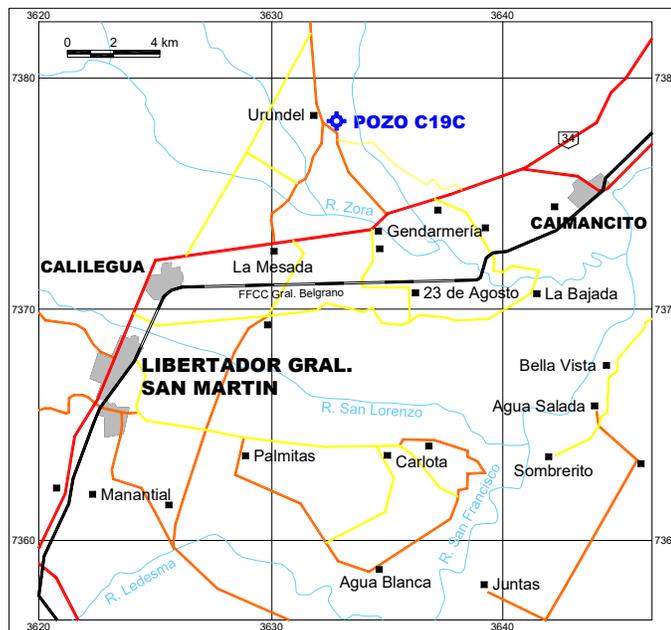




de Drilling Services S. A.

INFORME TECNICO DE PERFORACION POZO C19C - FINCA CEGADA



PROPIETARIO: LEDESMA S. A. A. I.

LOCALIDAD: CAIMAN

DEPARTAMENTO: LEDESMA

PROVINCIA: JUJUY

EMPRESA CONTRATISTA: SALTA PERFORACIONES

DIRECCION TECNICA: GEOL. CLAUDIO R. BASSI

Octubre 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 10 de agosto y 25 de octubre de 2003, la perforación del pozo C19C 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 134,50 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:

58 a 72 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

78 a 98 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

111 a 118 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

119 a 126 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 72 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

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

111 a 116 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

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

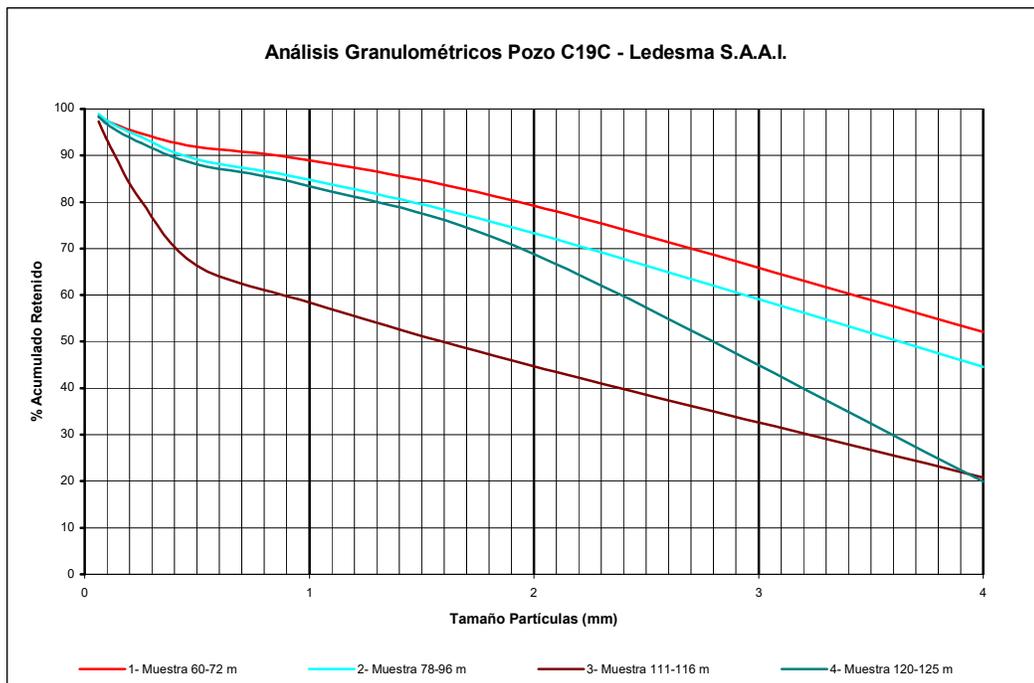
Las mismas fueron analizadas con las siguientes aberturas de tamices A.S.T.M.:

Tamiz N° 5, 10, 18, 35, 70, 120 y 230

		MUESTRA 1	Profundidad: 60 - 72 m Peso inicial: 1141 g		MUESTRA 2	Profundidad: 78 - 96 m Peso inicial: 1168 g	
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
mm		g	%	%	g	%	%
4	5	594	52,06	52,06	521	44,61	44,61
2	7	310	27,17	79,23	335	28,68	73,29
1	10	111	9,73	88,96	134	11,47	84,76
0,5	18	33	2,89	91,85	51	4,37	89,13
0,25	35	33	2,89	94,74	57	4,88	94,01
0,125	120	25	2,19	96,93	32	2,74	96,75
0,0625	230	18	1,58	98,51	25	2,14	98,89
	Fondo	17	1,49	100,00	13	1,11	100,00
		MUESTRA 3	Profundidad: 111 - 116 m Peso inicial: 1082 g		MUESTRA 4	Profundidad: 120 - 125 m Peso inicial: 1020 g	
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
mm		g	%	%	g	%	%
4	5	225	20,79	20,79	203	19,90	19,90
2	7	259	23,94	44,73	499	48,92	68,82
1	10	148	13,68	58,41	149	14,61	83,43
0,5	18	86	7,95	66,36	48	4,71	88,14
0,25	35	151	13,96	80,31	47	4,61	92,75
0,125	120	116	10,72	91,04	33	3,24	95,98
0,0625	230	68	6,28	97,32	24	2,35	98,33
	Fondo	29	2,68	100,00	17	1,67	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 5 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 (")
+0,50 a -59,98	Caño ciego	60,48	14
-59,98 a -72,11	Filtro RC 1 mm	12,13	14
-72,11 a -78,11	Caño ciego	6,00	14
-78,11 a -96,18	Filtro RC 1 mm	18,07	14
-96,18 a -111,18	Caño ciego	15,00	14
-111,18 a -116,19	Filtro RC 1 mm	5,01	14
-116,19 a -120,19	Caño ciego	4,00	14
-120,19 a -125,20	Filtro RC 1 mm	5,01	14
-125,20 a -130,20	Caño cola	5,00	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 134,50 m.

El entubado se realizó el día 22/09/03 sin ningún inconveniente.

Finalizado el entubamiento se procedió a engravar el pozo desde el fondo del mismo hasta los 20 m con grava seleccionada de 2 a 5 mm. Para esta operación se alivió 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 19 m³ de grava seleccionada de 2 a 5 mm de diámetro.

Cementado

Terminado el engravado se procedió a cementar el pozo entre los 20 y 15 metros de profundidad para aislar los acuíferos a explotar de las capas superiores. Para esta operación se utilizaron 30 bolsas de cemento.

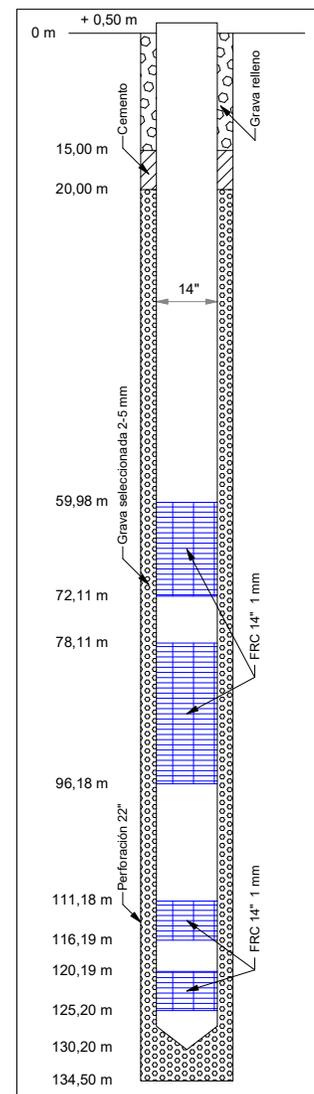
El resto del pozo fue rellenado con 4 m³ de grava gruesa lavada.

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 60 kg de dispersante químico, polifosfato de sodio, 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 bomba de eje vertical de 10", con cañería de conducción de 8", colocada a profundidades que variaron entre los 28 y 71 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.

