

R 33

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDRAULICOS.

33 R

C 797h  
5386  
c.2

HIDROGEOLOGIA DEL AREA DE BOQUERON CHAÑAR.

AGOSTO, 1971.



HIDROGEOLOGIA DEL AREA DE BOQUERON CHAÑAR

3380

1.- INTRODUCCION.

1.1 Ubicación del Area:

El área abarcada por el presente informe se refiere a la planicie aluvial que se extiende en sentido Este-Oeste, desde el ensanchamiento de la Quebrada de Algarrobal (5 Km. al Oriente de la Estación Algarrobal), hasta la zona denominada Canto del Agua, en que esta planicie desaparece, permaneciendo un pequeño relleno en espesor y extensión, correspondiente a la Quebrada de Carrizal (70238' - 70254').

En sentido Norte-Sur, se extiende desde la estación Punta de Maz, hasta el Llano La Jaula (28200' - 28215').

La altura promedio de la zona alcanza a 400 m.s.n.m..

1.2 Objetivos:

A través de este presente trabajo, se pretende dar una visión de la cantidad de agua subterránea existente en el área, su ocurrencia, calidad y posibilidades de explotación.

1.3 Antecedentes:

La cantidad de antecedentes (sondajes), que permiten definir las constantes elásticas (permeabilidad, coeficiente de almacenamiento), son muy bajos. De un total de 6 pozos que fueron bombeados, es posible obtener valores de transmisibilidad en 3 de ellos.

En cuanto a puntos de apoyo para el levantamiento de la superficie freática y profundidad del agua, se cuenta con un total de puntos, que permiten un apoyo adecuado para los propósitos de este presente informe.

La potencia del relleno sedimentario ha sido reconocido, en la zona de prospección del mineral de hierro de Boquerón Chañar, con la perforación de sondajes estratigráficos, y ampliado con un levantamiento geofísico. En todo caso, el área reconocida es de muy pequeña extensión en comparación con la zona, motivo de nuestra preocupación.

#### 1.4 Características climáticas e hidrografía:

La zona tiene un clima desértico marginal.

El régimen de precipitaciones muestra una gran dispersión interanual, y es común el hecho, de que se presente uno o más años en que la precipitación es nula.

A pesar de que no existen estaciones meteorológicas dentro del área, por comparación con las estaciones de Copiapó y Vallenar se puede asignar un valor promedio anual, que alcanza a 30.0 mm.

A la zona ingresan tres sistemas de drenaje, que de Norte a Sur son: Chuschampis, Algarrobal y Tamerico. Sin embargo, el sistema de mayor importancia por altura y tamaño, corresponde a la cuenca de la Quebrada de Algarrobal (2.400 Km<sup>2</sup>).

Normalmente todos los cauces de las quebradas arriba mencionadas se encuentran secos, sin embargo, la forma de ocurrencia de las precipitaciones ocasiona esporádicamente avenidas cuya duración es de algunas horas, y arrastran gran cantidad de material en suspensión, lo que contribuye al permanente rellenamiento de la planicie.

El drenaje hacia el exterior se produce fundamentalmente a través de la Quebrada de Carrizal. Ella drena el sistema de Tamerico y casi totalmente Algarrobal.

Por el Norte, se encuentra drenando el área la Quebrada de Boquerón, hacia el sistema Totoral. La Quebrada de Boquerón recibiría la totalidad de las aguas de Chuschampis, y parcialmente las de Algarrobal.

#### 1.5 Conclusiones:

1.- En el área de Boquerón Chañar existe un interesante volumen de agua almacenada, que alcanza a 7.500 millones de metros cúbicos.

2.- Parte de este volumen puede ser explotado a través de sondajes, con rendimientos unitarios promedio de 20 lts/seg., y perforaciones de alrededor de 80 metros de profundidad, convenientemente ubicadas.

3.- Pueden emplearse distintas políticas de explotación que permitan la extracción de caudales que van de 50 a 500 lts/seg., durante períodos de 240 a 24 años (según el caudal), utilizando solamente un 5% del volumen almacenado.

4.- La calidad del agua subterránea es aceptable para todo uso en cuanto a su contenido total de sólidos disueltos, y contenido individual de cada ión, en la zona propuesta para captaciones. No obstante e

llo, son aguas extremadamente duras, y probablemente requieran tratamiento para aplicaciones industriales.

5.- La calidad del agua se ve deteriorada (aumento de sales disueltas) en la zona de descarga, pero aún en esas condiciones pueden ser utilizadas para los fines normales (Canto del Agua - Yervas Buenas).

#### 1.6 Recomendaciones:

1.- Se recomienda la explotación de parte del volumen embalsado en Boquerón Chañar, a través de sondajes, utilizando alguna de las alternativas que en este informe se presentan.

2.- Las captaciones habrán de ubicarse en terreno, cuidando de penetrar en ellas el mayor espesor de relleno reciente, que es el que presenta las mejores permeabilidades.

3.- De decidir una explotación intensiva, es necesario ubicar las distintas explotaciones a distancias mínimas de 500 mts. a fin de evitar interferencias al funcionamiento conjunto de ellas.

4.- Es conveniente llevar un control cuidadoso tanto de volúmenes explotados, como de niveles estáticos con el propósito de determinar más precisamente las reservas y posibilidades de explotación del área.

#### 2.- GEOLOGIA.

La zona de estudio corresponde a una depresión, cuyo origen fue la dislocación de rocas antiguas durante el Terciario y Cretácico Medio, producto de movimientos tectónicos que originaron sistemas de fallas predominantemente de sentido Norte-Sur.

Esta fosa-depresionaria comenzó a rellenarse a principios del Plioceno con materiales detríticos, formándose extensos conos aluviales, que comprometieron la totalidad de la depresión. Estos materiales estaban compuestos de gravas mal gradadas, arenas y arcillas. Posteriormente, a fines del Plioceno y comienzos del Pleistoceno hubo un período de erosión debido a un sollevamiento continental, en que los cauces cortaron cañones en este relleno Pliocénico.

Desde fines del Pleistoceno, y hasta el presente, nos encontramos con un nuevo período aluvional de relleno lento en que se originado nuevos conos de deyección, y por lo tanto el aumento del nivel no fluvial, entre los remanentes disectados de los conos aluviales.

El límite de la zona de estudio, y que se indica en el plano que se acompaña, corresponde al contacto entre el relleno aluvial y las rocas más antiguas.

La potencia (espesor) del relleno es variable, dependiendo de la topografía del basamento rocoso, el que incluso se hace presente en la zona en algunos cerros isla. El espesor medio de él es de 250 mts. teniendo valores máximos cercanos 350 mts. hacia el centro de la depresión.

### 3.- HIDROGEOLOGIA.

#### 3.1 Acuíferos Reconocidos:

Las zonas que pueden tener interés como acuíferos, se ubican en el relleno existente en la fosa depresionaria descrita.

Dentro de este relleno, los sedimentos Pleistocénicos y recientes presentarían las mejores expectativas en cuanto a permeabilidad y, por consiguiente, capacidad para entregar agua.

La conveniencia de ubicar las captaciones en estos últimos sedimentos es atractiva entonces, por los rendimientos individuales de ellos, sin embargo, desde el punto de vista del almacenamiento de agua son tan interesantes ellos, como los Pliocénicos.

Dentro del área de estudio, no se encuentran homogéneamente yaciendo los sedimentos más modernos a los más antiguos, sino más bien, se encuentran distribuidos según cauces. Es así, como aún en superficie se encuentran ambos tipos de sedimentos, y en profundidad, la potencia de los sedimentos modernos es muy variable.

