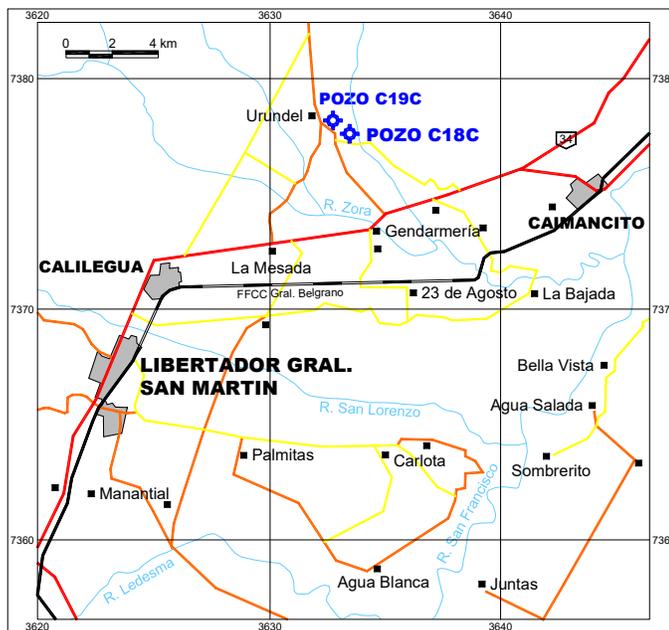




de Drilling Services S. A.

INFORME TECNICO DE PERFORACION POZO C18C - FINCA CEGADA



PROPIETARIO: LEDESMA S. A. A. I.

LOCALIDAD: CAIMAN

DEPARTAMENTO: LEDESMA

PROVINCIA: JUJUY

EMPRESA CONTRATISTA: SALTA PERFORACIONES

DIRECCION TECNICA: GEOL. CLAUDIO R. BASSI

Diciembre 2003

Av. Paraguay 2558 – Salta – CP 4400
Tel/Fax: (0387) 4271259/4271489
e-mail: saltaperforaciones@salnet.com.ar

INTRODUCCION

A pedido de *Ledesma S. A. A. I.*, se realizó entre los días 6 de octubre y 19 de diciembre de 2003, la perforación del pozo C18C para abastecimiento de agua potable a la finca Cegada, ubicada en la localidad Caimán, departamento Ledesma, provincia de Jujuy.

METODOLOGIA

Perforación

Se realizó una perforación exploratoria, con el fin de evaluar, mediante muestreo y electroperfilaje, el potencial hidrogeológico del lugar.

Se utilizó el sistema de perforación *rotary*, empleando un trépano de dientes insertos de 12" de diámetro alcanzando los 131,50 m de profundidad.

Durante la perforación se realizó un muestreo sistemático de *cutting* cada dos metros y en los cambios de litología; las muestras fueron colocadas en muestreadores para su posterior análisis, a fin de determinar la abertura de filtro, tamaño de prefiltro y realizar la descripción del perfil litológico.

Electroperfilaje

Concluida la perforación exploratoria, se realizó un electroperfilaje, donde se registraron valores de resistividad corta, resistividad larga, rayos gamma y potencial espontáneo. El electroperfilaje fue realizado por la empresa *Ponti y Asociados*.

Los valores obtenidos del perfilaje indican que los niveles que podrían comportarse como acuíferos son:

38 a 55 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

60 a 86 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

96 a 105 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

114 a 125 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

Análisis Granulométricos

Se tomaron muestras de los niveles acuíferos de interés y se realizó el análisis granulométrico correspondiente, a fin de determinar las aberturas de los filtros y el tamaño del material de prefiltro.

Las muestras analizadas corresponden a los siguientes intervalos granulométricos:

60 a 77 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

84 a 88 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

97 a 105 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

113 a 125 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

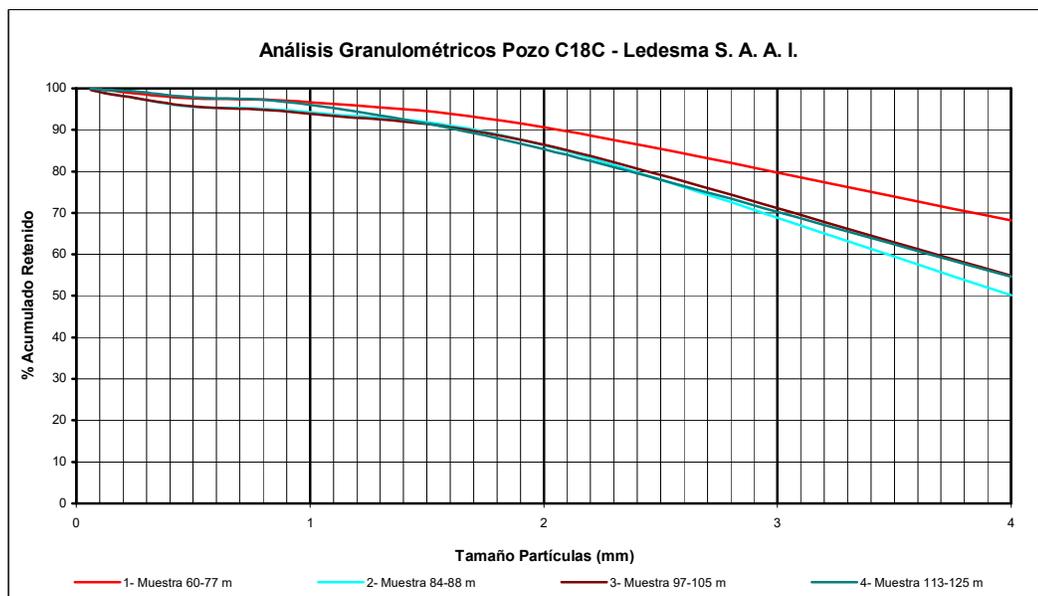
Las mismas fueron analizadas con las siguientes aberturas de tamices A.S.T.M.:

Tamiz Nº 5, 10, 18, 35, 70, 120 y 230

		MUESTRA 1	Profundidad: 60 - 77 m Peso inicial: 1008 g		MUESTRA 2	Profundidad: 84 - 88 m Peso inicial: 1113 g	
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
mm		g	%	%	g	%	%
4	5	687	68,15	68,15	559	50,22	50,22
2	7	227	22,52	90,67	402	36,12	86,34
1	10	60	5,95	96,63	88	7,91	94,25
0,5	18	10	0,99	97,62	15	1,35	95,60
0,25	35	12	1,19	98,81	23	2,07	97,66
0,125	120	8	0,79	99,60	14	1,26	98,92
0,0625	230	3	0,30	99,90	8	0,72	99,64
	Fondo	1	0,10	100,00	4	0,36	100,00
		MUESTRA 3	Profundidad: 97 - 105 m Peso inicial: 1120 g		MUESTRA 4	Profundidad: 113 - 125 m Peso inicial: 1233 g	
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
mm		g	%	%	g	%	%
4	5	614	54,82	54,82	674	54,66	54,66
2	7	354	31,61	86,43	378	30,66	85,32
1	10	83	7,41	93,84	132	10,71	96,03
0,5	18	21	1,88	95,71	23	1,87	97,89
0,25	35	23	2,05	97,77	17	1,38	99,27
0,125	120	12	1,07	98,84	5	0,41	99,68
0,0625	230	9	0,80	99,64	2	0,16	99,84
	Fondo	4	0,36	100,00	2	0,16	100,00

Los cálculos realizados a partir de los análisis granulométricos indican que deben utilizarse aberturas de filtro de 1 mm y grava seleccionada de 2 a 4 mm de diámetro.

Las curvas granulométricas obtenidas son las que se muestran en el gráfico siguiente:



Diseño de Pozo

Teniendo en cuenta el análisis litológico y la interpretación del electroperfilaje se realizó el siguiente diseño:

Profundidad (m)	Tipo de Cañería	Longitud (m)	Diámetro (")
+0,500 a -66,000	Caño ciego	66,500	14
-66,000 a -86,020	Filtro RC 1 mm	20,020	14
-86,020 a -100,025	Caño ciego	14,005	14
-100,025 a -105,025	Filtro RC 1 mm	5,000	14
-105,025 a -113,025	Caño ciego	8,000	14
-113,025 a -125,000	Filtro RC 1 mm	11,975	14
-125,000 a -128,990	Caño cola	3,990	14

Los filtros utilizados son de acero galvanizado.

Entubado y Engravado

Previamente a la etapa de entubación se ensanchó el pozo en 22" hasta los 131,50 m.

El entubado se realizó el día 09/12/03 en presencia del Dr. Eduardo Tineo y del Ing. Emilio Relancio, sin ningún inconveniente.

Finalizado el entubamiento se procedió a engravar el pozo desde el fondo del mismo hasta los 18,50 m con grava seleccionada de 2 a 5 mm. Para esta operación se aliviaron la inyección y se bajaron las barras de sondeo hasta el fondo del pozo por el interior de la cañería, tapando la boca con una platina sello; se realizó una circulación inversa a fin de que el prefiltro descienda por el espacio anular hasta la profundidad necesaria.

Se utilizaron como prefiltro 18 m³ de grava seleccionada de 2 a 5 mm de diámetro.

Cementado

Terminado el engravado se procedió a cementar el pozo entre los 18,50 y 12,30 metros de profundidad para aislar los acuíferos a explotar de las capas superiores. Para esta operación se utilizaron 20 bolsas de cemento.