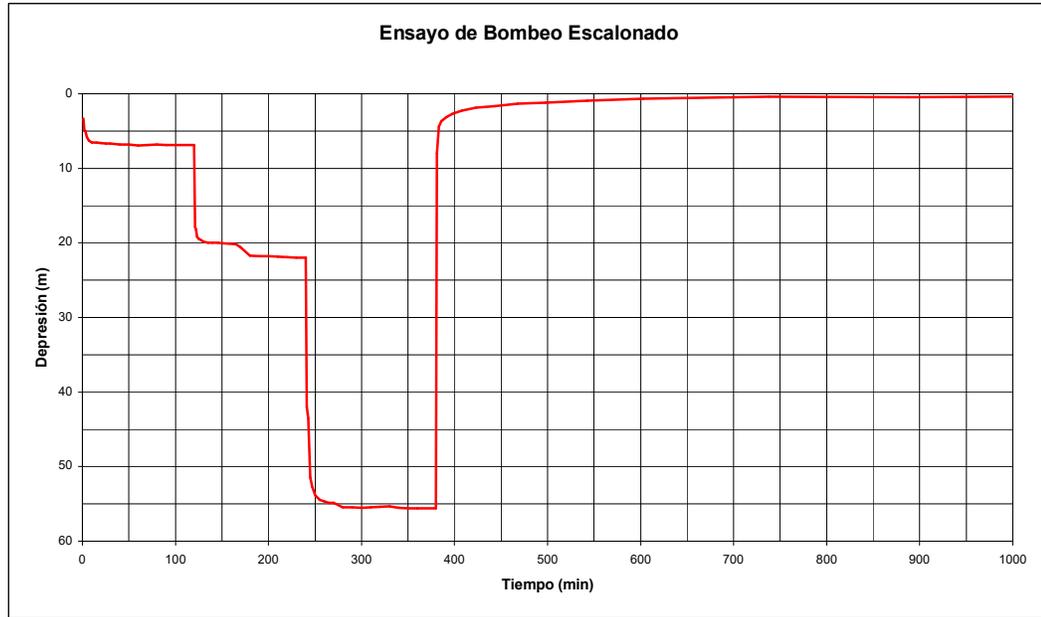
Ensayo de Bombeo

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 71,40 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)		6,16							
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	9,53	3,37	103	30,56	1	48,13	41,97	305	7,27
2	11,11	4,95	103	20,81	2	49,11	42,95	305	7,10
3	11,18	5,02	103	20,52	3	49,68	43,52	305	7,01
5	11,94	5,78	101	17,47	5	57,59	51,43	310	6,03
7	12,44	6,28	101	16,08	7	58,89	52,73	330	6,26
10	12,71	6,55	99	15,11	10	59,98	53,82	330	6,13
15	12,73	6,57	99	15,07	15	60,61	54,45	330	6,06
20	12,76	6,60	99	15,00	20	60,83	54,67	330	6,04
25	12,83	6,67	99	14,84	25	61,03	54,87	318	5,80
30	12,86	6,70	100	14,93	30	61,03	54,87	318	5,80
40	12,99	6,83	100	14,64	40	61,61	55,45	318	5,73
50	12,98	6,82	99	14,52	50	61,61	55,45	319	5,75
60	13,11	6,95	99	14,24	60	61,68	55,52	319	5,75
70	13,03	6,87	99	14,41	70	61,63	55,47	319	5,75
80	12,99	6,83	99	14,49	80	61,58	55,42	319	5,76
90	13,05	6,89	99	14,37	90	61,51	55,35	319	5,76
120	13,05	6,89	99	14,37	100	61,68	55,52	319	5,75
SEGUNDO ESCALON					110	61,75	55,59	319	5,74
1	23,98	17,82	200	11,22	120	61,78	55,62	319	5,74
2	24,39	18,23	200	10,97	140	61,77	55,61	319	5,74
3	25,36	19,20	199	10,36	RECUPERACION				
5	25,58	19,42	199	10,25	1	14,15	7,99	0	
7	25,74	19,58	198	10,11	2	10,58	4,42	0	
10	25,98	19,82	198	9,99	3	9,86	3,70	0	
30	26,21	20,05	198	9,88	15	8,03	1,87	0	
45	26,33	20,17	196	9,72	20	7,83	1,67	0	
50	26,71	20,55	202	9,83	25	7,51	1,35	0	
60	27,88	21,72	202	9,30	30	7,37	1,21	0	
70	27,93	21,77	200	9,19	45	7,08	0,92	0	
80	27,93	21,77	200	9,19	60	6,83	0,67	0	
90	28,01	21,85	200	9,15	135	6,55	0,39	0	
100	28,07	21,91	200	9,13	150	6,65	0,49	0	
110	28,13	21,97	200	9,10	180	6,49	0,33	0	
120	28,13	21,97	200	9,10					