En todo caso, y por las mismas condiciones de rellenamiento, en general, los sedimentos modernos se ubican frente a las desembocaduras de las quebradas, y fundamentalmente por su importancia la quebrada de Algarrobal.

#### 3.2 Características Elásticas:

a) Transmisibilidad: Los antecedentes existentes para la determinación de transmisibilidad son escasos. Sólo en 3 sondeos puede estimarse valores de transmisibilidad.

Dado que el propósito de las pruebas realizadas, era la obtención de caudales de explotación (rendimiento), en general ellas se enfrentan a formas de ejecución que sólo permiten una primera aproximación a los valores de los acuíferos.

Analizaremos pormeramente cada uno de los sondajes. La profundidad de cada uno de ellos, las zonas ranuradas, y la curva de agotamiento se encuentran en gráficos adjuntos.

SONDAJE SAS #644. (Valores de Transmisibilidad en  $m^2/día$ ).

MÉTODO DE CALCULO  
=====

PRUEBA	JACOB BOMBEO	JACOB RECUPERACION	MEYER
20 l/seg.	77	--	70
16 l/seg.	146	69	80
0 l/seg.	---	--	170

Transmisibilidad adoptada:  $100 m^3/día/mt.$

SONDAJE SAS #683. (Valores de Transmisibilidad en  $m^3/día/mt.$ ).

MÉTODO DE CALCULO  
=====

PRUEBA	JACOB BOMBEO	JACOB RECUPERACION	MEYER
3 l/seg.	125 (x)	16,5	30

Transmisibilidad adoptada:  $20 m^3/día/mt.$

SONDAJE SAS #706. (Valores de transmisibilidad en  $m^3/día/mt.$ ).

MÉTODO DE CALCULO  
=====

PRUEBA	JACOB BOMBEO	JACOB RECUPERACION	MEYER
5 l/seg.	5,3	1,7	6

Transmisibilidad adoptada:  $5 m^3/día/mt.$

Como comentario general en todas las pruebas, puede decirse que debido a la baja permeabilidad de los sedimentos, el efecto de drenaje retardado es muy importante. Ello incide en la determinación de coeficientes de transmisibilidad mayores que los reales, para los tiempos de bombeo realizados.

Este efecto de drenaje retardado es evidenciado en todas las pruebas de recuperación como un efecto de recarga.

A juzgar por la estratigrafía de los sondajes, y las transmisibilidades, el sondaje 644, y que presenta la mejor permeabilidad, se ubicaría en la zona de materiales más modernos.

b) Almacenamiento: No existen mediciones directas de coeficientes de almacenamiento ya que se requieren pozos de observación durante las pruebas de bombeo, y estas pruebas fueron realizadas sin ellos.

Sin embargo, dadas las características del relleno, y a pesar de que existen estratos acuíferos que se encuentran en distintos grados de confinamiento (semi-confinados o semi-no confinados), es posible establecer un coeficiente de almacenamiento para explotaciones a largo plazo, como si se tratara de un acuífero freático.

Hemos adoptado en estas condiciones un valor de 10%.

Es importante sí, dejar establecido que para el cálculo de depresiones a corto plazo en el sondaje en explotación, o en las vecindades de él, ha de usarse un coeficiente de almacenamiento más reducido y acorde con la distribución acuífera que él intercepte. Este coeficiente, que es variable, y creciente con el tiempo de bombeo, puede tener valores iniciales tan reducidos como  $10^{-3}$ , y la rapidez de crecimiento dependerá exclusivamente del retardo del drenaje de las zonas de baja permeabilidad vertical.

### 3.3 Recarga

Las condiciones de recarga en el área de Boquerón Char están representadas por la ocurrencia de precipitaciones en la zona misma, las esporádicas avenidas por las quebradas afluentes cuando ocurren lluvias de importancia en las zonas altas de sus cuencas (fundamentalmente quebrada Algarrobal), y el escurrimiento subterráneo que llega a la planicie a través del reducido relleno de las quebradas.

La forma de ocurrencia y magnitud de las precipitaciones, prácticamente descartan éstas como fuente de recarga, ya que la totalidad de ellas es consumida por evaporación, y no queda remanente para infiltración.

Iguales observaciones, pero aún con mayor énfasis debe hacerse a la posibilidad de recarga por las eventuales avenidas.

Queda como posibilidad de recarga el ingreso de agua subterráneamente y principalmente a través del relleno de la quebrada de Algarrobal. Sin embargo, dada la estrechez del valle, y su reducido espesor sedimentario no lo consideraremos, frente al gran volumen embalsado en la depresión de Boquerón Chañar.

#### 3.4 Movimiento:

El movimiento del agua subterránea se manifiesta a través del plano de superficie equipotencial que se incluye. El escurrimiento del agua se produce según líneas de flujo que son normales a las curvas equipotenciales.

Según ello el escurrimiento general tiene dirección Este - Oeste, presentando una divisoria de aguas frente a la desembocadura de la Quebrada Algarrobal.

Parte del agua es drenada por el Norte, hacia el sistema de Totoral, a través de la quebrada de Boquerón. El flujo restante escurre hacia el Sur-Oeste, dirigiéndose finalmente hacia el estrechamiento de la Quebrada de Carrizal.

#### 3.5 Descarga:

La descarga de agua subterránea se produce fundamentalmente en la zona inferior (Yerbas Buenas - Canto del Agua), por evaporación, consumo de Vegetación Freatófitas, y en menor proporción explotación artificial de algunas norias. También existen pequeñas vertientes que han dado origen a asentamientos humanos y reducidos cultivos.

También podemos considerar como descarga el escurrimiento de agua subterránea por el reducido relleno de las quebradas de Carrizal y Boquerón.

#### 3.6 Profundidad del Nivel Estático:

En general, el nivel estático va disminuyendo de profundidad en sentido Este-Oeste, al acercarse a la zona de descarga.

Como se aprecia en el plano que se adjunta, en gran parte del área inferior ( Oriente de Canto del Agua ), el agua se encuentra a una profundidad inferior a 5 metros.

La mayor profundidad, se encuentra por lo tanto al Oriente de la zona teniendo valores cercanos a 40 metros.

### 3.7 Almacenamiento:

El volumen de agua almacenada en la depresión de Boquerón Chañar, alcanza a un valor de 7.500 millones de metros cúbicos, considerando un área de 375 Km<sup>2</sup>, un espesor saturado medio de 200 mts. y un coeficiente de almacenamiento de 10%.

### 3.8 Posibilidades de Explotación:

Hemos considerado las posibilidades de explotación, no con un criterio de renovabilidad del recurso, sino en base a la disminución del importante volumen de almacenamiento existente.

Con esta hipótesis, aceptamos un descenso de niveles en el área.

Es así, como asignando una explotación que alcance a un 5% de las reservas existentes, se dispondrían de 375 millones de metros cúbicos.

Esta reserva explotable, permite extraer los siguientes caudales en los tiempos que se indican:

Caudal (l/s)	50	100	200	500
Años	240	120	60	24

Explotando el 20% del volumen almacenado se tiene:

Caudal (l/s)	50	100	200	500
Años	960	480	240	96

### 3.9 Características de las explotaciones:

Las captaciones han de ubicarse tratando de captar el mayor espesor de relleno moderno. A pesar de que no existe en este momento un conocimiento acabado de la distribución de él en Boquerón Chañar, creemos que las mejores expectativas se presentarían frente a la desem-

bocadura de la Quebrada de Algarrobal, según una línea Milla Nueve-Estación Algarrobal.

