



**Tecnoambiente
Centroamericano**

INFORME DE LA CONTRATACIÓN DIRECTA

N° 2015 CDS-00021-PRI, AYA

PARA LA DEFINICIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE

DOS POZOS EN NICOYA, GUANACASTE

Hidrogeól. Sandra Arredondo Li

Contraparte técnica y administrativa de la contratación:

MSc. Viviana Ramos Sánchez

Área Funcional de Hidrogeología-AYA

Noviembre, 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
-05107

Firma: _____

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	OBJETIVO.....	8
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.1.2	METODOLOGÍA APLICADA.....	8
2	GEOLOGÍA	10
2.1	GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
2.2	GEOLOGÍA LOCAL.....	11
2.2.1	EL BASAMENTO ROCOSO (COMPLEJO DE NICOYA).....	11
2.2.2	ROCAS PELÁGICAS DE LA FORMACIÓN SABANA GRANDE.....	14
2.2.3	SEDIMENTOS DE ORIGEN FLUVIAL, RÍO TEMPISQUE, HOLOCENO.....	14
3	HIDROGEOLOGÍA	16
3.1	POZOS EN NICOYA.....	16
3.1.1	ACUÍFERO COMPLEJO DE NICOYA.....	16
3.1.2	ACUÍFERO SABANA GRANDE.....	16
3.1.3	ACUÍFERO ALUVIAL.....	17
3.2	REGISTRO DE POZOS EN LA ZONA.....	17
4	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS	36
4.1	POZOS NICOYA.....	36
5	MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL	40
5.1	ACUÍFERO EN COMPLEJO DE NICOYA.....	40
5.2	ACUÍFERO EN ROCAS SEDIMENTARIAS DE SABANA GRANDE.....	40
5.3	ACUÍFERO ALUVIAL.....	41
6	ZONAS DE PROTECCIÓN DE LOS POZOS	42
6.1	MÉTODO DE TIEMPO DE TRÁNSITO DE DEGRADACIÓN DE BACTERIAS.....	42
6.2	MÉTODO DEL RADIO FIJO.....	45
6.3	MÉTODO DE GRUBB.....	46
6.4	CÁLCULO DEL PUNTOS DE NO RETORNO.....	48
6.4.1	POZO SAÚL Y CASITAS.....	48
7	CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS FUENTES	53
8	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD CON EL MÉTODO GOD	53
8.1	ACUÍFERO ALUVIAL (POZO CASITAS).....	54
8.2	ACUÍFERO SEDIMENTARIO SABANA GRANDE (POZO SAÚL).....	54
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
10	REFERENCIAS	59

1 INTRODUCCIÓN

El estudio hidrogeológico realizado comprende la definición de la zona de protección de dos pozos ubicados en la periferia de la ciudad de Nicoya, provincia de Guanacaste, conocidos como: Pozo Saúl y Pozo Casitas.

El pozo Saúl por el momento no se encuentra conectado al sistema, no se evidencia la existencia de equipo alguno de bombeo o sistema eléctrico instalado; el pozo capta un acuífero Aluvial.

El pozo Casitas se encuentra en funcionamiento, este capta un acuífero Aluvial.

En el Cuadro N° 1, Fotografía 1 y Fotografía 2, se resumen el estado de los pozos analizados y su ubicación cartográfica en coordenadas Lambert.

Cuadro N° 1. Pozo analizado en el estudio.

Nombre de la fuente	Nombre de fuente en AyA	Tipo de fuente	Este (m)	Norte (m)	Altura de cada fuente en (msnm)
Pozo Saúl (MT-10)	-	Pozo	376053	236303	148,55
Pozo Casitas	-	Pozo	379260	234528	116,58

El acceso al pozo Saúl ubicado al oeste de la ciudad de Nicoya realiza por la carretera nacional N° 21, ingresando a Nicoya y tomando caminos vecinales, hasta llegar al pozo, para el acceso al pozo Casitas ubicado al sur de la ciudad de Nicoya se realiza por la carretera nacional N° 21, ingresando a Nicoya y tomando caminos vecinales en dirección al poblado de Mansión.



Fotografía 1. Estado actual del Pozo Saúl, 376053 E – 236303 N, Nicoya.



Fotografía 2. Estado actual del Pozo Casitas, 379260 E – 234528 N, Casitas en Nicoya.

En la Figura 1, Figura 2 y Figura 3 se presentan los mapas de ubicación de los pozos evaluados.

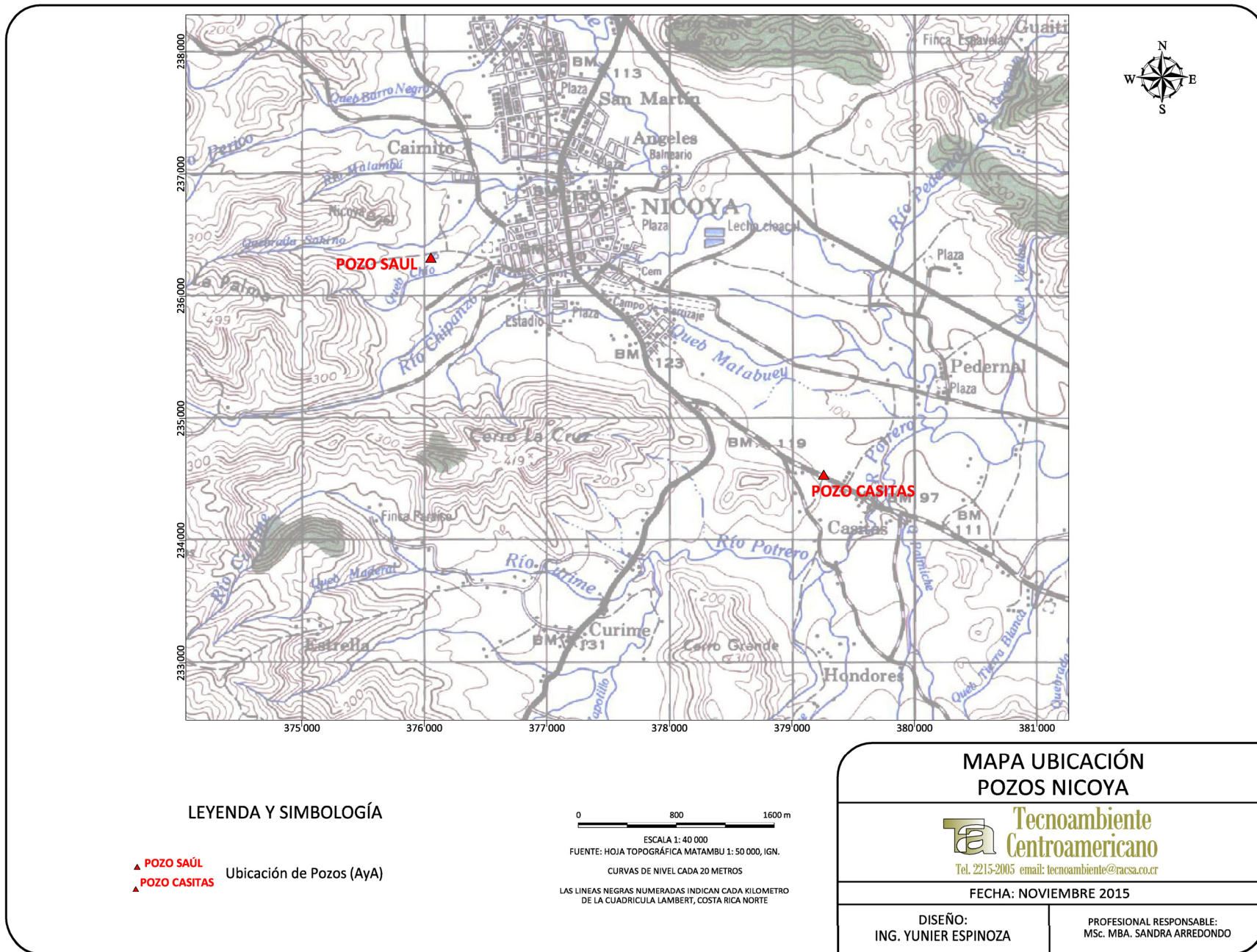


Figura 1. Ubicación de los pozos de Nicoya, Guanacaste.

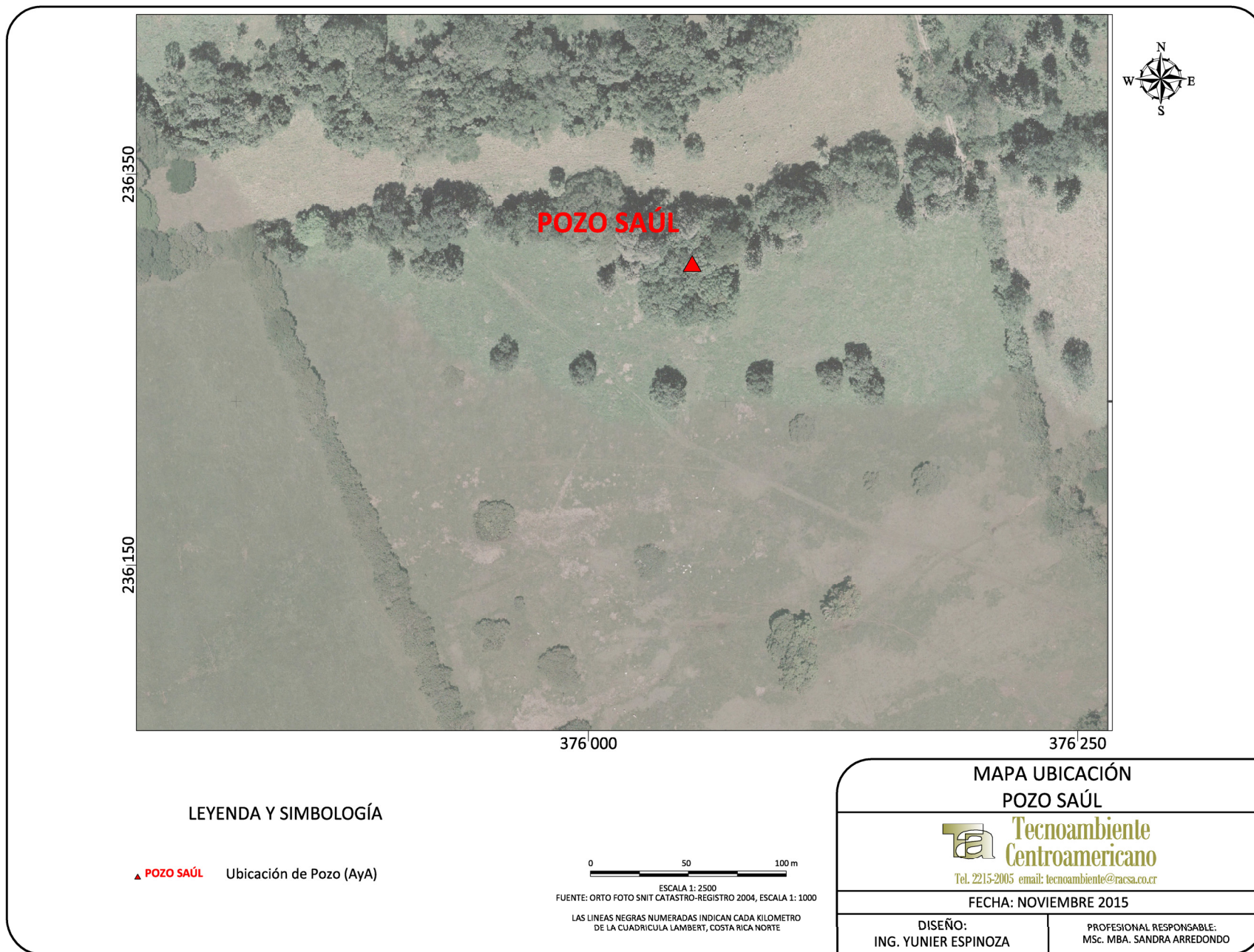


Figura 2. Ubicación del pozo Saúl, Nicoya, Guanacaste con ortofoto.

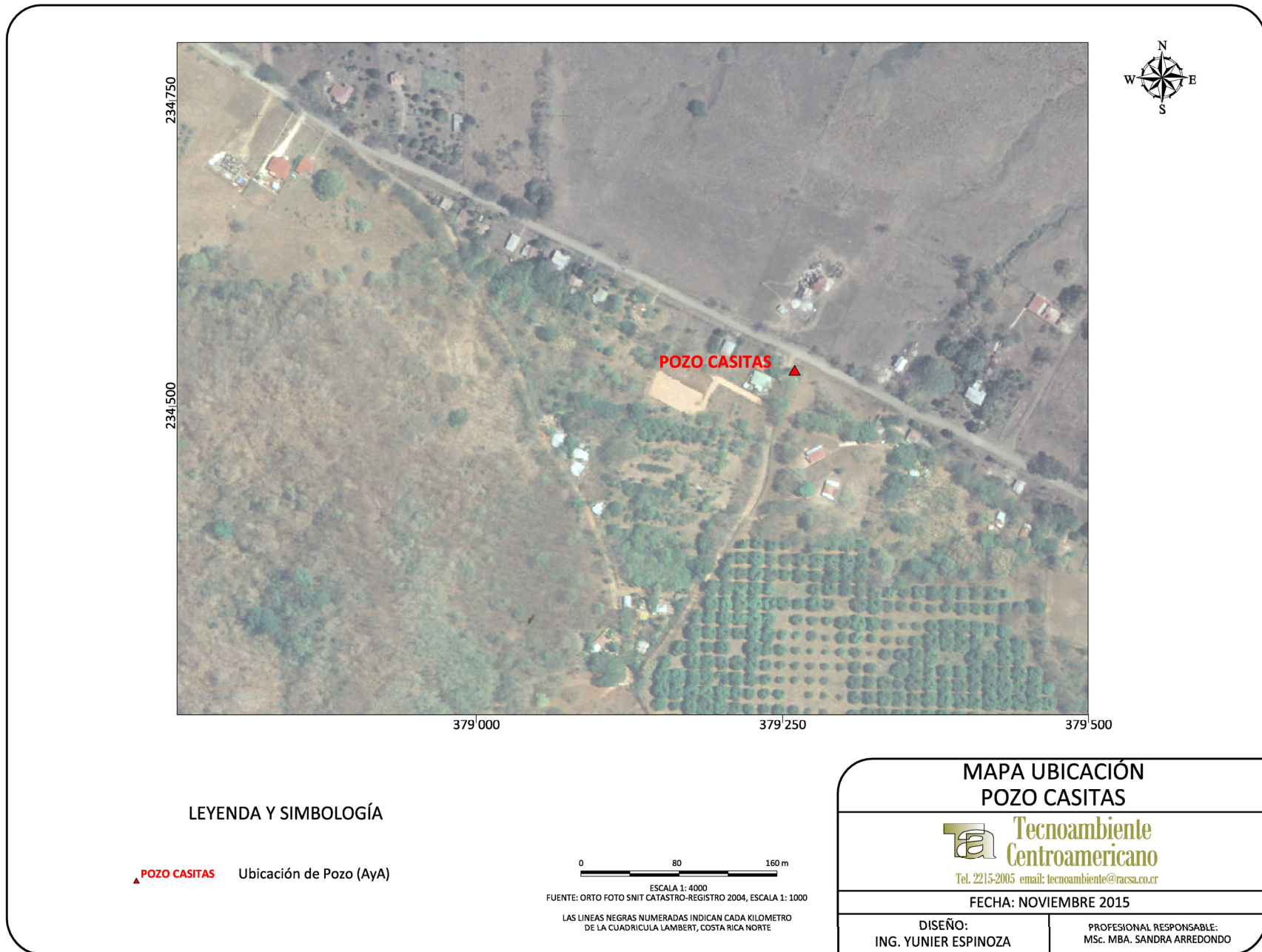


Figura 3. Ubicación del pozo Casitas, Nicoya, Guanacaste con ortofoto.

1.1 OBJETIVO

El objetivo de este informe es el de realizar un estudio hidrogeológico que contemple la definición de las zonas de protección de las fuentes de agua seleccionadas por el AyA, en este caso comprende dos pozos ubicado en las cercanías de la ciudad de Nicoya en Guanacaste. El estudio se realiza, con el fin de establecer la zona de protección absoluta o inmediata, como medida preventiva, que se requiere para la protección ante la amenaza de contaminación.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos se han establecido:

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

1.1.2 METODOLOGÍA APLICADA

Para elaborar el estudio se realizó un mapeo geológico en 1 km² a escala 1:25 000 que incluye un perfil hidrogeológico para cada pozo analizado, los espesores calculados para las unidades geológicas se basan en el trabajo de campo realizado y en información existente de la zona.

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 fuese 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.

Los datos de caudales y parámetros hidráulicos se toman de los registros reportados por el AyA en la región, SENARA y Departamento de Aguas del MINAE, sin embargo en algunos casos no se cuenta con caudales, parámetros hidráulicos o pruebas de bombeo, por lo tanto se realiza la valoración con datos de estudios previos y de la literatura internacional, válida para acuíferos con similares condiciones geológicas.

Las porosidades en la zona no saturada se obtuvieron de muestreos de suelos "in situ" que fueron analizados en el Laboratorio de Suelos INTA, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Para desarrollar el cálculo de las zonas de protección se utilizaron metodologías usadas internacionalmente, estas son: Grubb, método analítico y radio fijo; para ello se ejecutaron tres pruebas de permeabilidad para cada pozo evaluado 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.

La geología del área periférica a los dos pozos Saúl y Casita, en Nicoya, muestra aluviones cuaternarios de los ríos Chipanzo y Potrero y las quebradas Chío y Matabuey, en la proximidad de Nicoya centro, así como rocas del basamento antiguo, esto es, del Complejo de Nicoya, tales como basaltos, que sobresalen como altos estructurales y morfológicos en medio de la llanura de inundación. Así, pues, parte del área es el basamento rocoso ofiolítico regional, que incluye basaltos oceánicos de edad Jurásico-Cretácico, en este lugar del Cretácico Superior, en una compleja secuencia tectónica (Denyer & Baumgartner, 2006; Denyer & Gazel, 2009; Denyer et al., 2014). Lo sobreyacen parches de rocas sedimentarias pelágicas, de la Formación Sabana Grande, del Cretácico Superior, las cuales se encuentran plegadas (Denyer et al., 2013).

Esta área se encuentra en medio de tres sistemas de fallas regionales: La Falla Caimital, al oeste, que corre casi norte-sur, transcurrente con movimiento dextral; el Sistema de Falla Cacao, que está al sur, y corre casi este-oeste, de índole inversa de alto ángulo buzante el norte, hasta sinistral; y la Falla Morote, al este y noreste, corriendo en dirección NW, de índole inversa buzante al NE, con componente sinistral (Figura 4; Montero & Denyer, 2011; Denyer et al., 2014).

2.2 GEOLOGÍA LOCAL

2.2.1 EL BASAMENTO ROCOSO (COMPLEJO DE NICOYA)

Los cerros al oeste y sur de la ciudad de Nicoya, y al oeste de los pozos Saúl y Casita, son parte del basamento ofiolítico, los basaltos oceánicos de edad Jurásico-Cretácico, que en esta área han sido datados en 85 Ma (Santoniano, Cretácico Superior; ver Denyer et al., 2013) (Fotografía 3). Estos basaltos a diabasas son de colores verde oscuro o gris verdoso, afaníticos, muy fracturados, hasta basaltos cristalinos, con vetillas de calcita y ceolitas, y en sitios con pirita aislada, y en algunos lugares, meteorizados. Muy cizallados y con alteración esferoidal. Aparecen además en pozos perforados, como en el MT-414 a 10 m de profundidad, 1 km al sur de Saúl, en el MT-38 al este de Casitas a 30 m de profundidad, o en el MT-409 al oeste de Casitas, a 21 m de profundidad.

