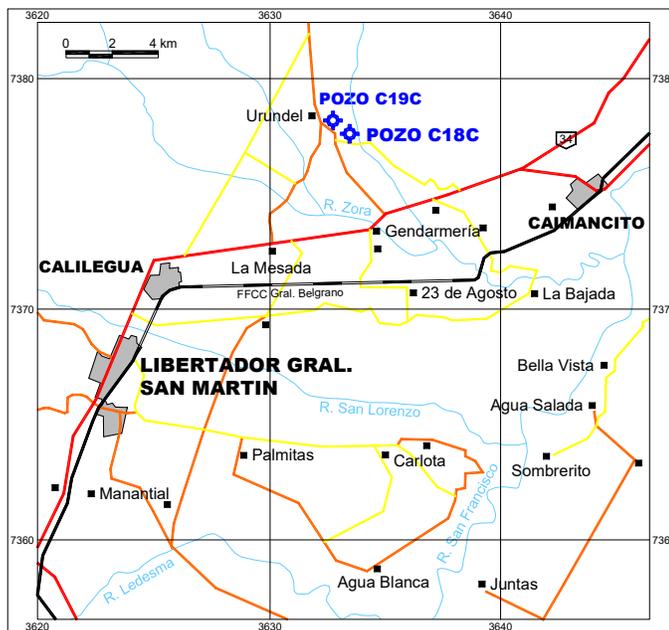




de Drilling Services S. A.

## INFORME TECNICO DE PERFORACION POZO L-17-F' - FINCA FLORENCIA



**PROPIETARIO: LEDESMA S. A. A. I.**

**LOCALIDAD: FRAILE PINTADO**

**DEPARTAMENTO: LEDESMA**

**PROVINCIA: JUJUY**

**EMPRESA CONTRATISTA: SALTA PERFORACIONES**

**DIRECCION TECNICA: GEOL. CLAUDIO R. BASSI**

**Abril 2004**

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 enero y 30 de abril de 2004, la perforación del pozo L-17-F' para abastecimiento de agua potable a la finca Florencia, ubicada en la localidad Fraile Pintado, departamento Ledesma, provincia de Jujuy.

## METODOLOGIA

### Antepozo Revestido

Se realizó primeramente un antepozo revestido con hormigón de 1 metro de diámetro, el cual alcanzó los 47 m de profundidad. Este trabajo se realizó debido a la gran cantidad de bloques que se encuentran en el terreno y que dificultan la perforación rotatoria.

### 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 133 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 el día 08/04/04 el perfilaje eléctrico del pozo, donde se registraron valores de resistividad y potencial espontáneo. El electroperfilaje fue realizado por *Amado Dimani* hasta la profundidad de 132 m.

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

**80 a 85 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

**86 a 90 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

**92 a 117 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

**119 a 123 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

**126 a 132 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:

**80 a 85 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

**86 a 90 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

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

**107 a 112 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

**113 a 117 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

**119 a 123 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

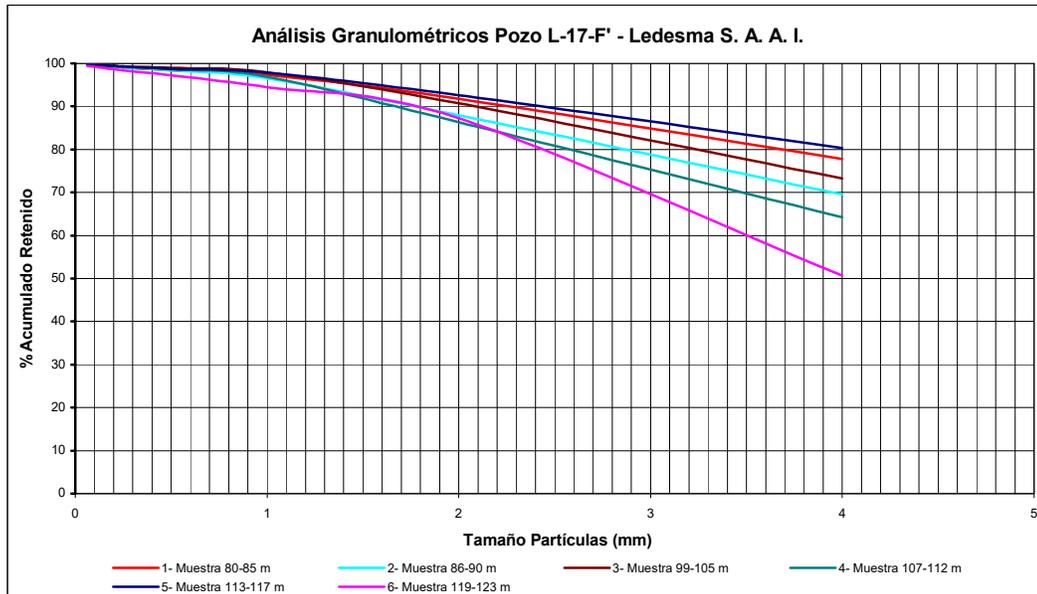
Las mismas fueron analizadas con las siguientes aberturas de tamices A.S.T.M.:

Tamiz Nº 5, 10, 18, 35, 70, 120 y 230

		<b>MUESTRA 1</b>	<b>Profundidad: 80 - 85 m</b>		<b>MUESTRA 2</b>	<b>Profundidad: 86 - 90 m</b>	
			<b>Peso inicial:</b>	<b>1209 g</b>		<b>Peso inicial:</b>	<b>1147 g</b>
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
mm		g	%	%	g	%	%
4	5	936	77,81	77,81	794	69,53	69,53
2	7	168	13,97	91,77	211	18,48	88,00
1	10	67	5,57	97,34	97	8,49	96,50
0,5	18	12	1,00	98,34	21	1,84	98,34
0,25	35	9	0,75	99,09	9	0,79	99,12
0,125	120	4	0,33	99,42	3	0,26	99,39
0,0625	230	4	0,33	99,75	3	0,26	99,65
	Fondo	3	0,25	100,00	4	0,35	100,00
		<b>MUESTRA 3</b>	<b>Profundidad: 99 - 105 m</b>		<b>MUESTRA 4</b>	<b>Profundidad: 107 - 112 m</b>	
			<b>Peso inicial:</b>	<b>1242 g</b>		<b>Peso inicial:</b>	<b>1333 g</b>
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
mm		g	%	%	g	%	%
4	5	908	73,28	73,28	851	64,23	64,23
2	7	216	17,43	90,72	293	22,11	86,34
1	10	89	7,18	97,90	140	10,57	96,91
0,5	18	13	1,05	98,95	22	1,66	98,57
0,25	35	5	0,40	99,35	8	0,60	99,17
0,125	120	3	0,24	99,60	4	0,30	99,47
0,0625	230	2	0,16	99,76	4	0,30	99,77
	Fondo	3	0,24	100,00	3	0,23	100,00
		<b>MUESTRA 5</b>	<b>Profundidad: 113 - 117 m</b>		<b>MUESTRA 6</b>	<b>Profundidad: 119 - 123 m</b>	
			<b>Peso inicial:</b>	<b>1303 g</b>		<b>Peso inicial:</b>	<b>1393 g</b>
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
mm		g	%	%	g	%	%
4	5	1038	80,34	80,34	700	50,69	50,69
2	7	158	12,23	92,57	505	36,57	87,26
1	10	68	5,26	97,83	100	7,24	94,50
0,5	18	12	0,93	98,76	38	2,75	97,25
0,25	35	7	0,54	99,30	16	1,16	98,41
0,125	120	3	0,23	99,54	9	0,65	99,06
0,0625	230	3	0,23	99,77	5	0,36	99,42
	Fondo	3	0,23	100,00	8	0,58	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 (")
+0,50 a -80,02	Caño ciego	80,52	14
-80,02 a -85,03	Filtro RC 1 mm	5,01	14
-85,03 a -86,03	Caño ciego	1,00	14
-86,03 a -90,03	Filtro RC 1 mm	4,00	14
-90,03 a -99,04	Caño ciego	9,01	14
-99,04 a -105,06	Filtro RC 1 mm	6,02	14
-105,06 a -107,00	Caño ciego	1,94	14
-107,00 a -112,07	Filtro RC 1 mm	5,07	14
-112,07 a -113,08	Caño ciego	1,01	14
-113,08 a -117,09	Filtro RC 1 mm	4,01	14
-117,09 a -119,06	Caño ciego	1,97	14
-119,06 a -123,07	Filtro RC 1 mm	4,01	14
-123,07 a -129,10	Caño cola	6,03	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 17/04/04 en presencia del Dr. Eduardo Tineo y del Ing. José Nogara, sin ningún inconveniente.

Finalizado el entubamiento se procedió a engravar el pozo desde el fondo del mismo hasta los 40 m con grava seleccionada de 2 a 4 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 m<sup>3</sup> de grava seleccionada de 2 a 4 mm de diámetro. El resto del pozo fue rellenado con 15 m<sup>3</sup> 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.

