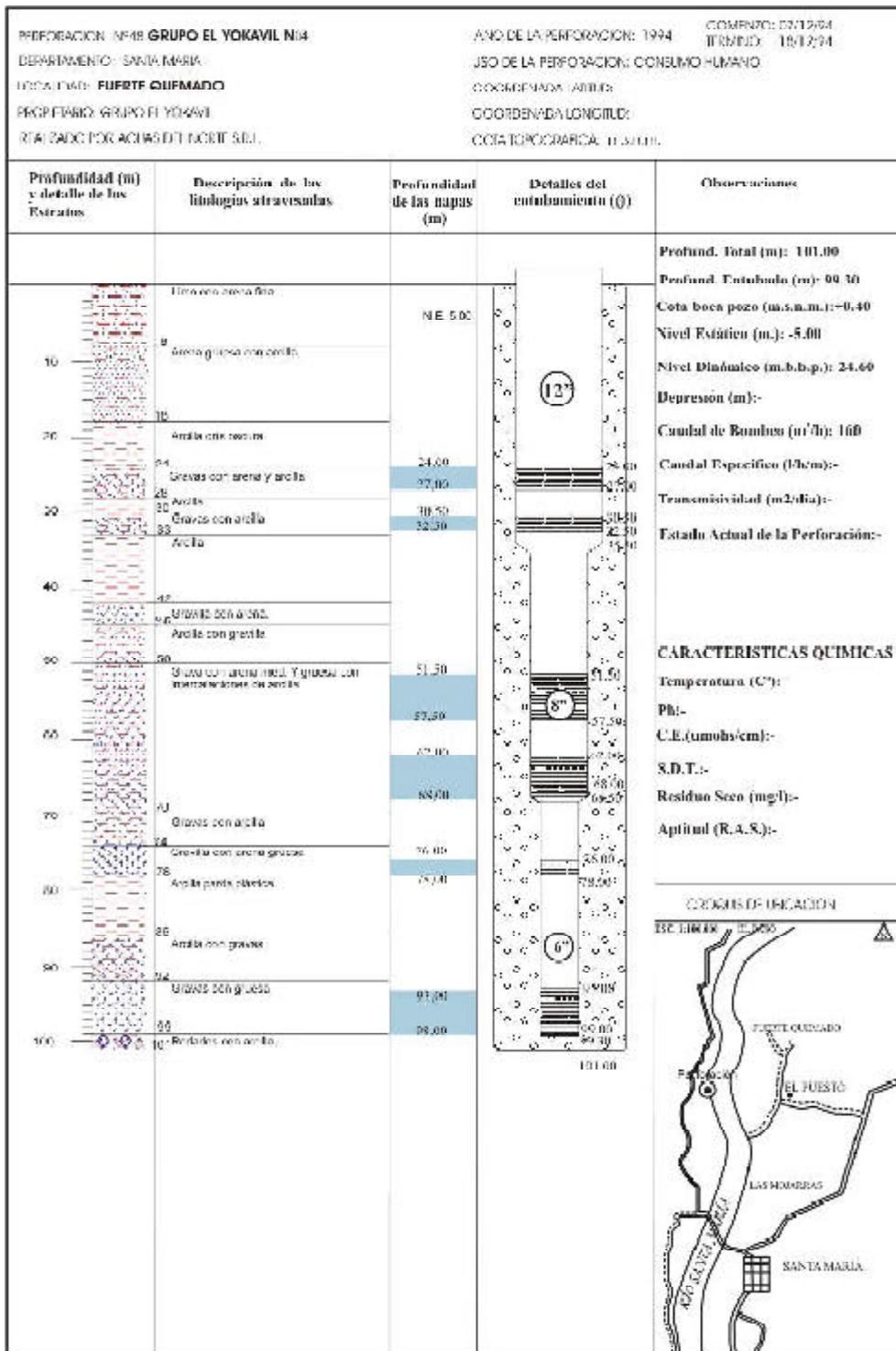


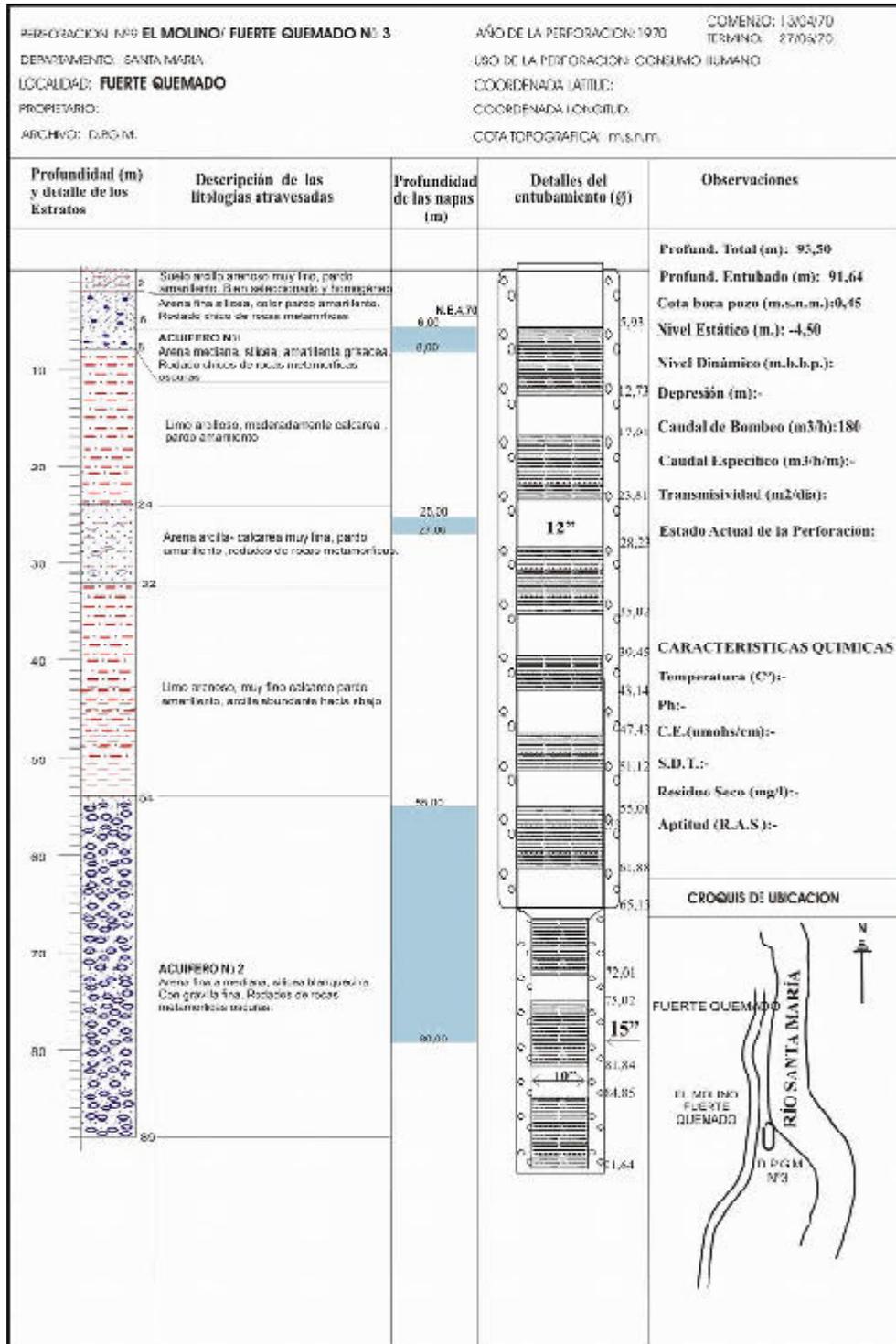


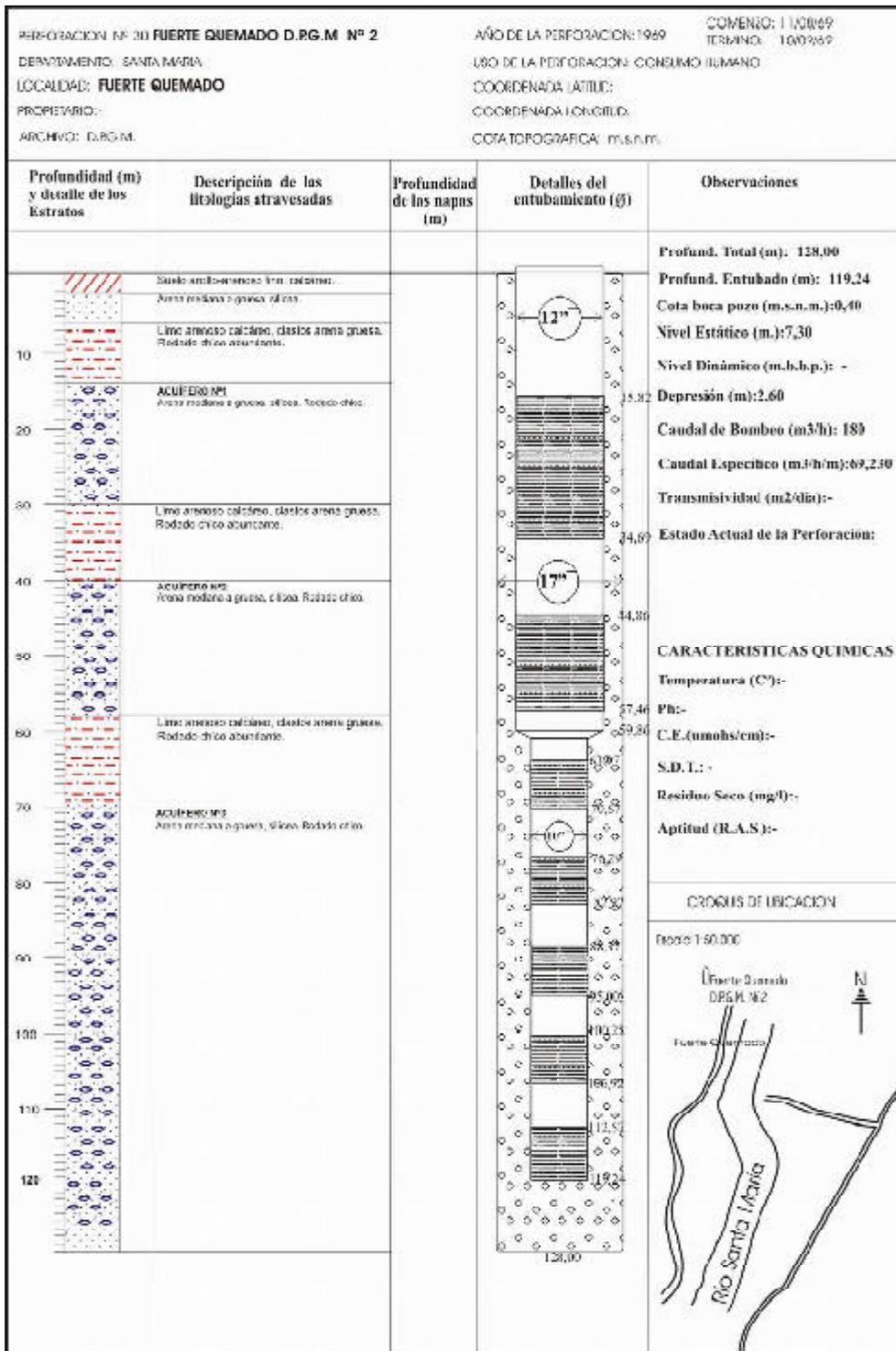


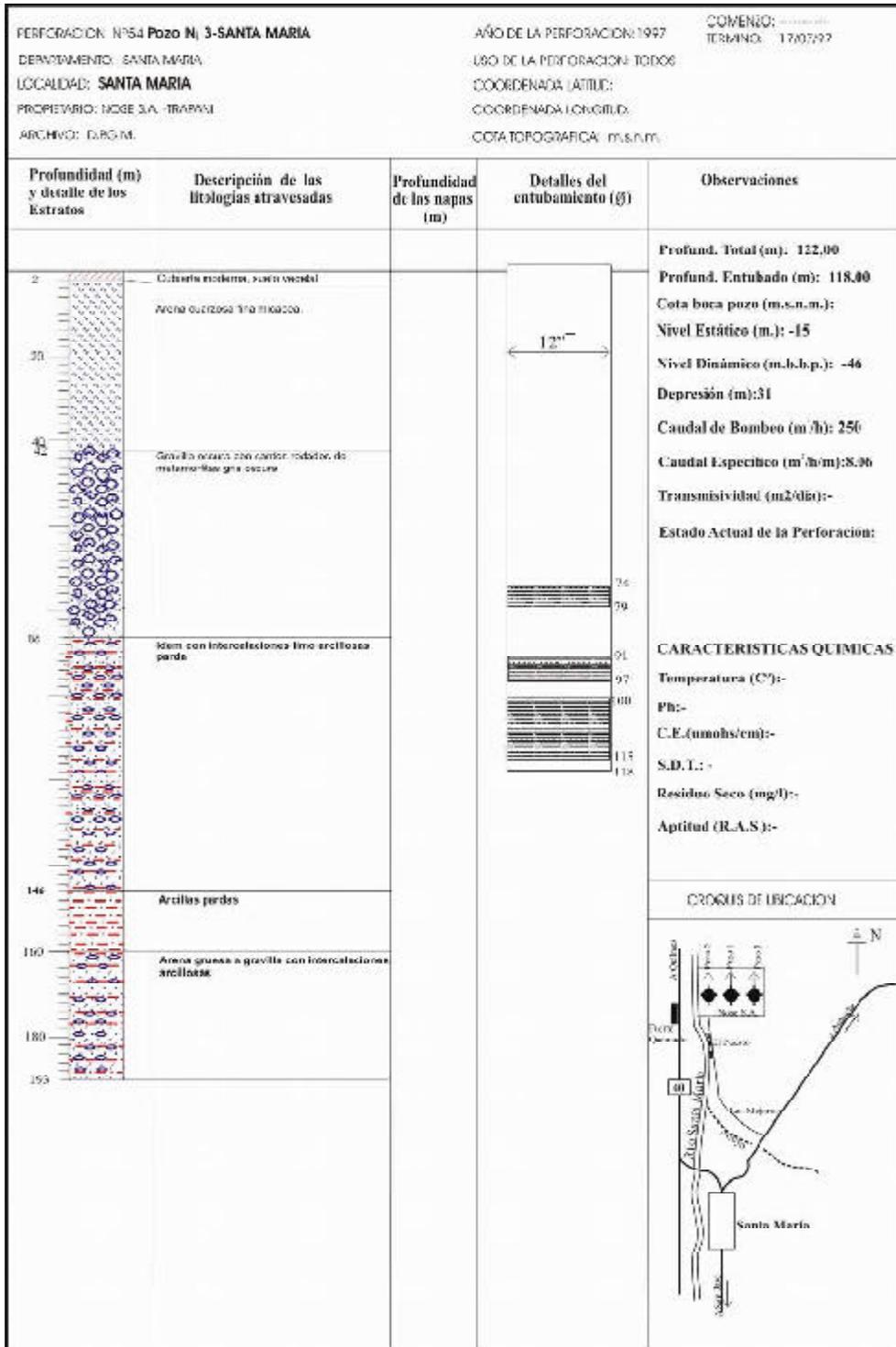


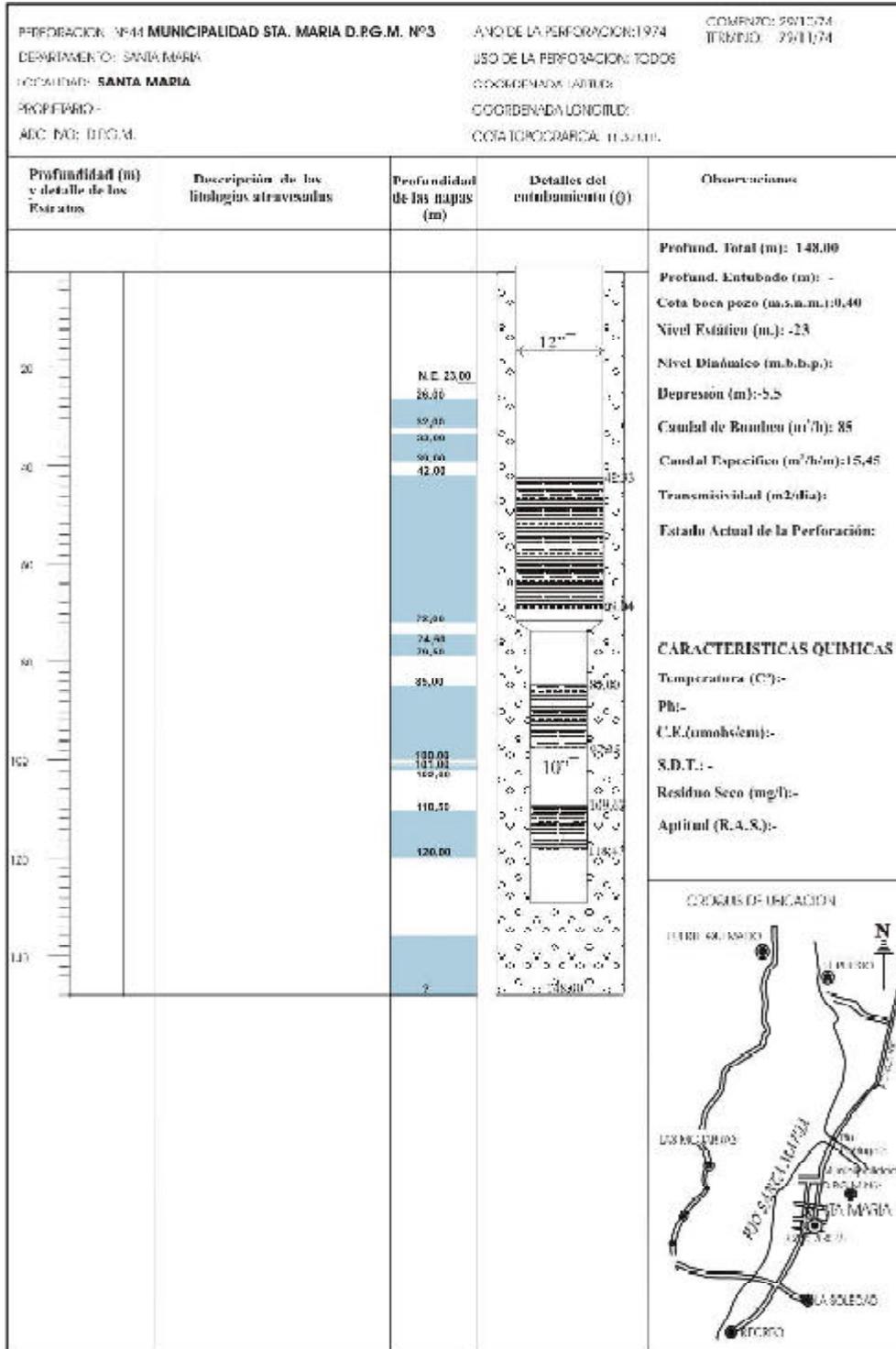


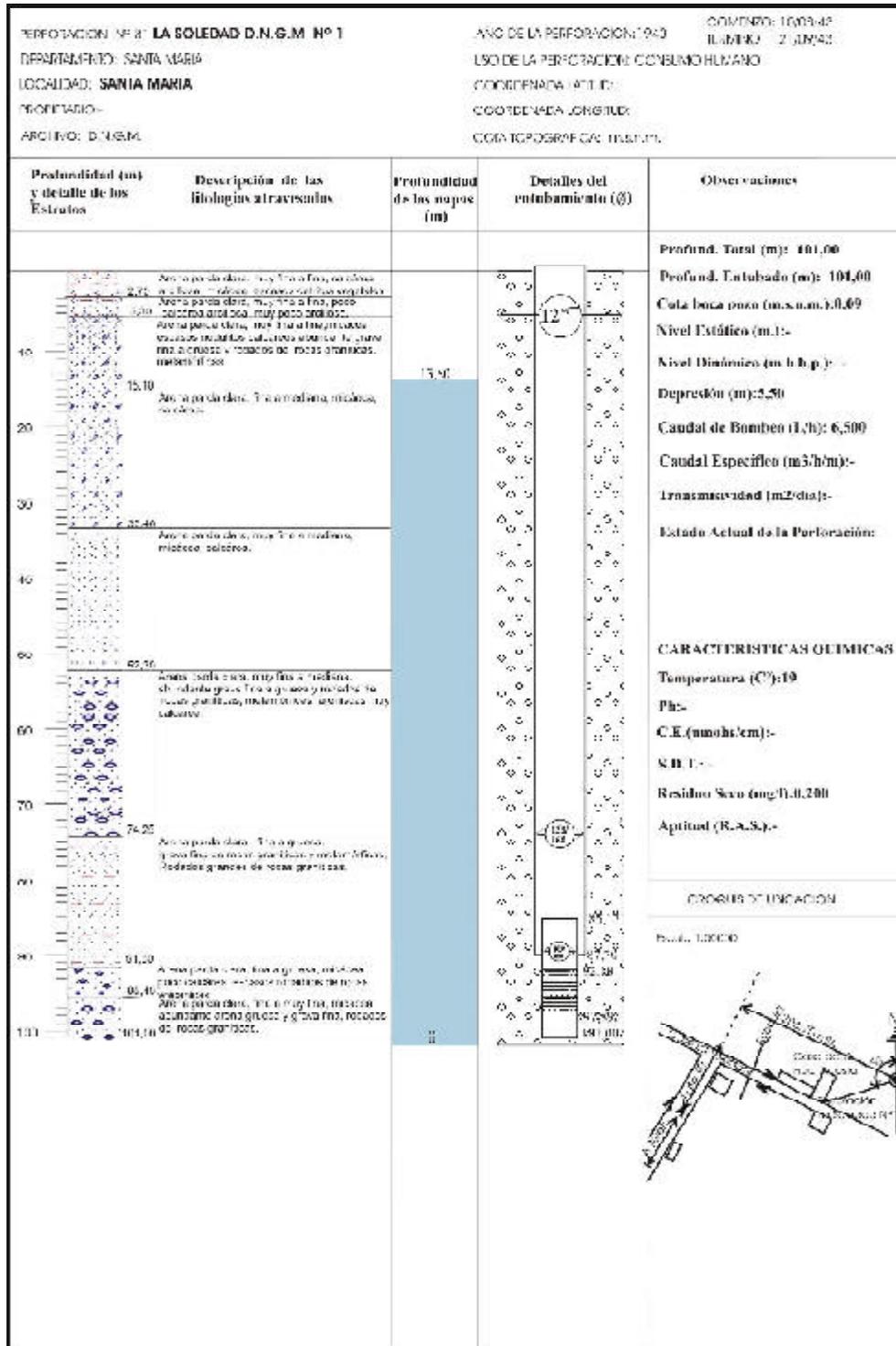




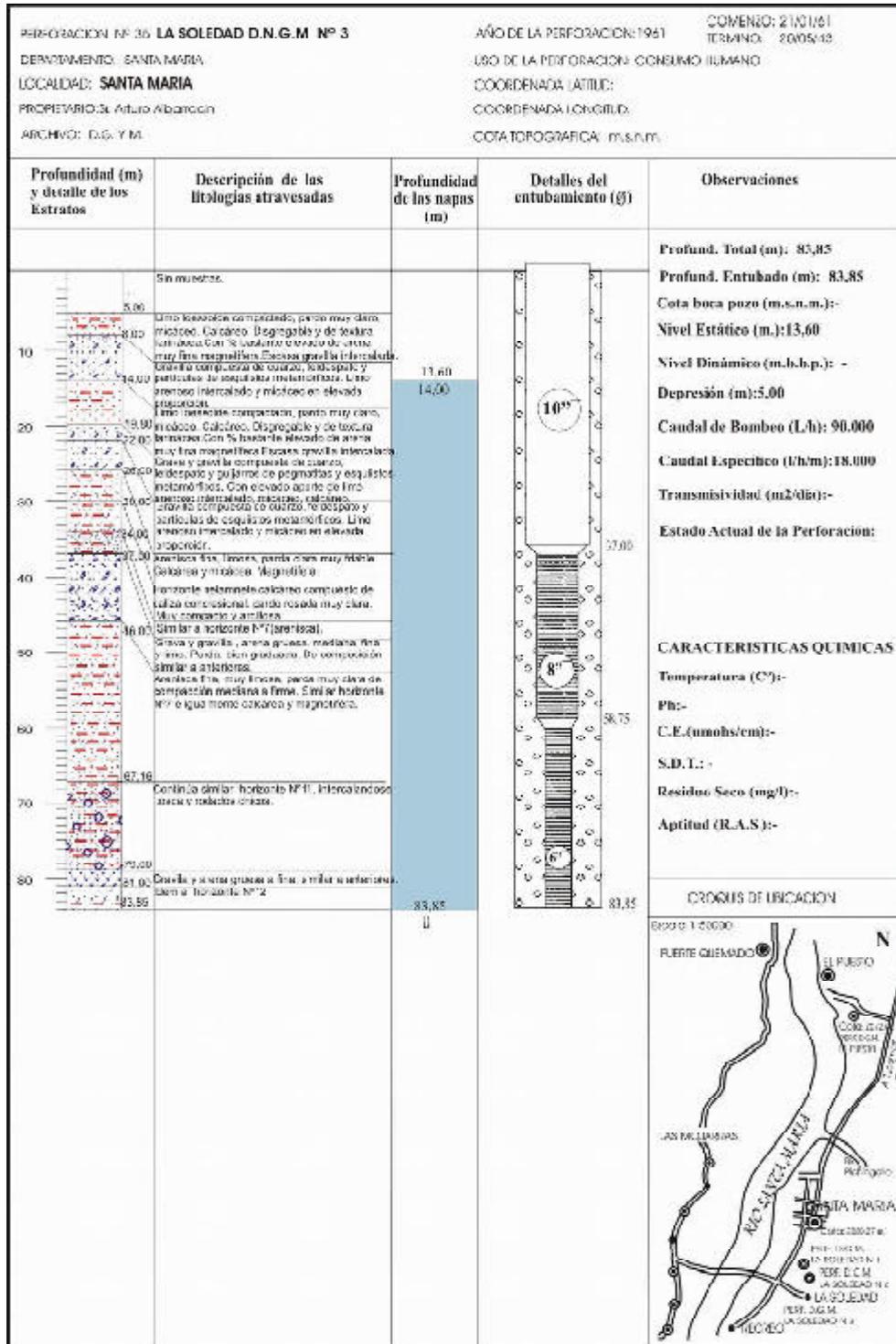


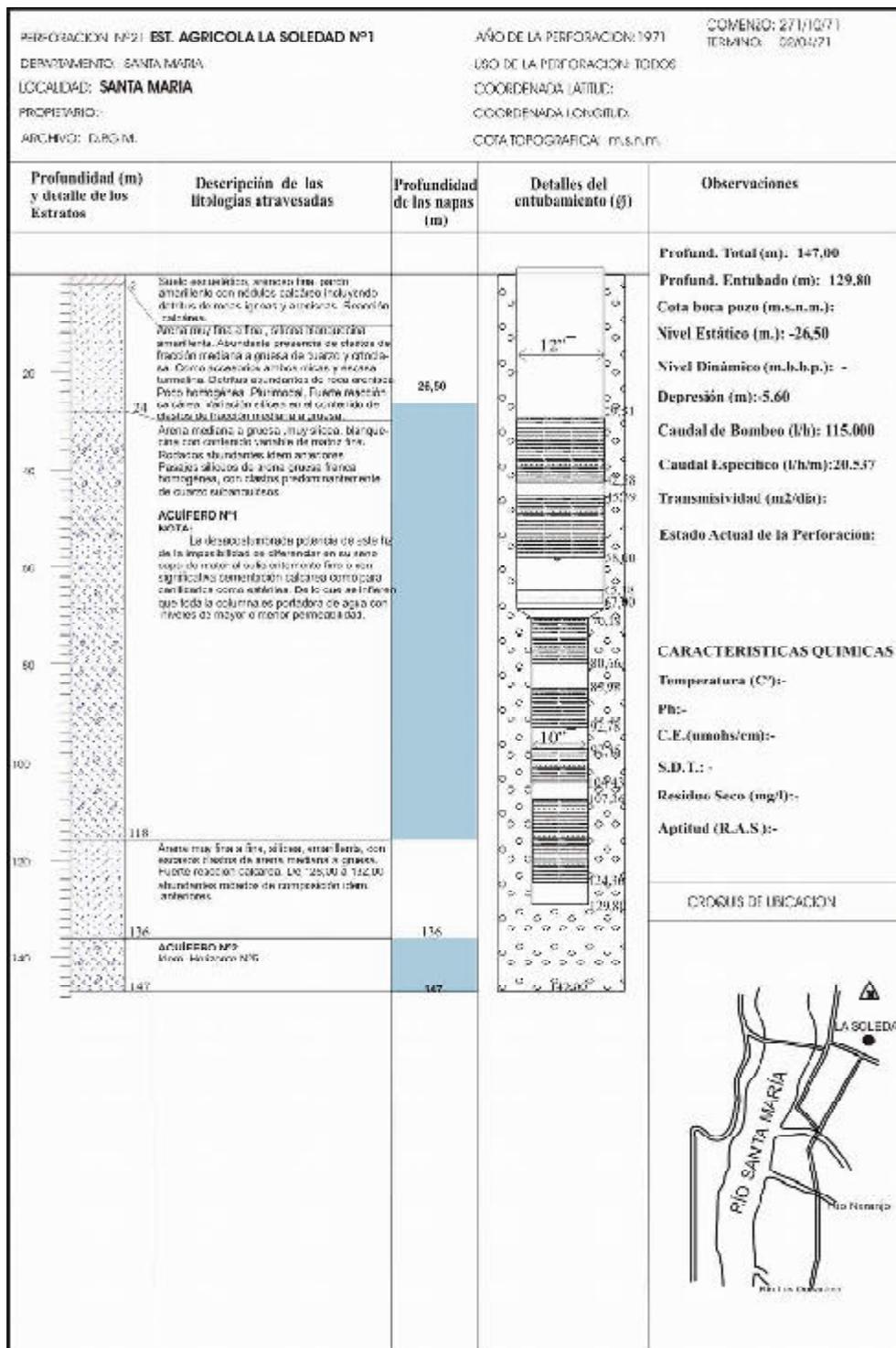


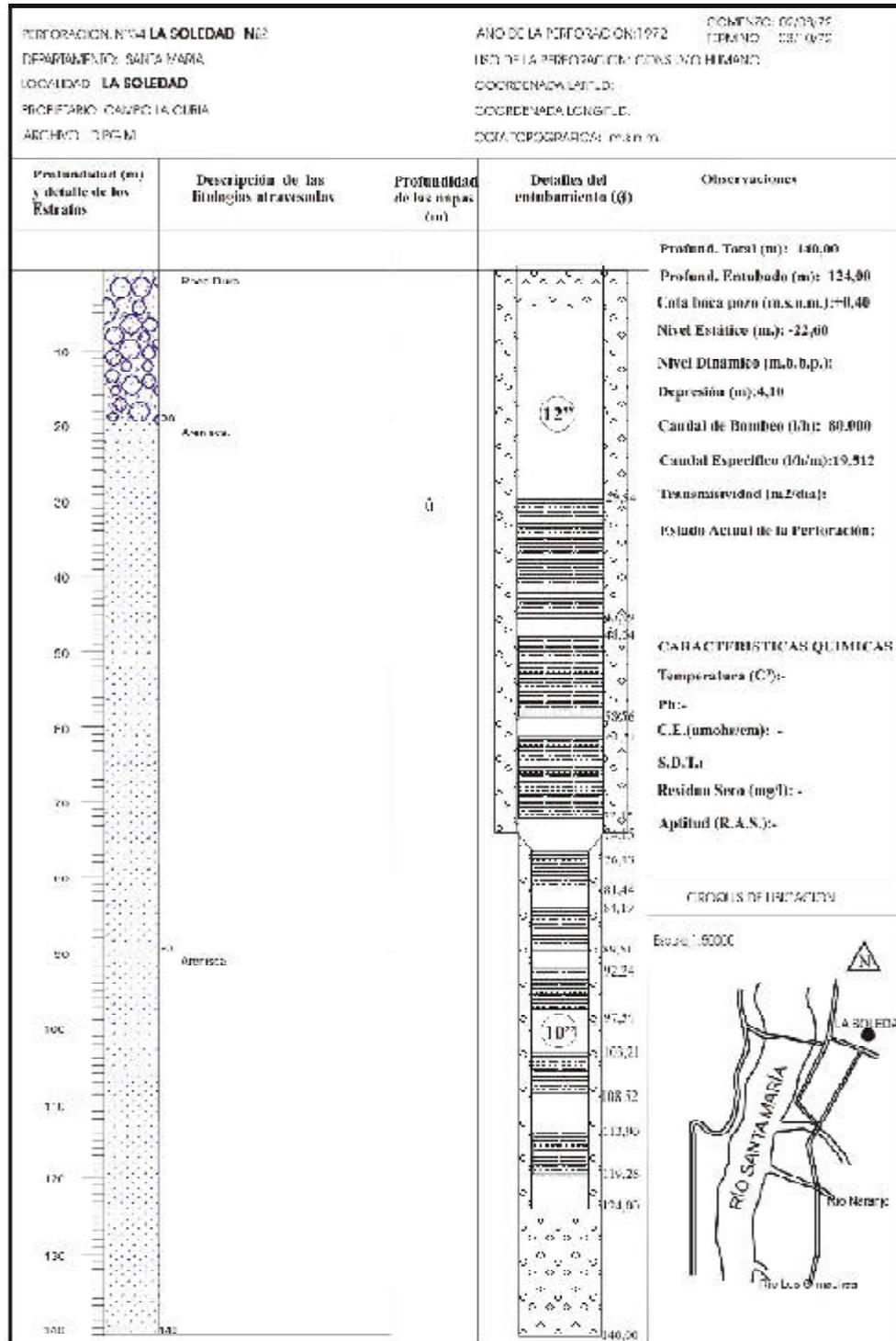




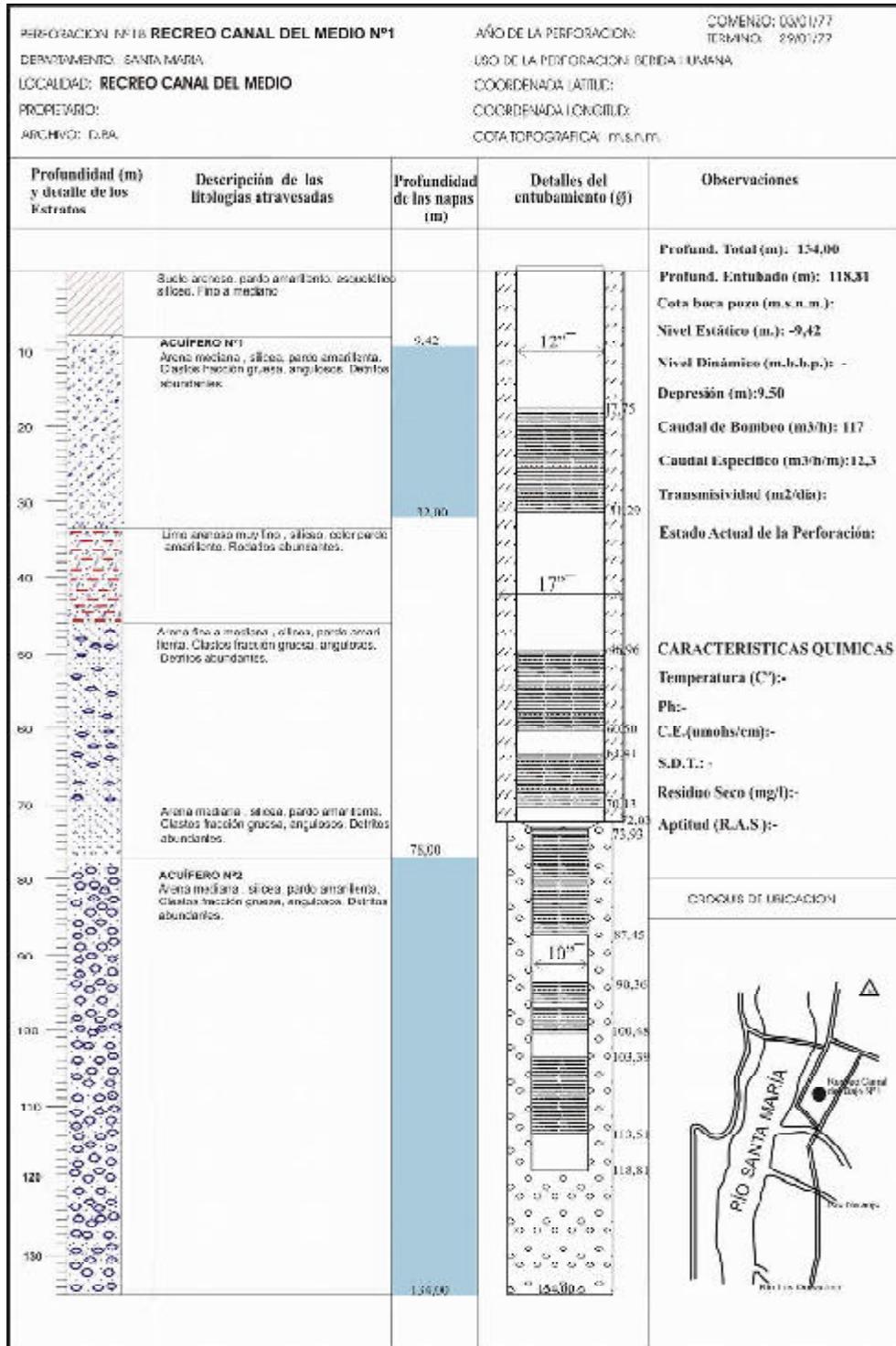


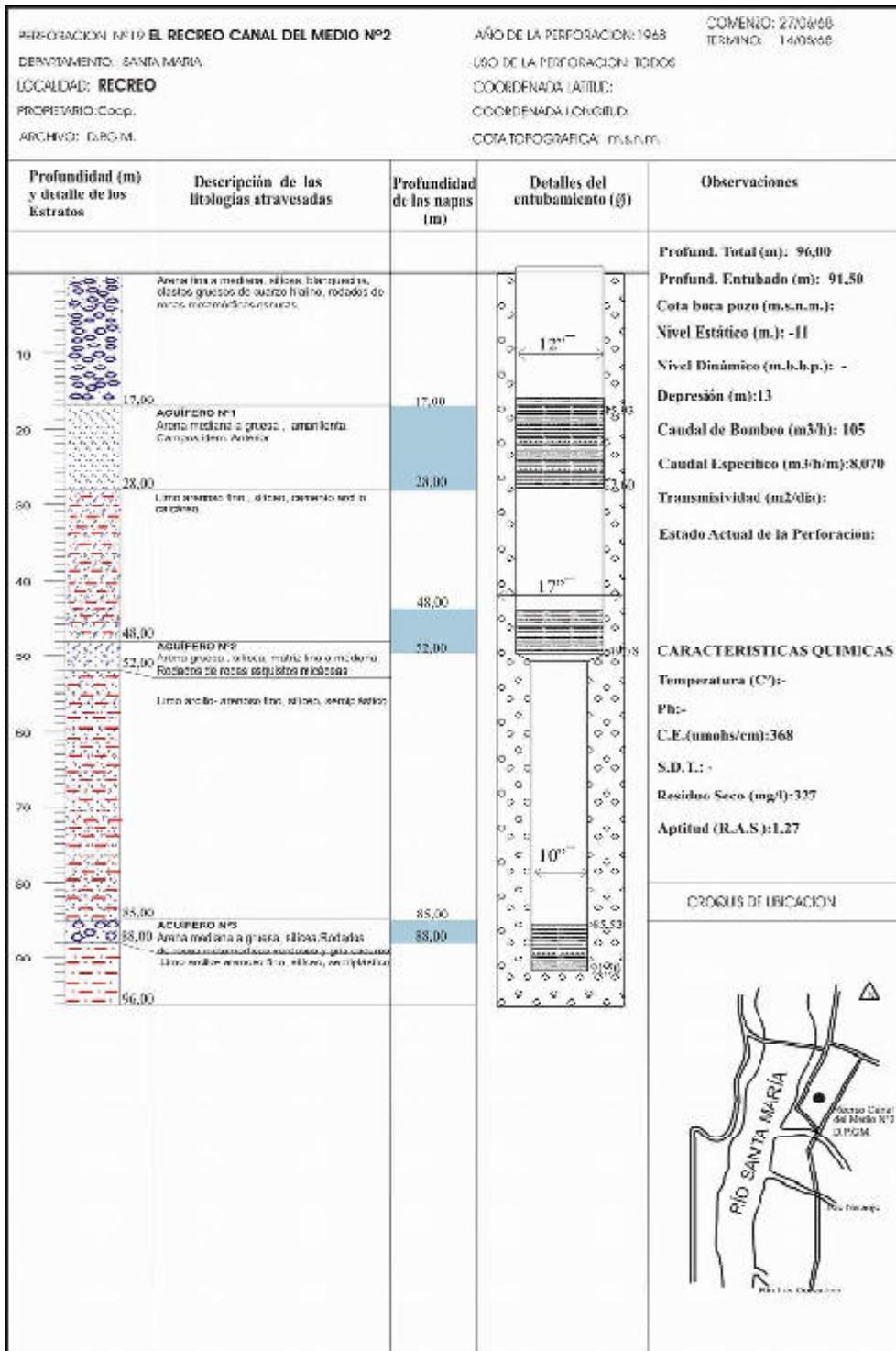


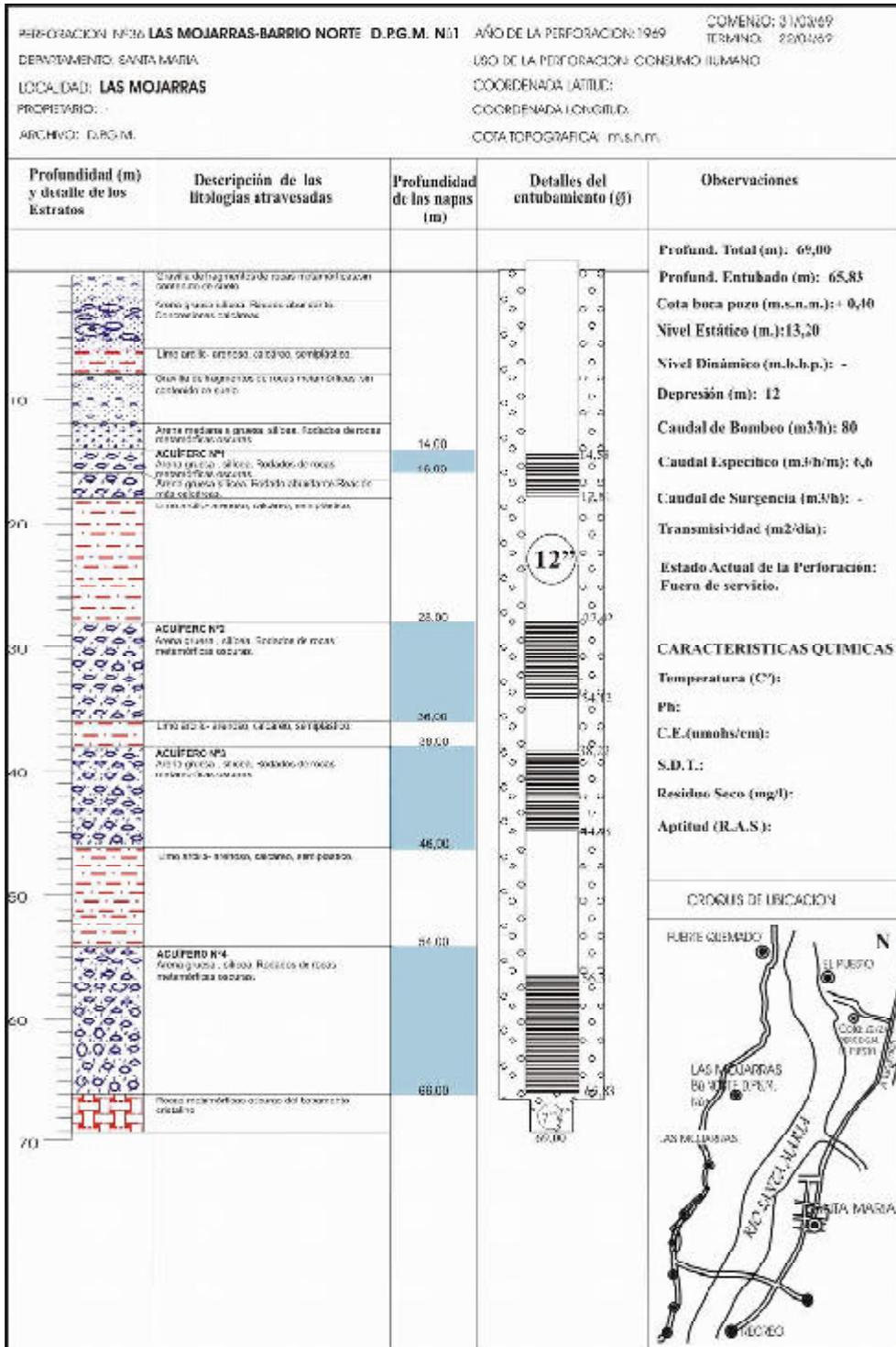


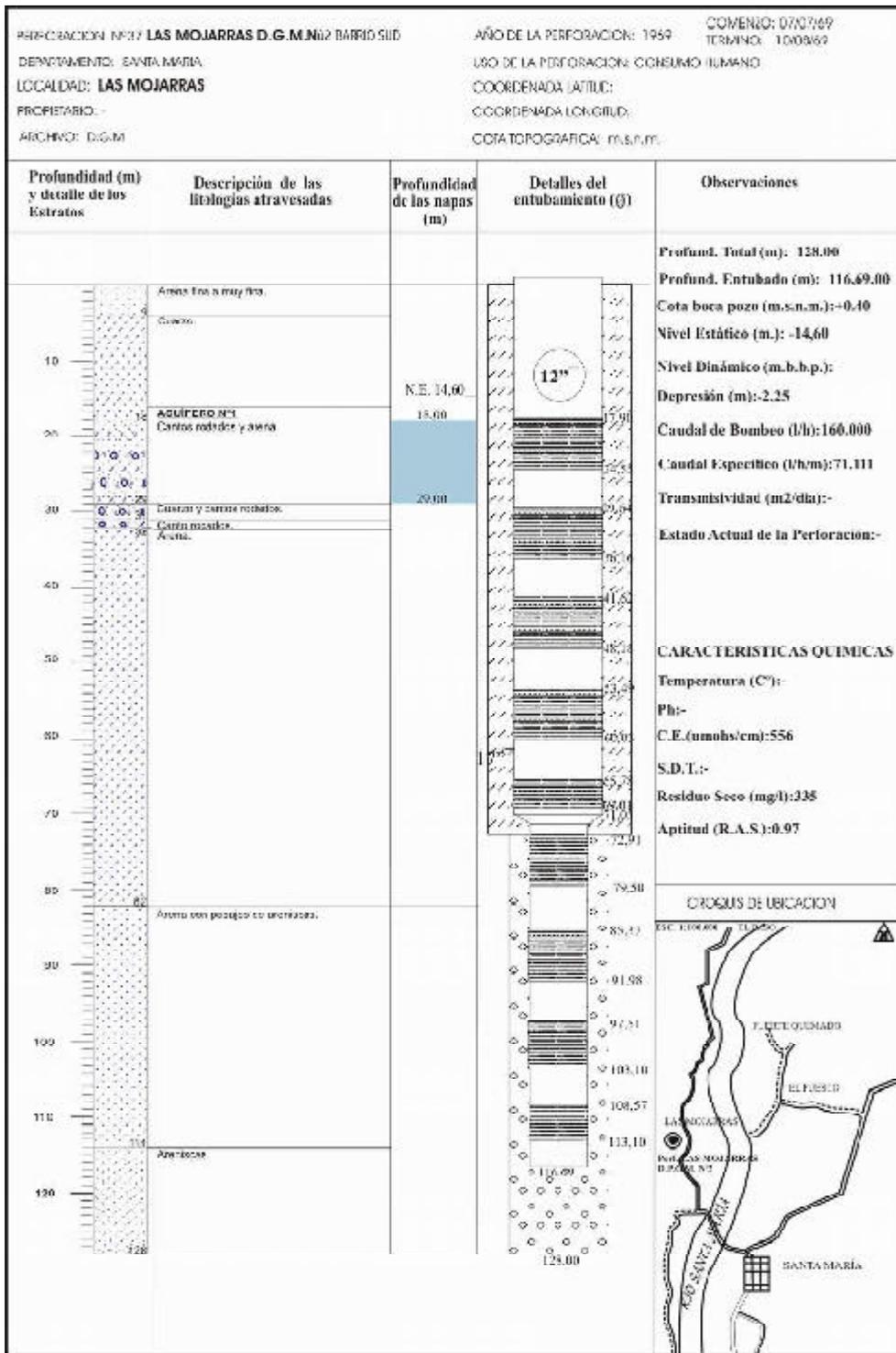


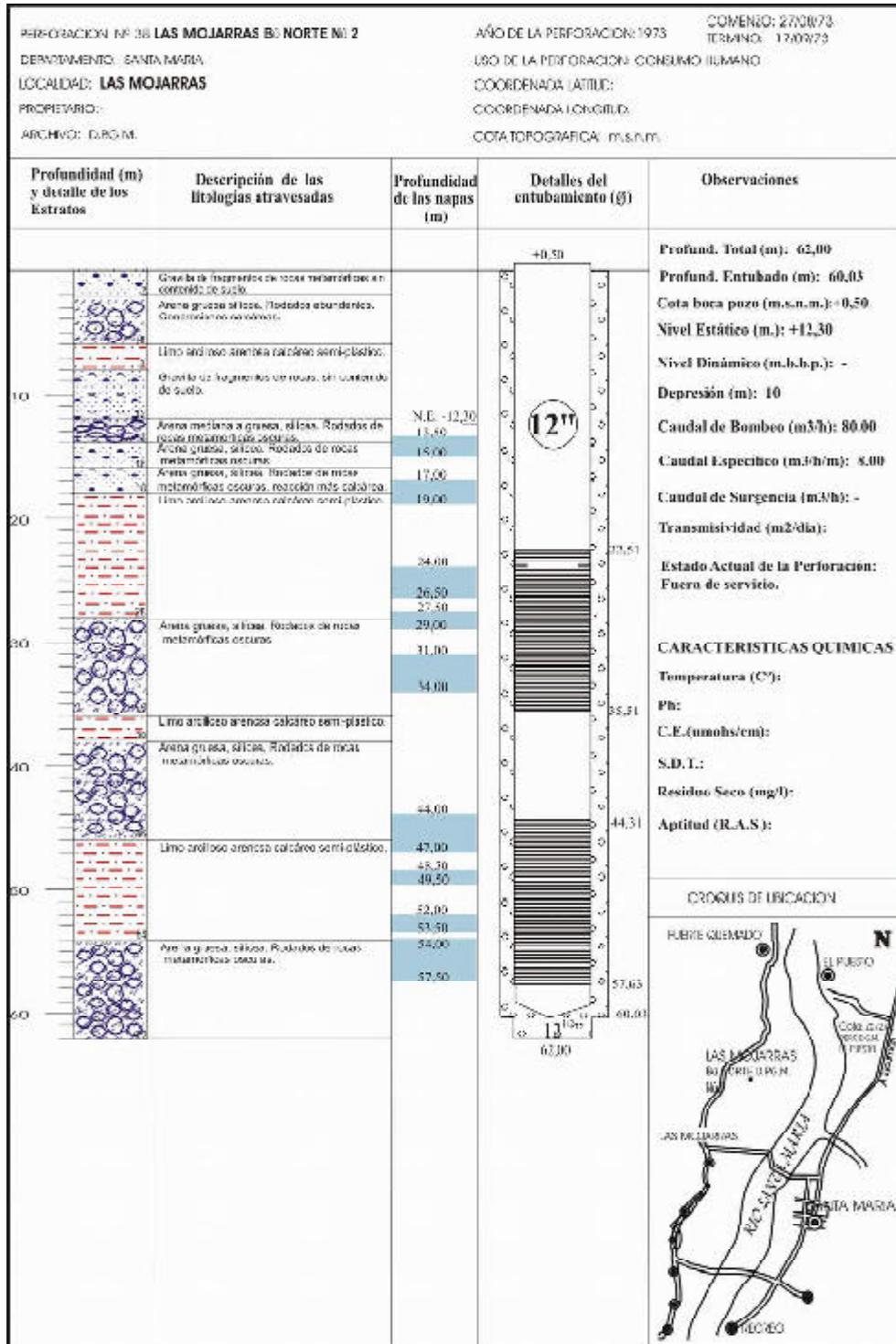
PERFORACION N° EL RECREO N°1		AÑO DE LA PERFORACION: 1942		COMENZO: 22/10/42																													
DEPARTAMENTO: SANTA MARÍA		USO DE LA PERFORACION: BEBIDA HUMANA		TERMINO: 3/11/42																													
LOCALIDAD: SANTA MARÍA		COORDENADA LATITUD:		COORDENADA LONGITUD:																													
PROPIETARIO:		COTA TOPOGRÁFICA: m.n.m.																															
ARCHIVO: D.F.G.M																																	
Profundidad (m) y detalle de los Estratos	Descripción de las litologías atravesadas	Profundidad de los napos (m)	Detalles del entubamiento (Q)		Observaciones																												
					<b>Profund. Total (m): 52.00</b> <b>Profund. Entubada (m): 50.50</b> <b>Cota boca pozo (m.s.n.m.):</b> <b>Nivel Estático (m.):</b> 215.95 <b>Nivel Dinámico (m.b.b.p.):</b> 312.57 <b>Depresión (m):</b> 17.05 2) 13.30 3) 14.20 <b>Caudal de Bombeo (l/h):</b> 17.47 2) 5.95 3) 7.57 <b>Caudal Específico (l/h/m):</b> 22.986 <b>Transmisividad (m²/día):</b> <b>Estado Actual de la Perforación:</b>																												