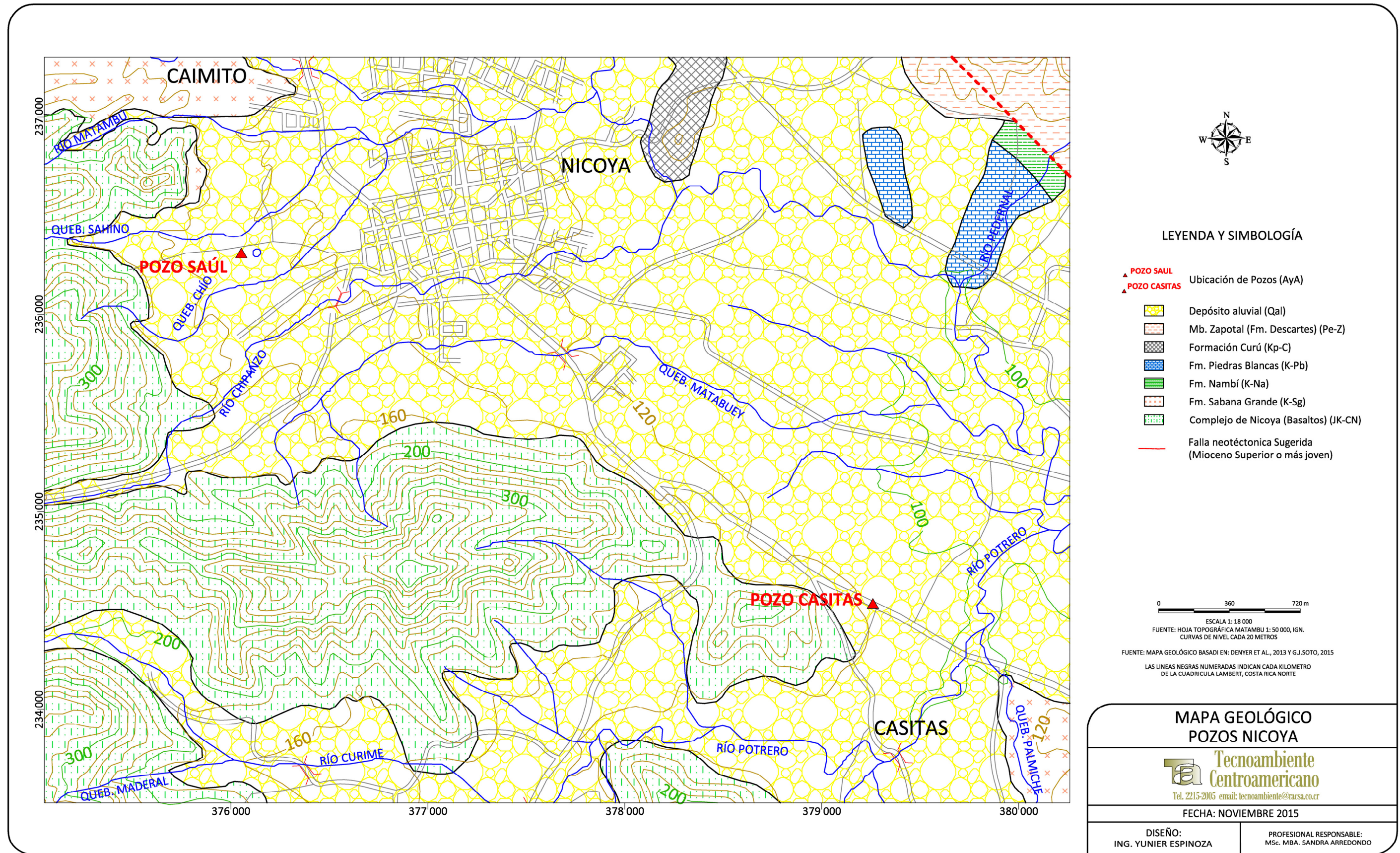


Figura 5. Mapa geológico en los alrededores de los pozos Saúl y Casitas, Nicoya. Parte de la hoja Matambú.



Fotografía 3. Basaltos del Complejo de Nicoya en la periferia de Nicoya.

- A: Al oeste de Casitas, meteorizado esferoidal (379071 E – 234272 N).
- B: Aflorando en la el camino al oeste de Casitas, afaníticos (379108 E – 234348 N).
- C y D: Afloramientos en un tajo en Cerro La Cruz en 379978 E – 234510 N.
- E: Basaltos afaníticos con vetillas al SW de Saúl,
- F: Un detalle en el río Chipanzo, en 375638 E – 2352060

2.2.2 ROCAS PELÁGICAS DE LA FORMACIÓN SABANA GRANDE

Corresponden con lutitas silíceas, y menormente calcilitas y areniscas medias y finas, que afloran al noroeste de Nicoya y al este de Casitas (Fotografía 4). Esta formación se reporta en varios pozos de la zona (MT-10, MT-11 y MT-66), con una descripción geológica que indica limolitas, jaspes coloreados, interestratificados con areniscas, cubiertos por suelo y en algunas perforaciones se reportan expuestas casi desde la superficie como el MT-66, no obstante las diferencias en las descripciones de los pozos, todos corresponden a la misma Formación geológica, situación verificada con mapeo de campo.



Fotografía 4. Calcilitas de la Formación Sabana Grande al oeste de Nicoya (375864E-237437N).

2.2.3 SEDIMENTOS DE ORIGEN FLUVIAL, RÍO TEMPISQUE, HOLOCENO

Los aluviones cuaternarios se muestran en los ríos Chipanzo y Potrero y las quebradas Chío y Matabuey, en la proximidad de Nicoya centro. Son aluviones finos a medios, con arenas y gravas predominantes y pocos fragmentos decimétricos, de ambientes de relativa baja energía, con colinas aledañas no muy extensas ni altas (Fotografía 5).



Fotografía 5. Gravilla fina a media y arenas con estratificación cruzada, en la vera del río Chipanzo, al suroeste de Nicoya.

3 HIDROGEOLOGÍA

3.1 POZOS EN NICOYA

Con base en el análisis de la información geológica disponible, campo, información de pozos del Archivo Nacional de Pozos en el SENARA y la Dirección de Aguas del MINAE, se determina que en el área de estudio se localizan varios pozos y concesiones de agua, de SENARA y la Dirección de Aguas del MINAE respectivamente. Se ha realizado una búsqueda a un radio de 2 km desde cada pozo estudiado con el fin de obtener la información necesaria para definir la hidrogeología de la zona y las curvas isofreáticas que definen la dirección del flujo del sistema acuífero existente en el lugar, adicionalmente tomando en cuenta los datos recabados en campo.

Regionalmente en la zona se localizan tres Acuíferos, claramente identificados, un Acuífero Aluvial, el Acuífero Sabana Grande y Acuífero Complejo de Nicoya.

3.1.1 ACUÍFERO COMPLEJO DE NICOYA

Este acuífero se alberga en las lavas fracturadas del Complejo de Nicoya, presenta un nivel freático promedio de aproximadamente 30 m de profundidad y está subyacente por el material aluvial localizado en la zona de estudio.

Con base en la información existente, se conoce que este acuífero puede rendir en pozos individuales caudales del orden de los 2,5 L/s.

3.1.2 ACUÍFERO SABANA GRANDE

Este acuífero se alberga en limolitas de color gris, gris verdusco y beige, con areniscas compactadas y fracturadas, las cuales presentan una permeabilidad de secundaria de valor medio, su edad aproximada es del cretácico superior.

Este acuífero puede rendir caudales en pozos individuales del orden de los 9,45 L/s, se estima que la profundidad de los niveles de agua para el Pozo Saúl es de 13,716 m.

3.1.3 ACUÍFERO ALUVIAL

El acuífero libre cubierto de origen aluvial es de espesor variable y tiene un basamento sedimentario. Por su misma naturaleza aluvial, el acuífero es heterogéneo, presentando niveles de gravas, lentes de arenas y arcillas intercalados que en algunos casos y con base en los informes de los pozos podría presentar la existencia de un grado de confinamiento debido a capas de arcillas que cubren los aluviones

Se encontró que en las cercanías del pozo Casitas se registran profundidades de niveles de agua de 10 m a 15 m, el nivel freático estimado para el pozo Casitas es de 10,5 m.

3.2 REGISTRO DE POZOS EN LA ZONA

En la Figura 6, se ubican todos los pozos registrados en la zona de estudio.

En el Cuadro N° 2, se reportan los pozos con información detallada identificados en la zona de estudio, en el Cuadro N° 3 se presentan los pozos con los cuales se cuenta con el reporte de nivel freático y en el Cuadro N° 4, los pozos que no se utilizaron porque reportan información incompleta o no se requirió su utilización debido a que se contaba con pozos mejor ubicados para el análisis y con información más detallada.

Cuadro N° 2. Lista de Pozos registrados utilizados en la Dirección de Aguas del MINAE y SENARA, sector de Nicoya, Guanacaste.

POZO	ESTE (m)	NORTE (m)	PROPIETARIO	PROF (m b.n.m)	NF (m)	Q (L/s)	USO	LITOLOGÍA
MT-10	376 000	236 330	SNAA (pozo Saúl)	91.00	9.45	SD	ABAST.PUBLICO	0-2 arcilla, 2-7,6 escoria roja, 7,6-10,7 roca, 10,7-15 arcilla, 15-24,4 cantos rodados, 24,4-27,4 arenisca, 27,4-30 escoria roja, 30-36,6 arenisca, 36,6-39 roca, 39-61 limos, 61-79,3 bloques con arcilla, 79,3-88,4 roca alterada con lentes arcillosos, 88,4-97,6 roca porosa, 97,6-113 limos,/5,79-9,15: idem con ocasionales frag de jaspey limolita arenosa silice./9,15-12,81: idem con mayor proporción de limolitas arenosasmuy silices./12,81-14,64: limolitas arenosas silices, los frag más grandes presentan pequeñas venas rellenas de manganeso y silice./14,64-20,13:lomolitas arenosas silices de color gris verdoso, los frag parecen cubiertos por meteorizaciones de manganeso, fracturació. de 19,22 a 20,13 frag de jaspe./20,13 a 40,72: idem. / 40,72-46,21: idem con ocasionales frag de jaspe y pequeñas vena. / 46,21-55,97: limolitas arenosas silices de color beige gris, pigmentaciones de colorverde rojizo con mineralizaciones de manganes y otros con vetas siliceas. ocasionales frag de cuarso./ 55,90-58,56: idem anterior pero con limolitas de color beige. 58,96-77,78: limolitas silices arenosas de color gris y beige pigmentaciones de color rojizo, verde y anaranjado. algunos conj mineralizaciones. los frag beige presentan mineralizaciones de manganeso también aparecen frag de cuarzo./ 77,79-82,35: idem pero los frag de color beige son más abundantes que la muestra anterior, con limolitas de color gris y beige ./82,35-85,10:mayor producción de limolitas beige que la anterior./ 85,10-88,76: limolitas color beige./88,76-91,50: limolitas de color gris y beige.
MT-11	376 300	236 200	SAUL CARDENAS	32.00	3.60	1.89	DOMESTICO	0-3,6 arenas, gravas y arcillas, 3,6-15 arcilla con arena, 15-32 jaspes rojos
MT-119	380 000	234 050	I.D.A.	24.00	9.00	1.50	DOMESTICO	0,00-4,00: arcilla limosa./ 4,00-24,00: limo-arenoso con bolsa de escoria lavica.

MT-12	376 300	236 800	AYA	116.12	2.14	3.91	PUBLICO	0,00-6,10 suelo y roca meteorizada / 6,10-22,88 limolitas y areniscas interestratificadas. las limolitas son de coloración café claro compactas compuestas de piroclasticos las areniscas son de grano medio a fino. hay diclasamiento libre y sellado. algo de abundantes venas de calcita y secciones arcillosas / 22,88-28,98 areniscas grises mucha calcita y secciones arcillosas / 28,98-35,08 arenisca gris grano de medio a fino, matriz arcillosa. ya arcilla gris fina piroclastica con abundantes venas de calcita, regular conteo de arcilla en seco inf. / 35,08-44,23 arena gruesa medio, con poca arcilla interestratificación de arenisca gris fina y limolita cafe, dura compacta con venas siliceas calcita-abundante, poco a regular contenido de arcilla / 44,23-45,75 limolita cafe claro dura compacta reg contenido de arcilla / 45,75-48,80 limolita cafe piroclastica sin arcilla calcarea con abundantes venas de calcita / 48,80-54,90 limolita grisacea, calacrea dura fract con poca arcilla / 54,90-64,05 limolita cafe calcarea piroclastica compacta dura / 64,05-67,10 horiozonte transicional los dos tipos limolitas / 67,70-76,25 limolitas arenosas gris oscuro densa dura compacta piroclastica debilmente calcarea (carbonatos secundarios fracturas rellenas con venas de calcita)
MT-13	376 700	236 800	Municipalidad Nicoya	29.80	3.00	1.89	ABAST.PUBLICO	0-6 arenas, gravas y arcillas, 6-15 arenas finas-gruesas, 15-18 jaspes, 18-24 arena fina, 24-27 arena fina con arcilla, 27-29,8 jaspe
MT-130	380 300	235 350	AyA	27.00	12.7	5.00	ABAST. PUBLICO	0,00-4,00: suelo arcilloso arenoso, material de relleno coluvio aluvial./ 4,00-27,00: lutitas color rojizo sana, extremadamente dura entre 26 y 27m.
MT-14	376 800	236 900	Municipalidad Nicoya	25.60	12.19	SD	ABANDONADO	0,00-1,53: arcilla color roja, plástica, de muy poco espesor./ 1,53-25,62 formación sabana grande: se encuentra bien estratificada, en capas delgadas, de areniscas, lutitas silices, frac en la parte superior pero luego se encuentran más sanas y duras, son muy abrasivas, dificultan mucho la perforación, haciendo muy lenta el avance de la misma, este material dadas sus condiciones litologicas y caracteristicas hidrologicas, difcil de encontrar buen rendimiento del pozo, al no ser que se profundice mas.

MT-144	377 400	235 700	José Severino	40.00	4.00	2.50	ABAST.PUBLICO	0-4 arcilla p.a. baja, 4-17 material heterogéneo predominancia de arcillas p.a. baja, 17-25 ignimbritas (?) p.a. regular, 25-40 rocas basálticas complejo de nicoya p.a. baja
MT-180	376 125	237 550	Soc. San Ambrosio Nicoya	30.00	14.0	0.50	INDUSTRIAL	0-4 arcilla café p.a. baja, 4-9 arenisca p.a. baja, 9-21 rocas sedimentarias (lutitas) p.a. regular, 21-30 roca sedimentaria p.a. baja
MT-183	380 075	236 050	Fredy Durán	30.00	10.0	SD	DOMESTICO	0-1 suelo vegetal p.a. baja, 1-5 material rojizo p.a. bajo, 5-15 material arenoso p.a. regular, 15-16 material blancuzco arenoso p.a. regular, 16-23 arcillas cafés p.a. regular, 23-30 lava fracturada complejo de nicoya
MT-187	378 650	234 640	AYA	35.00	9.01	14.85	ABAST. PUBLICO	0,00-4,00: suelo limo-arcilloso color café./ 4,00-12,00: toba./ 12,00-18,00: grava y aluvion con poca arcilla./ 18,00-34,00: aluvion con poca arcilla./ 34,00-35,00: roca complejo nicoya.
MT-198	378 050	237 860	PEDREGAL	55.00	18.00	0.63	INDUSTRIAL	0-1 suelo vegetal, 1-7 arcillas p.a. baja, 7-15 material heterogéneo (arcillas-areniscas) p.a. regular, 15-21 rocas azules semi-suaves p.a. moderada, 21-55 rocas negras complejo de nicoya p.a. regular
MT-201	380 775	235 750	Asdrúbal Sequeira	30.00	7.00	1.00	DOMESTICO	0-8 arcilla p.a. baja, 8-18 arenisca amarilla p.a. baja, 18-30 lutitas p.a. regular
MT-24	378 000	237 000	SD	36.57	5.49	3.15	DOMESTICO	0-3 aluvión grueso, 3-36,57 areniscas
MT-252	377 500	235 780	Municipalidad Nicoya	60.00	2.50	5.00	ABAST.PUBLICO	0-1 suelo p.a. baja, 1-6 arcilla p.a. baja, 6-10 arenisca p.a. buena, 10-25 material heterogéneo (arcillas y arenas), 25-30 ignimbritas (?) p.a. regular, 30-40 rocas basálticas complejo de nicoya p.a. baja
MT-254	376 240	236 635	Municipalidad Nicoya	40.00	7.00	5.00	ABAST.PUBLICO	0-6 suelo, 6-14 gravas y arenas, 14-35 areniscas, 35-40 rocas basálticas complejo de nicoya

MT-256	376 900	237 700	Municipalidad Nicoya	40.00	4.00	5.00	ABAST.PUBLICO	0-6 material heterogéneo (arcillas y arenas), 6-18 rocas sedimentarias (lutitas), 18-27 areniscas, 27-40 rocas basálticas complejo de nicoya
MT-264	377 185	235 150	JUNTA ADM.COLEGIO AGROP.NICOYA	40.00	7.00	2.00	RIEGO	rocas sedimenta
MT-283	376 762	237 232	CARMEN LIDIA JARA QUESADA	50.00	9.80	1.00	RIEGO	0,00-5,00: materiales arcillosos./ 5,00-15,00: rocas sedimentarias./ 15,00-21,00: basaltos meteorizados./ 21,00-40,00: basaltos sanos.
MT-284	377 109	237 271	LUIS A.DIJERES CASARES	32.00	8.60	1.00	RIEGO	0,00-8,00: suelo arcilloso./ 8,00-20,00: materiales sueltos, arenosos./ 20,00-32,00: basaltos meteorizados.
MT-32	378 100	236 600	Arturo Chávez	113.00	7.60	S/D	ABAST.PUBLICO	0-2 arcilla, 2-7,6 escoria roja, 7,6-10,7 roca, 10,7-15 arcilla, 15-24,4 cantos rodados, 24,4-27,4 arenisca, 27,4-30 escoria roja, 30-36,6 arenisca, 36,6-39 roca, 39-61 limos, 61-79,3 bloques con arcilla, 79,3-88,4 roca alterada con lentes arcillosos, 88,4-97,6 roca porosa, 97,6-113 limos
MT-35	377 378	236 237	SENARA	35.50	7.77	3.90	DOMESTICO	0-5 limolitas meteorizadas, 5-12,8 limolitas y areniscas sanas, 12,8-35,5 areniscas. todas estas unidades pertenecen a la formación rivas
MT-36	377 400	235 900	SNAA	26.00	3.00	SD	ABAST.PUBL	0-17,4 aluvi3n, 17,4-22,8 escoria roja, 22,8-26 japes
MT-361	375 923	237 570	ASOC.PRO FAMILIA CHOROTEGA DE LA PENINSULA	25.00	8.00	1.50	DOMEST-RIEGO	0.00 4.00: capas de arcilla color negro./ 4.00 25.00: capas de rocas sedimentarias indiferenciadas de la formacion rivas y sabana grande.
MT-379	379 421	234 619	DISTRIBUIDOR AELECTROLID DE NICOYA	25.00	10.05	0.50	DOMESTICO	0.00 1.00:materialarcilloso./ 1.00 15.00: materiales arenosos./ 15.00 0 25.00: basaltos.

MT-38	379 500	234 500	ELIA BENAVIDES	30.00	5.70	0.75	DOMESTICO	0,00-5,00: material detrictico coluvio aluviones muy meteorizado de color pardo formado por guijarros o frag clancos caolinizados con restos de materia orgánica incluidos en una matriz arcillo-limosa./ 5,00-10,00: idem anterior./ 10,00-30,00: material pardo claro muy meteorizado, suave se desmenuza facilmente, contiene cantos o guijarros de basalto bien conservados incluidos en una matriz limosa./ 30,00-45,00: basaltos de porosidad secundario complejo nicoya.
MT-391	379 927	236 155	CARLOS GARCI A TORUÑO	21.00	3.5	2.80	DOMESTICO	0.00 9.00 lutitas color gris parcialmente alteado algo oxidadod y fracurada, con moderada porosidad y perm.ap./ 9.00 18.00 caliza gris oscuro relativamente sana dura a la perforacion con baja perm ap, y moderada porosidad secundaria./ 18.00 21.00 arenisca color cafe ligeramente alterada y con baja a moderada porosidad y perm.ap.
MT-396	375 875	235 418	CARLOS MANUEL QUIROS	30.00	3.30	2.00	RIEGO	0.00 3.00 capasde suelo colorcafe organico./3.00 5.00 materiales coluvio-aluviales./5.00 30.00 rocas del complejo nicoya con fracturamiento y aleracion.
MT-399	376 750	236 638	HEIDY RUIZ OROZCO	40.00	8.10	2.00	RIEGO	0.00 2.00 capas de tierra color negro. 2.00 9.00 capasde tobas color cafe./ 9.00 17.00 capas de aluvion./ 17.00 30.00 capas de rocas calcareas.
MT-401	378 328	234 435	Eva Patricia Camacho Arauz	39.00	15.00	1.50	VARIOS	0,00-4,00: capas de suelo orgánico./ 4,00-15,00: capas de rocas limolitas color negruzco semidura. / 15,00-25,00: materiales aluviales./ 25,00-39,00: rocas de complejo de nicoya color gris azulado con alteración.
MT-409	378 107	234 488	Carmen Eugenia Gonzalez Rojas	39.00	19.10	1.00	DOMESTICO	0,00-3,00: capas de suelo orgánico./ 3,00-21,00: materiales coluvio aluviales./ 21,00-39,00: rocas complejo nicoya color gris azulado.
MT-414	375 691	235 198	PATRICIA MURILLO MARCHENA	40.00	13.00	1.10	DOMESTICO	0.00 1.00 suelo vegetal 1.00 9.00 arcillas plasticidad media color amarillo 9.00 10.00 arcillas con menor plasticidad./ 10.00 14.00 basltos altamente meteorizados color cafe claro arojo./ 14.00 40.00 basaltos grises con preseniade fracturamiento secundario
MT-43	379 494	235 767	MARIO MAFFI MIRANDA	30.00	4.80	1.00	DOMESTICO	0,00-7,00: materiales arcillosos./ 7,00-20,00: materiales sedimentarios?./ 20,00-24,00: basaltos.

