



**Tecnoambiente
Centroamericano**

INFORME DE LA CONTRATACIÓN DIRECTA

N° 2015 CDS-00021-PRI, AYA

***PARA LA DEFINICIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE
LA NACIENTE OJO DE AGUA, HEREDIA***

Hidrogeól. Sandra Arredondo Li

Contraparte técnica y administrativa de la contratación:

MSc. Viviana Ramos Sánchez

Área Funcional de Hidrogeología-AYA

Julio, 2015



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, Annette Henchoz Castro

N° Cédula: 1-0725-0409

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: centrodoc@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por
Annette Henchoz Castro
Fecha: 2019.11.25 16:07:20
-05'00'

Firma: _____

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	OBJETIVO	6
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.1.2	METODOLOGÍA APLICADA	6
2	GEOLOGÍA	8
2.1	GEOLOGÍA REGIONAL	8
2.1.1	GEOLOGÍA LOCAL	10
2.1.1.1	IGNIMBRITAS TIRIBÍ	10
2.1.1.2	MIEMBRO BERMÚDEZ	11
2.1.1.3	MIEMBRO CARBONAL	14
3	HIDROGEOLOGÍA	16
3.1	NACIENTE OJO DE AGUA	16
4	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS	25
4.1	NACIENTE OJO DE AGUA	25
5	MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL	28
6	ZONAS DE PROTECCIÓN DE LAS NACIENTES	28
6.1	NACIENTE OJO DE AGUA	28
6.1.1	MÉTODO DE TIEMPO DE TRÁNSITO DE DEGRADACIÓN DE BACTERIAS	28
6.1.1.1	ZONA NO SATURADA EN EL MIEMBRO CARBONAL QUE CUBRE A LAS LAVAS BERMÚDEZ	29
6.1.1.2	ZONA NO SATURADA EN LAS LAVAS DEL MIEMBRO BERMÚDEZ	30
6.1.1.3	ZONA SATURADA EN LAS LAVAS DEL MIEMBRO BERMÚDEZ	30
6.1.2	MÉTODO DEL RADIO FIJO	31
6.1.3	MÉTODO DE GRUBB	32
7	CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LA FUENTE	36
8	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD CON EL MÉTODO GOD	36
8.1	ACUÍFERO VOLCÁNICO FISURADO EN LAVAS BARVA SIN COBERTURA DE TOBAS CARBONAL (NACIENTE OJO DE AGUA)	37
8.2	ACUÍFERO VOLCÁNICO FISURADO EN LAVAS BARVA CON COBERTURA DE TOBAS CARBONAL (NACIENTE OJO DE AGUA)	37
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
10	REFERENCIAS	40

1 INTRODUCCIÓN

El estudio hidrogeológico realizado comprende la definición de la zona de protección de la Naciente Ojo de Agua que se ubica en el Cantón de San Antonio de Belén, Heredia.

La naciente Ojo de agua descarga un acuífero lávico denominado Barva Inferior y reconocido como acuífero Bermúdez. El manantial Ojo de Agua, se reporta su captación desde hace más de cuatro décadas, sin embargo se informó verbalmente por parte del personal del Laboratorio Nacional de Aguas que en la actualidad este manantial no está siendo captado para abastecimiento, por ese motivo no existen análisis recientes de calidad del agua.

En el Cuadro N° 1, se presenta la información de la naciente y ubicación cartográfica en coordenadas Lambert.

Cuadro N° 1. Manantiales analizados en el estudio.

Nombre de la fuente	Tipo de fuente	Este (m)	Norte (m)	Altura de cada fuente en (msnm)
Ojo de Agua	Manantial	514924	218794	883.8

El acceso a el manantial de Ojo de Agua, es por camino asfaltado y se localiza dentro de un balneario público, actualmente administrado por INCOP que lo alquila a la empresa Diversiones Acuáticas S.A., sin embargo el cuidado y mantenimiento de la captación es dado por el AyA.

En la Figura 1 y Figura 2 se presentan el mapa de ubicación del manantial evaluado.

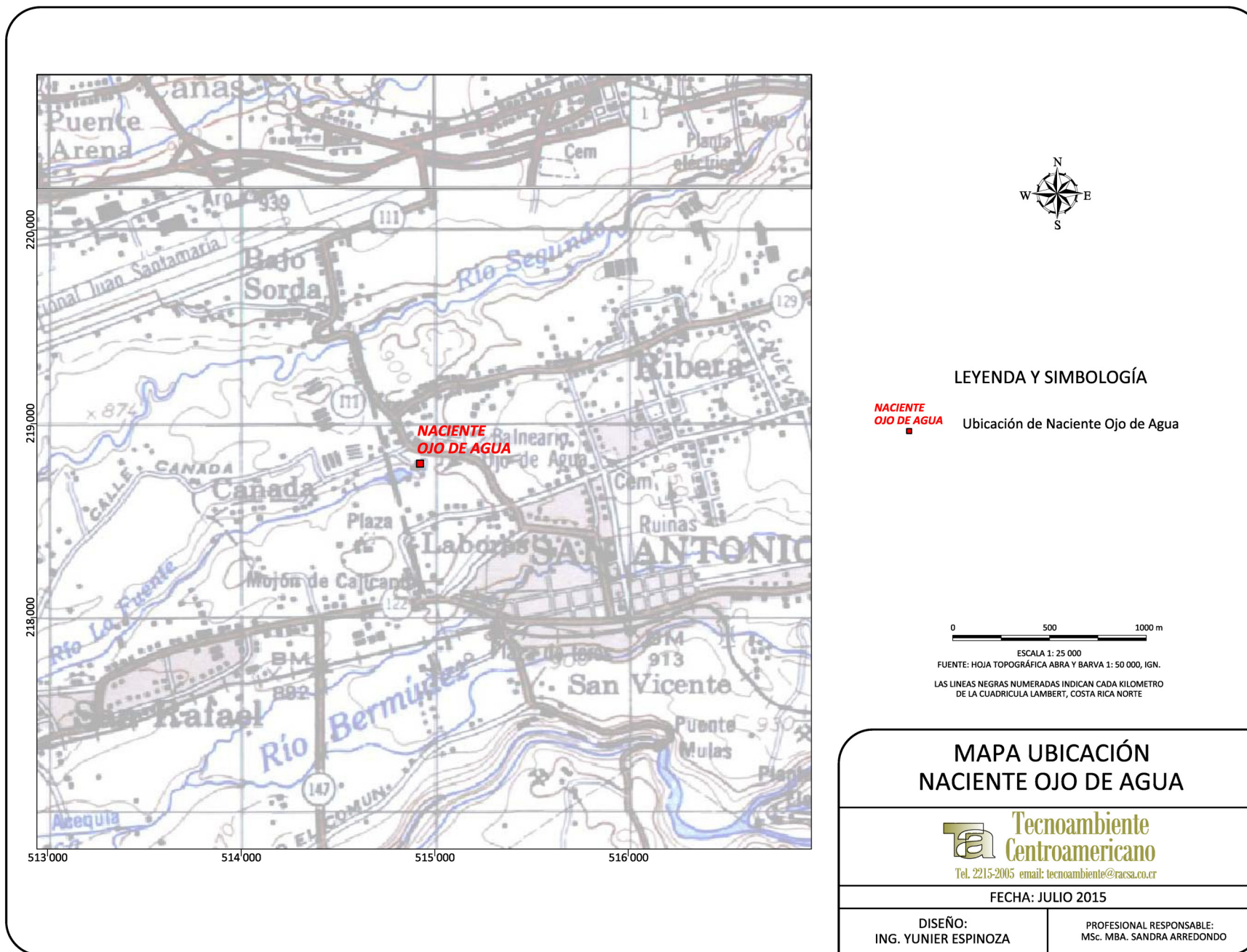
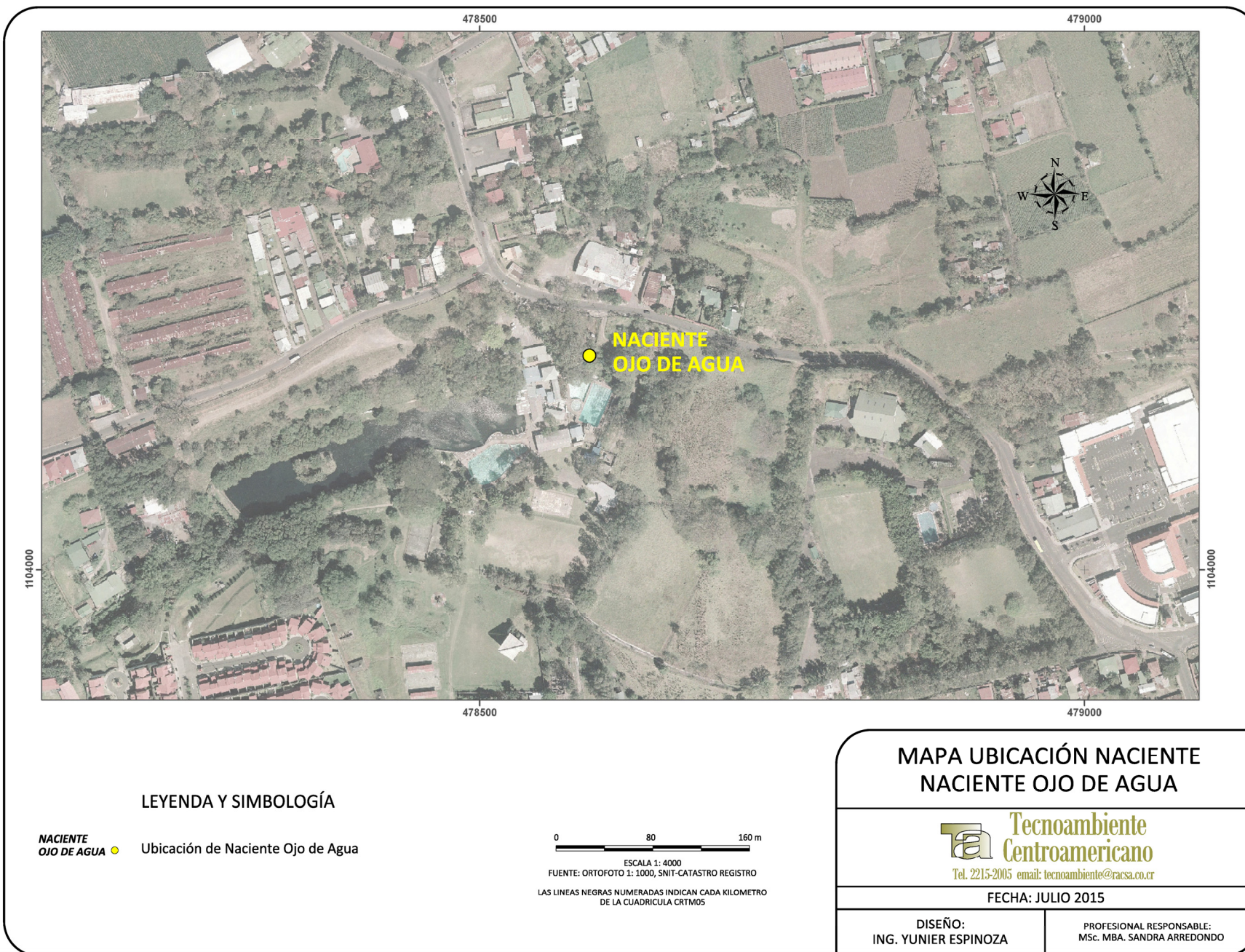


Figura 1. Mapa de ubicación naciente Ojo de Agua, en San Antonio de Belén, Heredia.



LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

NACIENTE OJO DE AGUA ● Ubicación de Naciente Ojo de Agua

0 80 160 m
 ESCALA 1: 4000
 FUENTE: ORTOFOTO 1: 1000, SNIT-CATASTRO REGISTRO
 LAS LINEAS NEGRAS NUMERADAS INDICAN CADA KILOMETRO DE LA CUADRICULA CRTMOS

MAPA UBICACIÓN NACIENTE NACIENTE OJO DE AGUA	
 Tel. 2215-2005 email: tecnoambiente@racsa.co.cr	
FECHA: JULIO 2015	
DISEÑO: ING. YUNIER ESPINOZA	PROFESIONAL RESPONSABLE: MSc. MBA. SANDRA ARREDONDO

Figura 2. Ubicación del manantial Ojo de Agua, Heredia, con ORTOFOTO.

1.1 OBJETIVO

El objetivo de la contratación es el de desarrollar un estudio hidrogeológico que contemple la definición de la zona de protección de las fuentes de agua que selecciona el AyA, con el fin de establecer la zona de protección absoluta o inmediata que se requiere para protección ante la amenaza a contaminación, como medida preventiva.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos se han establecido:

- 1) Obtener un mapeo geológico de campo en los alrededores de cada fuente de agua.
- 2) Identificar si existen otras fuentes de agua cercanas que permitan analizar la situación circundante, como pozos u otras nacientes o manantiales.
- 3) Obtener el caudal de cada fuente de agua.
- 4) Ejecutar una campaña de pruebas de permeabilidad en los alrededores de cada naciente.
- 5) Obtener los datos de porosidad del suelo en la zona de influencia de cada naciente.
- 6) Definir el modelo hidrogeológico de cada zona evaluada.
- 7) Calcular las zonas de protección de cada fuente de agua utilizando métodos aplicados internacionalmente para obtener la zona de protección absoluta inmediata.
- 8) Reportar la calidad del agua de cada fuente captada o a captar.

1.1.2 METODOLOGÍA APLICADA

Para elaborar el estudio se realizó un mapeo geológico en 1 km² a escala 1:25000 que incluye un perfil hidrogeológico por cada manantial, los espesores calculados para las unidades geológicas se basan en el trabajo de campo realizado.

Adicionalmente se recopiló la información de pozos y nacientes en los alrededores de cada fuente de agua con el fin de establecer el modelo geológico e hidrogeológico para cada caso.

En caso de que sea posible, se trató de medir niveles freáticos en pozos cercanos para verificar las condiciones actuales de los niveles de agua subterránea con el fin de elaborar el mapa de isofreáticas para cada sector.

Cuando no se contó con información registrada ni de campo en relación con los niveles freáticos, el criterio de experto privó para la definición de las curvas isofreáticas, considerando como criterio primordial, el tipo de acuífero (libre o confinado) y la condición topográfica evaluada en función de la geología local.

Los datos de caudales se tomaron de los registros reportados por el AyA, ya que en la naciente analizada el caudal que brota es significativo por lo que el personal de esa institución cuenta con los equipos apropiados para el monitoreo del caudal para la naciente.

Para desarrollar el cálculo de las zonas de protección por medio de metodologías usadas internacionalmente, estas son: Grubb, método analítico y radio fijo; para ello se ejecutaron tres pruebas de permeabilidad para la fuente evaluada usando el método Porchet, mismos sitios donde se tomaron las muestras de suelo para ser evaluadas en el laboratorio del INTA, con el fin de obtener el valor de porosidad para los cálculos hidráulicos.

Adicionalmente se realizó un análisis de la vulnerabilidad a la contaminación en la zona de protección inmediata y a un radio de 500 m alrededor de la fuente utilizando el método GOD, el resultado se presenta en un mapa escala 1:25 000.

2 GEOLOGÍA

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Comprende la naciente de Ojo de Agua, en el balneario homónimo en Belén, entre la Quebrada Seca y el Río Segundo. Se ubica según la clasificación morfotectónica de Costa Rica (Denyer et al., 2003; 2009), en el Valle Central Occidental, cuenca intraarco, conformada por volcánicas cuaternarias diversas (Fotografía 1).



Fotografía 1. Salida del Ojo de Agua.

Estas rocas (Figura 3 del mapa geológico regional) comprenden una secuencia de relleno del Valle Central, que van desde los 0,8 Ma (Colima Inferior) hasta las rocas asociadas con el macizo del Barva distal, con edades de hasta unos 0,1 Ma (Carr et al., 2007; Denyer & Alvarado, 2007; Alvarado & Gans, 2012). Incluye las ignimbritas de la Formación Tiribí (322 ka: Pérez et al., 2006), y las lavas y tobas de la Formación Barva (< 322 ka: Arredondo & Soto, 2006).

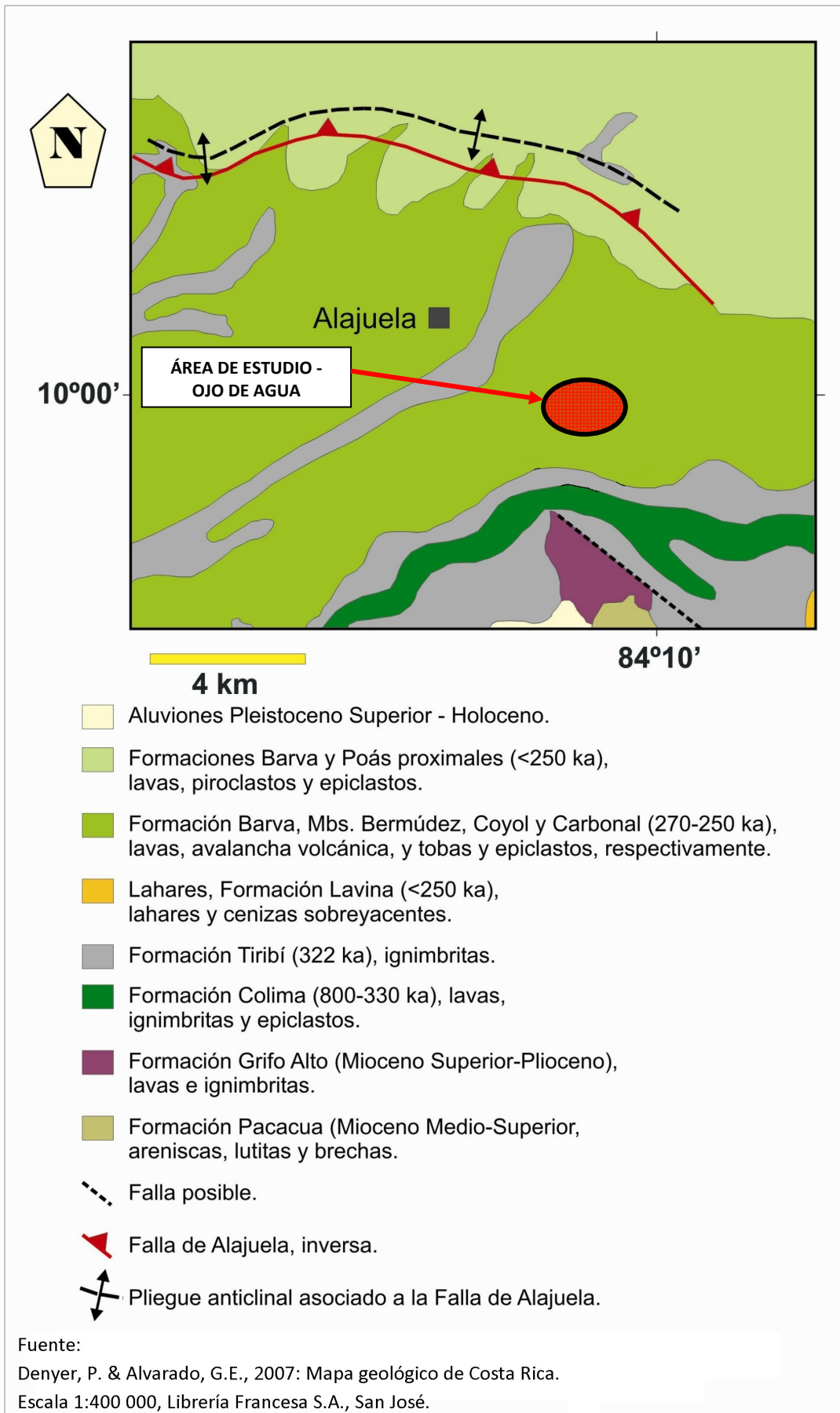


Figura 3. Mapa geológico regional, tomado de Denyer & Alvarado (2007).

2.1.1 GEOLOGÍA LOCAL

Se describen los Miembros geológicos de la Formación Barva del más viejo al más joven, de la siguiente forma:

2.1.1.1 IGNIMBRITAS TIRIBÍ

Son ignimbritas que afloran al pie de los volcanes de la Cordillera Central, y llegan al menos hasta 75 km al oeste hasta la costa pacífica (cf. Pérez, 2000). Afloran principalmente en cortes de camino y quebradas a lo largo de la cuenca del río Virilla, en sus cañones y en varios tajos, y que forman una topografía plana al norte del Virilla. Se ha puesto en el mapa sin color y aparece principalmente en el sector central del mapa, aunque también aflora en el extremo sur. Tienen una edad de 322 ka (Pérez et al., 2006). Subyacen a las lavas del Miembro Bermúdez de la Formación Barva en la zona de estudio y al sur de la naciente Ojo de Agua.



Fotografía 2. Arriba: vista desde el puente del río Virilla en la Ruta 27. Abajo: vista inmediata al norte del puente. Estratigrafía de las formaciones Colima-Tiribí en el área de estudio.

Sobreyace a la unidad epiclástica de Colima sobre la carretera 27, a la cual calcinó (Fotografía 2), o bien a los otros miembros de Colima fuera de la carretera, e incluso a las volcanitas y sedimentitas más antiguas. Aparece en el cañón del Virilla con columnas de enfriamiento y en muchos sectores de la carretera y aledaños, como en la Próspero Fernández, en el sector sur antes del puente del Virilla, cerca de la intersección con la Guácima y después de la intersección con Turrúcares (Fotografía 3).



Fotografía 3. Izq.: Igimbrita de la Fm. Tiribí en el cauce del río Siquiares y su periferia inmediata. Se observan las columnas de enfriamiento. A la izquierda se ve sobreyacida por bloques de lava del depósito del Miembro Avalancha El Coyol, en margen izquierda del río. A la derecha, un detalle textural de la ignimbrita soldada, con escorias aplastadas.

2.1.1.2 MIEMBRO BERMÚDEZ

El Miembro Bermúdez de la Formación Barva está conformado por varias coladas de lavas blocosas que tienen formas de lenguas con direcciones hacia el SW, y conforman las lavas más basales y más distales del macizo del Barva (Bohnenberger, 1968; BGS & SENARA, 1985; Protti, 1986).

Afloran junto a la carretera Bernardo Soto al norte del aeropuerto Juan Santamaría (512850E - 220200N), en la plaza de San Francisco de La Guácima, en varios puntos alrededor de Ojo de Agua y San Rafael, hasta el suroeste en la quebrada Seca.

Son coladas de lavas andesíticas color negro a gris, de matriz afanítica, con vesículas fluidales, fenocristales de plagioclasa y piroxenos (< 3 mm de longitud) y algo de olivino. Las brechas del techo son visibles en algunos afloramientos, y presentan, algunas veces, meteorización tipo esferoidal.

Las lavas más basales son subyacidas por las ignimbritas de la Formación Tiribí y algunas tobas epiclásticas y piroclásticas que se incluyen en el mismo miembro. En el Tajo Pedregal, en San Antonio de Belén, fueron datadas en 270 ± 6 ka (P. Gans, 1999, en Pérez, 2000). Como son varias coladas, están separadas unas de otras por depósitos de cenizas y tobas de color café, de grano fino a medio, meteorizadas, con espesores variables métricos.

Existen unas tobas interlavas, que subyacen las lavas donde sale la naciente del Ojo de Agua, y sobreyacen a otra lava inferior, transicionalmente a brecha, pertenecen todas al Miembro Bermúdez. A continuación se ilustran estos miembros a través de diversas fotografías tomadas en el área de estudio:



Fotografía 4. Lavas del Miembro Bermúdez 100-150 m al noreste del Balneario foto superior izquierda, afloramiento en bloques sobreyacidos por tobas de hasta 3 m de espesor, fotos inferior izquierda e inferior derecha. Fábrica y textura fluidal, porfiríticas con plagioclasas y piroxenos, foto superior derecha.



Fotografía 5. Tobas interlavas, que subyacen las lavas donde sale la naciente del Ojo de Agua, y sobreyacen a otra lava inferior, transicionalmente a brecha, todos del Miembro Bermúdez. El espesor alcanza visiblemente 3 a 6 m.

2.1.1.3 MIEMBRO CARBONAL

Cerca de San Antonio de Belén y alrededores, las tobas del Miembro Carbonal cubren las lavas del Miembro Bermúdez en otros sectores se encuentran interdigitadas entre las lavas inferiores de la Unidad Lavas Bermúdez. Afloran en el río Segundo, al sur del aeropuerto Juan Santamaría y en la quebrada Seca, al norte de San Antonio de Belén.

Tienen espesores visibles mayores a 4 m y están altamente meteorizadas por lo que es difícil observar líticos o algún tipo de componente. Llegan a alcanzar espesores decamétricos, según algunos pozos, sobre las ignimbritas de Tiribí.

En los alrededores de Ojo de Agua, las lavas de donde brota la naciente afloran hacia el noreste, sobre la carretera que comunica con San Antonio (Fotografía 1), en donde los bloques superiores están sobreyacidos por una toba cinerítica de hasta 3 m de espesor, que alcanza 4,5 m en el pozo AB-249. La lava tiene unos 13 m de espesor. Hacia el este, sobre el camino, se corta la lava y las tobas, con espesores que van acrecentándose hacia el este, y pronto alcanzan de 10 a 14 m sobreyaciendo la lava.