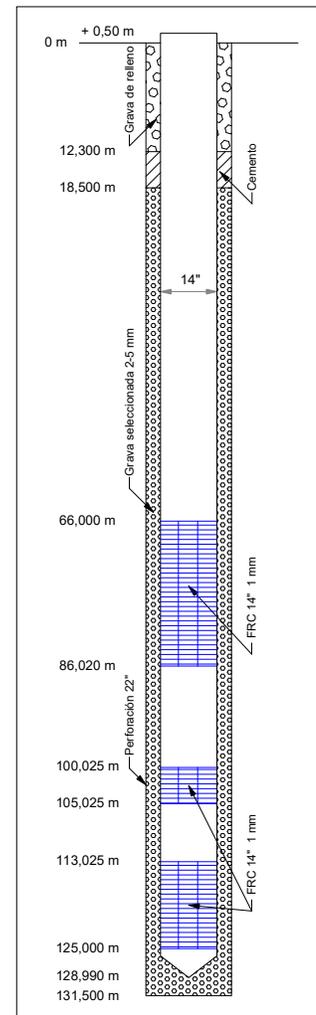
El resto del pozo fue rellenado con 4 m³ de grava gruesa lavada.

Lavado

Finalizado el engravado se procedió a lavar el pozo, para lo cual se inyectó, por medio de la bomba lodera de la máquina, agua a presión para eliminar el lodo de perforación. Seguidamente se colocó en el extremo de la cañería de sondeo una herramienta tipo jet, que enfrentada a los filtros inyecta agua a presión con movimientos verticales y giros. Luego se aplicaron 65 litros de dispersante químico, *Dysperse*, para remover con mayor facilidad el lodo bentonítico utilizado durante la perforación. Estas operaciones permitieron la limpieza de los filtros.

Desarrollo

Culminadas las etapas de perforación, entubado, engravado y lavado del pozo se continuó con la etapa de desarrollo del mismo. El desarrollo es la acción por la cual se trata de eliminar totalmente los vestigios de bentonita, como así también los materiales finos del acuífero, para lograr un entorno más



permeable en las cercanías del pozo y permitir el ingreso de agua totalmente límpida y sin sólidos.

Para el desarrollo se utilizó una electrobomba sumergible de 125 HP, con cañería de conducción de 8", colocada a una profundidad de 77 m. El desarrollo se efectuó utilizando el método de contracorriente, que consiste en movimientos alternados de la bomba arrancando y parando, también se utilizó el método de sobrebombeo, que consiste en poner en producción el pozo con el máximo de caudal posible. La finalidad de estos trabajos es lograr que el agua salga límpida.

Ensayo de Bombeo

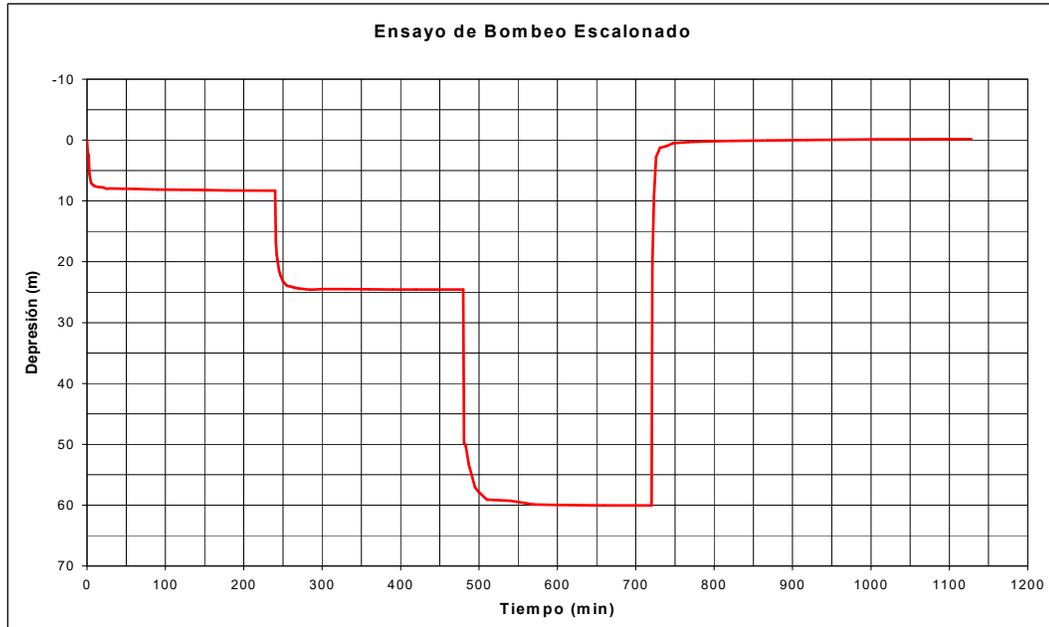
El ensayo de bombeo se realiza a fin de determinar las características hidráulicas del pozo y así poder establecer la explotación adecuada con el equipo de bombeo apropiado. Para tal fin se realizó un ensayo escalonado de caudales y un ensayo de napa a caudal constante. Se utilizó la misma bomba empleada durante la etapa de desarrollo, ubicada a una profundidad de 77 metros.