10	Arena poco gruesa, muy fina a mediana, poca yesosa. Poca arcillosa.	0,20																															
	Arena fina a muy fina, poco grisacea, poca arcillosa. Gravela intercalada.	1																															
	Arena mediana a gruesa, poco grisacea, arcillosa micacea. Escasa grava y gravela. Redondeo grandes.	3,70																															
20	Arena fina a muy fina, poco grisacea, arcillosa, arcillosa. Poca gravela intercalada. Arena mediana a gruesa, poco grisacea, arcillosa micacea. Abundante arena fina, escasa gravela. Redondeo grandes de rocas volcánicas.	15,15																															
30	Arena mediana fina, poco arena, muy arcillosa, muy calcárea. Intercalaciones de arena, gravela y grava gris oscura con abundante arena gruesa a fina, micacea, rodados laminados de rocas volcánicas. Mucha arena poco clara, fina a muy fina, clara, muy calcárea. Inmensa micacea.	32,60																															
40	Arena fina a muy fina. Arcilla gris pardusca, finamente arenosa y micacea, muy calcárea, clara.	39,70																															
	Arena mediana a gruesa, grisácea, micacea, arcillosa, volcánica.	48,50																															
	Arcilla poco clara finamente arenosa con pedregos volcánicos.																																
	Gravela y grava gris oscura. Rodados de rocas volcánicas.																																
	Arcilla poco clara, fina a muy fina, clara, muy calcárea. Inmensa micacea.																																
	Arena mediana, algunos rodados medianos y pedregos volcánicos.																																
	Arena mediana y fina, algunos rodados chicos y volcánicos.																																
<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CAPAS</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T (C°)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ph</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C.E. (Umho/cm)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S.D.T.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Residuo Seco (mg/l)</td> <td>0.4700</td> <td>0.3840</td> <td>0.2130</td> </tr> <tr> <td>Aptitud (R.A.S.)</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>A</td> </tr> </tbody> </table>						CAPAS	1	2	3	T (C°)				Ph				C.E. (Umho/cm)				S.D.T.				Residuo Seco (mg/l)	0.4700	0.3840	0.2130	Aptitud (R.A.S.)	A	A	A
CAPAS	1	2	3																														
T (C°)																																	
Ph																																	
C.E. (Umho/cm)																																	
S.D.T.																																	
Residuo Seco (mg/l)	0.4700	0.3840	0.2130																														
Aptitud (R.A.S.)	A	A	A																														
<b>CROQUIS DE UBICACION</b>																																	

