

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Profesor Patrocinante: Álvaro Suazo Schwencke

**VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES
DE EXPLOTACIÓN DEL POZO PROFUNDO DE LA
LOCALIDAD DE ORILLA DE ITATA**

**Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el
Título de Ingeniero Civil**

EDUARDO ALEXIS OTÁROLA PUENTES

Concepción, Julio de 2018.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivos	4
1.1.1 Objetivo General.....	4
1.1.2 Objetivos Específicos.....	4
2. METODOLOGÍA.....	5
2.1 Antecedentes relevantes del pozo profundo de la localidad de ORILLA ITATA	6
2.1.1 Climatología	6
2.1.2 Calidad del terreno.....	6
2.1.3 Ubicación pozo profundo de la localidad ORILLA DE ITATA.....	6
2.1.4 Sondaje construcción pozo.....	7
2.1.5 Curva de agotamiento del pozo profundo que se realizó en 1979.....	10
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	11
3.1 Definición del tipo de acuífero al que está conectado el pozo	11
3.2 Determinación del caudal óptimo de explotación del pozo	11
3.2.1 Datos obtenidos del ensayo de gasto variable realizado en diciembre 2017	12
3.2.2 Transmisibilidad del acuífero	13
3.3 Análisis de influencia del río al pozo.....	16
4. CONCLUSIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXO A: CONCEPTOS GENERALES	25
ANEXO B: ANTECEDENTES GENERALES DEL POZO.....	26

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa satelital de la ubicación del pozo (ver Google Earth,2017).....	7
Figura 2. Información sobre permeabilidad de cada grupo de suelo.....	8
Figura 3. Curva de agotamiento del pozo realizada en el año 1979.....	10
Figura 4. Curva de caudal constante 2,5 l/s por 5 minutos.....	12
Figura 5. Curva de agotamiento del pozo.....	13
Figura 6. Coeficientes de permeabilidad.....	14
Figura 7. Nivel del pozo vs Nivel río Itata.....	18
Figura 8. Precipitación vs Nivel del pozo.....	20
Figura 9. Temperatura vs Nivel del pozo.....	21

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información extraída del sondaje y clasificada según USCS.....	9
Tabla 2. Datos para generar la Curva de agotamiento del pozo.....	12
Tabla 3. Información para calcular la transmisibilidad del acuífero.....	15
Tabla 4. Niveles freáticos del pozo de la localidad.....	16
Tabla 5. Niveles limnigráficos del río Itata.....	17
Tabla 6. Variación del nivel del río y el pozo.....	18
Tabla 7. Comparación de las cotas del pozo en relación con el nivel del río.....	19

VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE EXPLOTACIÓN DEL POZO PROFUNDO DE LA LOCALIDAD DE ORILLA DE ITATA

Autor: Eduardo Alexis Otárola Puentes

Escuela de Ingeniería Civil, Universidad del Bío - Bío

Correo electrónico: eotarola@alumnos.ubiobio.cl

Profesor Patrocinante: Álvaro Suazo Schwencke

Escuela de Ingeniería Civil, Universidad del Bío-Bío

Correo Electrónico: asuazo@ubiobio.cl

RESUMEN

En la localidad de ORILLA DE ITATA perteneciente a la comuna de PORTEZUELO se encuentra instalado un pozo profundo que trabaja constantemente desde el año 1979. Se necesita saber si el pozo ha tenido algún cambio en cuanto sus características y condiciones a lo largo del tiempo. En que el sector está aumentando la población por lo que se está necesitando extraer más agua del pozo. También es necesario conocer cuáles son las principales fuentes de recarga del pozo.

Se realiza una verificación de las condiciones de explotación del pozo profundo del sistema de agua potable rural. Se identifica el acuífero al que está conectado el pozo y se analiza si está conectado al río aledaño (río Itata), obteniendo datos reales de las estaciones fluviométricas cercanas, para determinar si el pozo a nivel freático se alimenta del río o solo se alimenta del acuífero al que está conectado. Se obtiene el caudal óptimo de explotación mediante la curva de agotamiento. Según los resultados conferidos se determinó que el caudal recomendado de explotación es de 5 a 6 l/s y se concluye que existe una baja interacción entre el río y el pozo.

Palabras claves: acuíferos, pozo profundo, saneamiento rural, agua potable rural.

2.965 (Palabras) + 9*250 (Figuras) + 7*250 (Tablas)= 6.965 palabras

VERIFICATION OF THE CURRENT CONDITION OF USE OF THE DEEP WELL OF THE LOCATION OF ORILLA DE ITATA

Author: Eduardo Alexis Otárola Puentes

School of Civil Engineering, University of Bío-Bío

E-mail: eotarola@alumnos.ubiobio.cl

Advisor: Álvaro Suazo Schwencke

Department of Civil and Environmental Engineering, University of Bío-Bío

E-mail: asuazo@ubiobio.cl

ABSTRACT

In the village of ORILLA DE ITATA belonging to the district of PORTEZUELO, a deep well has been working constantly since 1979. It is necessary to know if the well has had any change in its characteristics and conditions along the time. In that place population, Therefore it is necessary to extract more water from the well. It is also next to know which are its main sources of recharge.

A verification of the conditions of exploitation of the deep well of the rural potable water system is carried out. The aquifer to which the well is connected was identified and also know it was analyzed if it is connected to the adjacent river (Itata river), obtaining real data from the nearby fluviometric stations, to determine if the well at the water table feeds the river or just it feeds on the aquifer to which it is connected. The optimum exploitation flow is obtained through the depletion curve. According to the results, it was determined that the recommended flow of exploitation is from 5 to 6 l/s and, it is concluded that there is a low interaction between the river and the well.

Key words: aquifers, deep well, rural sanitation, rural potable water.

1. INTRODUCCIÓN

En las distintas ciudades y pueblos de Chile siempre ha surgido la necesidad de tener una fuente de abastecimiento de agua potable. Se han buscado distintas maneras en obtener este preciado bien, a través de aguas superficiales o subterráneas, donde se encuentran con las restricciones de cantidad de agua dulce, calidad, lejanía o costos de extracción de estas.

En la localidad de ORILLA DE ITATA se tenía la necesidad de abastecer a la población con agua potable, donde las posibles fuentes eran las norias existentes en la época, de 8 a 20m de profundidad, o el aprovechamiento de los cursos superficiales mayores como el río Itata. Este último no era recomendable por la alta turbiedad que presenta en periodos de aguas máxima y además requerían un tratamiento cuyo costo era oneroso para el sistema y el aprovechamiento de cauce menores. Tampoco era recomendable estos últimos dado que se tratan de quebradas de muy corto recorrido y de escasa importancia. Al final la solución en el año 1979 fue abastecer a la población desde una napa subterránea profunda. La captación de esta es mediante un pozo profundo de 20 m, el cual era capaz de proporcionar el gasto suficiente para la necesidad de la localidad. Actualmente se siguen aprovechando las aguas de las napas subterráneas, pero se quiere saber si estas son capaces de abastecer a la futura población.