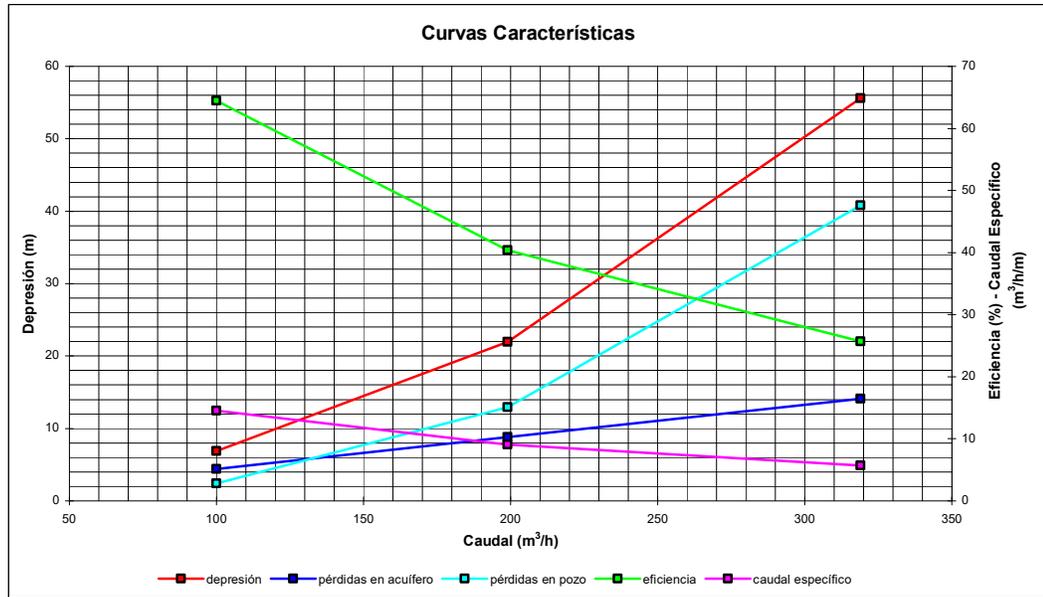
Con los datos del ensayo de bombeo se calcularon las constantes B , C y n que rigen la ecuación de descensos (s) en función de los caudales, utilizando el método de Hantush.

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

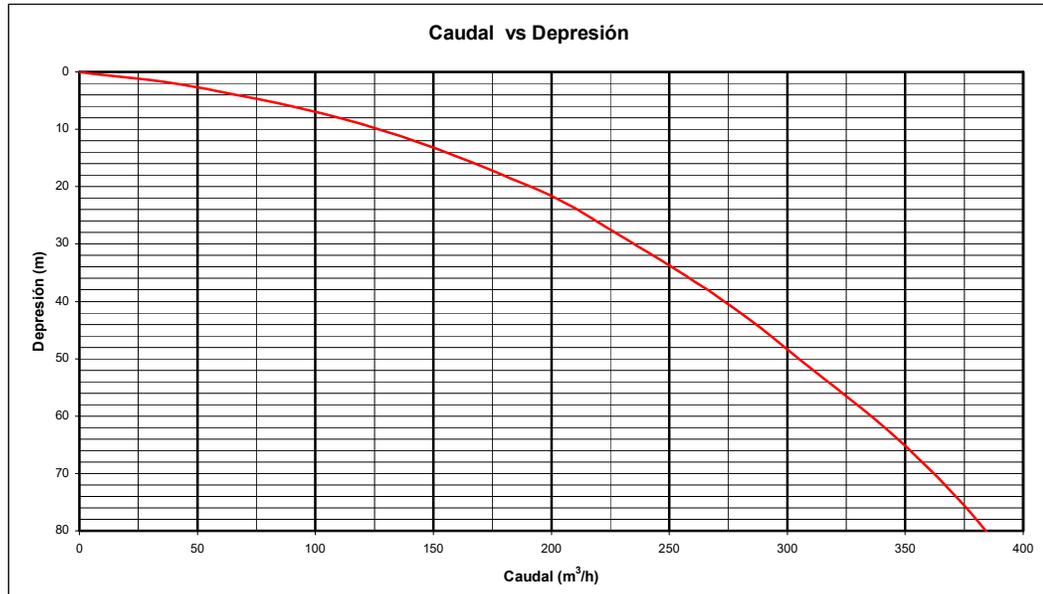
$B = 0,00184$
 $C = 1,488 \text{ E-}8$
 $n = 2,43$
 Q en $\text{m}^3/\text{día}$

