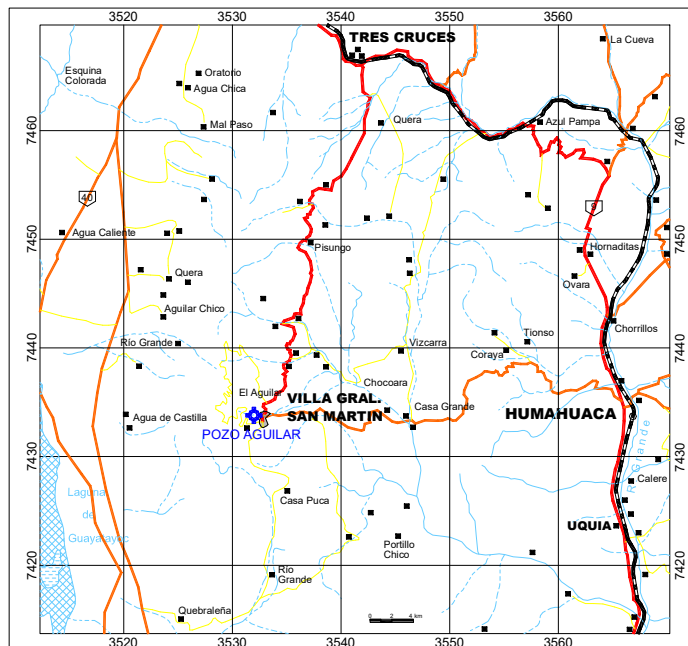


P **SALTA** PERFORACIONES

de Drilling Services S.A.

INFORME TECNICO DE PERFORACION COMPAÑIA MINERA AGUILAR



PROPIETARIO: COMPAÑIA MINERA AGUILAR S. A.

LOCALIDAD: EL AGUILAR

DEPARTAMENTO: HUMAHUACA

PROVINCIA: JUJUY

EMPRESA CONTRATISTA: SALTA PERFORACIONES

DIRECCION TECNICA: GEOL. CLAUDIO R. BASSI

INSPECCION TECNICA: GEOL. FEDERICO MOYA RUIZ

Junio 2003

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

INTRODUCCION

A pedido de Compañía Minera Aguilar S. A., se realizó entre los días 07 de mayo y 07 de junio de 2003, la perforación de un pozo en la zona conocida como Cancha de Golf, para abastecimiento de agua a la planta de la Compañía, ubicada en la localidad El Aguilar, departamento Humahuaca, 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 8" de diámetro alcanzando los 95 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 normal corta, resistividad normal larga y potencial espontáneo.

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

- 5 a 9 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)
- 18 a 22 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)
- 24 a 29 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)
- 40 a 44 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)
- 46 a 50 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)
- 52 a 60 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)
- 72 a 80 m.b.b.p.** (metros bajo boca de pozo)

Análisis Granulométricos

Se tomaron muestras de los niveles acuíferos 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:

- 19 - 22 m.b.b.p.**
- 24 - 31 m.b.b.p.**
- 40 - 44 m.b.b.p.**
- 46 - 50 m.b.b.p.**
- 52 - 60 m.b.b.p.**
- 72 - 80 m.b.b.p.**