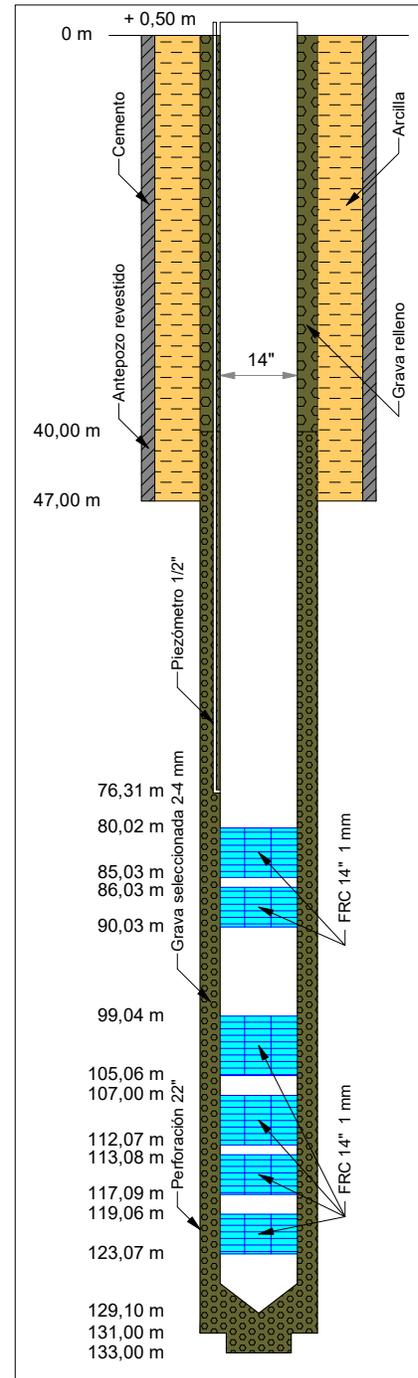
Para el desarrollo se utilizó una electrobomba sumergible de 125 HP de potencia y cuerpo de 10", con cañería de impulsión de 6", colocada a una profundidad de 79 m. El desarrollo se efectuó utilizando el método de contracorriente, que consiste en movimientos alternados de la bomba arrancando y parando, 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