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 Específico ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$)	Eficiencia del Pozo		
					Pérdidas por Acuífero (m)	Pérdidas por Pozo (m)	Eficiencia (%)
6,16							
1er. Escalón	100	13,05	6,89	14,51	4,42	2,47	64,15
2do. Escalón	199	28,13	21,97	9,06	8,79	13,18	40,01
3er. Escalón	319	61,78	55,62	5,74	14,09	41,53	25,33



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:

$$\text{Jacob: } T = 417 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$\text{Recuperación: } T = 531 \text{ m}^2/\text{día}$$

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

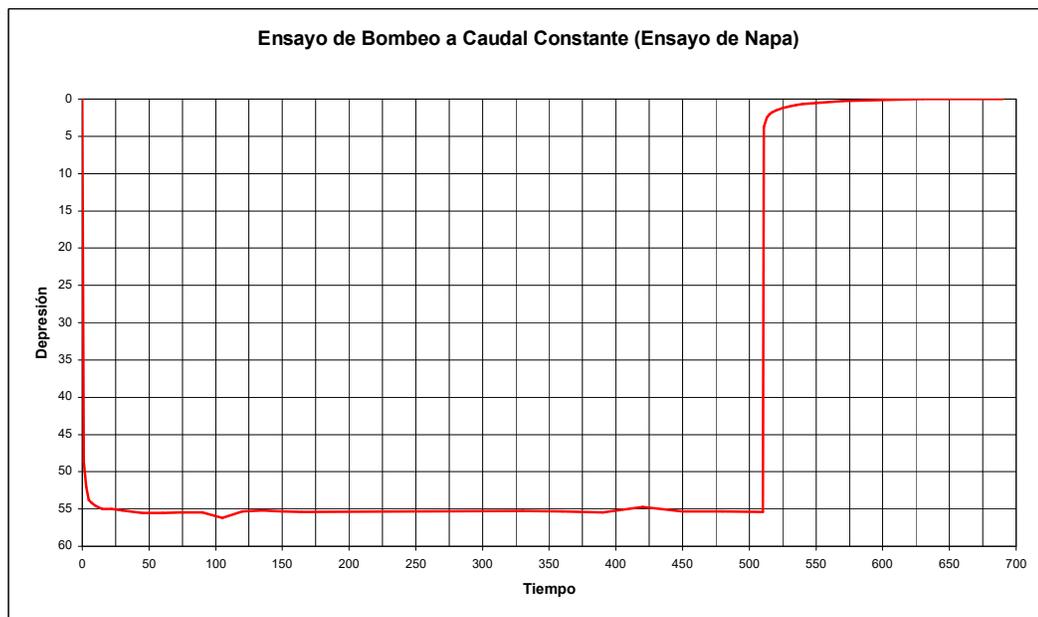
$$K = 12 \text{ m/día}$$

Ensayo de Bombeo a Caudal Constante (Ensayo de Napa)

El ensayo fue realizado a caudal máximo con una duración de seis horas. Los datos obtenidos durante el ensayo son los siguientes:

ENSAYO DE NAPA

Nivel Estático (m)		6,92							
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					RECUPERACION				
1	55,57	48,65	320	6,58	1	10,66	3,74	0	
3	58,98	52,06	320	6,15	3	9,36	2,44	0	
5	60,69	53,77	320	5,95	5	8,96	2,04	0	
7	61,11	54,19	320	5,91	7	8,74	1,82	0	
10	61,49	54,57	320	5,86	10	8,45	1,53	0	
15	61,88	54,96	312	5,68	15	8,12	1,20	0	
22	61,91	54,99	312	5,67	20	7,95	1,03	0	
25	61,99	55,07	312	5,67	25	7,72	0,80	0	
30	62,08	55,16	312	5,66	30	7,56	0,64	0	
45	62,41	55,49	312	5,62	40	7,47	0,55	0	
60	62,46	55,54	307	5,53	60	7,17	0,25	0	
75	62,35	55,43	307	5,54	90	7,03	0,11	0	
90	62,37	55,45	305	5,50	120	6,92	0,00	0	
105	63,14	56,22	305	5,43	180	6,92	0,00	0	
120	62,27	55,35	305	5,51					
135	62,10	55,18	303	5,49					
150	62,24	55,32	303	5,48					
165	62,29	55,37	303	5,47					
180	62,15	55,23	302	5,47					
210	62,26	55,34	302	5,46					
240	62,37	55,45	302	5,45					
270	61,62	54,70	302	5,52					
300	62,25	55,33	302	5,46					
330	62,23	55,31	302	5,46					
360	62,29	55,37	302	5,45					