Estas tobas son una serie compleja de cenizas sin niveles guías identificables, que provienen probablemente de los volcanes Barva, Irazú y quizás Turrialba y se han depositado a lo largo de un cuarto de millón de años. En términos generales, Protti (1986) las ha nominado como “Miembro Carbonal”, a todas aquellas cenizas que sobreyacen a las lavas del Miembro Bermúdez, pero que en realidad representan toda una serie diacrónica de cenizas y tobas y algunos epiclastos, cuya secuencia se complica conforme sube al macizo del Barva hacia el norte y noreste.

Del ojo en el balneario, hacia el lago y la periferia, afloran, subyaciendo a la colada, una serie de tobas cineríticas, lapílicas y brechas, que pasan luego a una brecha del techo de una colada subyacente. Las toba aparecen en la plaza, en las áreas de recreo, alrededor de lago, y las brechas en el canal principal que va haciendo luego el río La Fuente (Figura 3). Alcanzan espesores visibles de 3 – 6 m, y de casi 40 m en el pozo AB-1964. Estas son las tobas piro-epiclásticas basales mencionadas anteriormente. El mapa geológico local se presenta en la Figura 4.

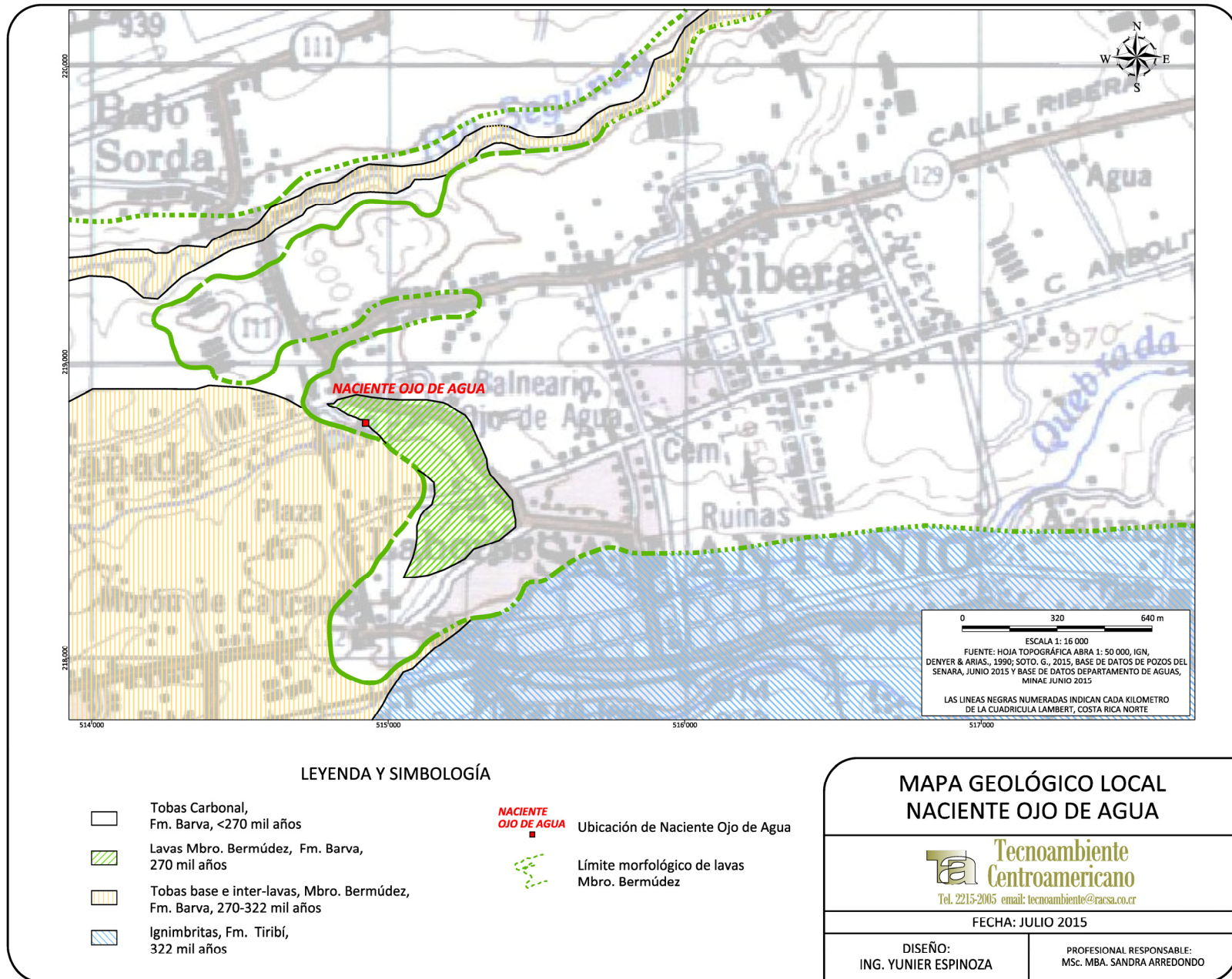


Figura 4. Mapa geológico.

3 HIDROGEOLOGÍA

3.1 NACIENTE OJO DE AGUA

En la zona de estudio se reportan una gran cantidad de pozos pero no todos captan en exclusiva el acuífero que descarga en el manantial Ojo de Agua, muchos de ellos captan mezcla y otros un acuífero profundo de mayor rendimiento en pozos individuales.

El acuífero que descarga en el manantial evaluado es el Barva Inferior, específicamente el albergado en el Miembro Bermúdez, que presenta flujo fisural porque discurre en lavas fracturadas y brechas volcánicas.

Este acuífero se encuentra cubierto en la mayor parte del área donde se localiza por tobas meteorizadas del Miembro Carbonal con espesores variables, en promedio de unos 15 m.

La descarga natural del acuífero ocurre a través de manantiales que se localizan en diversos sitios del Cantón de Belén y otras localidades, así como flujo base en el río Segundo y otros cursos menores de agua superficial, otra forma de descarga ocurre a través de bombeo en pozos individuales. La gradiente hidráulica presenta una dirección de flujo NE-SW y un valor de 0,138 en el sector analizado cercano a la descarga del manantial Ojo de Agua.

La transmisividad promedio se ha estimado en $400 \text{ m}^2/\text{día}$ y el coeficiente de almacenamiento en 0,10, a partir de estudios detallados como el de Gómez, A. 1987, sin embargo estos valores pueden cambiar en sectores específicos debido a que como se mencionó anteriormente, el flujo es fisural y puede tener mayores registros en sectores con mayor grado de fracturamiento.

El caudal de descarga registrado por el AyA es de 105 L/s (Anexo N° 1).

En el Anexo N° 2 se presenta la información de los Pozos registrados en SENARA y Dirección de Aguas del MINAE e información de las Concesiones de Agua registradas en la Dirección de Aguas del MINAE, que se localizan en la zona aledaña a la naciente Ojo de Agua.

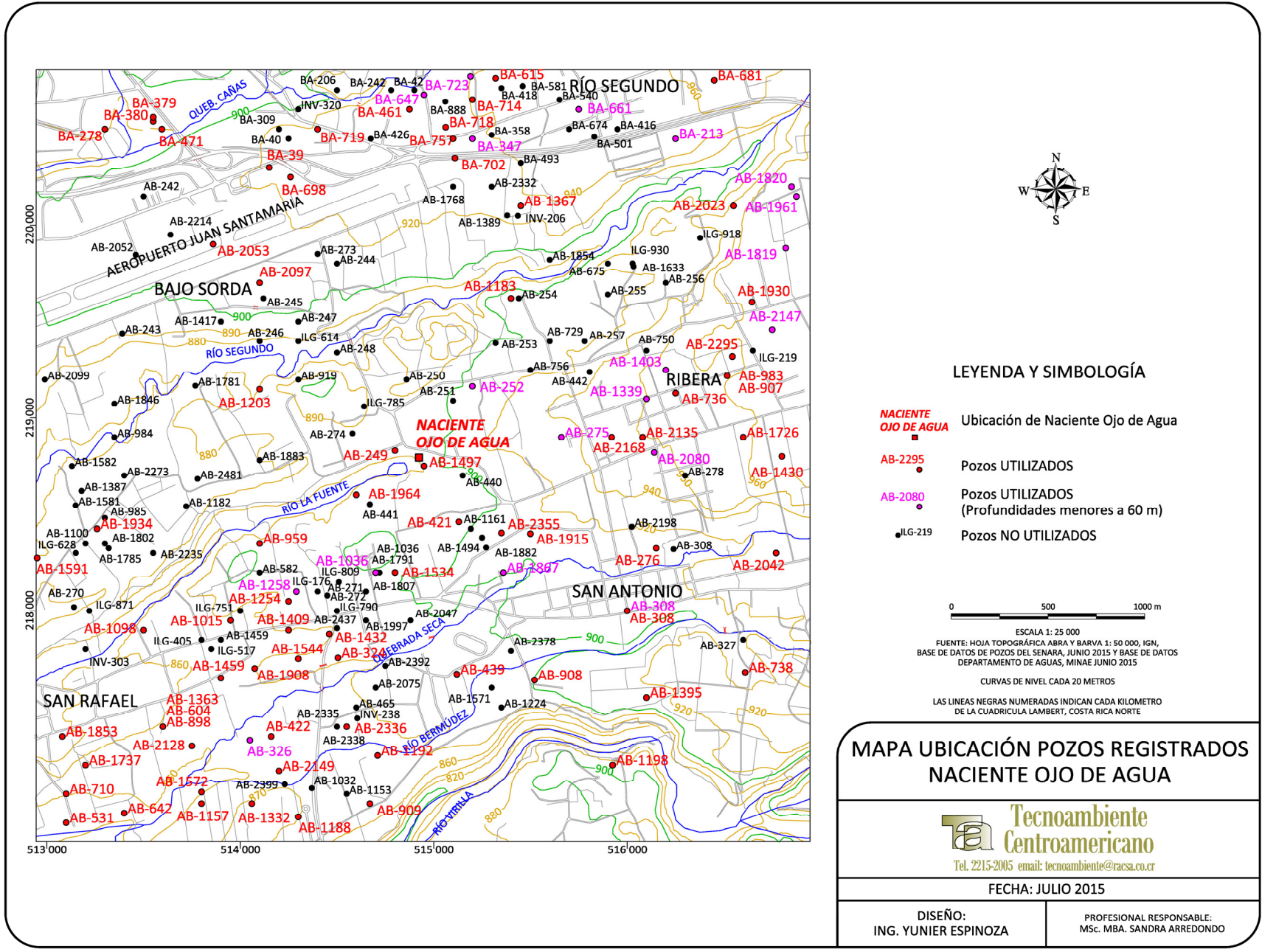


Figura 5. Mapa de ubicación de pozos.

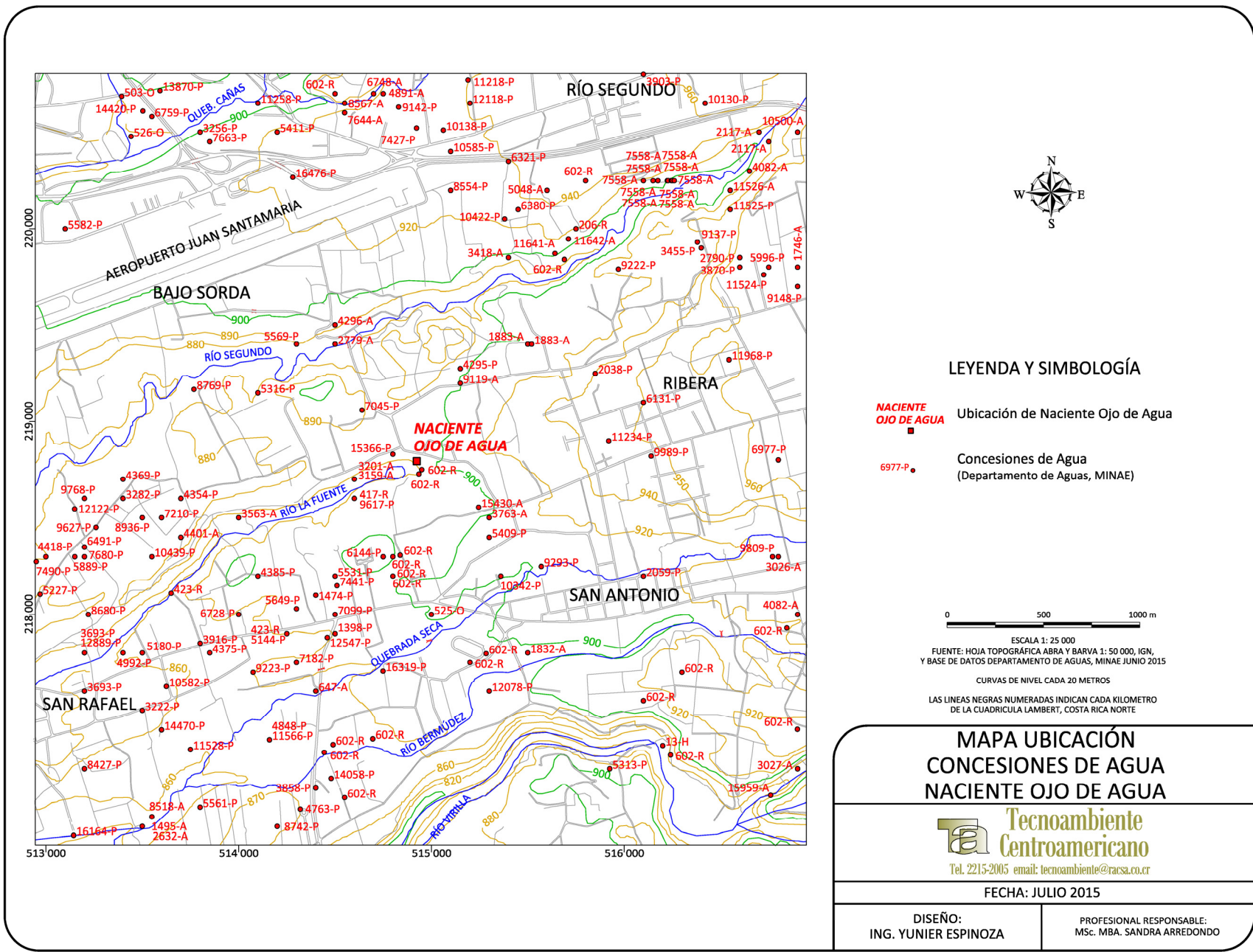


Figura 6. Mapa Ubicación Concesiones de Agua (Manantial Ojo de Agua, Anexo N° 2).

En la Figura 7, se presenta el mapa hidrogeológico elaborado a partir de los pozos que captan solo el acuífero Barva que es el que descarga en el manantial analizado, indicados en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2. Pozos registrados que captan solo el acuífero Barva

POZO	ESTE (m)	NORTE (m)	PROPIETARIO	PROF. (m)	NF (m)	Q. PRUEB (L/s)	Q. REC (L/s)	USO	LITOLOGÍA
AB-1367	515 450	220 100	Concreteira nacional s.a	28.00	16.00	4.00	5.00	Industrial	0,00-6,00 arcilla/ 6,00-9,00 brecha lavica/ 9,00-23,00 nucleo de lava/ 23,00-28,00 brecha inferior/ 28,00
AB-326	514 050	217 330	Senara aguasub	30.94	20.51	ND	ND	Domestico	0,00-2,70 suelo/ 2,70-6,40 suelo arcilloso/ 6,40-7,60 toba/ 7,60-8,50 toba idem/ 8,50-11,00 toba soldada/ 11,00-21,90 toba idem / 21,90-28,40 cenizas calcinadas / 28,40-30,20 cenizas idem/ 30,20
AB-1403	516 200	219 250	Joan carlos ch.	32.00	ND	0.50	ND	Domestico	0,00-8,00 cenizas / 8,00-14,00 formación barva / 14,00-16,00 lava andesitica / 18,00-30,5 lava andesitica / 30,5-32,00 brecha lavica
AB-252	515 200	219 165	Antonio lahmann	36.00	7.42	0.44	ND	Riego	0,00-9,12 arcilla / 9,12-21,33 toba café / 21,33-24,38 toba la pillitica / 24,38-33,62 toba la pillitica / 33,62-51,81 toba compacta
AB-275	515 660	218 900	Club español	36.00	2.03	0.00	ND	Turistico	0,00-9,90 arcilla café claro poca plasticidad y coherencia impermeable / 9,90-13,90 toba lapillitica café-rojizo compacta impermeable / 13,90-36,60 escoria lavica gris claro permeabilidad primaria
AB-1339	516 100	219 100	Junta educ. Fidel tristan	38.00	24.00	3.00	ND	Domestico	0,00-10,00 arcilla plastica/ 10,00-18,00 brecha lavica/ 18,00-35,00 lava andesitica/ 35,00,
AB-1258	514 290	218 100	Vicabell, s.a.	40.00	20.00	1.00	ND	Domestico	0,00-10,00 arcilla / 10,00-26,00 lava / 26,00-38,00 brecha lavica / 38,00-40,00 arcilla / 40,00
AB-1867	515 360	218 200	Luis a. Murillo murillo	40.00	30.70	2.50	ND	Riego	0,00-2,00 arcilla color gris / 2,00-4,00 lahares con bulder / 4,00-15,00 arcillas color café / 15,00-30,00 lavas formacion barba sin agua / 30,00-33,00 lavas formacion barba muy limpia / a33,00-34,00 cenizas volcánicas / 34,00-40,00 lavas formacion barba / 40,00

Informe de la Contratación Directa N° 2015CDS-00021-PRI, AYA

AB-308	516 000	218 000	Ande	42.67	ND	0.50	ND	Domestico	0,00-12,00 colado lava / 12,00-15,00 arcilla / 15,00-42,67 brecha lavica
BA-661	515750	220600	Jose r. Traube zamora	45.00	19	1	ND	Domestico	0,00-10,00 arcilla impermeable / 10,00-21,00 lava suave / 21,00-23,00 lava densa / 23,00-45,00 lavas brechosas / 45,00
AB-2053	513 860	219 900	Agi dirección aviacion civil	50.00	25.00	ND	ND	Otros usos	0,00-10,00 material arcilloso / 10,00-34,00 lava sana / 34,00-38,00 toba / 38,00-45,00 lava escoriacea
AB-1036	514 700	218 200	Orden de frailes - coventuale	50.00	27.00	1.90	ND	Domestico	0,00-10,00 ceniza volcanica / 10,00-25,00 toba / 25,00-35,00 toba soldada / 35,00-40,00 lava fracturada / 40,00-50,00 toba soldada /50,00
BA-647	514950	220675	Fundacion servicio flores	50.00	7.6	0.5	ND	Domestico	0,00-4,00 suelo arcilloso / 4,00-16,00 toba limosa / 16,00-50,00 lava brechosa / 50,00
BA-723	515190	220770	Orlando guier serrano	50.00	13	2	ND	Domestico	0,00-12,00 arcilla compuesta por matriz areno arcillosa / 12,00-50,00 tobas en tramos limoso arenoso / 50,00
BA-347	515200	220450	Asoc. Ing. Mopt	50.00	34.04	0.5	ND	Domestico	0,00-15,00 toba / 15,00-21,00 lava / 21,00-30,00 lava / 30,00-38,00 lava / 38,00-40,00 lava / 40,00-44,00 lava / 44,00-52,00 toba
BA-681	516450	220750	Inmobiliaria pococi s.a	50.00	35	2.4	ND	Riego	0,00-18,00 material tobaceo/ 18,00-21,00 material color gris se trata de lava brechosa/ 21,00-50,00 lava/ 50,00
BA-213	516250	220450	Construflex, s.a.	53.00	11.38	ND	12	Industrial	0,00-14,00 suelo / 14,00-19,00 toba / 19,00-26,00 toba / 26,00-28,00 toba / 28,00-31,00 lava / 31,00-35,00 toba / 35,00-37,00 lava / 37,00-53,00 toba
AB-2147	516 750	219 460	Luis g. Carmona solano	53.00	29.00	2.52	ND	Domestico	0,00-13,00 arcillas y bloques andesiticos englobados en matriz arcillos/13,00-23,50 tobas liticas arcillosa/23,00-43,10 lavas alteradas y brecha rojiza/43,50-53,10 tobas cenicientas/53,10,
AB-2080	516 140	218 820	Oscar chaves villalobos	54.00	25.00	3.15	ND	Riego	0,00-10,00 arcilla café/10,00-18,00 arcillas con bloques andesiticos/18,00-33,00 lavas masivas/33,00-34,00 arcillas color rojo/34,00-54,00 lava andesitico-basalticos/54,00,

Informe de la Contratación Directa N° 2015CDS-00021-PRI, AYA

AB-1395	516 100	217 550	A y a	57.00	ND	ND	ND	Abast.publico	0,00-8,00 toba meteorizada/ 8,00-34,00 toba e ignimbrita fm. Tiribi/ 34,00-56,00 lava sana. Colima superior/ 56,00,
AB-2135	516 080	218 900	Corp.obispo igl.jesus u dias	60.00	18.00	2.00	ND	Domestico	0,00-6,00 matriz de arcillas/6,00-60,00 lavas frescas/ 60,00,
AB-1819	516 820	219 880	Componentes intel de c.r.	60.00	25.00	ND	ND	Otros usos	0,00-12,00 suelo arcilla/ 12,00-16,00 arcilla/ 16,00-19,00 brecha lavica /19,00-20,00lava densa/20,00-22,00brecha lavica con arcilla/ 22,00-36,00 lava dura/ 36,00-39,00 paleosuelo/ 39,00-55,00 brecha lavica/ 55,00-60,00 ignimbrita/ 60,00 ,
AB-1820	516 850	220 200	Componentes intel de c.r.	60.00	26.00	ND	ND	Otros usos	0,00-15,00 suelo arcillos/15,00-20,00 brecha lavica/ 20,00-36,00 lava densa / 36,00-55,00 brecha lavica/ 55,00-60,00 ignimbrita/ 60,00,
AB-1961	516 875	220 150	Componentes intel de c.r.	60.00	23.40	1.50	ND	Otros usos	0,00-15,00 tobas m carbonal/ 15,00-20,00 brecha lavica/20,00-38,00 lava/ 38,00-52,00 brecha lavica/ 52,00-60,00 ignimbrita/ 60,00,
AB-1234	517 324	219 635	Asociación de desarrollo la rivera	45.00	28.00	4.00	4.00	Domestico	0-5 arcillas / 5-31 brecha lávica / 31-55 lava densa / 35-45 brecha lávica rojiza inferior

ND: no hay dato

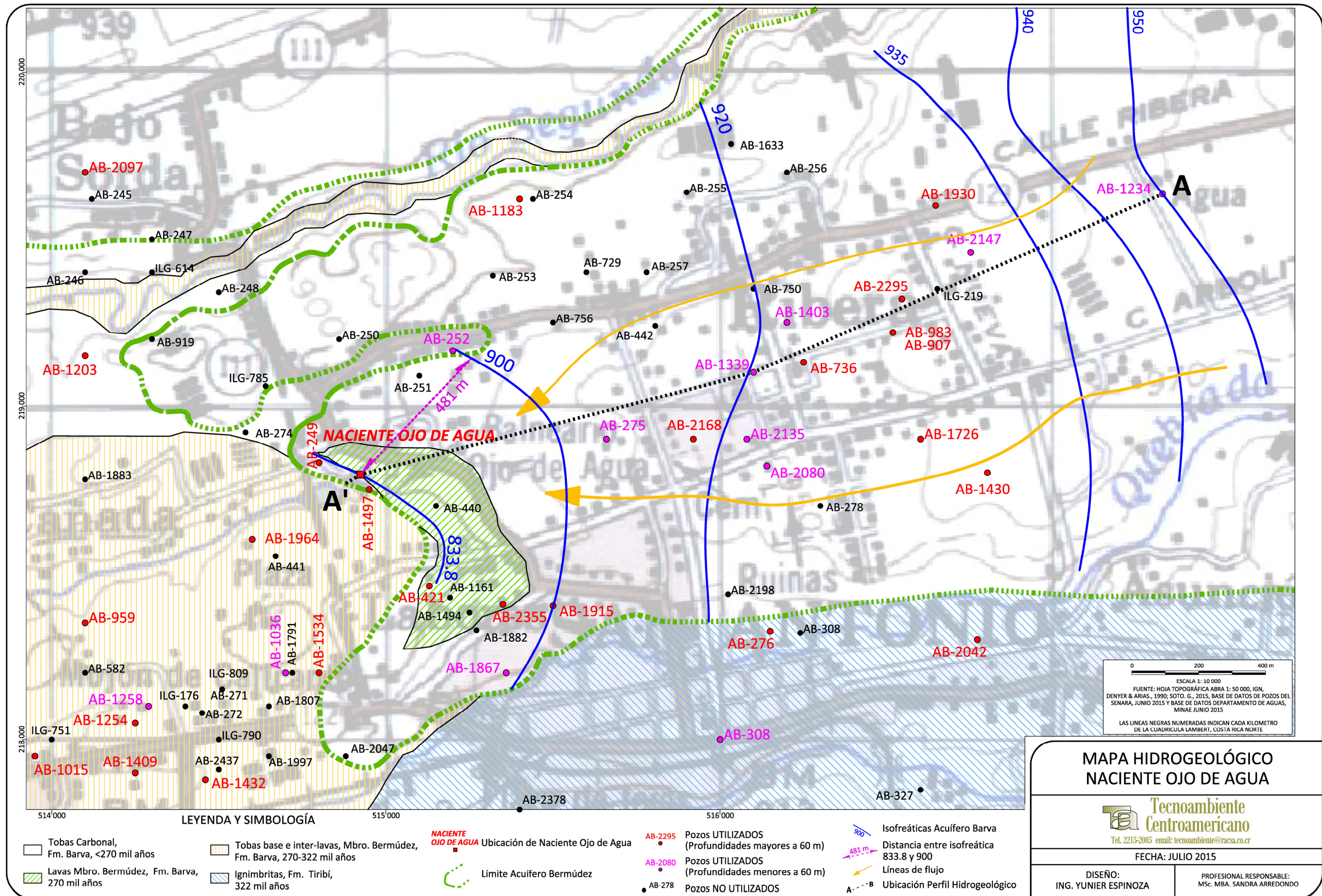


Figura 7. Mapa hidrogeológico de la zona.