A partir de esto surge la necesidad del Comité de Agua Potable del sector de conocer el estado en que se encuentra el pozo profundo, debido a que la capacidad del estanque que abastece a la población está llegando al límite de población que es capaz de abastecer. Están considerando la posibilidad de instalar otro estanque o reemplazarlo por uno de mayor capacidad para abastecer a la población, pero primero tiene que conocer si el pozo puede responder a esa necesidad.

Por ende, se realizará unas pruebas de bombeo para ver cómo se comporta el pozo y a que niveles se estabilizará el agua para la obtención de la curva de agotamiento y obtener el caudal óptimo de extracción y además considerando si existe una recarga del acuífero a nivel subterráneo producto del río aledaño.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Verificar las condiciones actuales a las que se está extrayendo agua del pozo profundo de la localidad de ORILLA DE ITATA.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Definir a qué tipo de acuífero está conectado el pozo
- Determinar el caudal óptimo de explotación del pozo
- Analizar la influencia del río Itata en el nivel del pozo

2. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología adoptada que permitirá alcanzar los objetivos antes mencionados. Se involucra la recopilación y la evaluación de la información necesaria para verificar las condiciones de explotación del pozo profundo.

La información fue facilitada por el Comité de Agua Potable del sector, la cual consiste en un sondeaje que muestra la clasificación de estratos desde la cota de terreno hasta llegar a los 20 m de profundidad, además se cuenta con las pruebas de bombeo realizadas en 1979. Se graficó la curva de agotamiento del pozo, lo que permitirá conocer si el pozo está conectado a un acuífero libre o confinado.

Se realizó la prueba de caudal constante 2,5 l/s por 5 minutos y registrando los niveles del pozo para corroborar si tiende a estabilizarse en pocos minutos. Junto a esto se realizaron pruebas de bombeo con distintos caudales hasta que el nivel freático del pozo se estabilice, graficando los distintos puntos descenso-caudal. La condición de borde impermeable se ver reflejada en gráfico descenso v/s caudal. La gráfica a medida que van aumentando los caudales de explotación tendera a ser lineal. Si se produce un punto inflexión decreciente se estará frente a la condición de un borde impermeable o acuífero confinado. En ese punto de inflexión indica que se estaría frente al caudal máximo de explotación y se obtendrá el caudal óptimo de extracción que varía entre un 70% y 85% del caudal máximo.

Se realiza un análisis de la influencia del río aldeaño (río Itata) a nivel freático, para observar si el río alimenta al pozo del sector. Parte de la información la entregará el operador del pozo, donde él registra los niveles mensuales en metros del nivel estático del pozo. Además los niveles de altura limnigráfica del río se obtendrán de la estación fluviométrica que registra diariamente los niveles del río en metros. Se considera para el análisis los registros de los años 2015 y 2016. Esta información se encuentra registrada en la Dirección General Aguas (DGA).

La estación fluviométrica se encuentra en la localidad de Paso Hondo, Comuna de Ránquil ubicada en las coordenadas (36°37'34"S 72°29'21"O) (figura 1). Luego de haber analizado la información obtenida, se realizará una comparación de los niveles del río y del pozo en los meses que se registren las precipitaciones máxima y mínima. Además se agrega una comparación de los niveles freáticos donde se muestran el más caluroso y más frío y el mes que se producen las precipitación

más alta y baja de los años 2015 y 2016, permitiendo determinar la existencia de una conexión del río con el pozo.

2.1 Antecedentes relevantes del pozo profundo de la localidad de ORILLA ITATA

2.1.1 Climatología

La zona de estudio se caracteriza por presentar un clima templado mesotermal estenotérmico mediterráneo subhúmedo presente en el sector occidental de la comuna, entre las localidades de Panguilemu, Orilla de Itata y Las Nieves. Su régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en enero de 28.6°C y una mínima en julio de 4.4°C. El periodo libre de heladas es de 235 días. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 1.093 mm. (Pladeco Portezuelo,2016).

2.1.2 Calidad del terreno

De acuerdo con los pozos de reconocimiento excavados, se puede decir que el sector oriente el suelo muestra una primera capa de 0,3 m de maicillo, entre 0,3 y 0,7 m hay limo arcilloso duro. Bajo esta capa hay arena muy fina y blanda. (APR ORILLA DE ITATA, 1979).

2.1.3 Ubicación pozo profundo de la localidad ORILLA DE ITATA.

En la figura 1 se muestra la ubicación del pozo profundo de la localidad de ORILLA DE ITATA y la estación de la DGA ubicada en la localidad de PASO HONDO.



Figura 1. Mapa satelital de la ubicación del pozo (Google Earth, 2017).

2.1.4 Sondaje construcción pozo

El sondaje que se realizó para la construcción del pozo realizado en 1979, muestra los distintos estratos que hay en el subsuelo, desde la superficie hasta los 20 m de profundidad como muestra la Tabla 1. Junto al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), que está en la figura 2, se denominó a cada tipo de estrato si era permeable semi-permeable o impermeable.

Tipos de suelo	Grado relativo de permeabilidad
Grava limpia	Alto
Arena limpia	Medio
Grava arenosa	Medio
Arena fina	Bajo
Limos	Bajo
Arena limo arcilloso	Muy bajo
Arcilla homogénea	Muy bajo a prácticamente impermeable

Figura 2. Tabla de permeabilidad.

Fuente: JUÁREZ E., y RICO A.,(2005).

Intervalo de profundidad (m)	Símbolo del grupo	Denominación del suelo	Permeabilidad
0 - 1,3	OL	Suelo orgánico de baja plasticidad	Semipermeable a impermeable
1,3 - 5,6	ML	Limo de baja plasticidad	Semipermeable a impermeable
5,6 - 9,3	SM	Arena limosa bien graduada	Semipermeable a impermeable
9,3 - 14,4	SW	Arena bien graduada	Permeable
14,4 - 16,9	SW	Arena bien graduada	Permeable
16,9 - 20	SM	Arena limosa	Semipermeable a impermeable

Tabla 1. Información extraída del sondaje y clasificada según USCS.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.5 Curva de agotamiento del pozo profundo que se realizó en 1979

Se redibujó la curva de agotamiento realizada en 1979 según la información que muestra en la figura 3, que permite ver el comportamiento que tiene el pozo a distintos tipos de caudales de extracción.