Parámetros del acuífero

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

$$\text{Jacob: } T = 366 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$\text{Recuperación: } T = 716 \text{ m}^2/\text{día}$$

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

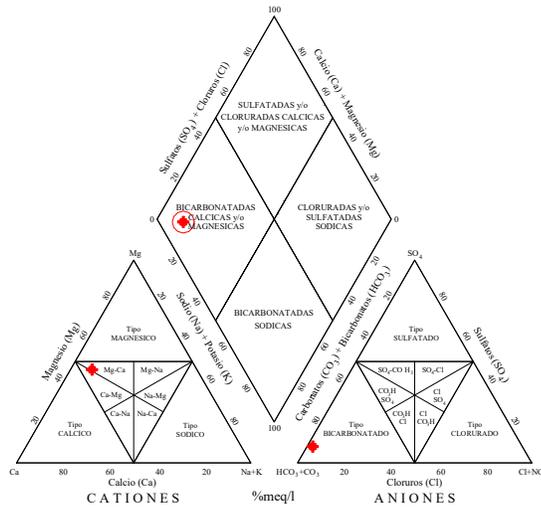
Se tomó una muestra de agua durante el ensayo de bombeo la cual fue analizada en el Laboratorio de Aguas de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta.

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.

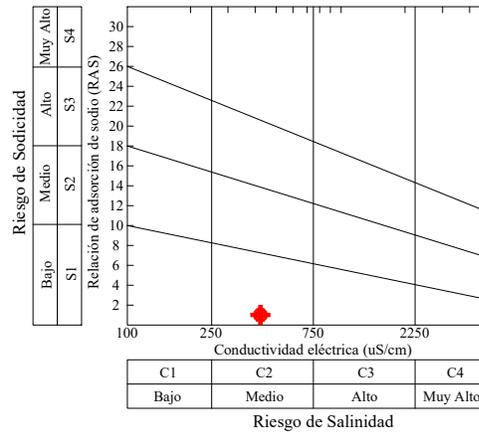
Parámetro analizado	Valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Color (Pt-Co)	2	5	10		
pH	7,2	6,5-8,5			
Turbiedad (NTU)	3	3	25		
Conductividad (uS/cm)	504	---	2000		
Sólidos totales a 105°C	---	1000	2000	4000	10000
Sólidos disueltos totales	320	1500			
Alcalinidad total (CaCO ₃)	299	400	800		
Dureza total (CaCO ₃)	221	200	500		
Sodio	8,7	200			
Potasio	1,8	---			
Calcio	46	---			
Magnesio	26	---			250
Cloruros	4,2	350	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	365	488	976		
Carbonatos	---	400			
Sulfatos	18	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.	1,45				
Potabilidad		POTABLE			

Análisis N° 34593 - 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*.