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

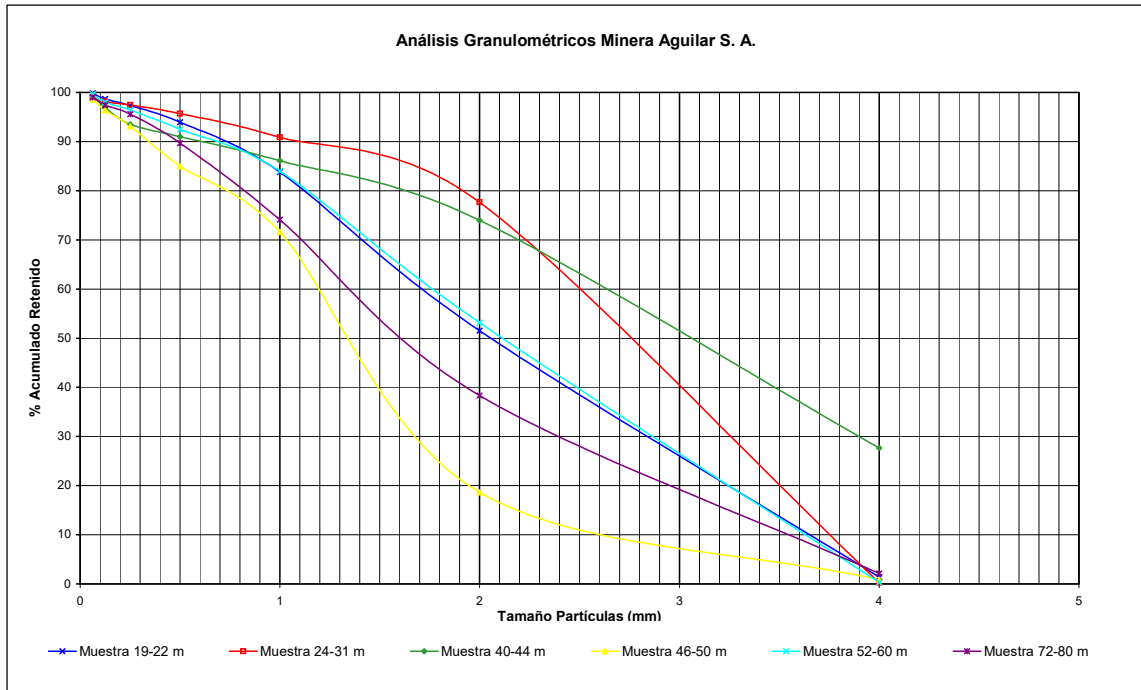
Tamiz N° 5, 10, 18, 35, 70, 120 y 230

		MUESTRA 1		Profundidad: 19 - 22 m		MUESTRA 2		Profundidad: 24 - 31 m	
		Peso inicial:		1232 g		Peso inicial:		1280 g	
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO
mm		g	%	%	g	%	%	g	%
4	5	17	1,38	1,38	3	0,23	0,23		
2	7	610	49,51	50,89	975	76,17	76,41		
1	10	392	31,82	82,71	166	12,97	89,38		
0,5	18	123	9,98	92,69	61	4,77	94,14		
0,25	35	41	3,33	96,02	22	1,72	95,86		
0,125	120	17	1,38	97,40	8	0,63	96,48		
0,0625	230	14	1,14	98,54	11	0,86	97,34		
	Fondo	2	0,16	98,70	13	1,02	98,36		
		MUESTRA 3		Profundidad: 40 - 44 m		MUESTRA 4		Profundidad: 46 - 50 m	
		Peso inicial:		1297 g		Peso inicial:		1248 g	
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO
mm		g	%	%	g	%	%	g	%
4	5	353	27,22	27,22	10	0,80	0,80		
2	7	591	45,57	72,78	202	16,19	16,99		
1	10	155	11,95	84,73	602	48,24	65,22		
0,5	18	62	4,78	89,51	152	12,18	77,40		
0,25	35	32	2,47	91,98	93	7,45	84,86		
0,125	120	44	3,39	95,37	37	2,96	87,82		
0,0625	230	32	2,47	97,84	25	2,00	89,82		
	Fondo	7	0,54	98,38	16	1,28	91,11		
		MUESTRA 5		Profundidad: 52 - 60 m		MUESTRA 6		Profundidad: 72 - 80 m	
		Peso inicial:		1303 g		Peso inicial:		1238 g	
ABERTURA	TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO
mm		g	%	%	g	%	%	g	%
4	5	4	0,31	0,31	26	2,10	2,10		
2	7	681	52,26	52,57	443	35,78	37,88		
1	10	398	30,54	83,12	437	35,30	73,18		
0,5	18	109	8,37	91,48	191	15,43	88,61		
0,25	35	51	3,91	95,40	72	5,82	94,43		
0,125	120	20	1,53	96,93	23	1,86	96,28		
0,0625	230	21	1,61	98,54	19	1,53	97,82		
	Fondo	5	0,38	98,93	12	0,97	98,79		

El cálculo para la elección de la abertura del filtro indica que la misma debe ser de 1 mm para todas las muestras analizadas, a excepción de la muestra correspondiente al intervalo 40-44 m para la cual se determinó una abertura de filtro de 1,5 mm.