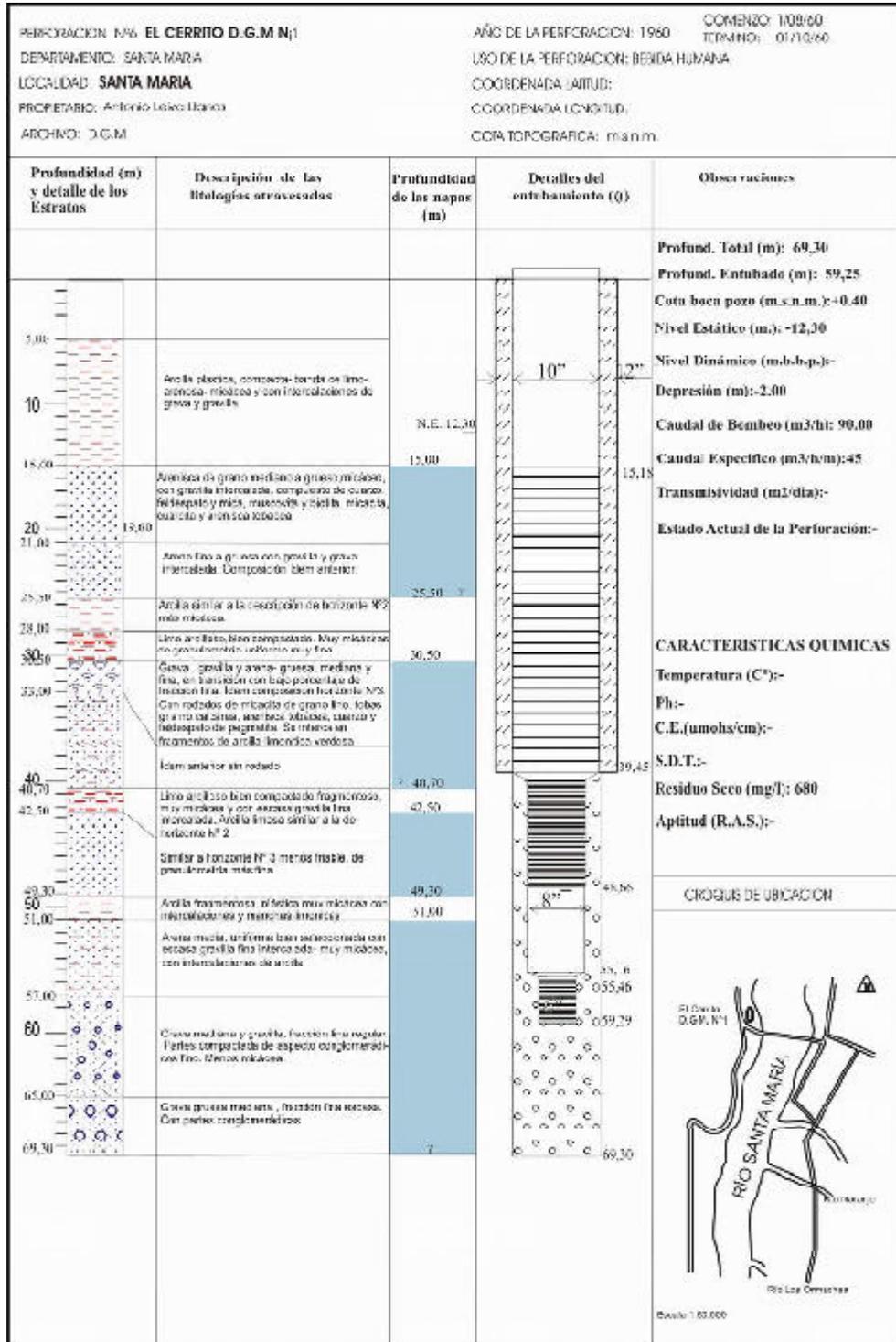


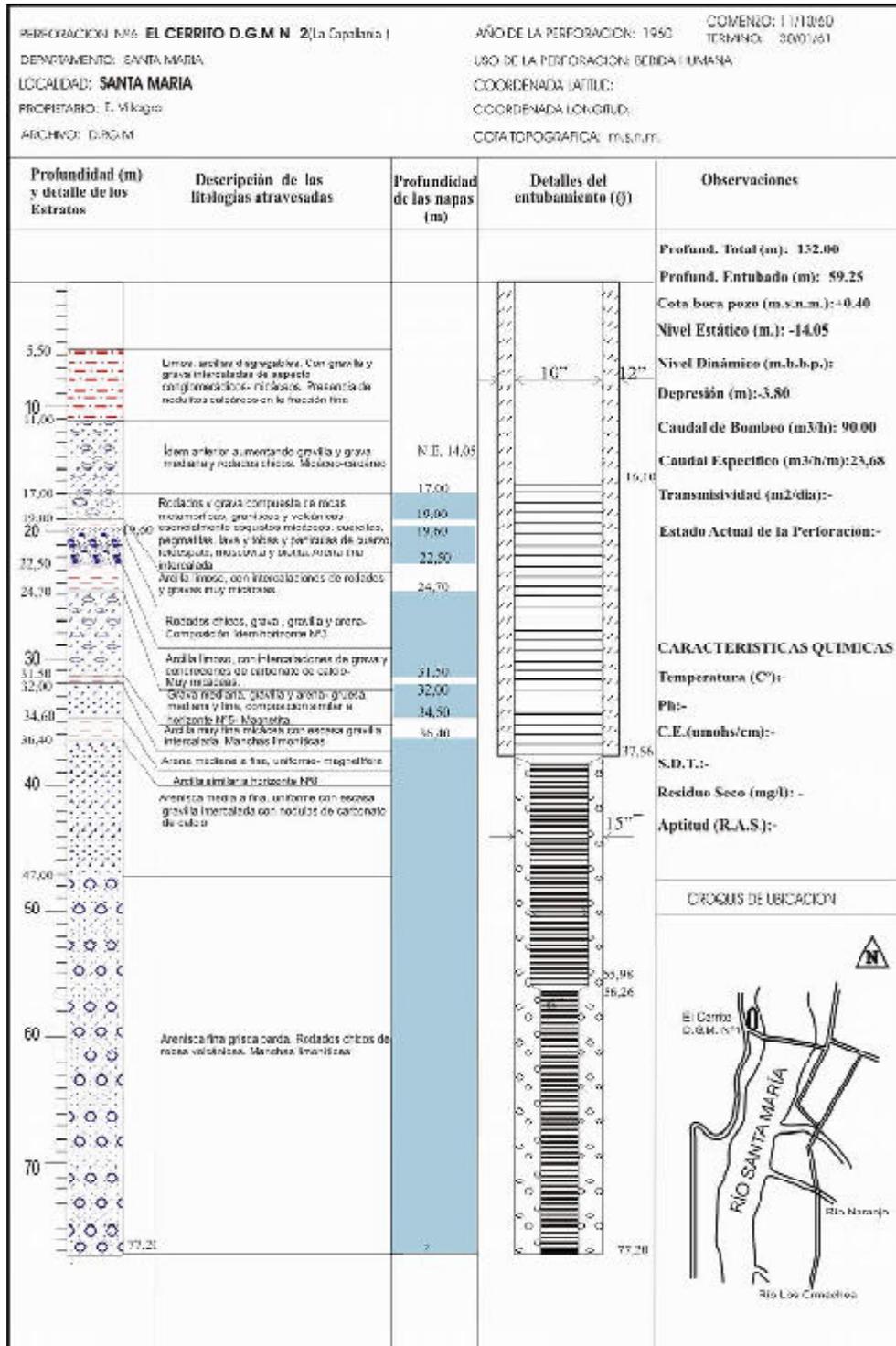


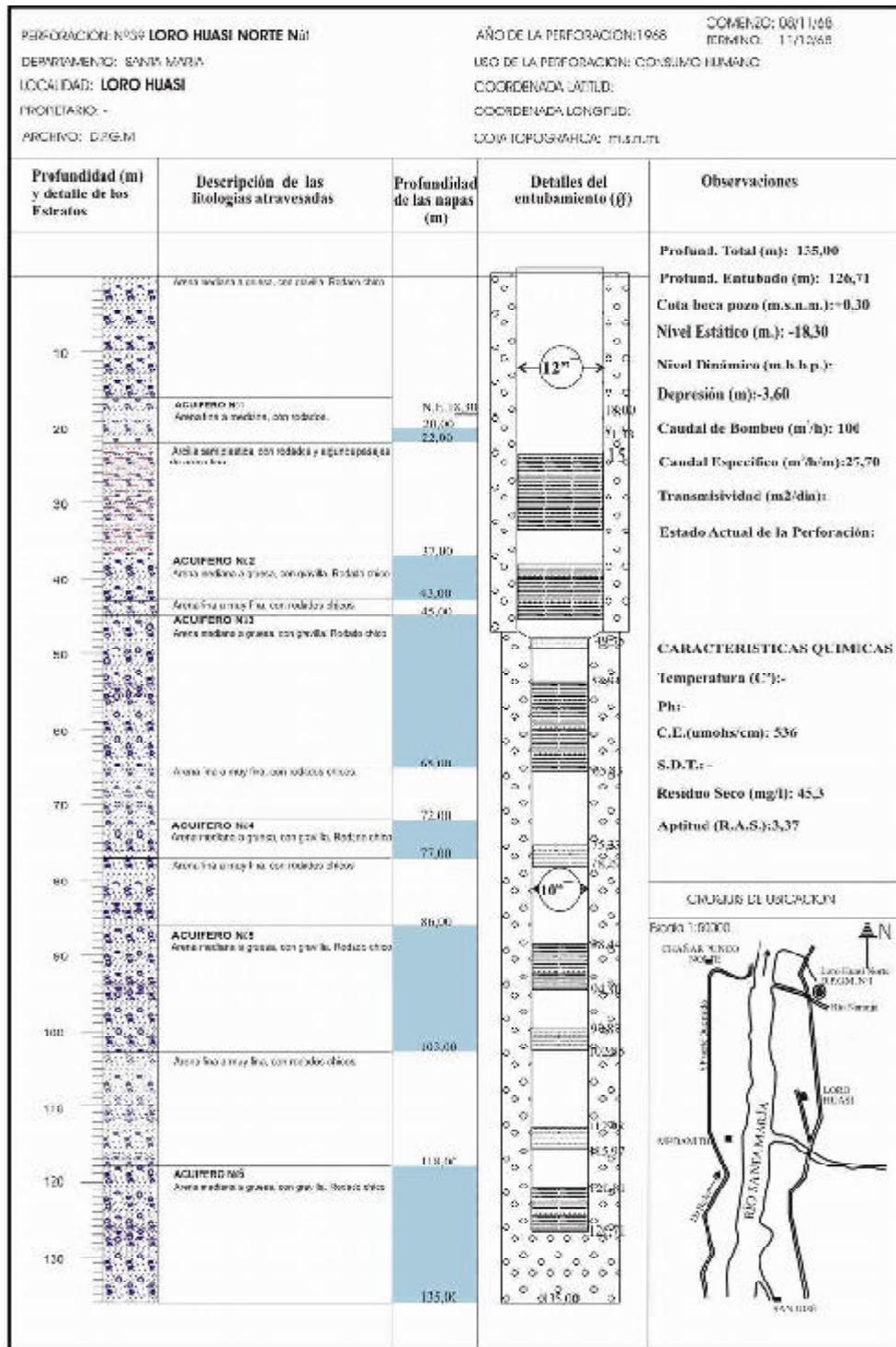


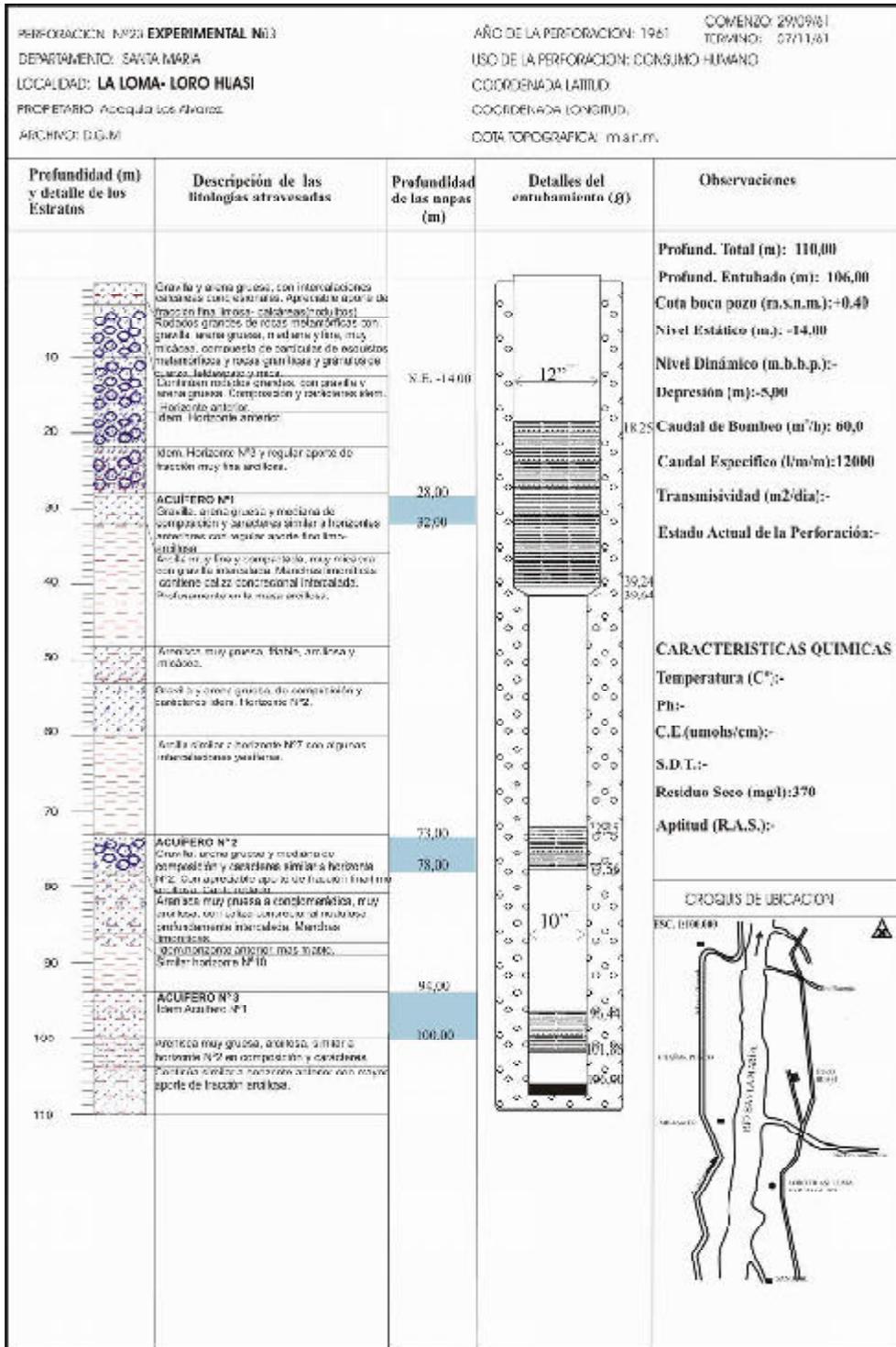


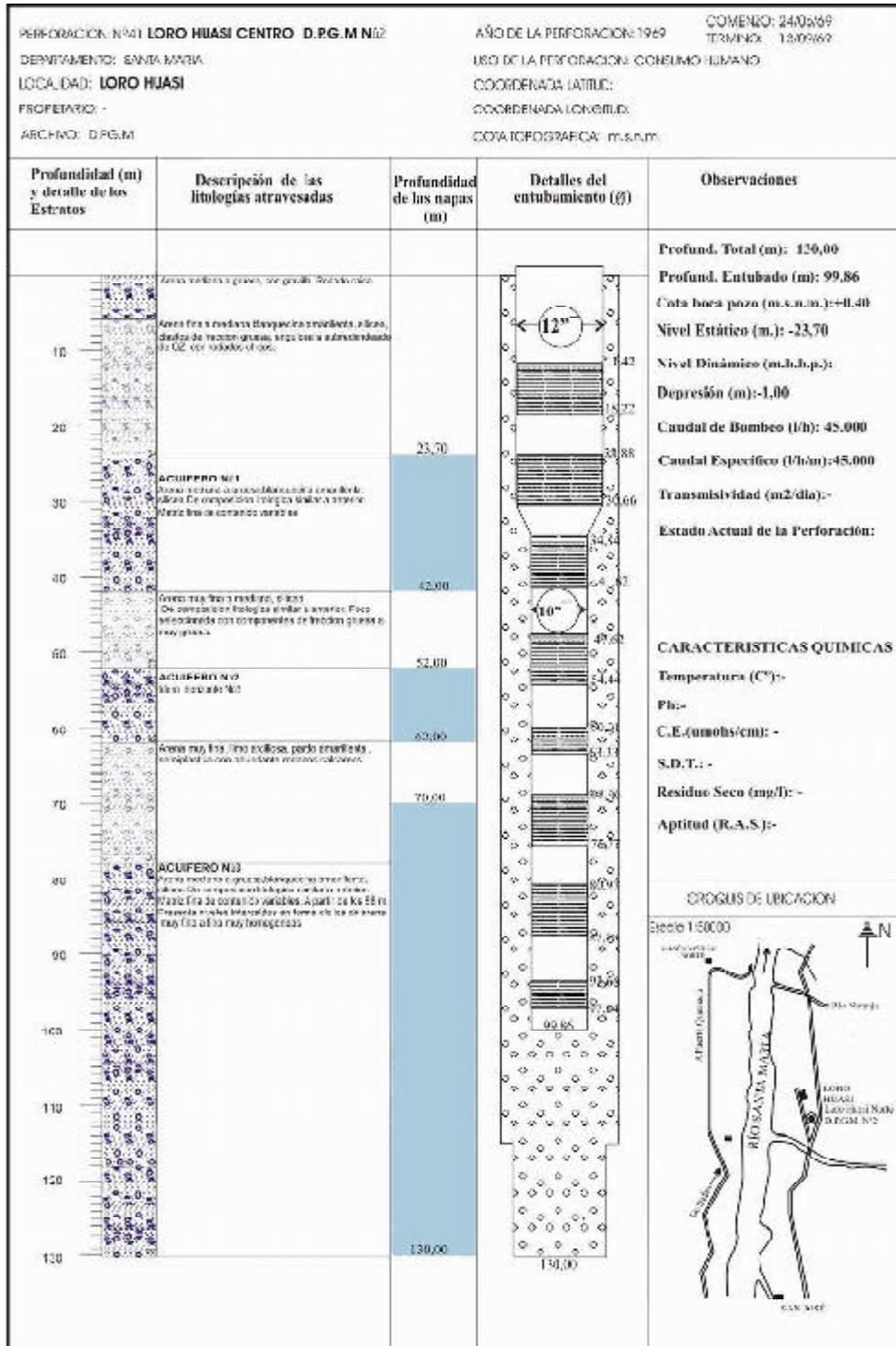