En ese mismo sentido el nivel estático se va encontrando a mayor profundidad, desde 10 metros (SAS #644), hasta 30 mts. (Estación Algarrobal).

Según la zona indicada, es posible obtener a través de la perforación de un sondaje de una profundidad media de 80 metros, caudales comprendidos entre 10 y 30 l/seg., con un nivel estático medio de 20 metros de profundidad y una depresión de 30 metros, totalizando un nivel dinámico de 50 metros.

Con el propósito de no crear una zona depresionaria, por concentración de captaciones, se recomienda construir los sondajes distanciados entre sí como mínimo 500 metros, y una vez en explotación llevar un estricto control tanto de bombeo, como de niveles estáticos.

### 3.9 Calidad Química:

Los análisis practicados en muestras obtenidas de los sondajes, se incluyen en la tabla que va a continuación:

#### CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA =====

Valores en mg/litro (partes por millón).

MUESTRA	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	TSD	DT	DNC
Pozo 432	123	13	110	6.2	87	215	206	20	770	362	291
Pozo 433	150	14	116	4.8	105	287	208	17	875	434	348
Pozo 644	65	6.8	116	3.5	94	191	114	17	604	190	113
Pozo 706	108	17	114	5.4	98	303	135	13	787	340	260
Noría Milla 15	138	30	138	7.0	129	315	231	27	974	469	364

TSD: Total sólidos disueltos (por evaporación).

DT : Dureza total.

DNC: Dureza no carbonatosa.

Según ello, vemos que tanto en sólidos disueltos, como en contenido individual de cada ión, ellas son aptas para cualquier u-

so, sin embargo, corresponde a aguas extremadamente duras, y en general inaceptables para usos industriales sin tratamiento previo.

Levemente por sobre la norma de agua potable se encuentran algunas muestras, en cuanto a contenido de sulfatos se refiere, pero dada la zona, ello no constituye obstáculo para su utilización.

Probablemente el agua sufra un leve empeoramiento hacia la zona de descarga (Yerbas Buenas - Canto del Agua), fundamentalmente por evaporación de agua, y su consiguiente incremento en la concentración de sales (según Taylor, la aguada de Yerbas Buenas tenía un contenido de sólidos disueltos de 1.600 ppm.).



= = = = =

ANEXO  
=====

COTAS DE POZOS Y NORIAS (m.s.n.m).

Pozos de Observación:

1	298,84'
2	278,73
3	305,93
4	333,83
5	291,42
7	313,16
8	300,96
9	323,59
12	350,00

Norias:

E1	323,15
1	436,09
2	436,12
3	449,98
4	469,13

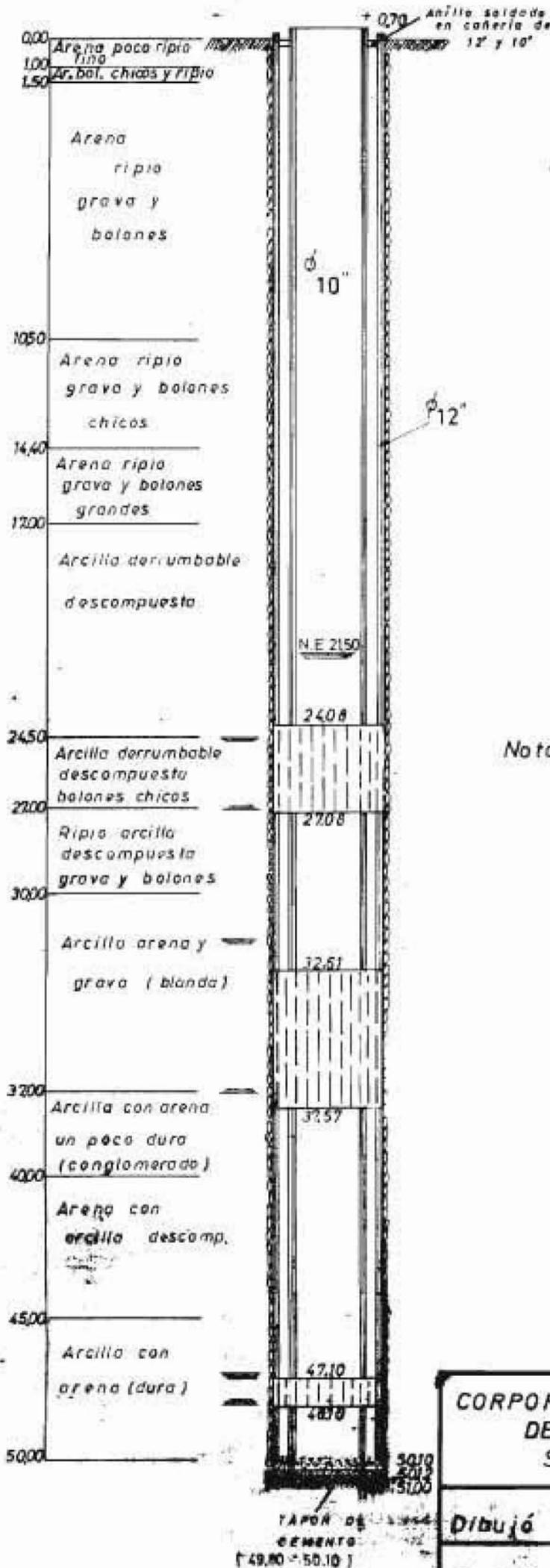
Yerbas Buenas	286,46
Zanjón	278,01
Agua de Lazo	304,18

Pozos de Bombeo:

683 ✓	325,51
667 ✓	346,20
706 ✓	345,90
433 x	351,15
432 x	354,62
644 ✓	336,39

# BOQUERON CHAÑAR

POZO SAS N° 5  
SONDAJE N° 5



Nota: El sondaje puede aportar un caudal de 5 ltr/seg. con nivel de trabajo de 47m. aproximadamente

