

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA SUSTENTAR LA
DISPONIBILIDAD HÍDRICA SUBTERRÁNEA PARA POZO TUBULAR
DE REEMPLAZO - MONSANTO PERÚ - VILLACURI - ICA”**

Presentado por:

BACH. FERNANDO MANUEL CHÁVEZ VILLALVA

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

Lima – Perú

2017

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE CUADROS

RELACION DE PLANOS

RELACIÓN DE ANEXOS

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	GENERALIDADES	1
1.2	OBJETIVOS	1
1.2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	2
2.1	METODOS GEOFÍSICOS	2
2.2	RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SUELOS	2
2.3	DISPOSITIVOS LINEALES	3
2.3.1	CONFIGURACION SCHLUMBERGER.....	4
2.4	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL	5
2.5	PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS	6
2.5.1	POROSIDAD	6
2.5.2	PERMEABILIDAD	6
2.5.3	TRANSMISIVIDAD.....	8
2.5.4	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	8
2.6	CALIDAD DE AGUA.....	9
2.6.1	CALIDAD DE AGUA PARA USO AGRICOLA.....	9
III.	MATERIALES Y METODOS	11
3.1	MATERIALES	11
3.1.1	INFORMACION CARTOGRAFICA.....	11

3.1.2	EQUIPOS	11
3.1.3	SOFTWARE UTILIZADO	11
3.2	AREA DE ESTUDIO	11
3.3	CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS.....	13
3.3.1	MARCO GEOMORFOLÓGICO	13
3.3.2	MARCO GEOLÓGICO	13
3.3.3	DEPÓSITOS DEL CUATERNARIO	13
3.4	EL ACUIFERO.....	14
3.5	NAPA FREÁTICA	16
3.5.1	PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA	17
3.5.2	MORFOLOGÍA DE LA NAPA FREÁTICA	17
3.6	INVENTARIO DE POZOS Y FUENTES	17
3.7	HIDRAULICA SUBTERRANEA	19
3.7.1	PARÁMETROS HIDROGEOLOGICOS	19
3.7.2	RADIO DE INFLUENCIA ENTRE POZOS.....	19
3.8	DEMANDA DE AGUA DEL PROYECTO	20
3.9	PROSPECCIÓN GEOFÍSICA	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1	SECCIONES GEOELÉCTRICAS	26
4.1.1	SECCIÓN GEOELÉCTRICA A - A' (SEV 2 – 1 – 3).	26
4.1.2	SECTOR GEOFÍSICO FAVORABLE.....	26
4.2	PARÁMETROS HIDRÁULICOS CALCULADOS.....	28
4.2.1	TRANSMISIVIDAD Y PERMEABILIDAD	28
4.2.2	EVALUACIÓN DE INTERFERENCIA DE POZOS	31
4.3	HIDROGEOQUIMICA	31
4.3.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	31
4.3.2	CLASIFICACIÓN DEL AGUA PARA EL RIEGO.....	33

4.4	ANTEPROYECTO DE LA OBRA DE CAPTACION.....	35
4.4.1	DISPONIBILIDAD	35
4.4.2	PROPUESTA DEL PUNTO DE CAPTACIÓN.....	35
4.4.3	DISEÑO HIDRAULICO DEL POZO	35
4.4.4	DISEÑO FISICO DEL POZO.....	36
4.4.5	DISEÑO TÉCNICO PRELIMINAR DEL POZO.....	37
4.4.6	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	39
V.	CONCLUSIONES.....	42
VI.	RECOMENDACIONES.....	44
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dispositivo tetraelectrodico para la medida de la resistividad del suelo.	4
Figura 2: Dispositivo de Schlumberger.	4
Figura 3: Ley de Darcy.....	7
Figura 4: Clasificación para las aguas de riego.	10
Figura 5: Ubicación del área de estudio.	12
Figura 6: Litología de pozos.....	15
Figura 7: Variación del nivel estático del pozo IRHS 107.....	16
Figura 8: Sondaje eléctrico SEV 1.....	22
Figura 9: Sondaje eléctrico SEV 2.....	23
Figura 10: Sondaje eléctrico SEV 3.....	24
Figura 11: Sección Geoeléctrica A-A" - SEV 02-01-03.....	27
Figura 12: Prueba de Acuífero Descenso - Pozo reemplazo del IRHS 615.....	29
Figura 13: Prueba de Acuífero Recuperación - Pozo reemplazo del IRHS 615.....	30
Figura 14: Diagramas del análisis de agua.....	34
Figura 15: Diseño preliminar proyectado del pozo de reemplazo IRHS 769.....	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Resistividad de agua y rocas.....	3
Cuadro 2: Tipos de SEV - Dispositivo de Schlumberger.....	5
Cuadro 3: Valores relativos de permeabilidad.	7
Cuadro 4: Valores de coeficiente de almacenamiento.....	8
Cuadro 5: Variación piezométrica del pozo IRHS 107.	14
Cuadro 6: Inventario de Pozos.	18
Cuadro 7 : Demanda de agua del pozo IRHS 769.....	20
Cuadro 8 : Balance hídrico de cultivos.....	20
Cuadro 9 : Ubicación de sondeos geofísicos	21
Cuadro 10 : Resultados de la interpretación cuantitativa de los SEV	25
Cuadro 11 : Radio de influencia absoluto.	31
Cuadro 12 : Radio de influencia relativo.....	31
Cuadro 13 : Conductividad del agua de pozos vecinos.....	32

RELACIÓN DE PLANOS

Plano 1: Ubicación del área evaluada.

Plano 2: Geológico.

Plano 3: Isoprofundidad de la napa.

Plano 4: Hidroisohipsas.

Plano 5: Fuentes de agua subterránea.

Plano 6: Ubicación de sondajes eléctricos y sección geofísica.

Plano 7: Resistividad eléctrica del horizonte permeable H2.

Plano 8: Espesor del Horizonte permeable saturado H2.

Plano 9: Espesor total de los horizontes.

Plano 10: Sector favorable para la perforación.

Plano 11: Interferencia de prueba de bombeo de pozos.

Plano 12: Isoconductividad eléctrica.

Plano 13: Ubicación del pozo proyectado.

RELACIÓN DE ANEXOS

Anexo 1: Registro de prueba de bombeo pozo IRHS 615.

Anexo 2: Análisis de agua del pozo reemplazo IRHS 615

RESUMEN

El estudio muestra la evaluación de la disponibilidad hídrica subterránea mediante la caracterización hidrogeológica del acuífero en el sector del Fundo La Pampa, ubicado en Villacurí, en el distrito de Salas, provincia y departamento de Ica, con el fin de realizar la construcción de un pozo tubular de remplazo.

Como parte del desarrollo del estudio se determinó las características geoelectricas del relleno aluvial que forma el acuífero, así como sus variaciones laterales, verticales, espesores y posiciones relativas, ejecutándose prospección geofísica mediante sondeos eléctricos verticales (SEV), utilizando la configuración simétrica tetra eléctrica propuesta por Schlumberger. Se recopiló información de la variación de los niveles de la napa freática mediante inventario de pozos ubicados en la zona de estudio, se realizó el muestreo del agua subterránea para la caracterización hidrogeoquímica, donde se evaluó su aptitud para el uso agrícola. Se obtuvieron los parámetros hidráulicos del acuífero tras realizar pruebas de bombeo.

Los resultados permitieron, conocer las características geoelectricas donde el horizonte aprovechable presento sedimentos de mediana a alta permeabilidad, además se obtuvieron valores de transmisividad ($816,912 \text{ m}^2/\text{día}$), permeabilidad ($24,02 \text{ m}/\text{día}$) y coeficiente de almacenamiento (8 por ciento), siendo representativos de acuíferos de aceptables características hidrogeológicas. De la evaluación hidrogeoquímica, el agua se clasificó como C_3S_1 son aguas de alta mineralización que deben usarse en suelos de buen drenaje y de bajo contenido de adsorción de sodio, siendo aptas para uso agrícola.

El estudio determinó que la zona evaluada es favorable para la construcción de una obra de captación de agua subterránea mediante la construcción de un pozo tubular.

PALABRAS CLAVE

Hidrogeológico, Prospección Geofísica, Disponibilidad Hídrica, Acuífero, Hidrogeoquímica, Pozo Tubular.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La empresa Monsanto Perú S.A realizó un estudio hidrogeológico en su fundo “La Pampa”, ubicado en el valle de Ica, a fin de estimar la disponibilidad del agua subterránea y la factibilidad de ser aprovechado, y obtener las características técnicas para la construcción de la obra de captación de agua subterránea (pozo tubular), recurso que servirá, para cubrir la demanda de agua del fundo.

El sector evaluado, se encuentra dentro del acuífero del río Ica, que se encuentra en veda bajo amparo de la Resolución Jefatural N° 330-2011-ANA, vigente desde el 11.06.2001, donde ratifica la condición de veda de los acuíferos del valle de Ica, Pampa de Villacurí y Pampa de Lanchas. Condición que solo autoriza la perforación de pozos de reemplazo.

1.2 OBJETIVOS

Evaluar la disponibilidad hídrica mediante la ejecución de un estudio hidrogeológico con fines de explotación del agua subterránea mediante la construcción de un pozo tubular de reemplazo.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características geoelectricas del relleno aluvial que forma el acuífero.
- Determinar los parámetros hidráulicos del acuífero de la zona de estudio.
- Determinar la calidad del agua subterránea de la zona evaluada y su aptitud para uso agrícola.
- Establecer la ubicación del pozo tubular de reemplazo.
- Proponer el diseño técnico y especificaciones técnicas para la ejecución de la perforación del pozo tubular de reemplazo, para cubrir la demanda del proyecto.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 METODOS GEOFÍSICOS

Los métodos geofísicos detectan diferencias o anomalías de las propiedades físicas internas de la corteza terrestre. La densidad, el magnetismo, la elasticidad y la resistividad eléctrica son las propiedades más comúnmente medidas. La experiencia y las investigaciones han permitido diferenciar estas propiedades para ser interpretadas en términos de estructura geológica, tipo de roca y porosidad, contenido y calidad del agua. (TODD, D. K. 1959: 252)

Cada método geofísico obedece al estudio de una determinada propiedad de la roca, existiendo numerosas posibilidades en la manera de efectuar las mediciones sobre el terreno, de tal forma que puedan adaptarse a la escala y al objetivo requerido por cada trabajo, desde reconocimientos regionales a caracterizaciones locales y superficiales. En principio, todos los métodos geofísicos de superficie pueden ser utilizados en la resolución de problemas geológicos relacionados con la hidrogeología, siendo fundamental, tener en cuenta, tanto los límites de cada método como los derivados de su forma de utilización. (PLATA TORRES J.L. 2000: 21)

2.2 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS SUELOS

La resistividad eléctrica de un suelo es la capacidad de este de conducir electricidad cuando se le aplica un potencial eléctrico.

Esta debe definirse como la resistencia en ohmios entre las dos caras de una unidad cubica del material. Si un material de resistencia (R), tiene sección de un área (A) y una longitud (L) entonces su resistividad se expresa como (TODD, D. K. 1959: 252):

$$\rho = \frac{RA}{L}$$

ρ : Resistividad en (ohmio-metro).

La resistividad de las formaciones rocosas es muy variada y dependen del material, densidad, porosidad (tamaño y forma), contenido de agua y la calidad de esta. En el Cuadro 1, se aprecian algunos valores de resistividad de agua y rocas.

Cuadro 1: Resistividad de agua y rocas.

Tipo de agua y roca	Resistividad (Ohm-m)
Agua de acuíferos aluviales	10 - 30
Agua de manantiales	50 - 100
Arenas y gravas secas	1 000 - 10 000
Arenas y gravas con agua dulce	50 - 500
Arenas y gravas con agua salada	0,5 - 5
Arcillas	2 - 20
Margas	20 - 100
Calizas	300 - 10 000
Areniscas arcillosas	50 - 300
Areniscas cuarcíticas	300 - 10 000
Cineritas, tobas volcánicas	20 - 100
Lavas	300 - 10 000
Esquistos grafitosos	0,5 - 5
Esquistos arcillosos o alterados	100 - 300
Esquistos sanos	300 - 3 000
Gneis, granito alterados	100 - 1 000
Gneis, granito sano	1 000 - 10 000

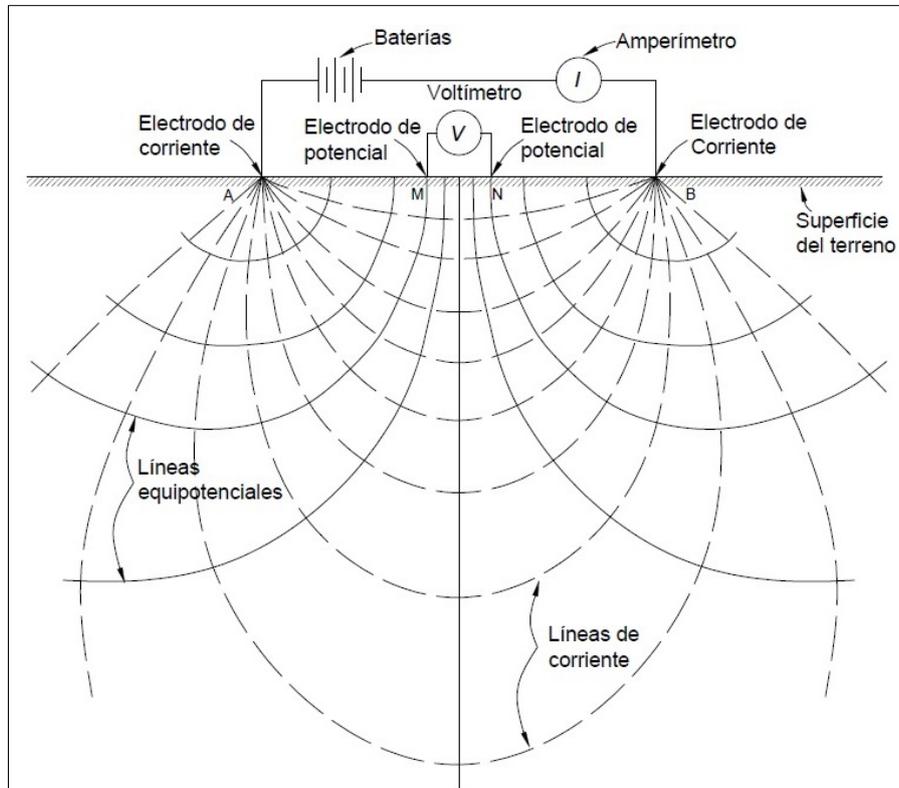
Fuente: ASTIER, JEAN LOUIS, 1982

2.3 DISPOSITIVOS LINEALES

Las resistividades reales se determinan a través de una resistividad aparente, la cual se calcula por medio de mediciones de corrientes y diferencias de potencial entre pares de electrodos colocados en la superficie del terreno. El procedimiento consiste en la medida de la diferencia de potencial entre dos electrodos M y N, resultante de una aplicación de corriente a través de otros dos electrodos A y B, situados a ambos lados pero alineados con los electrodos potenciales. Si las resistividades uniformes en todas las partes de la zona subsuperficial entre los electrodos, se formara una red ortogonal de arcos circulares con las

líneas de corriente y las líneas equipotenciales, como se muestra en la Figura 1. (TODD, D. K. 1959: 252)

Figura 1: Dispositivo tetraelectrodico para la medida de la resistividad del suelo.

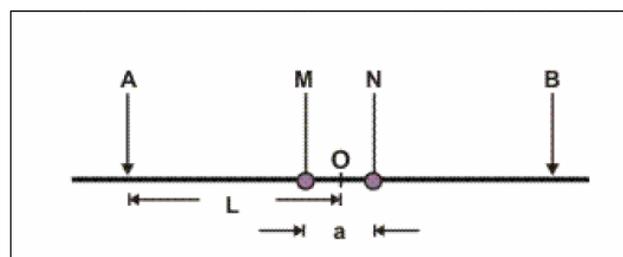


Fuente: TODD, D. K. 1959

2.3.1 CONFIGURACION SCHLUMBERGER

Es un dispositivo simétrico que debe cumplir con la condición de que la distancia que separa a, A y B debe ser mayor o igual que cinco veces M y N. (AUGE, M. 2008)

Figura 2: Dispositivo de Schlumberger.



Fuente: AUGÉ, M. 2008

2.4 SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL

La finalidad del sondeo eléctrico vertical (SEV) es averiguar la distribución vertical en profundidad de las resistividades aparentes bajo el punto sondeado a partir de medidas de la diferencia de potencial en la superficie. Se utiliza sobre todo para detectar y establecer los límites de capas horizontales de suelo estratificado (GASULLA M. 1999).

Considerando el dispositivo Schlumberger (Figura 2), los SEV se pueden clasificar en función de la separación final entre A y B, tal como se observa en la Cuadro 2.

Cuadro 2: Tipos de SEV - Dispositivo de Schlumberger.

Tipo de SEV	Longitud	Principal aplicación
Corto	AB hasta 250 m	Geotecnia y Arqueología
Normal	$250 \text{ m} < AB < 2,500 \text{ m}$	Hidrogeología
Largo	$2,500 \text{ m} < AB < 25,000$	Prospección petrolera
Muy largo	Hasta 1,200 km	Investigación geofísica

Fuente: AUGÉ, M. 2008

Para generar y registrar un SEV se requiere:

- **Circuito de emisión**

Integrado por una fuente de energía, un amperímetro para medir la intensidad de la corriente, puntos de emisión (A y B) consistentes en estacas metálicas de 0,5 a 1 m de largo y 20 mm de diámetro y cables de transmisión. En sondeos normales se utiliza una batería de 12 voltios en serie con un convertidor de unos 250 W de potencia. El amperímetro permite registrar hasta 10 A, con una precisión del 1 por ciento y resolución de 0,1 mA. El cable de transmisión tiene una sección de 1 mm^2 y para transportarlo y extenderlo se arrolla a un carrete de unos 500 m de capacidad (AUGÉ, M. 2008).

- **Circuito de recepción**

Compuesto por un milivoltímetro electrónico de alta impedancia y dos electrodos para la medición del potencial (M y N) impolarizables, constituidos por vasos con fondo poroso que contienen una solución saturada de sulfato de cobre, en los que se sumerge una varilla de cobre que está conectada al cable de medición del circuito (AUGÉ, M. 2008).

La formulación matemática utilizada para calcular la resistividad aparente del medio investigado para una determinada profundidad es la siguiente:

$$\rho_a = k \frac{\Delta v}{I}$$

Dónde:

- ρ_a : Resistividad aparente (ohmio-metro)
- Δv : Diferencia de potencial (Voltio)
- I : Intensidad de corriente (Amperios)
- k : Coeficiente geométrico
- AB : Electrodo de corriente
- MN : Electrodo de potencial

Los datos de resistividad aparente, obtenidos en los SEV, se representan mediante curvas graficadas en un formato bilogarítmico, a través de estas curvas de campo y por diversos métodos de interpretación, se determinan los valores de las resistividades verdaderas y los espesores de las diferentes capas para cada punto de investigación (AUGE, M. 2008).

2.5 PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS

2.5.1 POROSIDAD

La porosidad de un terreno se define como la relación entre el volumen de aberturas, huecos y el volumen total que lo contiene, en porcentaje (BRAJA M. Das., 2006)

$$n = \frac{V_p}{V_t} \times 100$$

2.5.2 PERMEABILIDAD

Se define como la capacidad de un medio poroso de permitir el paso del agua a través de él. Es la constante de proporcionalidad lineal entre el caudal y el gradiente hidráulico.

Darcy (1856) propuso la siguiente ecuación para conocer el movimiento del agua en medios porosos. (GARCIA, M y FERNANDEZ, A. 2009: 94)

$$Q = K \cdot i \cdot S$$

Dónde:

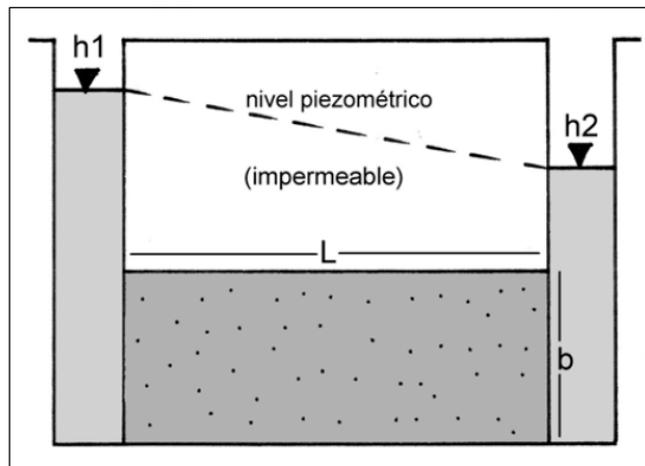
Q : Caudal que circula por un medio poroso (m³/día).