Ensayo de Bombeo Escalonado

El ensayo fue realizado con tres escalones de bombeo con caudales crecientes. Los datos obtenidos durante el ensayo son los siguientes:

ENSAYO DE BOMBEO ESCALONADO

Nivel Estático (m)		6,72							
Tiempo (min)	Nivel Dinámico (m)	Depresión (m)	Caudal (m ³ /h)	Caudal Específico (m ³ /h/m)	Tiempo (min)	Nivel Dinámico (m)	Depresión (m)	Caudal (m ³ /h)	Caudal Específico (m ³ /h/m)
PRIMER ESCALON					TERCER ESCALON				
1	9,10	2,38	90	37,82	1	56,55	49,83	222	4,46
2	9,07	2,35	90	38,30	3	56,85	50,13	222	4,43
3	12,27	5,55	90	16,22	7	60,00	53,28	222	4,17
5	13,74	7,02	90	12,82	15	63,80	57,08	222	3,89
7	14,05	7,33	90	12,28	20	64,60	57,88	222	3,84
10	14,30	7,58	90	11,87	30	65,80	59,08	222	3,76
15	14,47	7,75	90	11,61	60	66,00	59,28	222	3,74
20	14,51	7,79	90	11,55	90	66,60	59,88	222	3,71
25	14,72	8,00	90	11,25	120	66,70	59,98	222	3,70
30	14,67	7,95	90	11,32	180	66,75	60,03	222	3,70
45	14,70	7,98	90	11,28	240	66,75	60,03	222	3,70
60	14,73	8,01	90	11,24	RECUPERACION				
90	14,86	8,14	90	11,06	1	27,10	20,38	0	
120	14,91	8,19	90	10,99	2	16,00	9,28	0	
150	14,93	8,21	90	10,96	3	9,50	2,78	0	
180	15,02	8,30	90	10,84	5	8,00	1,28	0	
240	15,05	8,33	90	10,80	7	7,77	1,05	0	
SEGUNDO ESCALON					10	7,22	0,50	0	
1	23,55	16,83	148	8,79	20	7,06	0,34	0	
2	25,55	18,83	148	7,86	25	6,95	0,23	0	
3	26,45	19,73	148	7,50	30	6,85	0,13	0	
5	28,19	21,47	148	6,89	45	6,78	0,06	0	
7	29,04	22,32	148	6,63	50	6,73	0,01	0	
10	29,98	23,26	148	6,36	90	6,60	-0,12	0	
15	30,68	23,96	148	6,18	120	6,58	-0,14	0	
20	30,81	24,09	148	6,14					
25	31,01	24,29	148	6,09					
30	31,09	24,37	148	6,07					
45	31,32	24,60	148	6,02					
60	31,21	24,49	148	6,04					
90	31,23	24,51	148	6,04					
120	31,25	24,53	148	6,03					
150	31,27	24,55	148	6,03					
180	31,29	24,57	148	6,02					
240	31,29	24,57	148	6,02					



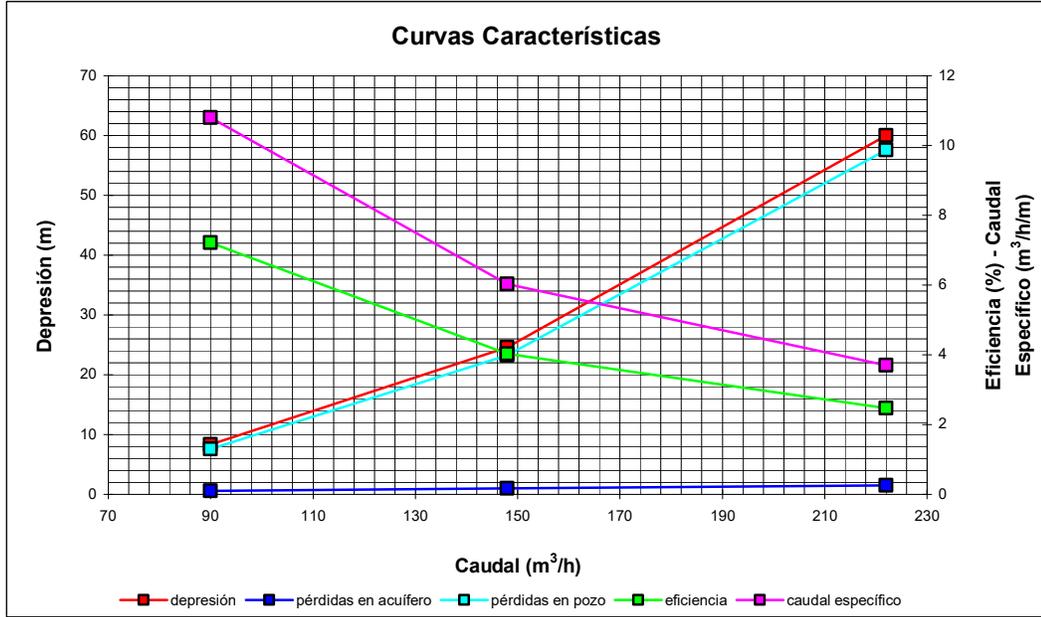
Con los datos del ensayo de bombeo se calcularon las constantes B , C y n que rigen la ecuación de descensos (s) en función de los caudales, utilizando el método de Hantush.