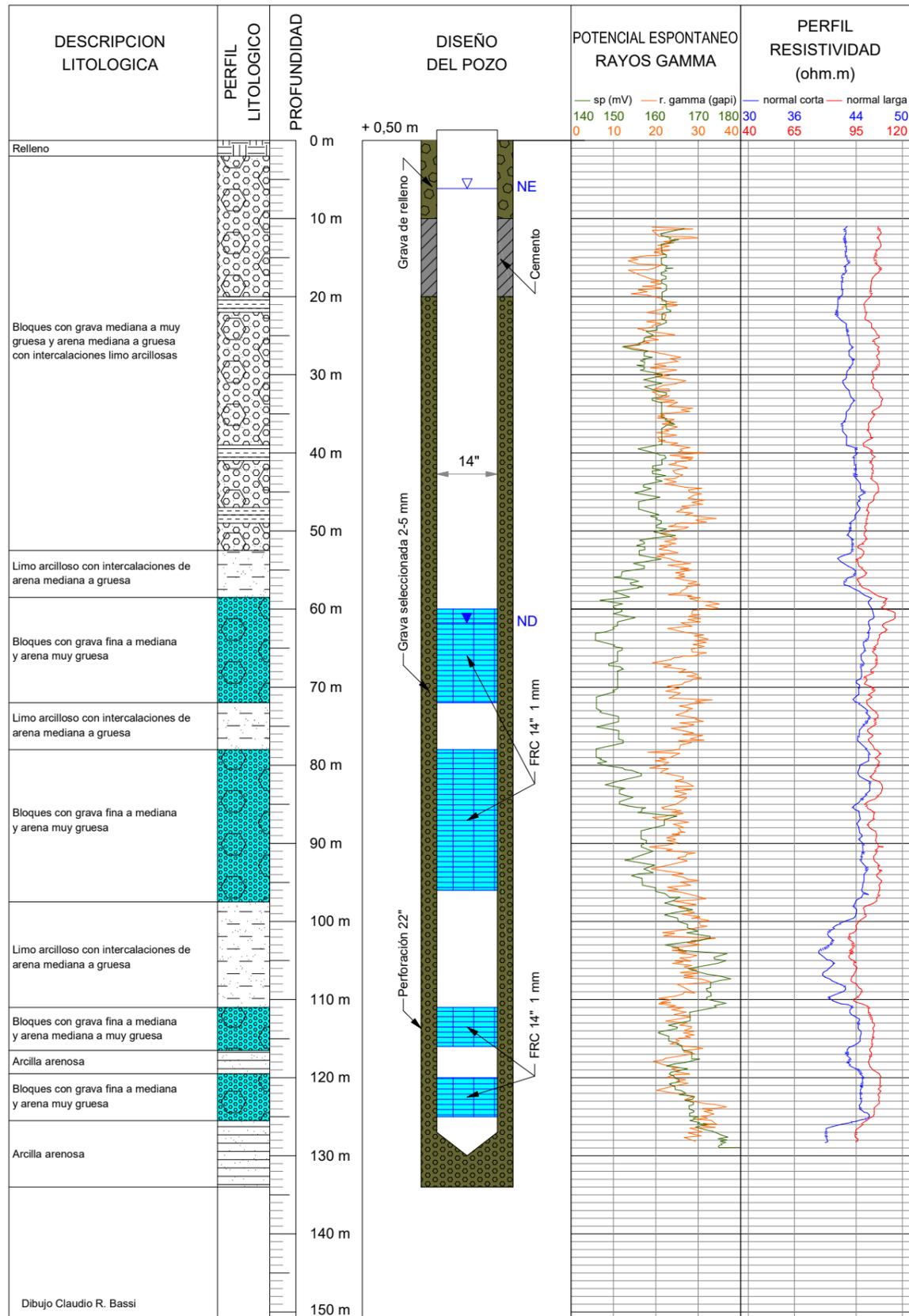


Según la clasificación *Riverside* para aguas de riego, la muestra analizada pertenece a la clase C2-S1, lo que indica un riesgo medio de salinidad y bajo de sodicidad.

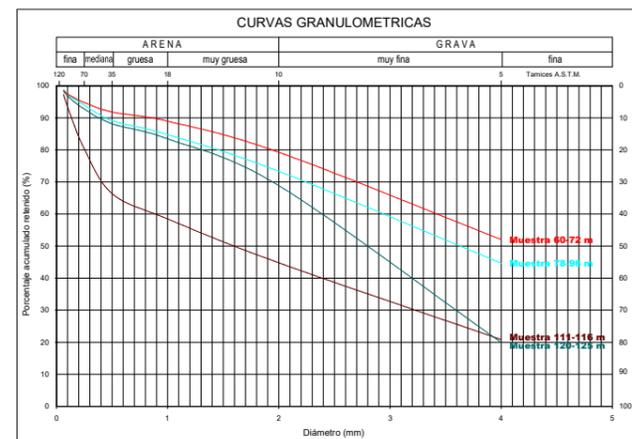
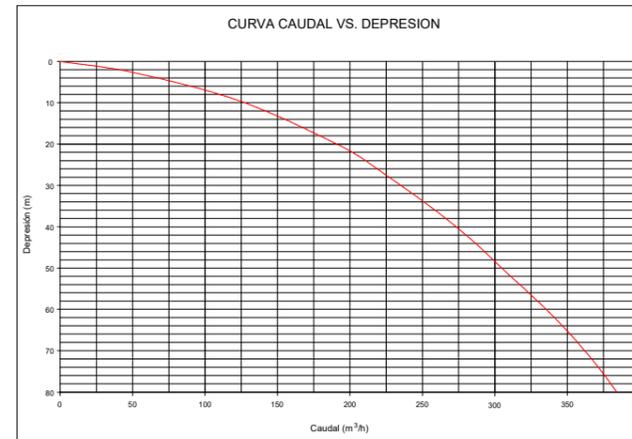
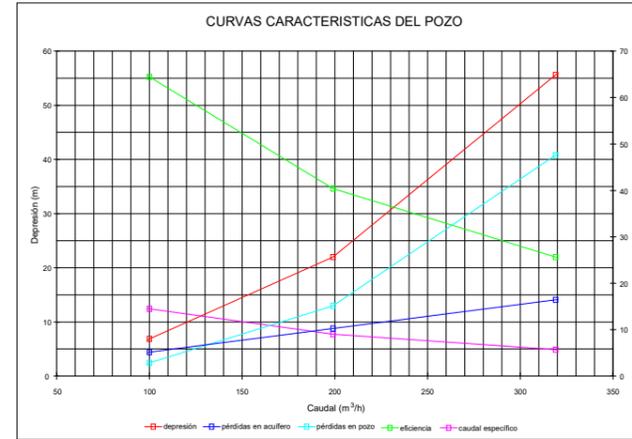