K : Coeficiente de permeabilidad del suelo (m/día)

i : Gradiente hidráulico; (h₁-h₂)/L (adimensional)

S : Sección (m²). Generalmente sección unitaria; “b” (espesor)* 1

Figura 3: Ley de Darcy



Fuente: GARCIA, M y FERNANDEZ, A. 2009

Cuadro 3: Valores relativos de permeabilidad.

Permeabilidad relativa	Valores de K (cm/s)	Suelo típico
Muy permeable	$> 1 \times 10^{-1}$	Grava gruesa
Moderadamente permeable	1×10^{-1} a 1×10^{-3}	Arena, arena fina
Poco permeable	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Arena limosa, arena sucia
Muy poco permeable	1×10^{-5} a 1×10^{-7}	Limo y arenisca fina
Impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$	Arcilla

Fuente: TERZAGHI y PECK, 1980

2.5.3 TRANSMISIVIDAD

La transmisividad es el volumen de agua por unidad de tiempo o caudal que pasa a través de una sección vertical de ancho unitario, que puede ser transmitida horizontalmente a través del espesor saturado de un acuífero con gradiente hidráulico igual a uno. (GONZALES, L. 2003).

$$T = b \times K$$

Dónde:

T : Transmisividad (m²/s),

b : Espesor saturado del acuífero (m)

K : Permeabilidad o Conductividad hidráulica (m/s).

2.5.4 COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO

El coeficiente de almacenamiento (S) se expresa como el volumen de agua que un acuífero libera o incorpora al almacenamiento por unidad de superficie de acuífero y por unidad de cambio de potencial. Es igual al volumen de agua que sale del acuífero cuando el nivel piezométrico desciende 1 metro. El coeficiente de almacenamiento es un número adimensional (GONZALES, L. 2003).

Cuadro 4: Valores de coeficiente de almacenamiento.

Tipo de material permeable	Forma del funcionamiento del acuífero	Valores medio de S
Kárstico: Caliza y dolomías jurásicas	Libre	2 x 10 ⁻²
	Semiconfinado	5 x 10 ⁻⁴
	Confinado	5 x 10 ⁻⁵
Caliza y dolomías cretácicas y terciarias	Libre	2 x 10 ⁻² - 6 x 10 ⁻²
	Semiconfinado	10 ⁻³ - 5 x 10 ⁻⁴
	Confinado	10 ⁻⁴ - 5 x 10 ⁻⁵
Poroso intergranular: Gravas y arenas	Libre	5 x 10 ⁻² - 15 x 10 ⁻²
	Semiconfinado	10 ⁻³
	Confinado	10 ⁻⁴
Kársticos y porosos: Calcarenitas marinas terciarias	Libre	15 x 10 ⁻² - 18 x 10 ⁻²

Fuente: VILLANUEVA, M y IGLESIAS, A

2.6 CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua queda definida por su composición y el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene, el conjunto de todos ellos, permite establecer las posibilidades de su utilización, clasificándola así, de acuerdo con los límites establecidos y los usos para la que es apta. Como para uso humano, agrícola e industrial. (CUSTODIO Y LLAMAS 2001:1884)

2.6.1 CALIDAD DE AGUA PARA USO AGRICOLA

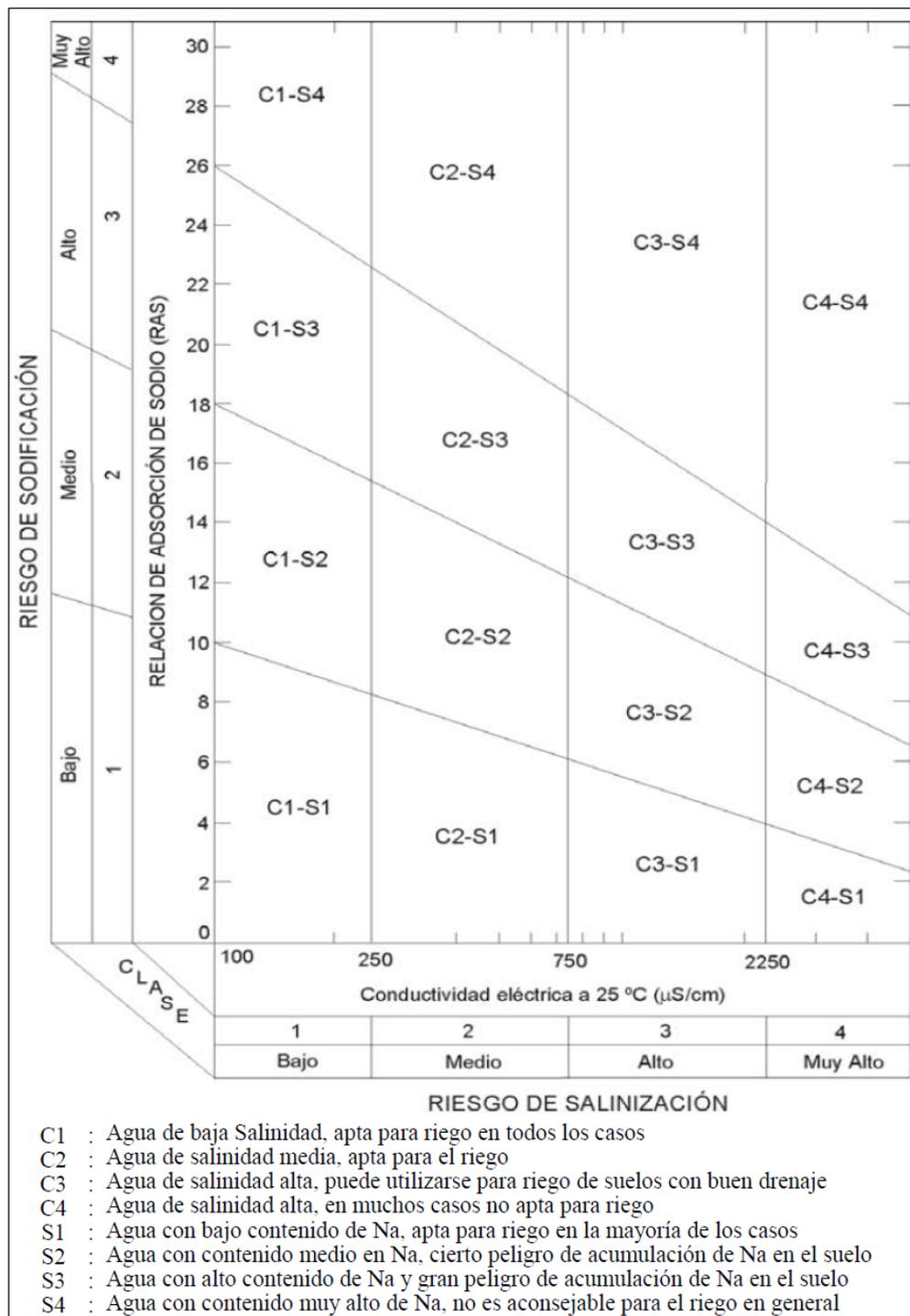
Existen muchas clasificaciones para las aguas destinadas a riego, la clasificación de Wilcox es una de ellas la cual utiliza la conductividad eléctrica (CE) y la relación de adsorción de sodio (RAS). (OLÍAS, M., CERÓN, J. C., & FERNÁNDEZ, I. 2005).

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

La conductividad eléctrica del agua se obtiene directamente en el campo utilizando un conductivímetro de bolsillo o portátil. Es necesario realizar la corrección de la conductividad a 25 °C, por ello es necesario medir simultáneamente la temperatura del agua.

Se considera los valores de porcentaje de sodio con relación a la conductividad para la clasificación de aguas para riego la cual está definida por los parámetros C y S con subíndices cada uno de ellos, los cuales tienen la siguiente información que se aprecia en la Figura 4.

Figura 4: Clasificación para las aguas de riego.



Fuente: U.S. Salinity Laboratory (USLS)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 INFORMACION CARTOGRAFICA

Para el presente estudio, se utilizó la carta catastral 1/20 000 editada por el Proyecto Especial de Titulación de Tierras (PETT-COFOPRI) y para su representación se ha utilizado la simbología normada por la Ex Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA (Ex Dirección General de Aguas del Ministerio de Agricultura).

También se adquirió cartas nacionales del Instituto Geográfico Nacional (IGN) para la elaboración de la base cartográfica utilizada en el estudio.

3.1.2 EQUIPOS

- Resistivímetro Terrameter ABEM SAS-1000
- GPS
- Pozometro
- Laptop Toshiba Core i7

3.1.3 SOFTWARE UTILIZADO

- Autocad
- Qualigraf
- W-GeoSoft / WinSev 6.3

3.2 AREA DE ESTUDIO

El Fundo La pampa, de Monsanto Perú, se ubica en las Pampas de Villacurí, dentro de la jurisdicción del distrito de Salas, de la provincia y departamento de Ica, a donde se llega por la carretera Panamericana Sur, que a la altura del Km. 281 toma la entrada a la altura del paradero 2 llantas.

La investigación hidrogeológica, tal como se muestra en el Plano 1 y la Figura 5, se ha realizado dentro de un área de 7.96 Km², que se encuentra delimitada dentro de las coordenadas UTM, WGS 84:

Por el norte entre: 8'460,882 y 8'463,177 m.

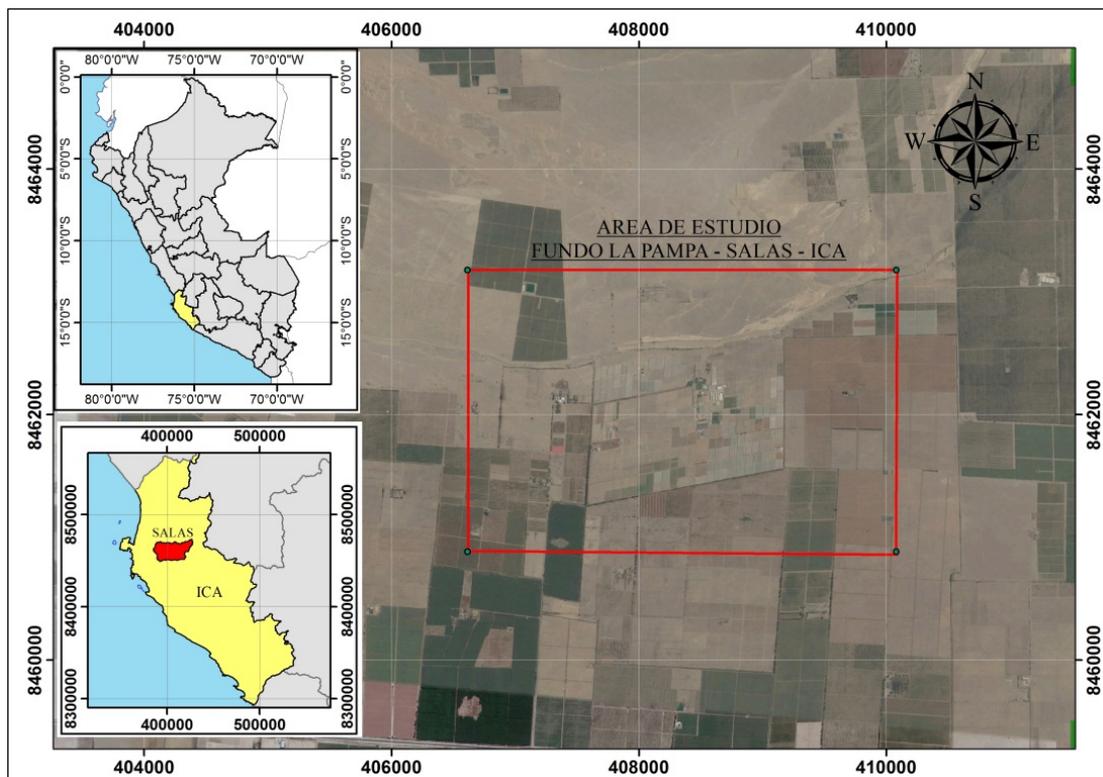
Por el este entre: 406,614 y 410,082 m.

El pozo IRHS 769, se ubica geográficamente en la intersección de las coordenadas UTM, WGS 84.

Por el norte : 8'462,944 m.

Por el este : 409,757 m.

Figura 5: Ubicación del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

3.3 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS.

3.3.1 MARCO GEOMORFOLÓGICO

La zona evaluada se encuentra dentro del área de influencia del cono de deyección de la Quebrada del Río Seco, en donde se distingue solo una unidad geomorfológica de elementos no consolidados del Cuaternario reciente, tal como puede apreciarse en el Plano 2.

3.3.2 MARCO GEOLÓGICO

Se ha identificado la siguiente unidad geológica, tomando información del levantamiento geológico realizado por INGEMMET (2011), actualizada por la empresa ATA (2000) en el estudio regional de la zona, se presentan los afloramientos del cerro Chunchanga al noreste, que identifica rocas intrusivas del batolito de la costa del tipo Monzonita y Monzogabro Humay, también se presentan rocas del cretáceo del Grupo Quilmaná; hacia el sur se aprecian afloramientos del Cretáceo del Grupo Yura y volcánico sedimentario de la Formación Guaneros; este conjunto de rocas en su prolongación se encuentran formando el substrato de la zona.

3.3.3 DEPÓSITOS DEL CUATERNARIO

a. Depósitos eluviales (Q – el)

Esta unidad incluye aquellas áreas que circundan a los afloramientos rocosos y por lo tanto, han recibido y siguen recibiendo material desprendido de las partes altas, lo cual se debe principalmente a la acción de los agentes del intemperismo.

Está constituido por plataformas inclinadas, que se ha formado por la interdigitación de toda una línea de escombros antiguos que convergen al bajar por las laderas de los cerros, y que por acción tanto de la gravedad y por ocasionales corrientes hídricas superficiales, se han fusionado más abajo en una pendiente ondulada.

Litológicamente, está constituida por clastos angulosos con sedimentos arcillosos, así como también; limos y arenas muy finas.

b. Depósitos eólicos (Q - e)

En la zona costera están ampliamente distribuidos una serie de depósitos eólicos. Los más antiguos, conforman extensos mantos de arena de escaso espesor, que no pasan de un metro en las áreas de mayor acumulación. Las arenas son de grano grueso y color gris oscuro, debido a su alto contenido de ferromagnesianos. Estos depósitos presentan, generalmente, una superficie ondulada a manera de rizaduras de corriente orientadas.

Esta unidad tiene aceptable permeabilidad y porosidad; sin embargo, la alimentación es reducida.

3.4 EL ACUIFERO

La litología predominante del reservorio acuífero está constituida por cantos, gravas, guijarros, arenas, arcillas y limos entremezclados en diferentes proporciones formando horizontes de espesores variables.

Dentro del área evaluada, se encuentra los perfiles litológicos de los pozos 754 y 779, de Monsanto Perú, cuya profundidad de perforación llega hasta los 120 m, que se presentan en la Figura 6, el que se observa piedras, grava, arena en una matriz de arcilla, dispuestos en forma lenticular de estratos que pertenecen a un típico acuífero libre.

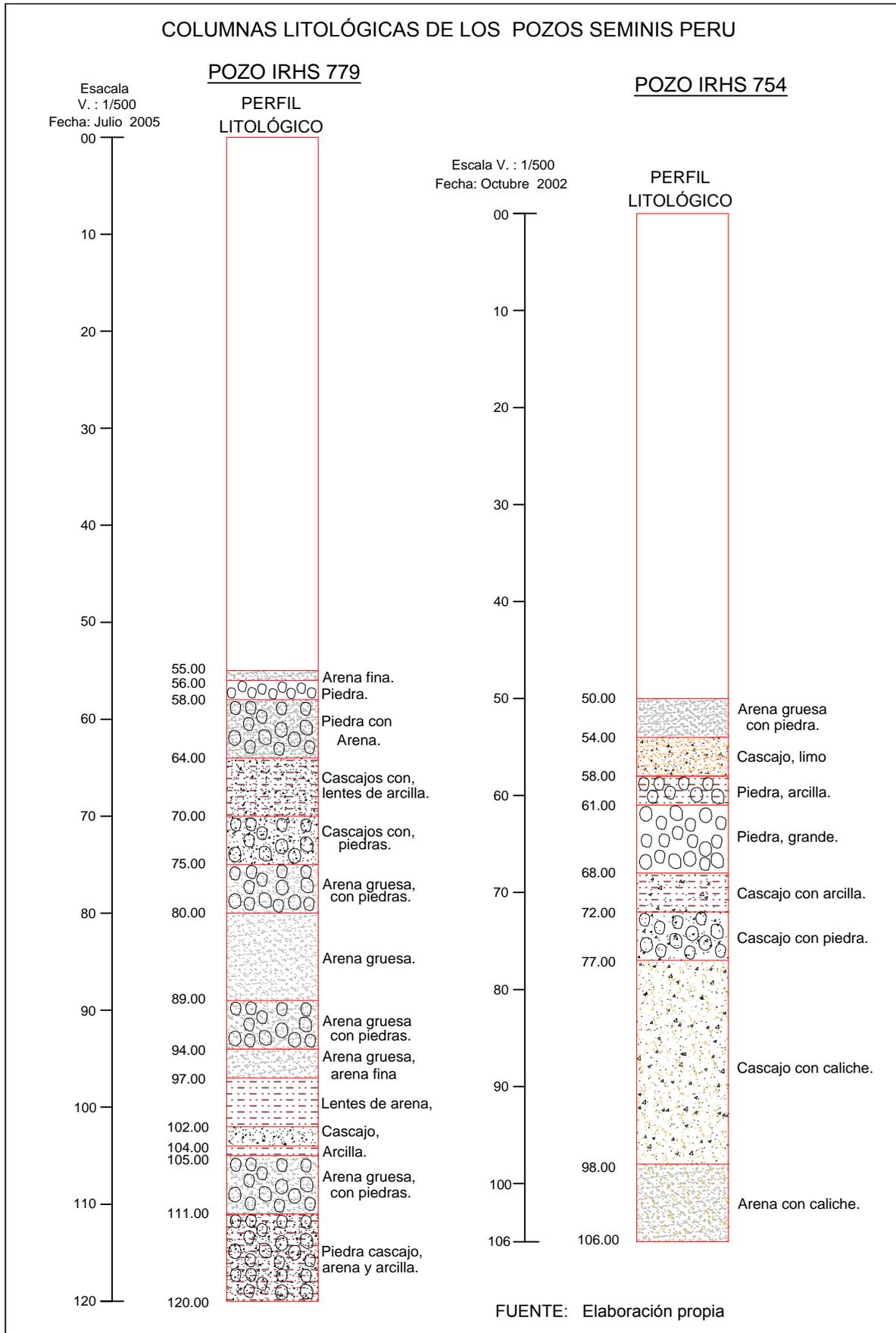
Del monitoreo realizado en el pozo IRHS 107 tiene la siguiente variación piezométrica:

Cuadro 5: Variación piezométrica del pozo IRHS 107.

Mes	Año	NE (m)
1	2009	52,50
2	2009	67,70
1	2010	67,81
2	2010	69,58
1	2011	67,61
2	2011	69,58
2	2012	71,85
3	2012	74,20
1	2014	77,57

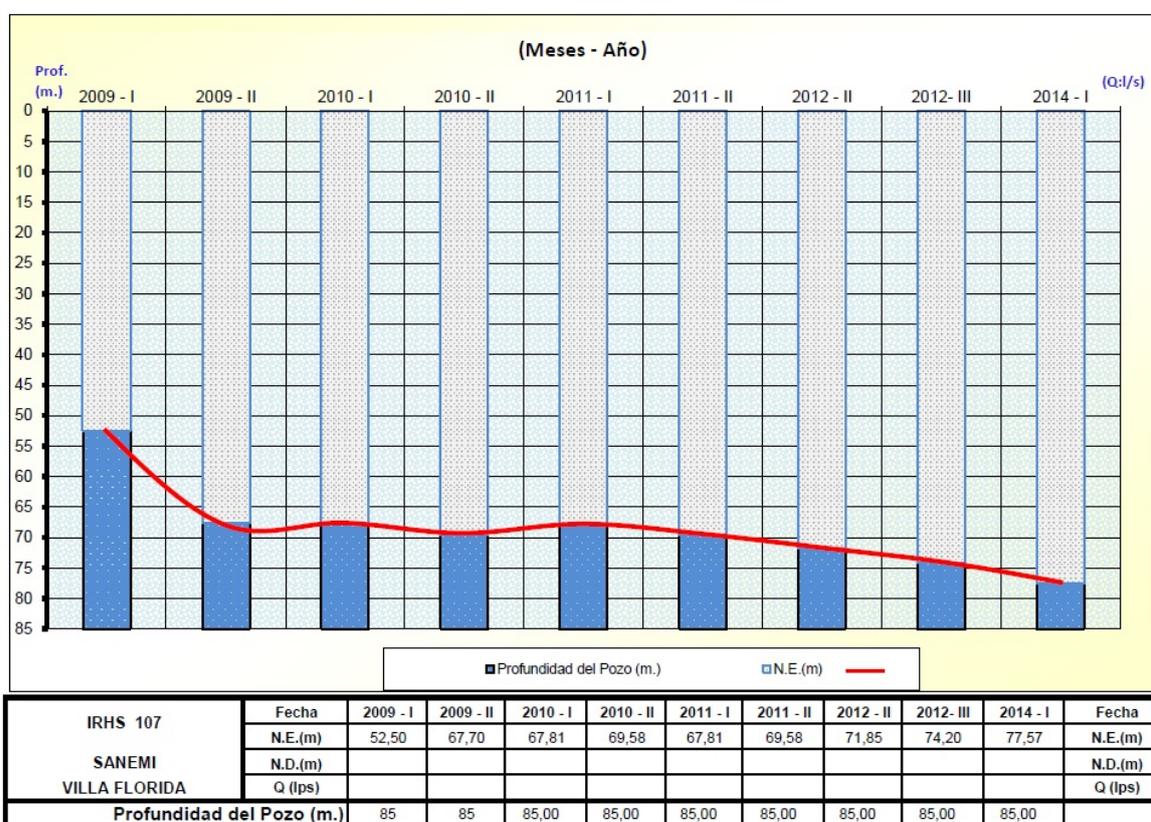
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 6: Litología de pozos.