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
DEPTO DE RECURSOS HIDRAULICOS  
SECCION AGUAS SUBTERRANEAS

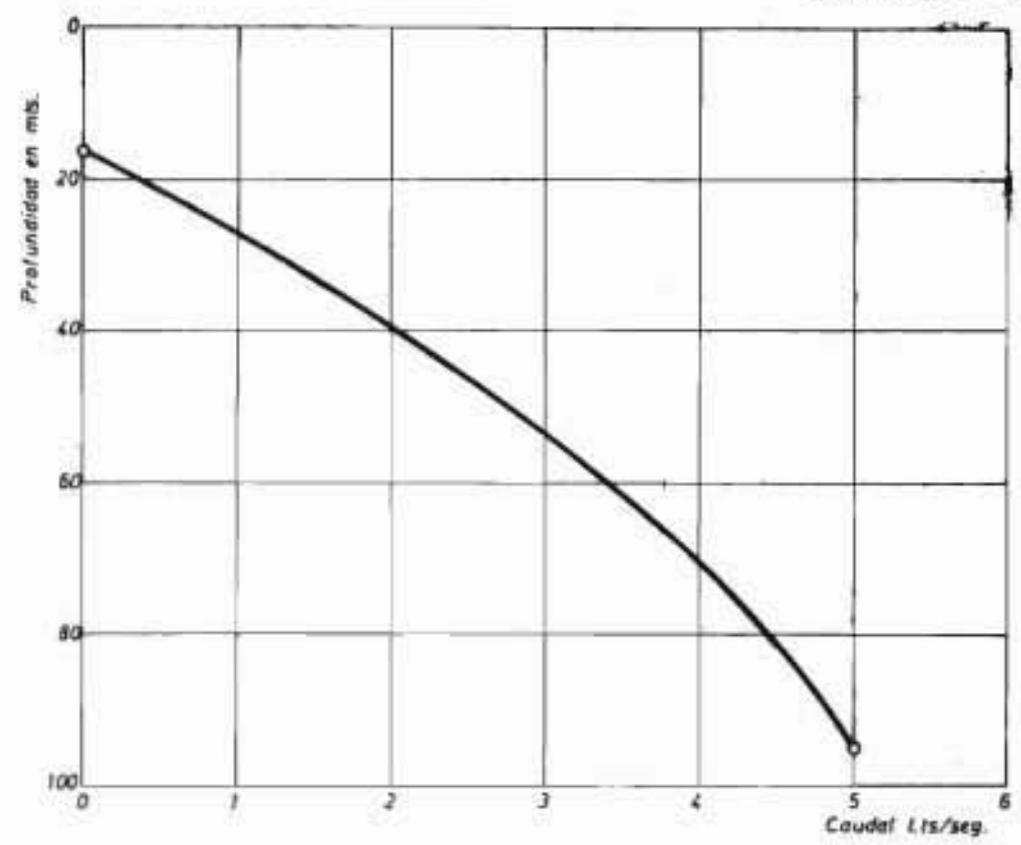
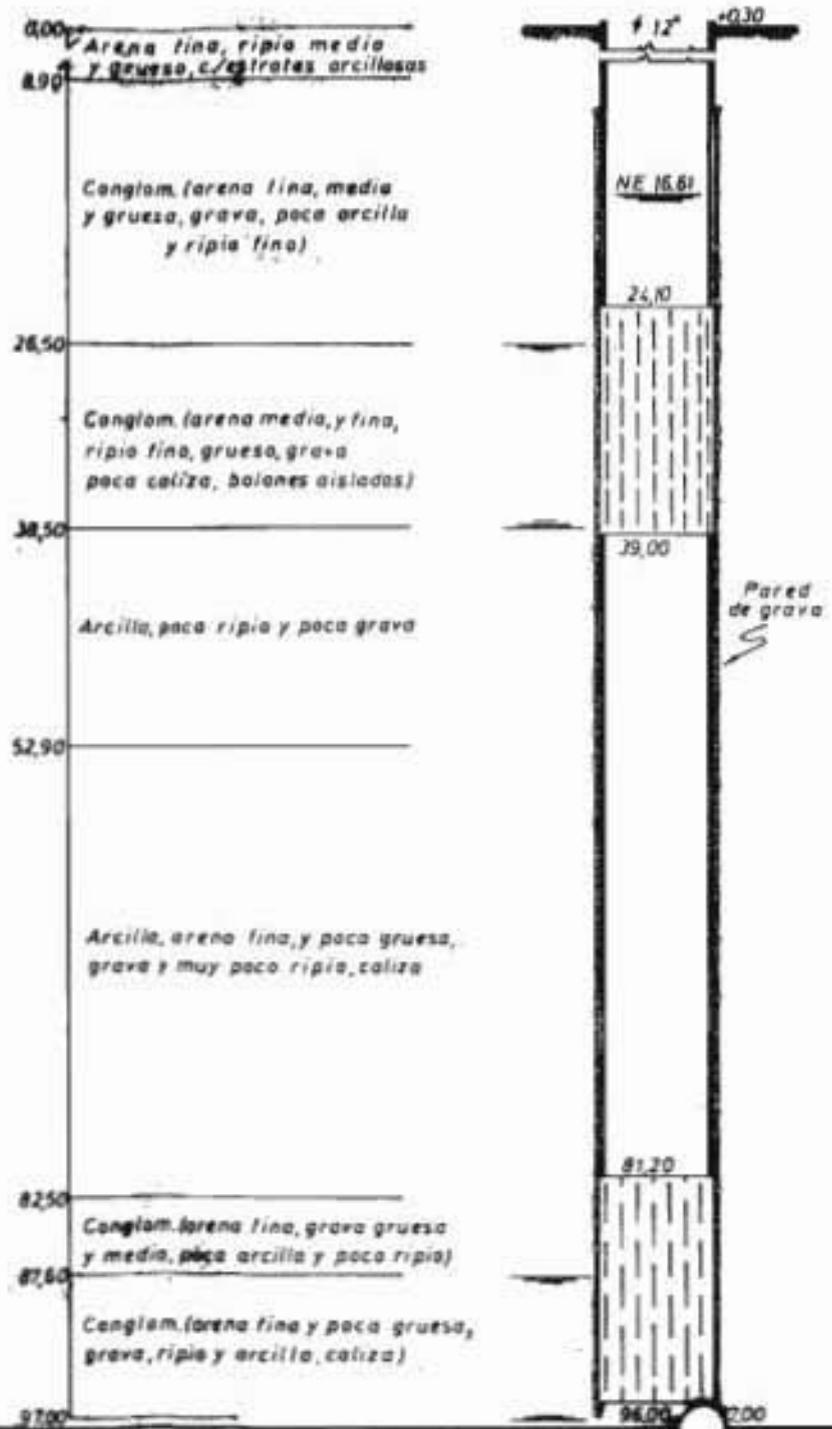
Dibujó J.C.L.