MT-66	375 800	236 600	AyA	122.00	8.63	3.70	ABAST. PUBLICO	0.00-0.91 suelo arcilloso- limoso color cafe, con matriz organica./0.91-5.49roca sedimentaria de textura fina, muy meteorizada, en matriz arcillosa, rojiza, fracturada. permeabilidad baja. /5.49 13.72 limolitas y areniscas de grano fino regularmente arcillificada. permeabilidad secundaria por fracturacio./ 13.72 16.46 limolita compacta poco arcillificada color verdoso y rosaceo. existen inclusiones de silice coloidal.permeabilidada secundaria por fracturas./16.46 18.29 idem 5.49-13.72 / 18.29 19.21 idem 13.72-16.46./ 19.21 22.86 idem 5.49-13.72 pero con fragmentos de calcita.y arenisca gris de graano fino. el cemento es recularmente calcareo. /22.86 30.18 arenisca formacion rivas de grano fino cemento algo calcareo inclusiones de calcita.pocos frag de limolita. /30.18 33.80 limolitas cafe rosaceas y verdosas regularmente arcillificada, fracturadas por lo que hay permeabilidad de origen secundario de la formacion sabana grande. /33.80 69.51 arenisca gris de la formacion rivas de grano muy fino cemento bastante calcareo.material muy fracturado /69.51 87.80 igual anterior pero menos evidencia de fracturas. /87.80-122.00 areniscas calcareas grises interestratificadas con calizas rojo ladrillo.evidencia de fracturas,matriz arcillosa color ladrillo, pero podira ser la que se uso en la contruccion del pozo los ultimos 6 metros evidencian menos fracturacion.
MT-7	376 500	237 300	Municipalidad Nicoya	95.00	2.13	1.89	ABAST. PUBLICO	0-1,5 arcilla, 1,5-15 arcillas con bloques, 15-36,6 arcillas con bloques, 36,6-62,5 limos con bloques, 52,5-95 limos compactos
MT-75	376 700	236 800	AYA	60.96	5.49	0.00	ABAST. PUBLICO	0,00-6,09 grava con arcilla perm. ap.nula / 6,09-60,96 areniscas contiene arcillas, perm ap.baja a nula
MT-76	376 700	236 900	SNAA	98.00	6.00	SD	ABAST. PUBLICO	0-3 suelo vegetal, 3-10 arcilla, 10-17 areniscas calcáreas p.a. baja, 17-50 areniscas finas-medias p.a. baja, 50-77 areniscas gris claro finas p.a. baja, 77-98 areniscas finas p.a. baja

SD: Sin Dato

Cuadro N° 3. Pozos que presentan Nivel Freático en la zona de Nicoya, Guanacaste.

POZO	ESTE (m)	NORTE (m)	PROPIETARIO	PROF (m)	NF (m)	Q (l/s)	USO
MT-1	376300	237700	JUAN VARGAS	28.95	4.87	S/D	DOMESTICO
MT-124	377350	233230	ASOC.DES.INT.DE CURIME	32.00	12.00	S/D	DOMESTICO
MT-15	376700	236500	ARNOLDO ROSALES	8.22	6.09	S/D	DOMESTICO
MT-16	376900	236500	BANCO DE COSTA RICA	24.38	6.61	S/D	DOMESTICO
MT-17	376500	236300	SAUL CARDENAS	12.13	11.88	S/D	DOMESTICO
MT-18	376900	236300	MIGUEL LOPEZ	10.36	10.50	S/D	DOMESTICO
MT-19	376700	236200	LUIS VARGAS	7.56	6.91	S/D	DOMESTICO
MT-192	378950	234725	JOAQUIN GUERRERO V.	30.00	10.50	1.50	DOMESTICO
MT-2	376600	237600	JUNTA DE EDUCACION	8.38	2.59	S/D	DOMESTICO
MT-21	377000	236400	EDELMIRA DE BRICEÑO	8.32	7.52	S/D	DOMESTICO
MT-219	378480	233980	ASOC.ACUEDUCTO LA FORTUNA	22.00	12.00	0.25	ABAST. PUBLICO
MT-22	377100	236700	LILIA MATARRITA	6.82	5.70	S/D	DOMESTICO
MT-220	378700	234150	ASOC.ACUEDUCTO LA FORTUNA	32.00	10.00	1.25	ABAST. PUBLICO
MT-221	377220	233020	OBET ZUÑIGA	28.00	26.00	0.25	DOMESTICO
MT-23	377100	236600	MUNIC. NICOYA	6.40	3.04	S/D	ABAST. PUBLICO
MT-25	377200	236800	J. GOLDEMBERG	7.31	6.76	S/D	DOMESTICO
MT-257	376750	233660	FREDD Y ASOCIADOS,S.A.	30.00	10.00	1.00	DOMESTICO
MT-26	377200	236400	JOSE MARIA NEMA	10.50	8.41	S/D	DOMESTICO
MT-27	377100	236200	JUAN HERNADEZ	3.96	3.44	S/D	DOMESTICO
MT-29	377400	236200	FELIPE HERNANDEZ	3.41	2.25	S/D	DOMESTICO
MT-3	376500	237500	MUNICIPALIDAD	9.29	1.52	S/D	ABAST. PUBLICO
MT-30	377500	236700	JUSTO GUEVARA	9.11	7.50	S/D	DOMESTICO
MT-307	380350	235000	JESUS OROZCO PIÑAR	6.00	3.00	0.50	VARIOS
MT-309	380800	235600	RAFAEL A.RODRIGUEZ SEGURA	30.00	8.00	2.00	DOMESTICO
MT-31	377500	236500	ANIANO ARRIETA	10.66	9.75	S/D	DOMESTICO
MT-311	376400	235900	PILAR MARIA CARDENAS VASQUEZ	30.00	15.00	S/D	DOMESTICO
MT-312	378400	236350	JOSE FDO ARMIJO PLAJA	30.00	6.00	S/D	DOMESTICO
MT-313	377360	236750	RAFAEL ANGEL RODRIGUEZ SEGURA	30.00	12.00	1.00	DOMESTICO
MT-314	378850	236800	ROSA MARIA LEON MARIN	30.00	7.00	S/D	DOMESTICO
MT-315	377250	237500	HOTELERA LAS TINAJAS S.A	22.00	15.00	0.30	TURISTICO
MT-316	377350	237650	GASOLINERA BARRANTES Y VARGAS	24.00	8.00	1.50	INDUSTRIAL
MT-33	377500	236300	PORFIRIO DIAZ	5.49	5.12	S/D	DOMESTICO
MT-34	377300	236200	CARMEN JUAREZ	3.81	3.20	S/D	DOMESTICO
MT-347	379000	234050	JOSE F.CARRILLO OBANDO	15.00	3.00	0.50	DOMESTICO
MT-348	376050	237725	ASOC.PRO.FAMILIA CHOROTEGA	30.00	10.30	0.95	DOMEST-RIEGO
MT-350	377710	236950	ALCIDES G.FUENTES FAJARDO	30.00	3.00	S/D	DOMEST-RIEGO
MT-353	377500	233200	COMUNIDAD	34.00	9.00	10.00	ABAST. PUBLICO
MT-363	377400	233400	AYA	35.00	9.01	14.85	ABAST. PUBLICO
MT-37	377200	236200	POLICARPO HERNANDEZ	3.26	2.77	S/D	DOMESTICO

MT-4	376400	237400	MUNICIPALIDAD	10.97	5.18	S/D	ABAST. PUBLICO
MT-40	381200	234050	RICARDO ZUÑIGA	13.04	11.09	S/D	DOMESTICO
MT-5	376300	237200	AGUSTIN FONSECA	8.22	7.31	S/D	DOMESTICO
MT-6	376300	237100	LIRIO ALVAREZ	7.31	6.79	S/D	DOMESTICO
MT-73	377900	233700	SENARA	39.37	2.85	S/D	DOMESTICO
MT-77	376600	237900	GUILLERMINA BALTODANO	11.00	10.25	S/D	DOMESTICO
MT-78	378950	237100	RAFAEL BALTODANO	5.00	4.63	S/D	DOMESTICO
MT-79	379800	236800	CENTRO DE ADAPTACION	6.00	3.34	S/D	DOMESTICO
MT-8	376500	237300	AGRIPINA MENDEZ	8.22	6.09	S/D	DOMESTICO
MT-82	380950	233600	JOSE FAJARDO	12.00	8.35	S/D	DOMESTICO
MT-83	377550	233650	FRANCISCO JIMENEZ	10.00	4.75	S/D	DOMESTICO
MT-9	377200	237100	AMARO ARGUEDAS	8.35	7.77	S/D	DOMESTICO
MT-95	377350	237550		36.00	3.00	S/D	DOMESTICO

S/D: Sin Dato

Cuadro N° 4. Pozos registrados en la Dirección de Aguas del MINAE y SENARA, sector de Nicoya, Guanacaste, no utilizados

POZO	ESTE (m)	NORTE (m)	PROPIETARIO	PROF (m)	CAUDAL (l/s)	USO
ILG-306	377400	237500	FLORIDA ICE & FARM CO S.A.	S/D	0.3	Varios
ILG-342	377500	236600	ADAN YONG APUY	S/D	0.3	Domestico
ILG-417	376700	236000	MUNICIPALIDAD DE NICOYA	S/D	0.7	Riego
ILG-42	377200	236250	INMOBILIARIA RODRIGO CHAN E HI	S/D	1	Turistico
ILG-44	376345	236155	HACIENDA LA CANANGA S.A.	S/D	1	Domest-riego
ILG-45	376110	236600	ANA ISABEL CARDENAS VASQUEZ	S/D	0.25	Domest-riego
ILG-486	376780	236250	MARIO ROJAS HUERTAS	S/D	0.1	Domestico
INV-117	377595	233238	ICAA	S/D	0	Seleccione el Uso
INV-289	377400	233400	Aya	S/D	0	Seleccione el Uso
INV-75	378600	235000	Namifar Limitada	S/D	0	Seleccione el Uso
MT-120	376920	236350	BANCO NACIONAL DE C.R.	50	1	Domestico
MT-122	380200	236100	DIR.GEN.ADAPTACION SOCIAL	S/D	0.5	Domestico
MT-131	381000	233550	PAULINA FAJARDO RAMIREZ	S/D	0.5	Domestico
MT-146	377000	237689	MARVIN MATARRITA ROSALES	30	1	Domestico
MT-148	378050	234385	INVERSIONES HUACAS S.A.	40	2	Domest-riego
MT-151	380400	232850	AYA	30	1	Abast. Publico
MT-162	377150	236800	SERVICENTRO NICOYA	S/D	S/D	Varios
MT-171	376465	235386	ANTONIO Y PASQUALE 2006,S.A.	30	1	Domest-riego
MT-172	378235	234275	FIGIPA S.A.	40	2	Domest-riego
MT-177	378250	235075	GERARDO PANIAGUA DIAZ	S/D	S/D	Varios
MT-184	376850	237950	MIGUEL ARGUEDAS	S/D	0.5	Domestico
MT-189	377685	236550	ABRHAM RODRIGUEZ FERNANDEZ	S/D	0.5	Domestico

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

MT-191	379100	234700	ASOC.B.Y F. CASITAS DE NICOYA	S/D	S/D	Varios
MT-193	378750	234800	CONST.SEQUEIRA Y MENA S.A.	S/D	0.5	Domestico
MT-20	376900	236300	BANCO DE COSTA RICA	S/D	0.5	Domestico
MT-203	378260	235340	JOSE NAIN NEMA FLORES	30	1.5	Abrevadero
MT-204	378550	235100	JAIME ELIA PEREZ	30	S/D	Abrevadero
MT-205	378840	234950	NAYIB NEME FLORES	30	1.5	Domestico
MT-206	379500	233750	COMITE DE AGUA DE HONDORES	24	2	Abast. Publico
MT-276	377014	232759	CALIZAS NICOYANA S.A.*	S/D	23	Riego
MT-28	377200	236100	MINISTERIO DE EDUCACION	S/D	0.5	Domestico
MT-305	376710	233560	M.DE LOS ANG.PEREZ RODRIGUEZ	40	0.5	Varios
MT-31	377500	236500	ANIANO ARRIETA	10.66	0.5	Domestico
MT-349	376720	235850	JORGE QUESADA ALPIZAR	S/D	1	Domest-riego
MT-352	376775	233460	SIGURD VARGAS YONG	30	0.7	Domestico
MT-362	378972	236173	MANUEL E.FAJARDO TORUPO	40	1	Domest-riego
MT-367	376850	233175	JUAN O. VARGAS QUIROS	50	1.5	Domestico
MT-370	376926	233245	FINCA SAN JUAN DEL RIO S.A.	30	0.7	Domest-riego
MT-371	376106	233642	MANUEL MURILLO ALFARO	30	0.5	Domestico
MT-373	376160	235280	DAVID CHANLEY	46	1.75	Domest-riego
MT-374	376818	234156	CABERNAS BARRA HONDA S.A.	80	0.75	Domestico
MT-376	380883	235221	ORLANDO FONSECA SOLORZANO	30	0.8	Domest-riego
MT-377	376124	235420	DAVID CHANLEY	40	1.75	Domest-riego
MT-381	379047	235118	ASESORIAS ESPECIALIZADAS NEPCAL LB S.A.	30	1.8	Domest-riego
MT-384	376650	236700	AYA	60	0	Abast. Publico
MT-389	378022	236492	M° FILIPINA OCONOR MATARRITA	35	0.6	Domest-riego
MT-395	378211	237201	LUIS EDO GUTIERREZ ROSALES	40	0.9	Domest-riego
MT-404	374572	234984	Blanar De Nicoya, S.a.	100	1.5	Doméstico-riego
MT-406	379839	233127	Solmoore De Guanacaste, S.a.	50	1	Doméstico-riego
MT-407	376669	233197	Rancho Qurime Jr, S.a.	30	1	Doméstico-riego
MT-41	381000	233800	BLAS MONTIEL	15.24	0.5	Domestico
MT-411	379177	233900	Davide Dondi	60	2	Doméstico-riego
MT-416	379041	233920	Massimo Montovani Y Matteo Cerchiarì	50	1.5	Doméstico
MT-417	376058	235388	Nicolás Alvarado Mora	S/D	1.9	Agroindustrial
MT-44	378170	234415	CRUMA S.A	35	2	Domestico

S/D: Sin Dato

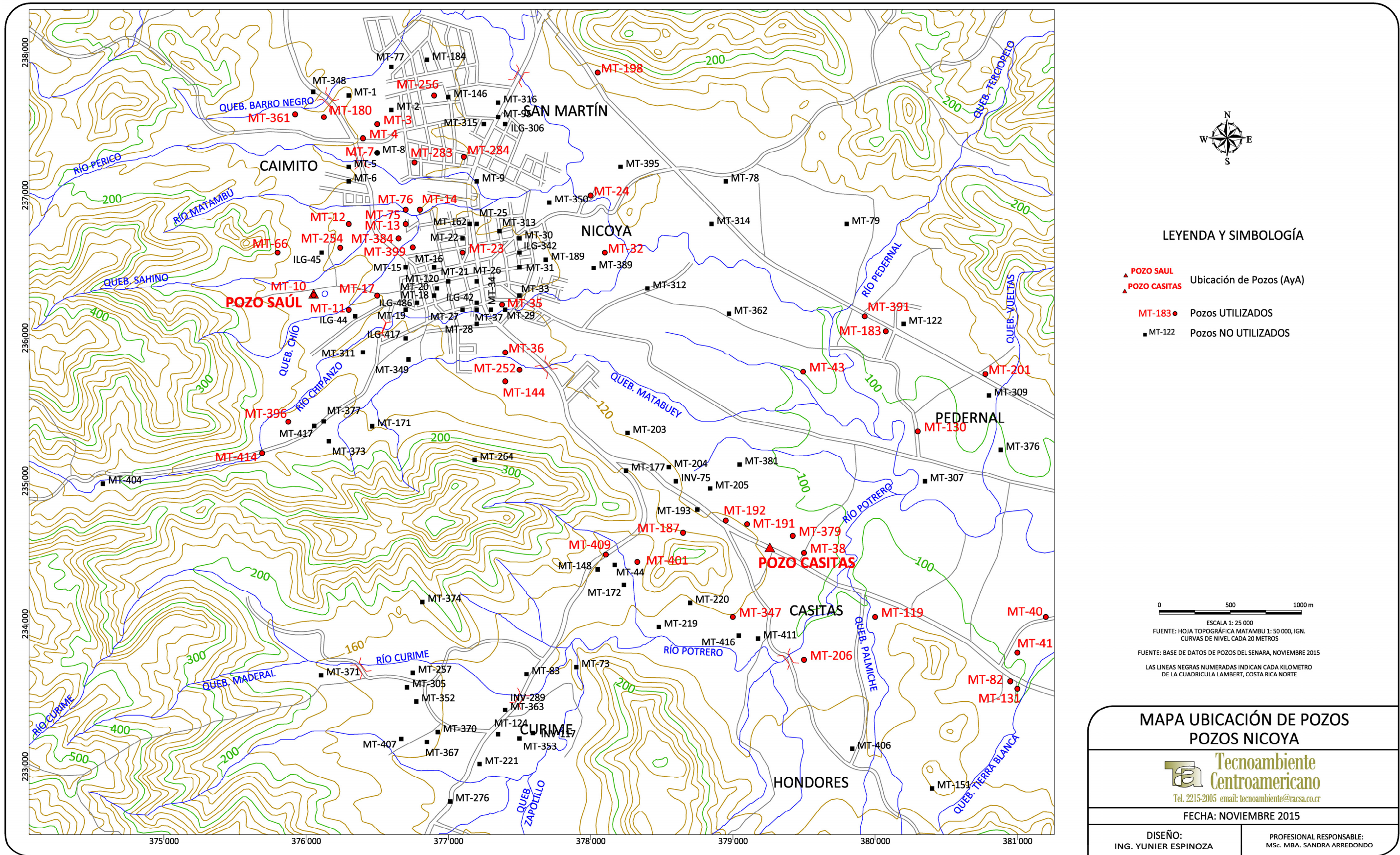


Figura 6. Mapa de Ubicación de Pozos registrados en la Dirección de Aguas y SENARA (Nicoya).

En el Cuadro N° 5, se presenta la lista de concesiones registradas en la Dirección de Aguas del MINAE para la zona de Nicoya.

En el mapa de la Figura 7, se presentan las concesiones registradas en la zona, algunos de ellas corresponden con tomas de aguas superficial y pozos.

Cuadro N° 5. Lista de concesiones registradas en la Dirección de Aguas del MINAE, sector de Nicoya.