En la Figura, se presenta la variación del nivel del agua subterránea en el pozo IRHS 107, apreciándose que ésta se encuentra ligada a su alimentación por efecto hidrológico, que produce el escurrimiento del agua del río Ica desde sus partes altas. Este análisis determina que los niveles de agua subterránea que en agosto del 2003 el NE estaba en 50,10 m y en enero del 2014, llega a 77,57 m, es decir, en 11 años descendió 27,47 m, lo que implica un descenso promedio de 2,50 m por año; es decir que el agua subterránea tiene un descenso considerable.

**Figura 7: Variación del nivel estático del pozo IRHS 107
Fundo Sanemi Villa Florida.**



Fuente: Elaboración propia

3.5 NAPA FREÁTICA

El agua subterránea forma parte del acuífero del río Ica y la quebrada del río seco, el que se origina aguas arriba en el sector montañoso y se infiltra por el recorrido que hace por su lecho, de los tributarios, áreas de riego; el agua subterránea contenida en el acuífero es libre y superficial, que pasa por el área de estudio, como alimentación directa.

3.5.1 PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA

La profundidad del nivel del agua subterránea con respecto a la superficie del suelo se encuentra entre 60 (pozo IRHS 98, Buenaventura Florisert) y 100 m (pozo IRHS 794, Fundo San Isidro). La variación de los niveles de agua subterránea se puede visualizar en el Plano 3, en donde se ha trazado curvas de isoprofundidad, que varían entre 60 y 100 m de profundidad.

3.5.2 MORFOLOGÍA DE LA NAPA FREÁTICA

Para conocer la forma de la superficie piezométrica y determinar la dinámica del agua subterránea dentro del acuífero, se han graficado las curvas de hidroisohipsas, con las mediciones del nivel del agua subterránea durante el inventario, valores que se han referido a la cota del nivel del suelo (Plano 4), en donde se visualiza que el nivel del agua subterránea, se encuentra entre 338 a 350 m.s.n.m., y que por la distribución de sus curvas, se puede establecer que el flujo subterráneo es de noroeste a suroeste, con un gradiente hidráulico de 0,005 por ciento.

3.6 INVENTARIO DE POZOS Y FUENTES

En la zona evaluada, se han inventariado 19 pozos tubulares, cuya profundidad varía de 80 (pozo IRHS 105, Fundo Sanemi S.A.C.) a 130 m (pozos IRHS 106 y 794, Fundo Sanemi S.A.C. y Fundo San Isidro); 13 pozos están equipados, uno de los cuales está inoperativo; y, todos para uso agrícola. Los cuales se aprecian en el Plano 5.

El resumen de las principales características, así como el resultado de las medidas efectuadas en los pozos se presentan en la Cuadro 6.

Los rendimientos explotables en los pozos, son variables y están de acuerdo con el equipamiento, lo cual es función, también, de las necesidades de la zona, encontrándose pozos que explotan o pueden rendir hasta 70 l/s. Los 12 pozos que se utilizan permanentemente extraen una masa anual de 8' 747 784 m³ que representa un caudal continuo de 277,39 l/s, utilizado para el mejoramiento del riego de las actuales áreas de cultivo.

3.7 HIDRAULICA SUBTERRANEA

3.7.1 PARÁMETROS HIDROGEOLOGICOS

Para determinar los parámetros hidráulicos del acuífero, se ha analizado la prueba de bombeo a caudal constante realizada en el pozo IRHS S/C (pozo de reemplazo del pozo IRHS 615). Esta información se ha interpretado siguiendo el método de aproximación logarítmica de Theis-Jacob y se han obtenido valores de Transmisividad y Permeabilidad

3.7.2 RADIO DE INFLUENCIA ENTRE POZOS

La distancia que existe entre el centro del pozo y el lugar donde la depresión de la napa es nula ($h = 0$ m), por efecto del bombeo, constituye el radio de influencia del pozo denominado radio de influencia absoluto (R_a); en la práctica se puede considerar una pequeña tolerancia de depresión ($h = 0.10$ m), que no incida significativamente en la producción de pozos vecinos, que se denomina radio de influencia relativo o tolerable (R_r), cuya expresión genérica se deriva de la fórmula de Jacob:

$$H = \frac{0.183Q}{T} \times \log \frac{2.25Tt}{r^2S}$$

Dónde:

r = Radio de influencia del pozo (m)

T = Coeficiente de Transmisividad (0,0125 m²/s)

t = Tiempo de bombeo (variable)

S = Coeficiente de almacenamiento (0,08)

Q = Caudal de diseño (0.009455 m³/s)

H = Abatimiento (0.00/0.10 m)

Radio absoluto (R_a):

$$H = 0.00 \text{ m.} \quad R_a = 1.5 \left(\frac{Tt}{S} \right)^{0.5}$$

Radio de influencia relativo (R_r)

$$H = 0.10 \text{ m.} \quad R_r = \left(\frac{2.25Tt}{S \times 10^a} \right)^{0.5} \quad a = \frac{hT}{0.183Q}$$

3.8 DEMANDA DE AGUA DEL PROYECTO

El Proyecto para satisfacer sus demandas de agua, debe contar con una disponibilidad diaria de agua de 40 l/s. (144 m³/hora); dicho pozo debe funcionar 12 horas/día, 26 días/mes, 09 meses del año extrayendo una masa anual de 404,352 m³, funcionando con el siguiente régimen de explotación, considerando volumen anual y mensual tal como se especifica en el Cuadro 7 y 8.

Cuadro 7 : Demanda de agua del pozo IRHS 769

Código del pozo	Estado	Caudal (l/s)	Régimen de explotación (h/d, d/m, m/a)			Masa anual (m ³)	Método de Riego
			h/d	d/m	m/a		
IRHS 769 a reemplazar	Paralizado	40	12	26	9	404,352	Tecnificado

Cuadro 8 : Balance hídrico de cultivos

Cultivos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total (m ³)
Sandia	7,375.39	2,977.89	3,693.97	9,268.83	-	-	-	-	7,485.66	19,135.29	27,300.74	30,852.61	298,090.39
Cultivo de rotación	2,379.75	5,899.51	27,267.17	42,222.08	28,493.10	-	-	-	-	-	-	-	106,261.61
TOTAL/MES	69,755.15	78,877.39	80,961.14	61,490.91	28,493.10	-	-	-	7,485.66	19,135.29	27,300.74	30,852.61	404,352.00

3.9 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

Para determinar las características geoelectricas del relleno aluvial que forma el acuífero, así como sus variaciones laterales, verticales, espesores y posiciones relativas, se han realizado 3 sondeos eléctricos verticales de superficie en las inmediaciones del pozo IRHS 769 para identificar la ubicación del pozo de reemplazo, las coordenadas de ubicación se muestran en la Cuadro 9 y la ubicación geográfica en el Plano 6.

Cuadro 9 : Ubicación de sondeos geofísicos

SEV	Entidad	UTM: WGS 84, Zona 18	
		Este	Norte
01	MONSANTO	409,753.00	8'462,834.00
02	MONSANTO	409,585.00	8'462,824.00
03	MONSANTO	409,893.00	8'462,833.00

Fuente: Elaboración propia

Para investigar la estructura del relleno aluvial se han interpretado los sondeos eléctricos verticales de superficie (SEV), los que se han ejecutado de acuerdo a la disponibilidad de espacio para el tendido de línea, utilizando la configuración simétrica tetra eléctrica propuesta por Schlumberger con una longitud de envío de corriente máxima de 1000 m y de recepción de 100 m.

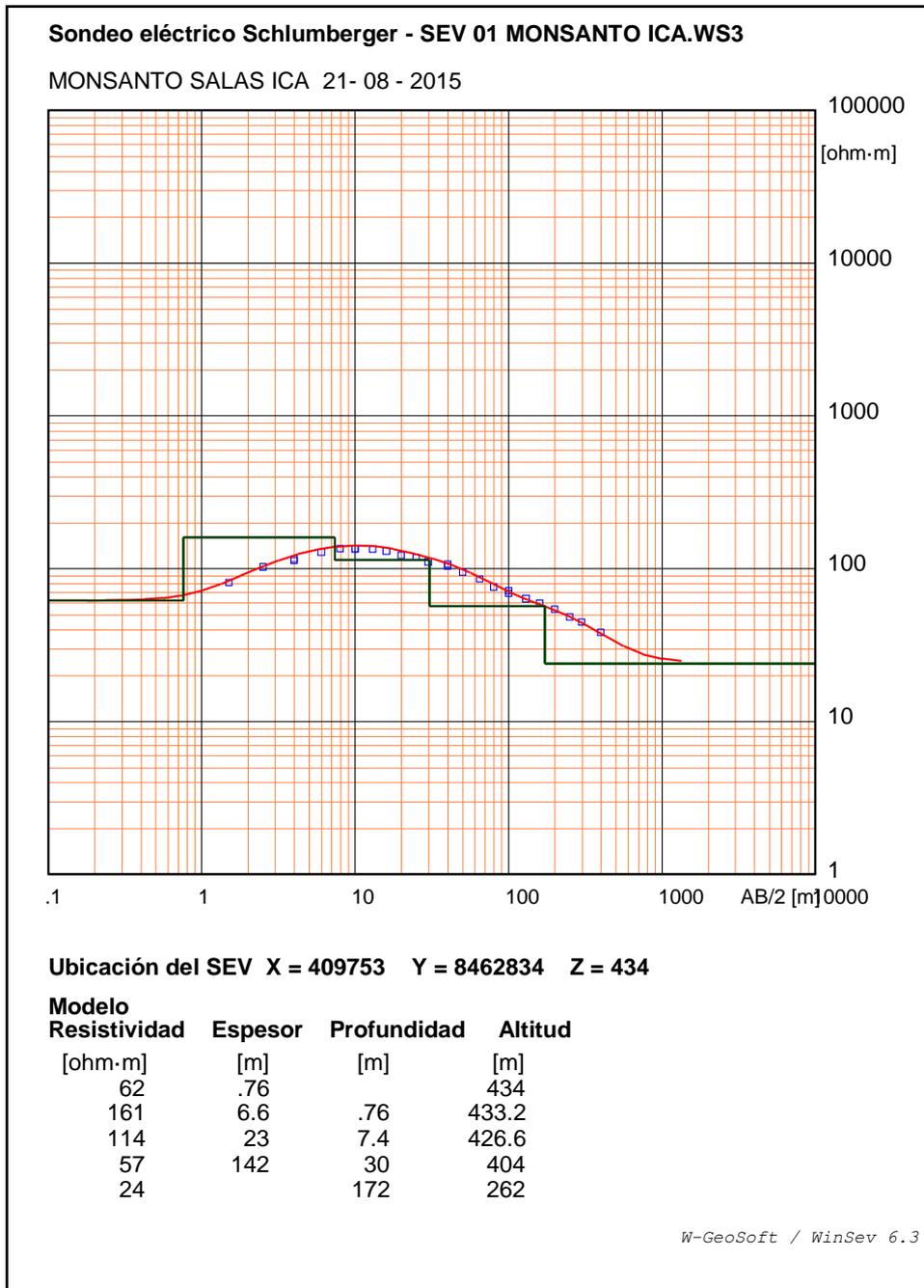
En cada SEV, se ha podido conocer la distribución de los distintos horizontes, identificando valores de resistividad verdadera y espesor en cada uno, evaluando así, la presencia y calidad del acuífero, tal como se aprecia en las curvas de resistividad ver Figuras 8, 9 y 10 .

Con la información cuantitativa procesada de la interpretación de cada SEV, se ha definido los horizontes contenidos en las inflexiones de las curvas de campo, valores que se han ajustado a través de software especializado, cuyos resultados se presentan en la Cuadro 10.

a. Resistividades eléctricas del horizonte permeable saturado H2

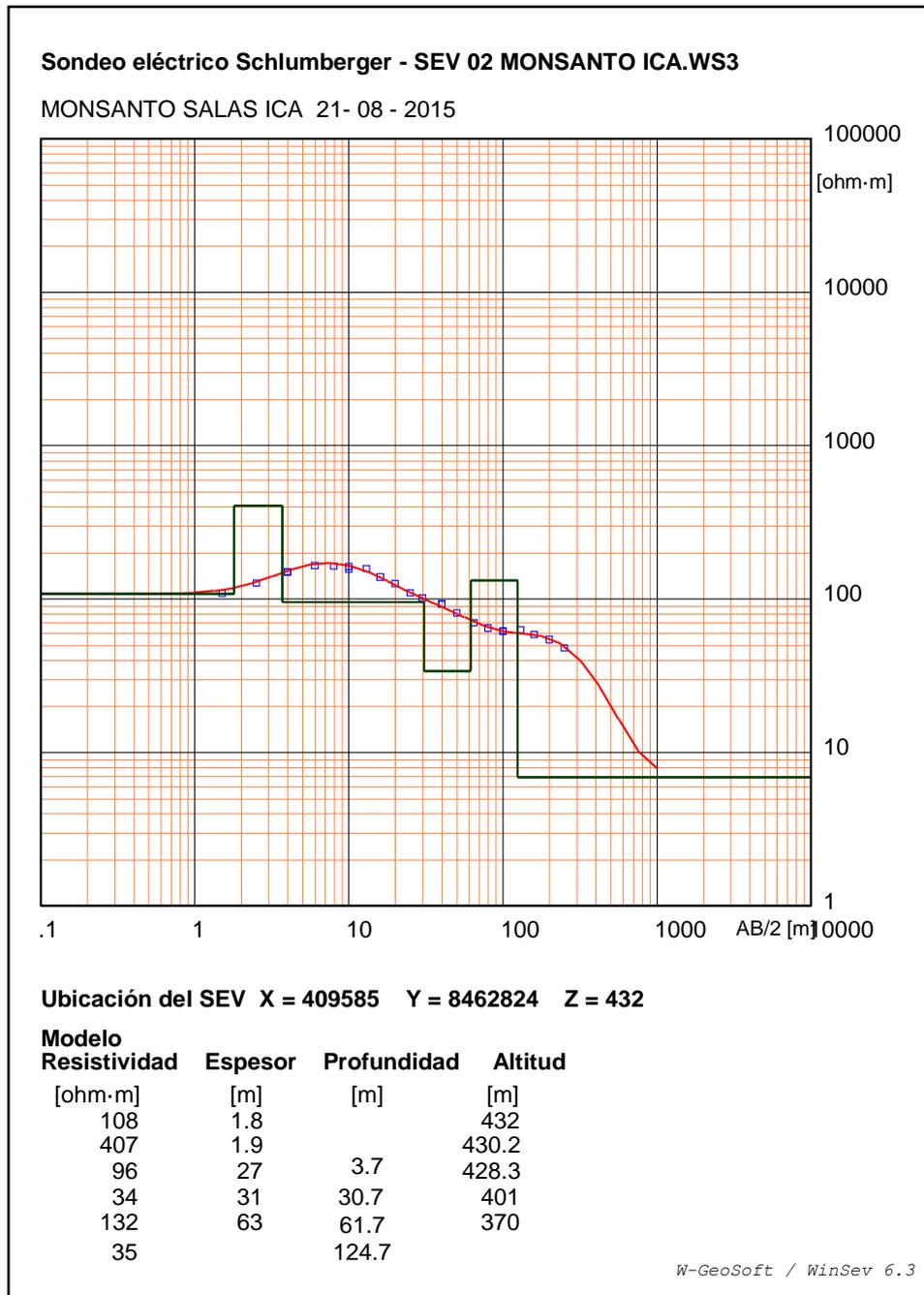
En el Plano 7, se presenta la carta de resistividad verdadera del horizonte saturado H2, en donde se aprecia la variación de 34 a 132 Ohm-m, los valores bajos de resistividad verdadera, indican que se trata de sedimentos con agua mineralizada.

Figura N° 8: Sondaje eléctrico SEV 1



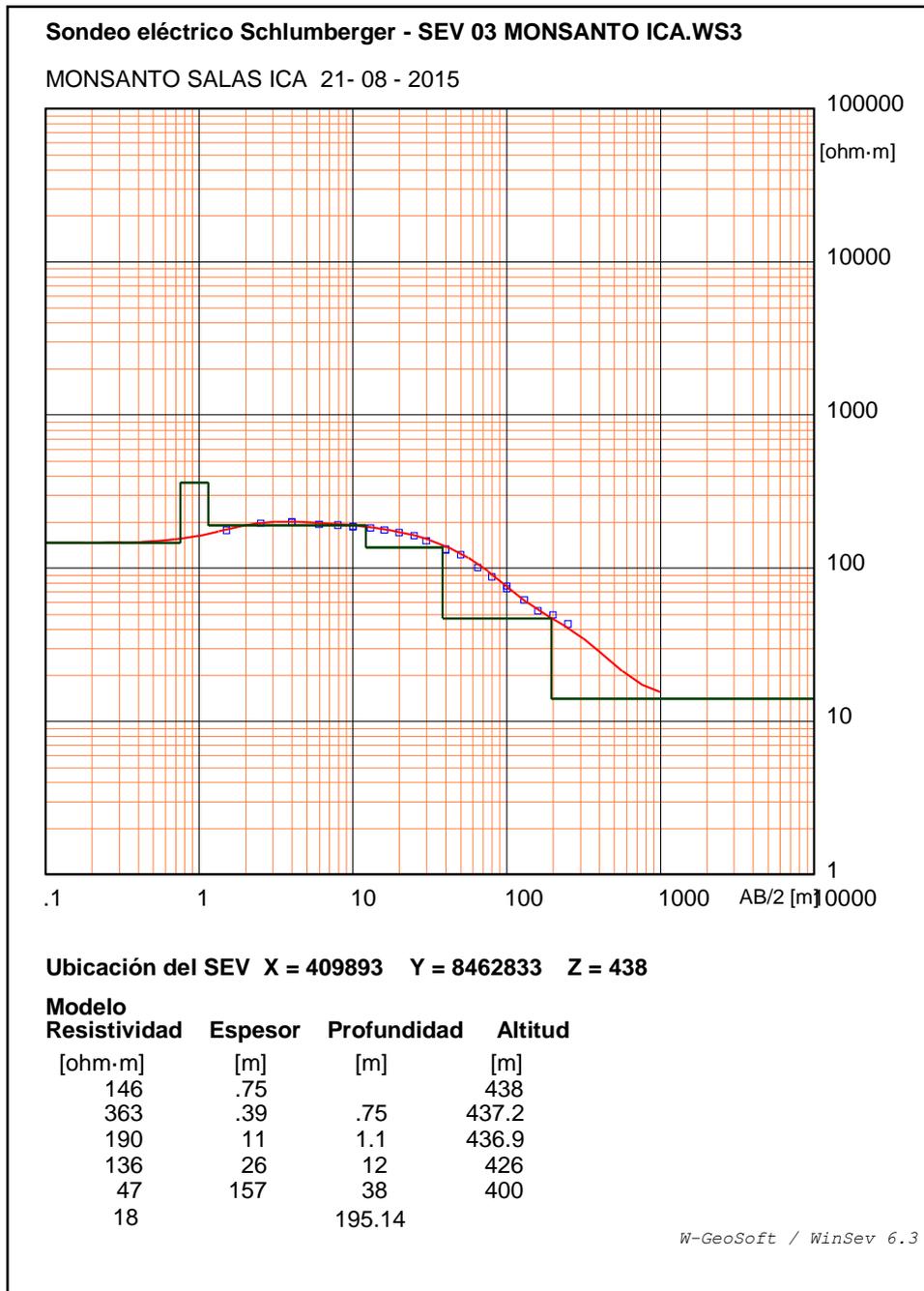
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 9: Sondaje eléctrico SEV 2



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 10: Sondaje eléctrico SEV 3



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10 : Resultados de la interpretación cuantitativa de los SEV

SEV	f_1 h_1	f_2 h_2	f_3 h_3	f_4 h_4	f_5 h_5	f_6 h_6	H
1	62,00 0,76	161,0 6,60	114,0 23,00	57,00 142,0	24,00 ----		172,0
2	108,0 1,80	407,0 1,90	96,00 27,00	34,00 31,00	132,0 63,00	35,00 ----	124,0
3	146,0 0,75	363,0 0,39	190,0 11,00	136,0 26,00	47,00 157,0	18,0 -----	195,0

H = Profundidad hasta base de la capa (m); f = Resistividad en Ohm-m; h = Espesor de la capa (m)

Fuente: Elaboración propia

b. Espesor del horizonte permeable saturado H2

En el Plano 8, se presenta los espesores del horizonte saturado H2 considerado como acuífero productor; el espesor varía entre 94 a 157 m, presentando el mayor valor en las inmediaciones del SEV 3, que llega a los 157 m.

c. Espesor total de los horizontes

En el Plano 9, se presenta los espesores totales de la sección geológica, que varían entre 124 y 195 m., presentando el mayor valor en las inmediaciones del SEV 3, que llega a los 195,00 m.

d. Techo del basamento rocoso impermeable

No se presenta el substrato rocoso.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 SECCIONES GEOELÉCTRICAS

El análisis de las secciones ha permitido inferir las características y condiciones geoelectricas de los horizontes que conforman el subsuelo en las Pampas de Villacurí.