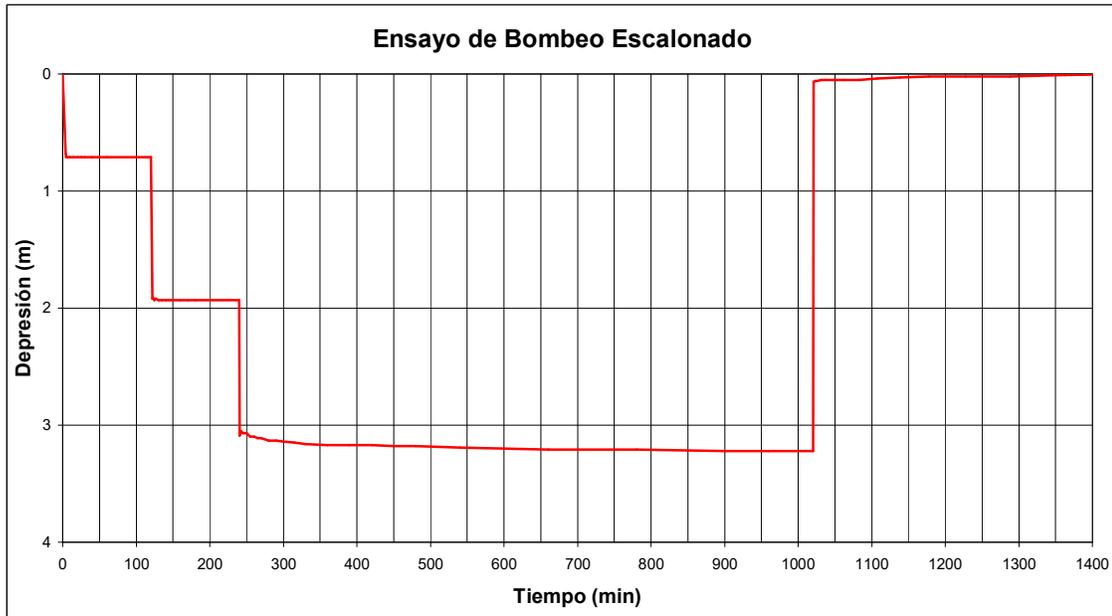
El ensayo de bombeo se realiza a fin de determinar las características hidráulicas del pozo y así poder establecer la explotación adecuada con el equipo de bombeo apropiado. Para tal fin se realizó un ensayo escalonado de caudales y un ensayo de napa a caudal constante. Se utilizó la misma bomba empleada durante la etapa de desarrollo, ubicada a una profundidad de 60 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)		46,00							
Tiempo (min)	Nivel Dinámico (m)	Depresión (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Específico (m <sup>3</sup> /h/m)	Tiempo (min)	Nivel Dinámico (m)	Depresión (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Específico (m <sup>3</sup> /h/m)
PRIMER ESCALON					25	49,11	3,11	285	91,64
4	46,68	0,68	100	147,06	30	49,11	3,11	285	91,64
5	46,71	0,71	100	140,85	40	49,13	3,13	285	91,05
7	46,71	0,71	100	140,85	50	49,13	3,13	285	91,05
10	46,71	0,71	100	140,85	60	49,14	3,14	285	90,76
15	46,71	0,71	100	140,85	75	49,15	3,15	285	90,48
20	46,71	0,71	100	140,85	90	49,16	3,16	285	90,19
25	46,71	0,71	100	140,85	120	49,17	3,17	285	89,91
30	46,71	0,71	100	140,85	150	49,17	3,17	285	89,91
40	46,71	0,71	100	140,85	180	49,17	3,17	285	89,91
50	46,71	0,71	100	140,85	210	49,18	3,18	285	89,62
60	46,71	0,71	100	140,85	240	49,18	3,18	285	89,62
120	46,71	0,71	100	140,85	300	49,19	3,19	285	89,34
SEGUNDO ESCALON					420	49,21	3,21	285	88,79
2	47,92	1,92	205	106,77	540	49,21	3,21	285	88,79
3	47,91	1,91	205	107,33	660	49,22	3,22	285	88,51
5	47,93	1,93	205	106,22	720	49,22	3,22	285	88,51
7	47,92	1,92	205	106,77	780	49,22	3,22	285	88,51
10	47,93	1,93	205	106,22	RECUPERACION				
15	47,93	1,93	205	106,22	1	46,07	0,07	0	
20	47,93	1,93	205	106,22	2	46,06	0,06	0	
25	47,93	1,93	205	106,22	3	46,06	0,06	0	
30	47,93	1,93	205	106,22	5	46,05	0,05	0	
40	47,93	1,93	205	106,22	7	46,05	0,05	0	
50	47,93	1,93	205	106,22	10	46,05	0,05	0	
60	47,93	1,93	205	106,22	15	46,05	0,05	0	
120	47,93	1,93	205	106,22	20	46,05	0,05	0	
TERCER ESCALON					25	46,04	0,04	0	
1	49,09	3,09	285	92,23	30	46,03	0,03	0	
2	49,05	3,05	285	93,44	40	46,02	0,02	0	
3	49,05	3,05	285	93,44	50	46,02	0,02	0	
5	49,07	3,07	285	92,83	60	46,02	0,02	0	
7	49,07	3,07	285	92,83	75	46,01	0,01	0	
10	49,07	3,07	285	92,83	90	46,00	0,00	0	
15	49,10	3,10	285	91,94	120	46,00	0,00	0	
20	49,10	3,10	285	91,94					



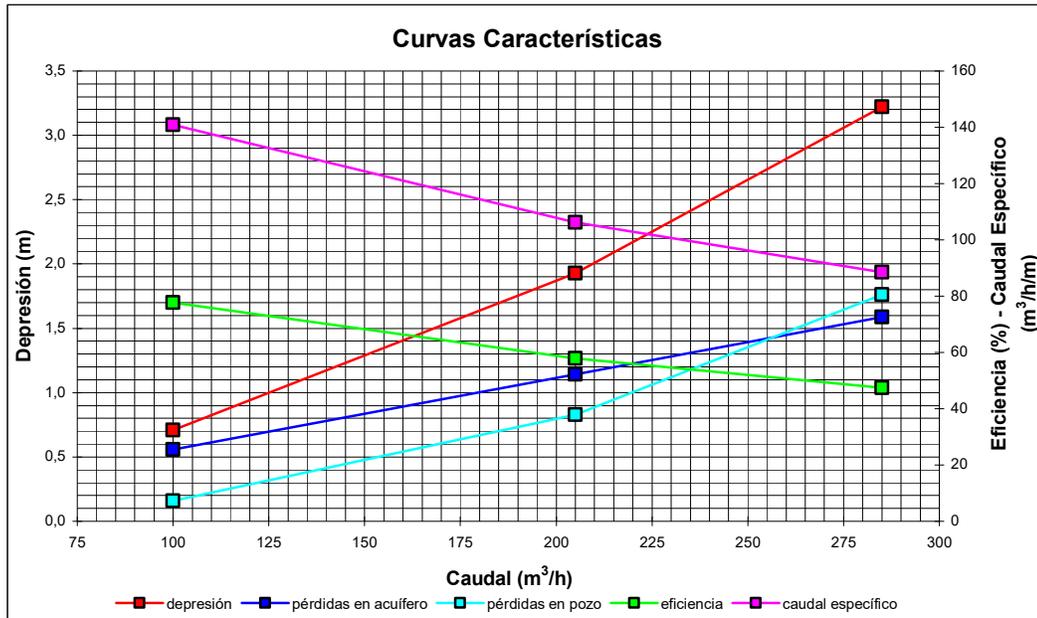
Con los datos del ensayo de bombeo se calcularon las constantes  $B$ ,  $C$  y  $n$  que rigen la ecuación de descensos ( $s$ ) en función de los caudales, utilizando el método de Hantush.