Exped.	Este (m)	Norte (m)	Estado	Nombre-Apellido	Fuente	Caudal (l/s)
745-R	379762	233056	INSCRITO	HONDORES, CASITAS-	2-ACUIFERO	0.32
5303-A	380500	233100	CANCELADO POR VENCIMIENTO	WALTER ELIAS, LESLIE PAOLA, LUIS ENRIQUE TODOS-BARRANTE BENAVIDES	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0.5
5192-P	377350	233200	CANCELADO	A.D.I. CURIME DE NICOYA -	1-ACUIFERO	0
619-R	377262	233225	INSCRITO	AyA-	1-ACUIFERO	13.94
602-R	377590	233230	OTORGADO	AyA-	99-ACUIFERO	0
10689-P	376710	233560	SOLICITUD NUEVA	MARIA DE LOS ANGELES-PEREZ RODRIGUEZ	1-ACUIFERO	0
10876-A	377600	233700	CANCELADO POR VENCIMIENTO	XIOMARA Y HERMANOS-VILLEGAS CRUZ	1-RIO CURIME	0.74
15144-P	379041	233920	OTORGADO	MASSIMO MATOVANI Y MATTEO CERCHIARI-	1-ACUIFERO	0.05
757-R	378618	233990	INSCRITO	AyA-	1-ACUIFERO	1.8
12431-P	379000	234050	CANCELADO POR MOROSIDAD	JOSE FRANCISCO-CARRILLO OBANDO	1-ACUIFERO	0.02
745-R	380044	234131	INSCRITO	HONDORES, CASITAS-	1-ACUIFERO	2
602-R	379700	234150	OTORGADO	AyA-	127-RIO POTRERO	80
602-R	379700	234150	OTORGADO	AyA-	32-RIO POTRERO	0
13499-P	378500	234385	OTORGADO	INVERSIONES HUCAS G S.A.-	1-ACUIFERO	0.75
10354-P	378950	234725	CANCELADO POR VENCIMIENTO	LOTES RICOTO H OCHO S.A.-	1-ACUIFERO	0.47
8960-P	378950	234725	CANCELADO	JOAQUIN Y OTRA-GUERRERO VEGA	1-ACUIFERO	0.6
4140-P	378600	235000	CANCELADO POR VENCIMIENTO	NAMIFAR LTDA.-	1-ACUIFERO	0.55
602-R	380200	235000	OTORGADO	AyA-	745-ACUIFERO	4
15156-P	375691	235198	OTORGADO	PATRICIA-MURILLO MARCHENA	1-ACUIFERO	0.05
658-R	380285	235346	INSCRITO	AyA-	2-ACUIFERO	3.8
655-R	380294	235349	INSCRITO	AyA-	1-ACUIFERO	3.66
602-R	380300	235350	OTORGADO	AyA-	113-ACUIFERO	0

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

15501-P	376058	235388	OTORGADO	NICOLAS-ALVARADO MORA	1-ACUIFERO SIN NUMERO	1.9
10538-P	380800	235600	SOLICITUD NUEVA	RAFAEL ANGEL-RODRIGUEZ SEGURA	1-ACUIFERO	0
9652-P	380775	235750	OTORGADO	ANABELLE, ASDRUBAL Y JORGE ENRIQUE - SEQUEIRA SALAZAR, SEQUEIRA ENRIQUEZ	1-ACUIFERO	0.5
10672-P	376500	235900	SOLICITUD NUEVA	PILAR MARIA-CARDENAS VASQUEZ	1-ACUIFERO	0
3947-P	376700	236000	CANCELADO POR MOROSIDAD	MUNICIPALIDAD DE NICOYA-	1-ACUIFERO	0.7
10694-P	380200	236000	SOLICITUD NUEVA	JESUS-OROZCO PIÑAR	1-ACUIFERO	0
10176-P	380075	236050	CANCELADO POR VENCIMIENTO	RANCHO LA FERNANDA S.A.-	1-ACUIFERO	0.1
602-R	376900	236150	OTORGADO	AyA-	746-ACUIFERO	3
10593-P	376345	236155	SOLICITUD NUEVA	HACIENDA LA CANANGA, S.A.-	1-ACUIFERO	0
4640-P	380250	236200	CANCELADO POR MOROSIDAD	MINISTERIO DE JUSTICIA Y PAZ-	1-ACUIFERO	0.1
602-R	375750	236250	OTORGADO	AyA-	747-ACUIFERO	4
4250-P	376780	236250	CANCELADO POR VENCIMIENTO	MARIO -ROJAS HUERTAS	1-ACUIFERO	0.1
10570-P	377200	236250	SOLICITUD NUEVA	INMOBILIARIA RODRIGO CHAN E HIJOS, S.A.-	1-ACUIFERO	0
16264-P	376905	236341	SOLICITUD NUEVA	BANCO DE COSTA RICA-	1-ACUIFERO	0
10410-P	378400	236350	SOLICITUD NUEVA	JOSE FERNANDO-ARMIJO PLAJA	1-ACUIFERO	0
10658-P	377250	236500	SOLICITUD NUEVA	COMPAÑIA HOTELERA LAS TINAJAS S.A.-	1-ACUIFERO	0
602-R	377750	236500	OTORGADO	AyA-	749-ACUIFERO	20
10595-P	376110	236600	SOLICITUD NUEVA	ANA ISABEL-CARDENAS VASQUEZ	1-ACUIFERO	0
3796-P	377500	236600	CANCELADO	ADAN-YONG APUY	1-ACUIFERO	0
10648-P	377360	236750	SOLICITUD NUEVA	RAFAEL ANGEL-RODRIGUEZ SEGURA	1-ACUIFERO	0
602-R	376700	236800	OTORGADO	AyA-	113-ACUIFERO	0
602-R	376700	236800	OTORGADO	AyA-	750-ACUIFERO	4
10427-P	378850	236800	ARCHIVAR SIN MAS TRAMITE	ROSA MARIA-LEON MARIN	1-ACUIFERO	0
602-R	376700	236900	OTORGADO	AyA-	114-ACUIFERO	0
658-R	376028	237035	INSCRITO	AyA-	1-ACUIFERO	8.4
13831-P	377109	237271	SOLICITUD NUEVA	LUIS ALFONSO-DIGERESCASARES	1-ACUIFERO	0
3656-P	377400	237500	CANCELADO	FLORIDA ICE AND FARM CO. S.A. DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD-	1-ACUIFERO	0
8967-P	376125	237550	CANCELADO POR VENCIMIENTO	SAN AMBORSIO DE NICOYA S.A.-	1-ACUIFERO	0.25

12296-P	375923	237570	OTORGADO	ASOCIACION PRO FAMILIA CHORETEGA DE PROVINCIA DE GUANACASTE-	1-ACUIFERO	1.27
10939-P	377350	237650	SOLICITUD NUEVA	GASOLINERA BARRANTES Y VARGAS, S.A.-	1-ACUIFERO	0
3264-P	377400	237700	CANCELADO	LUIS-ALI BARRANTES	1-ACUIFERO	0
11661-P	376050	237725	OTORGADO	ASOCIACION PRO FAMILIA CHORETEGA DE PROVINCIA DE GUANACASTE-	1-ACUIFERO	1.38
9654-P	378050	237860	OTORGADO	BLOQUES PEDREGAL S.A.-	1-ACUIFERO MT-198	0.25

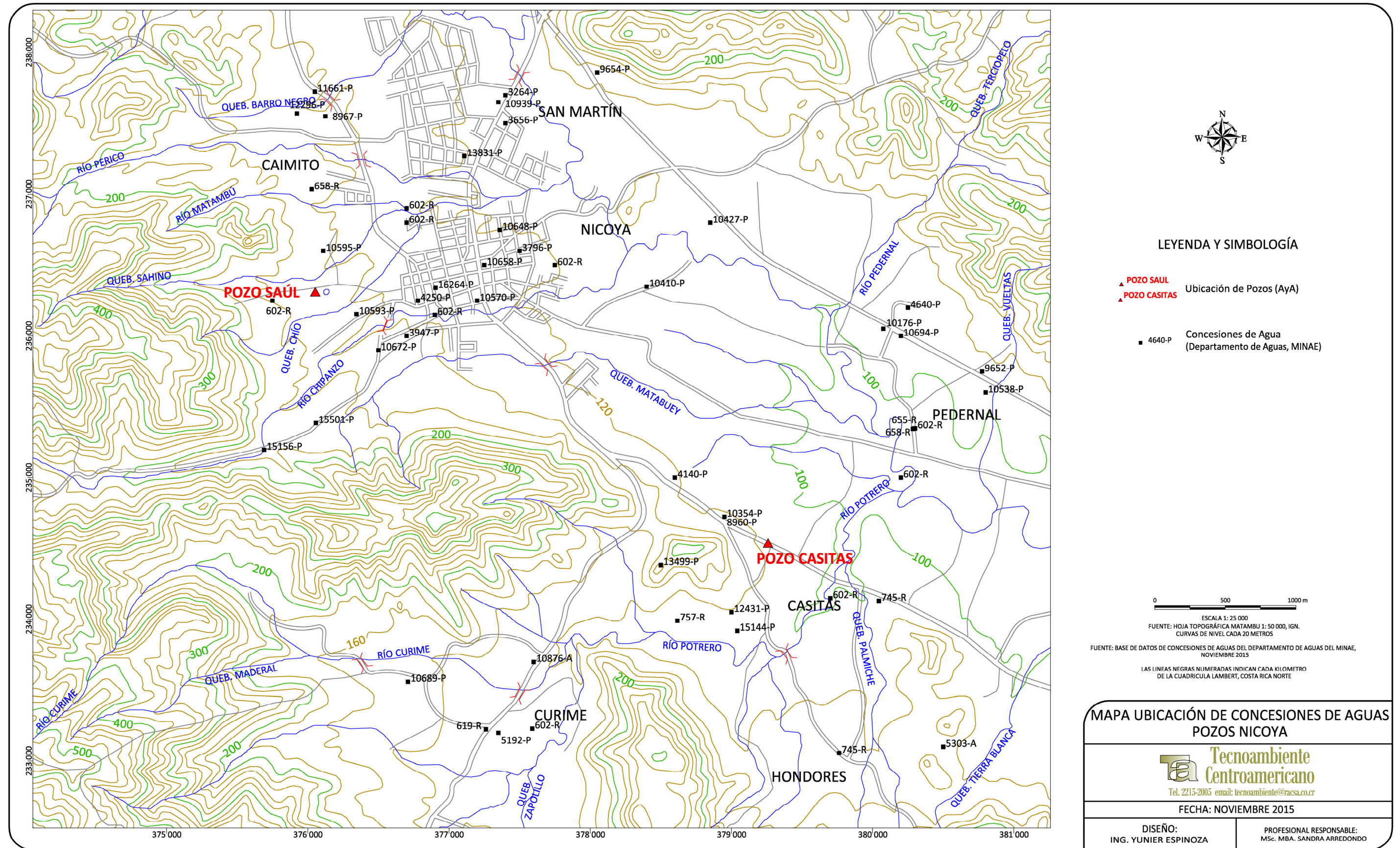


Figura 7. Mapa de Ubicación de concesiones de agua registrados en la Dirección de Aguas (Nicoya).

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

- a. Con base en el mapeo de campo se determinó que la zona de estudio presenta un acuífero libre cubierto por un suelo residual que en promedio presenta unos 2,5 m de espesor (el espesor puede variar ya que es producto de las depositaciones de finos que forma parte de la génesis del paquete aluvial, sin embargo el valor promedio de 2,5 m se basa en los reportes litoestratigráficos de perforación y mapeo de campo en alrededores de los pozos, quebrada Matabuey y Quebrada Sahino).
- b. Se alberga en una zona con muy baja pendiente.

El pozo Saúl (MT-10) presenta un registro de 6 m de cobertura de suelo sobre los depósitos aluviales de poco espesor, (aproximadamente 11,702 m) que subyacen a la Formación sedimentaria Sabana Grande. Debido a que el acuífero productor se alberga en las rocas sedimentarias fracturadas de Sabana Grande, con un nivel freático a una profundidad registrada de 13,716 m, se considera que el acuífero es libre cubierto.

Para el pozo Casitas, no se cuenta con registro, por lo que el análisis se realiza a partir de los reportes de perforación de pozos cercanos (MT-38, MT-192 y MT-347), describen un espesor de suelo entre los 0 a 3 metros, y de aluviones con un espesor entre los 11 a 12 metros, tomando en cuenta que el acuífero productor se alberga en los aluviones a una profundidad aproximada de 10,50 m, se considera que el acuífero es libre cubierto, con base en el mapeo de campo a partir de perfiles de suelos de la zona, el espesor estimado de protección al acuífero en el sector del pozo Casitas es de unos 10,50 m.

A partir de estos criterios, las curvas isofreáticas fueron delimitadas para el acuífero tomando en cuenta todos los criterios técnicos indicados anteriormente, además las alturas de los niveles de agua de los pozos utilizados y de aquellos pozos que se conoce su nivel freático, con el fin de contar con la mayor cantidad de puntos de nivel de agua subterránea y considerando la topografía actual.

El mapa Hidrogeológico de la zona de estudio se presenta en Figura 8, adicional a ello se presentan las ubicaciones de los perfiles hidrogeológicos. Con base en lo anterior y en el mapeo de campo, se elaboraron dos perfiles hidrogeológicos A-A' y B-B', presente en la Figura 9 y Figura 10, donde la información para el pozo en análisis se tomó de los datos existentes y con base en el criterio hidrogeológico utilizando el método analítico.

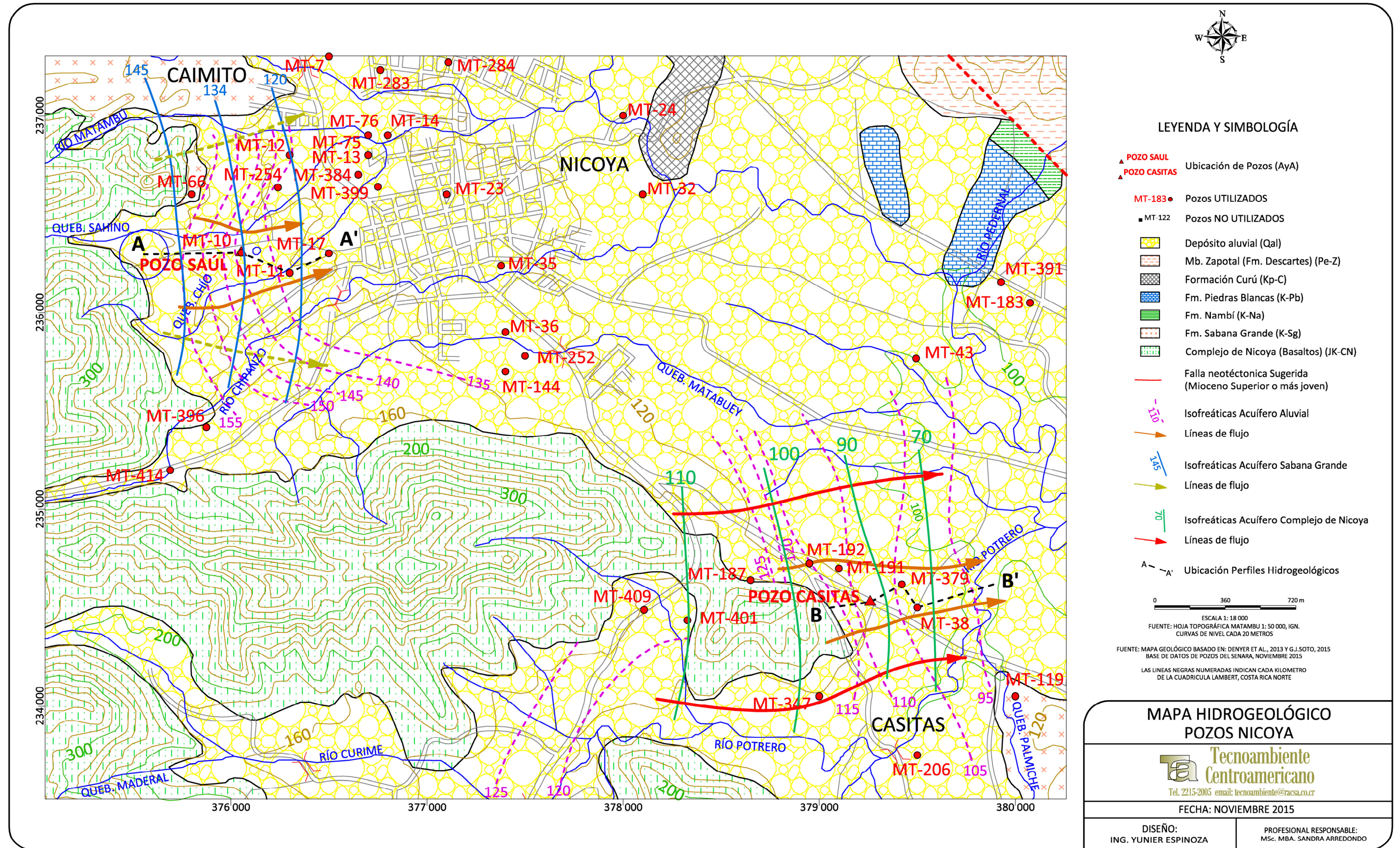


Figura 8. Mapa hidrogeológico y ubicación de perfiles hidrogeológicos.

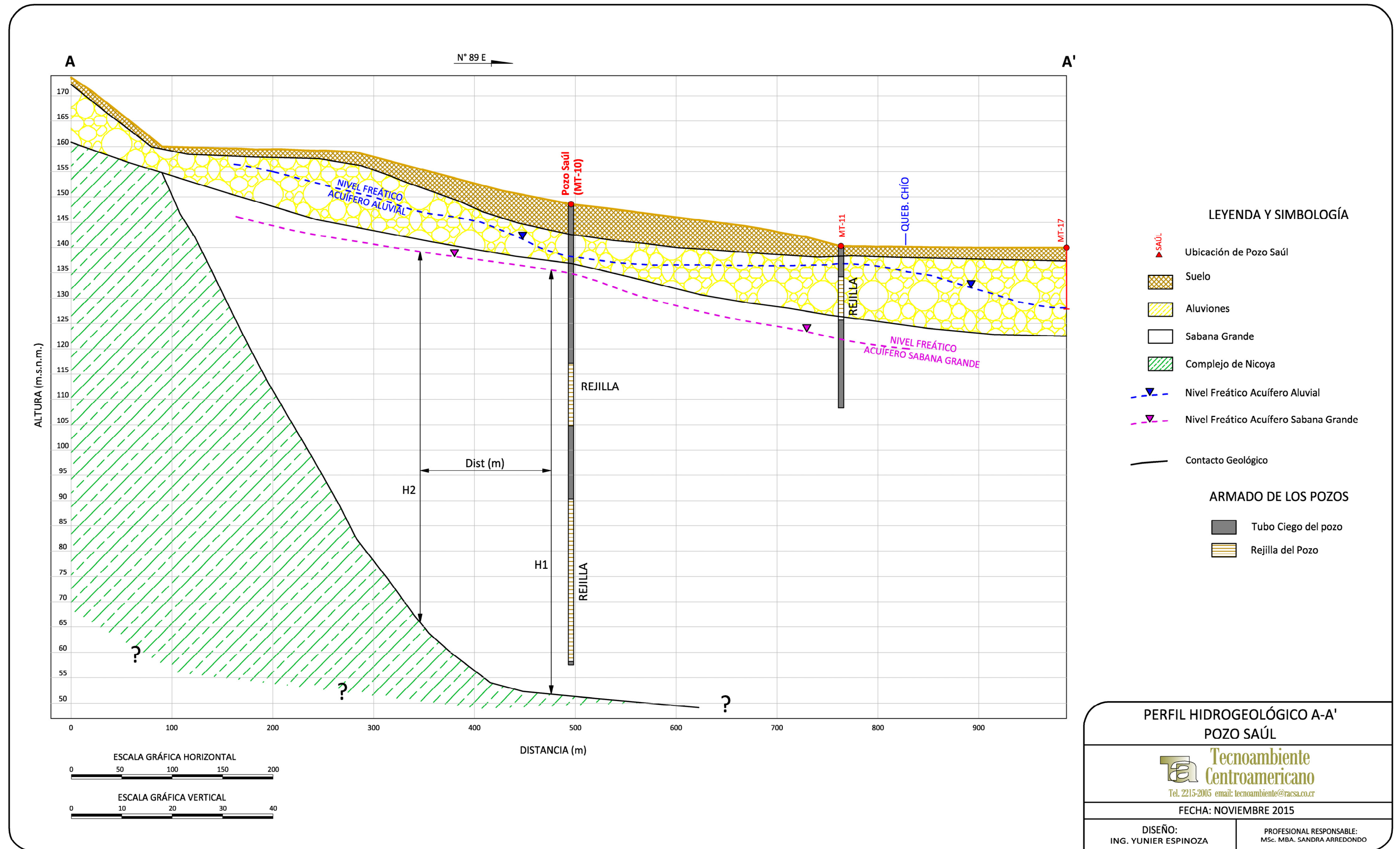


Figura 9. Perfil hidrogeológico A-A' (Pozo Saúl).