Para el prefiltro se determinó un tamaño de clastos entre 2 y 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 de pozo:

Profundidad (m)	Tipo de Cañería	Longitud (m)	Diámetro (")
+0,92 a -23,57	Caño ciego	24,49	8
-23,57 a -28,57	Filtro RC 1 mm	5,00	8
-28,57 a -39,57	Caño ciego	11,00	8
-39,57 a -43,57	Filtro RC 1,5 mm	4,00	8
-43,57 a -45,57	Caño ciego	2,00	8
-45,57 a -49,57	Filtro RC 1 mm	4,00	8
-49,57 a -51,57	Caño ciego	2,00	8
-51,57 a -59,58	Filtro RC 1 mm	8,01	8
-59,58 a -71,57	Caño ciego	11,99	8
-71,57 a -79,58	Filtro RC 1 mm	8,01	8
-79,58 a -84,60	Caño cola	5,02	8

Los filtros utilizados son de hierro galvanizado, con excepción del tramo ubicado entre los 23,57 y 28,57 metros de profundidad, el cual se consideró necesario que sea de acero inoxidable debido a que se esperaba un rendimiento específico bajo y podría quedar expuesto a los procesos de oxido-reducción por el descenso del nivel de agua durante la explotación del pozo.

Entubado y Engravado

Previamente a la etapa de entubación se ensanchó el pozo a un diámetro de 15" hasta los 95 m de profundidad.

El entubado se realizó el día 26/05/03, teniendo que repasar previamente el pozo con un trépano de 15" debido a derrumbes.

Finalizado el entubado se procedió a engravar el pozo desde los 95 m hasta los 7 m. 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 sin dificultad por el espacio anular.

Como prefiltro se utilizaron 7 m³ de grava seleccionada de 2 a 4 mm de diámetro. El resto de la perforación, desde 7 m hasta boca de pozo, fue rellenada con el cutting de perforación.

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. El día 27/05/03 se colocó en el extremo de las barras de sondeo una herramienta tipo Jet, que fue enfrentada a cada tramo de filtros, inyectando agua a presión. Este proceso se realizó hasta que el agua surgente en boca de pozo no presentase restos de bentonita ni arena. A continuación se retiró el Jet y se instaló un pistón de madera y goma de 7,5" de diámetro. Con esta herramienta se realizó el pistoneo del tramo ciego superior a cada filtro, con el fin de realizar una acción de flujo-reflujo para lograr la activación de los acuíferos. El proceso de pistoneo fue realizado con circulación de agua con el fin de remover la bentonita y materiales sólidos producidos por esta acción. Luego se aplicaron 50 kg de dispersante químico, tripolifosfato de sodio, el cual fue inducido a penetrar en las formaciones acuíferas con un pistoneo sin circulación de agua. El dispersante se dejó actuar durante 24 horas a fin de lograr remover con mayor facilidad el lodo bentonítico utilizado durante la perforación.