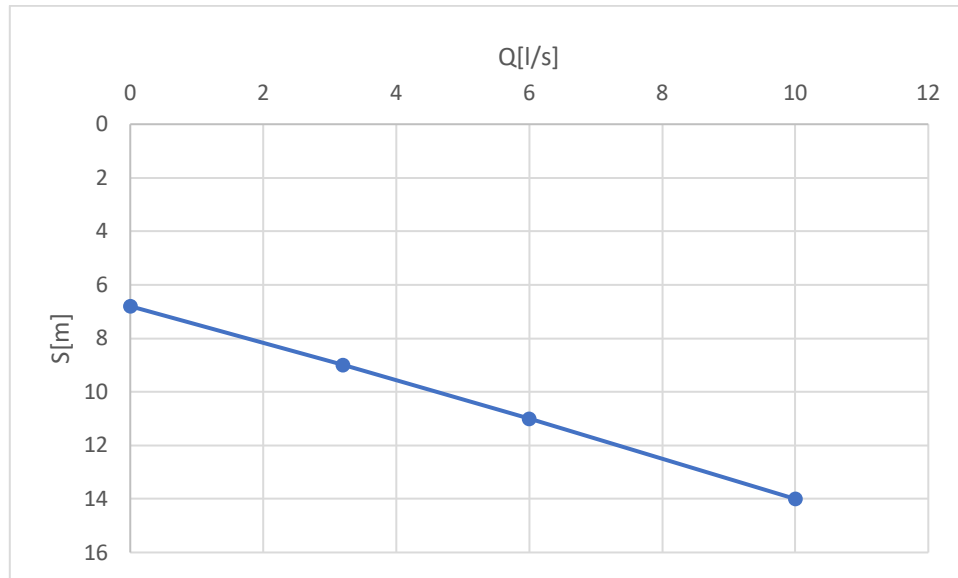


Figura 3. Curva de agotamiento del pozo realizada en el año 1979 (APR, 1979).

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se darán a conocer los resultados y análisis a través de datos recogidos de distintas fuentes.

3.1 Definición del tipo de acuífero al que está conectado el pozo

Según el sondaje que se realizó en 1979, que muestra la información estratigráfica del suelo donde se encuentra instalado el pozo, la información se actualizó según el sistema unificado de clasificación de suelos (USCS), y los distintos estratos se clasificaron según su permeabilidad donde se obtuvo que los bordes superior e inferior eran impermeables dando presencia de un acuífero confinado. Además considerando la curva de agotamiento que presenta la figura 2 muestra el comportamiento que tiene el tipo de acuífero al extraer agua con distintos caudales, se confirmó que se comporta como un acuífero confinado. Teniendo estas dos aseveraciones se establece que el pozo está conectado a un acuífero confinado o semiconfinado.

3.2 Determinación del caudal óptimo de explotación del pozo

Se realizó un ensayo de caudal constante de 2,5 l/s por 5 minutos, registrando a cada minuto el nivel dinámico del pozo, como lo muestra la figura 4. Además se realizó el ensayo de pruebas de bombeo de caudal variable de 0; 2,5; 5; 7 l/s en un tiempo de 120 minutos para cada caudal, y midiendo el nivel freático al término de cada periodo, lo que permitió obtener la curva de agotamiento del pozo como se observa en la figura 5. Así se determina el caudal óptimo de explotación que está entre 70% y 85% del caudal máximo. Debido a que el caudal máximo de ensayo no permitió llegar al quiebre de la recta, dado que al trabajar con 7 l/s se deprimió el nivel freático del pozo llegando al estrato permeable, por motivos de seguridad del pozo y de no causar alguna alteración al acuífero se determinó que los 7 l/s como caudal máximo al ser el caudal mayor del ensayo de gasto variable y considerando que el caudal de explotación esta entre el 70% y el 85% que según corresponde a 5 y 6 l/s respectivamente.

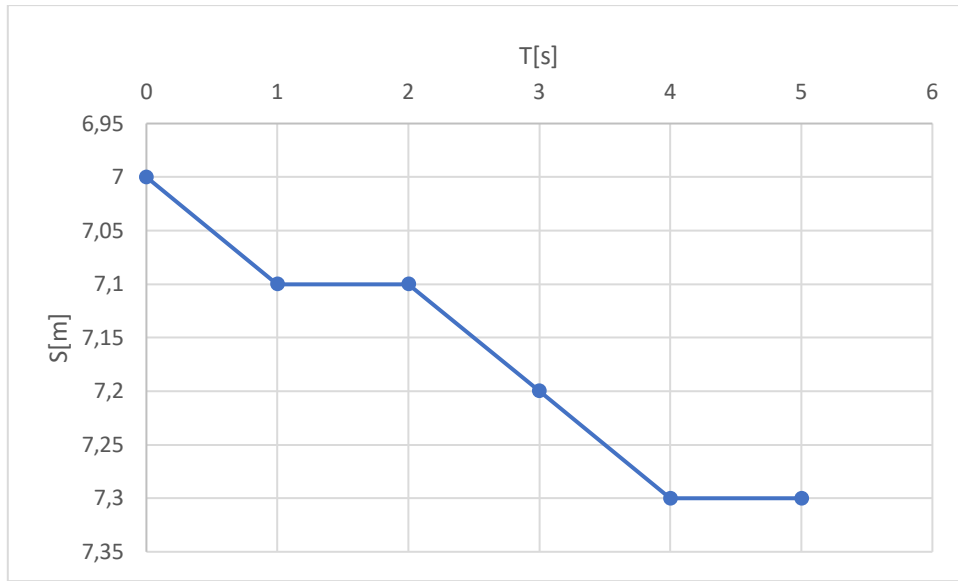


Figura 4. Curva de caudal constante 2,5 l/s por 5 minutos.

3.2.1 Datos obtenidos del ensayo de gasto variable realizado en diciembre 2017

En la tabla 2 se muestra los datos obtenidos en el ensayo gasto variable donde se inicio con el nivel estático del pozo continuando con 2,5, 5 y 7 l/s y respectivamente registrando su descenso.

Tipo de nivel	Caudal (l/s)	Descenso del pozo (m)
N.E.	0	9
N.D.	2,5	11
N.D.	5	12,5
N.D.	7	14

Tabla 2. Datos para generar la Curva de agotamiento del pozo.

Se observa en la figura 5 que en el transcurso de los años el pozo no ha tenido un cambio en su comportamiento a medida que se deprime el pozo, pero si ha bajado en su nivel estático aproximadamente 2 m.