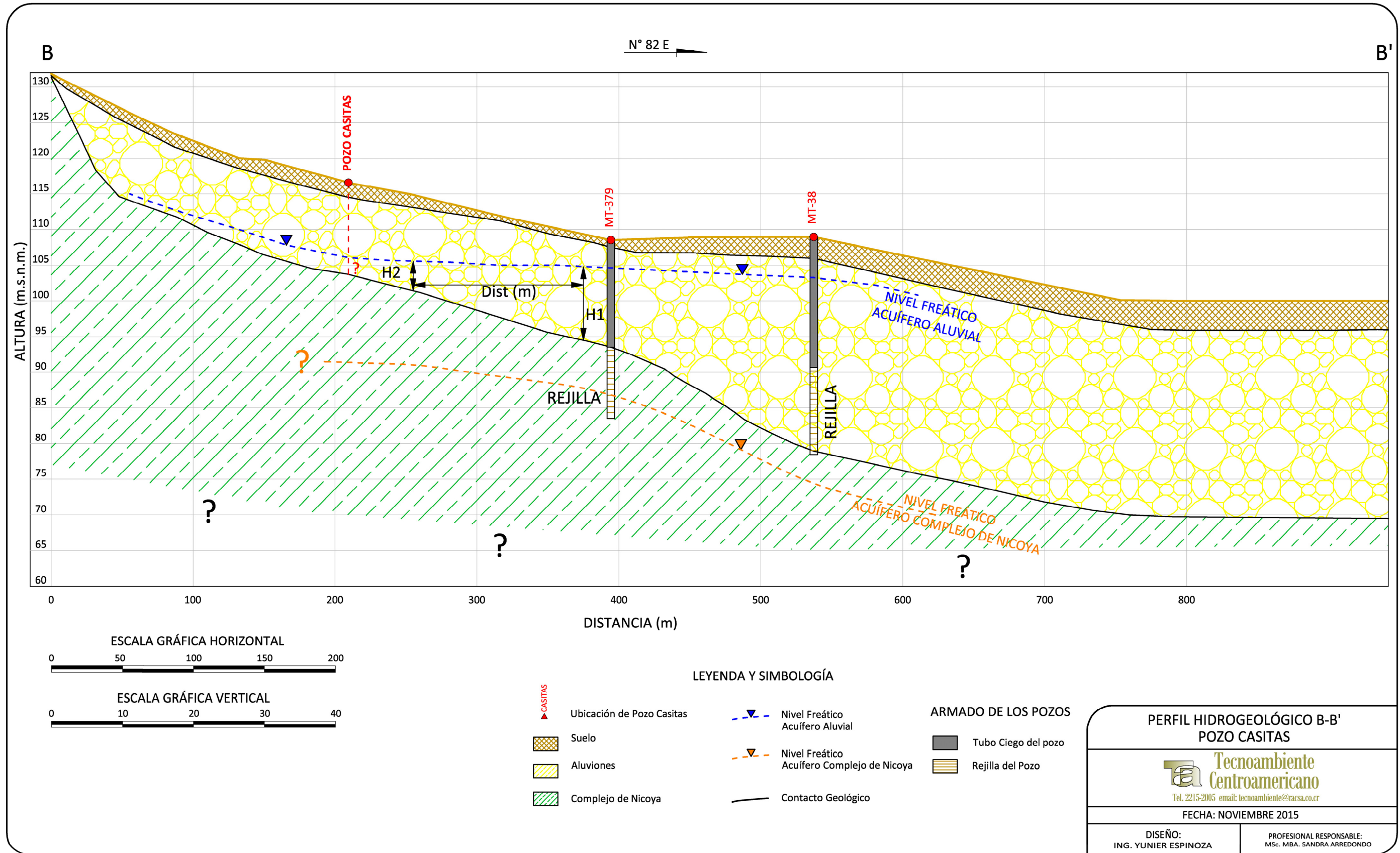




Figura 10. Perfil hidrogeológico B-B' (Pozo Casitas).





4 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS

4.1 POZOS NICOYA

Los resultados obtenidos de porosidad y permeabilidad en el campo para el Pozo Saúl y Pozo Nicoya, se presenta en el Cuadro N° 6 (Anexo N° 1 y Anexo N° 2). Las ubicaciones de las pruebas de permeabilidad coinciden con los puntos de muestreo se presentan la Figura 11 y Figura 12.

Cuadro N° 6. Resumen Pruebas de Permeabilidad para el sector de Nicoya (Anexo N° 1 y Anexo N° 2).

PUNTO	MUESTRA	POROSIDAD (%)	PERMEABILIDAD (m/d)	ESTE (m)	NORTE (m)	FOTO
Pozo Saúl	SAÚL P1	45,98	0,0607	376059	236279	
	SAÚL P2	43,58	0,0619	375941	236311	

	SAÚL P3	45,45	0,0619	375980	236219	
Pozo Saúl	CASITA P1	45,02	0,0953	379264	234522	
	CASITA P2	47,25	0,1935	379214	234412	
	CASITA P3	39,83	0,2515	379106	234625	

La ubicación de las Pruebas de Infiltración se pueden observar en la Figura 11 y Figura 12.

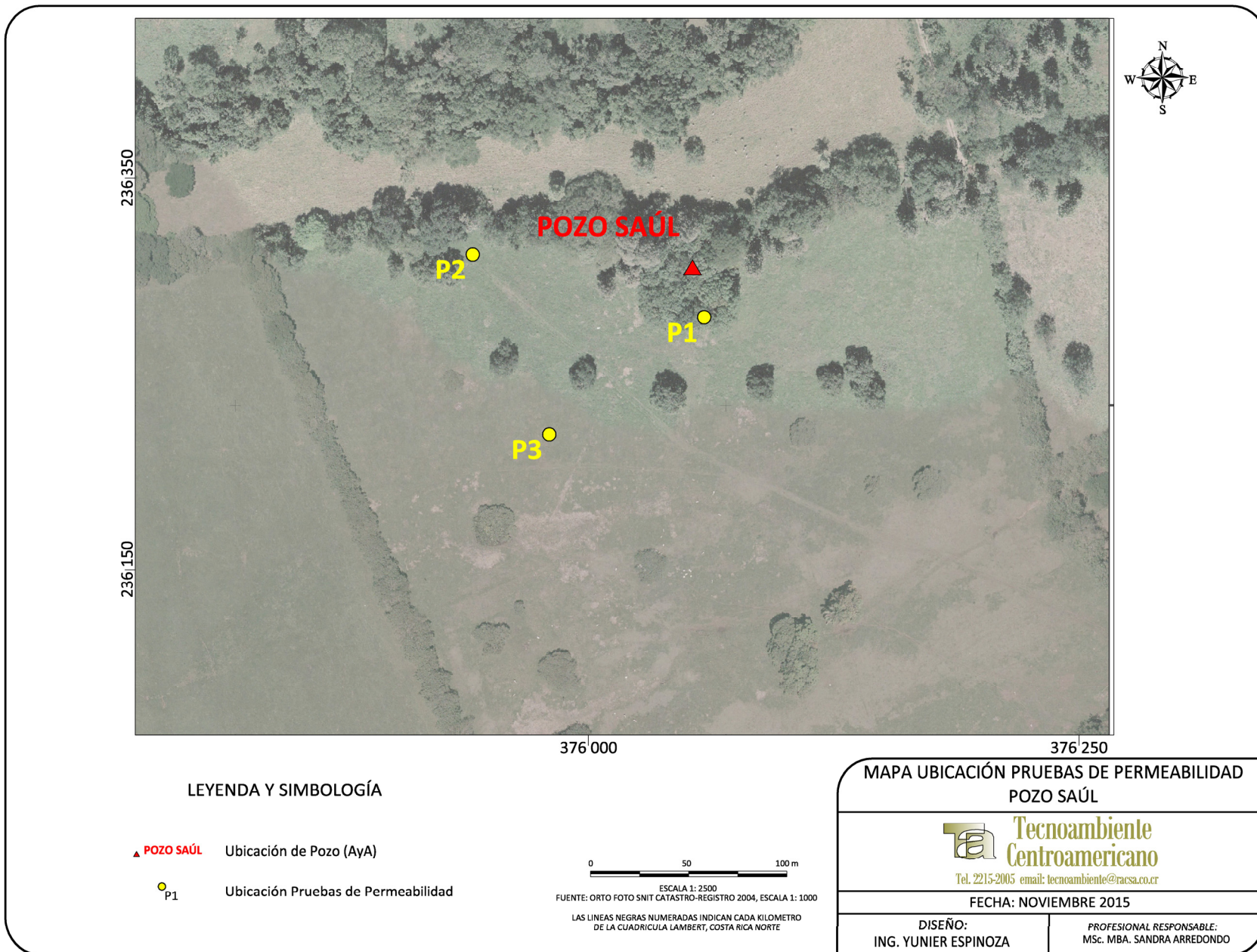


Figura 11. Ubicación Pruebas de Permeabilidad Pozo Saúl.

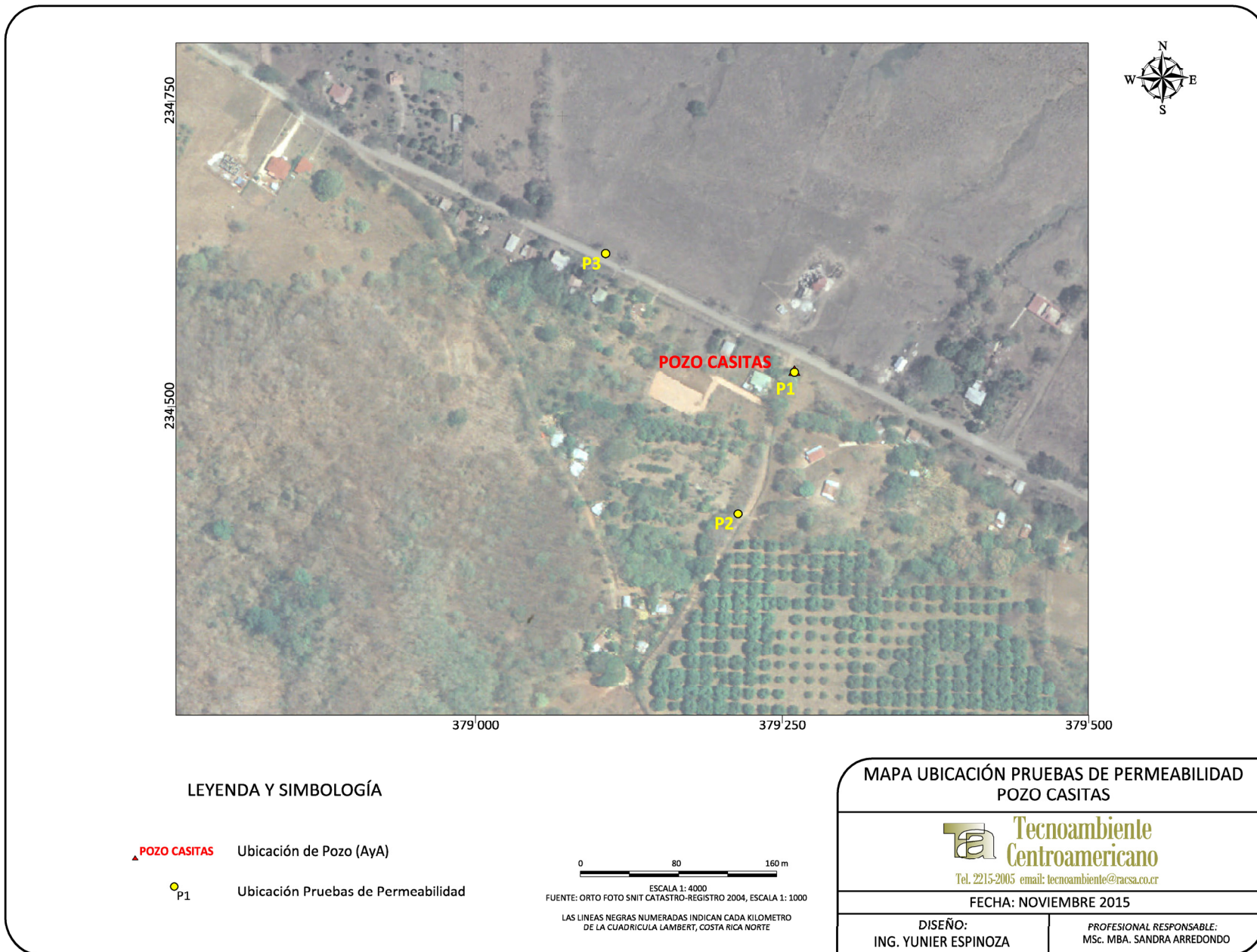


Figura 12. Ubicación Pruebas de Permeabilidad Pozo Casitas.

5 MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

En la zona donde se ubican los pozos, se han identificado tres acuíferos albergados en diferentes Formaciones geológicas, que se ubican espacialmente y se describen del más profundo al más somero de la siguiente forma:

5.1 ACUÍFERO EN COMPLEJO DE NICOYA

Con base en los reportes de perforaciones, se registra un nivel de agua subterránea en las rocas basálticas fracturadas con caudales de muy bajo rendimiento en pozos individuales. Se resalta que en términos generales y regionales esta Formación geológica funge un rol más de basamento y acuífero que de acuífero, sin embargo, bajo condiciones especiales de permeabilidad secundaria por fracturación intensa sin rellenar, puede albergar el acuífero referido, no obstante lo anterior, ninguno de los pozos analizados en este estudio captan este nivel, situación observada en el trabajo de campo.

5.2 ACUÍFERO EN ROCAS SEDIMENTARIAS DE SABANA GRANDE

El pozo Saúl capta el nivel de este acuífero que se ha sido generado por fracturación de la Formación sedimentaria y que se ubica estratigráficamente sobre el Complejo de Nicoya en los sectores donde este último se comporta como un acuífero por no poseer fracturas abiertas y comunicadas entre sí y por lo tanto se presenta como el basamento local.

La gradiente hidráulica del acuífero Sabana Grande que es captado por el Pozo Saúl presenta una dirección de sur oeste a nor este con una gradiente promedio de 0,025, la gradiente local para el Pozo Saúl fue calculada a partir de las isofreáticas 134 a la 145 m.s.n.m. y con una distancia horizontal entre ellas de 322,670 m dando una gradiente de 0,034 (Figura 8).

La gradiente hidráulica del acuífero Aluvial que es captado por el Pozo Casitas presenta una dirección con rumbo oeste a este con una gradiente promedio de 0,020, la gradiente para el Pozo Casitas fue calculada a partir de las isofreáticas 105 a la 110 m.s.n.m. y con una distancia horizontal entre ellas de 213,205 m dando una gradiente de 0,023 (Figura 8).

Los caudales que puede rendir el acuífero Sabana Grande captado por el Pozo Saúl se pueden clasificar de mediano rendimiento ya que según análisis de los pozos como el MT-10 (Pozo Saúl), MT-361 y otros que

cuentan con caudal en sus reportes registran valores que se podrían esperar del orden de los 5,6 L/s, según los reporte se indica un caudal específico para el pozo Saúl (MT-10) de 9,45 L/s.

La transmisividad presente para el pozo Saúl es de 58,371 m²/día según dato reportado en el informe de SENARA (MT-10, Pozo Saúl).

5.3 ACUÍFERO ALUVIAL

Éste es el acuífero más somero que se presenta como un acuífero libre cubierto por suelo residual que varía de espesor.

Es el acuífero que se ha determinado, capta el pozo Casitas, y se pueden clasificar de bajo rendimiento ya que según análisis de los pozos como el MT-38, MT-187 y otros que cuentan con caudal en sus reportes registran valores del orden de los 3,4 L/s, s, además, según información aportada por el Lic. Max Gómez, Jefe Oficina Regional AyA Nicoya, Región Chorotega e ingeniero Gustavo Orozco Sanchún, de Sistemas Comunales, Región Chorotega, el pozo Casitas presenta un caudal de 1,3 L/s.

El bajo rendimiento de este acuífero en pozos individuales se correlaciona con los espesores restringidos de este acuífero en la zona. Su nivel freático se mantiene debido a un paleosuelo generado por períodos de no depositación en tiempo geológico sobre las rocas sedimentarias de Sabana Grande que favorecieron niveles arcillosos que permiten mantener este nivel en los depósitos aluviales.

La transmisividad para el Pozo Casitas es de 61,76 m²/día (Prueba de bombeo analizada por Tecnoambiente Centroamericano S.A. sobre el Pozo MT-409, que se encuentra a 1156 m al oeste de éste, se empleó el pozo MT-409 debido a que solo este presenta prueba de bombeo con mayor cantidad de datos a un radio de 1,3 km) (Anexo N° 3 y Anexo N° 4).

Algunos parámetros hidráulicos son tomados de la literatura internacional y de análisis en acuíferos similares realizados en investigaciones hidrogeológicas previas, con base en ello, la porosidad de los acuíferos aluviales es tomada de Custodio & Llamas, 1984.

Los caudales se tomaron a partir de información recopilada por Tecnoambiente Centroamericano (Anexo N° 4) y se presentan en el Cuadro N° 7.

Cuadro N° 7. Caudales registrados

Pozo N°	Caudal (l/s)
SAÚL (MT-10)	9,45*
CASITAS	1,30**

Nota:

*Dato tomado del Reporte de Perforación y sumario de pruebas efectuadas pozo MT-10, SENARA, noviembre 2015.

**Dato aportado y corroborado por el Lic. Max Gómez, Jefe Oficina Regional AyA Nicoya, Región Chorotega, octubre 2015.

Cuadro N° 8. Parámetros hidráulicos del acuífero en el sector de Nicoya, obtenidos a partir de literatura internacional y valores en acuíferos similares en investigaciones hidrogeológicas del país.

Pozo N°	Porosidad del acuífero aluvial (tomado de Custodio & Llamas, 1984) (%)	Transmisividad (m ² /d)	Espesor saturado promedio (m) ***	Permeabilidad (m/día)****
SAÚL (MT-10)	30,00	58,371*	83,467	0,699
CASITAS	30,00	61,76**	2,365	26,119

Nota:

* Tomado de Pozo MT-10.

** Tomado de Pozo MT-401, analizado por Tecnoambiente Centroamericano.

*** Tomado de la descripción del perfil hidrogeológico Figura 9 y Figura 10.

**** Valor obtenido a partir de la fórmula de flujo $T=k*b$.

6 ZONAS DE PROTECCIÓN DE LOS POZOS

6.1 MÉTODO DE TIEMPO DE TRÁNSITO DE DEGRADACIÓN DE BACTERIAS

Para determinar el ancho de la zona de captura o zona de influencia, se utiliza la fórmula hidráulica de Darcy que estipula lo siguiente:

$$Q=TIL$$

$$L= Q/Ti$$

En el Cuadro N° 9, se resumen los datos hidráulicos para el cálculo de L para el pozo Saúl y Casitas ubicado en las cercanías de Nicoya, Guanacaste:

Cuadro N° 9. Resumen de los datos hidráulicos para el cálculo de L

Pozo N°	Transmisividad (m ² /d)	Gradiente (adimensional)	Caudal (L/s)	Caudal (m/día)	L (ancho del tubo de flujo) (m)
SAÚL (MT-10)	58,371	0,034	9,45	816,480	411,406
CASITAS	61,760	0,023	1,30	112,320	79,072

Considerando que el tiempo de residencia máxima de bacterias patógenas para flujos fisurados es de 100 días para medios fisurados y 70 días para medios porosos, se calcula el tiempo de tránsito para la zona no saturada de la siguiente forma:

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

Donde

- b: es el espesor de la zona no saturada.
- θ : es la porosidad media del obtenido en el laboratorio del INTA para cada caso.
- K= es la permeabilidad de la zona no saturada y con base en las pruebas de Porchet realizadas para cada pozo.