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

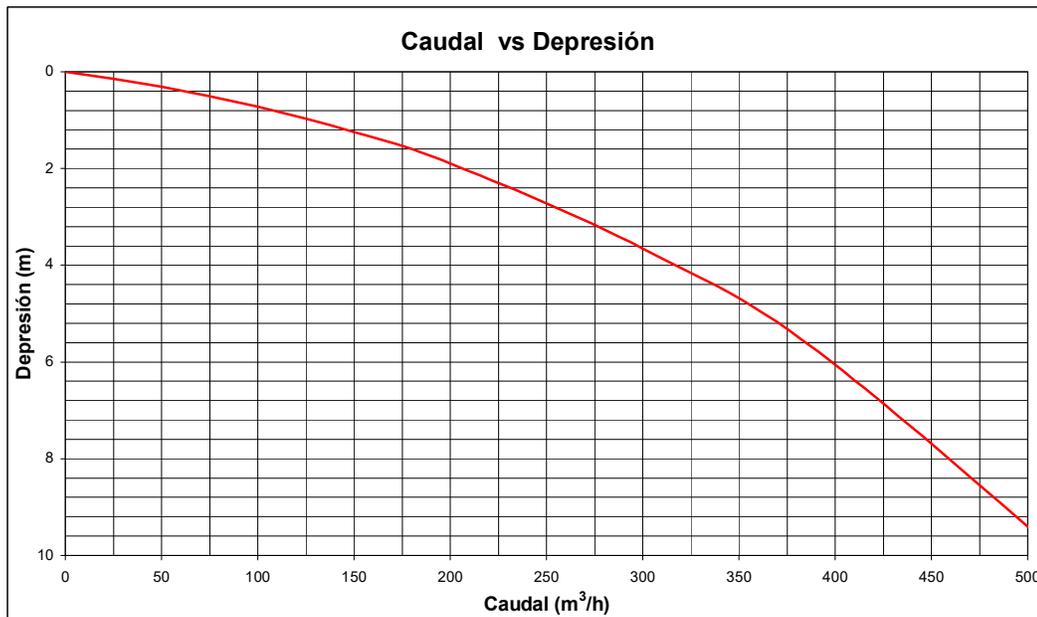
$B = 0,0002321$   
 $C = 2,911 \text{ E-}9$   
 $n = 2,29$   
 $Q$  en  $\text{m}^3/\text{día}$

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

PARAMETROS HIDRAULICOS DEL POZO							
Nivel Estático (m)	Caudal ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	Nivel Dinámico (m)	Depresión (m)	Caudal Específico ( $\text{m}^3/\text{h/m}$ )	Eficiencia del Pozo		
					Pérdidas por Acuífero (m)	Pérdidas por Pozo (m)	Eficiencia (%)
46,00							
1er. Escalón	100	46,71	0,71	140,85	0,56	0,16	77,66
2do. Escalón	205	47,93	1,93	106,22	1,14	0,83	57,93
3er. Escalón	285	49,22	3,22	88,51	1,59	1,76	47,38



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 se calcularon los valores de transmisividad y permeabilidad del acuífero aplicando el método de Jacob:

$$T = 1307 \text{ m}^2/\text{día}$$

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

$$K = 47 \text{ m/día}$$

### Análisis Químico

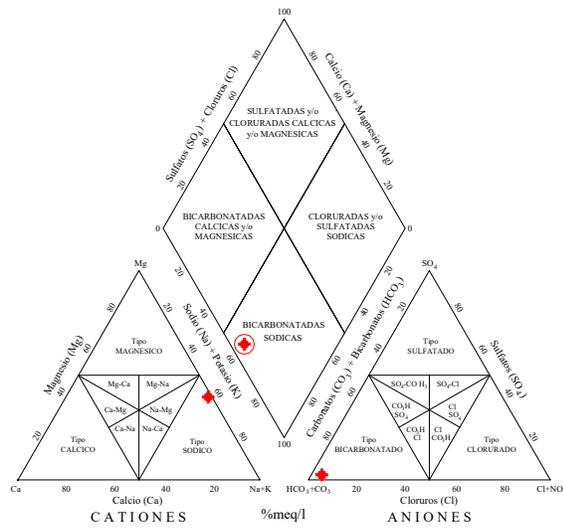
Se tomó una muestra de agua durante el ensayo de bombeo la cual fue analizada en el Laboratorio de Aguas de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta.