Revisó

*[Handwritten signature]*  
V. E. - 10. 10/1

# BOQUERON CHAÑAR - Copiapó

POZO SAS N° 706  
SONDAJE N° 7



22 de Febrero de 1968

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
DEPTO DE RECURSOS HIDRAULICOS  
SECCION AGUAS SUBTERRANEAS

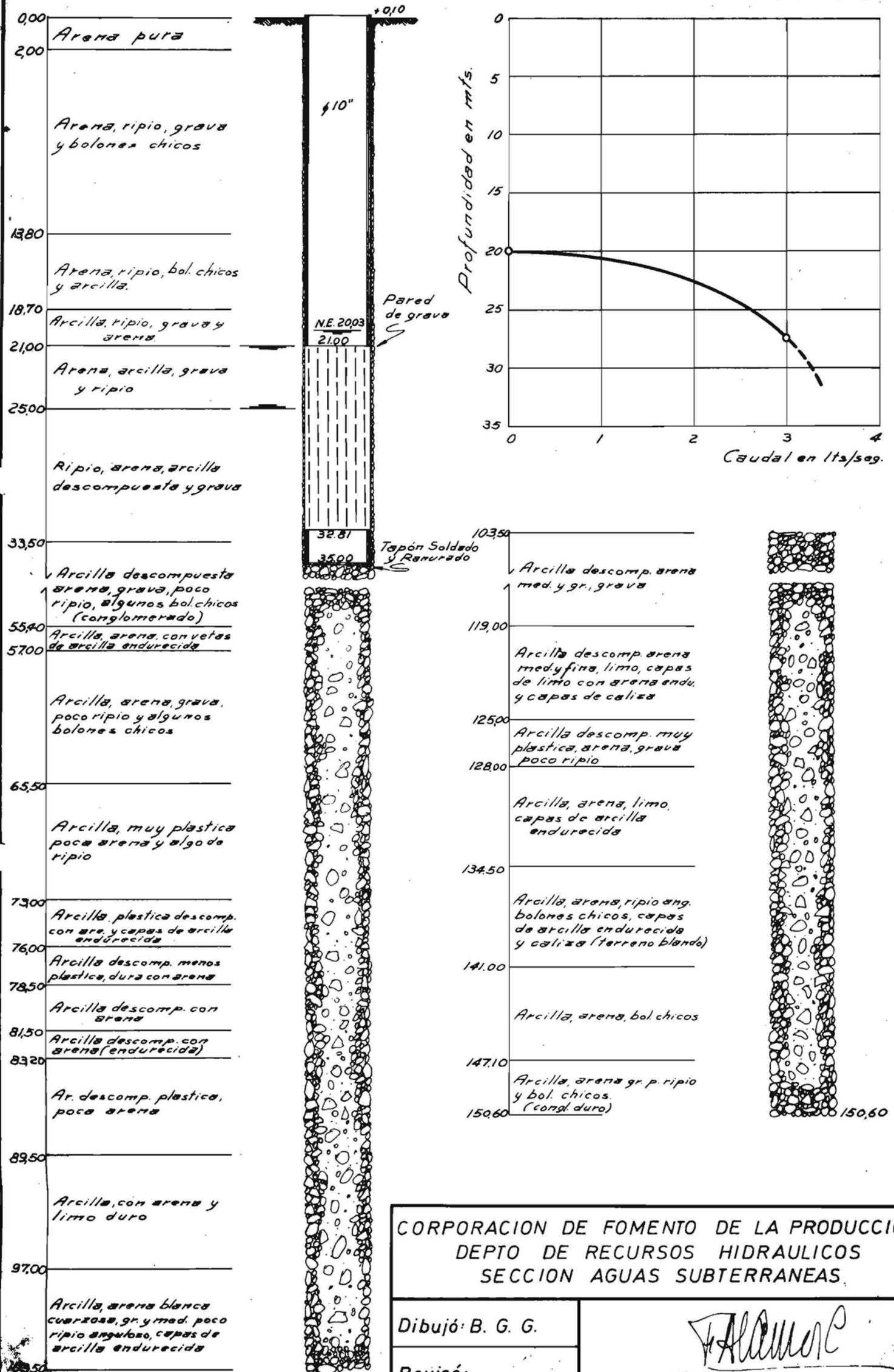
Dibujó: B. G. G.

Revisó:

*[Signature]*  
V° B° Ing. J. ...

# BOQUERON CHAÑAR - Copiapo

POZO SAS. N° 683  
SONDAJE N° 6



CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
DEPTO DE RECURSOS HIDRAULICOS  
SECCION AGUAS SUBTERRANEAS

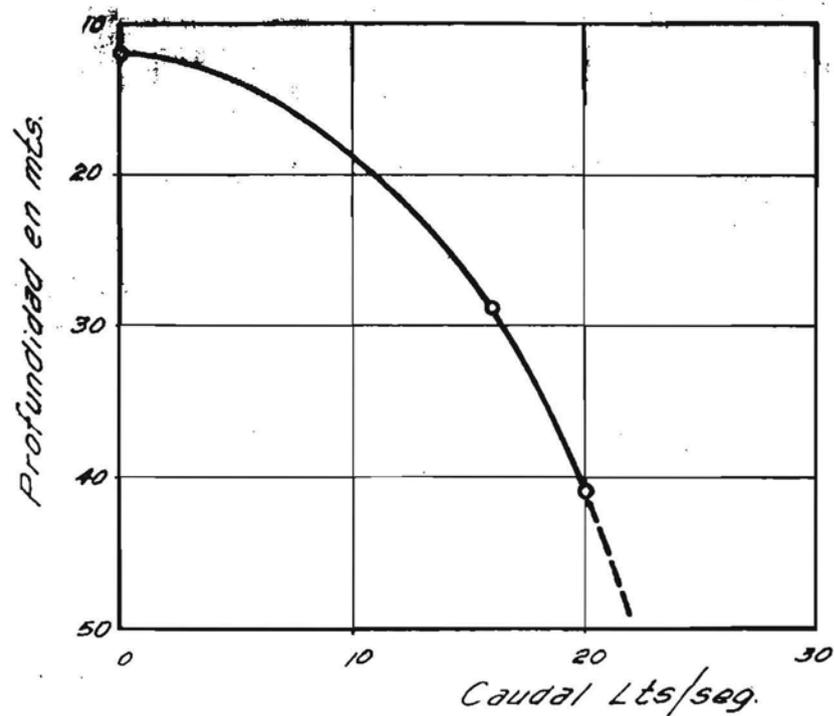
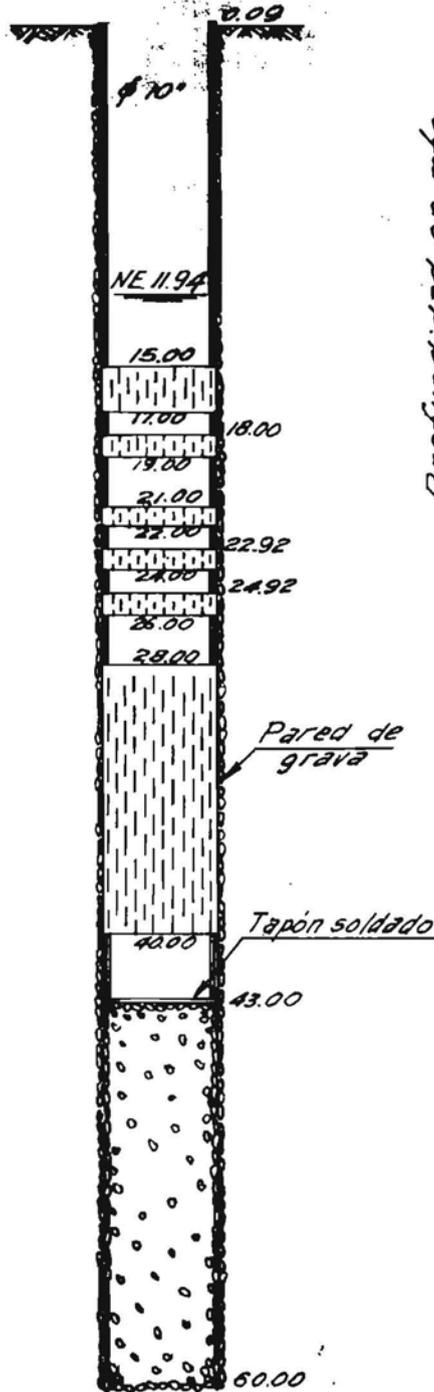
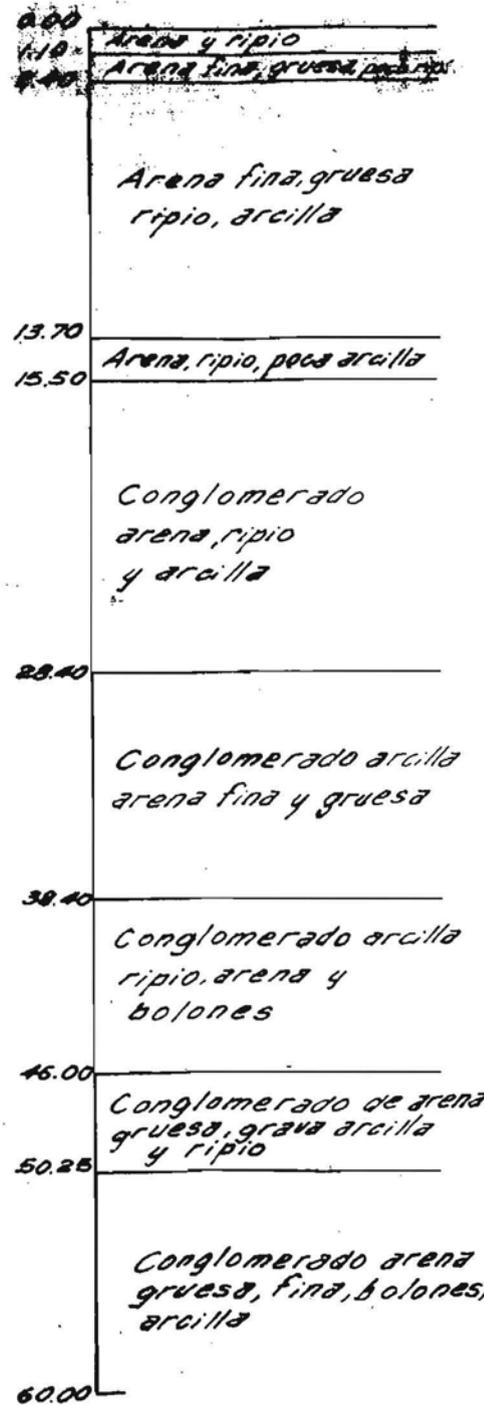
Dibujó: B. G. G.