4.1.1 SECCIÓN GEOELÉCTRICA A - A' (SEV 2 – 1 – 3).

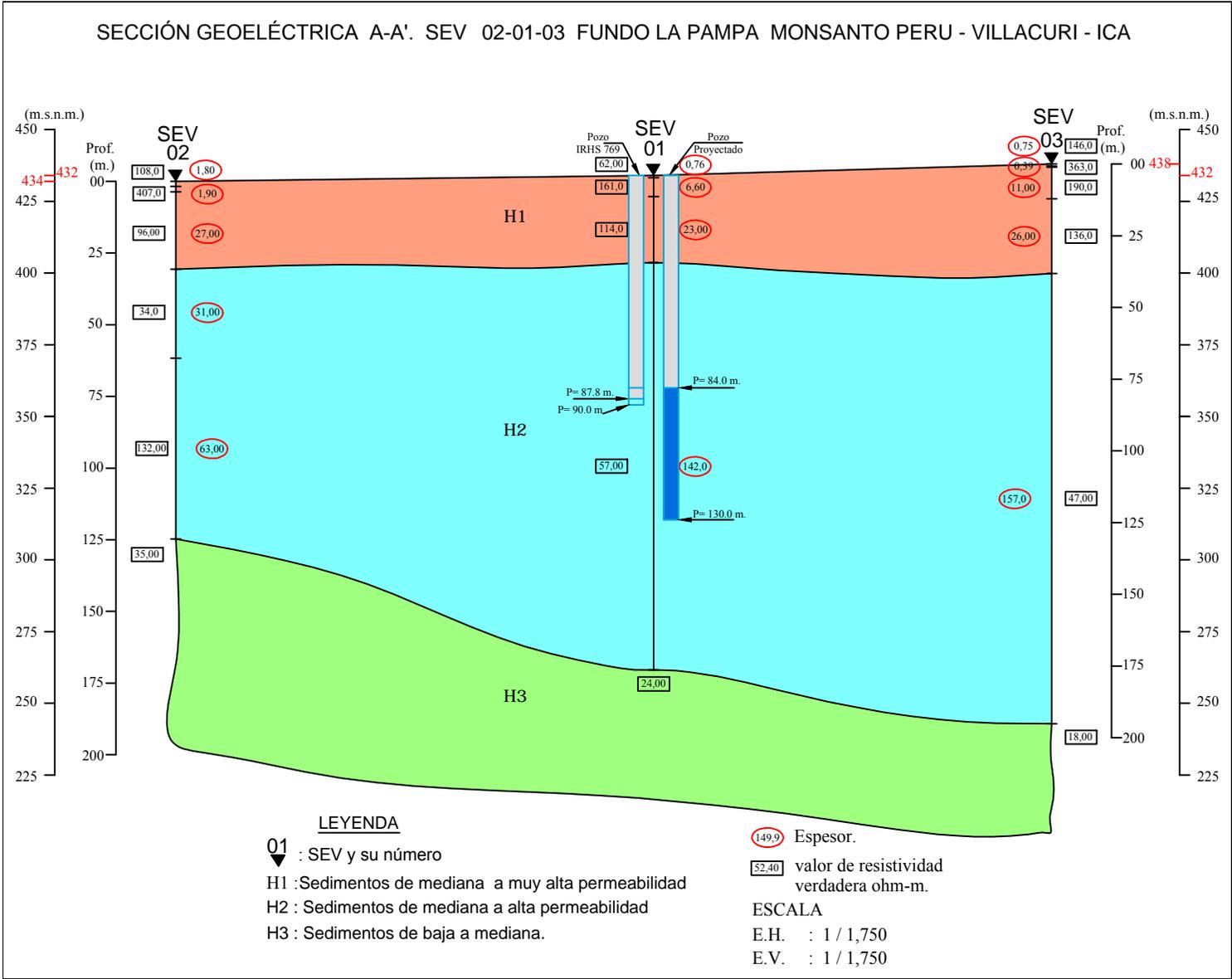
En la sección de la Figura 11, se ha identificado tres horizontes geoelectricos, con diferentes características y potencias.

- **Primer horizonte H1:** Presenta valores de resistividad verdadera de 62 a 407 ohm-m y corresponde a la capa superficial seca, y los espesores varían de 0,39 a 27 m, que corresponde a una permeabilidad mediana a alta.
- **Segundo horizonte H2:** Presenta valores de resistividad verdadera de 47 a 132 ohm-m, los espesores varían entre 31 a 157 m, indicando presencia de sedimentos de mediana a alta permeabilidad, considerado como acuífero aprovechable a partir del nivel estático.
- **Tercer horizonte H3:** Presenta valores de resistividad verdadera entre 18 a 35 ohm-m; se trata de acuífero profundo indicativo de presencia de sedimentos de baja permeabilidad con mineralización; su espesor no se ha determinado por tratarse de la última capa de estudio.

4.1.2 SECTOR GEOFÍSICO FAVORABLE

En el Plano 10 se presenta la zona geofísica favorable para el aprovechamiento de la explotación de agua subterránea, que se ubica en las inmediaciones del SEV 1.

Figura N° 11: Sección Geoeléctrica A-A' - SEV 02-01-03



Fuente: elaboración propia

4.2 PARÁMETROS HIDRÁULICOS CALCULADOS

Con los datos de la prueba de acuífero del pozo de reemplazo del IRHS 615, al ser procesados, se han obtenido los siguientes valores de transmisividad y permeabilidad, tal como se aprecia en las Figuras 12 y 13, y los datos del campo se visualizan en el Anexo 1.

4.2.1 TRANSMISIVIDAD Y PERMEABILIDAD

a. Fase de descenso

Valores de transmisividad y permeabilidad en la fase de descenso de la prueba de acuífero.

Transmisividad

$$T_D = 0,00915 \text{ m}^2/\text{s} \text{ (790,56 m}^2/\text{d)}$$

Permeabilidad

$$K_D = 0,00027 \text{ m/s} \text{ (23,4 m/d)}$$

b. Fase de recuperación

Valores de transmisividad y permeabilidad en la fase de recuperación de la prueba de acuífero.

Transmisividad

$$T_R = 0,00976 \text{ m}^2/\text{s} \text{ (843,264 m}^2/\text{d)}$$

Permeabilidad

$$K_R = 0.000286 \text{ m/s} \text{ (24,96 m/d)}$$

c. Parámetros promedios

Se obtienen los valores promedios de transmisividad y permeabilidad de la prueba de acuífero.

Transmisividad

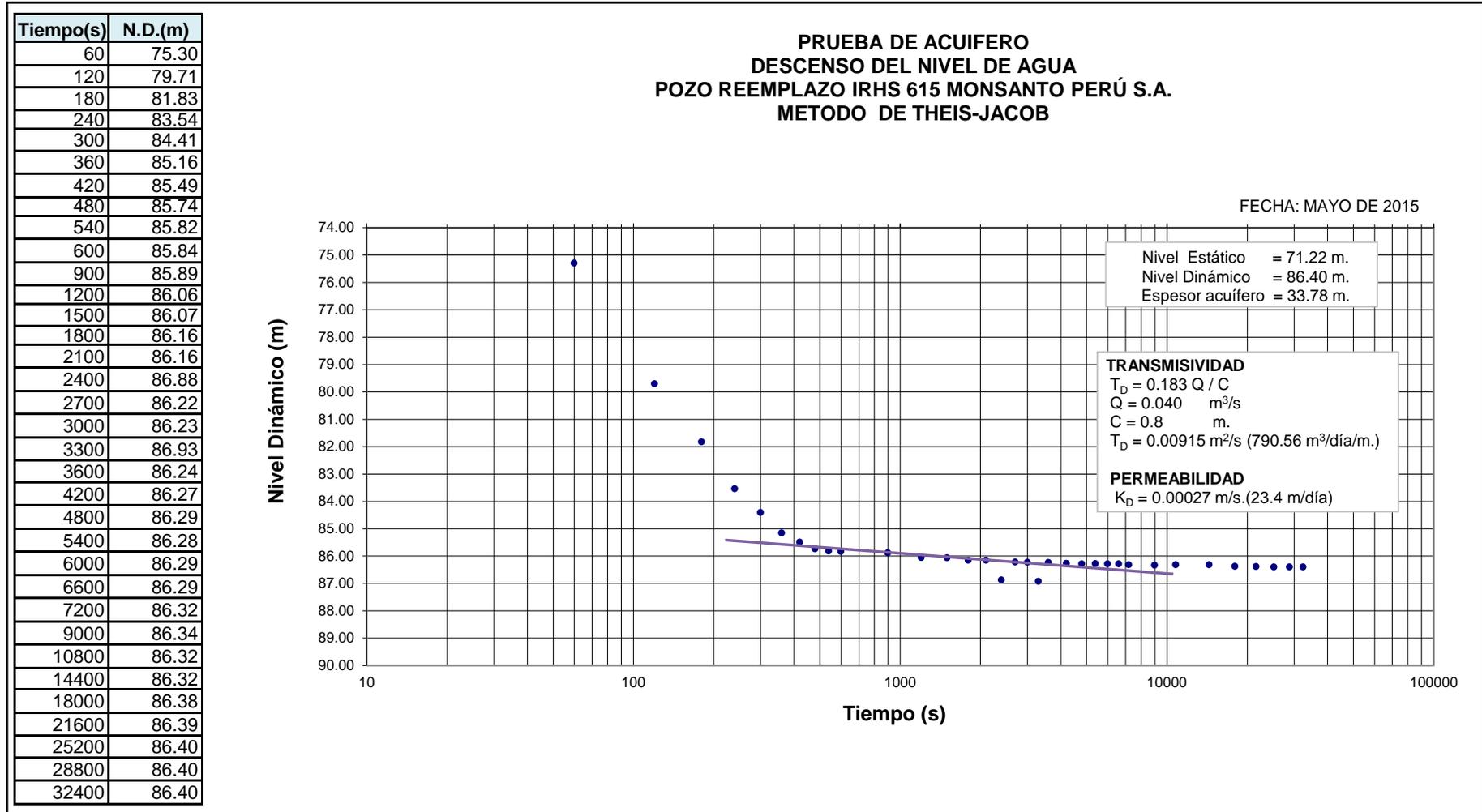
$$T_{\text{Prom}} = 0,009455 \text{ m}^2/\text{s} \text{ (816,912 m}^2/\text{d)}$$

Permeabilidad

$$K_{\text{Prom}} = 0,000278 \text{ m/s} \text{ (24,02 m/d)}$$

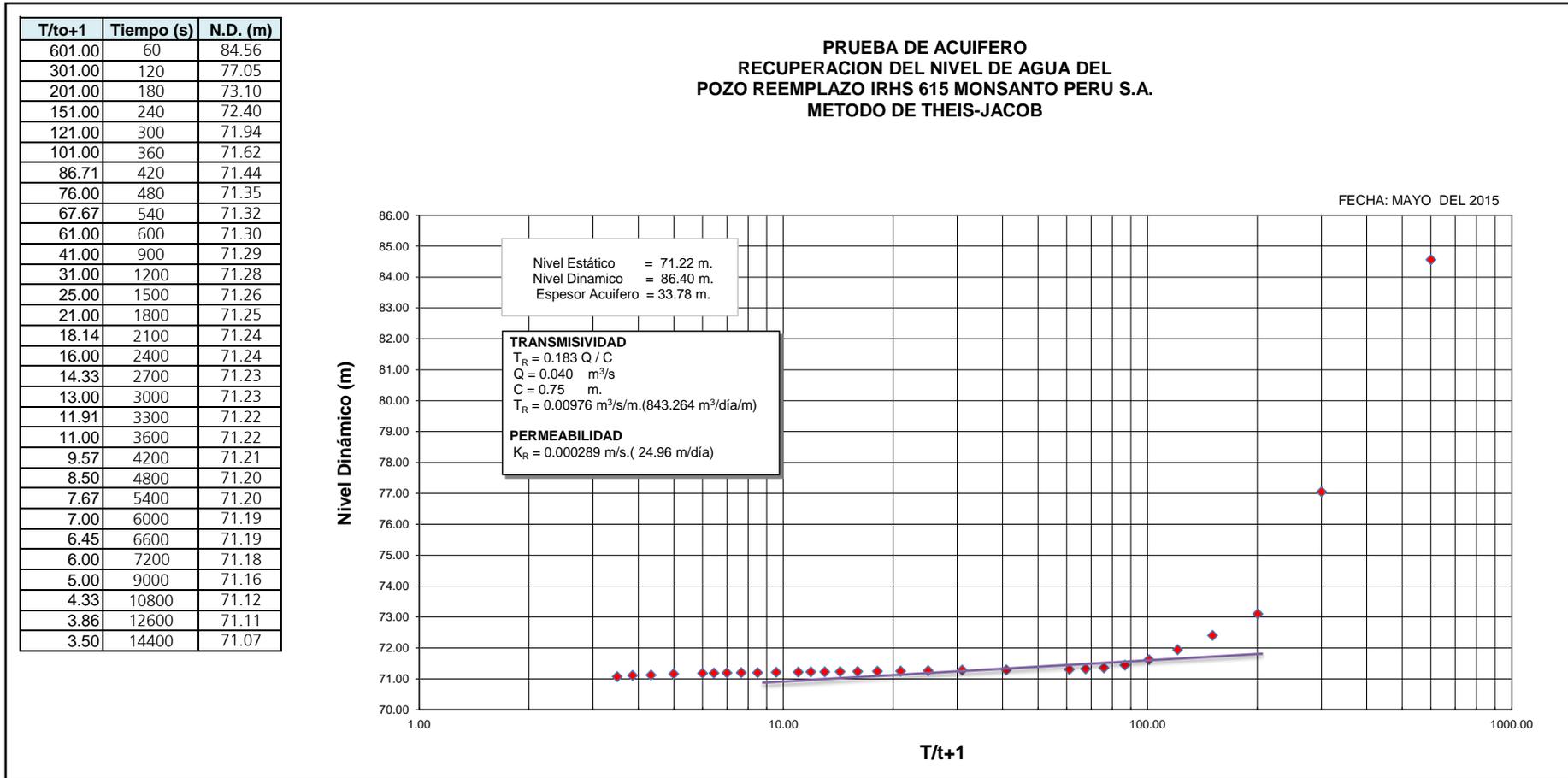
Estos valores promedio pueden considerarse como representativos de acuíferos de aceptables características hidrogeológicas. Teniendo en consideración la naturaleza y características litológicas que presenta el acuífero en la zona, se estima un valor de coeficiente de almacenamiento “S” de 8 por ciento.

Figura N° 12: Prueba de Acuífero Descenso - Pozo reemplazo del IRHS 615



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13: Prueba de Acuífero Recuperación - Pozo reemplazo del IRHS 615



Fuente: Elaboración propia

4.2.2 EVALUACIÓN DE INTERFERENCIA DE POZOS

Para diferentes tiempos de bombeo se ha calculado los siguientes radios de influencia relativos y absolutos (Cuadros 11 y 12):

Cuadro 11 : Radio de influencia absoluto.

Radio de influencia absoluto (R_a)							
Tiempo de bombeo (h)	4	8	12	16	18	20	24
Radio de influencia (m)	62	88	107	124	131	138	152

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12 : Radio de influencia relativo

Radio de influencia relativo (R_r)							
Tiempo de bombeo (h)	4	8	12	16	18	20	24
Radio de influencia (m)	53	75	92	107	113	119	189

Fuente: Elaboración propia

La separación máxima que pueden tener 2 pozos que trabajen de manera simultánea y exploten 40 l/s cada uno durante 12 horas continuadas de bombeo será de 214 m, para un radio de influencia absoluto; y, de 184 m, para un radio de influencia relativo, tal como se aprecia en el Plano 11, valores que pueden ser considerados dentro de los márgenes de seguridad para la normal operación de los pozos vecinos, ya que los caudales de bombeo serán menores.

4.3 HIDROGEOQUIMICA

Para caracterizar la calidad del agua subterránea, se ha recolectado una muestra de agua del pozo cercano IRHS 789 Fundo Escondido (Monsanto Perú), la cual se ha analizado en Laboratorios NSF ENVIROLAB S.A., cuyos resultados están en el Anexo 2.

De la clasificación de iones graficados en el diagrama Stiff se establece que el agua pertenece a la familia hidrogeológica de las Cloruradas Cálcidas.

4.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Los resultados de laboratorio de la muestra analizada, determinan que el agua se encuentra en un rango algo básico, con un pH de 8,10; y, una dureza total de 328,0 ppm.

Las aguas se clasifican como clorurada calcicas y, por lo general, son transparentes e incoloras, incluso se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles para el consumo humano, establecidos en el “Reglamento de Calidad de Agua Para Consumo Humano”, Decreto Supremo N° 031-2010 del 25 de Setiembre del 2010, Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, con arreglo a la Ley General de Salud N° 26842.

a. pH

El valor de pH es de 8.1 casi neutro, se encuentra dentro del rango de (6.5 a 8.5).

b. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica del agua es función de su temperatura, del tipo de iones presentes y de su concentración. En virtud que la conductividad se suele expresar a la temperatura estándar de 25°C, sus variaciones se deberán únicamente al tipo y concentración de sus constituyentes disueltos.

El resultado del análisis da un valor de Conductividad Eléctrica de 1,061 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo un agua de alta mineralización.

Además, con la información de la conductividad eléctrica de los pozos vecinos, se tiene:

Cuadro 13 : Conductividad del agua de pozos vecinos.

Nombre del pozo	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Pozo IRHS 105 Fundo Sanemi sac	500
Pozo IRHS 107 Fundo Sanemi sac	370
Pozo IRHS 754 Monsanto Perú	4,500
Pozo IRHS 779 Monsanto Perú	2,200
Pozo IRHS 615 Monsanto Perú	1,460
Pozo IRHS 789 Monsanto Perú	1,061
Pozo IRHS 791 San Isidro	490
Pozo IRHS 98 Florisert	5,940

Fuente: JDURI RIO SECO-ANA 2014

Esta información permite definir que la conductividad eléctrica en la zona evaluada, varía entre 0,370 y 5940 $\mu\text{S}/\text{cm}.$, es decir, tiene alta mineralización. También, ha servido para trazar las curvas de isoconductividad eléctrica, que se presentan en el Plano 12, donde se aprecia la variación de la conductividad eléctrica en la zona evaluada, entre 500 y 5,000 $\mu\text{S}/\text{cm}.$, es decir, de alta a muy alta mineralización.

c. Sólidos Totales Disueltos

La concentración total de minerales disueltos en el agua es un índice general de la adaptabilidad del agua para diversos usos.