En el Cuadro N° 10, Cuadro N° 11 y Cuadro N° 12 se presentan los resultados de Tiempo de tránsito para cada Pozo analizado:

Cuadro N° 10. Resultados Tiempos de Tránsito vertical zona no saturada en el suelo

Pozo N°	Espesor ZNS Suelo(b) (m)	θ INTA (Fracción de %)	K Promedios de las pruebas de Porchet (m/d)	t (tiempo de tránsito vertical) días
SAÚL (MT-10)	6,000	0,4500	0,0615	43,894
CASITAS	2,036	0,4403	0,1801	4,978

Cuadro N° 11. Resultados Tiempos de Tránsito vertical zona no saturada en Aluvión

Pozo N°	Espesor ZNS Aluvión (b) (m)	θ Tomado de Custodio & Llamas, 1984. (Fracción de %)	K del aluvión Tomado del Cuadro N° 8 (m/d)	t (tiempo de tránsito vertical) días
SAÚL (MT-10)	5,702	30,00	16,834	0,102
CASITAS	8,464	30,00	26,119	0,097

Cuadro N° 12. Resultados Tiempos de Tránsito vertical zona no saturada en Sabana Grande

Pozo N°	Espesor ZNS Aluvión (b) (m)	θ Tomado de Custodio & Llamas, 1984. (Fracción de %)	K del aluvión Tomado del Cuadro N° 8 (m/d)	t (tiempo de tránsito vertical) días
SAÚL (MT-10)	2,013	0,30	0,699	0,864

Como el tiempo tránsito para medios fisurados se estima en 100 días, y para medios porosos se estimado en 70 días (Lewis, Foster y Drassar, 1992 en Rodríguez, H, 1994), se observa que al hacer el cálculo para la zona no saturada (ZNS) y el tiempo de tránsito vertical el valor en días no supera los 100 días y 70 día respectivamente para la degradación de las bacterias patógenas, entonces por ese motivo, se calculará el tiempo de tránsito en la zona saturada (ZS) para eliminar las bacterias y conocer la zona de protección absoluta de los pozo analizados, tomando en cuenta la diferencia entre 100 días y 70 días menos los días obtenidos en la zona no saturada para cada una, situación que se presenta en el Cuadro N° 13.

Cuadro N° 13. Diferencia entre los 70 días menos los obtenidos del cálculo de la ZNS.

Pozo N°	Tiempo de transito obtenido de la ZNS (días)	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)
SAÚL (MT-10)	44,860	55,140
CASITAS	5,075	64,925

La fórmula de Darcy establecida para este cálculo en la Zona Saturada (ZS) es:

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

De la fórmula se despeja "d" :

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

En el Cuadro N° 14 se presentan los resultados de la Zona de Protección Inmediata para cada Pozo analizado:

Cuadro N° 14. Distancia Zona de Protección Inmediata.

Pozo N°	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)	Θ Acuífero (Custodio & Llamas, 1984) (Fracción de %)	K Permeabilidad del acuífero aluvial promedio (tomado a partir del Cuadro N° 8) (m/d)	Gradiente del acuífero para cada pozo (adimensional)	Distancia de la zona de protección inmediata (m)
SAÚL (MT-10)	55,140	30,00	0,699	0,034	4,370
CASITAS	64,925	30,00	26,119	0,023	130,007

6.2 MÉTODO DEL RADIO FIJO

Para calcular el radio fijo de los pozos analizados, se toma en cuenta las metodologías hidrogeológicas para la evaluación del recurso hídrico que fueron publicadas en el diario oficial La Gaceta N° 147 del 31 de julio del 2012. En estas metodologías 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, con base en el siguiente planteamiento:

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

En este caso se calcula con la fórmula dada considerando:

- Q = caudal de cada pozo en m³/d.
- t = se utiliza el tiempo establecido para degradación de bacterias para medios porosos que es de 70 días.
- n = porosidad de las rocas que albergan al acuífero (Custodio & Llamas, 1984).
- b = espesor saturado promedio del acuífero para cada pozo, tomado a partir de los informes de cada pozo.

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

En el Cuadro N° 15 se presentan los resultados de la Zona de Protección por el método de Radio Fijo para cada Pozo analizado:

Cuadro N° 15. Resumen de datos y resultados Método Radio Fijo

Pozo N°	Caudal (m ³ /d)	Porosidad del acuífero (n) (%)	Tiempo (días)	b Espesor saturado del acuífero para el pozo (m)	Radio fijo (m)
SAÚL (MT-10)	816,48	30,000	55,140	83,467	23,923
CASITAS	112,32	30,000	64,925	2,365	57,203

6.3 MÉTODO DE GRUBB

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

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

Para cada pozo se presenta el resumen del valor obtenido en el Cuadro N° 16:

Cuadro N° 16. Resultados por medio del Método Grubb.

Pozo N°	Caudal del pozo (m ³ /d)	L Longitud entre dos puntos de observación del NF (m)	K Conductividad hidráulica del acuífero (m/d)	h1	h2	h1 ² -h2 ²	Y/2 (max) M	Y total (max) m
SAÚL (MT-10)	816,480	130,000	0,699	83,785	73,290	1648,498	92,070	184,140
CASITAS	112,320	120,000	26,119	10,321	4,143	89,354	5,775	11,551

En el Cuadro N° 17 y en la Figura 13, se presenta el resumen de las zonas de protección obtenidos por diferentes métodos:

Cuadro N° 17. Zonas de protección absoluta por diferentes métodos.

Pozo N°	Tiempo de Tránsito de degradación de Bacterias (m)	Radio Fijo (m)
SAÚL (MT-10)	4,370	23,923
CASITAS	130,007	57,203

El ancho de la zona de captura definido por el método de Grubb se presenta en el Cuadro N° 18, para cada pozo es de:

Cuadro N° 18. Zona de Captura Método de Grubb

Pozo N°	L (método Grubb) (m)
SAÚL (MT-10)	184,140
CASITAS	11,551

El ancho de la zona de captura definido por el método de Darcy se presenta en el Cuadro N° 19, para cada pozo es de:

Cuadro N° 19. Ancho de Captura Método de Darcy

Pozo N°	L (ancho del tubo de flujo) (m)
SAÚL (MT-10)	411,406
CASITAS	79,072

Para el Pozo Saúl se ha definido un ancho de la zona de captura de 47,846 m que corresponde al doble del método de Radio Fijo y una zona de protección inmediata de 23,923 m por el método de Radio Fijo, se ha seleccionado este método a partir del mapeo de campo realizado y la condición del pozo.

Para el Pozo Casitas se ha definido un ancho de la zona de captura de 114,406 m que corresponde al doble del método de Radio Fijo y una zona de protección inmediata de 57,203 m por el método de Radio Fijo, se ha seleccionado este método a partir del mapeo de campo realizado y la condición del pozo.

Además se ha definido un radio operacional y de Protección Inmediata Absoluta de 15 m alrededor del pozo con base en Foster et al, 2003.

6.4 CÁLCULO DEL PUNTOS DE NO RETORNO

Los puntos de no retorno para cada zona de protección se han calculado a partir de la fórmula indicada en las Metodologías Hidrogeológicas para la evaluación del recurso hídrico que fueron publicadas en el diario oficial La Gaceta N° 147 del 31 de julio del 2012, de la siguiente forma:

$$\text{Punto de no retorno } X_0 = Q / (2 * \pi * k * b * i)$$

Donde:

$$P_i (\pi) = 3,1415$$

k = permeabilidad

b = espesor del acuífero **(Se toma en cuenta que $T = k * b$)**

i = gradiente

Q = caudal

6.4.1 POZO SAÚL Y CASITAS

Pozo N°	Caudal (m ³ /día)	Transmisividad (m ² /día)	Gradiente del Acuífero para cada Pozo (Adimensional)	Punto No Retorno (m)
SAÚL (MT-10)	816,480	58,4	0,034	65,477
CASITAS	112,320	61,8	0,023	12,585

Con base en los resultados obtenidos para el cálculo del punto de no retorno, se observa que para el Pozo Saúl es de 65,477 m y para el Pozo Casitas es de 12,585 m, sin embargo, basado en criterio de experto, se considera un área de protección para el punto de no retorno de 15 m para cada pozo analizado.



Figura 13. Ubicación Zona de protección del pozo Saúl.

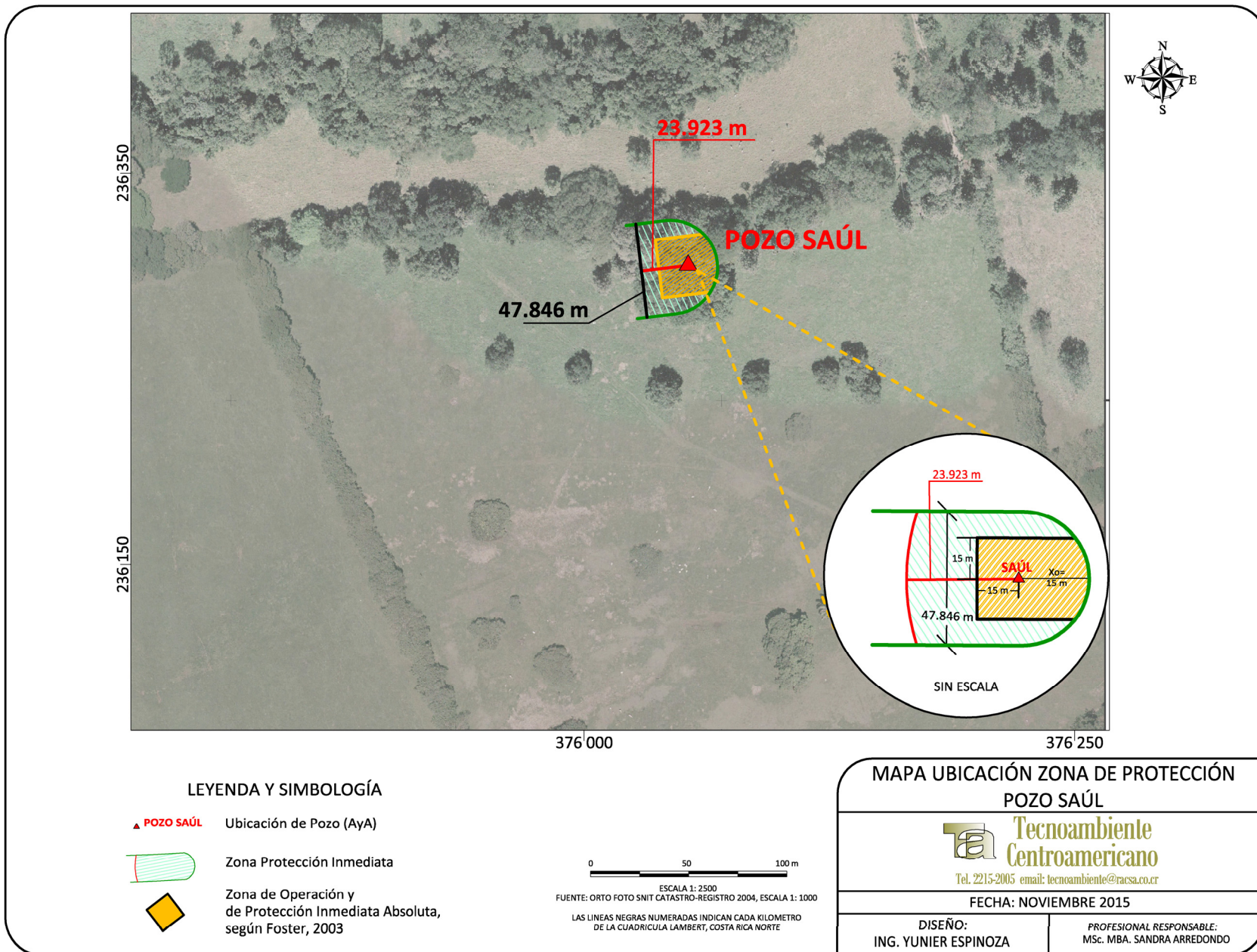


Figura 14. Ubicación Zona de protección del pozo Saúl, ortofoto.

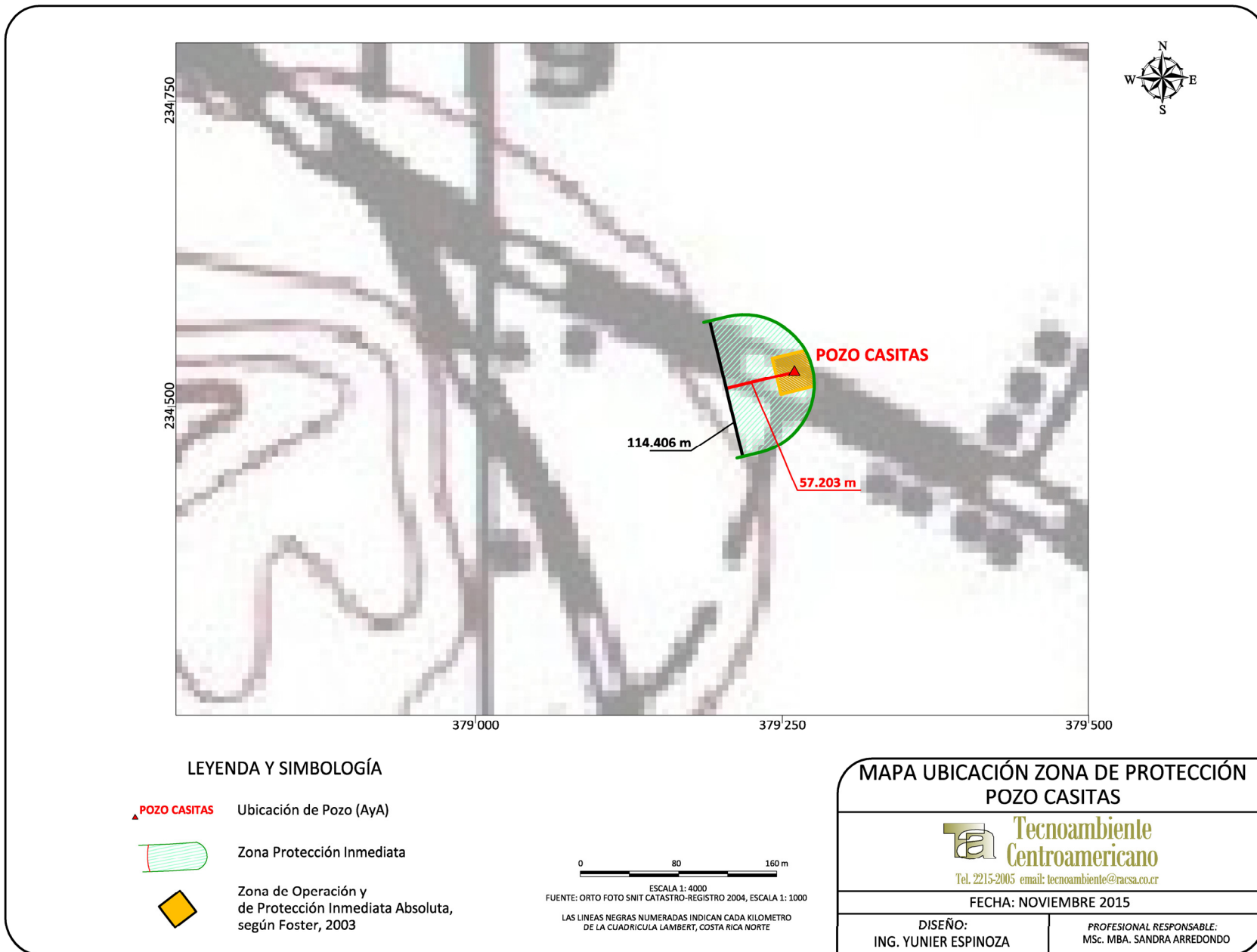


Figura 15. Ubicación Zona de protección del pozo Casitas.

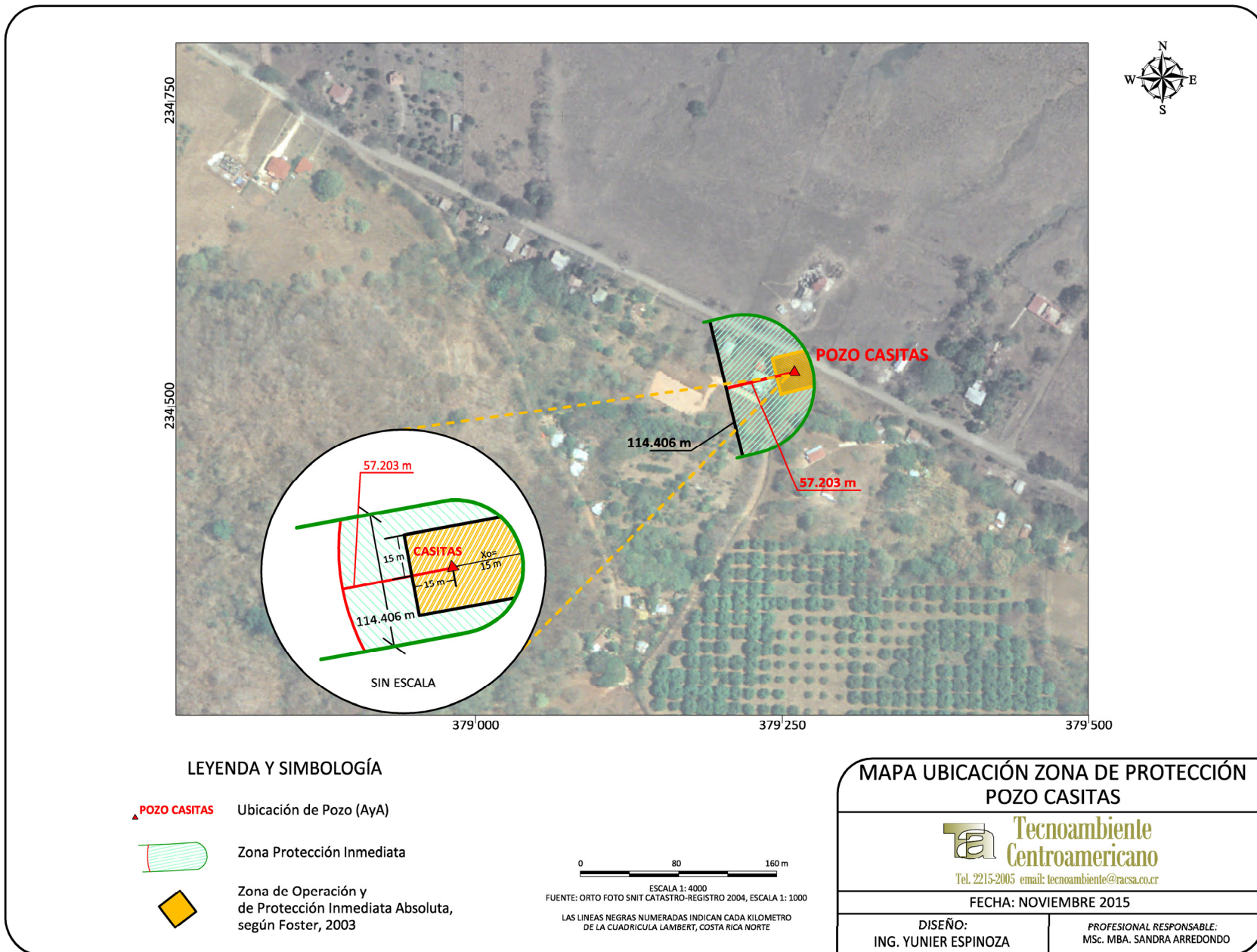


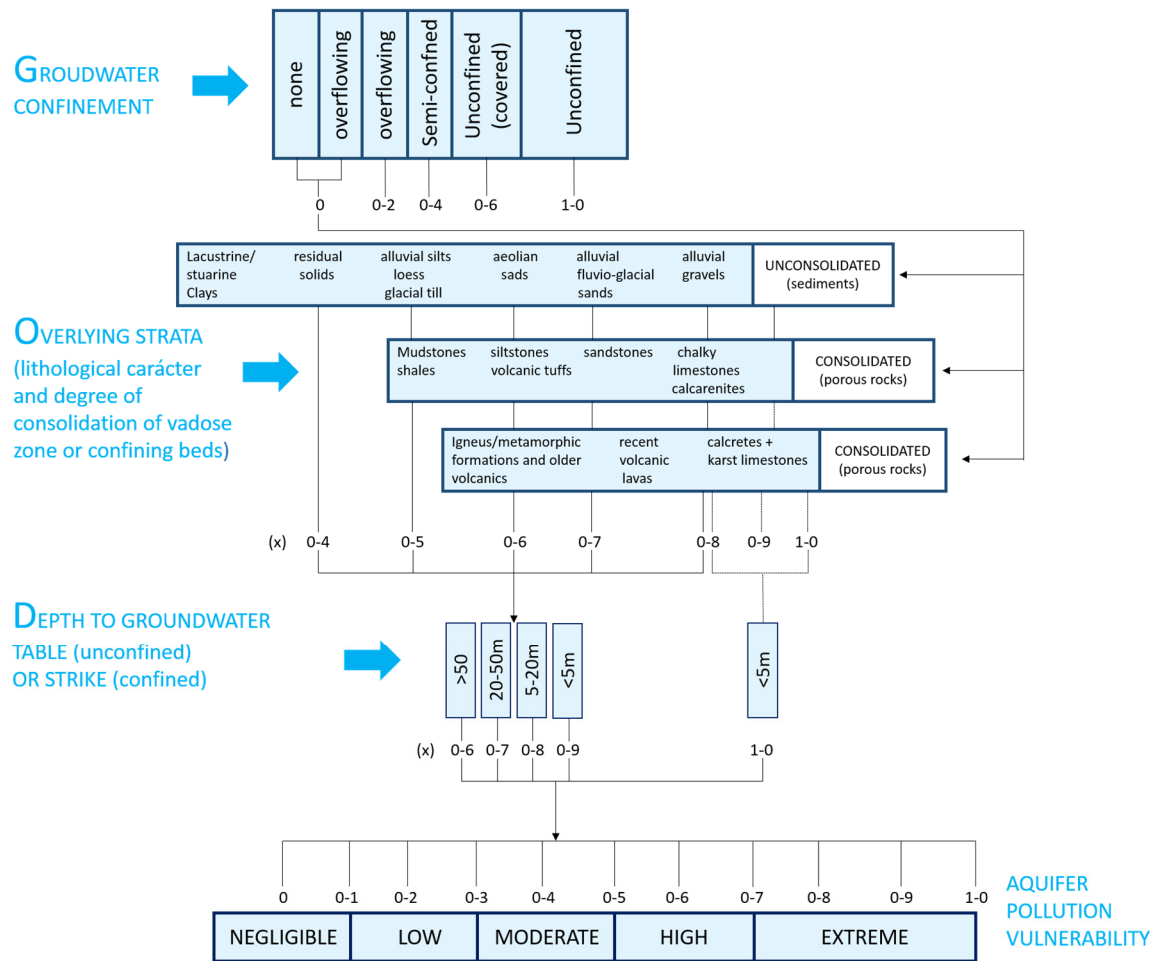
Figura 16. Ubicación Zona de protección del pozo Casitas, ortofoto.