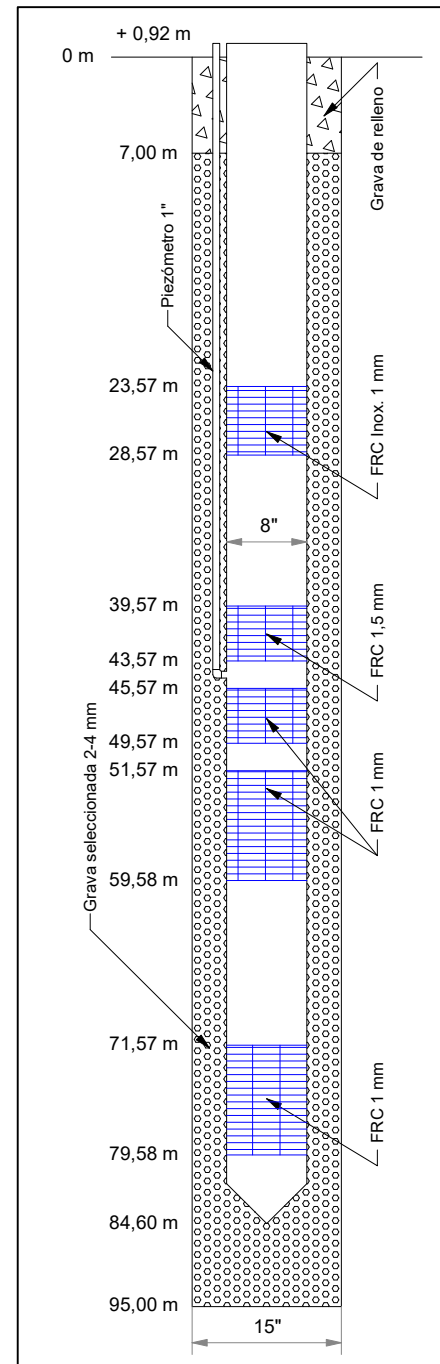
Desarrollo

Culminadas las etapas de perforación, entubado, engravado y lavado del pozo, el día 29/05/03 se inició la etapa de desarrollo, hasta el día 03/06/03. 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 15 HP, con cañería de conducción de 2" 1/2. La bomba se ubicó primeramente a una profundidad de 40 m hasta lograr extraer agua clara sin bentonita ni arena. Posteriormente fue ubicada a 53 metros y finalmente a 72 m de profundidad. 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 fue lograr extraer agua límpida.

Ensayo de Bombeo

El ensayo de bombeo se realiza a fin de determinar las características hidráulicas del pozo. Por problemas del equipo de bombeo utilizado en el desarrollo, con el cual no era posible regular el caudal de extracción, el ensayo se llevó a cabo en dos etapas. La primera se hizo con el caudal máximo que brindaba el pozo con la bomba de desarrollo instalada a 72 metros. La segunda se realizó con la electrobomba definitiva (10 HP) instalada en el pozo a una profundidad de 71,40 metros regulando el



caudal a 14 m³/h.

Caudal (m ³ /h)	Nivel Piezométrico (metros)	Depresión (metros)	Caudal Específico (m ³ /h/m)	Tiempo Bombeo (horas)
0,0	5,54 (nivel estático)	0		
17,5	72	66,46	0,2633	20
14,0	42	36,46	0,3839	22

Si bien no se realizó un ensayo de bombeo escalonado, debido a que no fue posible regular el régimen de explotación con la bomba de desarrollo, los caudales del ensayo permiten definir el caudal óptimo de explotación y el caudal máximo del pozo. Este último es sólo para casos de extrema necesidad, ya que se exponen la mayoría de los filtros. De esta forma se tiene:

Caudal óptimo de explotación: 13 m³/h con un nivel dinámico calculado en 39,5 metros

Caudal máximo de explotación: 17,5 m³/h con un nivel dinámico en 72 metros

Durante el ensayo de bombeo al caudal de 17,5 m³/h se controló el pozo excavado localizado 12 metros al norte y el antiguo pozo 1, localizado 23 metros al este. Una vez finalizado el ensayo se realizaron las medidas de recuperación en el pozo de bombeo.

	Pozo de Bombeo	Pozo Excavado	Pozo 1 Antiguo
Nivel Estático (metros)	5,54	0,17	6,67
Nivel Dinámico al Final Bombeo (metros)	72	1,75	19,34
Depresión (metros)	66,46	1,58	12,67

Con los datos del ensayo de recuperación se calculó la Transmisividad del Sistema Acuífero explotado. Con el valor de este parámetro, la depresión medida en el pozo 1 antiguo y programas de computación específicos se calculó un valor aproximado del Coeficiente de Almacenamiento del sistema y Radio de Influencia del pozo.