$$s = B \cdot Q + C \cdot Q^n$$

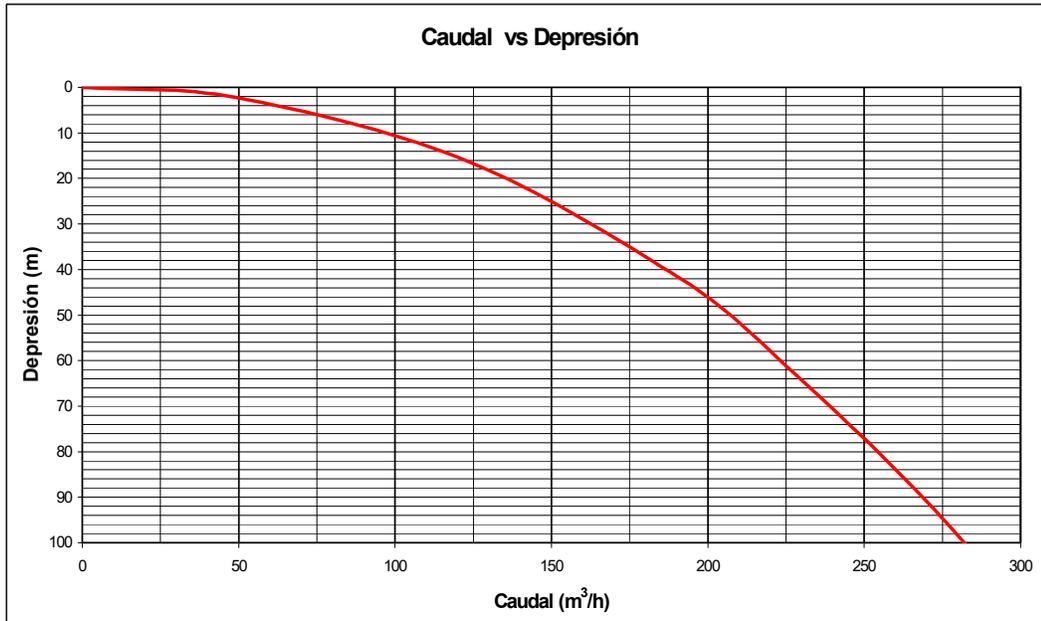
$B = 0,000274$
 $C = 2,586 \text{ E-}7$
 $n = 2,24$
 Q en $\text{m}^3/\text{día}$

Con la ecuación de descensos se obtuvieron los parámetros hidráulicos del pozo:

PARAMETROS DEL POZO							
Nivel Estático (m)	Caudal (m^3/h)	Nivel Dinámico (m)	Depresión (m)	Caudal Especifico ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$)	Eficiencia del Pozo		
					Pérdidas por Acuífero (m)	Pérdidas por Pozo (m)	Eficiencia (%)
6,72							
1er. Escalón	90	15,05	8,33	10,80	0,59	7,62	7,21
2do. Escalón	148	31,29	24,57	6,02	0,97	23,21	4,02
3er. Escalón	222	66,75	60,03	3,70	1,46	57,56	2,47



De acuerdo a la ecuación de descensos en el pozo, se obtuvo la siguiente curva teórica que permite estimar las depresiones para cualquier caudal.



Parámetros del acuífero

Con las mediciones realizadas durante el primer escalón del ensayo de bombeo y durante la etapa de recuperación se calcularon los valores de transmisividad y permeabilidad del acuífero aplicando los métodos de Jacob y de recuperación:

Jacob: $T = 388 \text{ m}^2/\text{día}$

Recuperación: $T = 672 \text{ m}^2/\text{día}$

Se obtuvo un valor aproximado promedio de la permeabilidad, para lo cual se empleó el espesor de los acuíferos en producción.