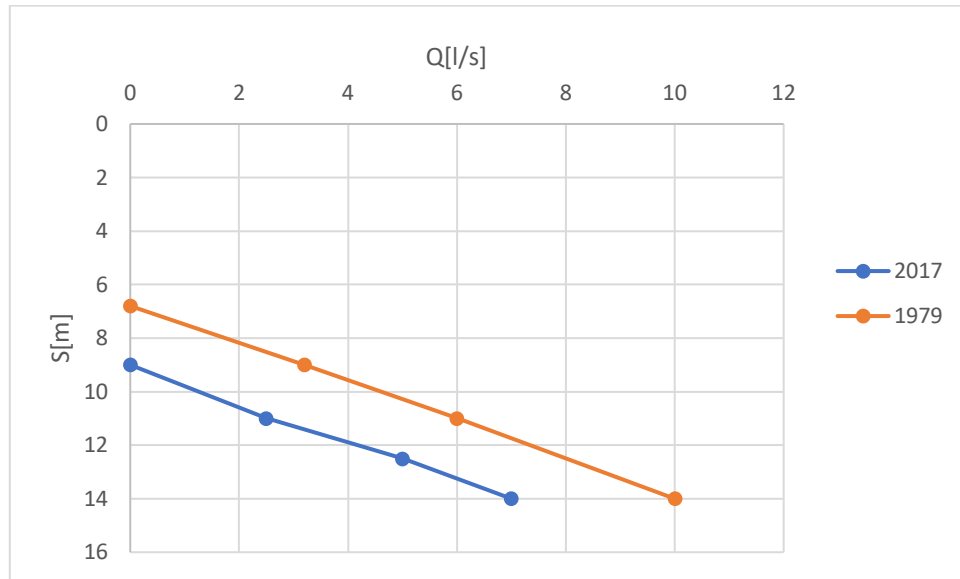


Figura 5. Curva de agotamiento del pozo.

3.2.2 Transmisibilidad del acuífero

La transmisibilidad permite conocer la cantidad de agua por unidad de ancho del suelo. Para determinar esto se necesita la conductividad hidráulica del suelo (K) junto con su espesor(b).

$$T = K \times b \tag{Ec. (1)}$$

T= transmisibilidad hidráulica

K= conductividad hidráulica

b= espesor del estrato saturado

Como se observa en la tabla 1 el pozo se encuentra constituido por varios estratos saturados. se utilizará esta ecuación para el cálculo de la transmisibilidad del acuífero.

$$T = \sum_{i=1}^n T_i \quad \text{Ec. (2)}$$



Figura 6. Coeficientes de permeabilidad.

Fuente: FAO, 2018.

Profundidad (m)	Tipo de suelo	Conductividad hidráulica (m/s)	Espesor saturado(m)	Transmisibilidad del estrato (m ² /s)
0 - 1,3	Suelo orgánico	10 ⁻⁶	-	-
1,3 - 5,6	Limo	10 ⁻⁶	-	-
5,6 - 9,3	Arena limosa	10 ⁻⁷	2,3	despreciable
9,3 - 14,4	Arena	10 ⁻³	5,1	5,1x10 ⁻³
14,4 - 16,9	Arena	10 ⁻³	2,5	2,5x10 ⁻³
16,9 - 20	Arena limosa	10 ⁻⁷	3,1	despreciable

Tabla 3. Información para calcular la transmisibilidad del acuífero.

Según la información obtenida de la figura 6 juntos la tabla 1, los primeros metros desde el nivel de terreno hasta los 7 m de profundidad, el suelo no está saturado por lo tanto no existe aporte en cuanto a flujo de agua hacia el pozo y bajo los 7 m que se encuentra arena limosa la transmisibilidad se hace despreciable en comparación a la de arena. Por lo tanto se suman solamente la transmisibilidad de los estratos que contiene arena, dando como resultado $7,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ la transmisibilidad para el acuífero.

3.3 Análisis de influencia del río al pozo

Se realizó una comparación de los niveles del pozo y el río utilizando los factores de temperatura y precipitación, considerando los datos promedio de temperatura y precipitación de cada mes, los datos de los niveles del pozo fueron medidos por el operador en los años 2015 y 2016 y para los mismos años se descargaron los datos de los niveles del río desde la página web de la DGA.

Se analizaron los datos referentes a la temperatura donde el río tenía una variación porcentual importante al contrario del pozo que tenía una baja variación, frente a los datos de precipitación ocurrió algo similar, el pozo permaneció estable con una pequeña variación, en cambio el río variaba considerablemente, por lo que se analizó el río tiene una baja influencia sobre pozo.

Mes	Nivel desde el fondo del pozo (m)	
	año 2015	año 2016
Enero	12	12
Febrero	13	11
Marzo	13	10
Abril	14	10
Mayo	14	12
Junio	13,7	12
Julio	14	12
Agosto	14	12
Septiembre	14,5	12
Octubre	14	12
Noviembre	13	12
Diciembre	12	11

Tabla 4. Niveles freáticos del pozo de la localidad.

Fuente: Operador del pozo, 2018

Mes	Año 2015 (m)	Año 2016 (m)
Enero	1,19	1,23
Febrero	1,04	1,11
Marzo	1,06	1,08
Abril	1,18	1,39
Mayo	-	1,41
Junio	1,9	1,47
Julio	2,67	1,99
Agosto	2,54	1,83
Septiembre	2,33	1,77
Octubre	2,91	2,02
Noviembre	1,86	1,25
Diciembre	1,4	1,11

Tabla 5. Niveles limnigráficos del río Itata.

Fuente: DGA, 2018.

Según muestra la figura 7 para los años 2015 y 2016 se observa que la interacción es baja según lo que indican los coeficientes de correlación pero hay relación entre los niveles de río y del pozo.