Transmisividad: 6,5 m²/día

Coeficiente de Almacenamiento: 0,00086

Radio de influencia: 130 metros

El bajo valor de Transmisividad obtenido indica que el sistema acuífero presenta una permeabilidad media muy baja del orden de los 0,2 m/día. Esto explica el bajo rendimiento específico del pozo y el cono de depresión de gran pendiente, evidenciado por la depresión medida en el pozo 1 antiguo.

El valor del Coeficiente de Almacenamiento indica que el sistema acuífero explotado es del tipo semiconfinado, en concordancia con lo estimado si se tiene en cuenta el ambiente hidrogeológico y el hecho de que la explotación del pozo afecte al pozo excavado cercano, el cual sólo captaría el acuífero libre de la zona.

Análisis Químico

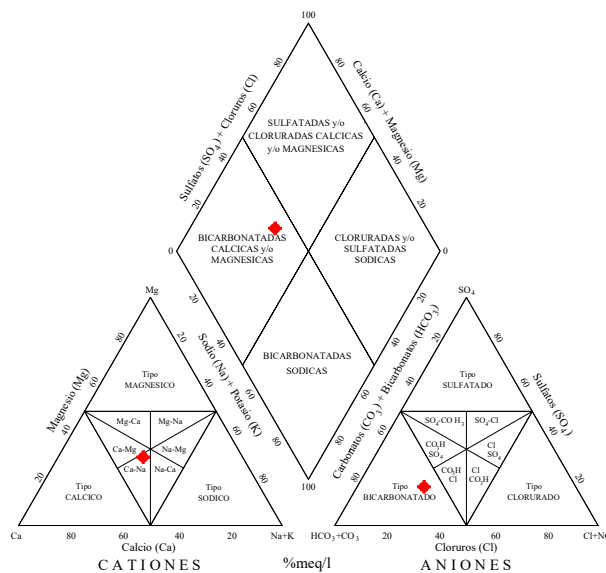
Se tomó una muestra de agua durante el ensayo de bombeo la cual fue analizada en el Laboratorio de Aguas de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta.

Parámetro analizado	Valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Color (Pt-Co)	2	5	10		
pH	8,3	6,5-8,5			
Turbiedad (NTU)	0,71	3	25		
Conductividad (uS/cm)	99	---	2000		
Sólidos totales a 105°C	---	1000	2000	4000	10000
Sólidos disueltos totales	80	1500			
Alcalinidad total (CaCO3)	32	400	800		
Dureza total (CaCO3)	45	200	500		
Sodio	9,4	200			
Potasio	0,7	---			
Calcio	10	---			
Magnesio	4,8	---			250
Cloruros	10	350	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	39	488	976		
Carbonatos	---	400			
Sulfatos	9	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	1	45	45	1000	3000
Sílice	---	---			
Fluoruros	---	1,5	2,4		2
Arsénico	---	0,05	0,1		0,3
Boro	---	1	1		
R.A.S.	3,46				
Potabilidad		POTABLE			

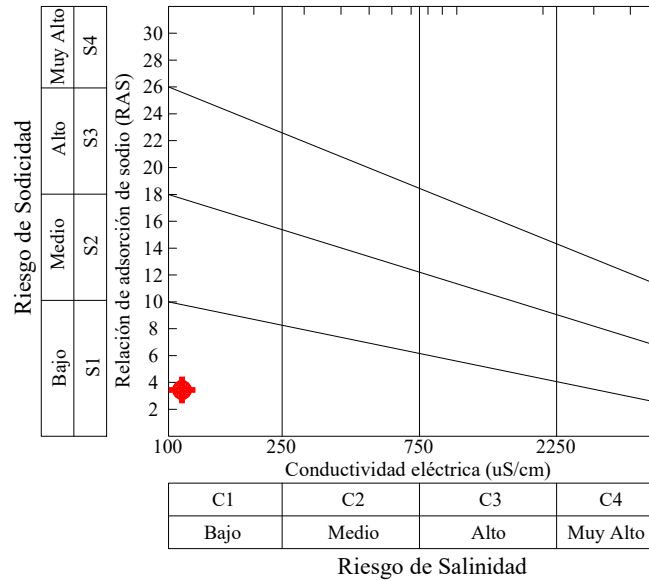
Análisis N° 34310 - Laboratorio de Aguas - Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable - Salta

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

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



Según la clasificación *Riverside* para aguas de riego, la muestra analizada pertenece a la clase C1-S1, lo que indica un riesgo bajo de salinidad y bajo de sodicidad para los suelos.