Revisó:

*[Signature]*  
V° B° Ing. Jefe

# BOQUERON CHANAR - CARRIZAL

POZO S.A.S. Nº 64  
 SONDAJE Nº 4



31 de Mayo de 1967

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
 DEPTO. DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 SECCION AGUAS SUBTERRANEAS

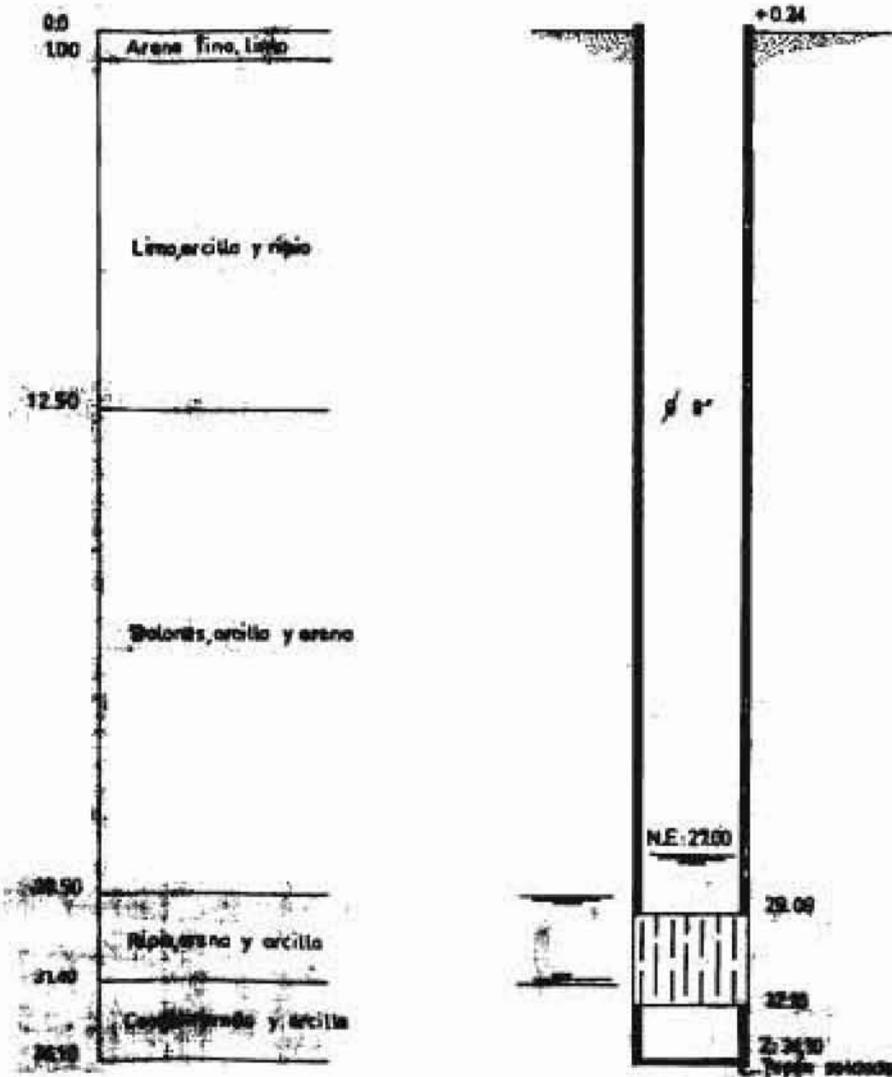
Dibujó: S.H.I.

Revisó:

*V. Alamo*  
 Vº Bº Ingº Jefe

# BOQUERON CHAÑAR - ALGARROBAL - COPIAPO

POZO S.A.S. N° 433  
SONDAJE N° 3



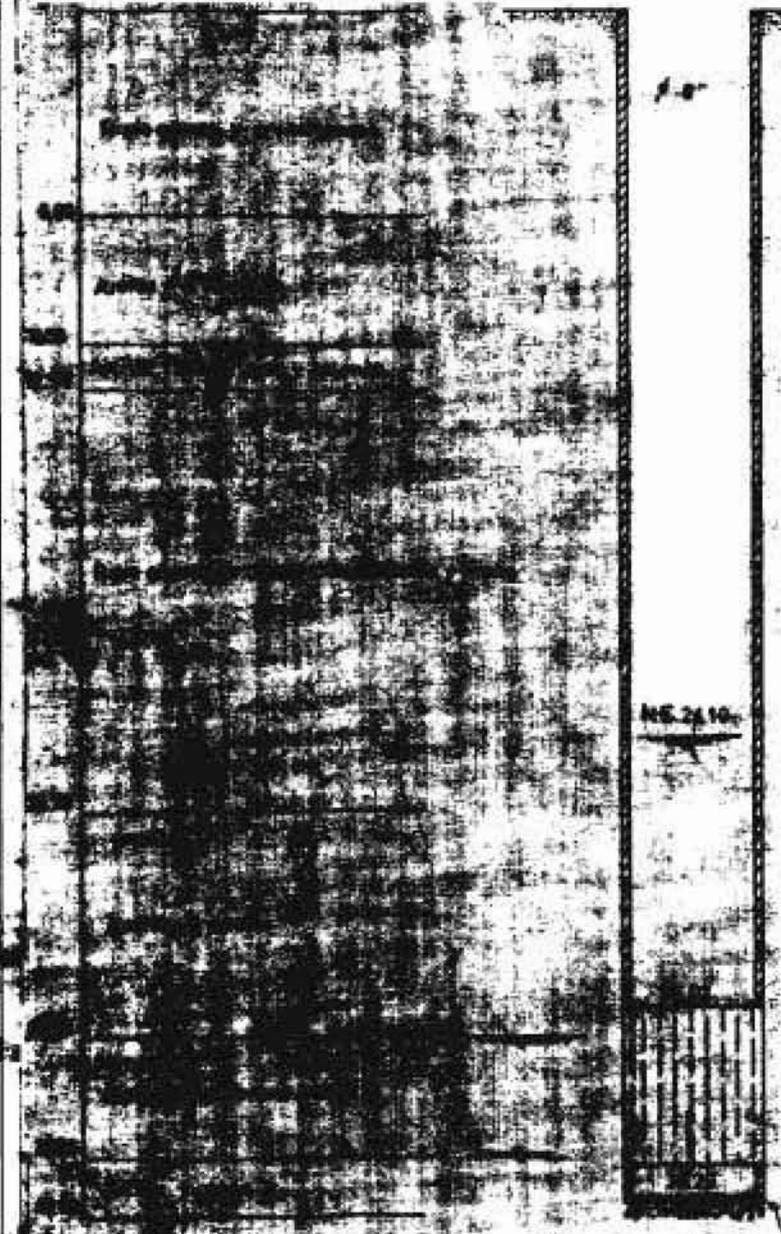
NOTA: Este sondeo tuvo un rendimiento de 2.7 m³/h.