En el caso de la muestra de agua analizada, se ha obtenido un nivel de Sólidos Totales Disueltos de 796 mg/l, valor que se encuentra por encima del L.M.P según la norma, que es de 500 mg/l.

d. Dureza

El grado de dureza obtenido en el agua subterránea es de 328 mg/l constituyéndose como aguas medianamente duras.

e. Alcalinidad

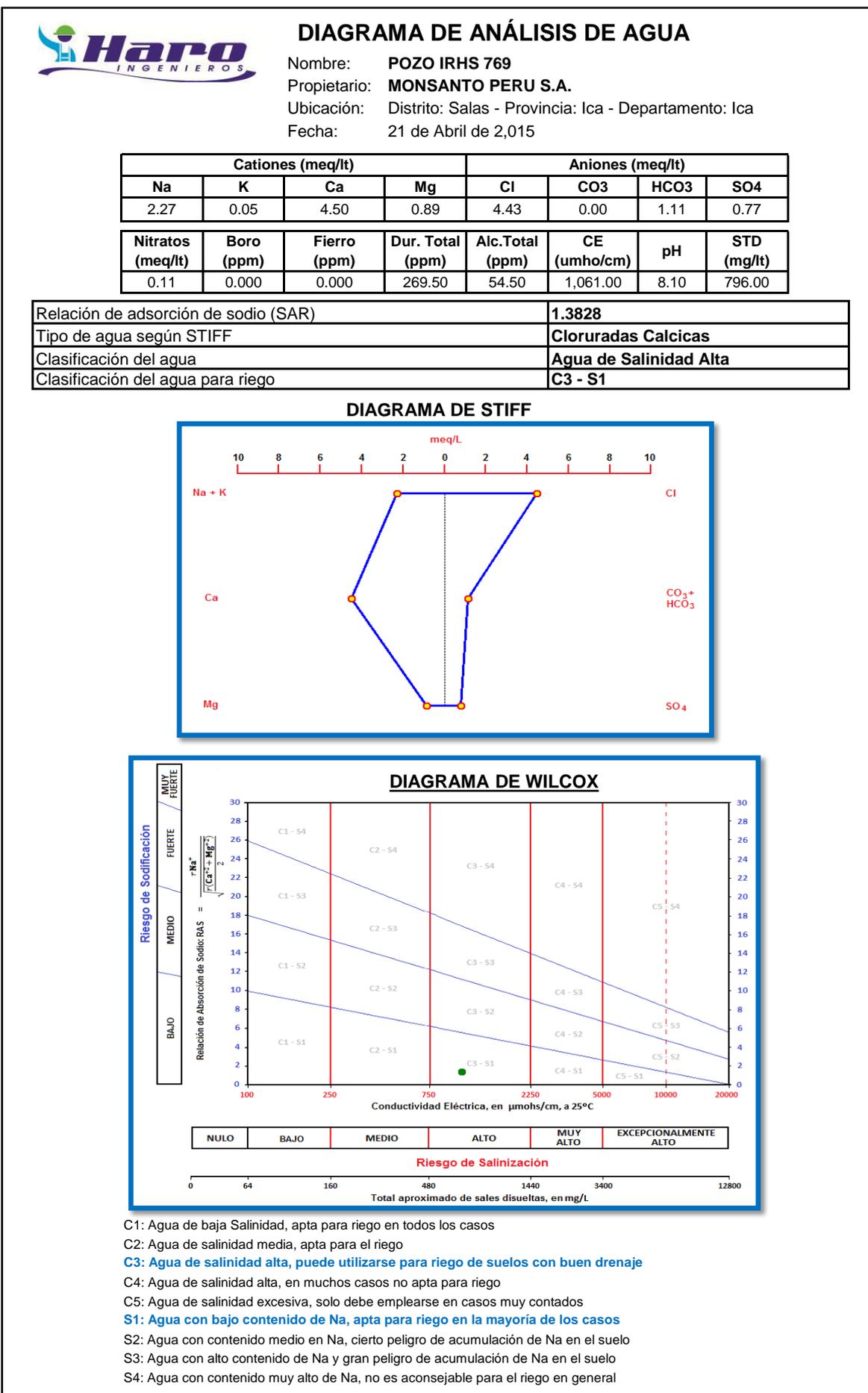
La alcalinidad de las agua subterráneas es debido a casi exclusivamente, la presencia de iones carbonatados y bicarbonatados. En el acuífero como se puede apreciar las aguas contienen 67.5 mg/l considerándose aguas aptas para cualquier uso.

4.3.2 CLASIFICACIÓN DEL AGUA PARA EL RIEGO

Para obtener la clasificación del agua para riego, se han analizado los resultados del diagrama de Wilcox, graficado en la Figura 14, en donde se aprecia que las aguas son de clase C_3S_1 .

Las aguas C_3 son altamente salinas que deben usarse en suelos de buen drenaje, seleccionando plantas que sean tolerantes a las sales. Las aguas S_1 son de bajo contenido de adsorción de sodio, utilizable en suelos que contengan una alta capacidad de intercambio de cationes a menos que se utilice yeso agrícola en el mejoramiento del suelo, esta agua puede utilizarse en suelos orgánicos o de textura gruesa de buena permeabilidad.

Figura N° 14: Diagramas del análisis de agua.



Fuente: Elaboración propia

4.4 ANTEPROYECTO DE LA OBRA DE CAPTACION

4.4.1 DISPONIBILIDAD

En la zona se explotan caudales que llegan hasta los 50 l/s, es decir, se trata de un acuífero de buena producción de agua, condición que supera el caudal proyectado de captación.

4.4.2 PROPUESTA DEL PUNTO DE CAPTACIÓN

Considerando los resultados del estudio, las condiciones hidrogeológicas en la zona evaluada son favorables para obtener agua, por ello, se considera la perforación e implementación de un pozo tubular, ubicado en las inmediaciones del SEV 1 (coordenadas UTM - WGS 84: 409,753 E y 8'462,834 N), ya que al ser un pozo tubular de reemplazo su distanciamiento del pozo primigenio no debe ser mayor a 100 m. Ver el Plano 13.

4.4.3 DISEÑO HIDRAULICO DEL POZO

Para el diseño hidráulico se debe estimar la depresión del nivel del agua dentro del pozo cuando este sea sometido a explotación.

Si se conoce la depresión y el nivel estático del pozo, se puede estimar la probable posición del nivel dinámico, lo cual permite estimar a partir de donde se pueden ubicar los filtros.

El abatimiento que se produciría en el pozo por efecto del bombeo se calcula en función de las características hidráulicas del acuífero, las pérdidas de carga del pozo debido a sus características constructivas y por la depresión por efecto de la variación de la napa freática; estos valores se pueden calcular siguiendo la siguiente relación:

$$H = (0.183 Q/T) (\log. 2.25 Tt/rp^2 S) + BQ^2 + VC$$

H = Depresión (m)

Q = Caudal de diseño (0.40 m³/s.)

T = Transmisividad (0.009455 m²/s.)

S = Coeficiente de almacenamiento (0.08)

t = Tiempo de bombeo del pozo (12 h.)

rp = Radio del pozo (0.1905m.)

B = Coeficiente de pérdidas de carga con buena característica constructiva (3,000 s²/m⁵.)

VC = Variación de la napa (10 m.)

Calculando los valores tenemos que $H = 19.06$ m. y que el nivel estático en las zonas donde se han proyectado los pozos se encuentre entre 84.00 m., por lo tanto el nivel dinámico del pozo debe encontrarse en los 103.06 m. aproximadamente, lo que condiciona que los filtros pueden diseñarse a partir de esa profundidad.

4.4.4 DISEÑO FISICO DEL POZO

De acuerdo a las condiciones encontradas en la zona, se ha establecido la construcción del pozo un diseño preliminar.

a. Longitud de rejilla.

Se calcula mediante:

$$L = \frac{1000Q}{0.5A_oV_p}$$

Dónde:

L: Longitud optima de rejilla

Q: Caudal (l/s)

Ao: Area abierta en m²/m de longitud de rejilla. Según Walton, $A_o = 0.5A_o$

Vp: velocidad optima de entrada, según Johnson es 3 cm/s

La longitud de rejilla es =18.57 m.

b. Longitud de entubado ciego.

Tubería que va encima de la superficie del terreno (ES): 0.30 m.

Tubería que va desde la superficie del terreno hasta los filtros (ECS): 106.06 m.

Tubería que es colocada al fondo como colector de arena (ECI): 3.0 m

Longitud de entubado ciego es: 106.36

c. Espesor de prefiltro.

El espesor del prefiltro es 3"

d. Diámetro y profundidad de perforación:

$\varnothing = 21''$; Profundidad: 18.57 m. + 109.36 m. = 127.93 m.

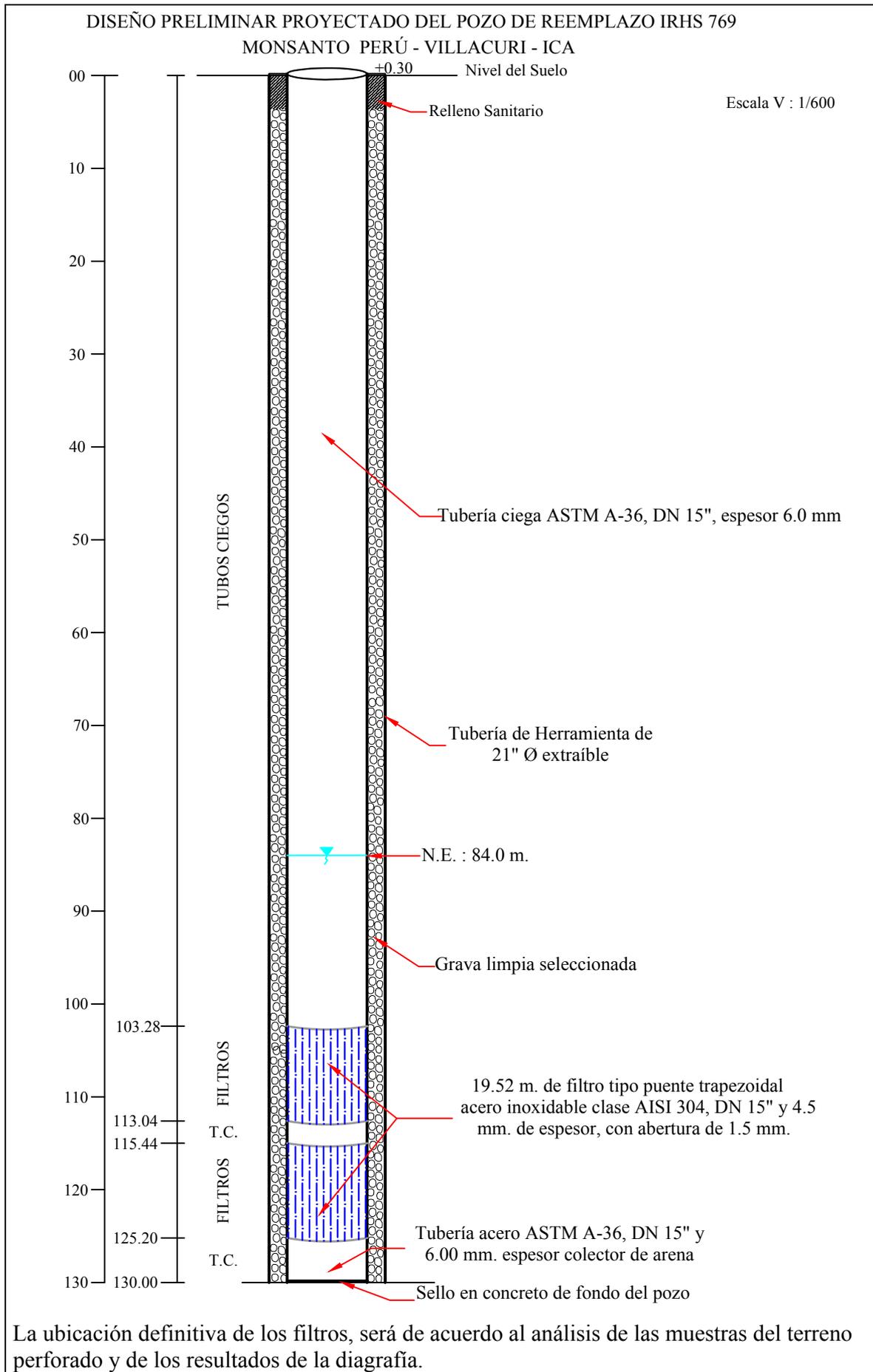
4.4.5 DISEÑO TÉCNICO PRELIMINAR DEL POZO

El diseño técnico proyectado del pozo a reemplazar debe tener las siguientes características:

Longitud estimada de perforación	: 130 m.
Diámetro de perforación del pozo	: 21”
Longitud de la columna de producción	: 130,30 m.
Nivel estático del agua	: 84 m.
Diámetro de la columna de producción	: 15”
Longitud tubería filtro	: 19,52 m.
Longitud de tubería ciega	: 110,78 m.
Espesor del empaque de grava	: 3”
Caudal de diseño	: 40 l/s

Cabe mencionar que se trata de un diseño preliminar el cual debe ser ajustado durante la perforación por otro definitivo, sobre todo en lo que se refiere a establecer la profundidad final que alcanzará la perforación, precisando la ubicación de los filtros.

Figura N° 15: Diseño preliminar proyectado del pozo de reemplazo IRHS 769



Fuente: Elaboración propia

4.4.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

a. Perforación

Se debe utilizar el método de percusión a cable, de 21” de diámetro en toda su longitud, hasta los 130 m; la profundidad final, debe definirse al encontrar materiales de mejor o nula producción. Durante la ejecución de la obra, se debe tomar muestras de los materiales atravesados para determinar el perfil estratigráfico del pozo.

b. Entubado provisional

Durante los trabajos de perforación se debe emplear tubería herramienta, la cual será extraída totalmente después de instalar la columna de producción en forma simultánea a la colocación del empaque de grava.

c. Columna de producción

Al finalizar la perforación del pozo y antes de instalar la columna de producción, se debe practicar una diagráfia geofísica de resistividad, potencial espontáneo y gamma natural para conocer las condiciones de la calidad de los estratos atravesados y establecer, junto con el perfil estratigráfico, la ubicación de los filtros.

La longitud total de la columna de producción, que incluye la tubería ciega y los filtros, debe tener 130,30 m, sobresaliendo 0,30 m del piso, con diámetro de 15”.

El material para la entubación ciega, debe ser construido de planchas de acero inoxidable AISI 304 de 4,5 mm de espesor, provisto de uniones reforzadas por un anillo exterior del mismo material.

Los filtros deben ser tipo puente trapezoidal, contruidos en planchas de acero inoxidable AISI 304 de 4,5 mm de espesor, estampadas, roladas y soldadas, con una abertura de 1,5 mm (Slot 60), provistos de uniones reforzadas por un anillo exterior del mismo material.

El antepozo no debe ser sellado hasta cuando se haya concluido con las pruebas de bombeo, de tal manera que pueda adicionarse grava cuando las circunstancias lo requieran, especialmente durante las etapas de desarrollo y bombeo.

d. Empaque de grava

Para extraer el agua de acuíferos compuestos de horizontes alternados de elementos finos mezclados con los gruesos, es esencialmente necesario colocar un empaque de grava alrededor del filtro, de tal manera que cuando se agite el pozo durante el desarrollo, el tamaño de la abertura de la ranura quede regulado por el tamaño de la grava aplicada, lo cual debe hacerse una vez instalada la columna de producción cubriendo el espacio anular que queda entre la pared interior de perforación y la exterior de 15" de diámetro.

La grava debe ser de origen batolítica, tamizada y libre de sedimentos, con granulometría que estará definida por la que presente el acuífero y el tamaño de la abertura de los filtros.

e. Desarrollo del pozo

De acuerdo a las necesidades del pozo, demostrado durante la perforación, se escogerá el uso de la agitación mecánica del pozo por medio de sonda pistón y/o por inyección de aire comprimido para el desarrollo del mismo: para el primer caso se seguirá usando la máquina perforadora y en el segundo se utilizará una compresora con una capacidad mínima de 9 m³/min. y una presión de 7 kg /cm²; este trabajo tendrá una duración mínima de 72 horas en total, debiendo utilizar productos químicos como el tripolifosfato de sodio para limpiarlo y diluir las arcillas.

El pozo se considerará bien desarrollado cuando en el lapso de una media hora de desarrollo del pozo, se tenga un embanque de arena de menor o igual a 0.20 m.

f. Prueba de bombeo y aforo

Para la prueba de aforo se utilizará bomba tipo turbina de eje vertical, preferentemente con impulsores abiertos, accionados por un motor estacionario diesel o eléctricos con propio generador, utilizando un tablero variador de velocidad.

El equipo de bombeo para la prueba debe tener una capacidad de bombeo de 05 a 60 l/s.

El pozo se someterá a bombeo de 72 horas, tiempo que deberá distribuirse aproximadamente de la manera siguiente: 48 horas, desarrollo por bombeo, iniciándose con el mínimo caudal y se debe incrementar progresivamente hasta llegar al máximo caudal al término de las 48 horas; cada régimen de bombeo se cambiará cuando el agua salga limpia y libre de sedimentos finos; 06 horas, prueba de bombeo escalonada a cuatro

regímenes de bombeo de 1,5 horas cada una; 18 horas, prueba de acuífero a caudal constante, caudal que debe corresponder al caudal recomendado de explotación.

Una vez terminada la prueba de acuífero, se debe observar el comportamiento de la recuperación por un tiempo de 12 horas como mínimo.

Los resultados de las pruebas de descenso y recuperación deben ser presentadas en cuadros y gráficos, con la determinación de los parámetros hidráulicos del acuífero.

g. Tiempo de ejecución de la obra

El pozo deberá ejecutarse completamente en un tiempo promedio de 90 días calendarios.

V. CONCLUSIONES

- Considerando los resultados del estudio, las condiciones hidrogeológicas en la zona evaluada son favorables para la explotación de agua subterránea, con caudales del orden de los 40 a 50 l/s. Con un espesor aprovechable para la perforación de un pozo tubular de reemplazo de 130 m de profundidad y diámetro 15 pulgadas.
- Se realizó la prospección geofísica del área de estudio, mediante la ejecución de 03 sondajes eléctricos verticales (SEV), los cuales establecieron que se trata de un acuífero de tipo libre, conformado por capas permeables. En la sección geoelectrica A - A' (SEV 2 – 1 y 3). Se muestran las zonas de alta permeabilidad, zona explotable o acuífero propiamente dicho.
- Con los datos de la prueba de bombeo del pozo IRHS S/N (reemplazo del IRHS 615) de descenso y recuperación, se obtuvieron los siguientes valores promedios de transmisividad, $T_{Prom} = 0,009455 \text{ m}^2/\text{s}$ (816,912 m^2/d) y permeabilidad, $K_{Prom} = 0,000278 \text{ m/s}$ (24,02 m/d), estos valores promedio pueden considerarse como representativos de acuíferos de aceptables características hidrogeológicas.
- Se determinó la calidad de agua de la zona de estudio, siendo clasificada como agua clorurada cálcica y de la evaluación de su aptitud para uso agrícola se clasifico como C₃S₁ agua de salinidad alta, puede utilizarse para riego de suelos con buen drenaje y de bajo contenido de sodio, apta para riego en la mayoría de los casos.
- La ubicación del pozo tubular de reemplazo se ha considerado en las inmediaciones del SEV 01 (coordenadas UTM - WGS 84: 409,753 E y 8'462,834 N), ya que es factible llegar a los 130 m de profundidad según se aprecia en la sección geoelectrica A - A' (SEV 2 – 1 y 3), también se infiere que al tener menor resistividad, la calidad del agua sea de menor mineralización que en el SEV 03 y además según el R.J. N° 007-2015-ANA expresa que al ser un pozo tubular de reemplazo su distancia del pozo primigenio no deberá ser mayor a 100 m.

- El diseño técnico propuesto que se plantea es un pozo de 130 metros, de profundidad, con diámetro de perforación de 21 pulgadas, filtros en diámetro 15 pulgadas y longitud 19.52 metros y entubado ciego en diámetro de 15 pulgadas y longitud 110.78 metros; empaque de grava de 3 pulgadas de espesor. Para un caudal explotable de 40 l/s.