También se extrajo una muestra de agua que fue enviada al laboratorio químico de la Compañía Minera Aguilar determinando por espectrofotometría los siguientes parámetros:

Análisis: 4-5/06/03

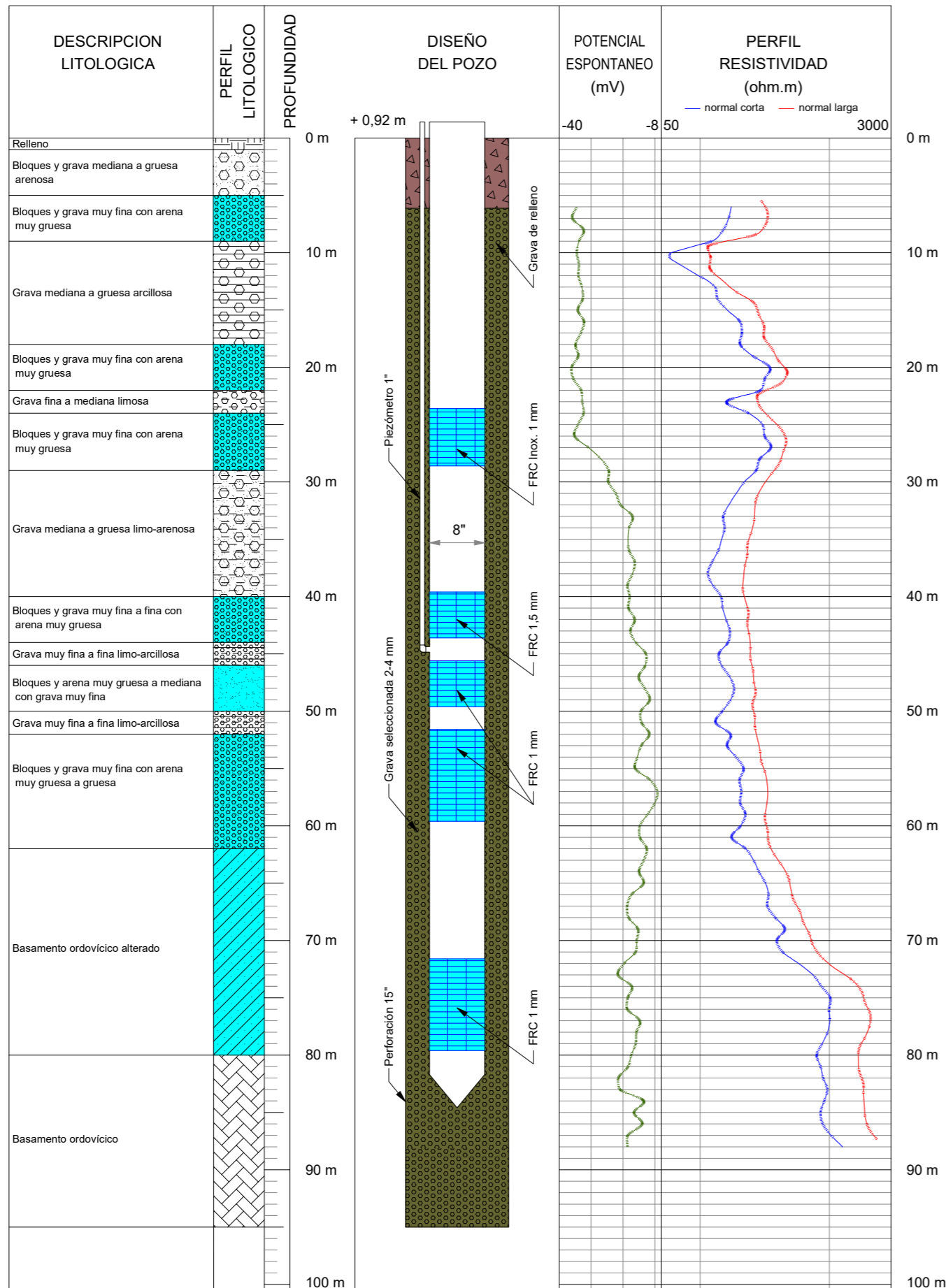
Orden	Elementos	mg/L	Límite de Potabilidad
1	S. Suspend.	8,00	
2	pH	6,50	
3	Cl ⁻	0,40	700
4	SO ₄ ⁻²	6,00	400
5	Pb	0,04	0,05
6	Zn	0,07	5,0
7	Ag	0,01	0,05
8	Mn	< 0,01	0,05
9	Fe	< 0,01	0,1
10	Cu	< 0,01	0,2
11	Sb	< 0,01	