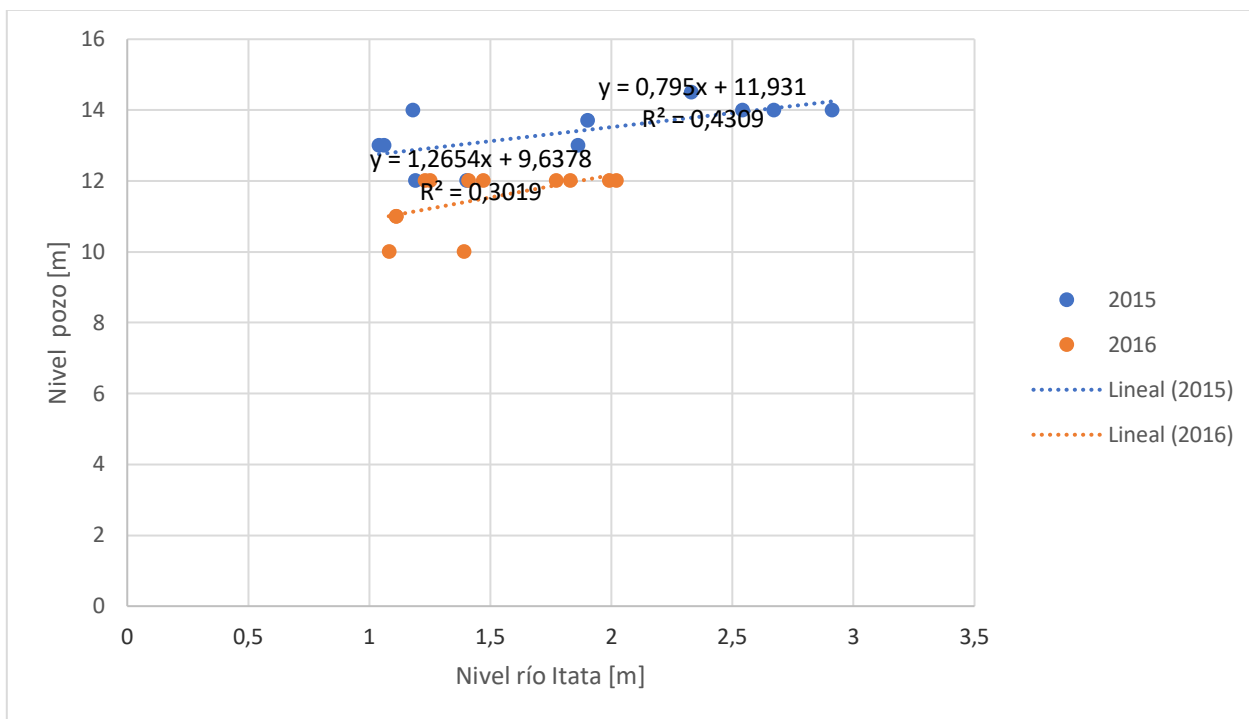


Figura 7. Nivel del pozo vs Nivel río Itata.

	Rangos de variación año 2015 (m)	Rangos de variación año 2016 (m)	Variación año 2015 (m)	Variación año 2016 (m)
Pozo profundo	12 - 15	10 - 12	3	2
Río Itata	1 - 3	1 - 2	2	1

Tabla 6. Variación del nivel del río y el pozo.

En la tabla 6 se muestra la variación de los niveles del río y del pozo, desde el nivel más bajo al más alto para los años 2015 y 2016, refiriéndose a la tabla 6 se muestra una relación en la variación de los niveles aunque es un poco baja.

Cotas (m)	
Nivel de terreno del pozo	32
Nivel del río Itata	24
Nivel superior de estrato permeable	23
Nivel inferior de estrato permeable	15
Fondo de pozo	12

Tabla 7. Comparación de las cotas del pozo en relación con el nivel del río.

Fuente: Google Earth, 2018.

En la tabla se representa las cotas más importantes a la hora de analizar la interacción del río y el pozo. Dado que se observa que el nivel del río Itata esta sobre los estratos permeables del pozo pese a existir una distancia de 106 m entre la orilla de río y la ubicación del pozo, puede existir un aporte del río de forma subterránea por infiltración.

En la figura 8, para el año 2015 y 2016 las precipitaciones tienen poca influencia a nivel freático a causa de que la capa superior del acuífero es impermeable. Por lo tanto el acuífero en ese lugar no se alimenta por flujos superficiales por ende no se produce percolación.

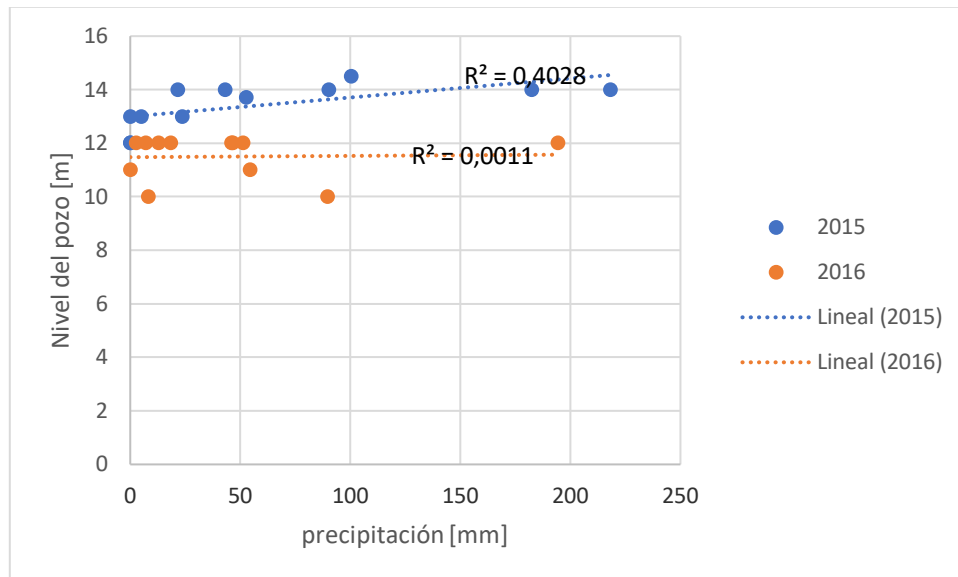


Figura 8. Precipitación vs Nivel del pozo.

La temperatura es un factor que ayuda a analizar si el pozo tiene alguna interacción con el río debido a que afecta a los niveles del río especialmente en los meses de verano e invierno donde las diferencias de los niveles limnigráficos son más notorias, se observa en la figura 9 que para el año 2015 la temperatura tiene muy baja influencia sobre el nivel freático del pozo pero en el año 2016 se observa que hay un relación modera pero no directa, por lo tanto según el factor temperatura hay baja interacción río-pozo a nivel subterráneo.

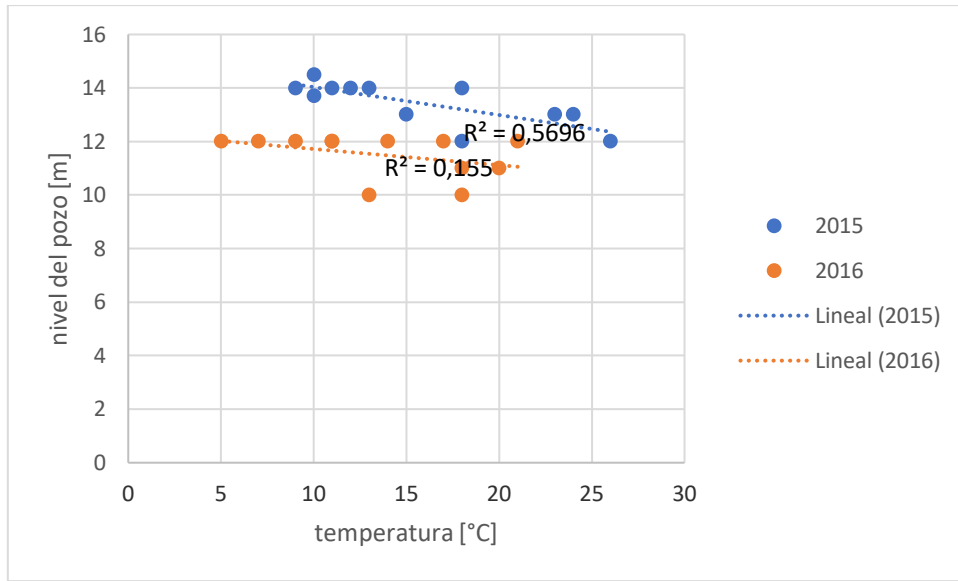


Figura 9. Temperatura vs Nivel del pozo.