**MAPA HIDROGEOLÓGICO
NACIENTE OJO DE AGUA**

**Tecnoambiente
Centroamericano**
Tel. 2215-2005 email: tecnoambiente@rascas.co.cr

FECHA: JULIO 2015

DISEÑO:
ING. YUNIER ESPINOZA

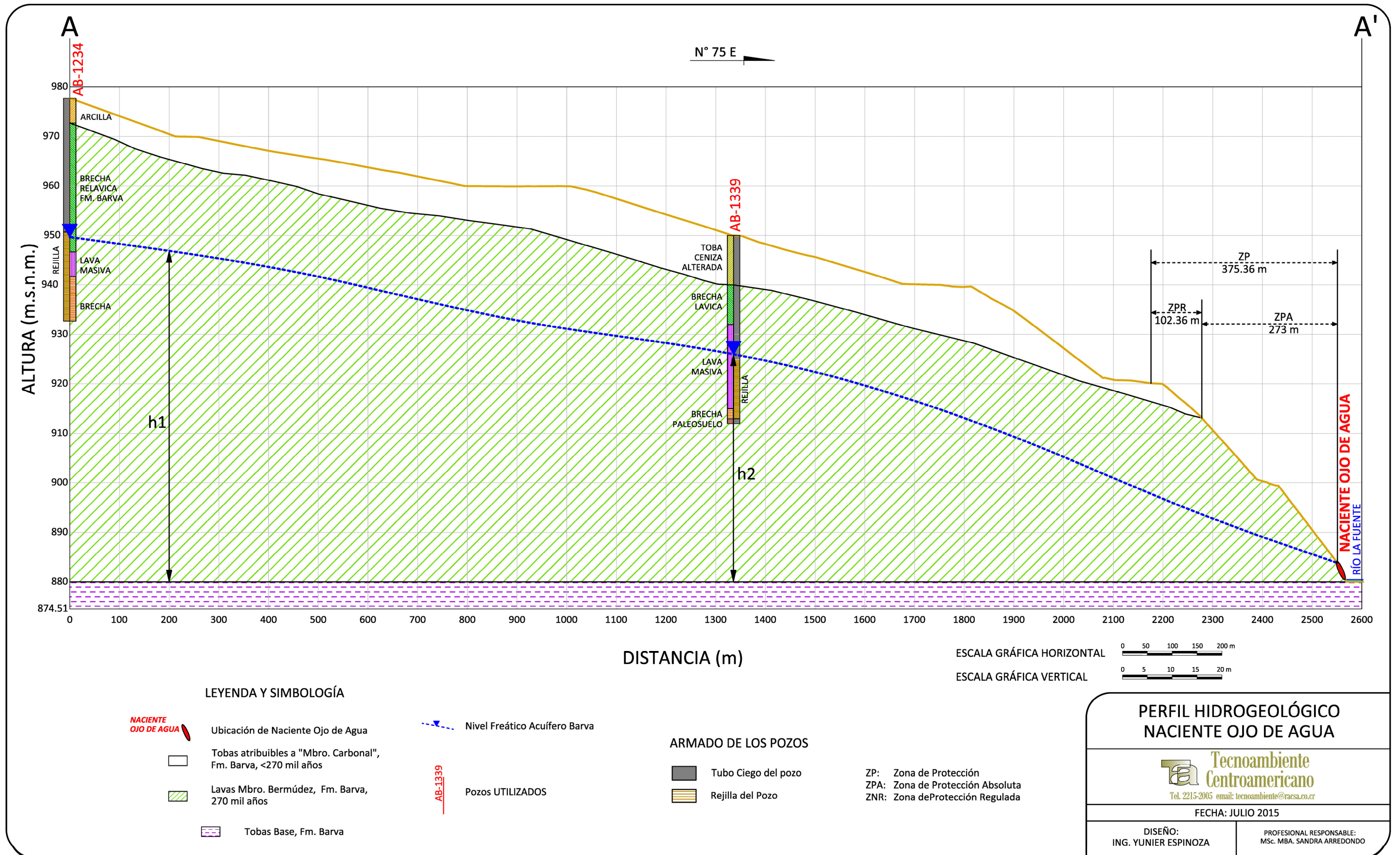
PROFESIONAL RESPONSABLE:
MSc. MBA. SANDRA ARREDONDO

La delimitación de las isofreáticas en el acuífero Ojo de Agua consideró los siguientes criterios técnicos:

- a. Es un acuífero libre pero cubierto por las tobas del Miembro Carbonal en la mayor parte de su extensión.
- b. Se albergan en coladas de lavas que modelan la topografía de la zona.
- c. Existen pozos que solo captan este acuífero que es el más somero de la zona ya que también hay dos acuíferos más profundo y la mayoría de los pozos captan mezcla o a los acuíferos más profundos que son más productores en pozos individuales.
- d. Los acuíferos libres que se albergan en grupos de coladas de lavas mantienen la dirección de flujo y la superficie freática con base en la topografía actual.

A partir de estos criterios, las curvas isofreáticas fueron delimitadas el acuífero tomando en cuenta todos los criterios técnicos indicados anteriormente y además la altura del nivel de la naciente Ojo de Agua, con el fin de contar con la mayor cantidad de puntos de nivel de agua subterránea y considerando la topografía actual (Figura 7).

Con base en ello, se elaboró el perfil hidrogeológico (Figura 8), tomando en cuenta la delimitación del contacto entre las coladas de lava y el acuitardo a partir del mapeo de campo.





4 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS


4.1 NACIENTE OJO DE AGUA

Con el fin de realizar el análisis de las zonas de protección para la naciente o manantial Ojo de Agua, se realizaron varias actividades de campo que incluye el muestreo de suelos en tres sitios que se localizan, uno a la par de la naciente y otros dos separados una distancia de 100 m entre sí, con el fin de obtener en el laboratorio de suelos del INTA, el valor de porosidad, por otro lado, se ejecutaron tres pruebas de permeabilidad en los mismos puntos en que se muestrearon los suelos.

Los resultados de los análisis de suelos del INTA se presentan en el Anexo N° 3, y el análisis de las pruebas de permeabilidad ejecutas por el método de Porchet en el Anexo N° 4.

Cuadro N° 3. Resumen Pruebas de Permeabilidad para el sector de Ojo de Agua

PUNTO	MUESTRA	POROSIDAD (%)	PERMEABILIDAD (m/d)	ESTE (m)	NORTE (m)	FOTO
22 - OJO DE AGUA	22-1	45.97	0.00	514899	218823	
22 - OJO DE AGUA	22-2	47.09	0.43	515095	218950	

22 - OJO DE AGUA	22-3	50.00	0.00	514975	218933	
------------------	------	-------	------	--------	--------	--

En el Cuadro N° 4, se presentan los resultados de las pruebas de porosidad obtenidas in situ y en el Cuadro N° 5, los resultados de campo de las pruebas de permeabilidad ejecutadas.

Cuadro N° 4. Resultados de porosidad (Laboratorio INTA)

N° Muestra	Porosidad (%)
22-1	45,97
22-2	47,09
22-3	50,00
Promedio	47,68

Cuadro N° 5. Resultados de permeabilidad (método Porchet)

N° Punto	Permeabilidad (m/d)
22-1	0,00
22-2	0,43
22-3	0,00
Promedio	0,14

En la Figura 9 se ubican las pruebas de permeabilidad realizadas.

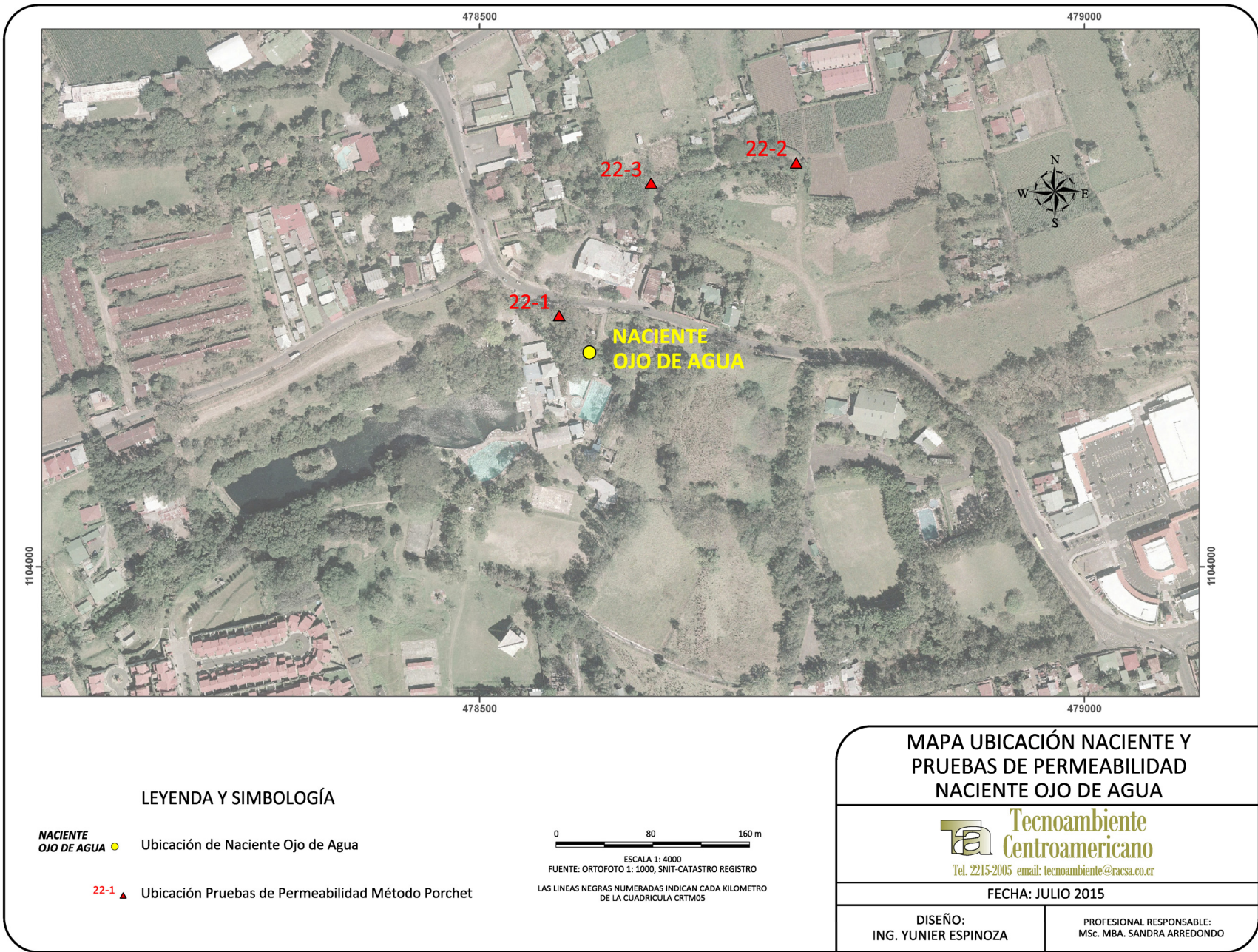


Figura 9. Ubicación de las pruebas de permeabilidad realizadas.

5 MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

El acuífero que descarga en el manantial Ojo de Agua es el acuífero Barva Inferior o Bermúdez que presenta un flujo fisural con rumbo noreste-suroeste, una gradiente en el sector de la naciente de 0,138 y según el pozo cercano denominado AB-1234, reporta una transmisividad de 1050 m²/día.

El espesor saturado estimado con base en el perfil hidrogeológico de la Figura 8 es de unos 17 m por lo que la permeabilidad obtenida a partir de la fórmula de la transmisividad es de: $T = k \cdot b$; $k = T/b$; $k = 61,765$ m/d.

Este acuífero se encuentra cubierto por una capa de cenizas meteorizadas que conforman las tobas Carbonal que en las cercanías del brote del manantial se promedian en unos 10 m de espesor, sin embargo este espesor se adelgaza hasta desaparecer aproximadamente a unos 375 m antes del brote del manantial.

6 ZONAS DE PROTECCIÓN DE LAS NACIENTES

6.1 NACIENTE OJO DE AGUA

6.1.1 MÉTODO DE TIEMPO DE TRÁNSITO DE DEGRADACIÓN DE BACTERIAS

Se utiliza la fórmula hidráulica de Darcy que estipula lo siguiente:

$$Q = T i L$$

Dónde:

- Q: caudal de descarga del manantial Ojo de Agua dado por el AyA (105 L/s) que equivale a 9072 m³/día.
- T: transmisividad del acuífero, según pozo AB-1234 en 1050 m²/d. Este pozo fue seleccionado debido a que presenta condiciones más similares a las encontradas en el mapeo geológico de la naciente, esto por cuanto en el sector de la naciente se presenta en mayor grado la existencia de brecha lávica, lo mismo ocurre en el sector donde se ubica la rejilla de este pozo, no así en otros donde la rejilla está ubicada en mayor grado frente al centro de la colada que es masiva más que brechosa.
- i: gradiente hidráulica en el sector de la celda de cálculo ($i = 0,138$).
- L: ancho de la celda de análisis, es lo que se calcula.

Para el cálculo del caudal de la zona de influencia o área de captura de la naciente, se han tomado las siguientes consideraciones:

Para el cálculo del caudal de la zona de influencia o área de captura de la naciente, se han tomado las siguientes consideraciones:

El ancho de tubo de flujo se obtiene a partir de la fórmula de Darcy indicada anteriormente:

$$L = Q/Ti$$

T= para el acuífero Barva Inferior, obtenida a partir del pozo AB-1234, que se localiza cercano a la naciente, tiene un valor 1050 m²/día.

La i = calculada para la zona de análisis de la naciente Ojo de Agua es de: 0,138 (66,2 m de diferencia de altitud entre las isofreáticas 900 a la 833,8 m.s.n.m que es la altura de la naciente y la distancia entre ellas es de 481 m).

El ancho del tubo de flujo es de:

- $L = 9072 / (1050 * 0,138)$
- **L = 62,78 m**

6.1.1.1 ZONA NO SATURADA EN EL MIEMBRO CARBONAL QUE CUBRE A LAS LAVAS BERMÚDEZ

Considerando que el tiempo de residencia máxima de bacterias patógenas para flujos fisurados es de 100 días, se calcula el tiempo de tránsito para la zona no saturada de la siguiente forma:

$$t = (b * \theta) / k$$

Donde

- b : es el espesor de la zona no saturada del Miembro Carbonal que cubre las lavas fisuradas en el sector donde se ubica el pozo AB-1234 que es de 5 m.
- θ : es la porosidad media del miembro Carbonal obtenido en el laboratorio del INTA en este caso es de 47,68 %.
- K = es la permeabilidad de la zona no saturada y con base en las pruebas de Porchet realizadas es de 0,14 m/d.

Entonces se tiene que:

$$t = (5 * 0,4768) / 0,14$$

$$t = 17,03 \text{ días}$$

6.1.1.2 ZONA NO SATURADA EN LAS LAVAS DEL MIEMBRO BERMÚDEZ

Se calcula el tiempo de tránsito para la zona no saturada en las lavas de la siguiente forma:

$$t = (b * \theta) / k$$

Donde

- b: es el espesor de la zona no saturada del Miembro Bermúdez que alberga al acuífero Barva en el sector donde se ubica el pozo AB-1234 que es de 23 m (por cuanto la NF se encuentra a 28 m de profundidad y el techo de la Brecha Lávica rojiza que es lo mismo que el piso de la capa de arcilla semiplástica es de 5 m, ver Perfil Hidrogeológico de la Figura 8 o descripción del pozo AB-1234 en el Anexo 2).
- θ : es la porosidad media del miembro Bermúdez (Ellis, A. 1983) es de 10 %.
- K= es la permeabilidad de la zona saturada y con base en la prueba de bombeo realizada para el pozo AB-1234 (Anexo N° 2) que reporta una T= 1050 m²/d, siendo el espesor saturado en este pozo de 17 m (45m (prof pozo) -28m (NF)), la K=61,765 m/d.

Entonces se tiene que:

$$t = (17 * 0,10) / 61,76$$

$$t = 0,03 \text{ días}$$

El tiempo total vertical en la zona no saturada es de: 17,06 días.

6.1.1.3 ZONA SATURADA EN LAS LAVAS DEL MIEMBRO BERMÚDEZ

Como el tiempo tránsito para medios fisurados se ha estimado en 100 días (Lewis, Foster y Drassar, 1992 en Rodríguez, H, 1994), se calculará el tiempo de tránsito en la zona saturada para eliminar las bacterias y conocer la zona de protección absoluta de la naciente Ojo de Agua, tomando en cuenta la diferencia entre 100 menos 17,06 días, siendo el tiempo restante de 82,94 días

La fórmula de Darcy establecida para este cálculo es:

$$t = (d * \theta) / (k * i)$$

De la fórmula se despeja “d”:

$$d = (t * k * i) / \theta$$

Donde:

- t= tiempo restante para alcanzar el tiempo máximo de vida de las bacterias en medios anóxicos que es de 82,94 días.
- K= permeabilidad del acuífero, 61,765 m/día ya definido anteriormente.
- i= gradiente del acuífero para el sector de la naciente, i= 0,138.
- θ = porosidad del acuífero lávico (Ellis,A. 1983) 10%.

Entonces:

$$d = (82,94 * 61,765 * 0,138) / 0,10$$

$$d = 7069,44 \text{ m}$$

La distancia de la zona de protección de la Naciente Ojo de Agua con base en el método de bacterias es de: 7069,44 m.

6.1.2 MÉTODO DEL RADIO FIJO

Se aplica la fórmula establecida en las metodologías publicadas en la Gaceta, específicamente en el artículo 11, se define la fórmula para la zona de protección de pozos tomando en cuenta la zona de captura con base en la ecuación analítica de Darcy, a partir del siguiente planteamiento:

$$r = (Qt / \pi * n * b)^{0,5} \text{ (fórmula F-1)}$$

Donde:

- Q= caudal de la naciente que en este caso es de 105 L/seg que equivale a 9072 m³/d.
- t= tiempo restante para alcanzar el tiempo máximo de vida de las bacterias en medios anóxicos que es de 82,94 días, (100 menos 17,06 días = 82,94).
- n= porosidad de las rocas que albergan al acuífero (con base en Ellis, A, 1983, quien realizó varios estudios y pruebas de laboratorio para obtener varios parámetros hidráulicos de las rocas que albergan a los acuíferos del Valle Central y sus acuitardos, se obtuvo un valor de porosidad para las lavas de 10%.)
- b= espesor saturado promedio del acuífero a la altura del pozo AB-1234 es estima en 17 m.

Entonces:

$$r = ((9072 * 82,94 / \pi * 0.1 * 17)^{0,5}) \quad r = 375,36 \text{ m}$$

La distancia de la zona de protección por el método del radio fijo es 375,36 m.

6.1.3 MÉTODO DE GRUBB

Para utilizar el método de Grubb (1993), se aplica la siguiente fórmula:

$$Y_{\max} = Q L / (k(h_1^2 - h_2^2))$$

Donde:

Q= caudal de la naciente que en este caso es de 105 L/seg que equivale a 9072 m³/d.

L= distancia entre h1 y h2, es 1135,411 m.

K= permeabilidad del acuífero, 61.7 m/día ya definido anteriormente.

h1= 66,894 m

h2= 45,960 m

Entonces:

$$Y = 9072 * / (61,765 * (66,894^2 - 45,960^2))$$

Y=70,59 m

En el Cuadro N° 6, se presenta el resumen de las zonas de protección obtenidos por diferentes métodos:

Cuadro N° 6. Zonas de protección

MÉTODO	ZONA DE PROTECCIÓN ABSOLUTA
Tiempo de tránsito de degradación de bacterias	7069,44
Radio fijo	375,36

El ancho de la zona de captura definido por el método de Grubb, para la naciente es de:

Cuadro N° 7. Ancho de Captura Método de Grubb

Naciente	Valor calculado Y max= (m)	Ancho total Y*2= Ancho total máximo por Grubb (m)
Ojo de Agua	70,59	141,181

El ancho de la zona de captura definido por el método de Darcy, para la naciente es de:

Cuadro N° 8. Ancho de Captura Método de Darcy

Naciente	L (ancho del tubo de flujo) (m)
Ojo de Agua	62,78

Con base en el análisis realizado, se considera que la zona de protección recomendada para el manantial Ojo de agua es un ancho de la zona de captura de 62,78 m y una zona de protección inmediata de 375,36 m, obtenido por el método del radio fijo.

Sin embargo, como las lavas que albergan al acuífero no tiene cobertura de la capa de Carbonal en unos 273 m desde el brote hacia gradiente arriba (ver perfil hidrogeológico de la Figura 8), se define este sector como la zona de protección absoluta, y la diferencia entre 375,36 menos 273, que es 102,36 m, medidos a partir del límite de la zona de protección absoluta, es definida como la zona de protección regulada.

Adicionalmente, con base en la geología de campo levantada se recomienda mantener una zona de 15 m aguas arriba del brote como área operativa, según Foster et al, 2003, y aguas abajo una distancia de 5 m a partir del mapeo de campo realizado, como medida preventiva. En la Figura 10 y Figura 11 se presenta gráficamente la zona de protección.

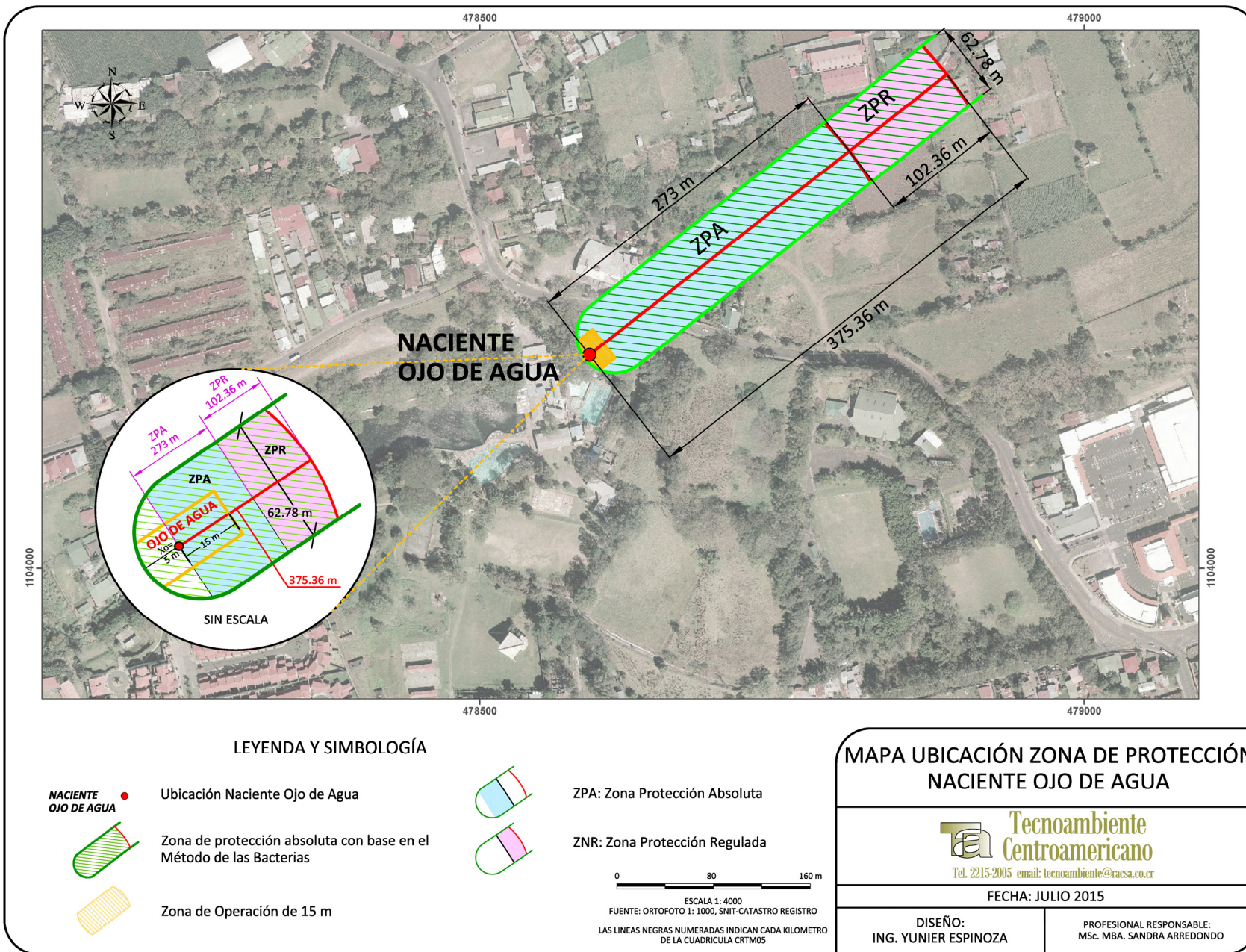


Figura 10. Mapa con la zona de protección de la naciente Ojo de Agua, ortofoto.