CONCLUSIONES

- ✓ El caudal óptimo de explotación del pozo es de 13 m³/h, con un nivel dinámico calculado en 39,5 metros bajo boca de pozo.
- ✓ El caudal máximo de explotación del pozo es de 17,5 m³/h, con un nivel dinámico en 72 metros bajo boca de pozo. Este caudal sólo debe ser usado en caso de extrema necesidad, ya que en este caso quedan expuestos la mayoría de los filtros.
- ✓ Los parámetros hidráulicos del Sistema indican que se trata de un acuífero semiconfinado de muy baja permeabilidad.
- ✓ El radio de influencia de esta obra es de 130 metros, esto indica que si en el futuro se decide realizar otro pozo en esta zona, deberá localizarse a una distancia mínima de 300 metros, para evitar interferencias.
- ✓ Desde el punto de vista físico-químico el agua del pozo es potable ya que no presenta excesos en los parámetros analizados.
- ✓ Se recomienda que se lleve un control de los niveles piezométricos y caudales de explotación para las distintas épocas del año. En caso necesario se deberán realizar ajustes en el caudal de explotación para mantener el nivel dinámico a una profundidad de 39,5 metros.

Geol. Federico Moya Ruiz
M.P. Salta N° 145

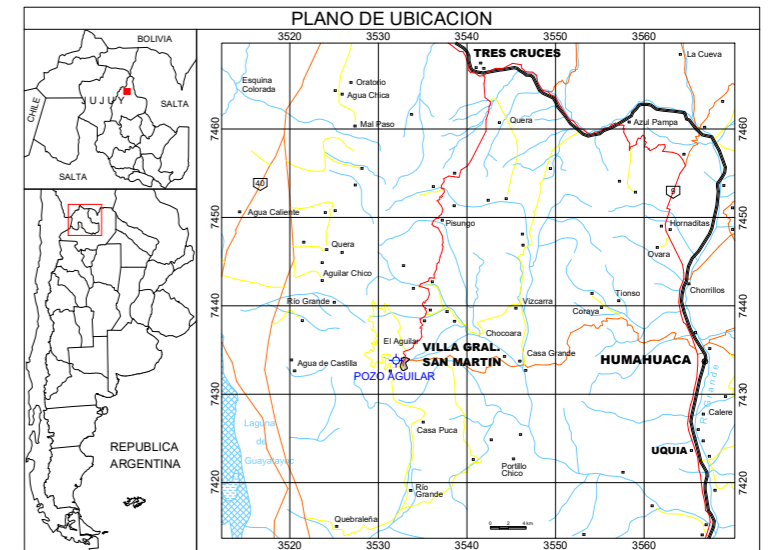
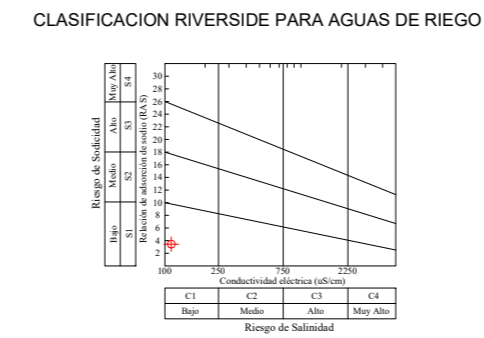
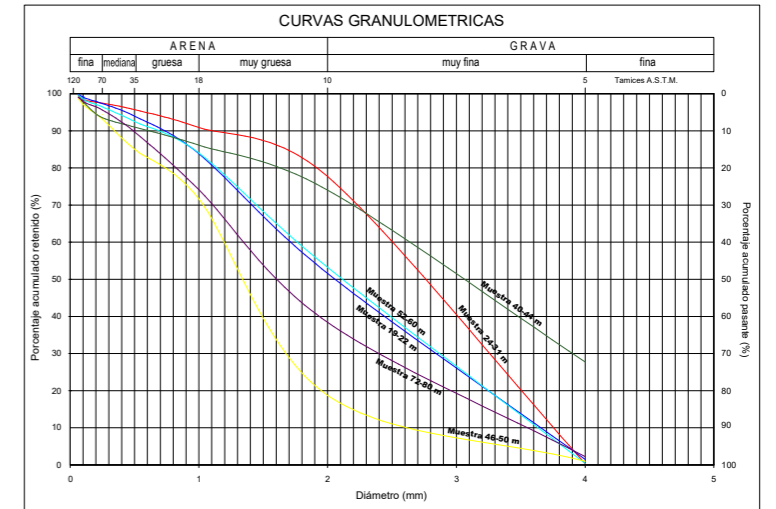
Geol. Claudio R. Bassi
M.P. Salta N° 205