4. CONCLUSIONES

Las conclusiones consecuencia del estudio realizado se describen a continuación:

Frente a los antecedentes que se recopilaron, se concluye que los primeros metros de profundidad del pozo desde la superficie (0m) hasta los 9,3 m se encuentran estratos impermeables y de 9,3 m a 16,9 m de profundidad se presentan estratos permeables que permite el flujo normal del agua subterránea. Bajo los 16,9 m hasta los 20 m (fondo de pozo) se encuentran estratos impermeables. El pozo al tener una capa permeable entre dos capas impermeables, una en la parte superior y otra en la parte inferior nos da conciencia que se está frente a un acuífero confinado. Además agregando la curva de agotamiento del pozo realizada en el año 1979, donde los puntos descenso-caudal representan una línea recta de pendiente negativa, donde estas características donde se produce una extracción de agua entre dos bordes impermeables dando la presencia de un acuífero confinado. Por lo tanto al tener estas dos aseveraciones se confirma que el pozo está conectado de un acuífero confinado.

Considerando el factor temperatura para los años 2015 y 2016 se observa que el pozo no tiene una relación directa dado que el índice de determinación es más cercano a cero por ende los niveles del pozo son más estables teniendo poca variación en sus niveles freáticos durante los meses del año en especial invierno-verano, al contrario del río que se ve una gran diferencia en los niveles en ese mismo periodo, como la variación de los niveles del río no tiene una variación similar a los niveles estáticos del pozo se determina que el río tiene una baja o nula influencia en el pozo.

Para los años 2015 y 2016 dada las precipitaciones en esos periodos se observa que los datos tienen una gran dispersión dado a que no existe una dependencia del nivel freático del pozo frente a las precipitaciones por motivo de existir una capa impermeable sobre el acuífero que no permite la percolación de las aguas superficiales producto por las lluvias, en consecuencia se determina que el río tiene una baja o nula influencia con el pozo.

Por lo tanto, teniendo en cuentas los efectos de la temperatura y las precipitaciones sobre pozo y el río, se concluye que río tiene una baja o nula influencia en el pozo.

BIBLIOGRAFÍA

- APR Orilla de Itata, Comuna Portezuelo, 1979.
- DIRECCION GENERAL DE AGUAS, (2018). Alturas limnigráficas y caudales instantáneos: Cuenca del río Itata, www.dga.cl.
- Entrevista operador, CABRERA, R., entrevista personal, 10 de marzo 2018.
- FAO (2018), coeficiente de permeabilidad, (Accesado el día 24 de Abril de 2018), http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s09.htm.
- GOOGLE EARTH (2015) Version 7.1.5.1557, Earth Viewer 3D. <https://Earth.google.com>.
- JUÁREZ E., y RICO A., (2005) Mecánica de Suelo, México: Limusa, p.198.
- Meteored (2018), Accesado el día 5 de Abril de 2018), www.meteored.cl.
- VILLANUEVA, M, Iglesia, A. (Eds.) (1984) “POZOS Y ACUIFEROS Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo” Pp. 23-41.
- Zuñiga I. (2016), Pladeco Portezuelo (2016), Pp. 10.

ANEXOS

ANEXO A: CONCEPTOS GENERALES

Acuífero: Son formaciones geológicas permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas.

Acuíferos Libres: Es aquel acuífero que se encuentra en directo contacto con la zona subsaturada del suelo. En este acuífero la presión de agua en la zona superior es igual a la presión atmosférica, aumentando en profundidad a medida que aumenta el espesor saturado.

Acuíferos Confinados: Son aquellos cuerpos de agua que se acumulan en la roca permeable y están encerrados entre dos capas impermeables sometidas a una presión distinta a la atmosférica.

Acuíferos Semiconfinados: Al igual que los acuíferos confinados los acuíferos semipermeables se encuentran a presión, pero el grado de confinamiento es menor, existiendo algunas capas que permiten cierta filtración.

Transmisibilidad: es el volumen de agua que atraviesa una banda de acuífero de ancho unitario en la unidad de tiempo y bajo la carga de un metro. Es representativa de la capacidad que tiene el acuífero para ceder agua.