VI. RECOMENDACIONES

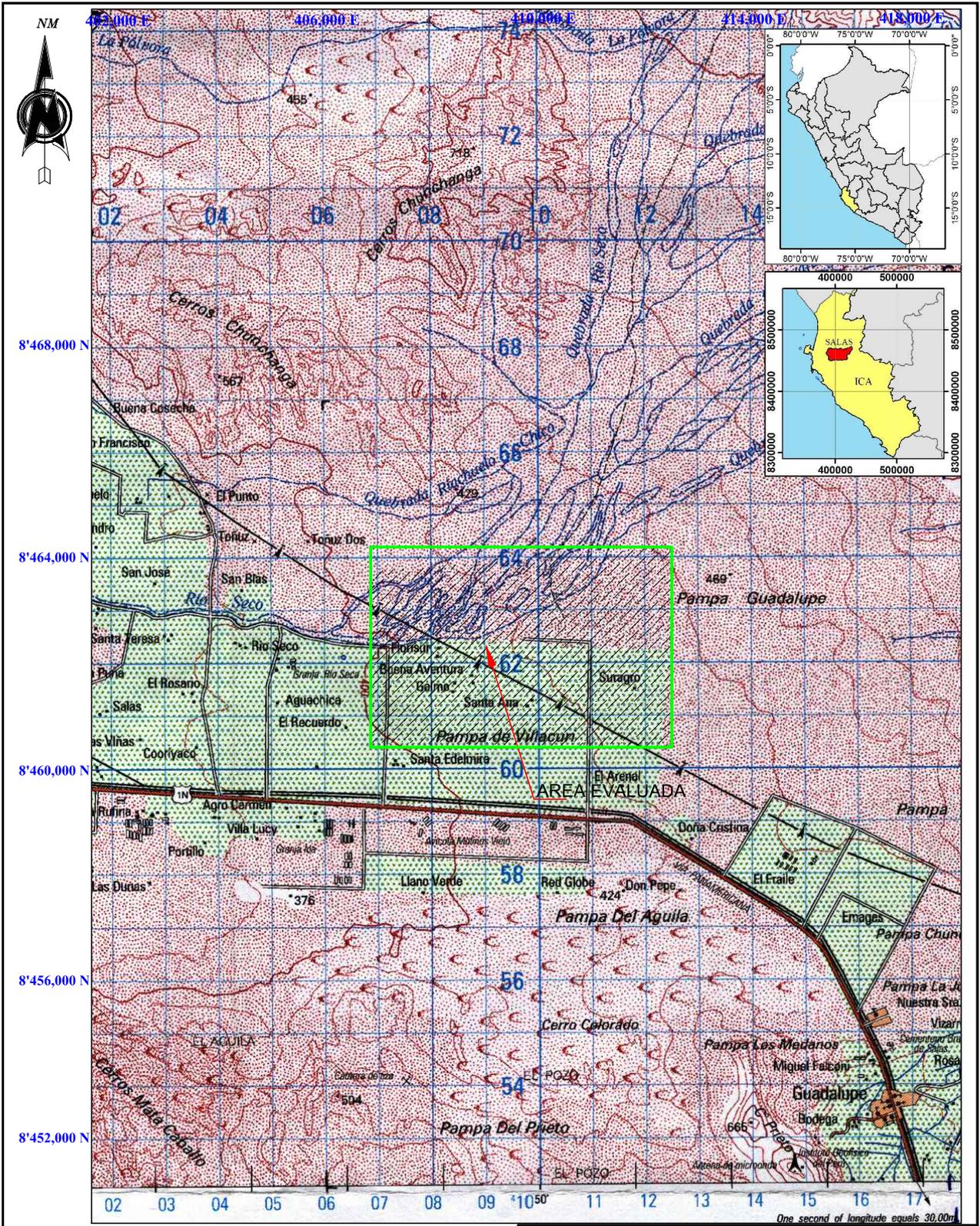
- De la evaluación de las aguas subterráneas, los sondajes ejecutados y la interpretación de las curvas de flujo de la napa de la zona de estudio, se recomienda como alternativa de captación de agua subterránea, la perforación de un pozo tubular con las especificaciones técnicas señaladas, para cumplir con la demanda de agua del fundo.
- Se recomienda que al ejecutar la obra de captación se debe realizar las pruebas hidrodinámicas para calcular los parámetros hidráulicos del acuífero.
- Establecer un plan de monitoreo usando los pozos existentes en el Fundo para llevar el registro de las fluctuaciones de la napa freática y de la calidad del agua subterránea.
- Cabe señalar que el diseño propuesto para el pozo proyectado es de carácter preliminar y deberá ser confrontado con los resultados que se obtengan durante la perforación; con lo cual se generara el diseño técnico definitivo del pozo.
- La construcción del pozo debe ser ejecutada por especialistas en ingeniería de pozos de demostrada trayectoria y experiencia, siguiendo normatividad y especificaciones técnicas del sector.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- INGEMMET (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Perú). 2011. Memoria sobre la geología económica de la región Ica. Lima, Perú.
- INRENA-IRH. 2008 (Instituto Nacional de Recursos Naturales – Intendencia de Recursos Hídricos, Perú). Estudio de prospección geoeléctrica mediante sondeos por transitorios electromagnéticos - TDEM en las Pampas de Villacurí y Pisco. Pisco, Perú.
- INRENA-IRH (Instituto Nacional de Recursos Naturales – Intendencia de Recursos Hídricos, Perú). 2006. Estudio hidrogeológico del valle de Pisco. Pisco, Perú.
- ATA-SWECO/PETACC (Proyecto Especial Tambo-Ccaracocha). 2000. Estudio integral de solución de desbordes e inundaciones del río Ica y la quebrada Cansas. Ica, Perú.
- JOHNSON, E. 1975. El agua subterránea y los pozos. Primera Edición, Saint Paul, Minnesota.
- KIRSCH, R. 2009. Groundwater geophysics – A toll for hydrogeology. Second Edition, Springer. Berlín – Germany.
- TODD, D. K. 1959. Hidrogeología del agua subterránea. Editora Organismos La Habana, Cuba.
- AUGE, M. 2008. Métodos geoeléctricos para la prospección del agua subterránea. Buenos Aires, Argentina.
- PLATA TORRES, J. L. 2000. Técnicas convencionales de Geofísica de superficie aplicadas en Hidrogeología
- BRAJA M. Das., 2006. “Principios de ingeniería de cimentaciones”. California State University, Sacramento. 5ta edición.
- GONZALES DE VALLEJO, L. 2003. “Ingeniería Geológica”. Pearson Educación, Madrid, España.

- TERZAGHI K. y PECK R.B., 1967. "Soil Mechanics in Engineering Practice". Massachusetts, United States of America.
- JUDRI RIO SECO-ANA (Junta de Usuarios de Rio Seco - Autoridad Nacional del Agua, Perú). 2014. Monitoreo de la Red Piezométrica e Hidrogeoquímica de Aguas Subterráneas de los Sectores de Villacurí y Lanchas. Ica, Perú.
- ASTIER, J. L. 1982. Geofísica Aplicada a la Hidrogeología. Madrid: Paraninfo.
- CUSTODIO, E., & LLAMAS, M. R. 2001. Hidrología Subterránea. Barcelona: OMEGA.
- GARCÍA RODRÍGUEZ, M., & FERNÁNDEZ ESCALANTE, Á. E. (2009). Hidrogeología Básica. Las aguas subterráneas y su flujo. Ediciones FIEC.
- GASULLA FORNER, M. 1999. Obtención de Imágenes de la Distribución de Impedancia Eléctrica del Subsuelo. Aplicación a la Detección de Objetos Locales. Tesis Doctoral. Barcelona, España, Universitat Politècnica de Catalunya.
- OLÍAS, M., CERÓN, J. C., & FERNÁNDEZ, I. 2005. Sobre la utilización de la clasificación de las aguas de riego del U.S. Laboratory Salinity (USLS). GEOGACETA 37, 111-114.
- VILLANUEVA MARTINEZ, M., & IGLESIAS LOPEZ, A. 1984. Pozos y Acuíferos: Técnicas de Evaluación Mediante Ensayos de Bombeo. Madrid: IBERGESA.

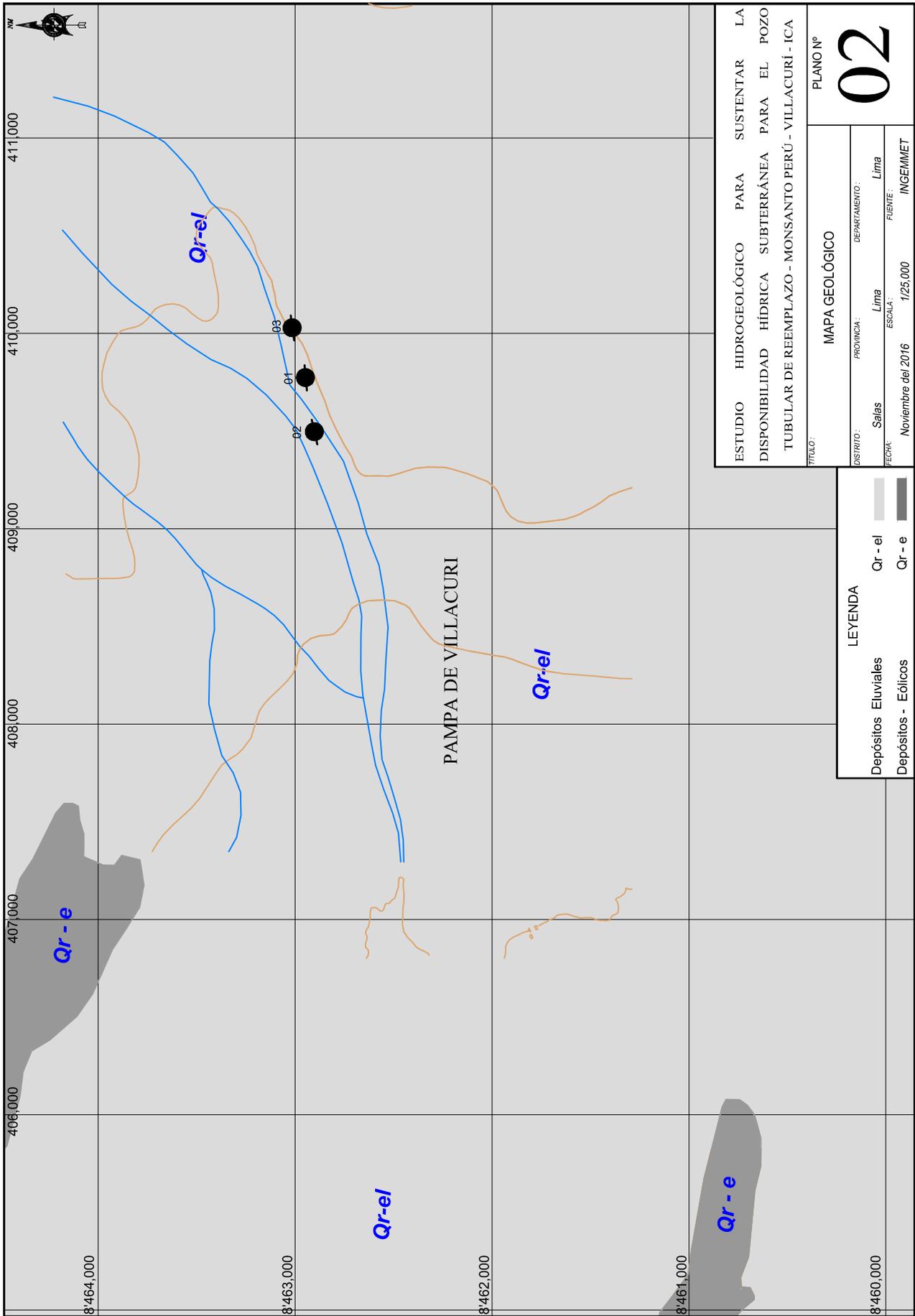
PLANOS



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA SUSTENTAR LA
 DISPONIBILIDAD HÍDRICA SUBTERRÁNEA PARA EL POZO
 TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERÚ - VILLACURÍ - ICA

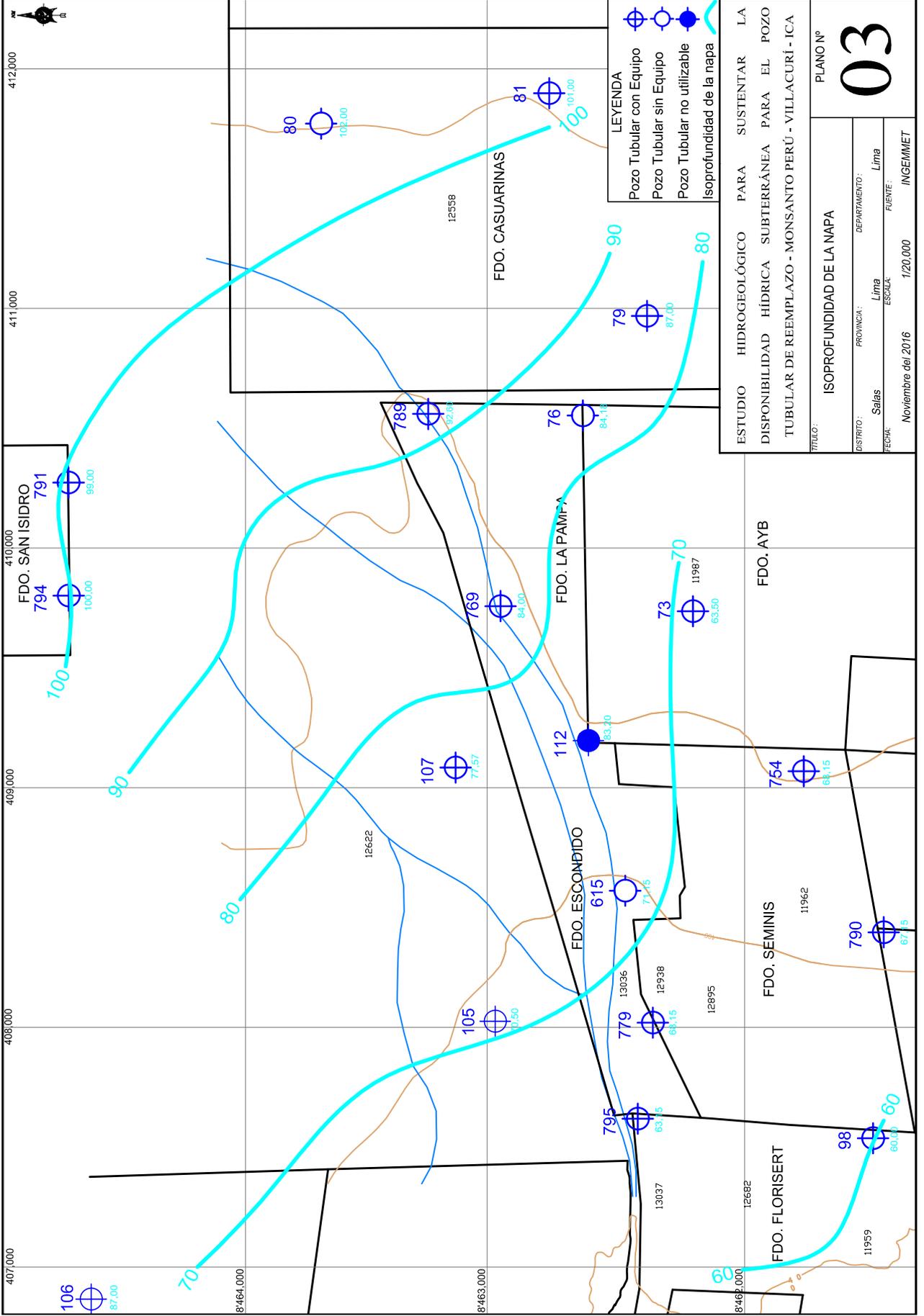
TÍTULO: UBICACIÓN DEL ÁREA EVALUADA		
DISTRITO: Salas	PROVINCIA: Ica	DEPARTAMENTO: Ica
FECHA: Noviembre del 2016	ESCALA: 1/100,000	FUENTE: I.G.N.

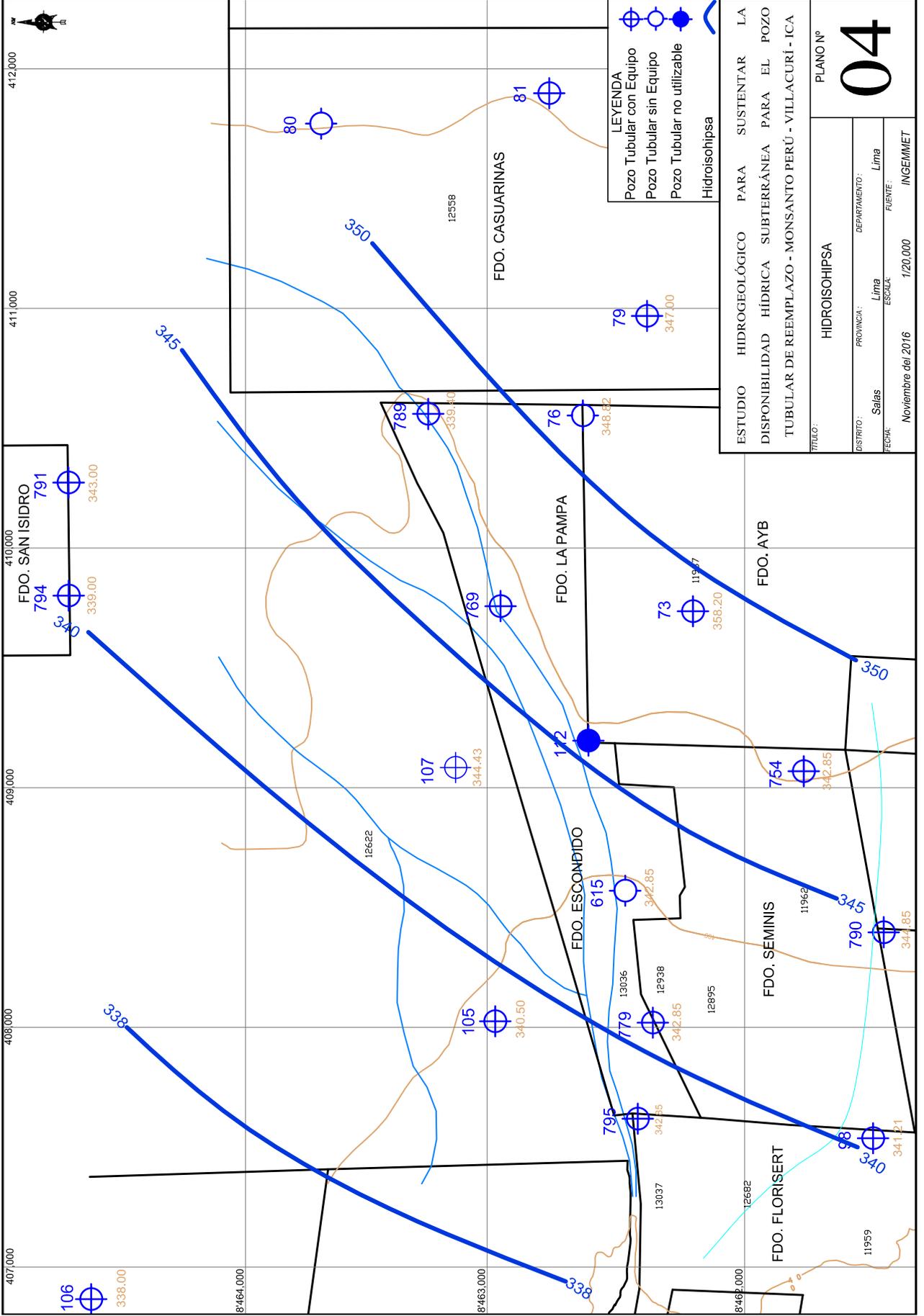
PLANO Nº
01

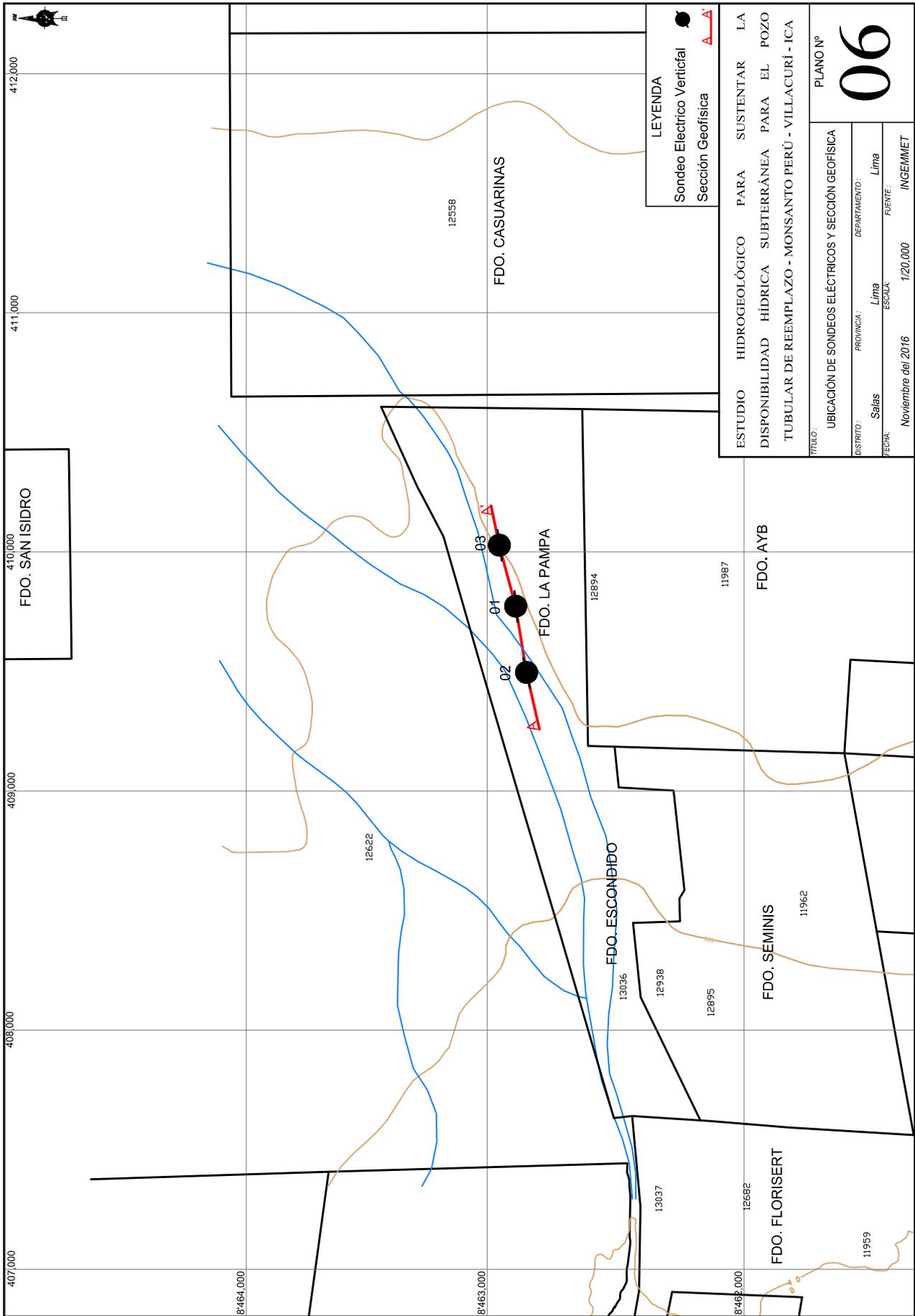


ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA SUSTENTAR LA DISPONIBILIDAD HIDRICA SUBTERRANEA PARA EL POZO TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERU - VILLACURI - ICA	
TITULO: MAPA GEOLOGICO	
DISTRITO: Salas	DEPARTAMENTO: Lima
FECHA: Noviembre del 2016	FUENTE: INGENMET
PROVINCIA: Lima	ESCALA: 1/25,000
PLANO N°	
02	