PARAMETROS HIDRAULICOS			
Acuíferos		Pozo completo	
Nivel estático	m	5,54	5,54
Caudal de ensayo	m³/h	14	17,5
Tiempo de bombeo	hs	22	20
Nivel dinámico	m	42,00	72,00
Depresión	m	36,46	66,46
Caudal específico	m³/h/m	0,3839	0,2633
Permeabilidad	m/d	0,2	
Transmisividad	m²/d	6,5	
Coefficiente de almacenamiento	-	0,00086	

ANALISIS FISICO QUIMICO		
Parámetros	Unidad	Valor
Color	u.c.	2
pH	---	8,3
Turbiedad	U.N.T.	0,71
Conductividad	uS/cm	99
Sólidos totales	---	---
Sólidos disueltos	mg/l	80
Alcalinidad total (CaCO ₃)	mg/l	32
Dureza total (CaCO ₃)	mg/l	45
Sodio	mg/l	9,4
Potasio	mg/l	0,7
Calcio	mg/l	10
Magnesio	mg/l	4,8
Cloruros	mg/l	10
Bicarbonatos	mg/l	39
Sulfatos	mg/l	9
Hierro total	mg/l	<0,2
Manganeso	mg/l	---
Amoníaco	mg/l	<0,05
Nitritos	mg/l	<0,02
Nitratos	mg/l	1
Fluoruros	mg/l	---
Arsénico	mg/l	---
Boro	mg/l	---
RAS	---	3,46
Clasificación Wilcox	---	C1-S1
Calificación	---	POTABLE

PERFORACION AGUILAR	
LOCALIDAD	El Aguilar
DEPARTAMENTO	Humahuaca
PROVINCIA	Jujuy
PROPIETARIO	Compañía Minera Aguilar S. A.
INICIO PERFORACION	7 de Mayo de 2003
FIN PERF. EXPLORATORIA	14 de Mayo de 2003
ELECTROPERFILAJE	15 de Mayo de 2003
ENTUBADO	26 de Mayo de 2003
ENSAYO DE BOMBEO	3 - 4 y 6 - 7 de Junio de 2003



Dirección Técnica	Geol. Claudio R. Bassi
Inspección Técnica	Geol. Federico Moya Ruiz
Equipo de Perforación	Pedro Quiroga Santos Figueroa Pablo Castillo Pablo Aguirre
Equipo de Aforo	Calixto Gutiérrez Manuel Chauqui