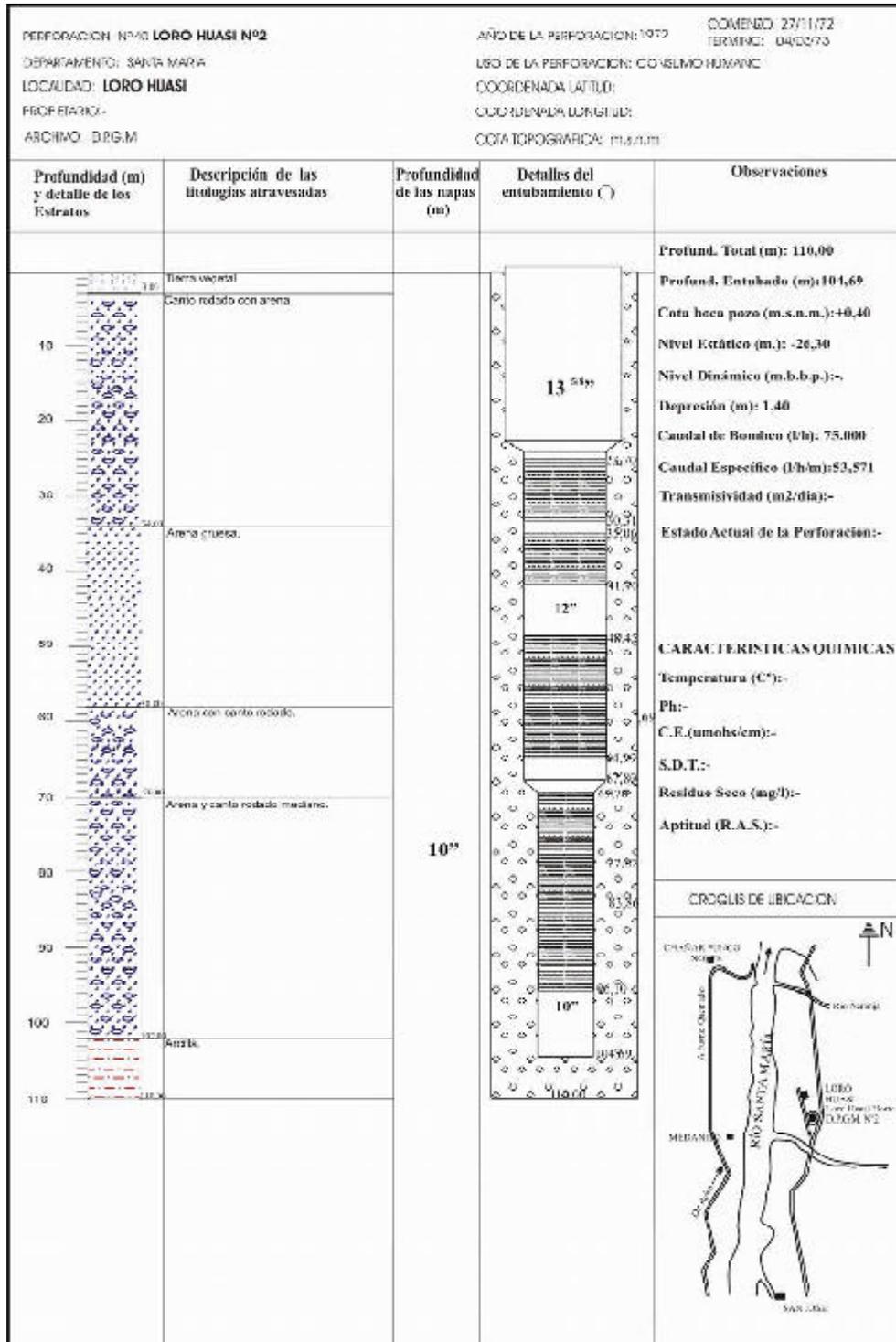




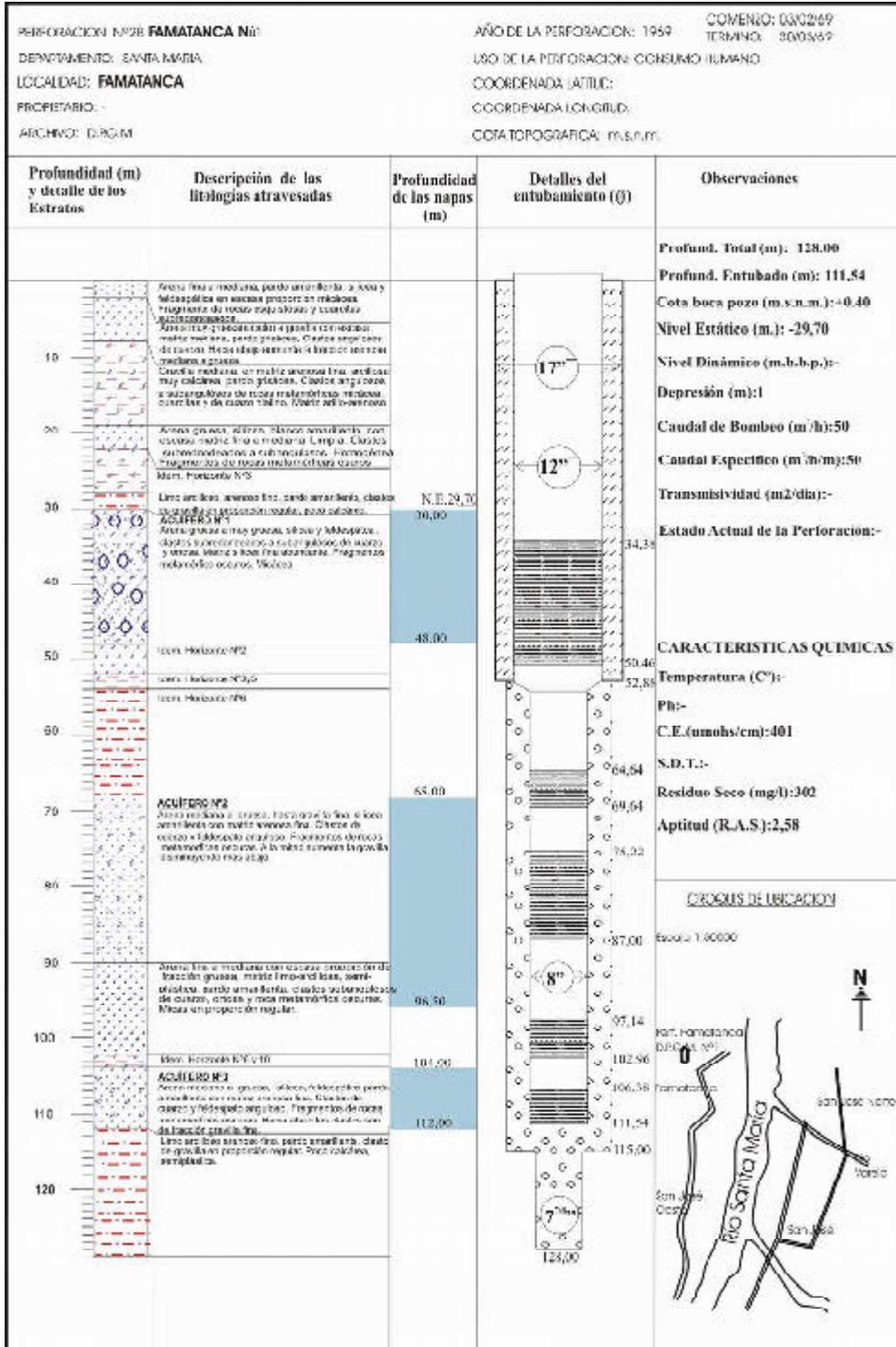


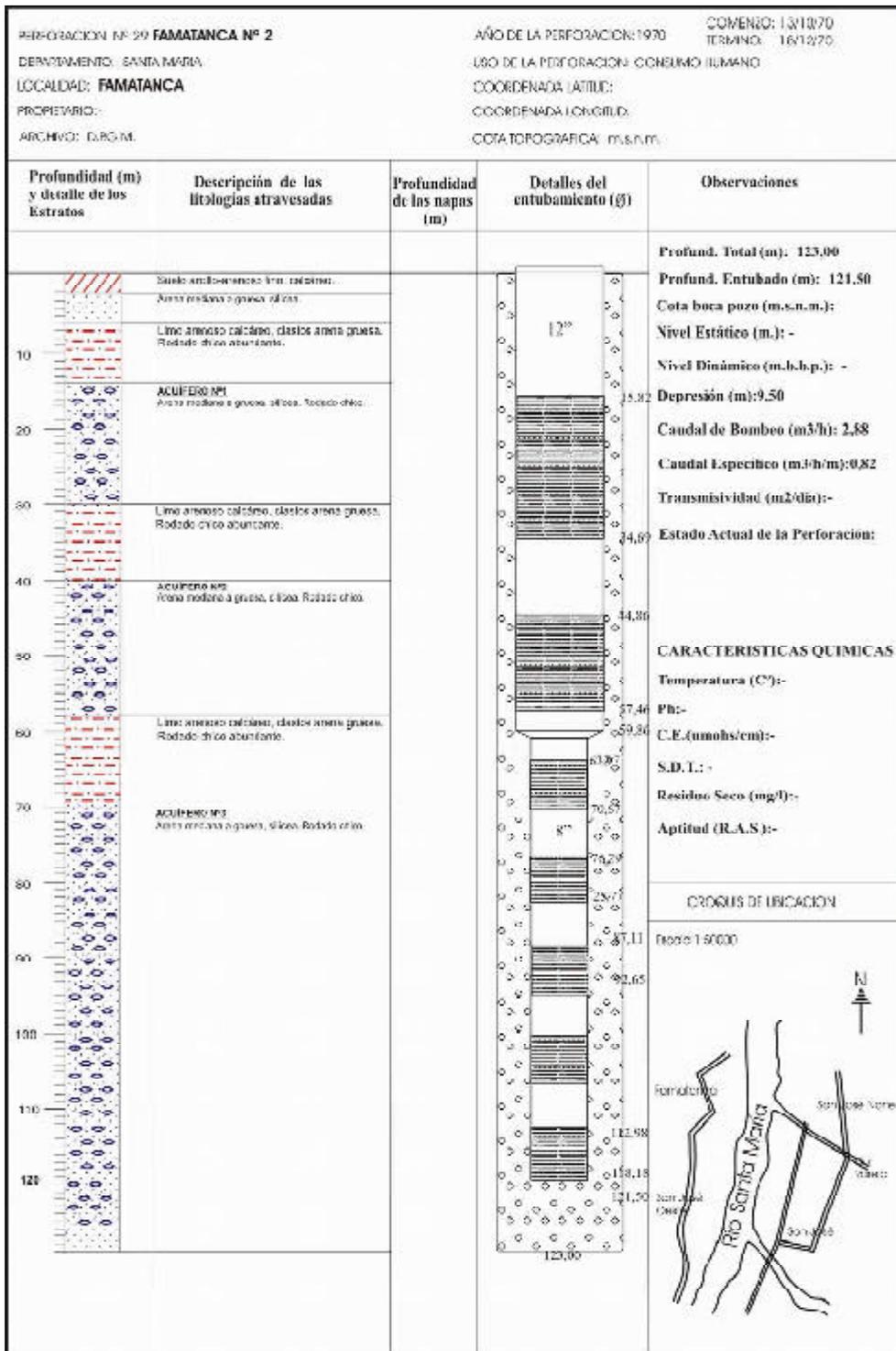


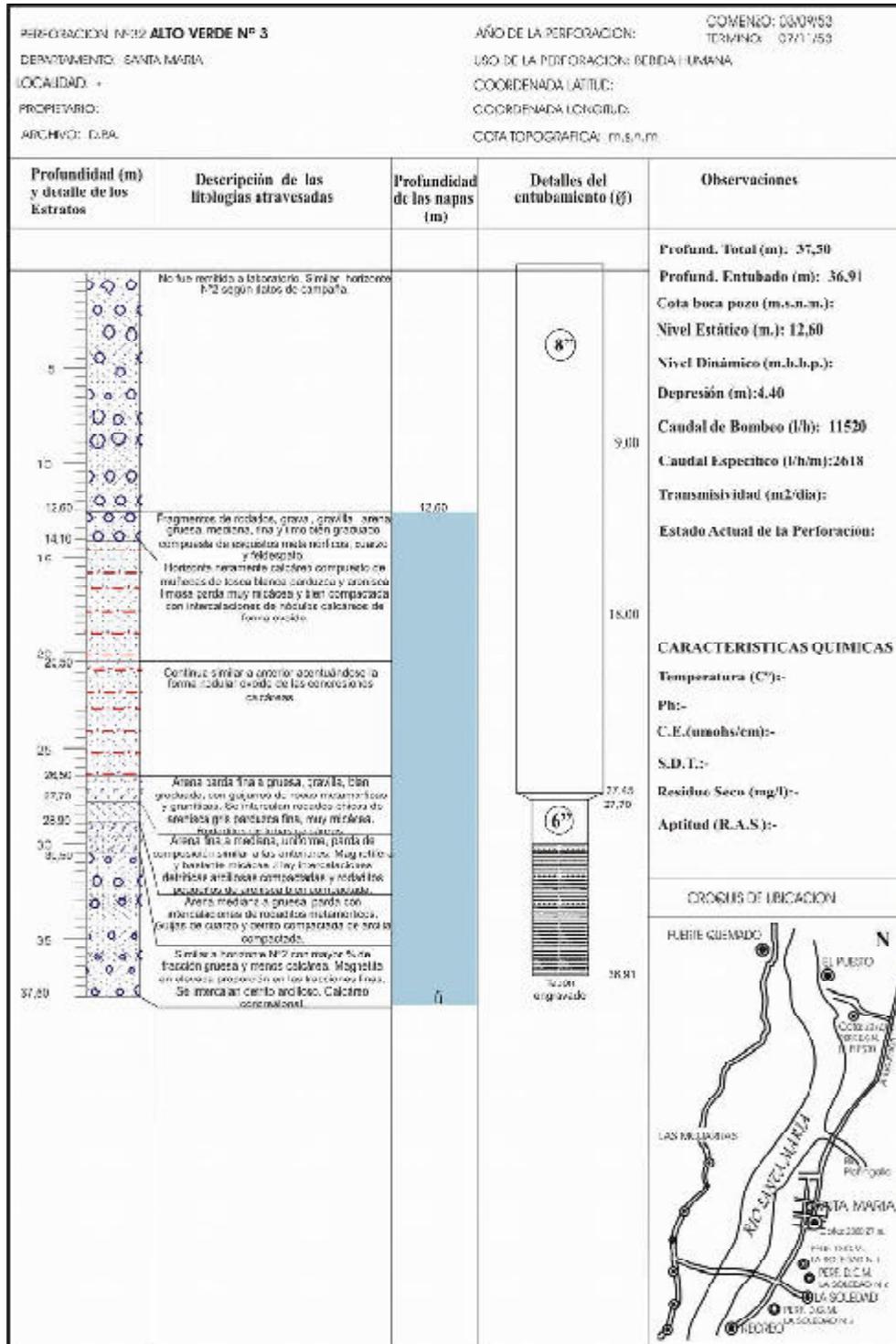


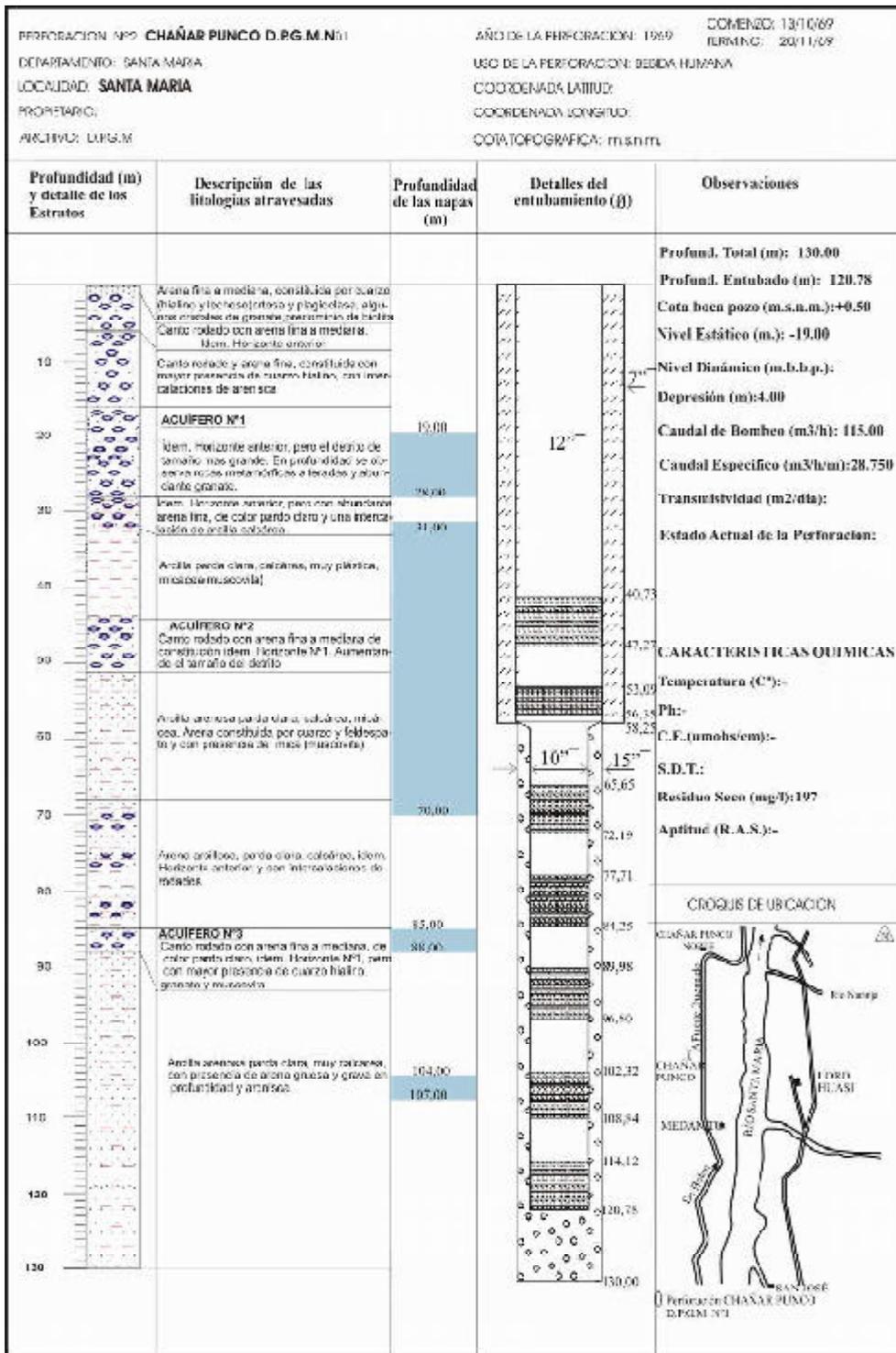