25-Marzo-63

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION	
DEPTO DE IRRIGACION	
SECCION AGUAS SUBTERRANEAS	
Dibujo:	
Revisó:	

BOQUERON CHAÑAR - ALGARROBAL - COPIAPO

1952

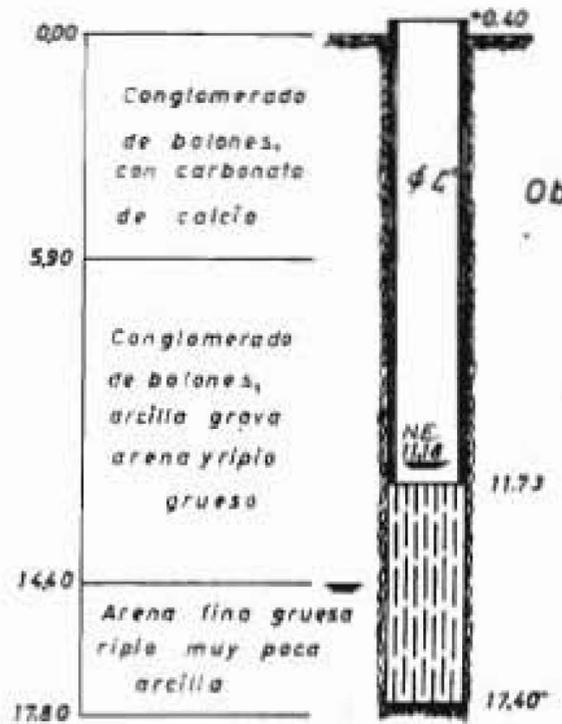
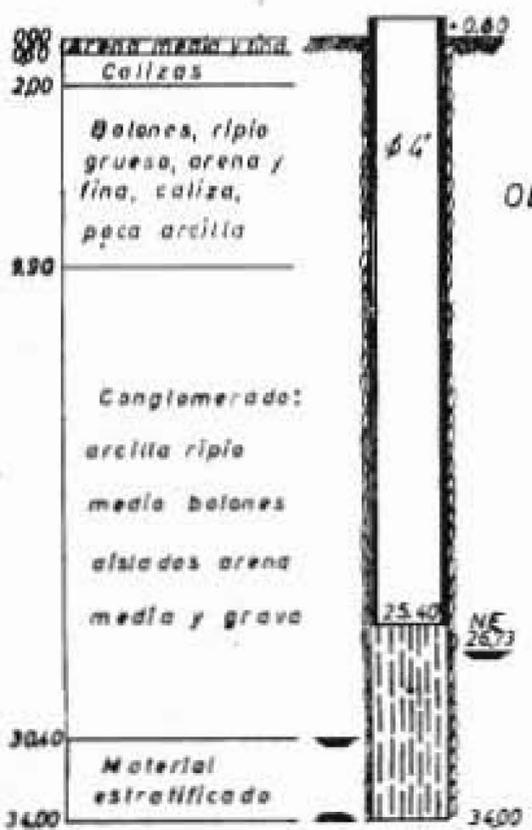
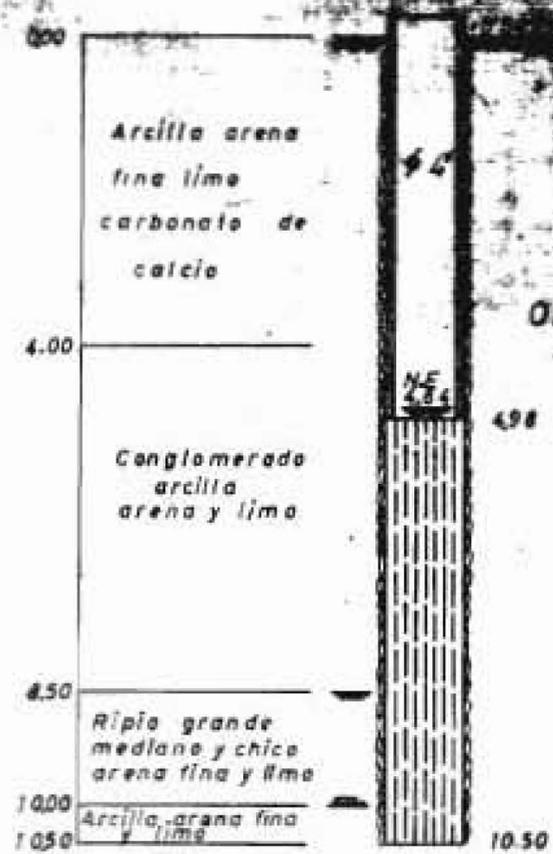


NE. 24.10-

NOTA - Este sondeo 1952 es un sondeo de tipo...