7 CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS FUENTES

En el Anexo N° 5 se adjuntan los resultados bacteriológicos que hay disponibles en el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA; a la fecha del informe no se registran resultados físico-químicos. De los últimos reportes presentados se puede concluir que al momento de la elaboración del presente estudio, la condición de calidad del agua desde el punto de vista bacteriológico es adecuada para potabilidad en el Pozo Saúl y Pozo Casitas, no obstante es recomendable realizar muestreos para análisis por lo menos semestrales, tanto físico-químicos como bacteriológicos ya que en las ortofotos de los pozos evaluadas se observa que existe un crecimiento poblacional alrededor de los pozos que corresponde con las comunidades denominadas Casitas y Nicoya.

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 17).



Fuente: Foster, et al, 2002.

Figura 17. Diagrama determinación de vulnerabilidad acuífera

8.1 ACUÍFERO ALUVIAL (POZO CASITAS)

Se presenta la evaluación para los pozos evaluados:

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento (se asigna un valor conservador)	Libre cubierto	0,8	Moderado
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Suelo limosos aluviales	0,7	
Profundidad del nivel freático	10,052 m	0.8	
Evaluación de vulnerabilidad	0,448		

8.2 ACUÍFERO SEDIMENTARIO SABANA GRANDE (POZO SAÚL)

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento (se asigna un valor conservador)	Libre cubierto	0,8	Moderado
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Suelo limosos y depósitos aluviales saturados, a manera conservadora se toma el valor de aluviones	0,5	
Profundidad del nivel freático	10,052 m	0.8	
Evaluación de vulnerabilidad	0,32		

En la Figura 18, se presenta el mapa de vulnerabilidad acuífera para cada pozo analizado.

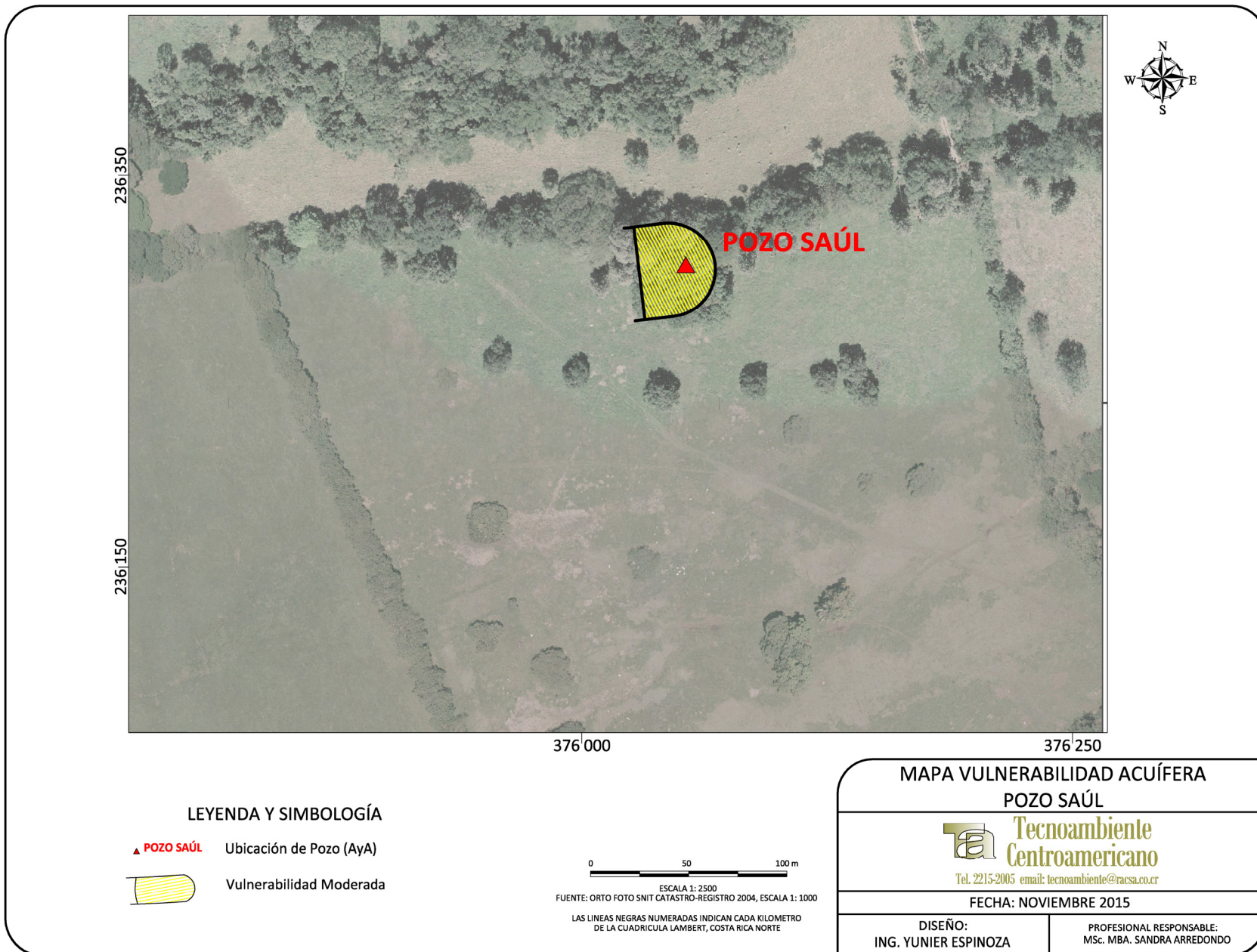


Figura 18. Mapa Vulnerabilidad Acuífera Pozo Saúl, ortofoto.

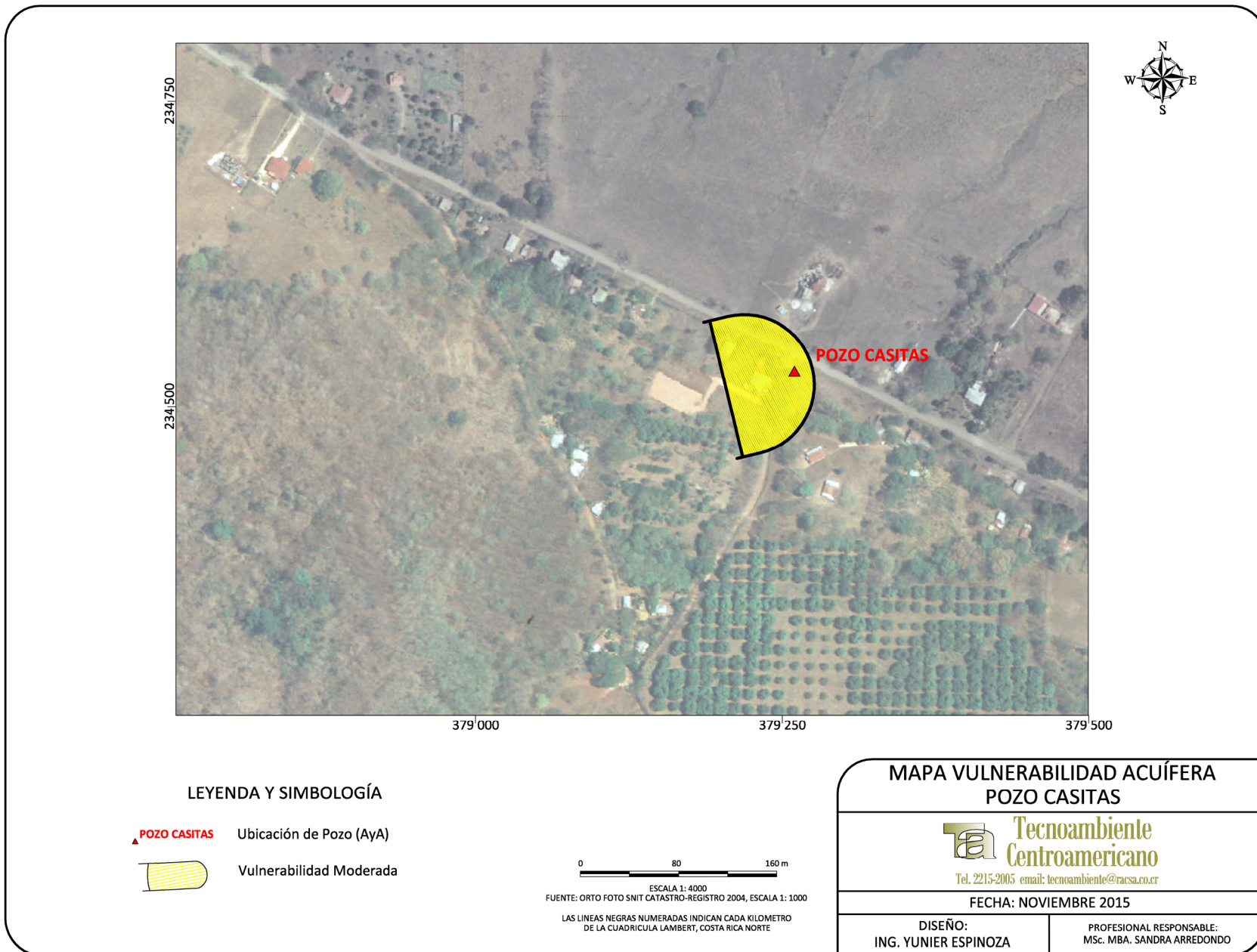


Figura 19. Mapa Vulnerabilidad Acuífera Pozo Casitas, ortofoto.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En la zona de estudio se han identificado tres acuíferos, albergados en: depósitos aluviales, rocas sedimentarias fracturadas de la Formación Sabana Grande y basaltos fracturados del Complejo de Nicoya. Los pozos analizados captan los acuíferos aluvial (pozo Casitas) y sedimentario (pozo Saúl).
2. El acuífero aluvial que capta el pozo Casitas, se encuentra colgado y registra medios rendimientos en pozos individuales, los valores obtenidos son del orden de los 1,3 L/s, o sea 112,320 m³/día.
3. El basamento regional de los acuíferos está formado por depósitos volcánicos masivos o con fracturas rellenas del Complejo de Nicoya.
4. La gradiente del acuífero aluvial que capta el pozo Casitas, presenta una dirección de flujo de oeste a este y con una gradiente hidráulica promedio de 0,023.
5. El pozo Saúl capta el acuífero sedimentario de Sabana Grande, registra caudales del orden de 9,45 L/s.
6. Con base en el análisis realizado se determinó que el pozo Saúl, presenta un ancho de la zona de protección de 47,846 m que corresponde al doble del método de Radio Fijo, el límite de la zona es de 23,923 m, obtenido a través del método de Radio Fijo y el punto de no retorno que corresponde con la protección gradiente hidráulica subterránea abajo del pozo calculada es de 65,477 m como punto de no retorno y para el Pozo Casitas el ancho de la zona de protección es de 114,406 m que corresponde al doble del método de Radio Fijo, el límite de la zona de protección inmediata es de 57,203 m, obtenido a través del método de Radio Fijo y el punto de no retorno que corresponde con la protección gradiente hidráulica subterránea abajo del pozo calculada es de 12,585 m como punto de no retorno.

7. Sin embargo, basado en criterio de experto, se considera un punto de no retorno de 15 m, para cada pozo evaluado y que concuerda con el límite de la Zona Operacional y Zona de Protección Absoluta de 15 m alrededor del pozo. En esta zona no se permite ninguna actividad a no ser que sea propia del pozo.

8. Con base en las condiciones intrínsecas del acuífero a partir del método GOD, la vulnerabilidad calculada para cada uno de ellos (pozo Saúl y pozo Casitas) es moderada.



9. Los resultados de calidad del agua bacteriológica obtenidos para el momento de la elaboración del estudio muestra buena calidad, se recomienda mantener un monitoreo semestral para llevar un control en el tiempo de su potabilidad y analizar parámetros físico químicos.

10. En la zona de protección absoluta no se recomienda realizar actividades tipo agrícolas, pecuarias, ubicación de tanques sépticos, actividad industrial y extracción de rocas y suelos ya que pueden afectar la calidad del agua del pozo por rápida infiltración y por escorrentía superficial.

10 REFERENCIAS

- DENYER, P. & BAUMGARTNER, P.O., 2006: EMPLACEMENT OF JURASSIC-LOWER CRETACEOUS RADIOLARITES OF THE NICOYA COMPLEX (COSTA RICA). – GEOLOGICA ACTA, 4 (1-2): 203-218.
- DENYER, P. & GAZEL, E., 2009: THE COSTA RICA JURASSIC TO MIOCENE OCEANIC COMPLEXES: ORIGIN, TECTONICS AND RELATIONS. – JOURNAL OF SOUTH AMERICAN EARTH SCIENCES, 28: 429-442.
- DENYER, P., MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2003: ATLAS TECTÓNICO DE COSTA RICA. – 81 PÁGS. EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, SAN JOSÉ.
- DENYER, P., MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2009: ATLAS TECTÓNICO DE COSTA RICA. – 55 PÁGS. EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, SAN JOSÉ.
- DENYER, P., AGUILAR, T. & MONTERO, W., 2013: MAPA GEOLÓGICO DE LA HOJA MATAMBÚ. – ESCALA 1:50 000, UNIVERSIDAD DE COSTA RICA – MINAE.
- DENYER, P., AGUILAR, T. & MONTERO, W., 2014: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA PENÍNSULA DE NICOYA, COSTA RICA. ESTRATIGRAFÍA Y TECTÓNICA. – 207 PÁGS. EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, SAN JOSÉ.
- Departamento de Aguas del MINAE, Noviembre 2015, Base de datos de Concesiones y Pozos Registrados.
- SENARA, Noviembre 2015, Base de datos de pozo.
- Montero, W. & Denyer, P., 2011: FALLAMIENTO NEOTECTÓNICO DE LA PENÍNSULA DE NICOYA Y SU RELACIÓN CON EL ESCAPE TECTÓNICO DEL ANTEARCO CENTROAMERICANO. - REVISTA GEOLÓGICA DE AMÉRICA CENTRAL, 45: 9-52.

ANEXO N° 1
RESULTADOS LABORATORIO DEL
INTA, MAG

 <p>inta Costa Rica Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria</p>	<p>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS Laboratorio de Suelos Tel-Fax: 2278-0514; e-mail: labsuelos@inta.go.cr</p>	<p>LDS F 17</p>  <p>sector AGRO ALIMENTARIO</p>
---	---	---

NOMBRE: **TECNO AMBIENTE CENTROAMERICANO S.A.**

FECHA: 11/09/2015

FAX: **2215-2003**

INFORME #:

IDENT.		D.aparente	D.Real	Porosidad	
# LAB.	#CAMPO	(gr/cc)	(gr/cc)	(%)	
3926	Nicoya	1,2 1	2.24	45,9 8	SAUL-P1
3927	Nicoya	1,2 3	2.18	43,5 8	SAUL-P2
3928	Nicoya	1,1 4	2.09	45, 45	SAUL-P2


 Ing. Alexis Vargas Villagra
 

INTA-NICOYA, POZO SAÚL



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 S.A.**

FECHA: 11/09/2015

FAX: **2215-2003**

INFORME #:

IDENT.		D.aparente	D.Real	Porosidad	
# LAB.	#CAMPO	(gr/cc)	(gr/cc)	(%)	
3929	Nicoya	1,2 7	2.31	45, 02	CASITA-P1
3930	Nicoya	1,1 5	2.18	47, 25	CASITA-P2
3931	Nicoya	1,4 5	2.41	39, 83	CASITA-P3

[Handwritten Signature]
 Ing. Alexis Vargas Villagra

INTA-NICOYA, POZO CASITA

ANEXO N° 2

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD

PROYECTO: AyA NICOYA POZO SAUL P1

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 1
NICOYA POZO SAUL**

Este (m)	376059.0
Fecha:	25/08/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	16.0
H2 (cm)	8.0
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0104131

Norte (m)	236279.0
Hora:	01:05 p.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	160.0
H2 (mm)	80.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0017355