LEYENDA	
Depósitos Eluviales	Qr - el
Depósitos - Eólicos	Qr - e







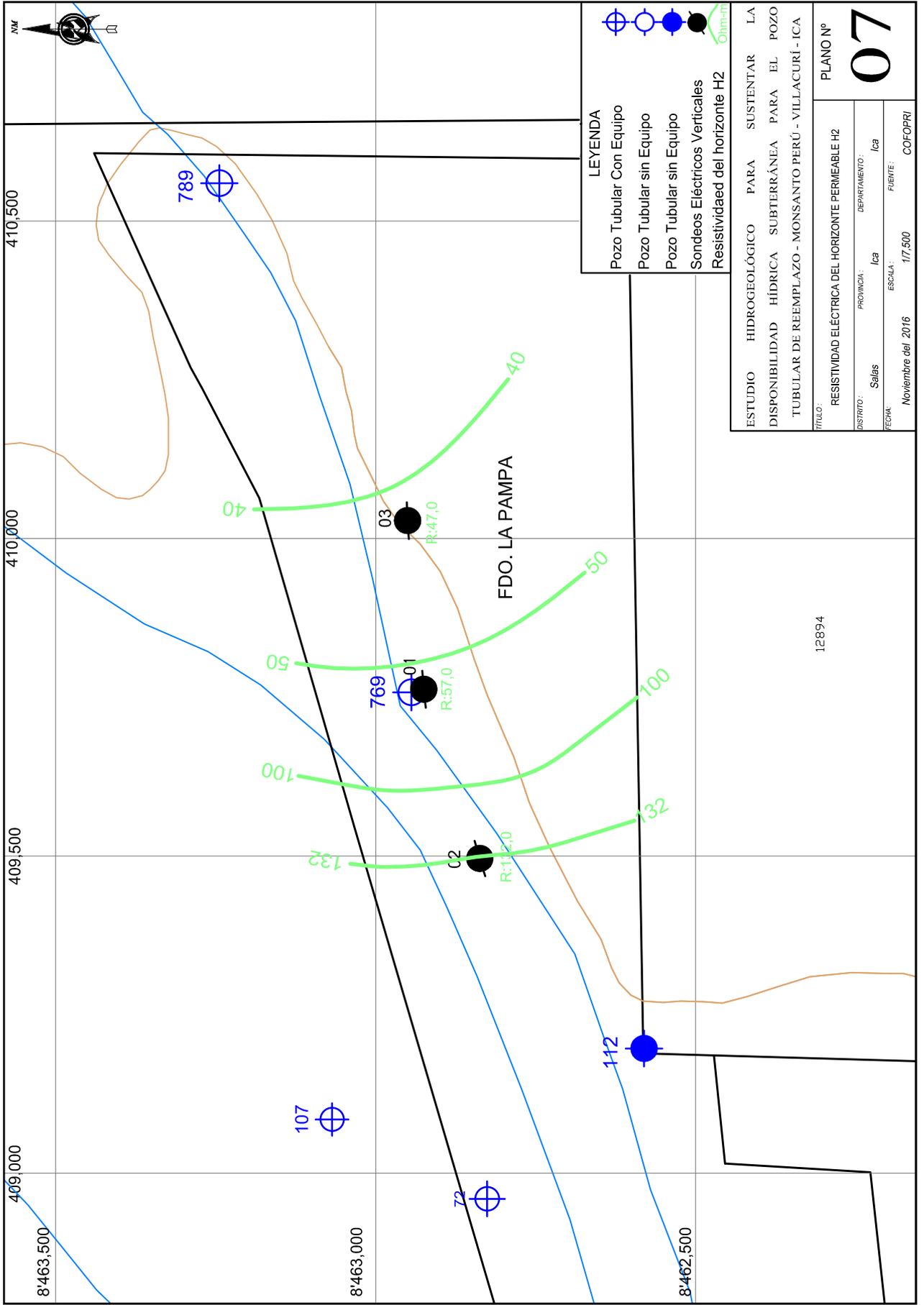
LEYENDA
 ● Sondeo Eléctrico Vertical
 ▲ Sección Geofísica

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA SUSTENTAR LA
 DISPONIBILIDAD HIDRICA SUBTERRÁNEA PARA EL POZO
 TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERÚ - VILLACURÍ - ICA

TÍTULO: UBICACIÓN DE SONDEOS ELÉCTRICOS Y SECCIÓN GEOFÍSICA

DISTRITO:	Salas	PROVINCIA:	Lima	DEPARTAMENTO:	Lima
FECHA:	Noviembre del 2016	ESCALA:	1/20,000	FUENTE:	INGEMMET

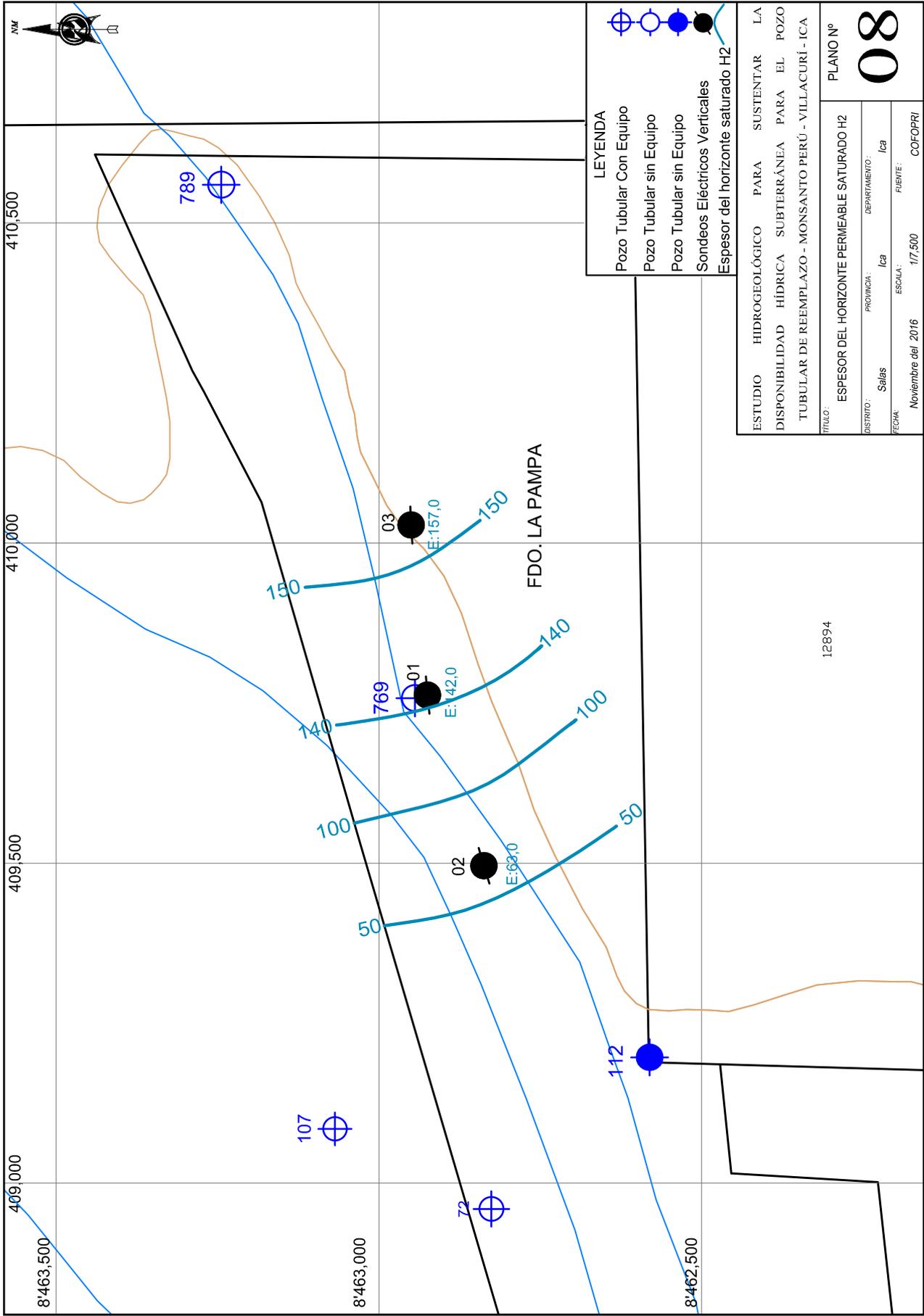
PLANO Nº
06



LEYENDA

- Pozo Tubular Con Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Sondeos Eléctricos Verticales
- Resistividades del horizonte H2

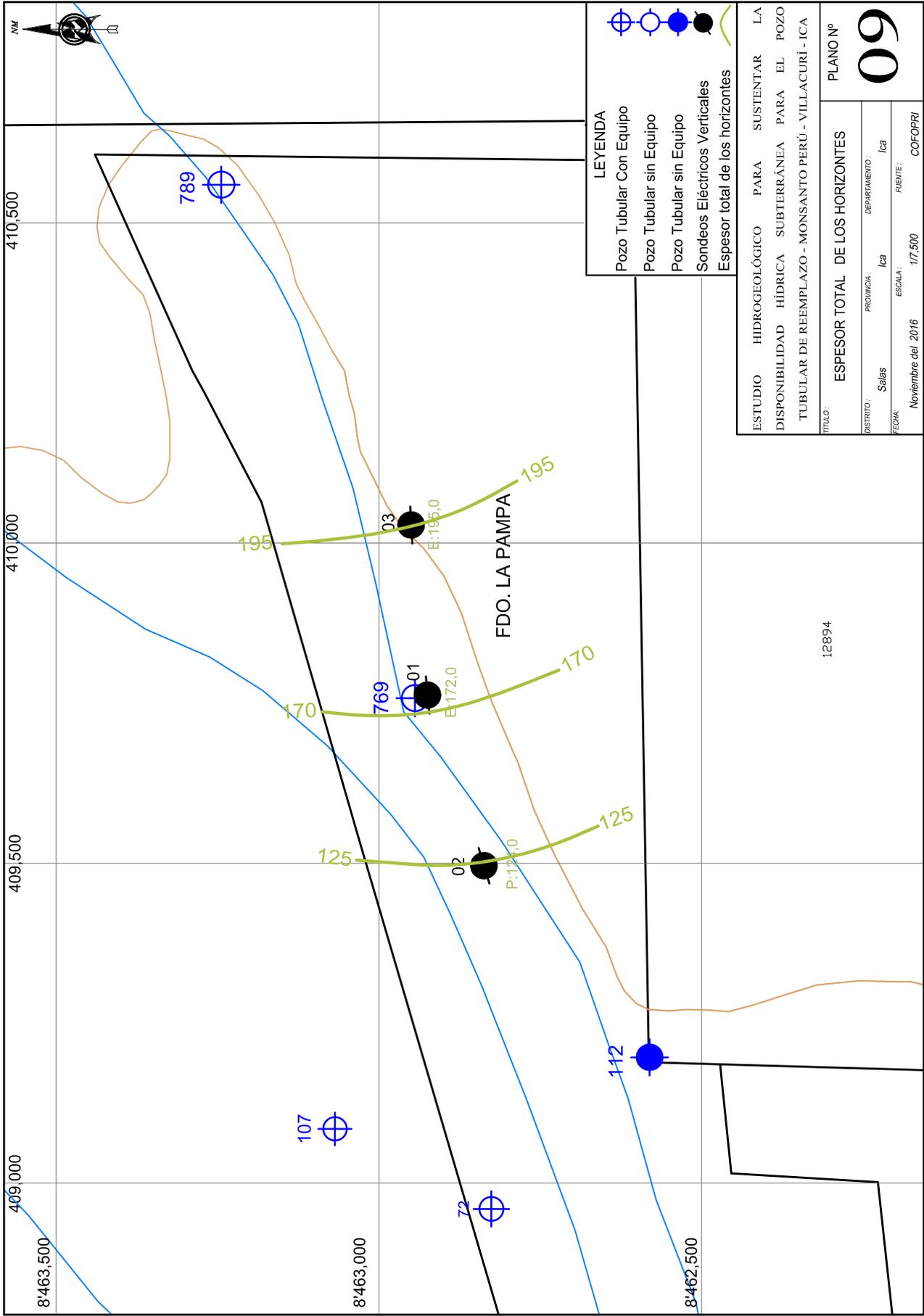
ESTUDIO	HIDROGEOLOGICO	PARA	SUSTENTAR	LA
DISPONIBILIDAD	HIDRICA	SUBTERRANEA	PARA	EL POZO
TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERU - VILLACURI - ICA				
TITULO:	RESISTIVIDAD ELECTRICA DEL HORIZONTE PERMEABLE H2			
PROVINCIA:	Ica	DEPARTAMENTO:	Ica	
FECHA:	Noviembre del 2016	ESCALA:	1/7,500	FUENTE: COFOPRI
				PLANO N°
				07



LEYENDA

- Pozo Tubular Con Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Sondeos Eléctricos Verticales
- Espesor del horizonte saturado H2

ESTUDIO	HIDROGEOLOGICO	PARA	SUSTENTAR	LA
DISPONIBILIDAD	HIDRICA	SUBTERRANEA	PARA	EL POZO
TUBULAR	DE REEMPLAZO	- MONSANTO PERU -	VILLACURI - ICA	
TITULO:	ESPOSOR DEL HORIZONTE PERMEABLE SATURADO H2			
PROVINCIA:	Ica	DEPARTAMENTO:	Ica	
FECHA:	Noviembre del 2016	ESCALA:	1/17,500	COFOPRI
				PLANO N°
				08



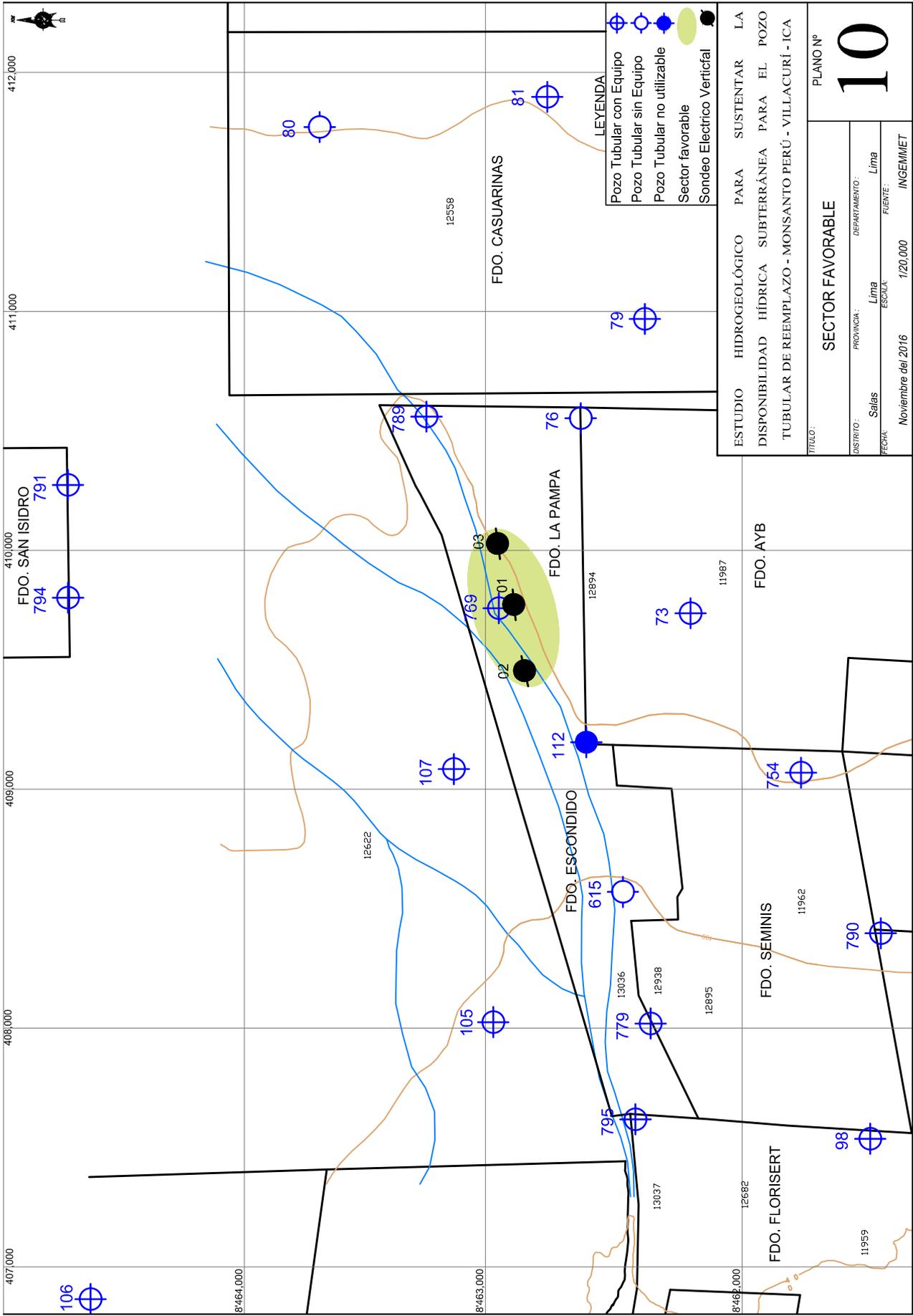
LEYENDA

- Pozo Tubular Con Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Sondes Eléctricos Verticales
- Espesor total de los horizontes

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA SUSTENTAR LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA SUBTERRÁNEA PARA EL POZO TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERÚ - VILLACURI - ICA	PARA SUSTENTAR LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA SUBTERRÁNEA PARA EL POZO TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERÚ - VILLACURI - ICA
TÍTULO: ESPESOR TOTAL DE LOS HORIZONTES	
DISTRITO: Saías	DEPARTAMENTO: Ica
FECHA: Noviembre del 2016	FUENTE: COFOPRI
ESCALA: 1:7,500	
PLANO N° 09	