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.

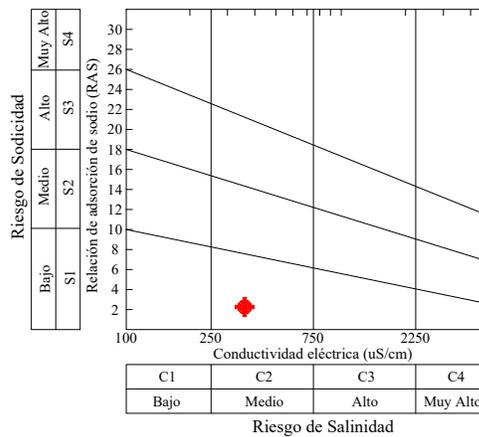
Parámetro analizado	Valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Color (Pt-Co)	<1	5	10		
pH	6,46	6,5-8,5			
Turbiedad (NTU)	0,98	3	25		
Conductividad (uS/cm)	388	---	2000		
Sólidos totales a 105°C	---	1000	2000	4000	10000
Sólidos disueltos totales	244	1500			
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	167	400	800		
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	78	200	500		
Sodio	12	200			
Potasio	1,8	---			
Calcio	51	---			
Magnesio	12	---			250
Cloruros	4	350	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	204	488	976		
Carbonatos	---	400			
Sulfatos	26	200	400	2000	4000
Hierro total	<0,2	0,1	0,3		
Manganeso	<0,05	0,05	0,1-0,5		
Amoníaco	0,103	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.	2,14				
Potabilidad		<b>POTABLE</b>			

Análisis N° 35108 - Laboratorio de Aguas - Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable - Salta

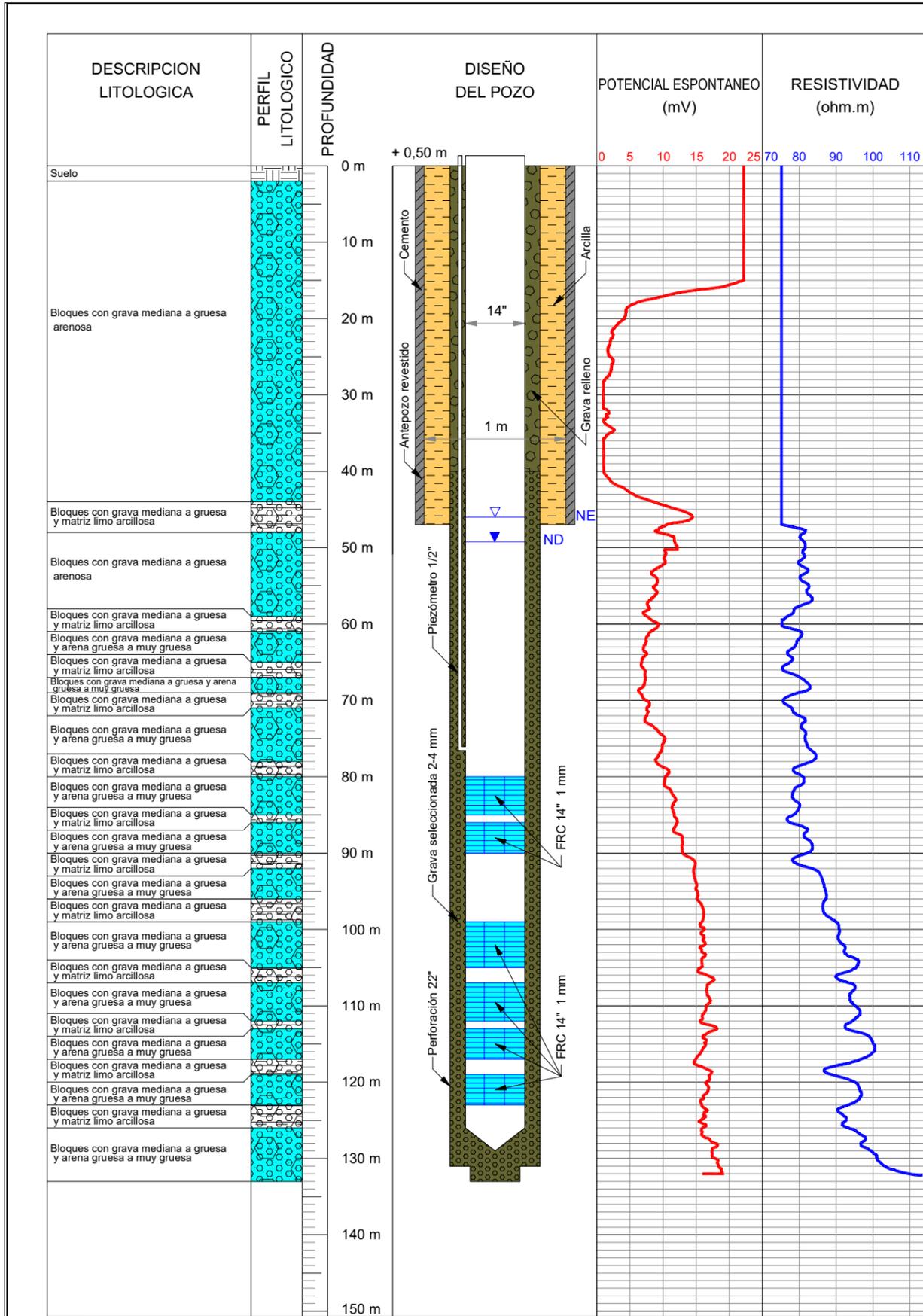
De acuerdo a la clasificación *Piper* para aguas, la muestra obtenida pertenece al tipo *Bicarbonatada Sódica*.