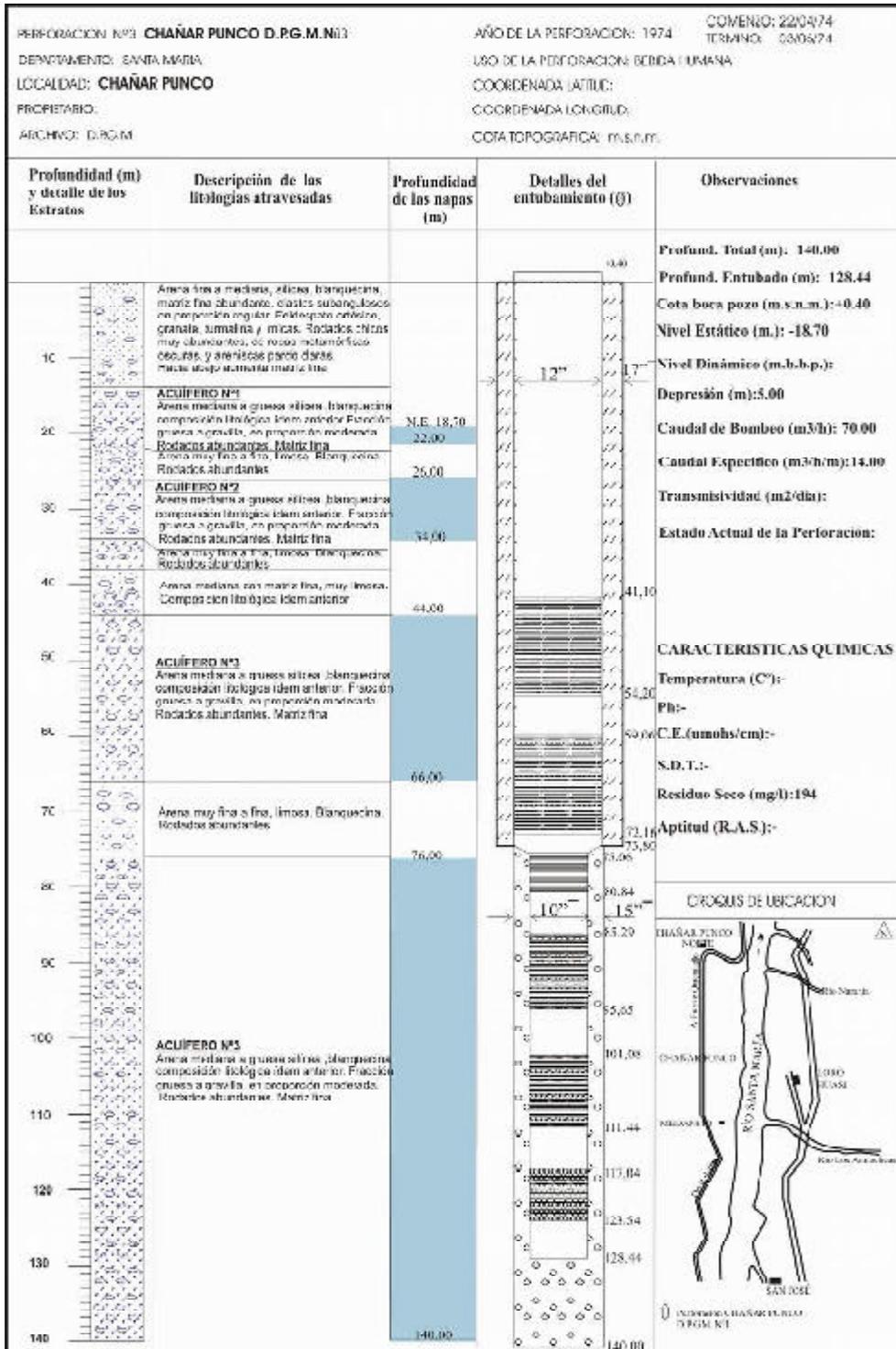


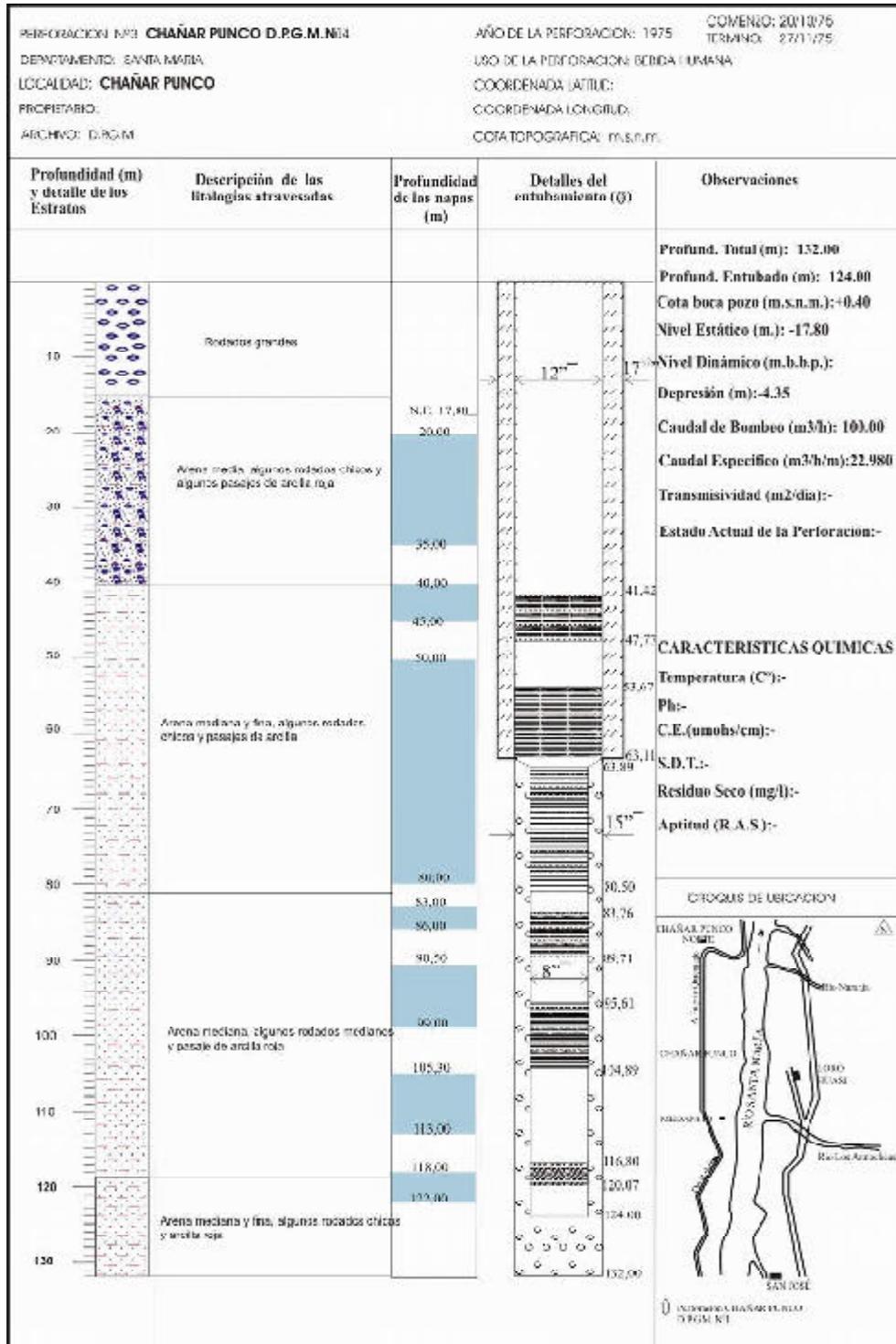






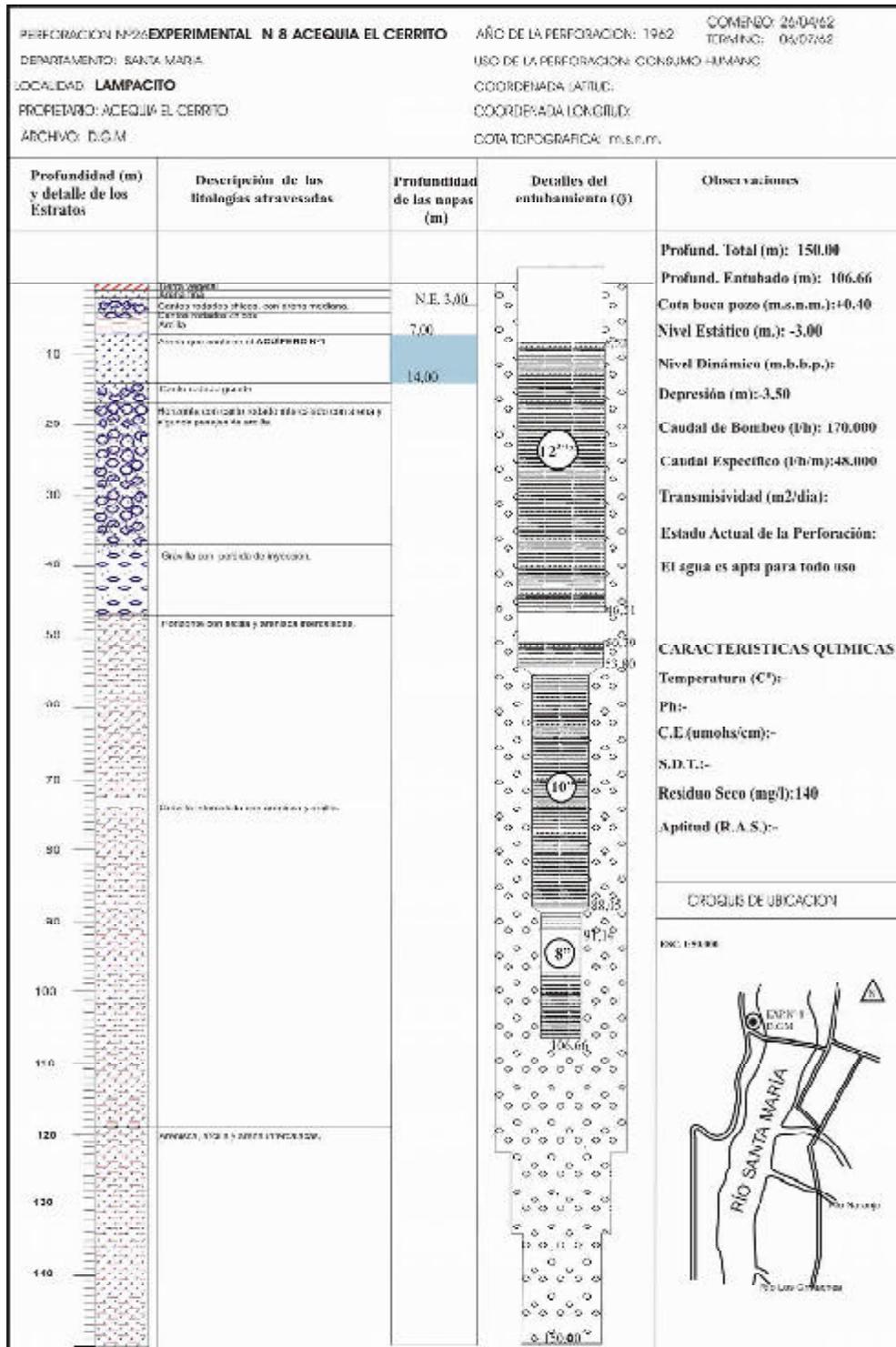


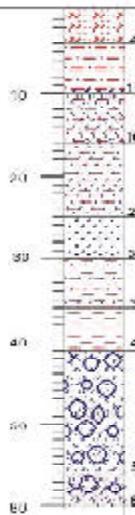
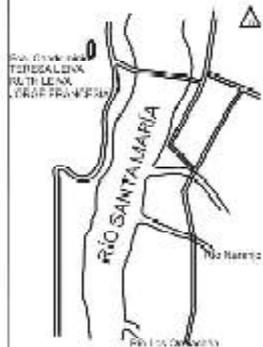