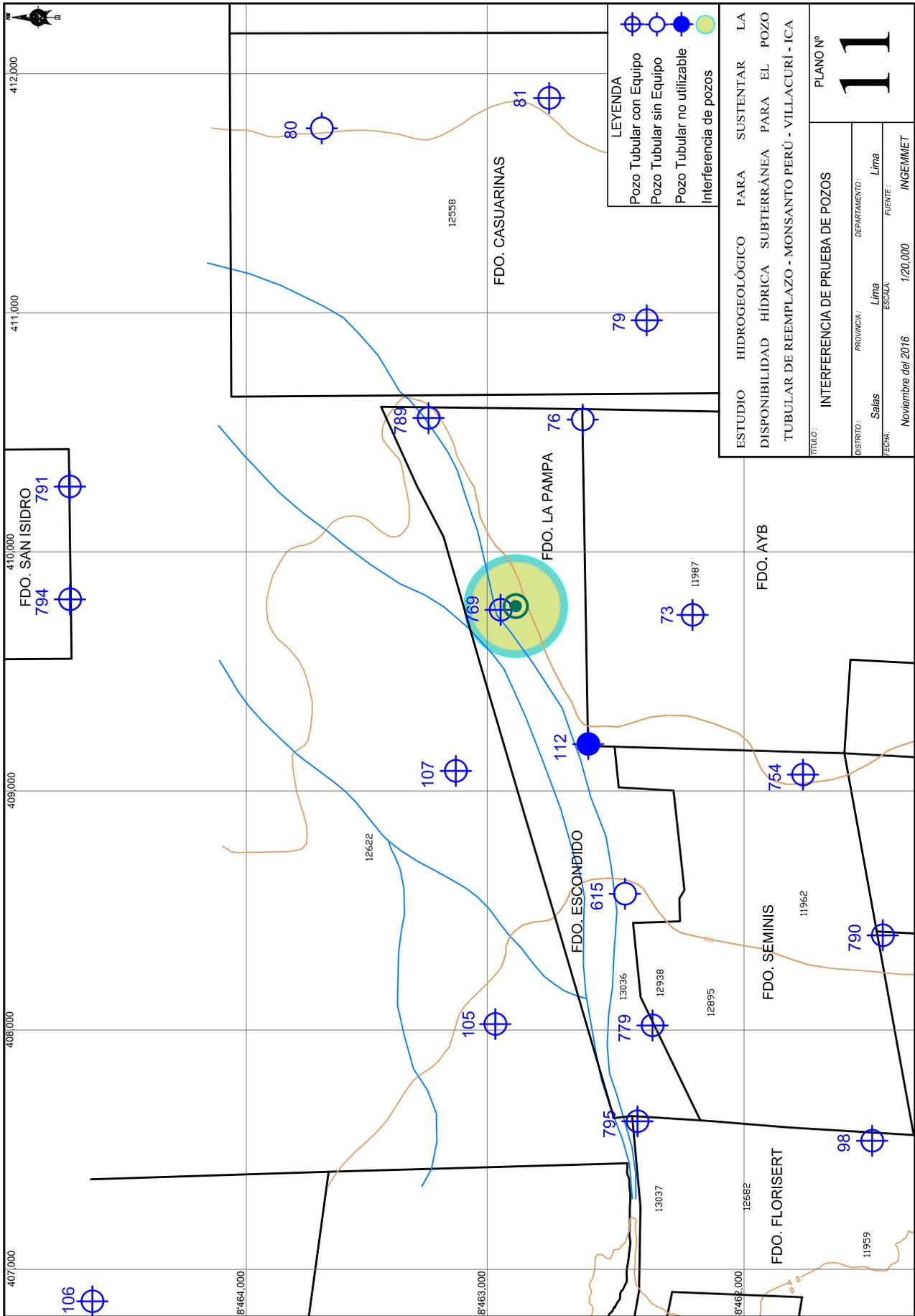
12894

FDO. LA PAMPA



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA SUSTENTAR LA
 DISPONIBILIDAD HIDRICA SUBTERRANEA PARA EL POZO
 TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERU - VILLACURI - ICA

TITULO:		SECTOR FAVORABLE		PLANO N°
DISTRITO:	Salas	PROVINCIA:	Lima	10
DEPARTAMENTO:	Lima	ESCALA:	Lima	
FECHA:	Noviembre del 2016	FUENTE:	INGEMMET	

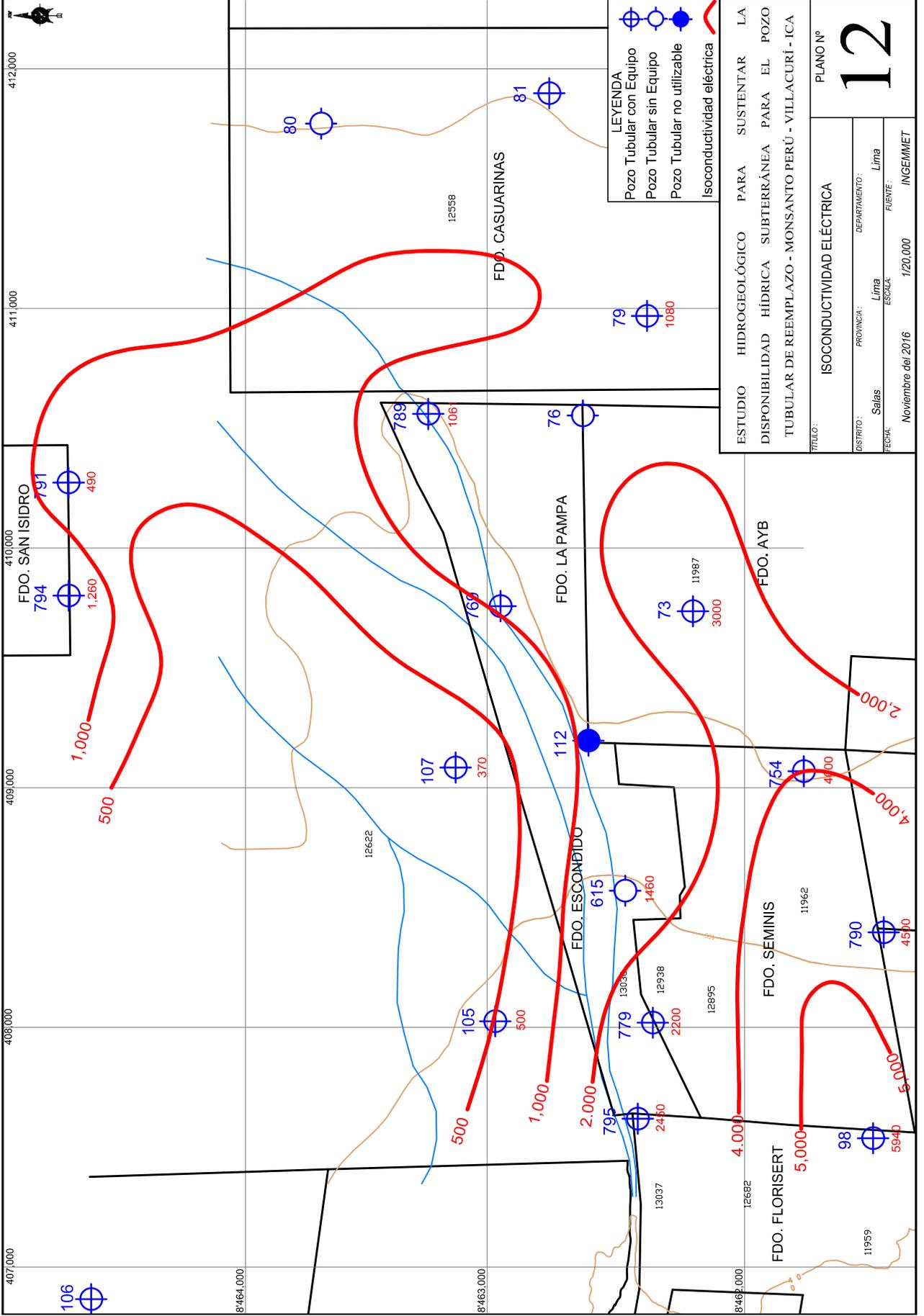


LEYENDA

- Pozo Tubular con Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Pozo Tubular no utilizabile
- Interferencia de pozos

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA SUSTENTAR LA
 DISPONIBILIDAD HIDRICA SUBTERRÁNEA PARA EL POZO
 TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERÚ - VILLACURI - ICA

TÍTULO: INTERFERENCIA DE PRUEBA DE POZOS		PLANO Nº	
DISTRITO: Salas	PROVINCIA: Lima	11	
DEPARTAMENTO: Lima	ESCALA: 1/20,000		
FECHA: Noviembre del 2016	FUENTE: INGENMIET		



407,000 408,000 409,000 410,000 411,000 412,000

8464,000 8464,000 8464,000 8464,000 8464,000 8464,000

12662 12662 12662 12662 12662 12662

13037 13037 13037 13037 13037 13037

12938 12938 12938 12938 12938 12938

12895 12895 12895 12895 12895 12895

11959 11959 11959 11959 11959 11959

11962 11962 11962 11962 11962 11962

106 106 106 106 106 106

794 794 794 794 794 794

791 791 791 791 791 791

1,260 1,260 1,260 1,260 1,260 1,260

490 490 490 490 490 490

500 500 500 500 500 500

1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

500 500 500 500 500 500

1,000 1,000 1,000 1,000 1,000 1,000

2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000

2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000

2,450 2,450 2,450 2,450 2,450 2,450

795 795 795 795 795 795

779 779 779 779 779 779

2,200 2,200 2,200 2,200 2,200 2,200

615 615 615 615 615 615

1,460 1,460 1,460 1,460 1,460 1,460

112 112 112 112 112 112

107 107 107 107 107 107

370 370 370 370 370 370

789 789 789 789 789 789

106 106 106 106 106 106

76 76 76 76 76 76

1080 1080 1080 1080 1080 1080

79 79 79 79 79 79

81 81 81 81 81 81

73 73 73 73 73 73

3000 3000 3000 3000 3000 3000

11987 11987 11987 11987 11987 11987

754 754 754 754 754 754

4,000 4,000 4,000 4,000 4,000 4,000

4,000 4,000 4,000 4,000 4,000 4,000

2,000 2,000 2,000 2,000 2,000 2,000

790 790 790 790 790 790

4,500 4,500 4,500 4,500 4,500 4,500

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

98 98 98 98 98 98

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

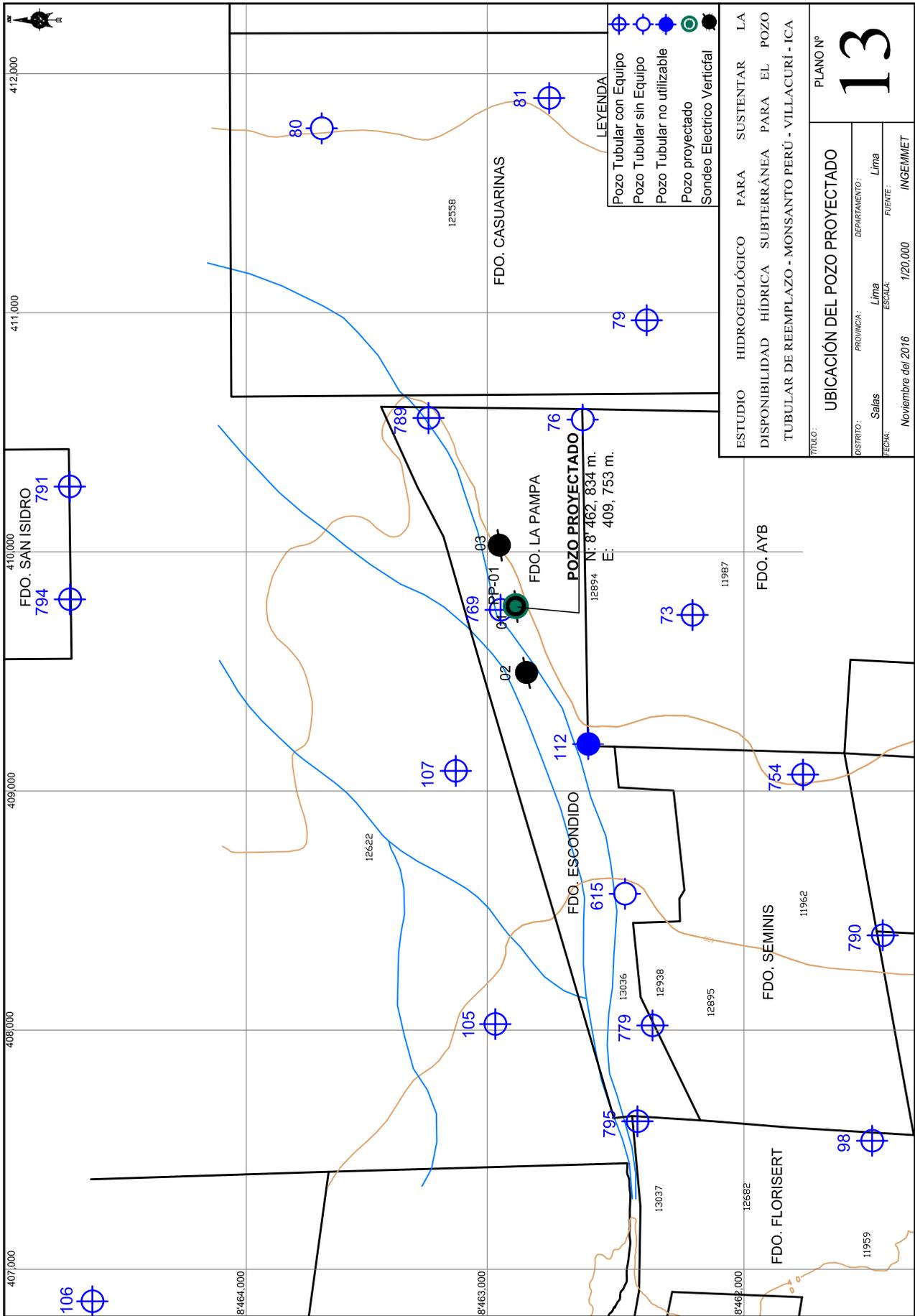
5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000

5,000 5,000 5,000 5,000 5,000 5,000



LEYENDA

- Pozo Tubular con Equipo
- Pozo Tubular sin Equipo
- Pozo Tubular no utilizable
- Pozo proyectado
- Sondeo Eléctrico Vertical

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA SUSTENTAR LA
 DISPONIBILIDAD HIDRICA SUBTERRÁNEA PARA EL POZO
 TUBULAR DE REEMPLAZO - MONSANTO PERÚ - VILLACURI - ICA

TÍTULO: **UBICACIÓN DEL POZO PROYECTADO**

DISTRITO:	Salas	PROVINCIA:	Lima	DEPARTAMENTO:	Lima
FECHA:	Noviembre del 2016	ESCALA:	1:20,000	FUENTE:	INGEMMET

PLANO Nº **13**

ANEXOS

**ANEXO 1: REGISTRO DE PRUEBA DE BOMBEO
POZO IRHS-615**



PRUEBA DE BOMBEO (DESCENSO)

Fr Ope. 021
VRS 04

Departamento: Ica		Provincia: Ica	Distrito: Ica
Nombre del Pozo: IRHS 615 Reemplazo Monsanto Peru		Ejecutores: HARO INGENIEROS	
Cordenada:	E: 408,577	Regimen: DESCENSO	Fecha inicio: 06/05/2015
	N: 8'462,430		Fecha termino: 06/05/2015
N° IRHS: 615 Reemplazo		N.E.: 71.22 m.	P.R.:

TIEMPO				DESCENSO DEL NIVEL DE AGUA				
DIAS	HORA	Min	Seg	Nivel (N.D)	Altura	Caudal Q(l/s)	Revoluciones RPM	Reducción (pulg)
06/05/2015	07:01 am	1	60	75.30		40		
		2	120	79.71				
		3	180	81.83				
		4	240	83.54				
		5	300	84.41				
		6	360	85.16				
		7	420	85.49				
		8	480	85.74				
		9	540	85.82				
		10	600	85.84				
		15	900	85.89				
		20	1200	86.06				
		25	1500	86.07				
		30	1800	86.16				
		35	2100	86.16				
		40	2400	86.88				
		45	2700	86.22				
		50	3000	86.23				
		55	3300	86.93				
	1 Hora	60	3600	86.24				
		70	4200	86.27				
		80	4800	86.29				
		90	5400	86.28				
		100	6000	86.29				
		110	6600	86.29				
	2 Horas	120	7200	86.32				
		150	9000	86.34				
		180	10800	86.32				
	4 Horas	240	14400	86.32				
		300	18000	86.38				
		360	21600	86.39				
		420	25200	86.40				
		480	28800	86.40				
	8 Horas	480	28800	86.40				
	9 Horas	540	32400	86.40				

ANEXO 2: ANÁLISIS DE AGUA POZO REEMPLAZO IRHS -615



Inassa
ENVIROLAB

NSF Envirolab

LABORATORIO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI-SNA CON REGISTRO N° LE-011

INFORME FINAL



Registro N° LE-011

Dirección de Entrega:

Anatolio Gutierrez
Cal. Los Seibos Mza. I Lte. 38
Urb. La Capullana. Santiago de Surco
Lima
Peru

Solicitante: C0203343

Haro Córdova Julio Janneo
Cal. Los Seibos Mza. I Lte. 38
Urb. La Capullana. Santiago de Surco
Lima, Lima
Peru

Resultado	Completo	Fecha de Informe	2015-05-06
Procedencia	Pozo Tubular IRHS: 789 - Villacari (Distrito - Salas, Provincia - Ica, Departamento - Ica)		
Producto	Agua		
Tipo de Servicio	Análisis		
Informe de Ensayo N°	J-00174480		
Coordinador de Proyecto	Erika Wendy Campos Simón		

Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.

Informe Autorizado por

Enrique Quevedo Bacigalupo
Jefe de Laboratorio

Ing. Melina Granados Chuco
Asistente de Jefatura de Laboratorio

Fecha de Emisión 2015-05-06

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU
Tel: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5418 Email: envirolab@envirolabperu.com.pe Web: www.envirolabperu.com.pe

FI20150506131445

J-00174480

pág 1 de 3

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Información General

Matriz: Agua

Solicitud de Análisis: Cotización N° 23132 N° (Abr-478)

Muestreado por: Cliente

Procedencia: Pozo Tubular IRHS: 789 - Villacari (Distrito - Salas, Provincia - Ica, Departamento - Ica)

Identificación de Laboratorio: S-0001149098
 Tipo de Muestra: Agua Subterránea
 Identificación de Muestra: IRHS: 789
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-04-22
 Fecha y hora de Muestreo: 2015-04-21 17:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ().			
Química			
* pH. EPA Method 150.1 Revised March 1983	2015-04-22		
pH		8,1	
Alcalinidad Total en Agua. SMEWW Part 2320 B, 22nd Ed 2012	2015-04-23		
Alcalinidad Total		67,5	mg/L
Bicarbonatos en Agua. SMEWW Part 4500 CO2 - D	2015-05-04		
Bicarbonatos		67,4	mg/L
Boro Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-05-04		
Boro Total		0,055	mg/L
Calcio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-05-04		
Calcio Total		90,24	mg/L
Cloruros en Agua. EPA Method 325.3, Revised March 1983	2015-04-30		
Cloruros		157,04	mg/L
Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983	2015-04-22		
Conductividad		1 061,0	uS/cm
Dureza Total en Agua. EPA Method 130.2, Revised March 1983	2015-04-27		
Dureza Total		328,0	mg/L
Hierro Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-05-04		
Hierro Total		0,005	mg/L
Magnesio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-05-04		
Magnesio Total		10,79	mg/L
Manganeso Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-05-04		
Manganeso Total		ND(<0,001)	mg/L
N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983	2015-04-23		
N - Nitrato		7,02	mg/L
Potasio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-05-04		
Potasio Total		1,82	mg/L
Sodio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-05-04		
Sodio Total		52,27	mg/L
Sulfatos en Agua. EPA Method 375.4 Revised March 1983	2015-04-29		
Sulfatos (Turbidimetrico)		36,8	mg/L
Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983	2015-04-22		
Sólidos Totales Disueltos		796	mg/L

Nota(s) del Informe Final:

pH: Resultado referencial la medición no fue realizada en el muestreo.



Ensayos realizados por:

	<u>Id</u>	<u>Dirección</u>
Ensayos realizados por: →	NSF_LIMA_E	NSF Envirolab, Lima, Peru Avenida La Marina 3059 San Miguel Lima, Perú

Referencias a los Procedimientos de Ensayo:

Referencia Técnica

IQ0266	Alcalinidad Total en Agua. SMEWW Part 2320 B, 22nd Ed 2012
IQ0267	Bicarbonatos en Agua. SMEWW Part 4500 CO ₂ - D
IQ0280	Cloruros en Agua. EPA Method 325.3, Revised March 1983
IQ0293	Dureza Total en Agua. EPA Method 130.2, Revised March 1983
IQ0305	N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
IQ0317	Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
IQ0323	Sulfatos en Agua. EPA Method 375.4 Revised March 1983
IQ0765	Boro Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0767	Calcio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0773	Hierro Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0776	Magnesio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0777	Manganeso Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0780	Potasio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0784	Sodio Total en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994
IQ0971	Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
IQ1006	* pH. EPA Method 150.1 Revised March 1983

Descripciones de ensayos precedidos por un "*" indican que los métodos no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA y la prueba se ha realizado según los requisitos de NSF. De no contar con el "*" indica los parámetros asociados a esta(s) muestra(s) se encuentran dentro del alcance de la acreditación.