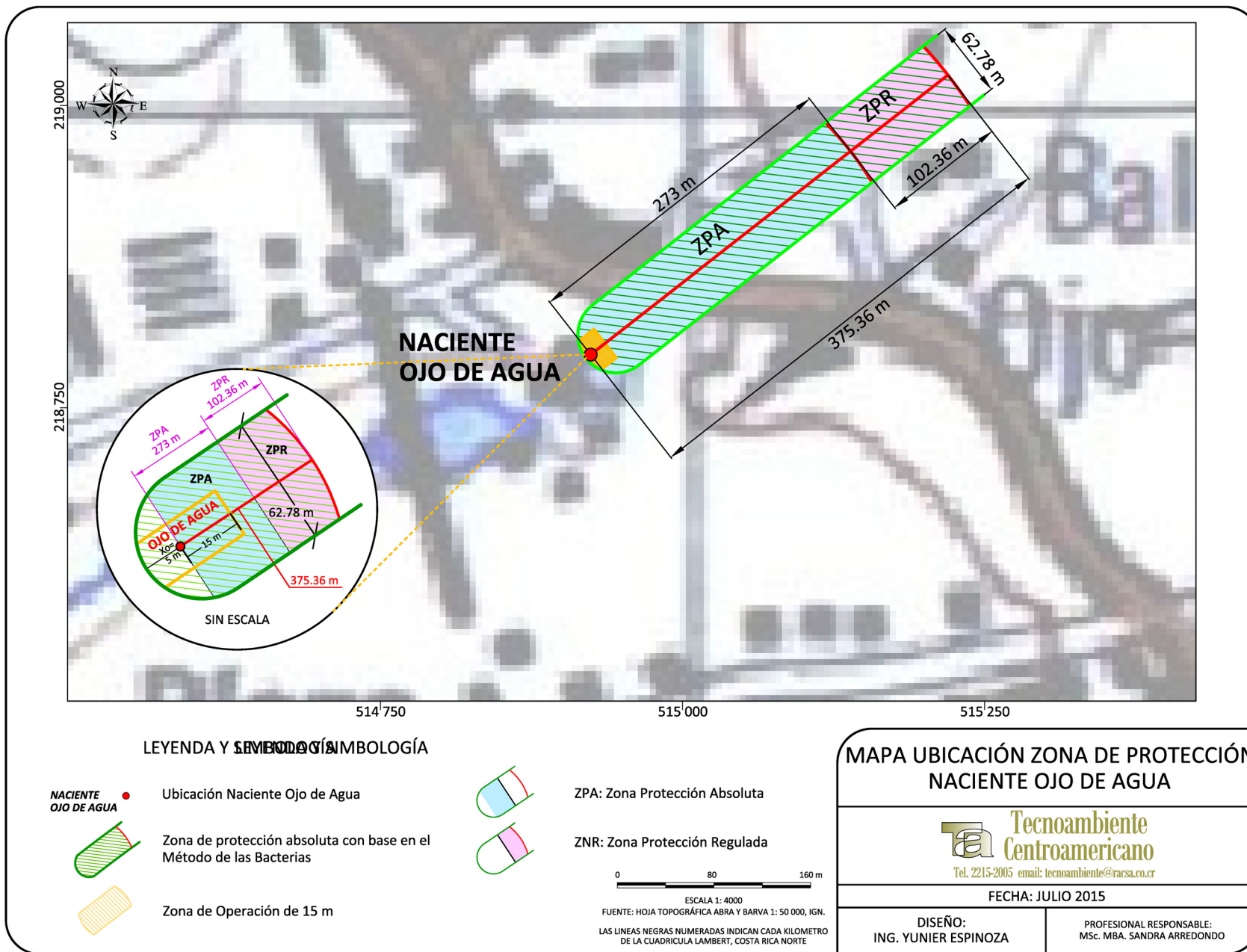


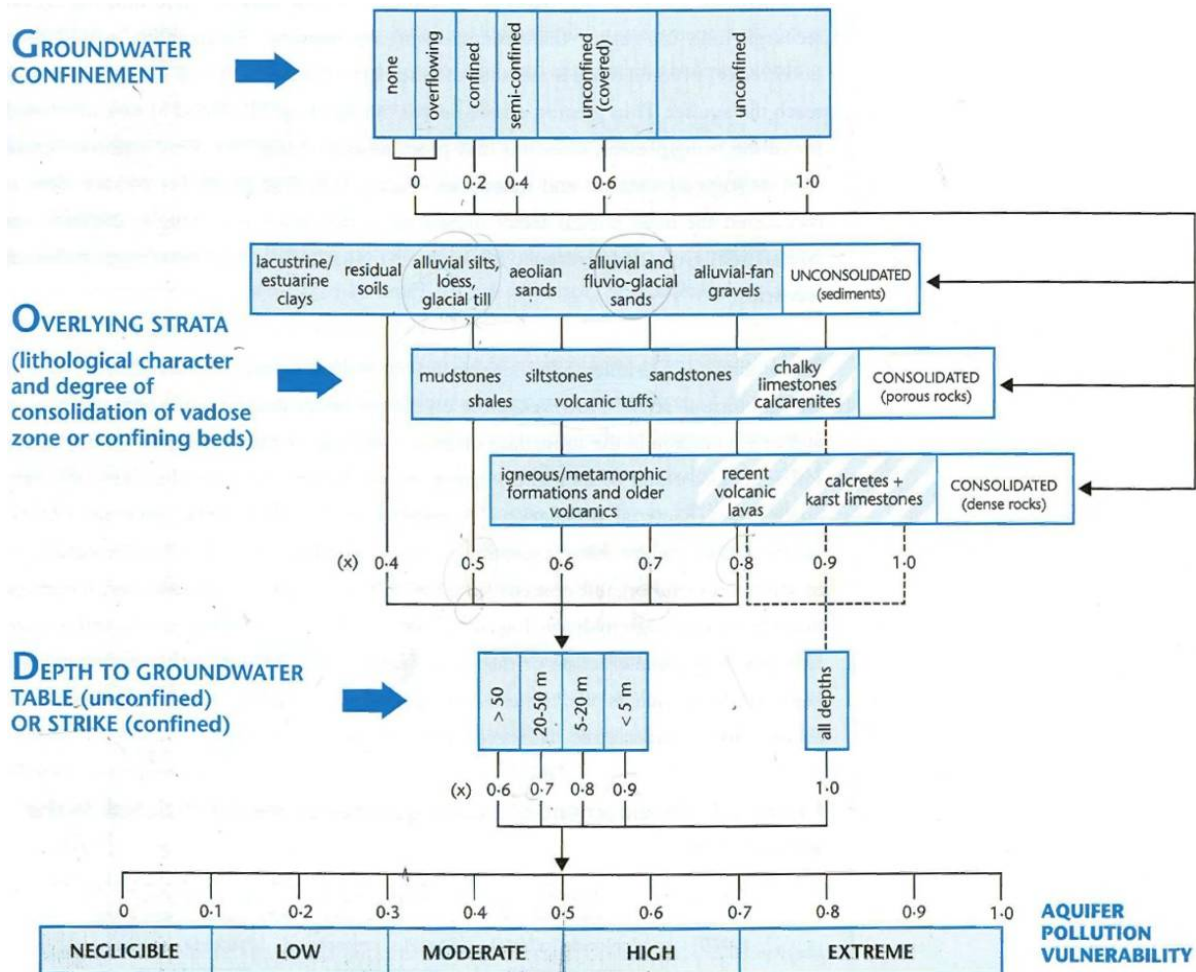
Figura 11. Mapa con la zona de protección de la naciente Ojo de Agua.

7 CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LA FUENTE

En el Anexo N° 5 se adjuntan los resultados físico químicos y bacteriológicos que hay disponibles en el Laboratorio Nacional de Aguas del AYA, de los últimos reportes presentados se puede concluir que la condición de calidad del agua en la actualidad es muy buena en la naciente Ojo de Agua, no obstante es recomendable realizar muestreos para análisis por lo menos semestrales, tanto físico-químicos como bacteriológicos ya que en las ortofotos de las nacientes evaluadas se observa una extensión del uso del suelo agrícola y crecimiento urbanístico para la zona de Ojo de Agua, no existiendo por el momento alcantarillado sanitario en la zona, se debe mantener el control y monitoreo de las fuentes tanto en cantidad como en calidad.

8 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD CON EL MÉTODO GOD

A continuación se presenta el análisis, para determinar su condición de vulnerabilidad siguiendo el método GOD (Figura 12).



Fuente: Foster, et al, 2002.

Figura 12. Diagrama determinación de vulnerabilidad acuífera

8.1 ACUÍFERO VOLCÁNICO FISURADO EN LAVAS BARVA SIN COBERTURA DE TOBAS CARBONAL (NACIENTE OJO DE AGUA)

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento	No confinado	1	Alto
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Tobas	0.6	
Profundidad del nivel freático (promedio de los niveles que no reportan alguna condición de confinamiento)	<5	0.9	
Evaluación de vulnerabilidad	0.54		

8.2 ACUÍFERO VOLCÁNICO FISURADO EN LAVAS BARVA CON COBERTURA DE TOBAS CARBONAL (NACIENTE OJO DE AGUA)

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento	No confinado cubierto	0.6	Moderado
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Lavas	0.8	
Profundidad del nivel freático (promedio de los niveles que no reportan alguna condición de confinamiento)	<5	0.9	
Evaluación de vulnerabilidad	0.432		

Con base en el análisis realizado, se concluye que la zona de influencia de la naciente Ojo de Agua, presenta una vulnerabilidad alta para el área donde no hay cobertura de Tobas Carbonal y a partir de donde las lavas aparecen cubiertas por las tobas, la vulnerabilidad es moderada el límite entre las dos ha sido trazado con base en el contacto geológico y límite donde encuentran las tobas sobreyaciendo a las lavas Bermúdez de la Formación Barva.

En la Figura 13, se presenta el mapa de vulnerabilidad acuífera de la zona, donde se puede observar que la zona de vulnerabilidad alta presenta una forma irregular, debido a que el criterio para definir el límite con la zona de moderada vulnerabilidad es meramente geológico como se indicó anteriormente, o sea, con base en la forma del contacto geológico entre Carbonal y las lavas.

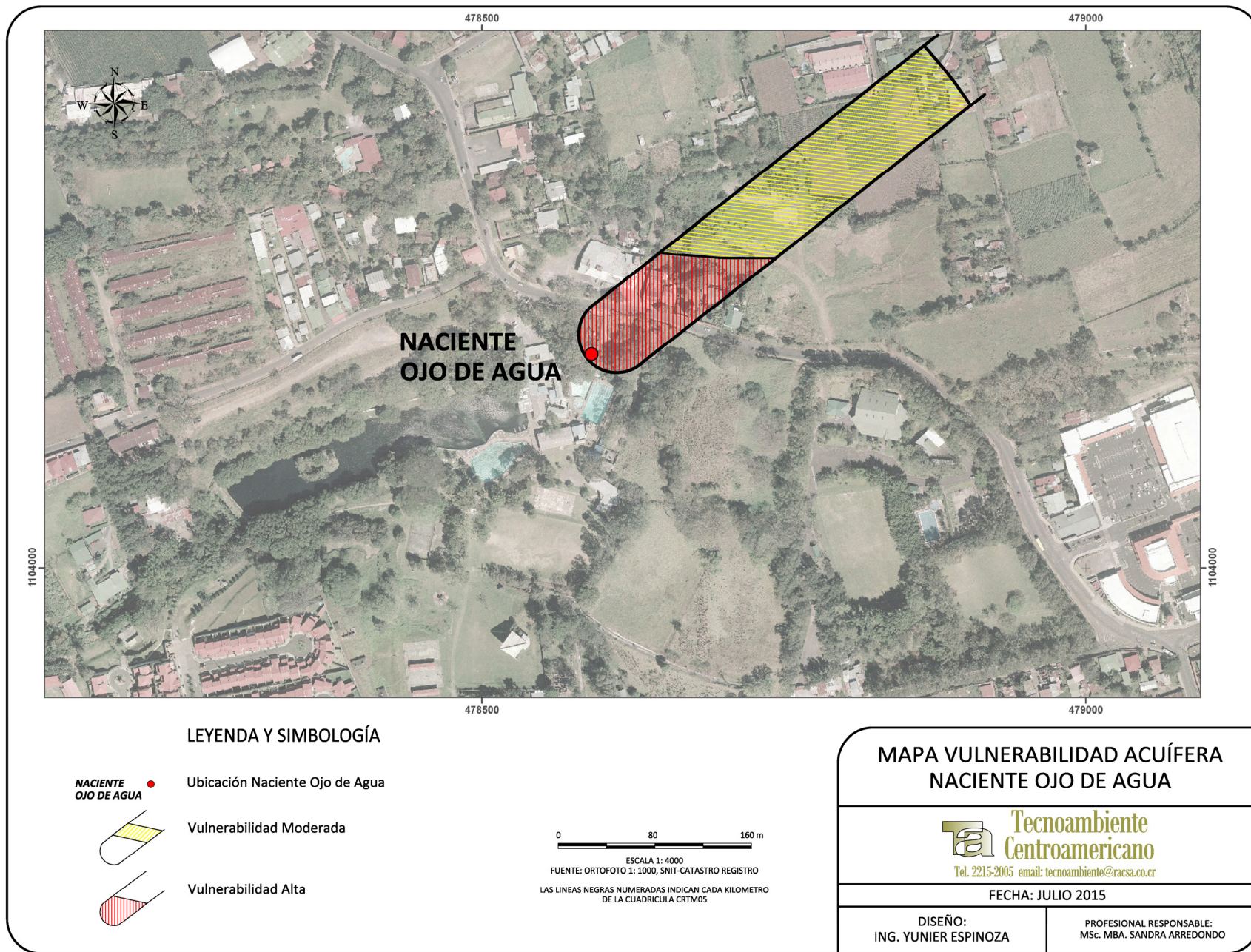


Figura 13. Mapa de vulnerabilidad Naciente Ojo de Agua.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que en la zona del manantial Ojo de Agua descarga al acuífero Barva Inferior conocido como Bermúdez, por otro lado, este acuífero se encuentra cubierto por un depósito de cenizas meteorizadas que se han denominado Miembro Carbonal, ésta cubierta brinda una protección al acuífero ya que permite degradar los contaminantes patógenos, en una parte aguas arriba del manantial.

La zona de protección del manantial se determinó con un ancho de la zona de captura de 62,78 m y una zona de protección absoluta de 375,36 m de distancia desde la fuente, sin embargo, como las lavas que albergan al acuífero no tiene cobertura de la capa de Carbonal en unos 273 m desde el brote hacia gradiente arriba, se define este sector como la zona de protección absoluta, y la diferencia entre 375,36 menos 273, que es 102,36 m, medidos a partir del límite de la zona de protección absoluta, es definida como la zona de protección regulada.

Adicionalmente, con base en la geología de campo levantada se recomienda mantener una zona de 15 m aguas arriba del brote como área operativa, según Foster et al, 2003, y aguas abajo una distancia de 5 m a partir del mapeo de campo realizado, como medida preventiva.

La vulnerabilidad analizada a partir del método GOD, demuestra que la naciente Ojo de Agua, presenta una condición de alta vulnerabilidad en el sector donde no existe cobertura de las tobas Carbonal, misma que se ha definido como zona de protección absoluta (ZPA), y otra zona donde sí hay cobertura de tobas Carbonal que ha clasificado de vulnerabilidad media y corresponde a la zona de protección regulada (ZPR).

En la zona de protección absoluta establecida se recomienda no permitir actividades que puedan generar contaminación potencial como estaciones de combustibles, tanques subterráneos para otras actividades, tanques sépticos, uso de agroquímicos no biodegradables en el tiempo de tránsito calculado, extracciones mineras, actividad porcina u otra acción antrópica.

Se recomienda realizar análisis de calidad de aguas y mediciones de caudales por lo menos semestrales para monitorear el comportamiento de los manantiales a lo largo del año hidrológico y verificar si se mantiene su calidad y cantidad en el tiempo.

10 REFERENCIAS

- Alvarado, G.E. & Gans, P.B, 2012: Síntesis geocronológica del magmatismo, metamorfismo y metalogenia de Costa Rica, América Central. – Revista Geológica de América Central, 46: 7-122.
- Alvarado, G.E., 2009: Los volcanes de Costa Rica. Geología, historia, riqueza natural y su gente. – Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, 333 págs.
- Alvarado, G.E. & Gans, P.B, 2012: Síntesis geocronológica del magmatismo, metamorfismo y metalogenia de Costa Rica, América Central. – Revista Geológica de América Central, 46: 7-122.
- Alvarado, G.E., Vega, E., Chaves, J. & Vázquez, M., 2004: Los grandes deslizamientos (volcánicos y no volcánicos) de tipo debris avalanche en Costa Rica. . – Revista Geológica de América Central, 30:83-99.
- BGS & SENARA, 1985: Mapa hidrogeológico del Valle Central de Costa Rica. 1:50 000, E.S.R. Limited, Inglaterra.
- Bohnenberger, H., 1968: A photogeological study of the western Central Valley, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería y Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados, San José. 20 pp. + Mapa fotogeológico 1:50 000.
- Carr, M.J., Saginor, I., Alvarado, G.E., Bolge, L.L., Lindsay, F.N., Milidakis, K., Turrin, B.D., Feigenson, M.D. & Swisher, III, C.C., 2007: Element fluxes from the volcanic front of Nicaragua and Costa Rica. – Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 8, doi 10.1029/2006GC001396.
- Carr, M.J., Saginor, I., Alvarado, G.E., Bolge, L.L., Lindsay, F.N., Milidakis, K., Turrin, B.D., Feigenson, M.D. & Swisher, III, C.C., 2007: Element fluxes from the volcanic front of Nicaragua and Costa Rica. – Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 8, doi 10.1029/2006GC001396.
- Chiesa, S., Civelli, G., Gyllot, P-Y., Mora, O. & Alvarado, G.E., 1992: Rocas piroclásticas asociadas com La formación de La Caldera de Guayabo, Cordillera de Guanacaste, Costa Rica. . – Revista Geológica de América Central, 14: 59-75.
- Civelli., G., Locati, U., Bigioggero, B., Chiesa, S. Alvarado, G.E. & Mora, O., 2005: Geología de la hoja Tierras Morenas. – Revista Geológica de América Central, 33: 99-110.
- Denyer, P. & Alvarado, G.E., 2007: Mapa geológico de Costa Rica. Escala 1:400 000, Librería Francesa S.A., San José.
- Denyer, P., Montero, W. & Alvarado, G.E., 2003: Atlas tectónico de Costa Rica. – Editorial de la Universidad de Costa Rica, 81 págs.
- Denyer, P., Montero, W. & Alvarado, G.E., 2009: Atlas tectónico de Costa Rica. – Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2ª ed., 55 págs.
- Departamento de Aguas del MINAE, Junio 2015, Base de datos de Concesiones y Pozos Registrados.
- Echandi, E., 1981: Unidades volcánicas de la vertiente norte de la cuenca del río Virilla. - Tesis de Licenciatura, ECG-UCR, 123 pp.

- Ellis, A. 1983. Hidraulic properties of volcanic rock samples from Valle Central, Costa Rica. Report WD-OS-83-8.
- Fernández, M., 1969: Las unidades hidrogeológicas y los manantiales de la vertiente norte de la cuenca del río Virilla. Investigaciones de aguas subterráneas en Costa Rica. - Informe Técnico 27, 56 pp.
- Gómez, A. 1987. Evaluación del potencial de los acuíferos y diseño de las captaciones de agua subterráneas en la zona de Puente Mulas Provincia de Heredia, Costa Rica. Tesis de grado para optar por licenciatura. Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología, inédito.
- ICE-ENEL, 1988: Estudio de reconocimiento y prefactibilidad geotérmica en la República de Costa Rica- Informe interno ICE-ENEL.
- Montero, W. & Alvarado, G.E., 1988: Los terremotos e Bagaces de 1935 y 1941: Neotectonismo transversal a la Cordillera volcánica del Guanacaste, Costa Rica. – Ciencia y Tecnología, 12 (1-2): 69-87.
- Pérez, W., 2000: Vulcanología y petroquímica del evento ignimbrítico del Pleistoceno Medio (0,33 M.a.) del Valle Central de Costa Rica. - Tesis de Licenciatura, ECG-UCR, 170 pp. + apéndices.
- Protti, R., 1986: Geología del flanco sur del volcán Barva. - Boletín de Vulcanología, UNA, 17:23-31.
- Rodríguez, H., 1994. Normas para el cálculo de tiempos de tránsito entre los drenajes de tanques sépticos y las fuentes de agua subterráneas. Consecutivo DEP-RH-94-049, AyA.
- Santana, A.I., 1977: Geología de un área de las hojas Miravalles y Tierras Morenas. – Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, 89 págs.
- SENARA, Junio 2015, Base de datos de pozo.

ANEXO N° 1
CAUDALES DE DESCARGA
REGISTRADO POR EL AYA

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
 DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL DEL RECURSO HIDRICO
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS

REGION PACIFICO CENTRAL
CARACTERISTICAS DE LOS DERECHOS DE USO DE AGUAS EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DEL ACUEDUCTO LINEA OJO DE AGUA (COYLAR, LIMONAL, SAN JERONIMO, LA CEIBA, CASCAJAL, KM. 81,
TIVIVES, CAMBALACHE, SALINAS, MATA LIMON, MUELLE INCOP Y CALDERA

NOMBRE DEL RECURSO HIDRICO UTILIZADO	LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LOS SITIOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS		ELEVACION EN MSNM	HOJA CARTOGRAFICA A ESCALA 1:50.000	ORIGEN DEL RECURSO HIDRICO Y CAUDAL UTILIZADO PARA EL ABASTECIMIENTO POBLACIONAL EN LTS./SEG.					NUMERO DE SERVICIOS ABASTECIDOS		
	LATITUD	LONGITUD			SUPERFICIAL	SUBSUPERFICIAL	SUBTERRANEO	TOTAL	%		% ORIGEN	
FUENTE OJO DE AGUA	218.737	514.88	880	ABRA		105.00						
POZO CASCAJAL	209.558	467.713	106	BARRANCA			15.00	15.00	54.15	54.15		
POZO CEIBA 1	209.428	470.730	120	BARRANCA			3.80	3.80	1.96			
POZO CEIBA 2	209.645	470.092	116	BARRANCA			10.00	10.00	5.16			
POZO FINCA ENRICO 1	209.467	475.374	181	BARRANCA			10.70	10.70	5.52			
POZO FINCA ENRICO 2	209.652	475.325	180	BARRANCA			7.50	7.50	3.87			
POZO FINCA ENRICO 3	209.642	475.380	182	BARRANCA			1.50	1.50	0.77			
POZO HIDALGO	209.600	469.275	105	BARRANCA			3.00	3.00	1.55			
POZO IDA 1	209.255	475.300	170	BARRANCA			10.70	10.70	5.52	45.85		1480
POZO IDA 2	208.958	474.600	172	BARRANCA			7.50	7.50	3.87			
POZO IDA 3	209.164	475.290	170	BARRANCA			5.40	5.40	2.78			
POZO INCOP 1	210.570	461.658	10	BARRANCA			3.60	3.60	1.86			
POZO INCOP 2	210.573	461.658	10	BARRANCA			4.20	4.20	2.16			
POZO VILLANUEVA	211.750	460.946	18	BARRANCA			6.00	6.00	3.09			
TOTAL						105.00	88.90	193.90	100.00	100.00		1480

ELABORADO POR:
 GEOG. GERARDO RAMIREZ VILLEGAS
 ASIST. JAVIER JIMENEZ GARCIA

FECHA: PERIODO DEL 2005 AL 2007

LEVANTAMIENTO Y COMPROBACION DE CAMPO: GPS Y MAPAS A ESCALA 1:50.000 - I.G.N.