ANEXO B: ANTECEDENTES GENERALES DEL POZO



Figura 1. Ubicación física del pozo

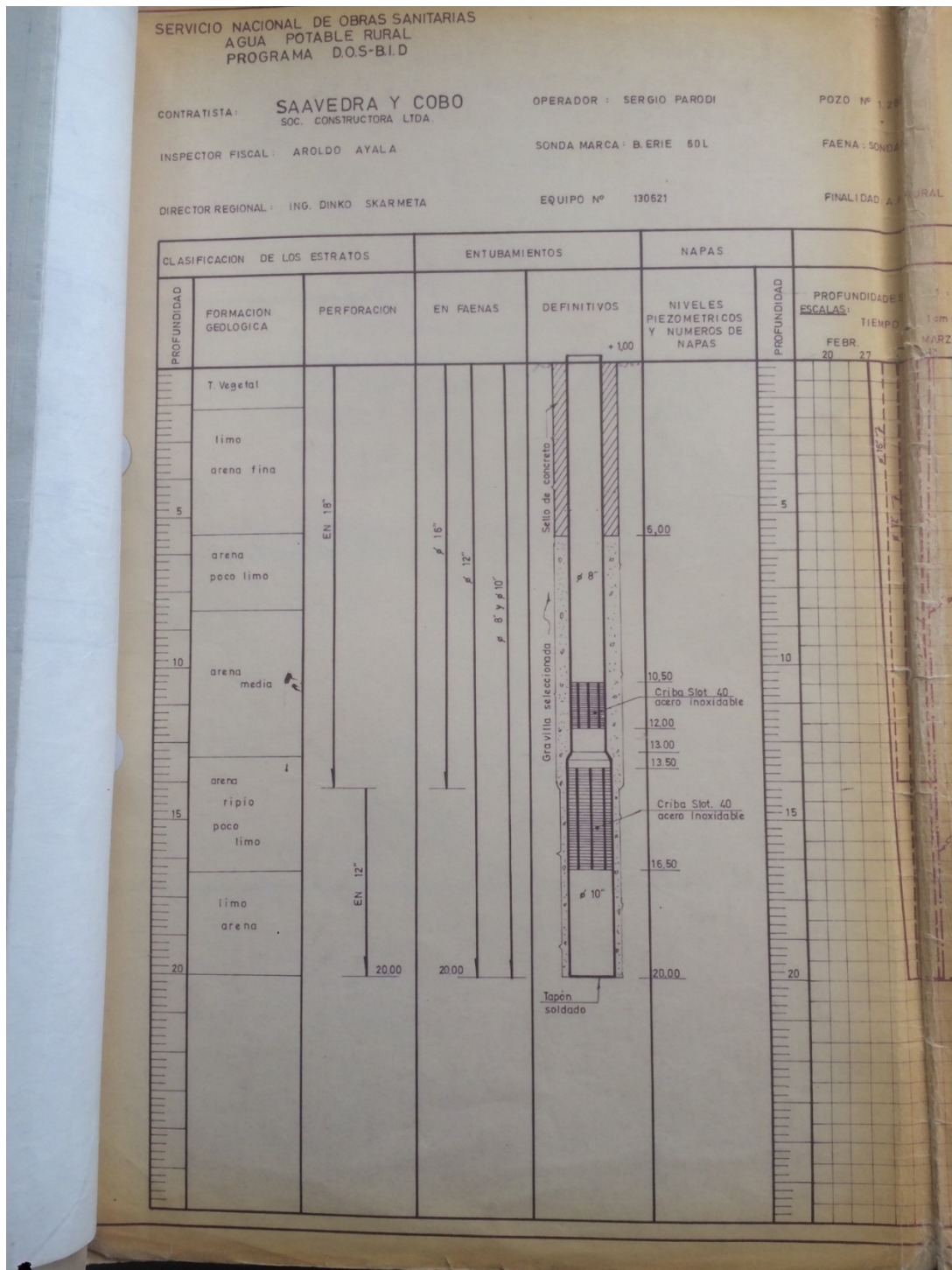


Figura 2. Sondaje realizado en el año 1979

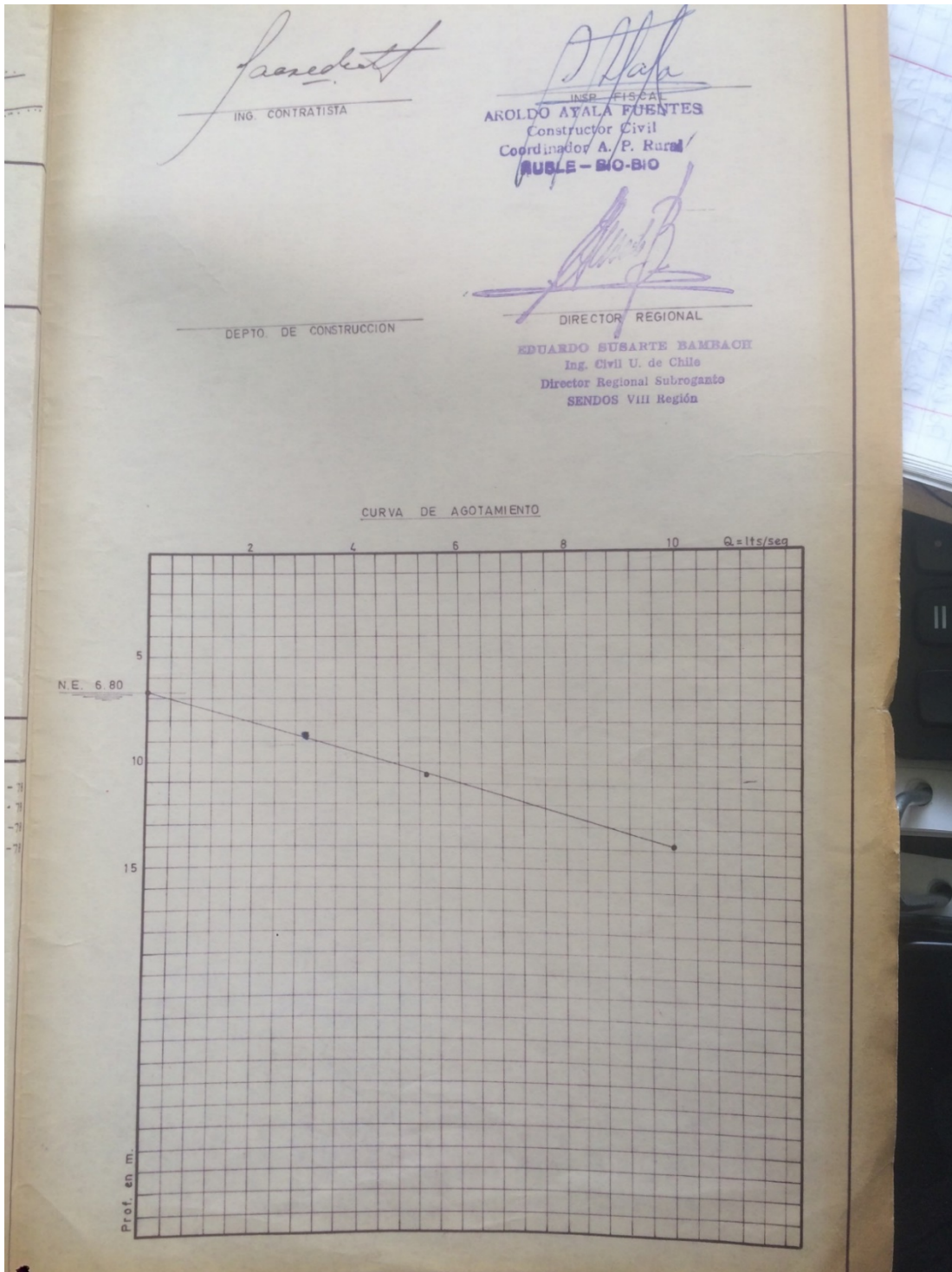


Figura 3. Curva de agotamiento del pozo realizada en el año 1979