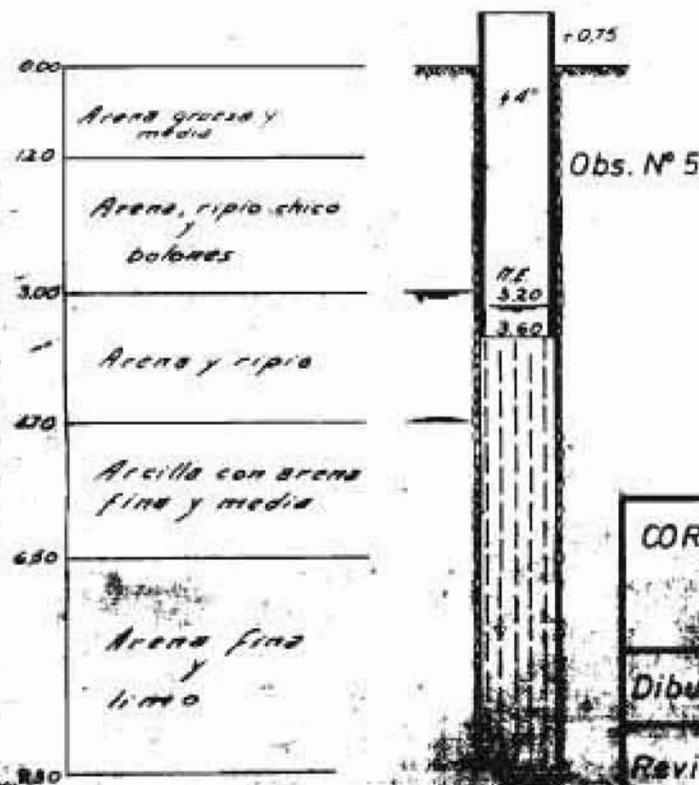
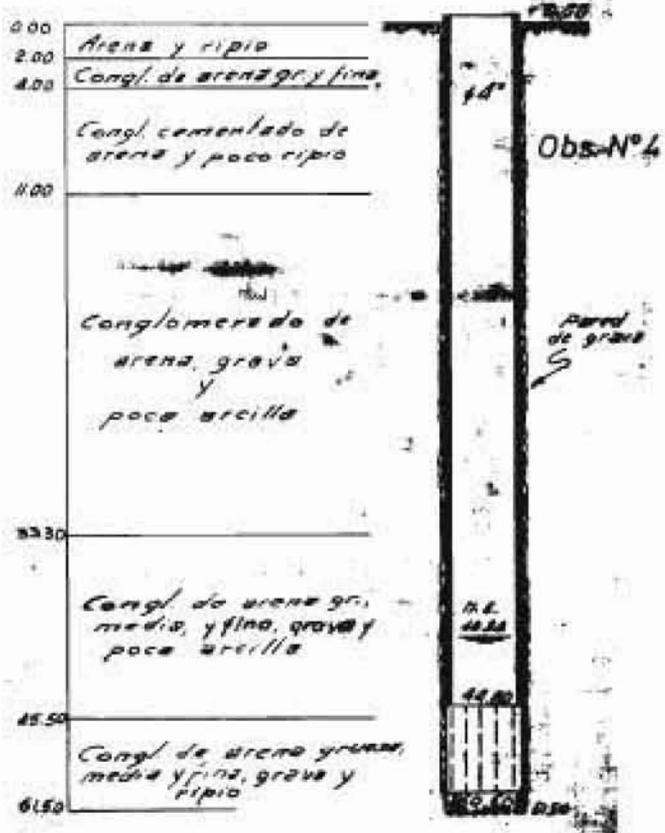
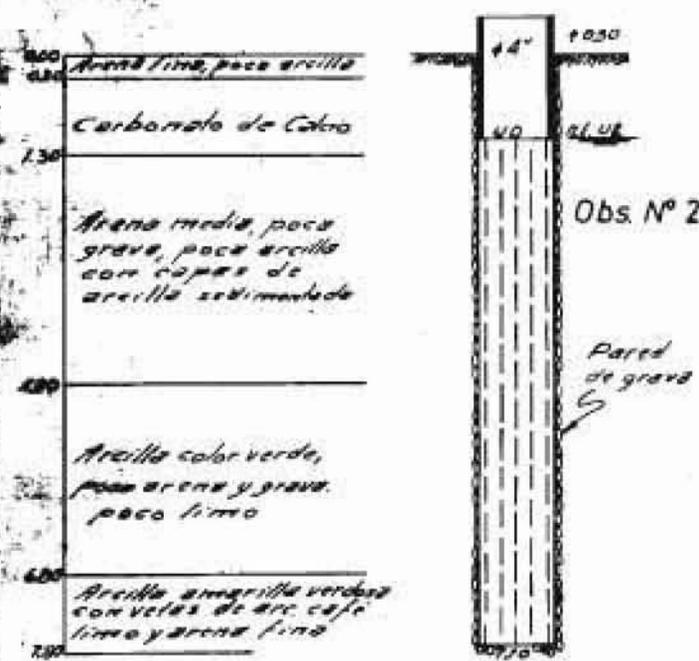
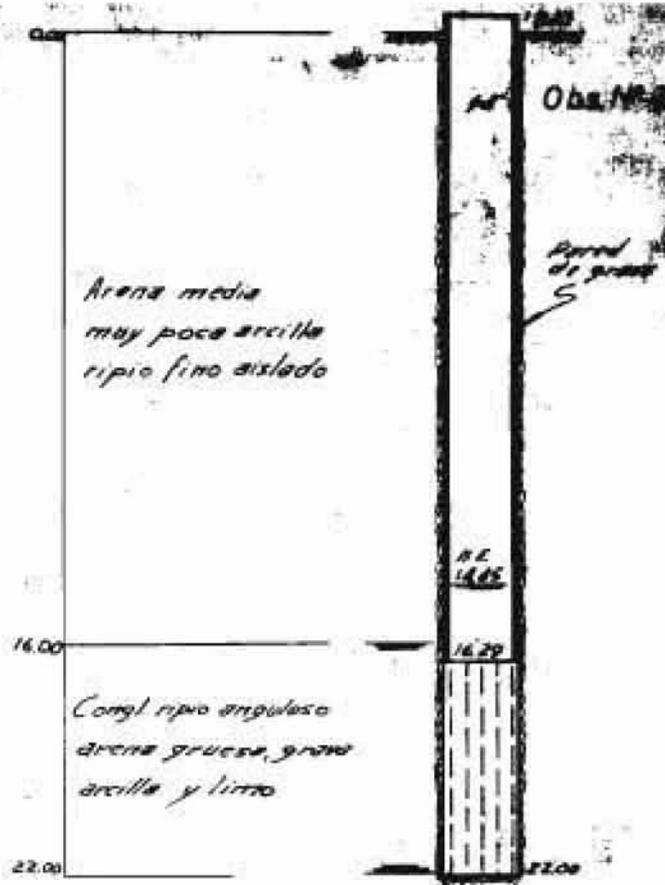
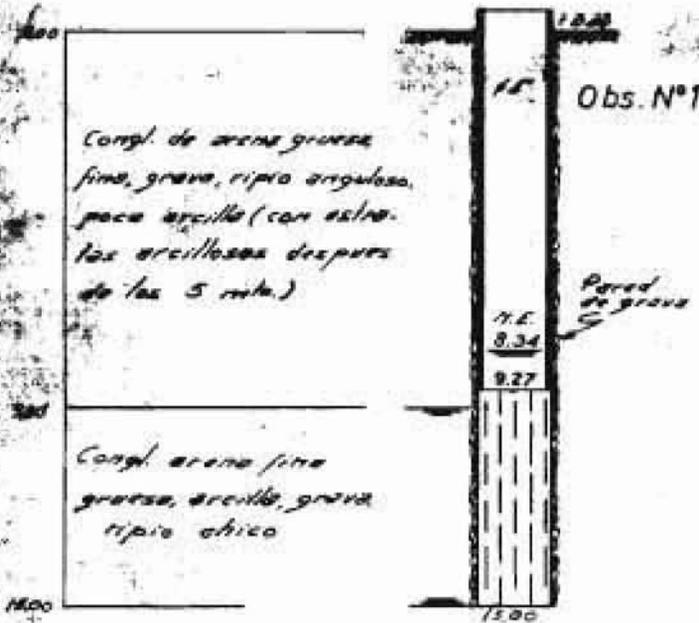
**HUQUERON CHANAR**  
**Cordoba**



CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
DEPTO DE RECURSOS HIDRAULICOS  
SECCION AGUAS SUBTERRANEAS

Dibujo J.C.L.

Revisó *[Signature]* V. B. Ing Jefe



CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
 DEPTO. DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 SECCION AGUAS SUBTERRANEAS

Dibu

Revisó

*[Handwritten signature]*  
 Ing. J. J.



- LEYENDA**
- POZO OBSERVACION
  - ⊕ POZO BOMBEO
  - NORIA
  - CURVAS EQUIPOTENCIALES (msnm.)
  - - - PROFUNDIDAD DEL AGUA (mts.)



CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION DEPTO. DE RECURSOS HIDRAULICOS SECCION HIDROGEOLOGIA	
SECTOR QUEB. ALGARROBAL	Escala: <b>1:50.000</b>
<b>SUPERFICIE FREATICA</b>	FECHA: Junio de 1971
PLANO N°	REVISOR
ARCHIVO N°	DIBUJO
V. B. Ing. Jefe	