Geol. Claudio R. Bassi
Salta Perforaciones
M.P. Salta N° 205

PERFORACION C19C FINCA CEGADA
Callegua - Ledesma - Jujuy

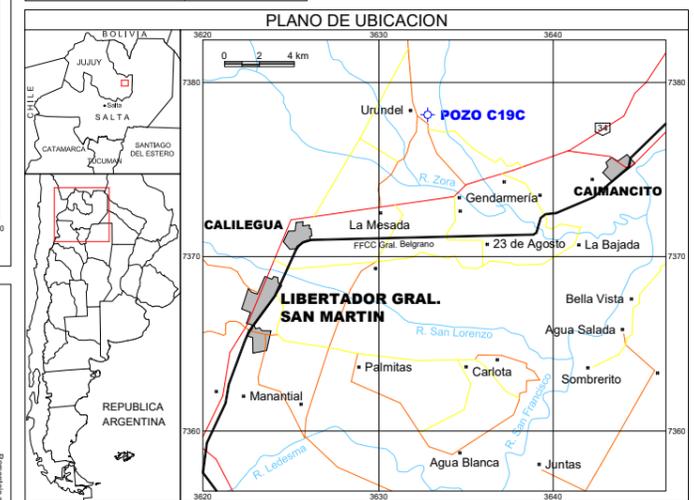


PARAMETROS HIDRAULICOS			
Acuíferos		Pozo completo	
Nivel estático	m	6,16	
Caudal de ensayo	m ³ /h	100	199
Tiempo de bombeo	min	120	140
Nivel dinámico	m	13,05	28,13
Depresión	m	6,89	21,97
Caudal específico	m ³ /h/m	14,51	9,06
Pérdidas acuífero	m	4,42	8,79
Pérdidas pozo	m	2,47	13,18
Eficiencia	%	64,15	40,01
Permeabilidad	m/d	12	
Transmisividad	m ² /d	474	
Coefficiente de almacenamiento		---	
Ecuación de descensos		s = 0,00184 . Q + 1,488 . 10 ⁻⁵ . Q ^{2,43} (s en m, Q en m ³ /d)	



PERFORACION C19C FINCA CEGADA	
LOCALIDAD	Callegua
DEPARTAMENTO	Ledesma
PROVINCIA	Jujuy
PROPIETARIO	Ledesma S.A.A.I.
INICIO PERFORACION	10 de Agosto de 2003
FIN PERF. EXPLORATORIA	23 de Agosto de 2003
ELECTROPERFILAJE	24 de Agosto de 2003
ENTUBADO	22 de Setiembre de 2003
ENSAYO DE BOMBEO	24 y 25 de Octubre de 2003

ANALISIS FISICO QUIMICO		
Parámetros	Unidad	Valor
Color	u.c.	2
pH	---	7,2
Turbiedad	U.N.T.	3
Conductividad	uS/cm	504
Sólidos totales	---	---
Sólidos disueltos	mg/l	320
Alcalinidad total (CaCO ₃)	mg/l	299
Dureza total (CaCO ₃)	mg/l	221
Sodio	mg/l	8,7
Potasio	mg/l	1,8
Calcio	mg/l	46
Magnesio	mg/l	26
Cloruros	mg/l	4,2
Bicarbonatos	mg/l	365
Sulfatos	mg/l	18
Hierro total	mg/l	<0,2
Manganeso	mg/l	---
Amoniaco	mg/l	<0,05
Nitritos	mg/l	<0,02
Nitratos	mg/l	---
Fluoruros	mg/l	---
Arsénico	mg/l	---
Boro	mg/l	---
RAS	---	1,45
Clasificación Wilcox	---	C2-S1
Calificación		POTABLE



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