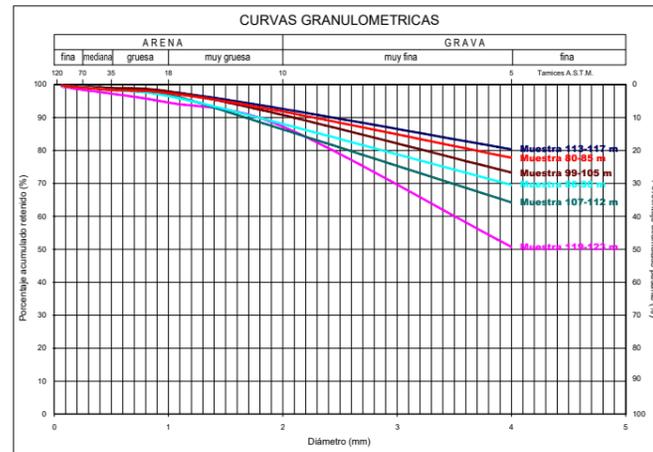
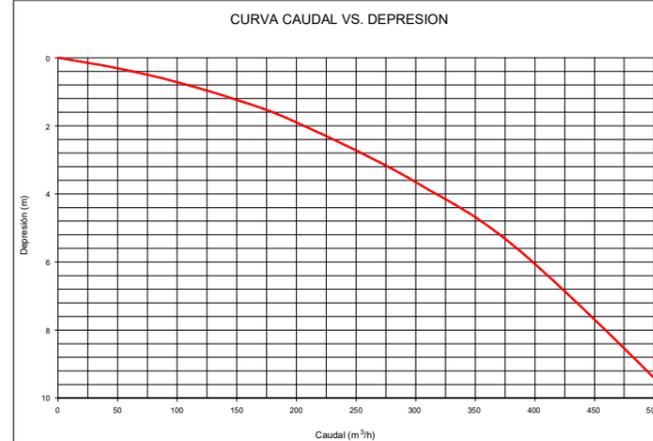
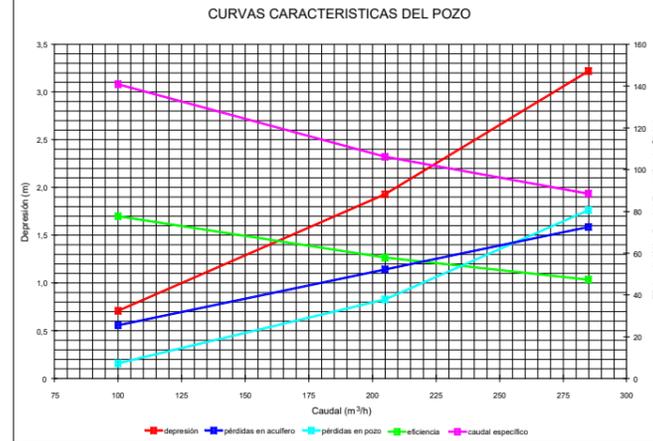
Según la clasificación *Riverside* para aguas de riego, la muestra analizada pertenece a la clase C2-S1, lo que indica un riesgo medio de salinidad y bajo de sodicidad.