$$K = 14 \text{ m/día}$$

Análisis Químico

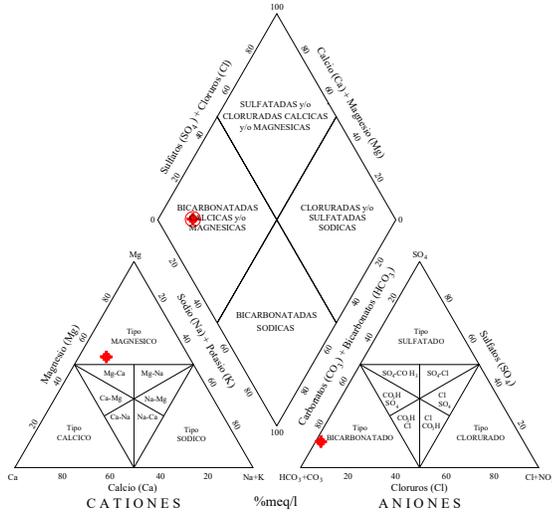
Se tomó una muestra de agua durante el ensayo de bombeo la cual fue analizada en el Laboratorio de Aguas de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta.

El análisis físico-químico no muestra excesos de acuerdo con el Código Alimentario Argentino, por lo tanto el agua es de excelente calidad para consumo humano.

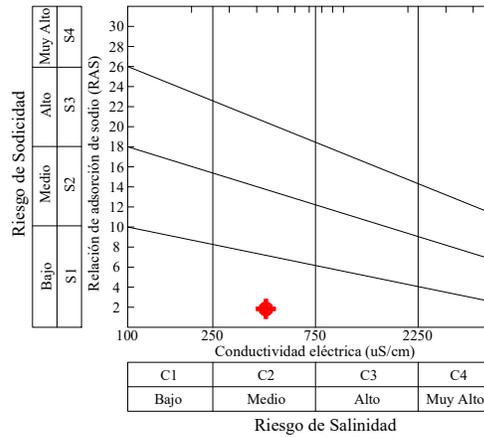
Parámetro analizado	Valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Color (Pt-Co)	4	5	10		
pH	7,29	6,5-8,5			
Turbiedad (NTU)	5,9	3	25		
Conductividad (uS/cm)	437	---	2000		
Sólidos totales a 105°C	---	1000	2000	4000	10000
Sólidos disueltos totales	275	1500			
Alcalinidad total (CaCO3)	204	400	800		
Dureza total (CaCO3)	156	200	500		
Sodio	9	200			
Potasio	1,4	---			
Calcio	26	---			
Magnesio	22	---			250
Cloruros	5	350	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	249	488	976		
Carbonatos	---	400			
Sulfatos	21	200	400	2000	4000
Hierro total	<0,2	0,1	0,3		
Manganeso	---	0,05	0,1-0,5		
Amoníaco	<0,05	0,2			
Nitritos	<0,02	0,1	0,1		10
Nitratos	---	45	45	1000	3000
Sílice	---	---			
Fluoruros	---	1,5	2,4		2
Arsénico	---	0,05	0,1		0,3
Boro	---	1	1		
R.A.S.	1,84				
Potabilidad		POTABLE			

Análisis N° 34735 - Laboratorio de Aguas - Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable - Salta

De acuerdo a la clasificación *Piper* para aguas, la muestra obtenida pertenece al tipo *Bicarbonatada Magnésica*.