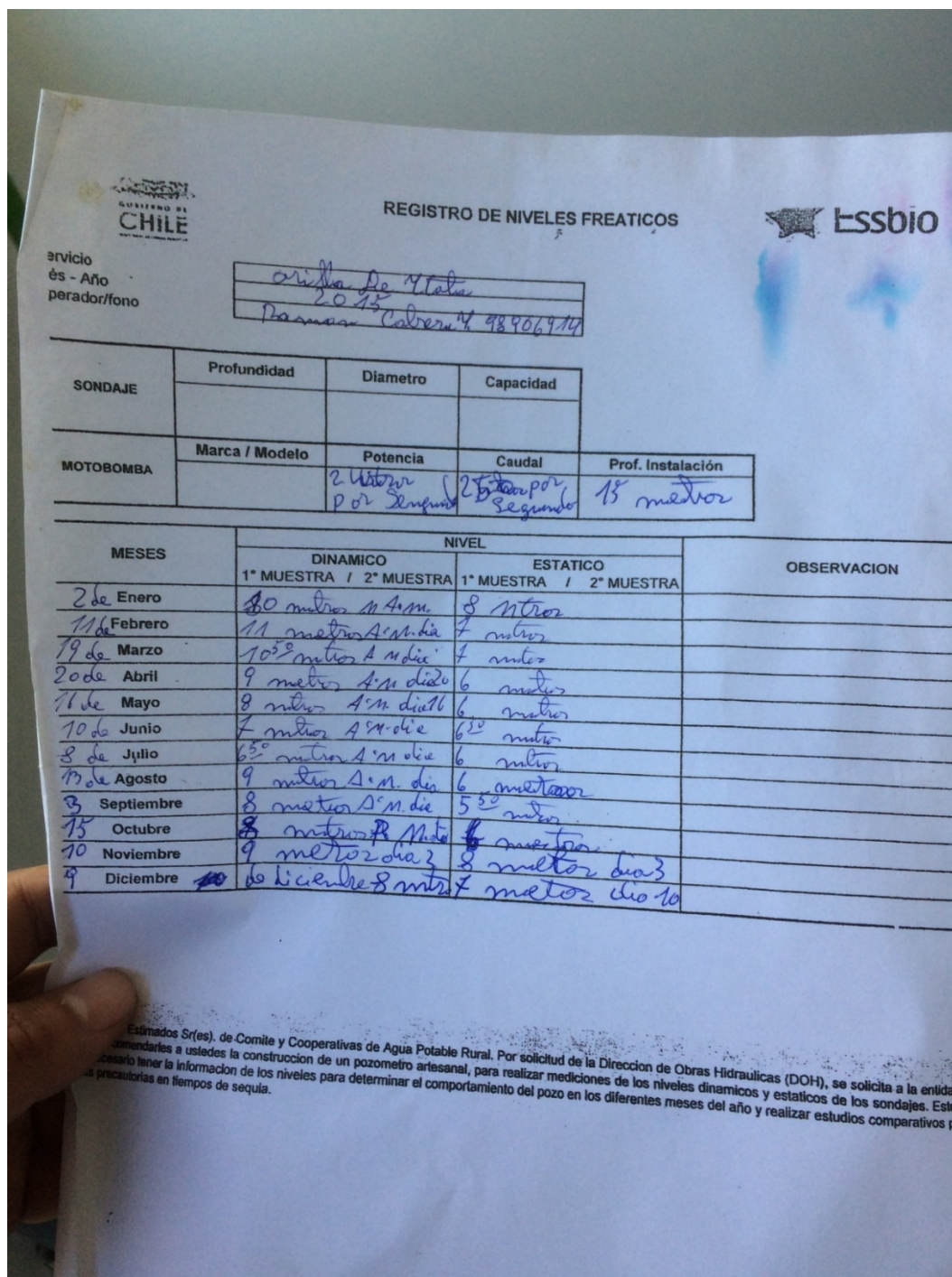


Figura 4. Registro de los niveles freáticos del pozo del año 2015

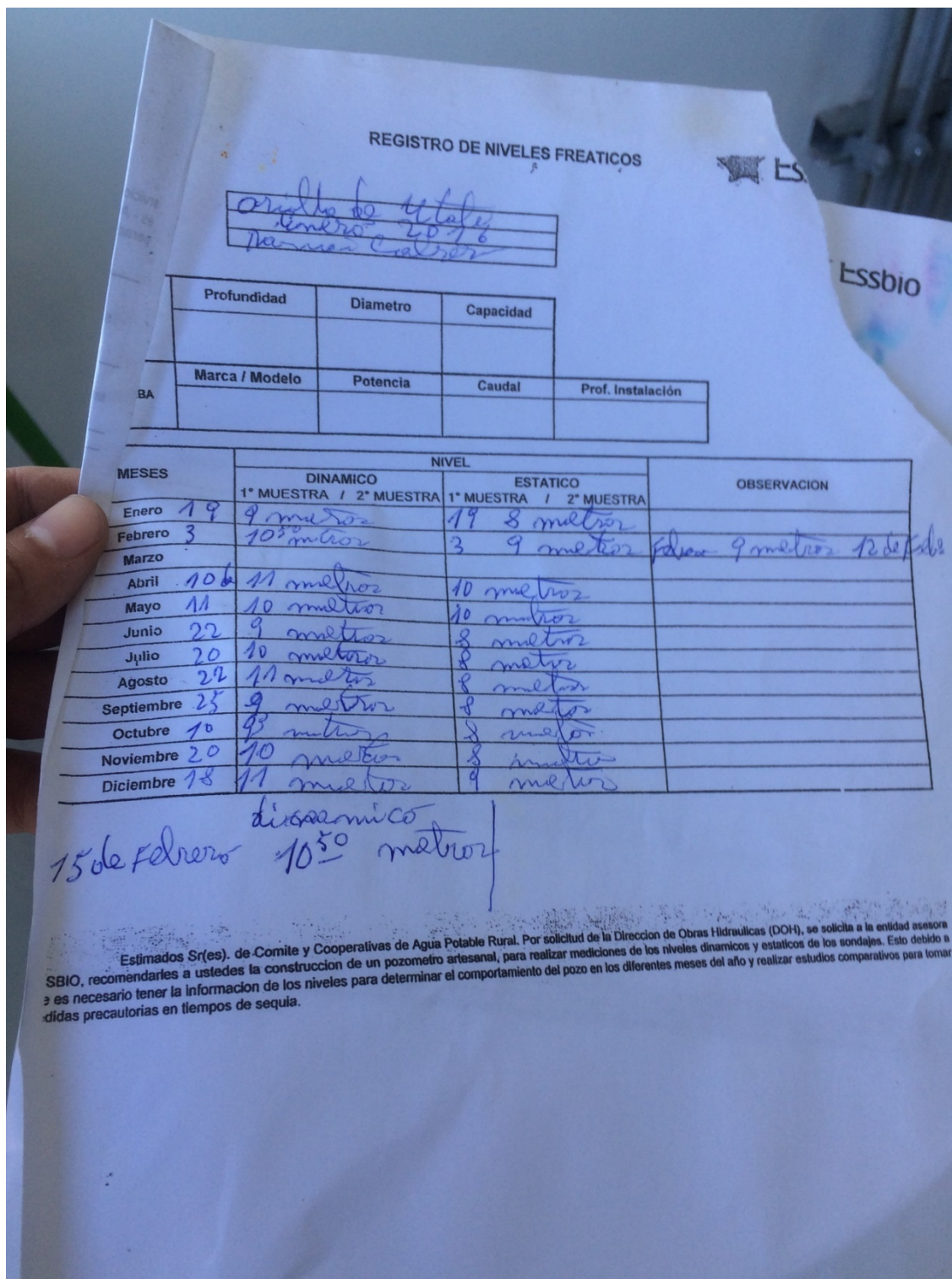


Figura 5. Registro de los niveles freáticos del pozo del año 2016