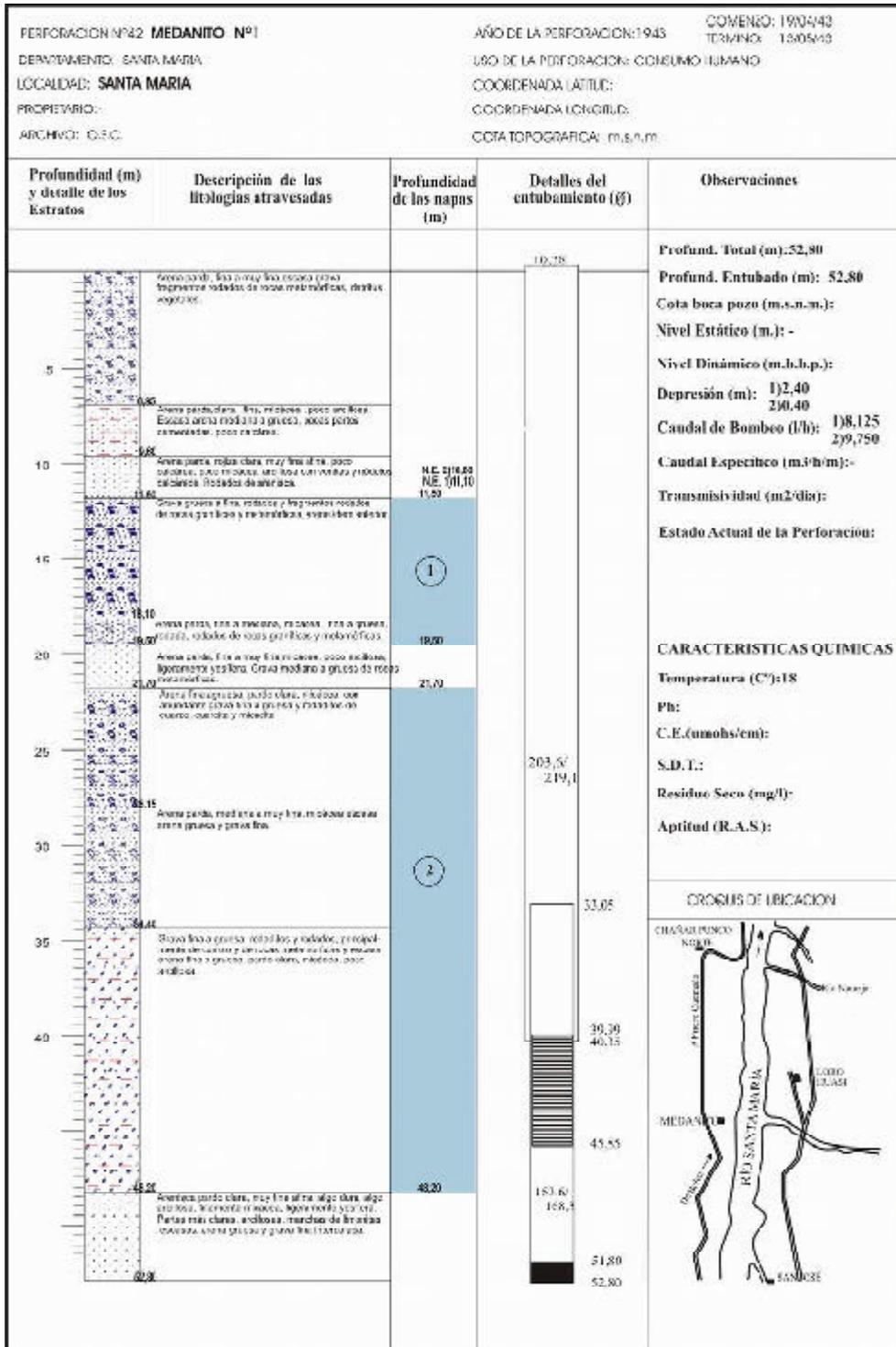


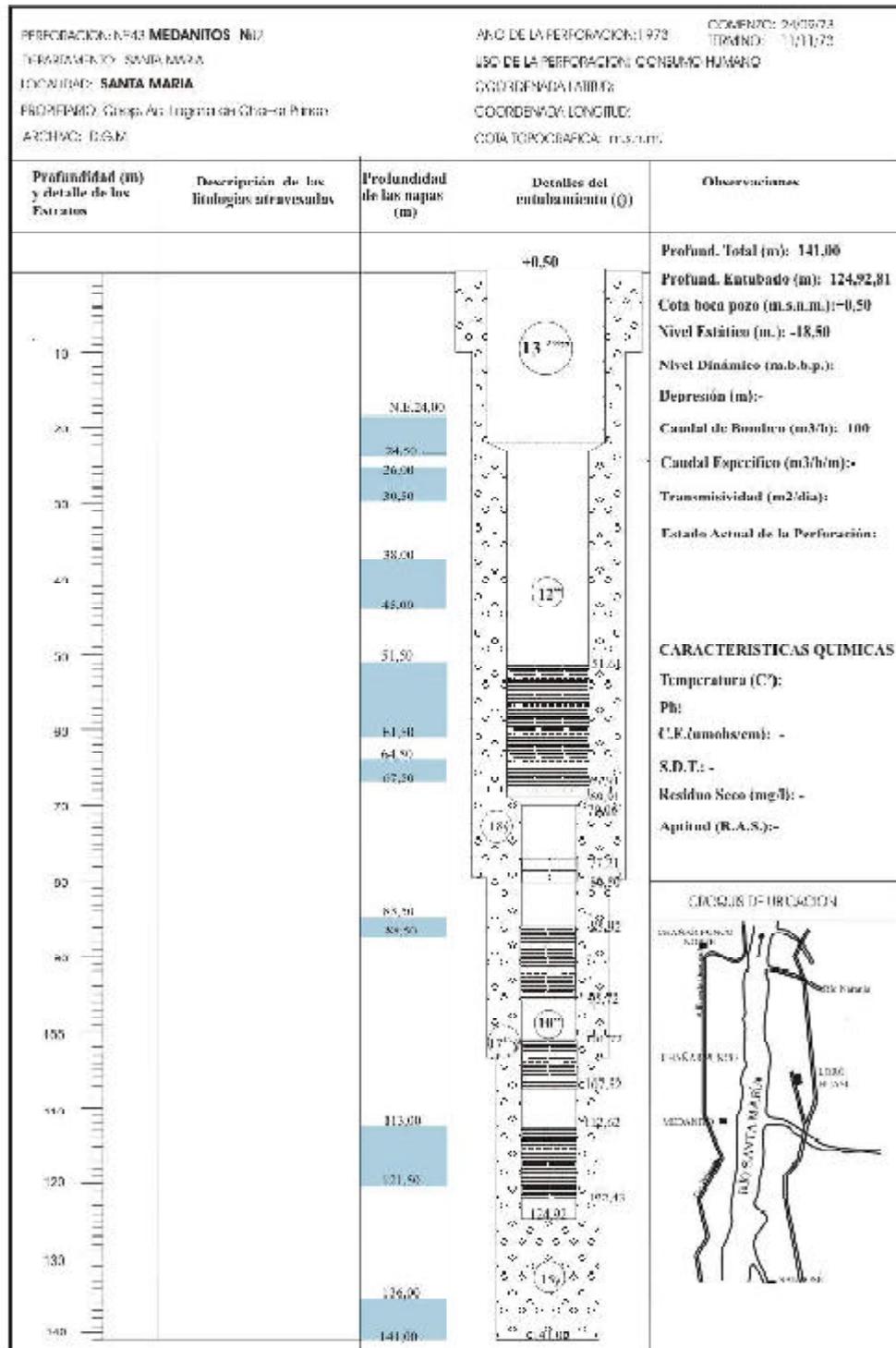


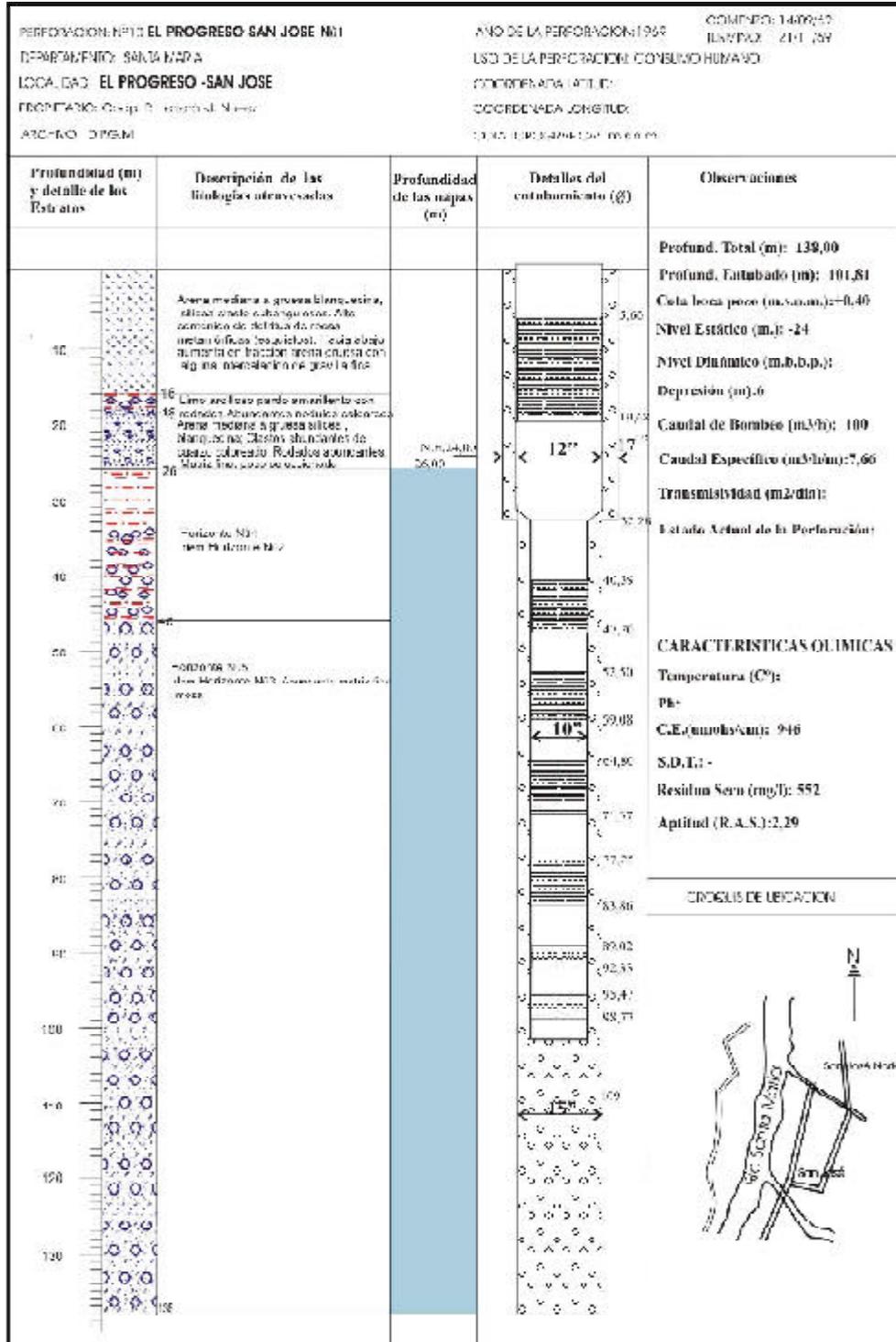




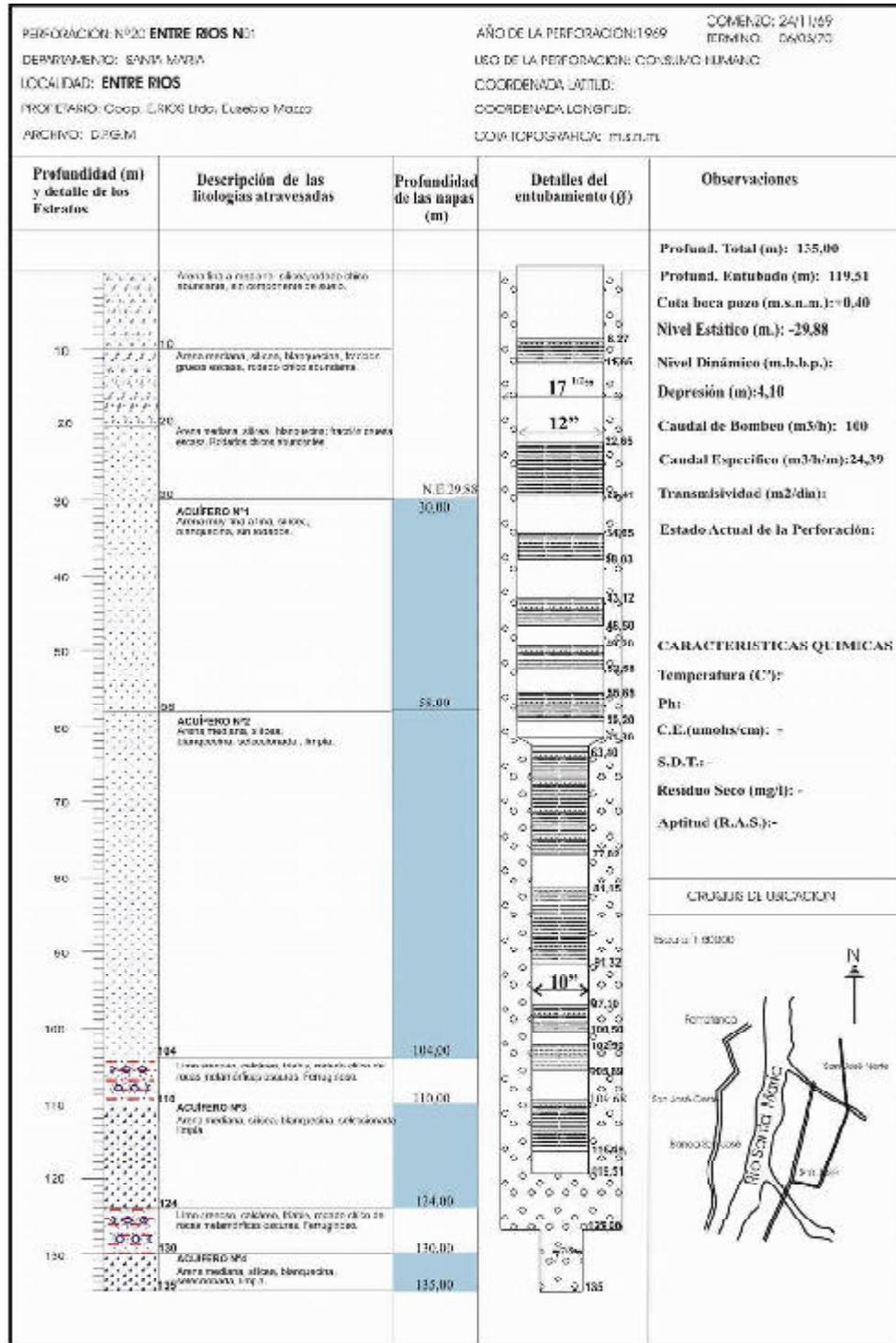
PERFORACION: N° 01 RUTH E. LEIVA N° 1 DEPARTAMENTO: SANTA MARÍA LOCALIDAD: EL CERRITO PROPIETARIO: RUTH E. LEIVA REALIZADO POR: TRIMESTER DANIEL		AÑO DE LA PERFORACION: 1998 USO DE LA PERFORACION: BEBIDA HUMANA COORDENADA LATITUD: COORDENADA LONGITUD: COTA TOPOGRÁFICA: 11.500m.		COMENTARIO: TERMINADO: -
Profundidad (m) y detalle de los Estratos	Descripción de los litologías atravesadas	Profundidad de las napas (m)	Detalles del entubamiento (Ø)	Observaciones
		12 56		Profund. Total (m): 60 Profund. Entubado (m): 56 Cota boca pozo (m.s.n.m.): -0.40 Nivel Estático (m.): -31.00 Nivel Dinámico (m.b.b.p.): 34.00 Depresión (m): 3.00 Caudal de Bombeo (l/h): 30.000 Caudal Específico (l/h/m): 10.000 Transmisividad (m2/día): Estado Actual de la Perforación:  <b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b> Temperatura (C°): Ph: C.K. (umol/cm): - S.D.T.: - Residuo Seco (mg/l): - Aptitud (R.A.S.): -
CORRIGRAMA DE UBICACIÓN				
				