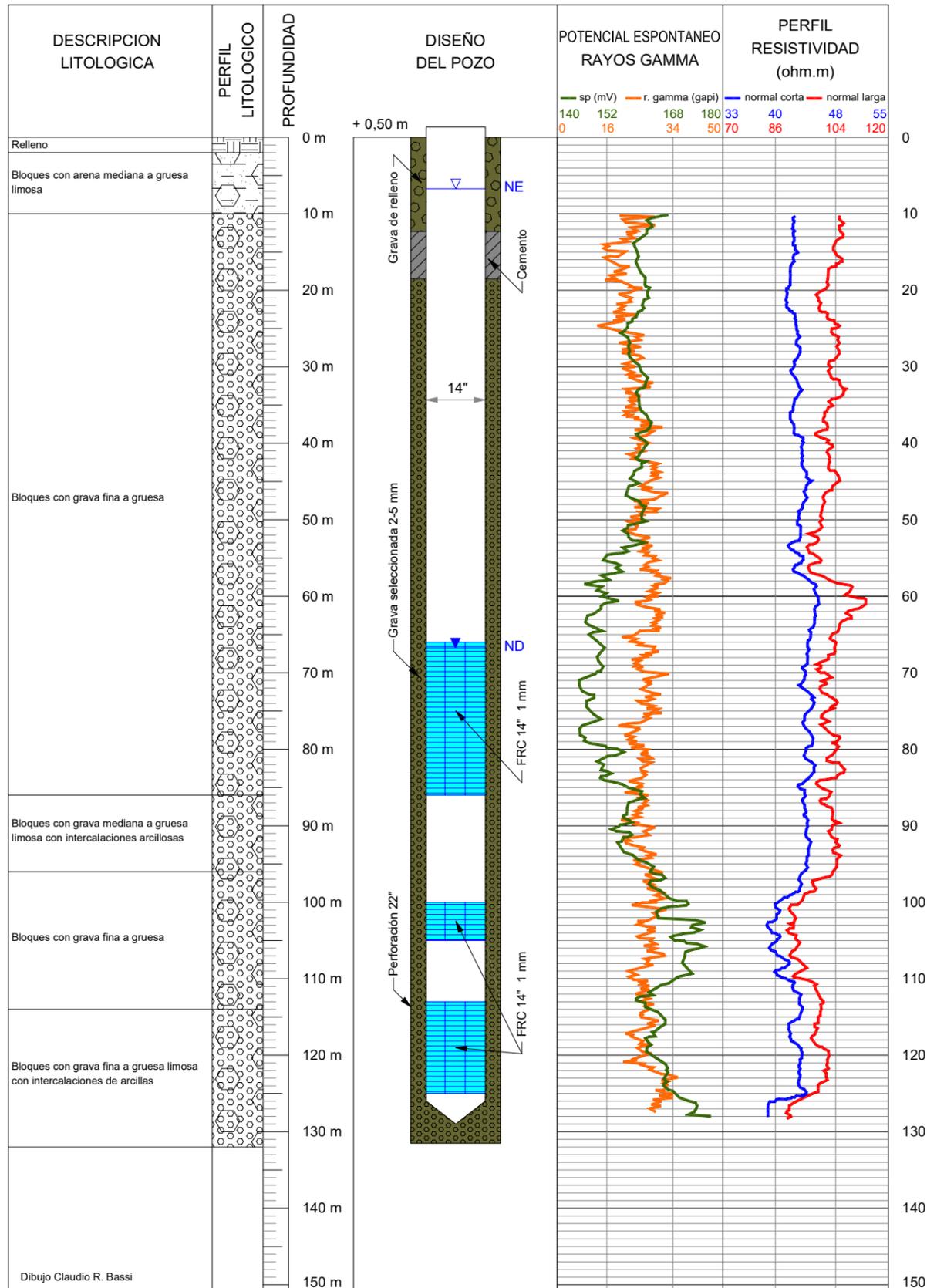


Según la clasificación *Riverside* para aguas de riego, la muestra analizada pertenece a la clase C2-S1, lo que indica un riesgo medio de salinidad y bajo de sodicidad.

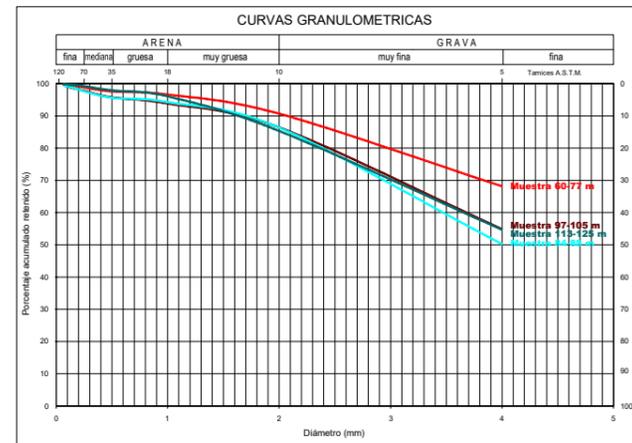
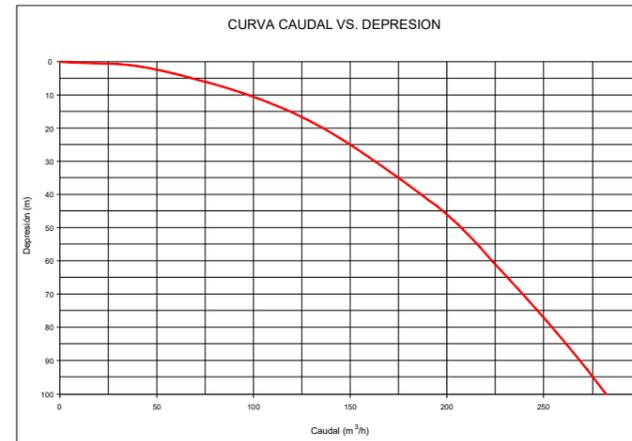
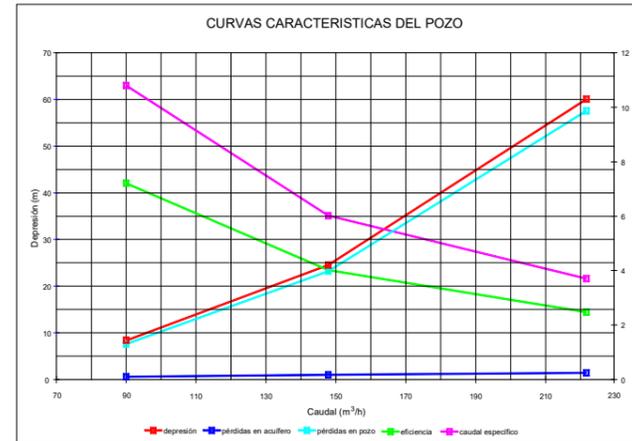