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

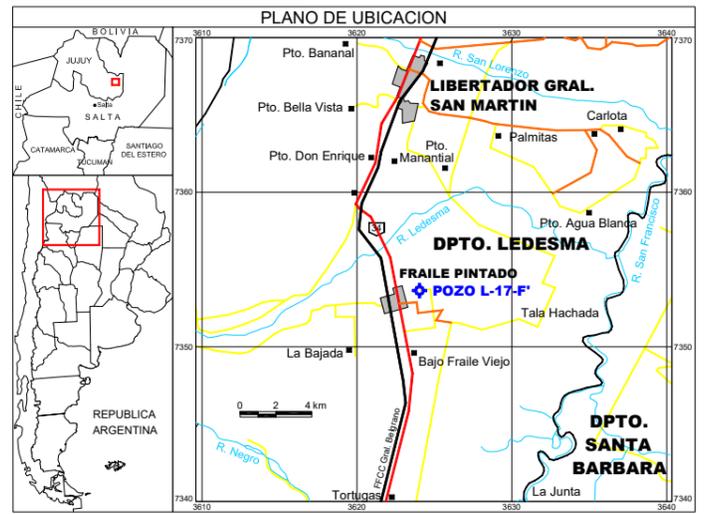
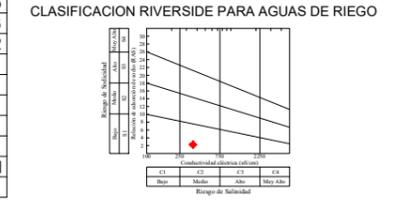
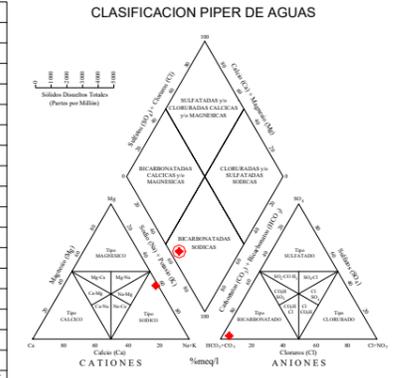


PARAMETROS HIDRAULICOS			
		Pozo completo	
Nivel estático	m	46,00	
Caudal de ensayo	m³/h	100	285
Tiempo de bombeo	min	120	780
Nivel dinámico	m	46,71	49,22
Depresión	m	0,71	3,22
Caudal específico	m³/h/m	140,85	88,51
Pérdidas acuífero	m	0,56	1,59
Pérdidas pozo	m	0,16	1,76
Eficiencia	%	77,66	47,38
Permeabilidad	m/d	47	
Transmisividad	m²/d	1307	
Coefficiente de almacenamiento		---	
Ecuación de descensos		s = 0,002321 · Q + 2,911 · 10 <sup>-9</sup> · Q <sup>2,29</sup> (s en m, Q en m³/d)	



PERFORACION L-17-F' - FINCA FLORENCIA	
LOCALIDAD	Fraile Pintado
DEPARTAMENTO	Ledesma
PROVINCIA	Jujuy
PROPIETARIO	Ledesma S. A. A. I.
INICIO ANTEPOZO	7 de Enero de 2004
FIN ANTEPOZO	11 de Marzo de 2004
INICIO PERFORACION	22 de Marzo de 2004
FIN PERF. EXPLORATORIA	7 de Abril de 2004
ELECTROPERFILAJE	8 de Abril de 2004
ENTUBADO	17 de Abril de 2004
ENSAYO DE BOMBEO	29 y 30 de Abril de 2004

ANALISIS FISICO QUIMICO		
Parámetros	Unidad	Valor
Color	u.c.	<1
pH	---	6,46
Turbiedad	U.N.T.	0,98
Conductividad	uS/cm	388
Sólidos totales	---	---
Sólidos disueltos	mg/l	244
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	167
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	78
Sodio	mg/l	12
Potasio	mg/l	1,8
Calcio	mg/l	51
Magnesio	mg/l	12
Cloruros	mg/l	4
Bicarbonatos	mg/l	204
Sulfatos	mg/l	26
Hierro total	mg/l	<0,2
Manganeso	mg/l	<0,05
Amoniaco	mg/l	0,103
Nitritos	mg/l	<0,02
Nitratos	mg/l	---
Fluoruros	mg/l	---
Arsénico	mg/l	---
Boro	mg/l	---
RAS	---	2,14
Clasificación Wilcox	---	C2-S1
Calificación		POTABLE



Dirección Técnica	Geol. Claudio R. Bassi
Equipo de Perforación	Raúl Díaz Wenceslao Felino Alfredo Ruiz Jorge Flores Luciano Ibarra
Equipo de Aforo	Manuel Chauqui Fernando Fabián