ANEXO N° 2

- **REPORTE DE LOS POZOS AB-1234 y AB-1339**
- **CUADRO DE POZOS REGISTRADOS EN SENARA Y DIRECCIÓN DE AGUAS DEL MINAE.**
- **CONCESIONES DE AGUA REGISTRADOS EN LA DIRECCIÓN DE AGUAS DEL MINAE.**

POZO AB-1234



**Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
Dirección de Investigación y Gestión Hídrica
Unidad de Gestión Hídrica**

POZO : AB-1234 **FECHA REG** : 06-03-1989
GEOLOGO : **CONCESION** :
PROVINCIA : Heredia **CANTON** : Belen
DISTRITO : La Ribera **HOJ TOP** : ABRA
LUGAR : **LAMBERT N** : 219635 **LAMBERT E** : 517324
PROPIETAR : ASOC.DES. INT. LA RIBERA
PERFORADOR: HIDROMAQ S.A.
PROFUNDIDAD: 45 mbns **BROCA**: 0
METODO PERF: PERCUSION **DIAMETRO DE PERFO**: 0 mm
CAUDAL PRUEBA: 4 l/s **NIVEL ESTATICO**: 28 mbns
PROFUNDIDAD BOMBA: 38 mts **NIVEL DINAMICO**: 28.6 m
TIPO DE BOMBA: 720
POT. BOMBA: 7
T BOMBEO: 1440 min **Q. REC**: 0.50 l/s
USO: Abastecimiento Pblico **ACUIFERO**: Colima y Barva
INFORME PERFORAC.: SI

NOTA : Se realizo cambio de coordenadas segun levantamiento de Geol. Daniela Herra, (las coordenadas anteriores Lat 219350 Long516650)

NOTA SENARA:

CALIDAD DE AGUAS : SI

PRUEBA DE BOMBEO

FECHA : 2005-01-01 **PROFUNDIDAD BOMBA** : 38
COEF. ALMACENAMIENTO : 0.01 **TRANSMISIVIDAD** : 1050
RECUPERACION % : 0 **RECUPERACION HORAS** : 0
CAUDAL EXPLOTACION : 10 **RADIO DE INFLUENCIA** : 215
TIPO BOMBA : tipobomba **POTENCIA DE BOMBA** : 7
TIEMPO DE BOMBA : 1440 **BROCA** : 0
DIAM. PERFORAC. : 0 **FUNCION** :

La información consignada en la base de datos es para consulta de los usuarios y se basa en información reportada por los perforadores, pero la misma no ha sido validada por el SENARA.

CALIDAD DE AGUAS 1

FECHA : 2013-02-18
INFORME :
COLIF. TOTAL : 1.8

LABORATORIO : UNIVERSIDAD NACIONAL

COLIF. FECAL HORAS : 1.8

CALIDAD DE AGUAS 2

FECHA : 2013-02-18
INFORME :

LABORATORIO : UNIVERSIDAD NACIONAL

PH: 6.58 +- 0 COLOR: 0 +- 0 TURBIEDAD: 0.12 +- 0.03
CONDUCTIVIDAD: 243 +- 29 ALCALINIDAD: 75.3 +- 0.6 CARBONATOS: 0 +- 0
BICARBONATOS: 0 +- 0 DUREZA TOTAL: 89 +- 1 DUREZA CALCIO: 0 +- 0
DUREZA MAGNE.: 0 +- 0 CALCIO: 8.6 +- 0.3 MAGNESIO: 8.6 +- 0.9
DURE. CARBON.: 0 +- 0 DURE. NO CARBO.: 0 +- 0 CLORUROS: 5 +- 1
HIERRO TOT.: 2 +- 2 SULFATOS: 4 +- 1

OBSERVACIONES

Se realizo cambio de coordenadas segun levantamiento de Geol. Daniela Herra, (las coordenadas anteriores Lat 219350 Long516650)

PROF (mts) LITOLOGIA RESUMIDA DESCRIPCION

0.00 5.00 ARCILLA SEMIPLASTICA,CAFE CLARO. POSIBLEMENTE SE TRATA DE CENIZAS MUY ALTERADAS.
5.00 31.00BRECHA LAVICA ROJIZA,ESCCORIACEA, DE ALTA PERMEABILIDAD APARENTE.
31.00 36.00 NUCLEO DE LAVA ANDESITICA MASIVA, POCO FRACTURADA Y DE ALTA DUREZA PERMEANILIDAD.APARENTE. BAJA
36.00 45.00 BRECHA INFERIOR, ROJIZA, ESCORIACEA CON ABUNDANTES PLANOS DE OXIDACION. ALTA PERMEABILIDAD APARENTE.

Fecha de impresión 19/08/2015

Esta información es copia de la Base de Datos del SENARA



La información consignada en la base de datos es para consulta de los usuarios y se basa en información reportada por los perforadores, pero la misma no ha sido validada por el SENARA.

I- Introducción.

El pozo AB-1234, fue perforado por la empresa Hidromaq S.A a solicitud de la Asociación de Desarrollo Integral de La Ribera de Belen, con el objeto de reforzar el abastecimiento de agua potable para dicha comunidad.

Debido a razones legales, el permiso de perforación del pozo fue condicionado por el S.N.E. a captar únicamente el acuífero Barba, por lo que la profundidad final de la obra fue de 45.0 m.

Este pozo fue perforado en los terrenos en donde se ubican los tanques de captación y distribución de agua para la comunidad de La ribera.

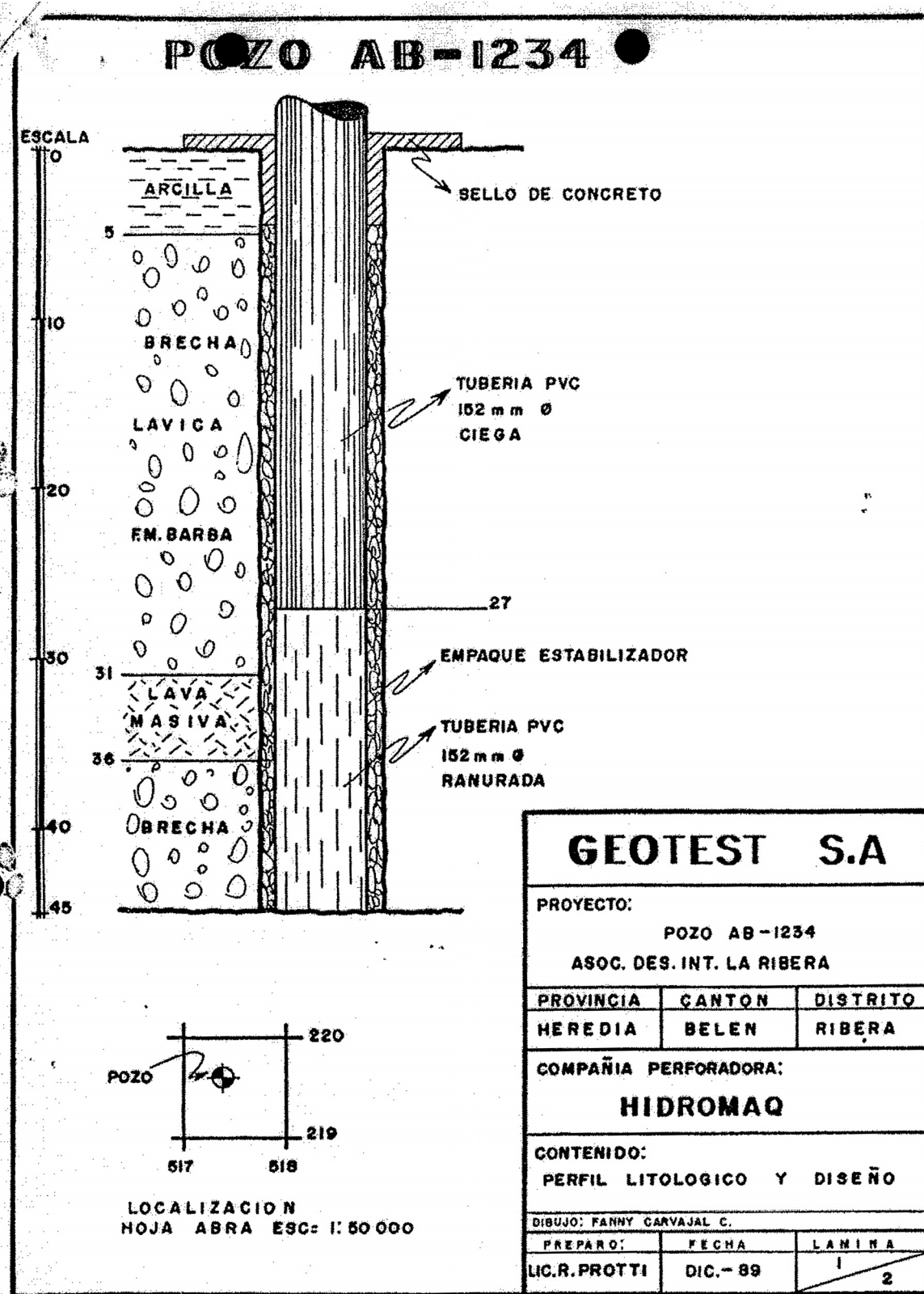
La ubicación del sitio de perforación esta dada por las coordenadas:

Latitud: 219-600 .. Longitud: 517-370 ← ojo

referidas a la hoja topográfica "Abra" a escala 1:50.000.

El empacado final del pozo se realizó en tubería tipo F.V.C. de 152 mm.

La supervisión de esta obra estuvo a cargo del Lic. Roberto Frotti D, hidrogeólogo, a solicitud de la empresa perforadora, y la obra se concluyó el día 15 de Diciembre de 1989.



11- Perfil litológico y diseño.

Como se mencionó anteriormente, esta perforación capta la Formación Barba; la cual en este sitio está constituida por las siguientes unidades litológicas:

Tramo.	Descripción.
0.0-5.0 m.	Arcilla semiplástica, café claro. Posiblemente se trate de cenizas muy alteradas.
5.0-31.0 m.	Brecha lavica rojiza, escoriacea, de alta permeabilidad aparente.
31.0-36.0 m.	Núcleo de lava andesítica masiva, poco fracturada y de alta dureza. Permeabilidad aparente baja.
36.0-45.0 m.	Brecha inferior, rojiza, escoriacea, con abundantes planos de oxidación. Alta permeabilidad aparente.

El nivel de saturación dentro del acuífero Barba, se localizó a una profundidad de 28.0 m, y de acuerdo con el perfil del pozo, el mismo fue encamizado de la siguiente manera:

Tramo.	Descripción.
0.0-27.0 m.	Tubería P.V.C. de 152 mm de diámetro, tipo ciega.
27.0-45.0 m.	Tubería tipo P.V.C. de 152 mm de diámetro, ranurada (2.0 mm) con área de entrada de 8 %.

El espacio anular de la perforación fue relleno con un empaque de piedra "quintilla" a manera de estabilizador mecánico de la formación y de centrador de tubería, ya que las rocas perforadas no presentan problemas de liberación de fideos en condiciones de bombeo.

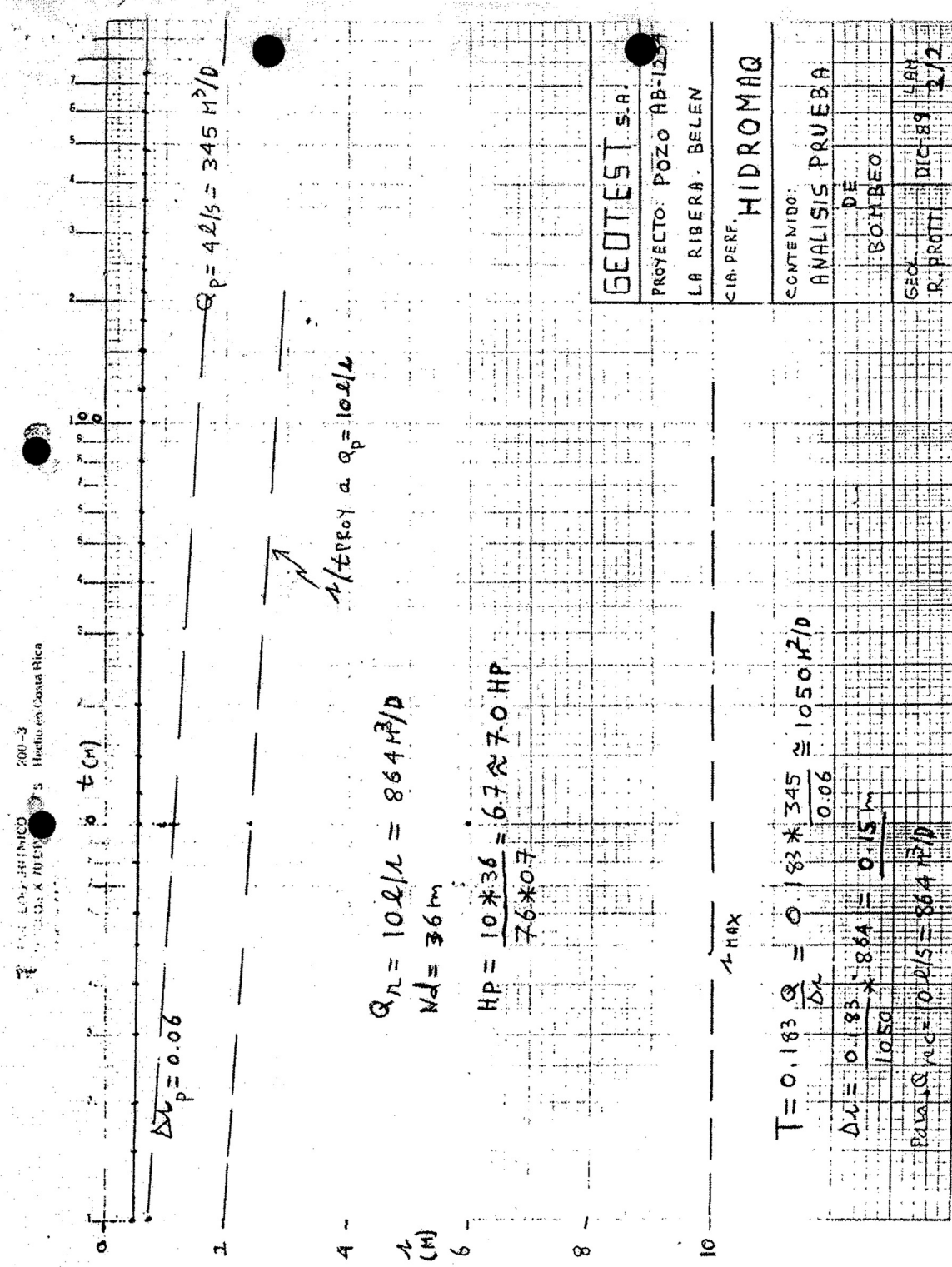
En la lámina 1 de este informe, se presenta tanto el perfil litológico como el diseño del encamizado final de esta perforación.

III- Parámetros hidrogeológicos y producción.

El pozo AB-1234 fue sometido a ensayos de desarrollo y producción, cuyos resultados se muestran en la lámina 2 de este reporte.

Como se observa, para un periodo de bombeo de 10 horas, el abatimiento en el pozo alcanza los 0.6 m, bajo un caudal de prueba de 4.0 l/s (345 m³/d). Dada la curva de la prueba de bombeo, se obtiene que la Transmisividad del acuífero Barba en este sitio es de 1050 m²/d.

En condiciones de prueba de bombeo, se produjo un abatimiento inicial de 0.5 m en los primeros 12 minutos de bombeo y durante el resto de la prueba se produjo un abatimiento adicional de 0.1 m. Dado que el nivel de saturación actual se localiza a 29.0 m de profundidad, el abatimiento total producido representa un nivel dinámico de 28.5 m.



Del perfil litológico del pozo se desprende que la formación que aporta la mayor cantidad de flujo al pozo es la unidad de brechas inferiores, la cual presenta condiciones de semiconfinamiento con respecto a las brechas superiores. Esto último significa que en términos de manejo de la explotación de este acuífero, se deberá mantener como nivel de abatimiento máximo la profundidad de 36.0 m, en donde se localiza el techo del acuífero inferior. De producirse un desconfinamiento de este acuífero, cambiarían los parámetros hidráulicos y el comportamiento del pozo.

Inicialmente, y mientras se observa el comportamiento de este pozo al menos durante un ciclo hidrológico, se recomienda que su aprovechamiento se realice bajo los siguientes parámetros:

Caudal recomendado de bombeo: 10 l/s (864 m³/d).

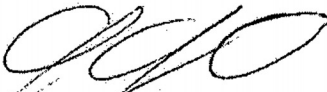
Profundidad de colocación de bomba: 36.0 m.

Potencia recomendada: 7 H.P.

Se deberá colocar un electrodo de apagado a la profundidad de 36.0 m, y realizar mediciones del nivel de agua al menos una vez al mes durante al menos el primer año de operación de este pozo. Estos registros permitirán optimizar el régimen de explotación del acuífero.

Con respecto al tiempo de bombeo, se desprende de la curva tiempo/abatimiento, que para un caudal de 10 l/s se espera un abatimiento máximo de 2.0 m en un tiempo de bombeo de 24 horas, sin embargo, se recomienda que la explotación de este pozo se realice contra la posición del nivel dinámico, de manera que como se indicó anteriormente, no se produzca desconfinamiento de la unidad de brechas inferiores.

Finalmente, se recomienda que al menos una vez al año, se realicen labores de limpieza y mantenimiento tanto del pozo como del equipo de bombeo.


Lic. Roberto Protti B.
Hidrogeólogo.
Geotec S.A.

POZO AB-1339



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
Dirección de Investigación y Gestión Hídrica
Unidad de Gestión Hídrica

POZO : AB-1339
FECHA REG : 05-11-1990
GEOLOGO :
CONCESION :
PROVINCIA : Heredia
CANTON : Belen
DISTRITO : La Ribera
LUGAR :
HOJ TOP : ABRA
LAMBERT N : 219100
LAMBERT E : 516100
PROPIETAR : JUNTA EDUC. FIDEL TRISTAN
PERFORADOR: HIDROMAQ S.A.
PROFUNDIDAD: 38 mbns
BROCA: 0
METODO PERF: PERCUSION
DIAMETRO DE PERFO: 0 mm
NIVEL ESTATICO: 24 mbns
CAUDAL PRUEBA: 3 l/s
NIVEL DINAMICO: 24.3 m
PROFUNDIDAD BOMBA: 35 mts
TIPO DE BOMBA: SUMERGIBLE
POT. BOMBA: 3
T BOMBEO: 360 min
Q. REC: 3.00 l/s
USO: Riego
ACUIFERO: BARVA
INFORME PERFORAC.: SI

NOTA :

NOTA SENARA:

CALIDAD DE AGUAS : NO

PRUEBA DE BOMBEO

FECHA : 2005-01-01
COEF. ALMACENAMIENTO : 0
RECUPERACION % : 0
CAUDAL EXPLOTACION : 0.68
TIPO BOMBA : tipobomba
TIEMPO DE BOMBA : 360
DIAM. PERFORAC. : 0
PROFUNDIDAD BOMBA : 35
TRANSMISIVIDAD : 0
RECUPERACION HORAS : 0
RADIO DE INFLUENCIA : 0
POTENCIA DE BOMBA : 3
BROCA : 0
FUNCION :

La información consignada en la base de datos es para consulta de los usuarios y se basa en información reportada por los perforadores, pero la misma no ha sido validada por el SENARA.

CALIDAD DE AGUAS 1

FECHA :
INFORME :
COLIF. TOTAL :

LABORATORIO :
COLIF. FECAL HORAS :

CALIDAD DE AGUAS 2

FECHA :
INFORME :

LABORATORIO :

PH : +- COLOR : +- TURBIEDAD : +-
CONDUCTIVIDAD : +- ALCALINIDAD : +- CARBONATOS : +-
BICARBONATOS : +- DUREZA TOTAL : +- DUREZA CALCIO : +-
DUREZA MAGNE. : +- CALCIO : +- MAGNESIO : +-
DURE. CARBON. : +- DURE. NO CARBO. : +- CLORUROS : +-
HIERRO TOT. : +- SULFATOS : +-

OBSERVACIONES

PROF (mts) LITOLOGIA RESUMIDA DESCRIPCION

0.00 10.00 ARCILLA PLASTICA CAFE TOBA DE CENIZA ALTERADA BAJA PERMEABILIDAD
10.00 18.00 BRECHA LAVICA ROJIZA FM BARBA
18.00 35.00 LAVA ANDESITICA MASIVA DE ALTA DUREZ BAJA PERMEABILIDAD
35.00 37.00 BRECHA LAVICA INFERIOR DE FM BARBA ALTA PERMEABILIDAD

Fecha de impresión 19/08/2015

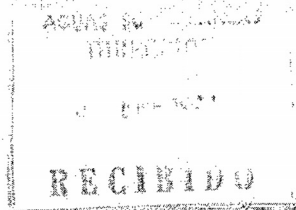
Esta información es copia de la Base de Datos del SENARA



La información consignada en la base de datos es para consulta de los usuarios y se basa en información reportada por los perforadores, pero la misma no ha sido validada por el SENARA.

GEOTEST
Geólogos Consultores

Apdo.: 220-1009
Tel.: 21-1760
Telefax: (506) 234759
San José, Costa Rica



INFORME FINAL DE PERFORACION
POZO AB-1339
LA RIBERA, BELEN, HEREDIA.

PROPIETARIO: JUNTA DE EDUCACION
ESCUELA FIDEL CHAVEZ M.

CIA. PERFORADORA: HIDROMAQ S.A.

DICIEMBRE 1990.

GEOTEST

Geólogos Consultores

Apdo.: 220-1009
Tel.: 21-1760
Telefax (506) 234759
San José, Costa Rica

I. Introducción.

El pozo No. AB-1339 fue perforado durante el mes de diciembre de 1990 por la empresa Hidromaq s.a. en terrenos de la escuela Fidel Chavez Murillo, en La Ribera de Belen, Heredia.

Este pozo se perforo hasta una profundidad de 38.0 m y se encamizo con tuberia tipo P.V.C. de 152 mm de diametro.

La ubicacion del sitio de perforacion esta dada por las coordenadas:

LATITUD: 219-100 LONGITUD: 516-100

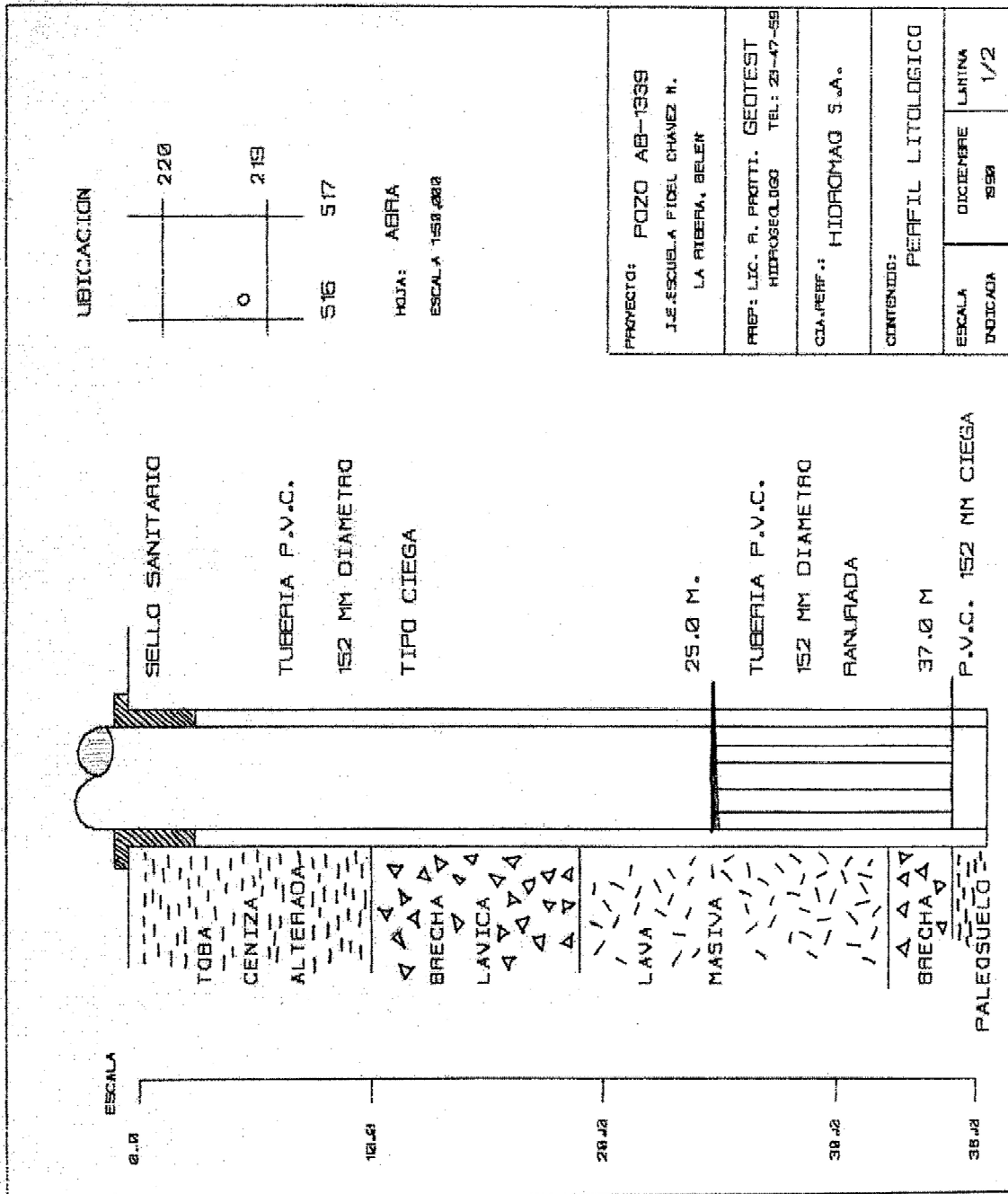
referidas a la hoja topografica "ABRA" a escala 1:50.000.

La inspeccion de la obra estuvo a cargo del Lic. Roberto Protti Q, hidrogeologo de la firma Geotest s.a., a solicitud de la empresa perforadora.

II. Perfil litologico.

El perfil litologico de esta perforacion es el siguiente:

Tramo.	Descripcion.
0.0-10.0m.	Arcilla plastica cafe, toba de ceniza alterada. Baja permeabilidad.
10.0-18.0 m	Brecha lavica rojiza. Fm Barba.