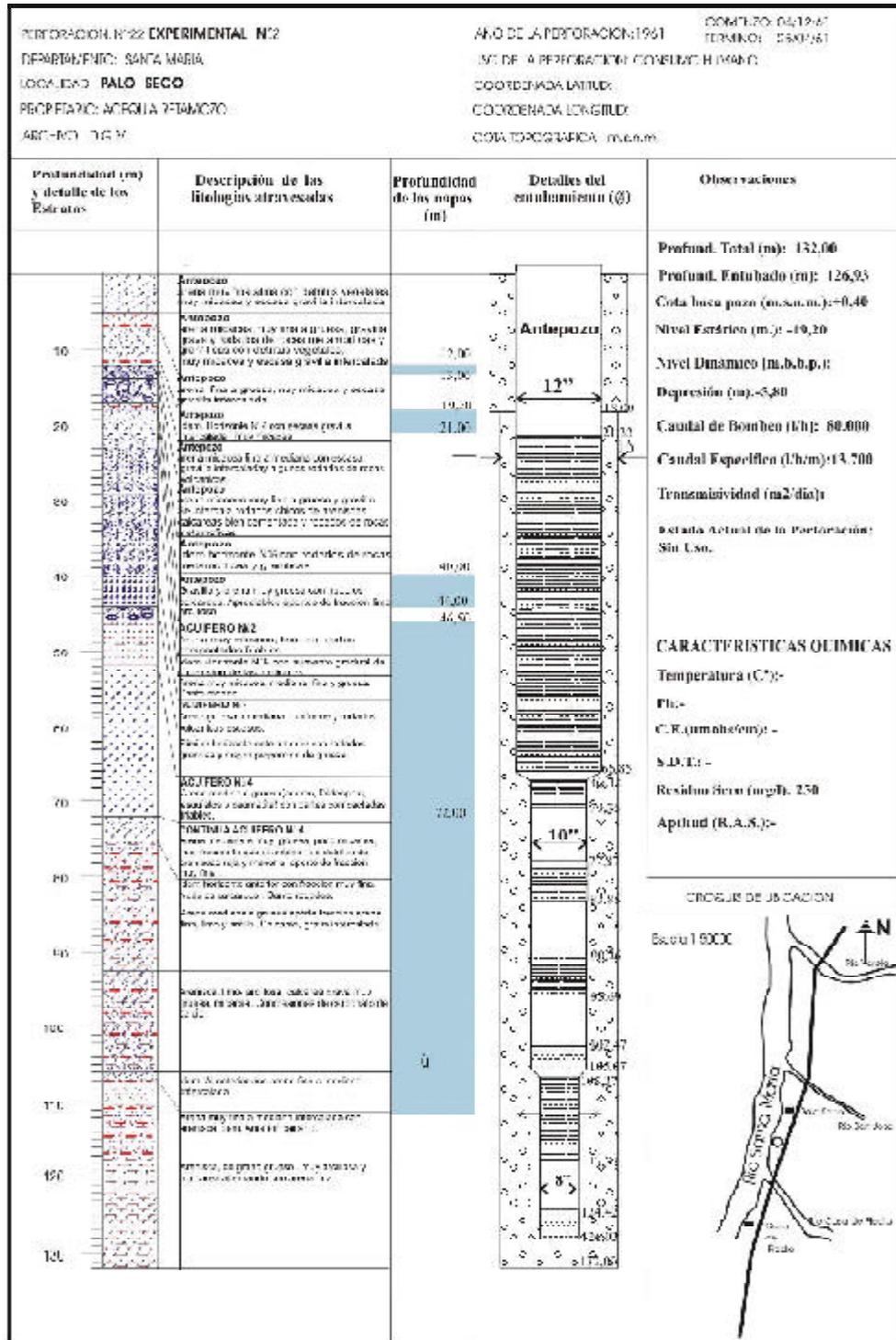




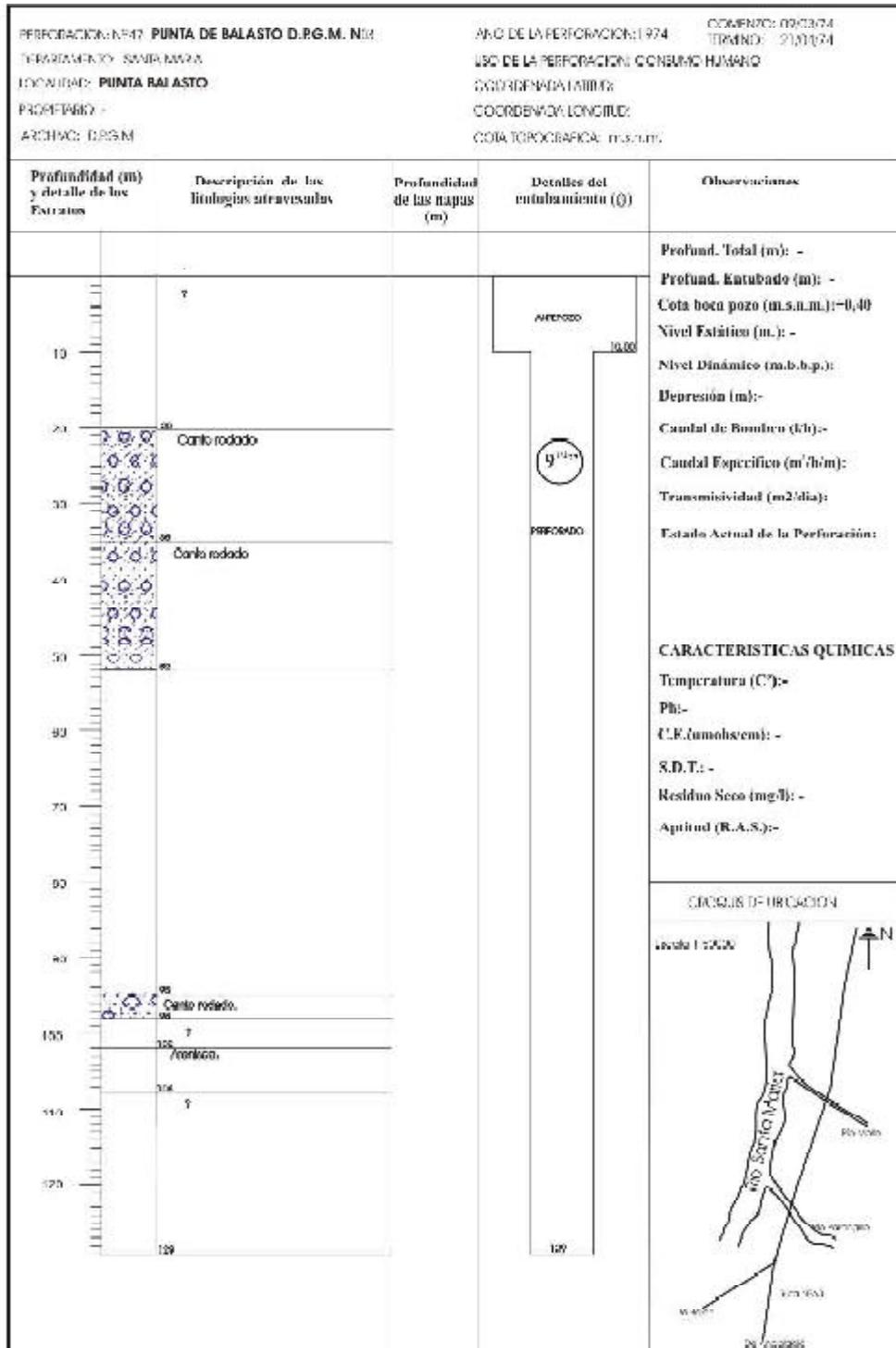


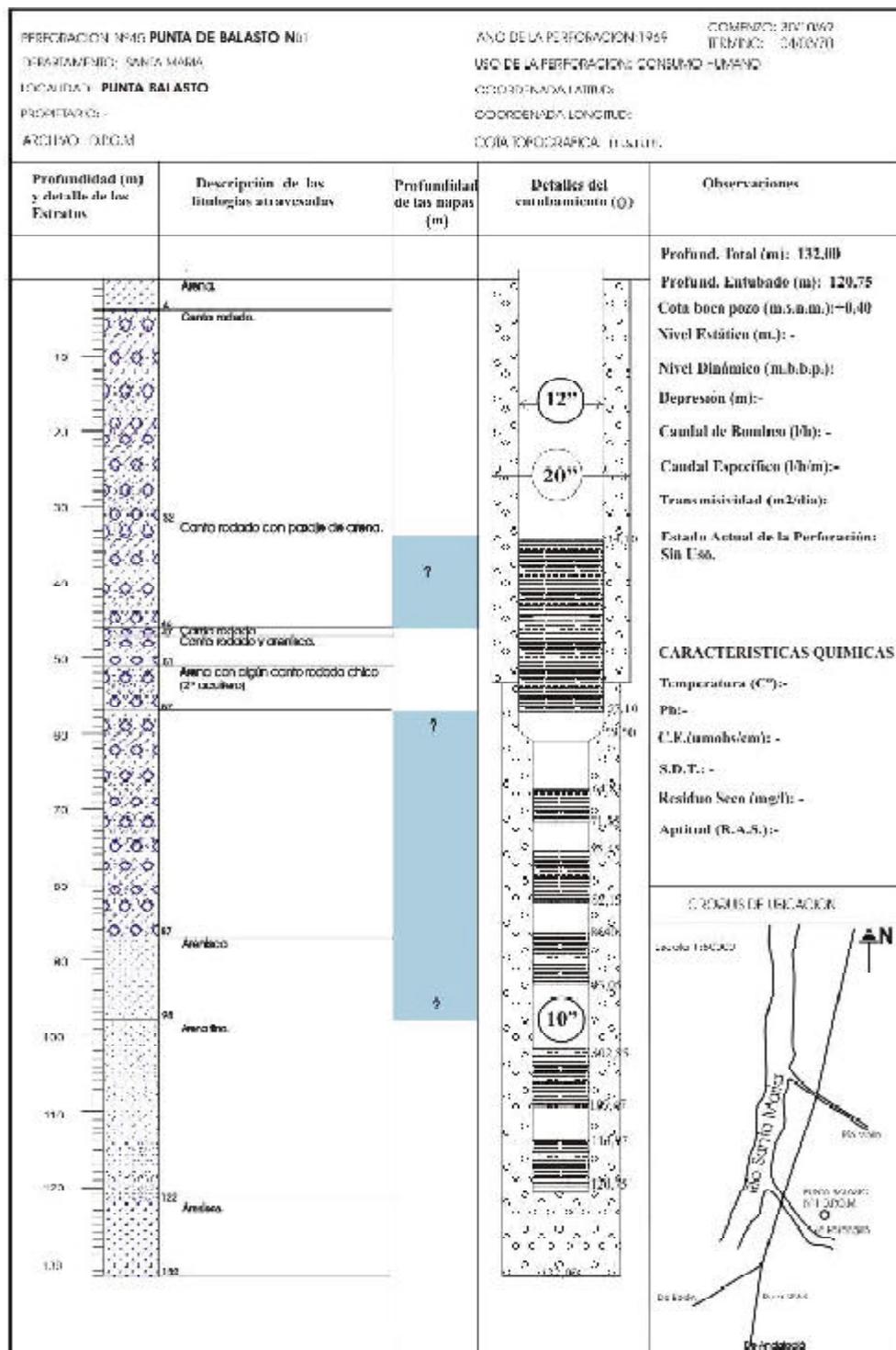


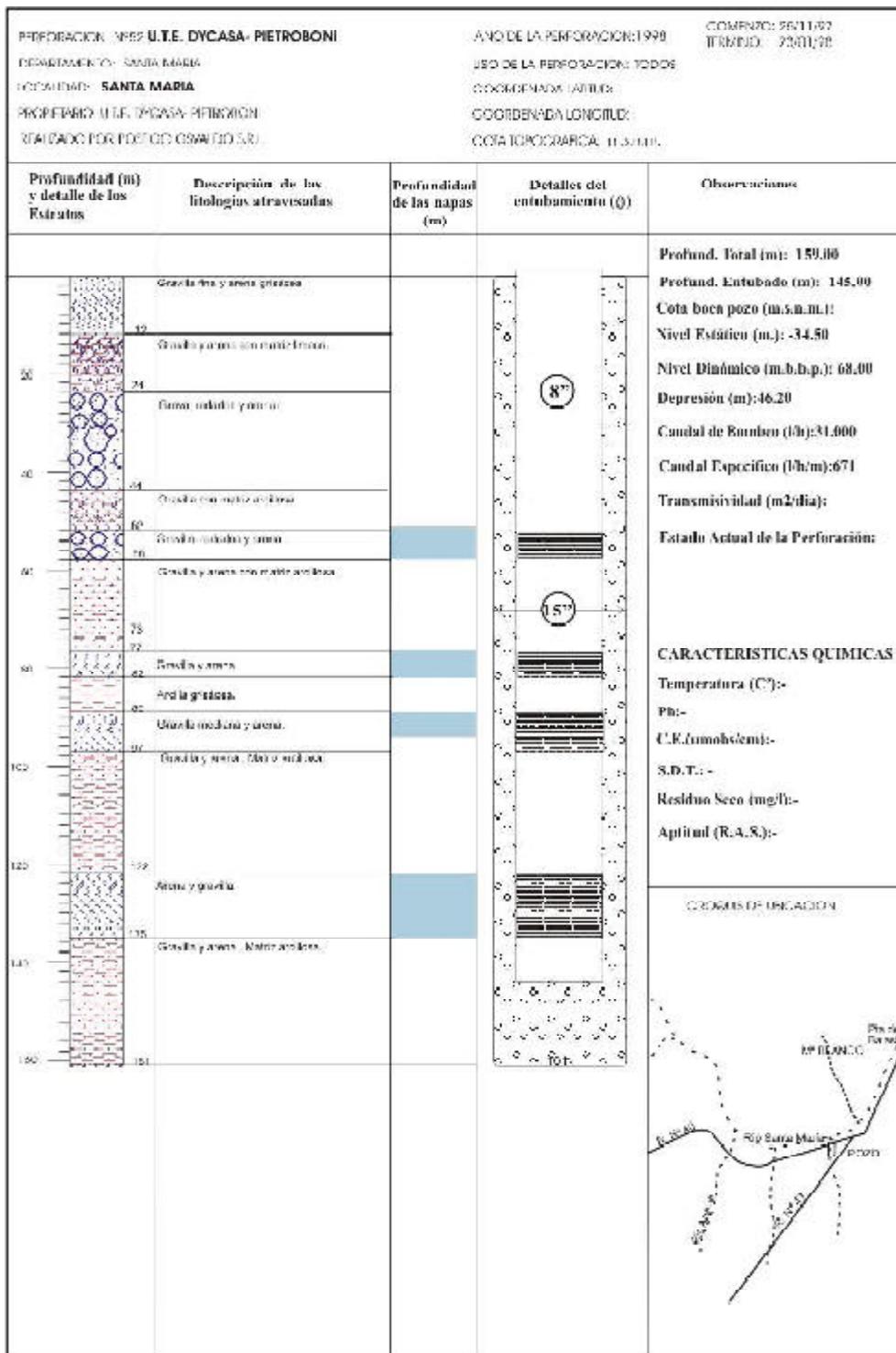














## Instrucciones a los Autores

El *Instituto Superior de Correlación geológica* (INSUGEO) publica como revista periódica la serie “*Correlación Geológica*”. Para esta publicación se consideran artículos científicos originales (entendiéndose que no hayan sido publicados previamente ni sometidos simultáneamente a otras publicaciones), que versen sobre todas las especialidades en temas geológicos y paleontológicos. De preferencia cada volumen comprenderá trabajos unificados en una misma temática o tema seleccionado. Los artículos podrán ser *Notas* (extensión del orden de 6 páginas incluidas las ilustraciones) y *Artículos* (extensión del orden de 25 páginas). En algunos casos, con la autorización del Comité Editorial, podrán publicarse Monografías de mayor extensión.

El estricto cumplimiento de las presentes instrucciones acelerará el proceso editorial. Toda la correspondencia relacionada a *Correlación Geológica* será enviada a:

**Instituto Superior de Correlación Geológica**  
 Comité Editor de la Serie de *Correlación Geológica*  
 Miguel Lillo 205 – 4000 S. M. de Tucumán – ARGENTINA  
 E-mail: [insugeo@csnat.unt.edu.ar](mailto:insugeo@csnat.unt.edu.ar)

## Presentación de Manuscritos

- Se enviarán tres copias incluyendo las ilustraciones (fotocopias calidad láser para láminas o figuras fotográficas y comunes para dibujos lineales).
- El texto será presentado a doble espacio, letra tamaño 12, con márgenes amplios a la derecha, con hojas numeradas correlativamente, e identificadas con el nombre del autor(es) en el ángulo superior derecho.
- Una vez concluidas las tareas del arbitraje y aceptación, la versión final del manuscrito será enviada en una copia en papel y CD-rom (texto en Word y figuras en formatos .cdr o .jpg).
- Se aceptan solamente trabajos en idioma castellano, portugués e inglés.

## Organización

La organización del texto responderá al siguiente esquema:

- El título, corto e informativo, escrito en negrita, mayúsculas y minúsculas, sin punto final (letra tamaño 16). Si se incluyen nombres científicos, deberá agregarse por lo menos una categoría taxonómica superior, adecuadamente informativa.
- Nombre del (los) autor(es), nombres en mayúsculas y minúsculas y apellido(s) en mayúsculas).
- Dirección postal y organismo al que pertenecen, incluido el correo electrónico.
- Propuesta del cabezal.
- Nombre del autor al que debe dirigirse la correspondencia.
- Resumen, en castellano para los trabajos en inglés o portugués y en inglés para aquellos en castellano. Éste no deberá exceder las 250 palabras y ser suficientemente informativo con las conclusiones del trabajo. No llevará referencias bibliográficas.
- “Palabras clave” y “key words” (no más de ocho), separadas por puntos.
- El texto del trabajo que se organizará con subtítulos de solamente dos niveles, en negrita. Los principales (Ej. **Introducción, Métodos, Análisis, Descripción Sistemática, Discusión, Conclusiones**), cuyo texto sigue en el renglón siguiente y los subsidiarios (Ej. **localidad, holotipo, descripción**) cuyo texto sigue en el mismo renglón mediante punto.
- Las descripciones sistemáticas y geológicas deberán ajustarse en un todo a las normas de los respectivos códigos vigentes (Código de Nomenclatura Botánica/Zoológica, Código de Estratigrafía, etc.).

- De preferencia no se incluirán notas a pie de página, salvo que sean imprescindibles.
- La cita de autores en el texto podrá ser directa o indirecta y se referirá a la lista bibliográfica final. Si se citan varios autores, estos se ordenarán cronológicamente, separados por punto y coma. La cita de figuras será correlativa, indicándose como *Figura xx*. Las palabras en latín u otros idiomas diferentes al del texto, irán en *italica (bastardilla)*.

## Bibliografía

La lista de Referencias se confeccionará tomando en cuenta los siguientes ejemplos (libros, artículos, Tesis...).

Perez, J.L. 1976. Estudio geológico y paleontológico de Barra Brava, provincia de Tucumán, Argentina. *Acta Geológica Lilloana*, 24: 4-8

García, H.G. 1956. Invertebrates and their environments during the Upper Cretaceous in Holland. En: F. Smith, (Ed.), *The Cretaceous in Northern Europe*, Elsevier Publishers, Amsterdam: 234-289

López, H.L. y Johnson, J. 1989. El descubrimiento de un nuevo mineral de titanio, en la provincia de Salta. *4º Congreso Latinoamericano de Geología*, Mendoza, Actas 2: 245-269

Michigan, K.L. 1987. Pteridophyta. En: D. Madison y W. Madison (Eds.) *Tree of life: an integrated Internet Project*. World Wide Web: <http://www.nmnh>

García, H.G., Perez, H.L. y González, R.H. 1985. Una fauna de dinosaurios en el Jurásico de Chubut, Argentina. En: H. Parquet (Ed.), *Vertebrados Mesozoicos Argentinos*. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 57: 67-123

López, J. y Rodríguez, T.L. 1990. Clay minerals and their origin. *Blackwell Scientific Publications*, London, 390 pp.

Malcini, G. y Gregory, J.K. 1991. [*Estudio estratigráfico de las secuencias continentales al sur de la provincial de La Pampa*. Dirección Provincial de Minería, Santa Rosa (La Pampa), 48 pp. Inédito.]

## Ilustraciones

El tamaño de caja de *Correlación Geológica* es de 13 x 20 cm. Se solicita presentar las figuras en su tamaño final de publicación.

Las figuras preparadas en computadora se presentarán impresas en buen papel y de preferencia en impresora láser (valor estándar de 300 dpi).

Todas las ilustraciones se denominarán figuras. Cuando éstas estén compuestas por más de un elemento individual, ellas serán identificadas con letras mayúsculas de imprenta. Las figuras se numerarán correlativamente en el orden en que son citadas en el texto.

Las figuras deberán identificarse con el nombre del autor(es) y título del trabajo; si no fuese obvio, indicar con una flecha la posición en que deben ser colocadas, así como una propuesta de ubicación en el texto.

Las fotografías deben tener buen contraste y estar impresas en papel brillante. Si en una figurase agrupan varias fotografías, éstas deberán tener tonos y contrastes similares. No se aceptarán figuras con mezcla de dibujos y fotografías.

Todas las figuras deberán tener escala gráfica; las flechas u otras indicaciones sobre fotografías y dibujos deberán ser todas del mismo estilo y tamaño.

Este libro fue editado por



San Miguel de Tucumán - Noviembre 2005

Tel.: (0381) 4232208

E-mail: [editmagna@hotmail.com](mailto:editmagna@hotmail.com)

[info@edicionesmagna.com.ar](mailto:info@edicionesmagna.com.ar)

[www.edicionesmagna.com.ar](http://www.edicionesmagna.com.ar)