Geol. Claudio R. Bassi
Salta Perforaciones
M.P. Salta N° 205

PERFORACION C18C FINCA CEGADA
Caimán - Ledesma - Jujuy

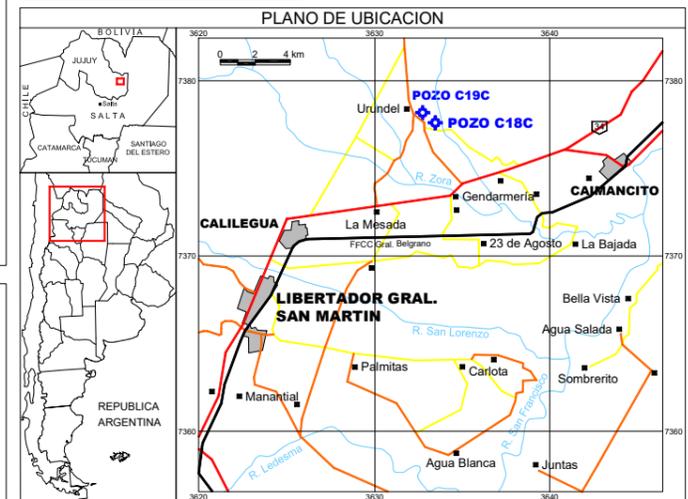
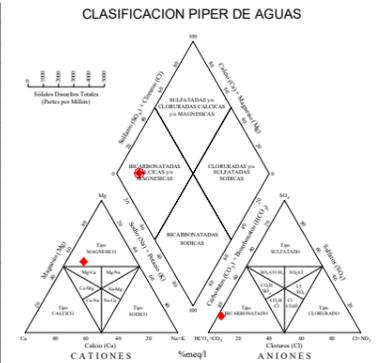


PARAMETROS HIDRAULICOS			
Acuíferos	Pozo completo		
Nivel estático	m	6.72	
Caudal de ensayo	m ³ /h	90	222
Tiempo de bombeo	min	240	180
Nivel dinámico	m	15,05	66,75
Depresión	m	8,33	60,03
Caudal específico	m ³ /h/m	10,80	3,67
Pérdidas acuífero	m	0,59	1,46
Pérdidas pozo	m	7,62	57,56
Eficiencia	%	7,21	2,47
Permeabilidad	m/d	14	
Transmisividad	m ² /d	530	
Coefficiente de almacenamiento		---	
Ecuación de descensos		$s = 0,00274 \cdot Q + 2,586 \cdot 10^{-7} \cdot Q^{2,24}$ (s en m, Q en m ³ /d)	



PERFORACION C18C FINCA CEGADA	
LOCALIDAD	Caimán
DEPARTAMENTO	Ledesma
PROVINCIA	Jujuy
PROPIETARIO	Ledesma S. A. A. I.
INICIO PERFORACION	6 de Octubre de 2003
FIN PERF. EXPLORATORIA	1 de Noviembre de 2003
ELECTROPERFILAJE	1 de Noviembre de 2003
ENTUBADO	9 de Diciembre de 2003
ENSAYO DE BOMBEO	18 y 19 de Diciembre de 2003

ANALISIS FISICO QUIMICO		
Parámetros	Unidad	Valor
Color	u.c.	4
pH	---	7,29
Turbiedad	U.N.T.	5,9
Conductividad	uS/cm	437
Sólidos totales	---	---
Sólidos disueltos	mg/l	275
Alcalinidad total (CaCO ₃)	mg/l	204
Dureza total (CaCO ₃)	mg/l	156
Sodio	mg/l	9
Potasio	mg/l	1,4
Calcio	mg/l	26
Magnesio	mg/l	22
Cloruros	mg/l	5
Bicarbonatos	mg/l	249
Sulfatos	mg/l	21
Hierro total	mg/l	<0,2
Manganeso	mg/l	---
Amoníaco	mg/l	<0,05
Nitritos	mg/l	<0,02
Nitratos	mg/l	---
Fluoruros	mg/l	---
Arsénico	mg/l	---
Boro	mg/l	---
RAS	---	1,84
Clasificación Wilcox	---	C2-S1
Calificación	---	POTABLE



Dirección Técnica	Geol. Claudio R. Bassi
Equipo de Perforación	José Ibarra Andrés Hoyos Carlos Pérez (h) Simón Vargas Santos Gutiérrez
Equipo de Aforo	Marcos Herrera Domingo Sánchez