San José, Costa Rica
Teléfax (506) 234759

Geologos Consultores

GEOTEST
Geólogos Consultores

Apdo.: 220-1009
Tel.: 21-1760
Telefax (506) 234759
San José, Costa Rica

18.0-35.0 m. Lava andesítica masiva de alta dureza. Baja permeabilidad. 35.0-37.0 m Brecha lavica inferior de la Fm. Barba. Alta permeabilidad.

En la lamina No.1 se muestra el perfil litológico descrito, y el diseño del encamizado final de la perforación, el cual, se realizó de la siguiente manera:

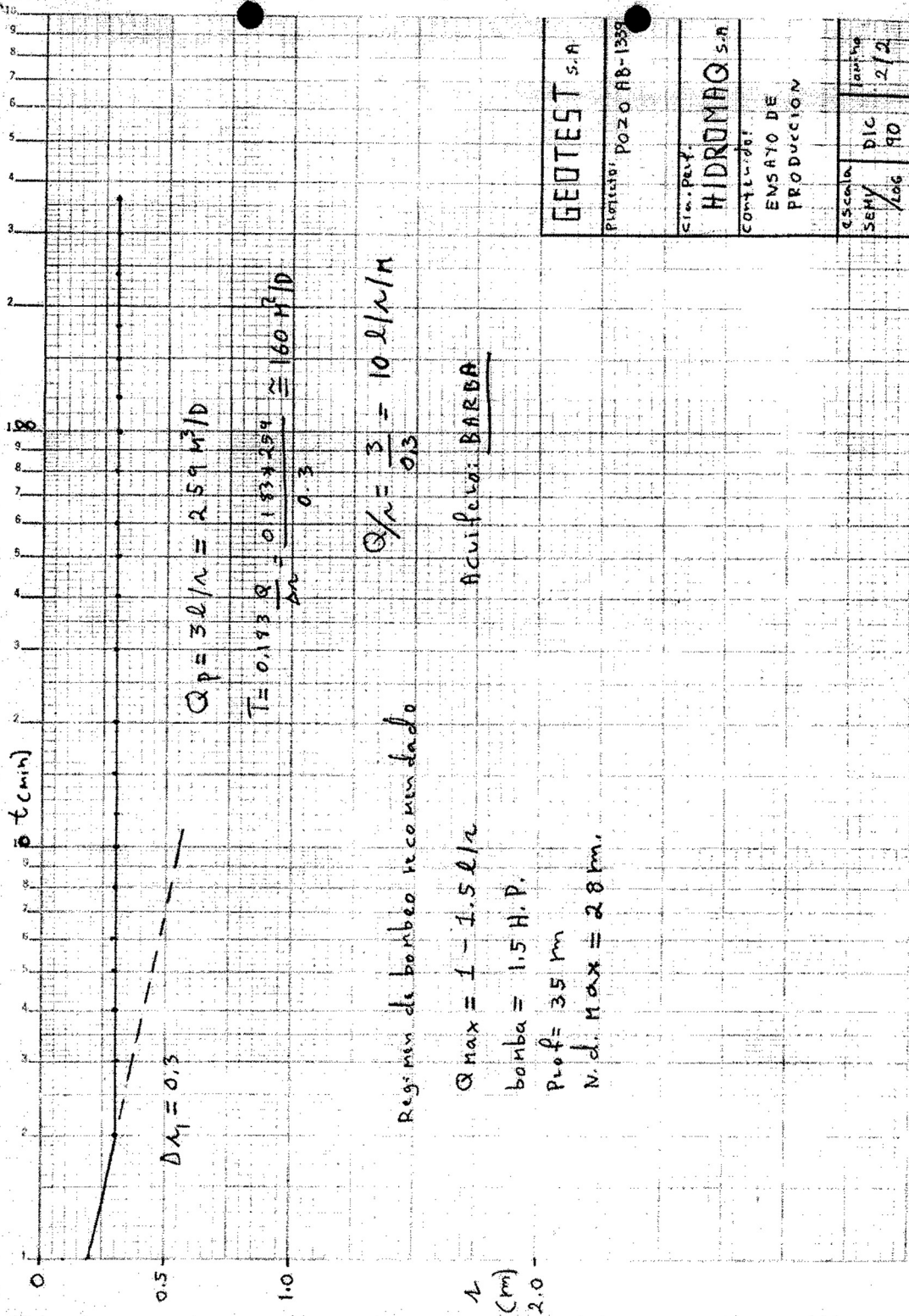
Tramo	Descripción.
0.0-25.0 m	Tubería P.V.C. de 152 mm de diámetro, tipo ciega.
25.0-37.0 m.	Tubería P.V.C. de 152 mm de diámetro, ranurada.
37.0-38.0 m.	Tubería P.V.C. de 152 mm de diámetro, ciega.

Como se observa del perfil litológico, este pozo capta únicamente el acuífero de la Formación Barba, hasta el paleosuelo que la separa de la Fm. Tiribí.

III. Parámetros hidrogeológicos y producción.

La producción de este pozo fue evaluada mediante ensayo de producción utilizando equipo de bombeo eléctrico sumergible de 3.0 H.P. colocado a 35 m. de profundidad, y a caudal constante de 3.0 l/s. El nivel inicial de bombeo se localizó a los 24.0 m de profundidad, y durante los primeros dos

SEMI-LOGARITMICO
3 CICLOS X 70 DIVISIONES. Hecho en Costa Rica
IMPRESA PANAMERICANA




GEOTEST S.A.	
Planta POZO AB-1339	
Sin. Perú	HIDROMAQ S.A.
CONTRATO DE PRODUCCION	
ESCALA SEMI-LOG	10
10	2/2

GEOTEST
Geólogos Consultores

Apdo.: 220-1009
Tel.: 21-1760
Telefax (506) 234759
San José, Costa Rica

minutos de bombeo, se produjo un abatimiento de 0.3 m, para un nivel dinámico estabilizado a los 24.3 m de profundidad durante 6 horas de bombeo. En la almina 2 se muestran los resultados del ensayo realizado. Se calculo la transmisividad del acuífero en 160 m²/d, sin embargo, este calculo esta basado en el abatimiento por ciclo logaritmico extrapolado con los datos de los primeros dos minutos de bombeo.

De acuerdo con lo anterior, se recomienda aprovechar este pozo a un caudal no mayor que 1.5 l/s (24 g.p.m) mediante bomba electrica sumergible de 1.5 H.P. colocada a 35 m de profundidad, ya que aunque este pozo puede suplir un caudal mucho mayor (estimado en mas de 5 l/s), el caudal recomendado suple sobradamente las necesidades para las que fue construido el pozo.


Lic. Roberto Protti Q.

Hidrogeologo.

Pozos registrados en SENARA y en la Dirección de Aguas del MINAE (Manantial Ojo de Agua)

POZO	ESTE (m)	NORTE (m)	PROPIETARIO	PROF. (m)	NF (m)	Q. PRUEB (L/s)	Q. REC (L/s)	USO	LITOLOGÍA
AB-1591	512 950	218 275	Inmobiliaria muscor, s.a.	94.00	64.90			Riego	0,00-12,00 suelo / 12,00-31,00 lava a herada / 31,00-57,00 roba lino-arcillosa / 57,00-68,00 lava escoriacea / 68,00-94,00 lava andesítica
AB-1853	513 080	217 350	Ricardo hernandez zumbado	81.00	56.20			Domestico	0,00-12,00 arcillas café/ 12,00-22,00 lavas meteorizadas /22,00-46,00 lavas cafes con arcilla muy meteorizada/ 46,00-81,00 lava gris/ 81,00,
AB-531	513 100	216 900	Carlos luke	65.53	14.02	0.00	0.00	Domestico	0,00-1,50 roca ignea completamente arcillificada horizonte permeable / 1,50-3,10 idem anterior / 3,10-4,60 ignimbrita color café compacta con escorea lavica p.a. media / 4,60-15,20 idem anterior / 15,20-16,80 lava escoriacea gris-rojiza por meteorización p.a. buena / 16,80-19,80 idem anterior / 19,80-21,30 idem anterior / 21,30-25,90 idem anterior / 25,90-38,10 idem muestra 15,24/16,76 / 38,10-62,50 idem muestra anterior
AB-710	513 100	217 050	Pieles costarricenses	110.00	12.19			Industrial	0,00-5,20 suelo/ 5,20-8,50 material heterogeneo/ 8,50-16,80 arcilla/16,80-23,80 toba/ 23,80-25,90 arcilla/ 25,90-27,40 lava/ 27,40-39,60 escoria volcanica/ 39,60-48,80 toba/ 48,80-54,90 material heterogeneo/ 54,90-86,90 lava/ 86,90-108,20 lava,
AB-1737	513 200	217 200	Productos de concreto	112.00	81.00	9.45		Industrial	0,00-3,00 suelo arcilloso/ 3,00-16,00 suelo/ 16,00-26,00 lavas andesiticas/26,00-56,00 tobas color café/56,00-68,00toba cenicienta/ 68,00-86,00 toba gris/ 86,00-90,00 toba arcillificada/ 90,00-112,00 brecha lavica/ 112,00,
AB-1934	513 260	218 425	Campos & alvarado	92.00	45.00	5.00		Industrial	0,00-10,00 suelo arcilloso / 10,0-46,00 toba / 46,00-64,00 ignimbrita fracturada / 64,00-75,00 colada de lava / 75,00-77,00 zona arcillificada / 77,00-92,00 lava andesítica

BA-278	513300	220500	Recope	100.00	5.55	0.5		Domestico	0,00-6,00 suelo terroso y arcilla / 6,00-24,00 toba brechosa-unidad nuestro amo:fragmentos heterogeneos de tobas cuarzo y vidrio volcanico/ 24,00-60,00 toba brechosa mas homogenea que el tramo anterior, con fragmentos de ignimbritas/ 60,00-75,00 ignimbritas con fragmentos de lava, obsidiana, tobas de caracter tobaceo/ 75,00-100,00 ignimbrita seccion densa, dura . Con mucha obsidiana.el pozo brindo una capacidad especifica de 0,09 litros/seg/metro y se pudieron identificar 2 zonas acuíferas una entre 27-34 en materiales con algo de porosidad media a baja y algo permeables y otra seccion entre 80-88 desarrollada en ignimbritas consolidadas y densas, con p secundaria por fracturacion. El pozo se usa para fines domesticos,
AB-642	513 400	216 950	Adaptacion social	110.00	72.35	0.50		Abandonado	0,00-10,00 arcilla / 10,00-42,00 toba litica / 42,00-53,00 toba ignimbritica / 53,00-54,00 material heterogeneo / 54,00-58,00 ignimbrita / 58,00-60,00 material heterogeneo / 60,00-66,00 ignimbritas / 66,00-76,00 tobas / 76,00-79,00 ignimbritas
AB-1098	513 500	217 900	Los lojanos s.a	65.00	47.00	6.35		Domestico	1,00-17,00 tobas/ 17,00-22,00 tobas cafes/22,00-37,00 ignimbritas/ 37,00-41,00 lava andesitica/41,00-42,00 ceniza arcillificada/ 42,00-47,00 lava andesitica/ 47,00-59,00 lava andesitica-basaltica/ 59,00-60,00 toba rojiza/ 60,00-65,00 lava brechosa con ceniza/ 65,00
BA-380	513550	220540	Casa prov. Phillips, s.a.	76.00	10.56	0.63	0.75	Domestico	0,00-2,00 suelo/ 2,00-23,00 toba arcillosa/23,00-27,00 lava andesitica/27,00-33,00 tobas arcillosas/33,00-50,00 lavina/ 50,00-66,00 lavas andesiticas fracturadas/66,00-76,00 brechas/ el pozo capta lavas y brechas de pobre condicion hidrogeologica,
BA-379	513550	220560	Casa prov. Phillips, s.a.	87.00	4.08	1	5	Industrial	0,00-1,00 suelo/1,00-2,00 arenas/ 2,00-25,00 tobas arcillosas/25,00-31,00 lahares con blouques grandes de lava/ 31,00-52,00 tobas arcillosas/52,00-55,00 lahares/55,00-87,00 lavas andesiticas fracturadas que presentan las mejores condiciones de p.

BA-471	513595	220500	Casa prov. Phillips, s.a.	122.00	3.05	2.1	3.75	Industrial	0,00-10,00 suelo, arcillas y cenizas/ 10,00-27,00 lahares o lavinas con fragmentos de roca en matriz arcillosa/27,00-33,00toba litica/ 33,00-41,00 limos y arcillas /41,00-46,00 toba litica arcilificada /46,00-74,00 toba o ignimbrita/74,00-78,00 toba fracturada/78,00-80,00 lava vesicular/80,00-86,00 lava masiva con pocas fracturas/ 86,00-106,00 lavas fracturadas/106,00-114,00 brecha lavica rojiza/114,00-120,00 lava fracturada/ 120,00-122,00 brecha lavica el pozo capto estratos volcanicos profundos,
AB-898	513 600	217 400	Asociacion empleados hitachi	92.00	76.20	6.95		Abast. Publico	0,00-10,00 arcilla/ 10,00-45,00 toba soldada/ 45,00-59,00 toba suave/ 59,00-92,00 lava/ 92,00,
AB-1363	513 600	217 400	Asoc.empl.hitachi	92.00	76.20	6.95		Domestico	0,00-10,00 arcilla/ 10,00-45,00 toba soldada/ 45,00-59,00 toba/ 59,00-92,00 lava/ 92,00,
AB-604	513 600	217 400	Marco a.castro odio		80.72			Domestico	0,00-13,70 ignimbrita/ 13,70-22,80 toba/22,80-25,90 brecha/ 25,90-53,30 tobas/ 53,30-60,90 lava/ 60,90-70,10 ignimbrita/ 70,10-77,70 brecha lavica/ 77,70-85,30 lava/ 85,30-91,40 tobas/ 91,40,
AB-2128	513 750	217 300	Durocret s.a	101.00	83.00	4.00		Riego	0,00-28,00 lahares, bloques andesiticos/ 28,00-75,00 tobas e ignimbritas/ 75,00-83,00 lavas andesitico-basaltico/83,00-93,00 lavas andesiticos/ 93,00-96,50 arcilla/ 96,50-101,00 lavas andesitico-basaltico/ 101,00,
AB-1157	513 800	217 000	Rafael carrillo lara	116.00	89.00			Riego	0,00-3,50 suelo arenoso/ 3,50-58,00 ignimbrita gris/ 58,00-60,00 paleosuelo/ 60,00-97,00 ignimbrita/ 97,00-116,00 lava andesitica/ 116,00,
AB-1572	513 800	217 060	Megatron s.a	105.00	81.00	2.00		Domestico	0,00-5,00 material arcilloso/ 5,00-76,00 formacion tibiri:rocas tobaceas/ 76,00-93,00 roca lavica/ 93,00-105,00 lavas brechosas/ 105,00,
AB-2053	513 860	219 900	Agi dirección aviacion civil	50.00	25.00			Otros usos	0,00-10,00 material arcilloso / 10,00-34,00 lava sana / 34,00-38,00 toba / 38,00-45,00 lava escoriacea

AB-1459	513 900	217 650	Coleg.bilingue san pablo	98.00	47.00	1.60		Domestico	0,00-16,00 ceniza alterada/16,00-30,00 toba litica/ 30,00-45,00 toba muy alterada/45,00-64,00 ignimbrita masiva/64,00-67,00 toba gris/ 67,00-70,00 paleosuelo/ 70,00-80,00 brecha lavica/ 80,00-89,00 lava andesitica/ 89,00-92,00 paleosuelo/ 92,00-98,00 brecha lavica escoriacea,
AB-1015	513 950	217 950	Piadure s.a.	91.00	71.00	1.58		Turístico	0,00-10,00 material café arcilloso/ 10,00-55,00 toba/ 55,00-70,00 ignimbrita/ 70,00-78,00 brecha lavica/ 78,00-88,00 lava gris/ 88,00-81,00 paleosuelo/ 81,00,
AB-326	514 050	217 330	Senara aguasub	30.94	20.51			Domestico	0,00-2,70 suelo/ 2,70-6,40 suelo arcilloso/ 6,40-7,60 toba/ 7,60-8,50 toba idem/ 8,50-11,00 toba soldada / 11,00-21,90 toba idem / 21,90-28,40 cenizas calcinadas / 28,40-30,20 cenizas idem/ 30,20
AB-1332	514 060	217 000	Alvaro teran	88.00	81.00	1.00		Domestico	0,00-12,00 arcilla café/ 12,00-22,00 ignimbrita/22,00-28,00 arcilla rojisa/ 28,00-38,00 toba gris/ 38,00-70,00 ignimbrita/ 70,00-80,00 lava gris/ 80,00-88,00 brecha lavica/ 88,00,
AB-1908	514 075	217 700	Corporacion pipasa	115.00	72.00	10.00		Industrial	0,00-39,00 componentes de suelo/39,00-87,00 rocas formacion colima/ 87,00-103,00 tobas finas/ 103,00-110,00 lavas muy brechosa/110,00-115,00 material muy heterogeneo/115,00,
AB-959	514 100	218 350	Humberto perez b.	90.00	68.00	3.00		Domestico	0,00-9,00 arcilla / 9,00-18,00 lava / 18,00-21,00 toba / 21,00-39,00 toba café / 39,00-42,00 lava y toba / 42,00-69,00 lava basallo / 69,00-73,00 brecha lavica / 73,00-80,00 lava densa
AB-1203	514 100	219 150	Maria adela chaves a	90.00	75.00	0.50	0.50	Domestico	0,00-6,00 suelo café/ 6,00-12,00 lava alterada/ 12,00-26,00 cenizas volcanicas/ 26,00-32,00 lava andesitica/ 32,00-54,00 toba cenicienta/ 54,00-68,00 lava/ 68,00-70,00 toba gris/ 70,00-76,00 toba café/ 76,00-82,00 ignimbrita/ 82,00-90,00 lava,

AB-2097	514 100	219 700	Aya comunidad	93.00	57.55	38.50	Abast.pUBLICO	0,00-10,00 suelo organico/ 10,00-16,00 cenizas volcanicas/ 16,00-22,00 tobas/22,00-25,00 ignimbritas/ 25,00-28,00 ignimbritas y fragmentos de tobas/28,00-34,00 tobas/34,00-37,00 tobas y algunos frag.de lavas/37,00-40,00 lava gris claro, frag de tobas/40,00-43,00 lava andesitica feo2/43,00-46,00 toba/46,00-49,00 lava/49,00-52,00 lava, sin visiculas/52,00-55,00 lava andesitica visicular /55,00-73,00 diferentes tipos de lavas, escoriaceas, andesitica, con oxidacion, grises, gris oscuros densas y sanas.
BA-39	514150	220300	Mopt	181.11	104.75	0.5	Domestico	0,00-9,42 suelo / 9,42-14,85 lava / 14,85-17,60 lava / 17,60-18,35 lava alterada / 35,00-35,80 lava café / 35,80-36,80 cenizas / 36,80-44,25 lava alterada / 44,25-46,40 ceniza / 46,40-48,10 lava / 48,10-48,70 lava gris / 48,70-80,00 ceniza arcillificada / 80,00-85,50 lava gris / 85,50-87,50 lava / 87,50-89,00 lava / 89,00-90,00 cenizas / 90,00-91,00 lava / 91,00-92,70 lava / 92,70-95,00 lava gris / 95-98,10 lava / 98,10-100,90 lava brechoide / 100,90-101,80 material grisaceo (ceniza) / 101,80-110,90 material brechoide / 110,90-115,50 lava / 115,50-122,80 lava / 122,80-129,20 ignimbrita
AB-422	514 160	217 350	Senara	102.40	80.65		Domestico	0,00-3,40 arcilla color gris/ 3,40-6,10 arcilla color café/ 6,10-9,80 toba/ 9,80-19,80 toba soldada/ 19,80-22,90 toba soldada/ 22,90-26,50 toba lapillitica/ 26,50-33,80 cenizas/ 33,80-48,20 tobas/ 48,20-72,00lava escoricea/ 72,00-74,70 cenizas/ 74,70-75,60 lava escoricea/75,60-77,40 lava/ 77,40-78,40lava escoricea/ 78,40-79,30 / 79,30-81,10 lava,
AB-2149	514 200	217 170	Inversiones ilerda s.a	120.00	71.25	5.00	Industrial	0,00-6,00 suelos y componentes de suelos constituidos por limos arcill/ 6,00-69,00 flujos laharico con diferentes contenidos de bloques lavicos/ 69,00-90,00 flujos lavicos y brechosos/ 90,00-105,00 lavas andisitico-basalticas/ 105,00-120,00 lavas de composicion igual tramo anterior/ 120,00,

AB-1409	514 250	217 900	A.d.i. sn rafael alajuela	115.00	78.00	10.00		Domestico	0,00-90,00 ignimbrita/ 90,00-115,00 lava/ 115,00,
AB-1254	514 250	218 050	Javier viquez alfaro	74.00	18.00	3.80		Domestico	0,00-5,00 arcilla / 4,00-19,00 toba / 19,00-49,00 toba / 49,00-74,00 ignimbrita / 74,00
BA-698	514260	220250	Agi dirección aviación ci	73.00	12.65			Otros usos	0,00-12,00 tobas meteorizadas / 12,00-15,00 lava meteorizada / 15,00-38,00 lava densa sana y dura / 38,00-48,00 lavas brechosas / 48,00-51,00 lavas sanas y duras / 51,00-55,00 tobas arcillosas / 55,00-59,00 lavas sanas / 59,00-73,00 tobas arcillosas / 73,00
AB-1258	514 290	218 100	Vicabell, s.a.	40.00	20.00	1.00		Domestico	0,00-10,00 arcilla / 10,00-26,00 lava / 26,00-38,00 brecha lavica / 38,00-40,00 arcilla / 40,00
AB-1188	514 300	216 930	Rujan, s.a.	114.00	68.00		1.57	Domestico	0,00-20,00 arcilla compacta/20,00-30,00 toba/ 30,00-50,00 ignimbritas/ 50,00-65,00 lava fracturada/ 65,00-114,00 brecha lavica/ 114,00,
AB-1544	514 300	217 750	Jimenez y gonzalez s.a.	63.00	4.00	0.85		Domestico	0,00-8,00 arcillas plasticas/ 8,00-22,00 tobas/ 22,00-48,00 ignimbritas/ 48,00-60,00 lava meteorizada/ 60,00-63,00 arcilla rojisa/ 63,00,
BA-719	514400	220500	Aya	150.00	0	9.5		Abast.pUBLICO	0,00-7,00 suelo arcilloso / 7,00-14,00 lava gris densa / 14,00-43,00 lava gris densa oscura / 43,00-67,00 tobas rojas marron / 67,00-113,00 lava gris oscura, densa / 113,00-129,00 lava gris oscura partes de oxidacion / 129,00-140,00 ignimbrita y brecha porosas / 140,00-150,00 lava gris muy densa / 150,00
AB-1432	514 460	217 880	Panasonic de costa rica	74.00	16.00	1.50		Industrial	0,00-5,00 suelo / 5,00-20,00 toba arenosa / 20,00-25,00 lavina / 25,00-27,00 arcilla / 27,00-48,00 lavina / 48,00-52,00 toba / 52,00-72,00 lava / 72,00-74,00 toba arcillosa

AB-324	514 505	217 755	National	70.12	12.38			Domestico	0,00-5,80 arcilla/ 5,80-7,30 manto preatico arena con arcilla/ 7,30-13,40 arcilla/ 13,40-15,90 arena y arcilla /15,90-24,40 arcilla / 24,40-31,70 arcilla y arena/ 31,70-32,30 roca / 32,30-34,10 arena con arena / 34,10-36,30 arcilla / 36,30-37,50 arcilla impermeable / 37,50-39,60 arcilla / 39,60-55,50 arcilla / 55,50-57,80 arena / 57,80-71,60 arcilla.
AB-2336	514 550	217 400	Aya	115.00	77.50	135.00		Abast.pUBLICO	0,00-10,00 arcillas y tobas/10,00-30,00 tobas color café/ 30,00-32,00 lava/ 32,00-64,00 tobas color café/ 64,00-80,00 lava/ 80,00-83,00 toba café/ 83,00-93,00 tobas amarillas/ 93,00-101,00 tobas café/ 101,00-115,00 lavas muy densas/ 115,00,
AB-1964	514 600	218 600	El paso de las garzas, s.a.	110.00	70.22	8.00	10.00	Urbanístico	0,00-3,00 arcilla / 3,00-8,00 arcilla / 8,00-18,00 ignimbrita / 18,00-22,00 cenizas / 22,00-24,00 arenas volcanicas/piroclastos / 24,00-28,00 arcilla / 28,00-38,00 toba arenosa / 38,00-45,00 ignimbrita / 45,00-50,00 lava andesitica / 50,00-64,00 ignimbrita /50,00-64,00 ignimbrita / 64,00-67,00 arcilla / 67,00-95,00 lava / 95,00-96,00 contacto con ignimbrita / 96,00-98,00 ignimbrita / 98,00-110,00 lava
AB-909	514 670	217 000	A y a	100.00	78.70	9.50		Abast.pUBLICO	0,00-3,50 suelo color café/ 3,50-5,50 toba caotica/ 5,50-35,10 toba soldada/ 35,10-35,40 pomez color blanco/ 35,40-36,10 lava escoriacea/ 36,10-39,50 brecha lavica/ 39,50-42,60 lava vesicular/ 42,60-43,40 material calcinado/ 43,40-44,40 lava color gris/ 44,40-64,70 ignimbrita/ 64,70-65,30 toba arenosa/ 65,30-92,40 lava color gris/ 92,40-93,50 toba pardo oscuro/ 93,50-94,90 toba/ 94,90-100,00 lava vesicular,
AB-1036	514 700	218 200	Orden de frailes - coventuale	50.00	27.00	1.90		Domestico	0,00-10,00 ceniza volcanica / 10,00-25,00 toba / 25,00-35,00 toba soldada / 35,00-40,00 lava fracturada / 40,00-50,00 toba soldada /50,00
AB-1192	514 710	217 250	John marsell	115.00	76.75			Domestico	0,00-70,00 tobas e ignimbritas/70,00-84,00 lavas/ 84,00-95 ignimbritas/ 95,00-110,00 lavas/ 110,00-124,00 ignimbritas/ 124,00-150,00 lavas/ 150,00,

AB-1534	514 800	218 200	Aya	122.00		110.00		Abast. Publico	0,00-7,00 suelo / 7,00-31,00 lava sana fm barba / 31,00-59,00 toba, marron 59,00-82,00 ignimbrita sana, gris / 82,00-97,00 lava sana, rojiza / 97,00-99,00 toba marron arenosa / 99,00-105,00 lava gris y rojiza sana / 105,00-120,00 ignimbrita, sana gris
AB-249	514 800	218 830	J. Simon	111.30	73.37	13.00	13.00	Abast. Publico	0,00-4,58 suelo arcilloso / 4,58-10,00 trancision roca-suelo / 10,00-17,30 lava gris / 17,30-21,00 cenizas / 21,00-25,58 lava gris / 25,58-47,30 cenizas / 47,30-71,00 lava gris / 71,00-75,00 ignimbritas / 75,00-78,50 lava / 78,50-81,50 lava iden anterior / 81,50-87,00 brecha lavica / 87,00-102,40 lava esocreacea / 102,00-105,16 cenizas / 105,00-109,75 no hay muestras / 109,75-121,92 brecha lavica
BA-461	514875	220600	Retorno de vehiculos Ltda	80.00	15	1.25		Industrial	0,00-3,00 suelo / 3,00-15,00 toba café / 15,00-30,00 lava gris / 30,00-48,00 brecha lavica / 48,00-75,00 toba y lava gris / 75,00-80,00 lava gris
AB-1497	514 950	218 750	Aya	117.00	88.00	1.00		Abast. publico	0,00-61,00 toba e ignimbrita / 61,00-72,00 lava / 77,00-88,00 lava densa / 88,00-110,00 lava fracturada / 110,00-111,00 escoria / 111,00-113,00 lava / 113,00-117,00 lava brechosa / 117,00
BA-647	514950	220675	Fundacion servicio flores	50.00	7.6	0.5		Domestico	0,00-4,00 suelo arcilloso / 4,00-16,00 toba limosa / 16,00-50,00 lava brechosa / 50,00
BA-718	515062	220510	Hajike s.a.	100.00	10.06	1.65		Domestico	0,00-10,00 arcilla / 10,00-18,00 piroclastos en matriz arcillosa / 18,00-20,00 toba arcillosa / 20,00-34,00 piroclastos color café / 34,00-38,00 toba arcillosa / 38,00-46,00 toba color café / 46,00-52,00 arcilla café / 52,00-54,00 arenon volcanico / 54,00-72,00 arcilla cafe / 72,00-100,00 ignimbrita con matriz cenicienta
BA-757	515100	220450	Trejos hidalgo s.a.	90.00	68	3	3	Industrial	0,00-28,00 arcilla y bloques andesiticos / 28,00-28,00 lavas andesitico-basaltica / 28,00-68,00 tobas liticas cenicientas / 68,00-105,00 tobas liticas / 105,00-116,00 lavas andesitico-basaltico / 116,00
BA-702	515110	220350	Tractogruas, s.a.	96.00	18.2	2.5		Industrial	0,00-10,45 arcillas y bloques andesiticos / 10,45-15,50 tobas e ignimbritas / 15,50-25,00 lava andesitica / 25,00-80,10 tobas liticas / 80,10-96,00 lavas andesitico-basalticas / 96,00

AB-439	515 120	217 670	Senara aguasub					Domestico	0,00-0,90 arcilla/ 0,90-4,60 toba soldada / 4,60-7,30 lava / 7,30-17,40 lava vesicular / 17,40-19,20 idem / 19,20-30,80 lava idem / 30,80,
AB-421	515 130	218 460	Jose luis orlich	62.48	28.05	0.5		Domestico	0,00-4,58 lava / 4,58-61,00 piroclasticos meteorizados / 61,00-62,53 lava
BA-723	515190	220770	Orlando guier serrano	50.00	13	2		Domestico	0,00-12,00 arcilla compuesta por matriz areno arcillosa / 12,00-50,00 tobas en tramos limoso arenoso / 50,00
AB-252	515 200	219 165	Antonio lahmman	36.00	7.42	0.44		Riego	0,00-9,12 arcilla / 9,12-21,33 toba café / 21,33-24,38 toba la pillitica / 24,38-33,62 toba la pillitica / 33,62-51,81 toba compacta
BA-347	515200	220450	Asoc. Ing. Mopt	50.00	34.04	0.5		Domestico	0,00-15,00 toba / 15,00-21,00 lava / 21,00-30,00 lava / 30,00-38,00 lava / 38,00-40,00 lava / 40,00-44,00 lava / 44,00-52,00 toba
BA-714	515200	220650	Tricolor carrental s.a.	65.00	29			Industrial	0,00-17,00 arcillas / 17,00-42,00 lavas porosas grises / 42,00-46,00 tobas alteradas / 46,00-65,00 idem anterior / 65,00
BA-615	515320	220760	Jose m. Agüero santamaria	140.00	118			Domestico	0,00-40,00 arcilla color café / 40,00-80,00 material heterogeneo / 80,00-120,00 toba gris / 120,00-140,00 lavas e ignimbritas / 140,00

AB-2355	515 350	218 404	Los vientos del shui, s.a.	67.00	30.00	2.00	1.50	Domest-riego	0,00-18,00 lava andesitica afanitica color gris oscuro ligeramente oxidada en planos de fractura, cerca de la superficie se presenta en bloques con baja permeabilidad aparente / 18,00-30,00 toba litica con minerales y pequeños fragmentos liticos, bien cementados en una matriz fina de color gris oscuro cafecuzco, relativamente sana, algo dura, con moderada permeabilidad aparente / 30,00-50,00 toba con minerales y pequeños fragmentos liticos bien cementados en una matriz fina con moderada permeabilidad y porosidad aparentes / 50,00-60,00 toba de granulometria fina arcillosa y con baja permeabilidad ap. / 60,00-67,00 toba litica constituida por minerales y pequeños fragmentos liticos bien soldados en una matriz fina cafe grisaceo con moderada permeabilidad aparente
AB-1867	515 360	218 200	Luis a. Murillo murillo	40.00	30.70	2.50	0.50	Riego	0,00-2,00 arcilla color gris / 2,00-4,00 lahares con bulder / 4,00-15,00 arcillas color café / 15,00-30,00 lavas formacion barba sin agua / 30,00-33,00 lavas formacion barba muy limpia / a33,00-34,00 cenizas volcánicas / 34,00-40,00 lavas formacion barba / 40,00
AB-1183	515 400	219 620	Malesa s.a	100.00	76.00		2.50	Domestico	0,00-4,00 arcilla/ 4,00-45,00 lava/ 45,00-68,00 arcilla/ 68,00-80,00 lava/ 80,00-100,00 lava brechosa/ 100,00,
AB-1367	515 450	220 100	Concreteira nacional s.a	28.00	16.00	4.00	5.00	Industrial	0,00-6,00 arcilla/ 6,00-9,00 brecha lavica/ 9,00-23,00 nucleo de lava/ 23,00-28,00 brecha inferior/ 28,00
AB-1915	515 500	218 400	Corporacion as de oros s.a.	110.00		3.00		Industrial	0,00-10,00 componentes de suelos / 10,00-37,00 suelos laharicos / 37,00-51,00 lava fracturada / 51,00-78,00 tobas cineriticas / 78,00-84,00 ignimbritas / 84,00-98,00 tobas y brechas volcánicas / 98,00-108,00 lavas fracturadas / 108,00-110,00 brechas volcánicas / 110,00

AB-908	515 521	217 640	A y a	130.00	83.50	9.50	Abast.publico	0,00-6,80 arcilla color café/6,80-9,20 toba litica/ 9,20-20,00 toba soldada/ 20,00-24,10 lava escoriacea/ 24,10-41,60 brecha color gris/ 41,60 -54,80 lava andesitica/ 54,80-58,70 brecha de coloracion rojiza/58,70-60,20 lava color negro con plagioclasas,andesiticas-basalticas/60,20-73,90 ignimbritas,color negro,gran cantidad de pomez/73,90-95,30 lava muy vesicular/95,30-101,60 toba color cafe/ 101,60-102,80 arena color gris/ 102,80-104,20 toba color cafe/ 104,20-108,80 lava color negro/ 108,80-116,80lava color gris,
AB-275	515 660	218 900	Club español	36.00	2.03	0.00	Turistico	0,00-9,90 arcilla café claro poca plasticidad y coherencia impermeable / 9,90-13,90 toba lapillitica café-rojizo compacta impermeable / 13,90-36,60 escoria lavica gris claro permeabilidad primaria
BA-661	515750	220600	Jose r. Traube zamora	45.00	19	1	Domestico	0,00-10,00 arcilla impermeable / 10,00-21,00 lava suave / 21,00-23,00 lava densa / 23,00-45,00 lavas brechosas / 45,00
AB-2168	515 920	218 900	Matadero el cairo, s.a.	68.00	24.00	1.50	Industrial	0,00-11,00 suelo / 11,00-40,00 lava muy porosa / 40,00-68,00 toba gris a negro / 68,00
AB-1198	515 925	217 200	Concretico s.a.	75.00			Industrial	0,00-15,00 toba/ 15,00-34,00 lava color gris/ 34,00-44,00 zona de alteracion/ 44,00-75,00 lava menos densa/ 75,00,
AB-308	516 000	218 000	Ande	42.67		0.50	Domestico	0,00-12,00 colado lava / 12,00-15,00 arcilla / 15,00-42,67 brecha lavica
AB-2135	516 080	218 900	Corp.obispo igl.jesus u dias	60.00	18.00	2.00	Domestico	0,00-6,00 matriz de arcillas/6,00-60,00 lavas frescas/ 60,00,
AB-1395	516 100	217 550	A y a	57.00			Abast.publico	0,00-8,00 toba meteorizada/ 8,00-34,00 toba e ignimbrita fm. Tiribi/ 34,00-56,00 lava sana. Colima superior/ 56,00,

AB-1339	516 100	219 100	Junta educ. Fidel tristan	38.00	24.00	3.00		Domestico	0,00-10,00 arcilla plastica/ 10,00-18,00 brecha lavica/ 18,00-35,00 lava andesitica/ 35,00,
AB-2080	516 140	218 820	Oscar chaves villalobos	54.00	25.00	3.15		Riego	0,00-10,00 arcilla café/10,00-18,00 arcillas con bloques andesiticos/18,00-33,00 lavas masivas/33,00-34,00 arcillas color rojo/34,00-54,00 lava andesitico-basalticos/54,00,
AB-276	516 150	218 325	Ande	67.06	38.10	2.00		Riego	0,00-67,10 brecha lavica lavas de la formacion baba pomez/ 67,10 lavas de la formacion colima superior.
AB-1403	516 200	219 250	Joan carlos ch.	32.00		0.50		Domestico	0,00-8,00 cenizas / 8,00-14,00 formación barva / 14,00-16,00 lava andesitica / 18,00-30,5 lava andesitica / 30,5-32,00 brecha lavica
AB-736	516 250	219 130	Senara	70.00	29.00	0.50		Domestico	0,00-11,10 suelo vegetal y humus/11,10-14,70 lava meteorizada/ 14,70-21,80 lava escoriacea/ 21,80-33,90 lava/ 33,90-40,10 material terroso y arcillas/ 40,60-66,70 aglomerado tobaceo/ 66,70-67,00 idem.anterior/ 67,00-70,00 toba/ 70,00,
BA-213	516250	220450	Construflex, s.a.	53.00	11.38		12	Industrial	0,00-14,00 suelo / 14,00-19,00 toba / 19,00-26,00 toba / 26,00-28,00 toba / 28,00-31,00 lava / 31,00-35,00 toba / 35,00-37,00 lava / 37,00-53,00 toba
BA-681	516450	220750	Inmobiliaria pococi s.a	50.00	35	2.4		Riego	0,00-18,00 material tobaceo/ 18,00-21,00 material color gris se trata de lava brechosa/ 21,00-50,00 lava/ 50,00
AB-983	516 517	219 220	El arreo s.a.	70.00	25.00			S.d.	0,00-10,00 arcilla color café / 10,00-20,00 limo con arena compacta /20,00-30,00 escoria volcánica / 30,00-40,00 arcilla roja con partículas de escoria / 40,00-50,00 arena gruesa / 50,00-60,00 arena gruesa sin arcilla / 60,00-70,00 arena gruesa con poca arcilla / 70,00
AB-907	516 517	219 220	El arreo s.a.	70.00	25.00	0.50		Domestico	0,00-10,00 arcilla color café/ 10,00-20,00 limo con arena compacta/ 20,00-30,00 escoria volcanica/ 30,00-40,00 arcillaroja con particulas de escoria/ 40,00-50,00 arena gruesa/ 50,60-60,00 arena gruesa sin arcilla/ 60,00-70,00 arena gruesa con poca arcilla/7,00,,

AB-2295	516 544	219 320	Zapateria glicy, s.r.l.	65.00	18.00	2.00		Urbanistico	0,00-6,00 arcillas/6,00-65,00 lavas de la formacion barba de alta dureza / 65,00
AB-2023	516 550	220 100	Centro intern.de inverciones	87.00	31.46	11.72		Industrial	0,00-6,00 cenizas muy alteradas/6,00-39,00 brechas lavicas y lavas masivas duras/ 39,00-44,00 arcillas de color rojizo/44,00-87,00 brechas lavicas grises, lavas fracturadas/ 87,00,
AB-1726	516 600	218 900	Urb. Monte bello	160.00	68.00	13.00		Abast.pUBLICO	0,00-11,00 arcilla/ 11,00-36,00 lava/ 36,00-38,00 paleosuelo/ 38,00-42,00 lava/ 42,00-60,00 toba/ 60,00-70,00 lava en bloques/ 70,00-126,00 roca volcanica/ 126,00-145,00 ignimbrita/ 145,00-160,00 lava/ 160,00,
AB-738	516 610	217 680	Senara	246.00	46.00	0.50		Domestico	0,00-11,20 toba caotica/ 11,20-22,00 ignimbrita/ 22,00-23,50 lava/ 23,50-47,00 brecha lavica/ 47,00-54,00 densa/ 54,00-67,00 brecha lavica/ 67,00-97,00 lava densa/ 97,00-99,20 lava/ 99,20-101,00 arcilla/ 101,00-107,00 faltan muestras/ 107,00-125,00 lava/ 125,00-127,40 toba/ 127,40-130,00 no hubo recuperacion/ 130,00-136,00 lava/ 136,00-150,00 lava densa,
AB-1930	516 645	219 600	Aquastar s.a.	120.00	32.36	6.00		Industrial	0,00-14,50 cenizas volcanicas, compactadas, alteradas/14,50-35,00 lava andesitica color gris/35,00-39,00 brecha lavica compuesta/39,00-41,00 material brechoso suelto/ 41,00-59,00 ignimbrita de color gris/ 59,00-63,00 lava de color gris/ 63,00-69,00 ignimbrita color cafe/ 69,00-73,00 lava color negro/ 73,00-89,00 ignimbrita color amarillento/ 89,00-91,00 zona de contacto entre la ignimbrita y la lava/ 91,00-117,00 lava color gris/ 117,00-120,00 ignimbrita color cafe,
AB-2147	516 750	219 460	Luis g. Carmona solano	53.00	29.00	2.52		Domestico	0,00-13,00 arcillas y bloques andesiticos englobados en matriz arcillosa/13,00-23,50 tobas liticas arcillosa/23,00-43,10 lavas alteradas y brecha rojiza/43,50-53,10 tobas cenicientas/53,10,
AB-2042	516 770	218 300	Jonh allan sheffield marengo	84.00	60.00			Domestico	0,00-8,00 materiales arcillosos p.a muy baja/8,00-35,00 tobas meteorizadas p.a.media/ 35,00-72,00 lavas brechosas p.a media/ 72,00-74,00 paleosuelo arcilloso p.a. bajo/ 74,00-84,00 lavas vesiculares p.a muy alta/84,00,

	AB-1430	516 800	218 800	Magacha s.a	100.00	66.00	0.41		Domestico	0,00-9,00 arcilla plastica/9,00-21,00 lava brechosa/ 21,00-32,00 lava andesitica/ 32,00-35,00 material calcinado/ 35,00-49,00 lava brechosa/ 49,00-61,00 arenas volcanicas/ 61,00-70,00 toba litica/ 70,00-72,00 material heterogeneo/ 72,00-91,00 toba litica/ 91,00-100,00 material heterogeneo,
	AB-1819	516 820	219 880	Componentes intel de c.r.	60.00	25.00			Otros usos	0,00-12,00 suelo arcilla/ 12,00-16,00 arcilla/ 16,00-19,00 brecha lavica /19,00-20,00lava densa/20,00-22,00brecha lavica con arcilla/ 22,00-36,00 lava dura/ 36,00-39,00 paleosuelo/ 39,00-55,00 brecha lavica/ 55,00-60,00 ignimbrita/ 60,00 ,
	AB-1820	516 850	220 200	Componentes intel de c.r.	60.00	26.00			Otros usos	0,00-15,00 suelo arcillos/15,00-20,00 brecha lavica/ 20,00-36,00 lava densa / 36,00-55,00 brecha lavica/ 55,00-60,00 ignimbrita/ 60,00,
	AB-1961	516 875	220 150	Componentes intel de c.r.	60.00	23.40	1.50		Otros usos	0,00-15,00 tobas m carbonal/ 15,00-20,00 brecha lavica/20,00-38,00 lava/ 38,00-52,00 brecha lavica/ 52,00-60,00 ignimbrita/ 60,00,
A B - 1 2 3 3 4	5 1 7 3 2 2 4	2 1 9 6 3 3 5		Asociación de desarrollo la rivera	45.00	28.00	4.00	4.00	Domestico	0-5 arcillas / 5-31 brecha lávica / 31-55 lava densa / 35-45 brecha lávica rojiza inferior

Lista de concesiones registradas en la Dirección de Aguas del MINAE para el sector de Ojo de Agua.

EXPEDIENT	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTADO	NOMBRE-APELLIDO	FUENTE
16164-P	513144	216854	Solicitud nueva	Impresora delta s.a-	Acuífero sin numero
1495-A	513500	216900	Cancelado	S.u.a. de san rafael de alajuela c/danilo navarro-	Rio bermudez
2632-A	513500	216900	Otorgado	Hacienda guacalillo s.a.-	Rio bermudez
8742-P	514200	216900	Otorgado	Ingrid-garnier kruse	Acuífero
8518-A	513550	216950	Otorgado	Sociedad de usuarios de agua de san rafael de alajuela-	Rio bermudez
4763-P	514320	216990	Cancelado por morosidad	Villa once once wafou polaris s.a-	Acuífero
5561-P	513800	217000	Otorgado	El moro noroeste de islita emi, s.a.-	Acuífero
602-R	514550	217050	Otorgado	Aya-	Acuífero
15959-A	516760	217062	Solicitud nueva	Compañía nacional de fuerza y luz, s.a.-	Nacimiento la peña
3858-P	514400	217100	Cancelado	Joaquin bernardo-masis jimenez	Acuífero
14058-P	514480	217150	Archivar sin mas tramite	Bomba cariari diez s.a-	Acuífero
8427-P	513200	217200	Otorgado	Productos de concreto s.a.-	Acuífero
5313-P	515925	217200	Cancelado por morosidad	Tajo hermanos ramirez creppo s.a.-	Acuífero
3027-A	516900	217200	Cancelado	Angela-zamora gonzalez	Nacimiento zamora
602-R	516241	217272	Otorgado	Aya-	Nacimiento tunel 1,2,3 puente de
602-R	514444	217285	Otorgado	Aya-	Acuífero
11528-P	513750	217300	Archivar sin mas tramite	Concretos durocret s.a.-	Acuífero
13-H	516200	217320	Otorgado	Compañía nacional de fuerza y luz, s.a.-	Rio virilla
602-R	514490	217325	Otorgado	Aya-	Acuífero
11566-P	514160	217350	Cancelado por morosidad	Federacion costarricense de futbol-	Acuífero
4848-P	514160	217350	Cancelado	Consejo nacional de produccion-	Acuífero
602-R	514696	217355	Otorgado	Aya-	Acuífero
14470-P	513600	217400	Otorgado	Matanga de escazu, s.a.-	Acuífero
602-R	516899	217403	Otorgado	Aya-	Nacimiento zamora
3222-P	513500	217500	Cancelado por morosidad	Asoc.solidarista de empleados de hitachi-	Acuífero
602-R	516100	217550	Otorgado	Aya-	Acuífero
602-R	516100	217550	Otorgado	Aya-	Acuífero
3693-P	513200	217600	Cancelado	Pieles costarricenses, s.a.-	Acuífero
647-A	514400	217600	Cancelado	Consejo nacional de produccion-	Quebrada seca
12078-P	515300	217600	Cancelado	Condominio la ribera belemita cincuenta s.a.-	Acuífero
10582-P	513625	217625	Solicitud nueva	Juan-sandoval vargas	Acuífero

9223-P	514075	217700	Otorgado	Corporacion pipasa s.a.-	Acuifero
602-R	516300	217700	Otorgado	Aya-	Acuifero
16319-P	514749	217706	Solicitud nueva	S & r trustee company ltda-	Acuifero
7182-P	514300	217750	Cancelado por vencimiento	Jimenez y gonzalez s.a.-	Acuifero
602-R	515200	217750	Otorgado	Aya-	Acuifero
602-R	515284	217796	Otorgado	Aya-	Acuifero
12889-P	513200	217800	Archivar sin mas tramite	Impesora delta s.a.-	Acuifero
3693-P	513200	217800	Cancelado	Pieles costarricenses, s.a.-	Acuifero
4992-P	513400	217800	Otorgado	Beneficiadora tres volcanes s.a.-	Acuifero
5180-P	513500	217800	Cancelado por vencimiento	Beneficiadora belen limitada-	Acuifero
4375-P	513850	217800	Cancelado por vencimiento	Escuela primaria san pablo s.a.-	Acuifero
1832-A	515500	217800	Cancelado	Villegas murillo virgilio-	Rio bermudez
3916-P	513800	217850	Cancelado	Virginia-rodriguez hernandez	Acuifero
12547-P	514460	217880	Otorgado	Panasonic de costa rica s.a.-	Acuifero
423-R	514250	217900	Inscrito	Asada san rafael de ojo de agua de alajuela-	Acuifero
5144-P	514250	217900	Otorgado	Municipalidad de alajuela-	Acuifero
1398-P	514500	217900	Cancelado por vencimiento	Panasonic de costa rica s.a.-	Acuifero
602-R	516844	217930	Otorgado	Aya-	Acuifero
8680-P	513220	218000	Otorgado	Inversiones tanzi s.a.-	Acuifero
6728-P	514000	218000	Otorgado	Fondo ahorro, prest, vivienda, recrea ,garant trabaj recope-	Acuifero
7099-P	514500	218000	Otorgado	Zayza de belen s.a-	Acuifero
525-O	515000	218000	Solicitud nueva	Victor-aguero rodriguez	Rio quebrada seca
4082-A	516900	218000	Cancelado por vencimiento	Municipalidad de belen-	Nacimiento scott paper
5649-P	514300	218030	Cancelado	Javier-viquez alfaro	Acuifero
1474-P	514400	218100	Cancelado por vencimiento	Tevi ltda.-	Acuifero
5227-P	512970	218105	Otorgado	Jetan s.a.-	Acuifero
423-R	513650	218110	Inscrito	Asada san rafael de ojo de agua de alajuela-	Acuifero
7441-P	514510	218150	Denegado	Tevi ltda.-	Acuifero
4385-P	514100	218200	Otorgado	Inversiones multinacionales s.a.-	Acuifero
5531-P	514500	218200	Cancelado por morosidad	Vicabell s.a.-	Acuifero
602-R	514800	218200	Otorgado	Aya-	Acuifero
602-R	514800	218200	Otorgado	Aya-	Acuifero
10342-P	515360	218200	Cancelado por vencimiento	Inversiones lhmm de belen s.a-	Acuifero
2059-P	516100	218200	Archivar sin mas tramite	Ande-	Acuifero
9293-P	515570	218250	Otorgado	Coorporacion as de oros s.a-	Acuifero
7490-P	512950	218275	Otorgado	Inmobiliaria muscor s.a.-	Acuifero

4418-P	513000	218300	Cancelado	Federico-jenkins moreno	Acuifero
5889-P	513150	218300	Otorgado	Terra dominus s.a.-	Acuifero
7680-P	513200	218300	Cancelado por morosidad	Inversiones felu s.a.-	Acuifero
10439-P	513550	218300	Cancelado por morosidad	Hacienda guadalupe s.a.-	Acuifero
6144-P	514750	218300	Cancelado	Asociacion de frailes menores conventuales-	Acuifero
602-R	514800	218300	Otorgado	Aya-	Acuifero
9809-P	516770	218300	Otorgado	Hermanos sheffield zamora, s.a.- zamora	Acuifero
3026-A	516800	218300	Cancelado	Eduardo-gonzales monge	Nacimiento zamora
602-R	514838	218308	Otorgado	Aya-	Acuifero
6491-P	513200	218350	Cancelado por morosidad	Cuatrocientos noventa y cuatro s.a.-	Acuifero
4401-A	513700	218400	Denegado	Los lojanos, s.a.-	Rio la fuente
5409-P	515300	218400	Otorgado	Murillo y soto s.a.-	Acuifero
9627-P	513260	218450	Otorgado	Campos y alvarado s.a.-	Acuifero
8936-P	513500	218500	Otorgado	Tamacun s.a -	Acuifero
7210-P	513600	218500	Otorgado	Inversiones mandur s.a.-	Acuifero
3563-A	514000	218500	Cancelado	S.u.a. del rio la fuente de san rafael de ojo de agua-	Rio la fuente
3763-A	515300	218500	Cancelado	Corporacion pipasa s.a.-	Nacimiento sin nombre
12122-P	513149	218545	Archivar sin mas tramite	Serinsa servicios tecnicos para la industria plastica s.a.-	Acuifero
15430-A	515245	218554	Otorgado	Centro de recreacion la ribera del oeste s.a.-	Nacimiento sin nombre
9768-P	513200	218600	Cancelado por vencimiento	Corporación ganadera quintana s.a.-	Acuifero
3282-P	513400	218600	Cancelado	Milton-castillo sandi	Acuifero
4354-P	513700	218600	Cancelado	Eladio y jesus-esquivel molina	Acuifero
417-R	514600	218600	Inscrito	Asada el paso de las garzas-	Acuifero
9617-P	514600	218600	Cancelado por vencimiento	S.u.a. el seminario-	Acuifero
4369-P	513400	218700	Otorgado	Inversiones la segua tica s.a-	Acuifero
3159-A	514600	218700	Cancelado por vencimiento	Incubadora costarricense s.r.l-	Rio la fuente
3201-A	514600	218700	Otorgado	Incubadora costarricense s.r.l-	Rio la fuente
602-R	514935	218727	Otorgado	Aya-	Acuifero
602-R	514950	218750	Otorgado	Aya-	Acuifero
6977-P	516800	218800	Otorgado	Magacha s.a-	Acuifero
9989-P	516140	218820	Cancelado por vencimiento	Inversiones y desarrollos la concha s.a.-	Acuifero
15366-P	514800	218830	Solicitud nueva	Colegio de cirujanos dentistas de costa rica-	Acuifero
11234-P	515920	218900	Cancelado por vencimiento	Gonlez gonzalez ledezma s.a.-	Acuifero
7045-P	514640	219060	Otorgado	Incubadora costarricense s.r.l-	Acuifero
6131-P	516100	219100	Otorgado	Junta de educacion de la ribera	Acuifero

				de belen-	
5316-P	514100	219150	Otorgado	Matadero del valle s.a.-	Acuifero
8769-P	513768	219168	Otorgado	Condominio la cañada-	Acuifero
9119-A	515150	219200	Cancelado	Malesa s.a.-	Quebrada sin nombre
2038-P	515850	219250	Cancelado por vencimiento	Dikro s.a.-	Acuifero
4295-P	515150	219275	Cancelado por vencimiento	Malesa s.a.-	Acuifero
11968-P	516544	219320	Denegado	Zapateria glycy s.r.l.-	Acuifero
5569-P	514300	219400	Cancelado por morosidad	Posada aeropuerto b y b s.a.-	Acuifero
2779-A	514500	219400	Denegado	Francesco-caldart cassol	Rio segundo
1883-A	515500	219400	Cancelado por vencimiento	Malesa s.a.-	Quebrada sin nombre
1883-A	515520	219400	Cancelado por vencimiento	Malesa s.a.-	Nacimiento sin nombre
4296-A	514500	219500	Cancelado	Del carmen s.a.-	Nacimiento sin nombre
9148-P	516900	219700	Cancelado por vencimiento	Corporacion pipasa s.a.-	Acuifero
11524-P	516724	219760	Cancelado por vencimiento	Centro internacional de inversiones cii s.a.-	Acuifero
9222-P	515970	219790	Otorgado	Corporacion pipasa s.r.l.-	Acuifero
3870-P	516600	219800	Cancelado	El arreo, s.a.-	Acuifero
5996-P	516750	219800	Otorgado	Centro internacional de inversiones cii s.a.-	Acuifero
1746-A	516900	219800	Cancelado	El arreo, s.a.-	Nacimiento sin nombre
602-R	515690	219840	Otorgado	Aya-	Nacimiento guacima
3418-A	515400	219850	Cancelado	Luis diego-cruz conejo	Quebrada sin nombre
2790-P	516600	219850	Otorgado	Corporacion pipasa s.a.-	Acuifero
11641-A	515641	219871	Archivar sin mas tramite	Ganadera la flor s.a.-	Nacimiento sin nombre
3455-P	516400	219900	Cancelado	Corporacion pipasa s.a.-	Acuifero
9137-P	516380	219930	Otorgado	Corporacion pipasa s.a.-	Acuifero
11642-A	515711	219947	Archivar sin mas tramite	Ganadera la flor s.a.-	Nacimiento sin nombre
5582-P	513100	220000	Cancelado por vencimiento	Almacenadora santamaria s.a -	Acuifero
206-R	515750	220000	Inscrito	Asada la guacima de alajuela-	Nacimiento katadin
10422-P	515380	220050	Otorgado	Luis humberto-murillo murillo	Acuifero
6380-P	515450	220100	Otorgado	Holcim costa rica, s.a.-	Acuifero
11525-P	516550	220100	Cancelado por vencimiento	Banco credito agricola de cartago-	Acuifero
8554-P	515100	220200	Cancelado	Finoe s.a.-	Acuifero
5048-A	515600	220200	Cancelado	Agua electropura s.a.-	Nacimiento nacimiento sin
11526-A	516550	220200	Otorgado	Centro internacional de	Nacimiento

				inversiones cii s.a.-	sin nombre
602-R	515800	220250	Otorgado	Aya-	Acuífero
7558-A	516100	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento a-1
7558-A	516150	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento a-2
7558-A	516175	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento a-3
7558-A	516224	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento a-4
7558-A	516225	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento b-1
7558-A	516228	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento b-2
7558-A	516245	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento b-3
7558-A	516248	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento c-1
7558-A	516250	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento c-2
7558-A	516260	220250	Otorgado	Parque industrial zona franca alajuela s.a.-	Nacimiento c-3
16476-P	514281	220268	Solicitud nueva	Aeris holding costa rica s.a.-	Acuífero
4082-A	516650	220300	Cancelado por vencimiento	Municipalidad de belen-	Nacimiento la ribera
6321-P	515400	220350	Otorgado	Golden plastic s.a.-	Acuífero
10585-P	515100	220400	Cancelado por morosidad	Trejos e hidalgo s.a.-	Acuífero
7663-P	513850	220450	Cancelado por morosidad	Portezuelo del oeste s.a.-	Acuífero
2117-A	516750	220450	Otorgado	Publicidad en ruta mil ochocientos treinta crc s.a.-	Nacimiento sin nombre
526-O	513442	220477	Resuelto	Fondo de inversion inmobiliario multifondos-	Río ciruelas
3256-P	513800	220500	Cancelado por vencimiento	Tega ltda.-	Acuífero
5411-P	514200	220500	Cancelado por vencimiento	Tega ltda.-	Acuífero
2117-A	516700	220500	Otorgado	Publicidad en ruta mil ochocientos treinta crc s.a.-	Nacimiento sin nombre
10500-A	516900	220500	Cancelado por vencimiento	Componentes intel de costa rica s.a.-	Nacimiento sin nombre
10138-P	515062	220510	Cancelado por morosidad	Hajike s.a.-	Acuífero
7427-P	514923	220521	Otorgado	San jose garni s.a.-	Acuífero
6759-P	513550	220580	Otorgado	Casa proveedora phillips s.a.-	Acuífero
7644-A	514550	220600	Cancelado	Sidney m.-boskind	Quebrada cañas
14420-P	513503	220609	Cancelado	Casa provedora phillips s.a-	Acuífero
9142-P	514830	220630	Cancelado por vencimiento	Retornos de vehiculos ltda-	Acuífero
11258-P	514100	220650	Archivar sin mas tramite	Corp. Centroamericana de serv. De navegacion aerea (cocesna)-	Acuífero
8567-A	514550	220650	Otorgado	Beneficio san isidro s.a.-	Quebrada cañas

12118-P	515200	220650	Otorgado	Tt tricolor s.a.-	Acuifero
10130-P	516420	220650	Otorgado	Inmobiliaria pococi, s.a.-	Acuifero
503-O	513393	220686	Archivar sin mas tramite	Inmobiliaria kigoma este s.a.-	Rio ciruelas
602-R	514500	220700	Otorgado	Aya-	Acuifero
6748-A	514700	220700	Cancelado	Compañía agricola el coco s.a.-	Quebrada cañas
4891-A	514750	220700	Cancelado	Beneficio san isidro s.a.-	Quebrada cañas
13870-P	513592	220716	Solicitud nueva	Valle d"aosta-	Acuifero
11218-P	515190	220770	Cancelado por vencimiento	Agropecuaria ma- n- pa s.a.-	Acuifero
3903-P	516100	220800	Cancelado	Construflex s.a.-	Acuifero

ANEXO N° 3
RESULTADOS LABORATORIO DEL
INTA, MAG



RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS
 Laboratorio de Suelos
 Tel-Fax: 2278-0514; e-mail: labsuelos@inta.go.cr



LDS F 17

NOMBRE TECNO AMBIENTE CENTROAMERICANO

FECHA: 28/06/2015

ALAJUELA--OJO DE AGUA

FAX:

INFORME #:

IDENT.		D.aparente	D.Real	Porosidad
# LAB.	#CAMPO	(gr/cc)	(gr/cc)	(%)
2737	22.1	1,1 4	2.11	45,9 7
2738	22.2	1,0 9	2.06	47,0 9
2739	22.3	1,0 4	2.08	50,0 0

Ing. Alexis Vargas Villagra

INTA-OJO DE AGUA

ANEXO N° 4

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD

PROYECTO: 22 - 1

OJO DE AGUA PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 1

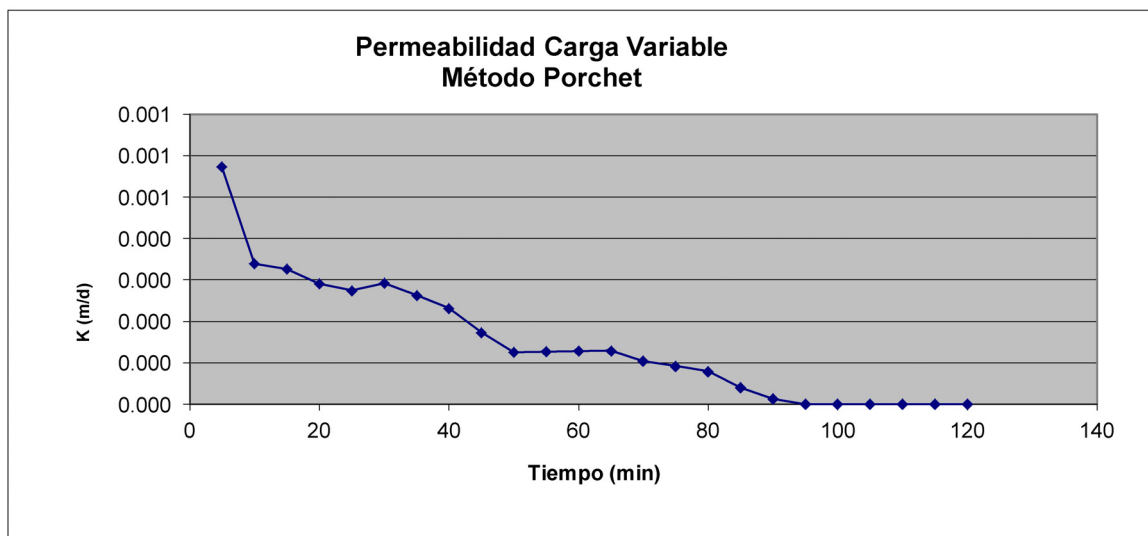
Este (m)	514899.0	Norte (m)	218823.0
Fecha:	26/05/2015	Hora:	10:00 a.m.
t1 (min)	0	t1 (s)	0.0
t2 (min)	120	t2 (s)	7200.0
H1 (cm)	120.00	H1 (mm)	1200.0
H2 (cm)	88.70	H2 (mm)	887.0
r (cm)	8.63	r (mm)	86.3
k (cm/min)	0.0104300	k (mm/s)	0.0017383

t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	1.2000	H1 (cm)	120.00
H2 (m)	0.8870	H2 (cm)	88.70
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln \left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)} \right)$$

k (m/d)	0.1501920	k (cm/seg)	0.0001738
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	120.0	114.40	8.63	0.0397783	0.0066297	0.5728070	0.0006630
5	10	114.4	111.20	8.63	0.0235817	0.0039303	0.3395766	0.0003930
10	15	111.2	108.20	8.63	0.0227088	0.0037848	0.3270074	0.0003785
15	20	108.2	105.60	8.63	0.0201763	0.0033627	0.2905381	0.0003363
20	25	105.6	103.20	8.63	0.0190524	0.0031754	0.2743549	0.0003175
25	30	103.2	100.70	8.63	0.0203040	0.0033840	0.2923769	0.0003384
30	35	100.7	98.50	8.63	0.0182714	0.0030452	0.2631079	0.0003045
35	40	98.5	96.60	8.63	0.0160973	0.0026829	0.2318006	0.0002683
40	45	96.6	95.20	8.63	0.0120563	0.0020094	0.1736104	0.0002009
45	50	95.2	94.20	8.63	0.0087159	0.0014527	0.1255093	0.0001453
50	55	94.2	93.20	8.63	0.0088049	0.0014675	0.1267899	0.0001467
55	60	93.2	92.20	8.63	0.0088956	0.0014826	0.1280968	0.0001483
60	65	92.2	91.20	8.63	0.0089883	0.0014980	0.1294309	0.0001498
65	70	91.2	90.40	8.63	0.0072586	0.0012098	0.1045242	0.0001210
70	75	90.4	89.70	8.63	0.0064018	0.0010670	0.0921854	0.0001067
75	80	89.7	89.10	8.63	0.0055253	0.0009209	0.0795641	0.0000921
80	85	89.1	88.80	8.63	0.0027760	0.0004627	0.0399739	0.0000463
85	90	88.8	88.70	8.63	0.0009273	0.0001546	0.0133532	0.0000155
90	95	88.7	88.70	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
95	100	88.7	88.70	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
100	105	88.7	88.70	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
105	110	88.7	88.70	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
110	115	88.7	88.70	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
115	120	88.7	88.70	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
					0.0174947	0.0029158	0.2519236	0.0002916



PROYECTO: 22 - 2

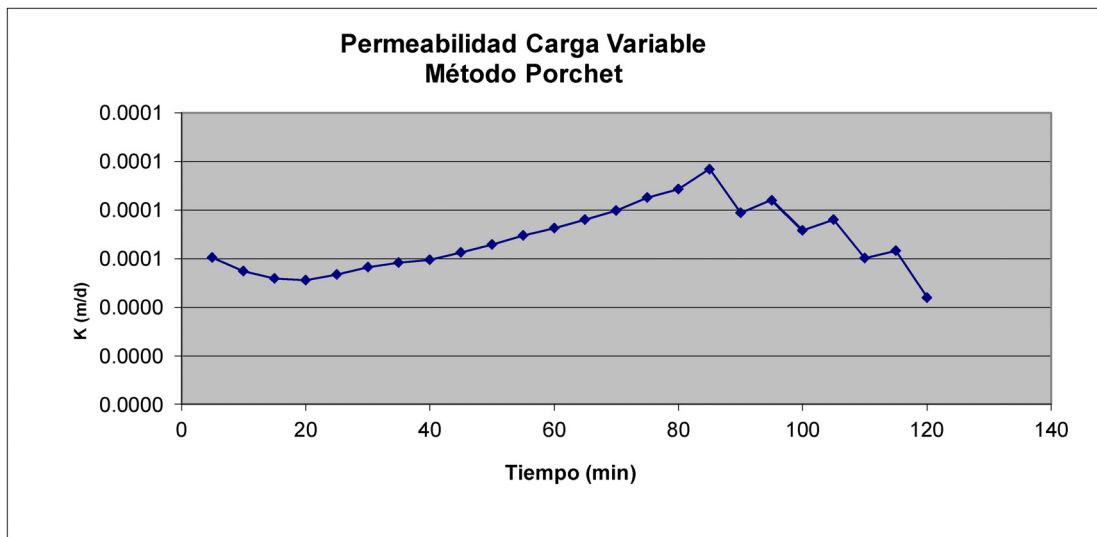
OJO DE AGUA PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 2	Este (m)	515095.0	Norte (m)	218950.0
	Fecha:	26/05/2015	Hora:	11:50 a.m.
	t1 (min)	0	t1 (s)	0.0
	t2 (min)	120	t2 (s)	7200.0
	H1 (cm)	200.00	H1 (mm)	2000.0
	H2 (cm)	51.20	H2 (mm)	512.0
	r (cm)	8.63	r (mm)	86.3
	k (cm/min)	0.0468541	k (mm/s)	0.0078090

t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	2.0000	H1 (cm)	200.00
H2 (m)	0.5120	H2 (cm)	51.20
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln \left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)} \right)$$

k (m/d)	0.6746984	k (cm/seg)	0.0007809
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	200.0	190.30	8.63	0.0419760	0.0069960	0.6044549	0.0006996
5	10	190.3	181.90	8.63	0.0380767	0.0063461	0.5483046	0.0006346
10	15	181.9	174.30	8.63	0.0359606	0.0059934	0.5178323	0.0005993
15	20	174.3	167.10	8.63	0.0355083	0.0059180	0.5113188	0.0005918
20	25	167.1	159.90	8.63	0.0370322	0.0061720	0.5332632	0.0006172
25	30	159.9	152.60	8.63	0.0392426	0.0065404	0.5650932	0.0006540
30	35	152.6	145.40	8.63	0.0405358	0.0067560	0.5837152	0.0006756
35	40	145.4	138.40	8.63	0.0413238	0.0068873	0.5950622	0.0006887
40	45	138.4	131.40	8.63	0.0434025	0.0072337	0.6249954	0.0007234
45	50	131.4	124.40	8.63	0.0457014	0.0076169	0.6581003	0.0007617
50	55	124.4	117.40	8.63	0.0482576	0.0080429	0.6949093	0.0008043
55	60	117.4	110.50	8.63	0.0503648	0.0083941	0.7252527	0.0008394
60	65	110.5	103.70	8.63	0.0526879	0.0087813	0.7587058	0.0008781
65	70	103.7	97.00	8.63	0.0552627	0.0092105	0.7957836	0.0009210
70	75	97.0	90.30	8.63	0.0590451	0.0098409	0.8502498	0.0009841
75	80	90.3	83.80	8.63	0.0614225	0.0102371	0.8844842	0.0102371
80	85	83.8	77.20	8.63	0.0671895	0.0111982	0.9675287	0.0111982
85	90	77.2	72.20	8.63	0.0546281	0.0091047	0.7866449	0.0009105
90	95	72.2	67.20	8.63	0.0583212	0.0097202	0.8398250	0.0009720
95	100	67.2	63.20	8.63	0.0496721	0.0082787	0.7152776	0.0008279
100	105	63.2	59.20	8.63	0.0527066	0.0087844	0.7589750	0.0008784
105	110	59.2	56.20	8.63	0.0417561	0.0069594	0.6012880	0.0006959
110	115	56.2	53.20	8.63	0.0438797	0.0073133	0.6318670	0.0007313
115	120	53.2	51.20	8.63	0.0305438	0.0050906	0.4398300	0.0005091
					0.0423131	0.0070522	0.6093083	0.0007052



PROYECTO: 22 - 3

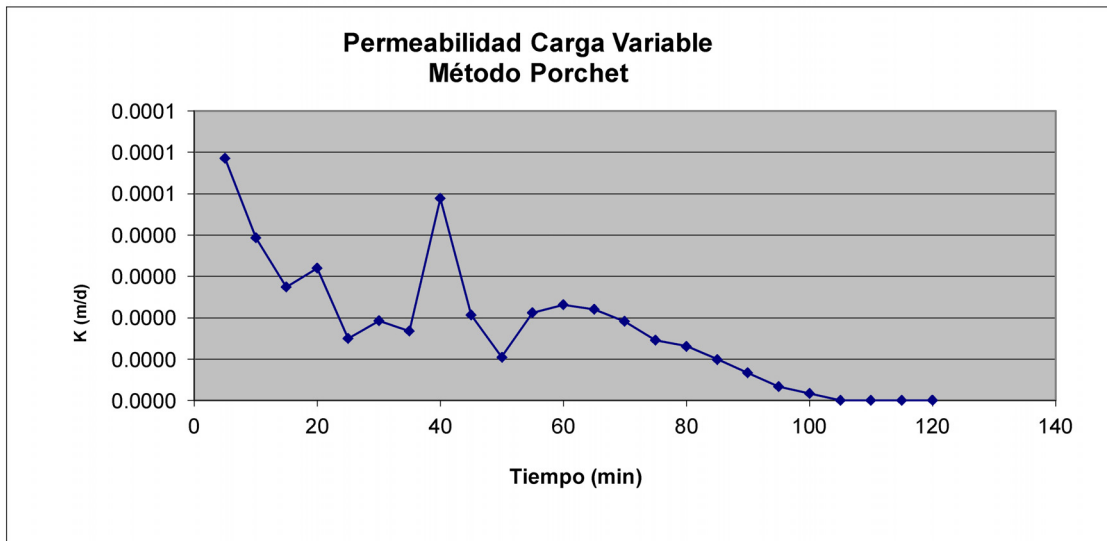
OJO DE AGUA PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 3	Este (m)	514975.0	Norte (m)	218933.0
	Fecha:	26/05/2015	Hora:	12:20 p.m.
	t1 (min)	0	t1 (s)	0.0
	t2 (min)	120	t2 (s)	7200.0
	H1 (cm)	100.00	H1 (mm)	1000.0
	H2 (cm)	69.90	H2 (mm)	699.0
	r (cm)	8.63	r (mm)	86.3
	k (cm/min)	0.0122420	k (mm/s)	0.0020403

t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	1.0000	H1 (cm)	100.00
H2 (m)	0.6990	H2 (cm)	69.90
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln\left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)}\right)$$

k (m/d)	0.1762844	k (cm/seg)	0.0002040
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	100.0	95.20	8.63	0.0406532	0.0067755	0.5854054	0.0006776
5	10	95.2	92.10	8.63	0.0273110	0.0045518	0.3932786	0.0004552
10	15	92.1	90.00	8.63	0.0190046	0.0031674	0.2736662	0.0003167
15	20	90.0	87.60	8.63	0.0222447	0.0037074	0.3203236	0.0003707
20	25	87.6	86.50	8.63	0.0103903	0.0017317	0.1496206	0.0001732
25	30	86.5	85.10	8.63	0.0134076	0.0022346	0.1930692	0.0002235
30	35	85.1	83.90	8.63	0.0116604	0.0019434	0.1679093	0.0001943
35	40	83.9	80.50	8.63	0.0339199	0.0056533	0.4884462	0.0005653
40	45	80.5	79.10	8.63	0.0143640	0.0023940	0.2068416	0.0002394
45	50	79.1	78.40	8.63	0.0072727	0.0012121	0.1047263	0.0001212
50	55	78.4	77.00	8.63	0.0147318	0.0024553	0.2121381	0.0002455
55	60	77.0	75.50	8.63	0.0160682	0.0026780	0.2313826	0.0002678
60	65	75.5	74.10	8.63	0.0152718	0.0025453	0.2199145	0.0002545
65	70	74.1	72.90	8.63	0.0133088	0.0022181	0.1916460	0.0002218
70	75	72.9	72.00	8.63	0.0101180	0.0016863	0.1456993	0.0001686
75	80	72.0	71.20	8.63	0.0090945	0.0015157	0.1309603	0.0001516
80	85	71.2	70.60	8.63	0.0068843	0.0011474	0.0991339	0.0001147
85	90	70.6	70.20	8.63	0.0046202	0.0007700	0.0665314	0.0000770
90	95	70.2	70.00	8.63	0.0023194	0.0003866	0.0333997	0.0000387
95	100	70.0	69.90	8.63	0.0011621	0.0001937	0.0167336	0.0000194
100	105	69.9	69.90	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
105	110	69.9	69.90	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
110	115	69.9	69.90	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
115	120	69.9	69.90	8.63	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
					0.0189462	0.0031577	0.2728248	0.0003158



ANEXO N° 5

**RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS Y
BACTERIOLÓGICOS DISPONIBLES EN EL
LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS DEL AYA**