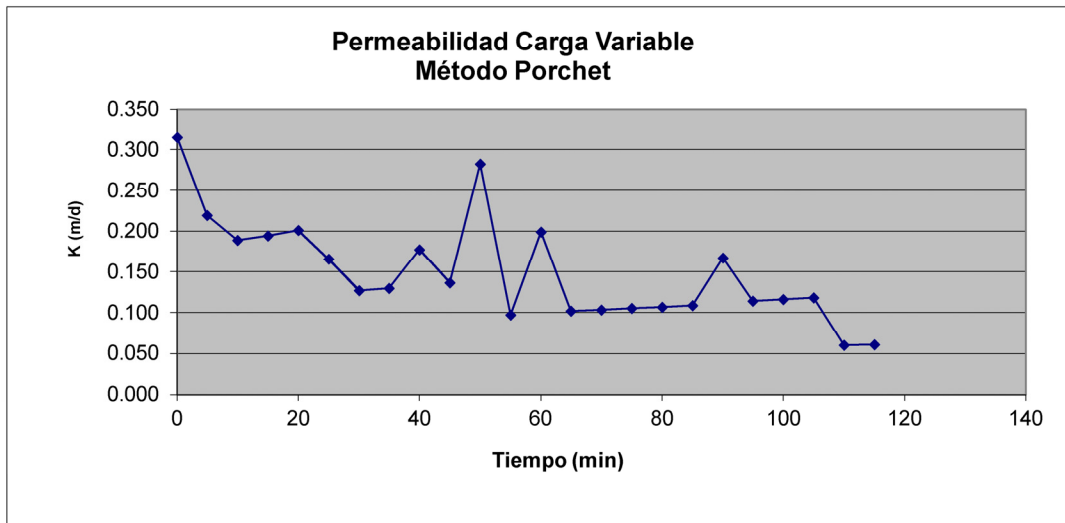
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.1600	H1 (cm)	16.00
H2 (m)	0.0800	H2 (cm)	8.00
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	0.1499488	k (cm/seg)	0.0001736
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	16.0	15.10	4.3	0.0218691	0.0036449	0.3149153	0.0003645
5	10	15.1	14.50	4.3	0.0152228	0.0025371	0.2192087	0.0002537
10	15	14.5	14.00	4.3	0.0131108	0.0021851	0.1887951	0.0002185
15	20	14.0	13.50	4.3	0.0135231	0.0022539	0.1947330	0.0002254
20	25	13.5	13.00	4.3	0.0139623	0.0023270	0.2010566	0.0002327
25	30	13.0	12.60	4.3	0.0115057	0.0019176	0.1656821	0.0001918
30	35	12.6	12.30	4.3	0.0088359	0.0014727	0.1272374	0.0001473
35	40	12.3	12.00	4.3	0.0090213	0.0015036	0.1299069	0.0001504
40	45	12.0	11.60	4.3	0.0123306	0.0020551	0.1775606	0.0002055
45	50	11.6	11.30	4.3	0.0094857	0.0015809	0.1365938	0.0001581
50	55	11.3	10.70	4.3	0.0196232	0.0032705	0.2825737	0.0003271
55	60	10.7	10.50	4.3	0.0067452	0.0011242	0.0971314	0.0001124
60	65	10.5	10.10	4.3	0.0138164	0.0023027	0.1989569	0.0002303
65	70	10.1	9.90	4.3	0.0070783	0.0011797	0.1019282	0.0001180
70	75	9.9	9.70	4.3	0.0071968	0.0011995	0.1036342	0.0001199
75	80	9.7	9.50	4.3	0.0073193	0.0012199	0.1053983	0.0001220
80	85	9.5	9.30	4.3	0.0074461	0.0012410	0.1072235	0.0001241
85	90	9.3	9.10	4.3	0.0075773	0.0012629	0.1091130	0.0001263
90	95	9.1	8.80	4.3	0.0116223	0.0019371	0.1673615	0.0001937
95	100	8.8	8.60	4.3	0.0079265	0.0013211	0.1141415	0.0001321
100	105	8.6	8.40	4.3	0.0080754	0.0013459	0.1162851	0.0001346
105	110	8.4	8.20	4.3	0.0082299	0.0013717	0.1185108	0.0001372
110	115	8.2	8.10	4.3	0.0041748	0.0006958	0.0601170	0.0000696
115	120	8.1	8.00	4.3	0.0042157	0.0007026	0.0607064	0.0000703
					0.0125808	0.0020968	0.1499488	0.0002097



PROYECTO: AyA NICOYA POZO SAUL P2

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 2
NICOYA POZO SAUL**

Este (m)	375941.0
Fecha:	25/08/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	16.0
H2 (cm)	7.8
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0107697

Norte (m)	236311.0
Hora:	02:50 p.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	160.0
H2 (mm)	78.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0017949

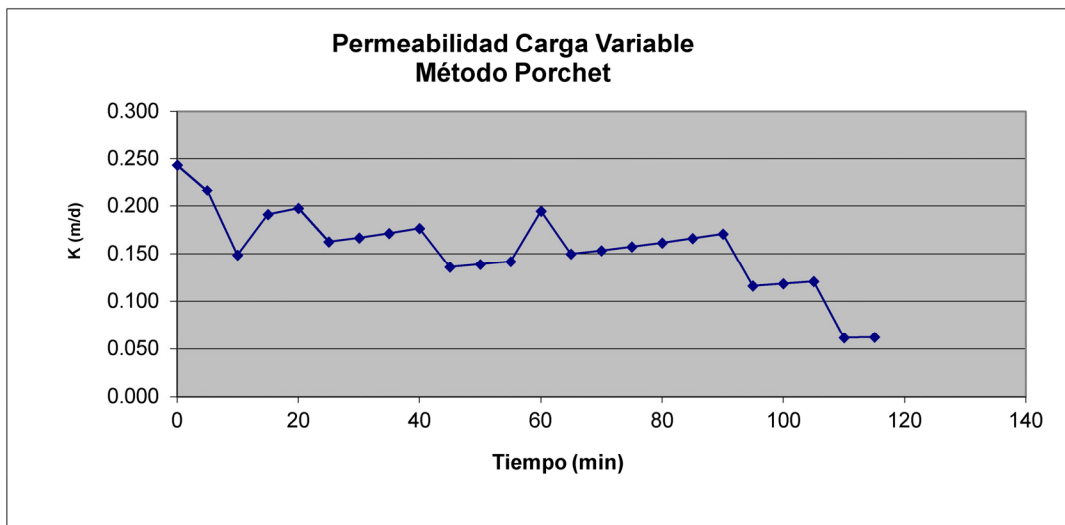
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.1600	H1 (cm)	16.00
H2 (m)	0.0780	H2 (cm)	7.80
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	0.1550833	k (cm/seg)	0.0001795
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	16.0	15.30	4.3	0.0169123	0.0028187	0.2435370	0.0002819
5	10	15.3	14.70	4.3	0.0150453	0.0025075	0.2166518	0.0002508
10	15	14.7	14.30	4.3	0.0103308	0.0017218	0.1487639	0.0001722
15	20	14.3	13.80	4.3	0.0132727	0.0022121	0.1911263	0.0002212
20	25	13.8	13.30	4.3	0.0136954	0.0022826	0.1972141	0.0002283
25	30	13.3	12.90	4.3	0.0112793	0.0018799	0.1624224	0.0001880
30	35	12.9	12.50	4.3	0.0115832	0.0019305	0.1667980	0.0001931
35	40	12.5	12.10	4.3	0.0119039	0.0019840	0.1714158	0.0001984
40	45	12.1	11.70	4.3	0.0122428	0.0020405	0.1762966	0.0002040
45	50	11.7	11.40	4.3	0.0094164	0.0015694	0.1355967	0.0001569
50	55	11.4	11.10	4.3	0.0096273	0.0016045	0.1386327	0.0001605
55	60	11.1	10.80	4.3	0.0098478	0.0016413	0.1418077	0.0001641
60	65	10.8	10.40	4.3	0.0134913	0.0022486	0.1942748	0.0002249
65	70	10.4	10.10	4.3	0.0104037	0.0017340	0.1498138	0.0001734
70	75	10.1	9.80	4.3	0.0106617	0.0017770	0.1535285	0.0001777
75	80	9.8	9.50	4.3	0.0109328	0.0018221	0.1574322	0.0001822
80	85	9.5	9.20	4.3	0.0112180	0.0018697	0.1615396	0.0001870
85	90	9.2	8.90	4.3	0.0115185	0.0019198	0.1658671	0.0001920
90	95	8.9	8.60	4.3	0.0118356	0.0019726	0.1704328	0.0001973
95	100	8.6	8.40	4.3	0.0080754	0.0013459	0.1162851	0.0001346
100	105	8.4	8.20	4.3	0.0082299	0.0013717	0.1185108	0.0001372
105	110	8.2	8.00	4.3	0.0083905	0.0013984	0.1208233	0.0001398
110	115	8.0	7.90	4.3	0.0042575	0.0007096	0.0613074	0.0000710
115	120	7.9	7.80	4.3	0.0043000	0.0007167	0.0619205	0.0000717
					0.0120752	0.0020125	0.1550833	0.0002013



PROYECTO: AyA NICOYA POZO SAUL P3

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 3
NICOYA POZO SAUL**

Este (m)	375980.0
Fecha:	25/08/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	15.0
H2 (cm)	7.8
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0097543

Norte (m)	236219.0
Hora:	03:00 p.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	150.0
H2 (mm)	78.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0016257

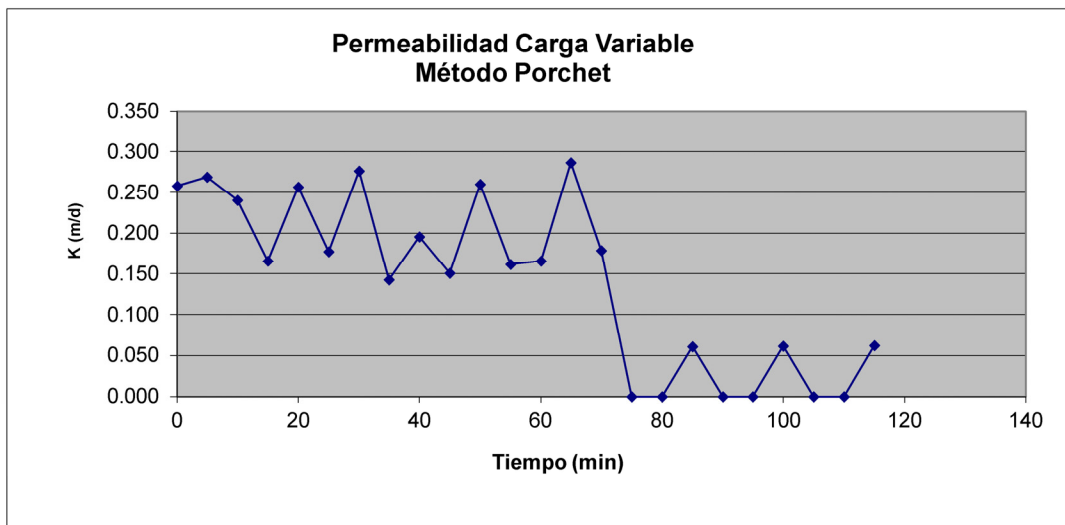
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.1500	H1 (cm)	15.00
H2 (m)	0.0780	H2 (cm)	7.80
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

k (m/d)	0.1404618	k (cm/seg)	0.0001626
---------	-----------	------------	-----------

FORMULA APLICADA

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

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	15.0	14.30	4.3	0.0179193	0.0029865	0.2580373	0.0002987
5	10	14.3	13.60	4.3	0.0186986	0.0031164	0.2692598	0.0003116
10	15	13.6	13.00	4.3	0.0167011	0.0027835	0.2404962	0.0002784
15	20	13.0	12.60	4.3	0.0115057	0.0019176	0.1656821	0.0001918
20	25	12.6	12.00	4.3	0.0178572	0.0029762	0.2571442	0.0002976
25	30	12.0	11.60	4.3	0.0123306	0.0020551	0.1775606	0.0002055
30	35	11.6	11.00	4.3	0.0191853	0.0031976	0.2762689	0.0003198
35	40	11.0	10.70	4.3	0.0099235	0.0016539	0.1428986	0.0001654
40	45	10.7	10.30	4.3	0.0135980	0.0022663	0.1958108	0.0002266
45	50	10.3	10.00	4.3	0.0104883	0.0017481	0.1510319	0.0001748
50	55	10.0	9.50	4.3	0.0180699	0.0030116	0.2602064	0.0003012
55	60	9.5	9.20	4.3	0.0112180	0.0018697	0.1615396	0.0001870
60	65	9.2	8.90	4.3	0.0115185	0.0019198	0.1658671	0.0001920
65	70	8.9	8.40	4.3	0.0199110	0.0033185	0.2867179	0.0003318
70	75	8.4	8.10	4.3	0.0124047	0.0020675	0.1786278	0.0002067
75	80	8.1	8.10	4.3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
80	85	8.1	8.10	4.3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
85	90	8.1	8.00	4.3	0.0042157	0.0007026	0.0607064	0.0000703
90	95	8.0	8.00	4.3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
95	100	8.0	8.00	4.3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
100	105	8.0	7.90	4.3	0.0042575	0.0007096	0.0613074	0.0000710
105	110	7.9	7.90	4.3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
110	115	7.9	7.90	4.3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
115	120	7.9	7.80	4.3	0.0043000	0.0007167	0.0619205	0.0000717
					0.0149232	0.0024872	0.1404618	0.0002487



PROYECTO: AyA NICOYA POZO CASITA P1

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 1
NICOYA POZO CASITA**

Este (m)	379264.0
Fecha:	24/08/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	10.0
H2 (cm)	4.3
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0113457

Norte (m)	234522.0
Hora:	02:30 p.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	100.0
H2 (mm)	43.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0018910

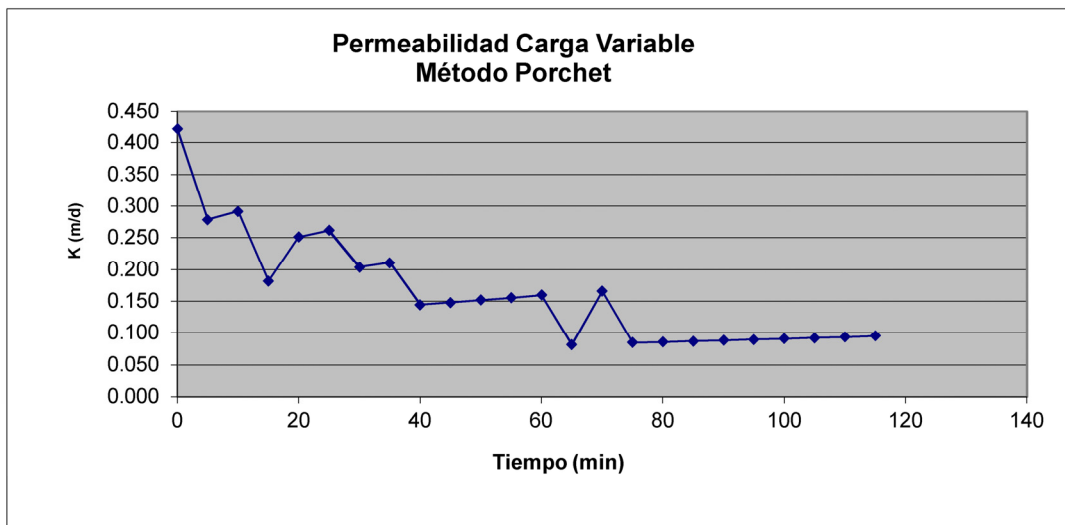
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.1000	H1 (cm)	10.00
H2 (m)	0.0430	H2 (cm)	4.30
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	0.1633783	k (cm/seg)	0.0001891
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	10.0	9.20	4.3	0.0292879	0.0048813	0.4217459	0.0004881
5	10	9.2	8.70	4.3	0.0193726	0.0032288	0.2789661	0.0003229
10	15	8.7	8.20	4.3	0.0202868	0.0033811	0.2921296	0.0003381
15	20	8.2	7.90	4.3	0.0126480	0.0021080	0.1821308	0.0002108
20	25	7.9	7.50	4.3	0.0174643	0.0029107	0.2514863	0.0002911
25	30	7.5	7.10	4.3	0.0182038	0.0030340	0.2621344	0.0003034
30	35	7.1	6.80	4.3	0.0141771	0.0023629	0.2041504	0.0002363
35	40	6.8	6.50	4.3	0.0146605	0.0024434	0.2111114	0.0002443
40	45	6.5	6.30	4.3	0.0100589	0.0016765	0.1448487	0.0001676
45	50	6.3	6.10	4.3	0.0102999	0.0017166	0.1483185	0.0001717
50	55	6.1	5.90	4.3	0.0105527	0.0017588	0.1519585	0.0001759
55	60	5.9	5.70	4.3	0.0108182	0.0018030	0.1557818	0.0001803
60	65	5.7	5.50	4.3	0.0110974	0.0018496	0.1598024	0.0001850
65	70	5.5	5.40	4.3	0.0056580	0.0009430	0.0814749	0.0000943
70	75	5.4	5.20	4.3	0.0115443	0.0019241	0.1662382	0.0001924
75	80	5.2	5.10	4.3	0.0058905	0.0009818	0.0848232	0.0000982
80	85	5.1	5.00	4.3	0.0059723	0.0009954	0.0860014	0.0000995
85	90	5.0	4.90	4.3	0.0060564	0.0010094	0.0872127	0.0001009
90	95	4.9	4.80	4.3	0.0061430	0.0010238	0.0884586	0.0001024
95	100	4.8	4.70	4.3	0.0062320	0.0010387	0.0897407	0.0001039
100	105	4.7	4.60	4.3	0.0063236	0.0010539	0.0910605	0.0001054
105	110	4.6	4.50	4.3	0.0064180	0.0010697	0.0924196	0.0001070
110	115	4.5	4.40	4.3	0.0065153	0.0010859	0.0938200	0.0001086
115	120	4.4	4.30	4.3	0.0066155	0.0011026	0.0952634	0.0001103
					0.0146133	0.0024355	0.1633783	0.0002436



PROYECTO: AyA NICOYA POZO CASITA P2

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 2
NICOYA POZO CASITA**

Este (m)	379214.0
Fecha:	24/08/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	5.0
H1 (cm)	10.0
H2 (cm)	4.7
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.2464246

Norte (m)	234412.0
Hora:	04:20 p.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	300.0
H1 (mm)	100.0
H2 (mm)	47.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0410708

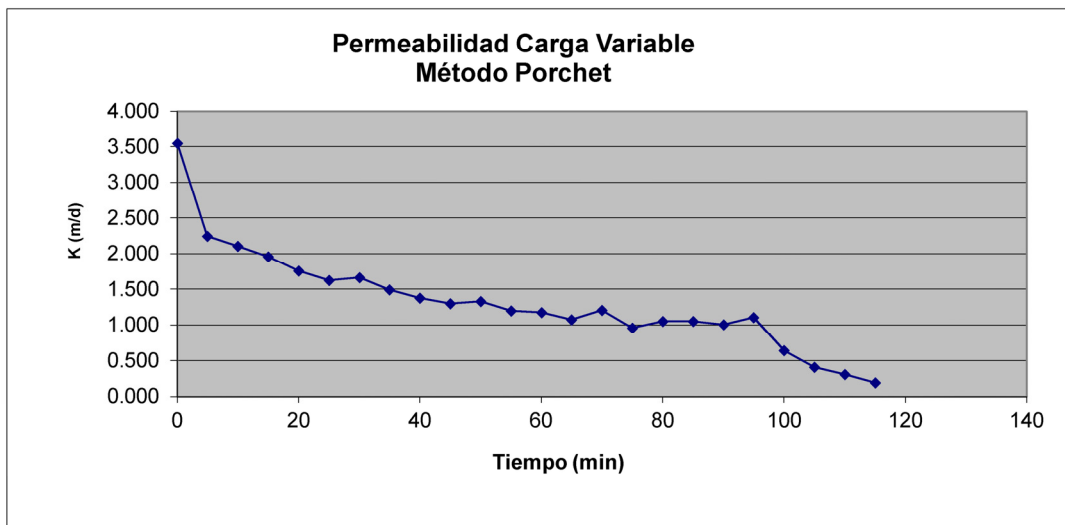
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0035	t2 (seg)	300.00
H1 (m)	0.1000	H1 (cm)	10.00
H2 (m)	0.0470	H2 (cm)	4.70
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	3.5485146	k (cm/seg)	0.0041071
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	10.0	4.70	4.3	0.2464246	0.0410708	3.5485146	0.0041071
5	10	10.0	6.30	4.3	0.1561600	0.0260267	2.2487036	0.0026027
10	15	10.0	6.50	4.3	0.1461010	0.0243502	2.1038549	0.0024350
15	20	10.0	6.70	4.3	0.1362720	0.0227120	1.9623173	0.0022712
20	25	10.0	7.00	4.3	0.1219374	0.0203229	1.7558982	0.0020323
25	30	10.0	7.20	4.3	0.1126397	0.0187733	1.6220119	0.0018773
30	35	7.2	5.00	4.3	0.1153535	0.0192256	1.6610906	0.0019226
35	40	10.0	7.40	4.3	0.1035388	0.0172565	1.4909594	0.0017256
40	45	7.4	5.50	4.3	0.0953893	0.0158982	1.3736055	0.0015898
45	50	10.0	7.70	4.3	0.0902388	0.0150398	1.2994390	0.0015040
50	55	7.7	5.80	4.3	0.0921488	0.0153581	1.3269427	0.0015358
55	60	5.8	4.40	4.3	0.0832940	0.0138823	1.1994330	0.0013882
60	65	10.0	7.90	4.3	0.0815953	0.0135992	1.1749725	0.0013599
65	70	7.9	6.30	4.3	0.0745647	0.0124274	1.0737311	0.0012427
70	75	6.3	4.80	4.3	0.0840327	0.0140054	1.2100702	0.0014005
75	80	4.8	3.80	4.3	0.0668007	0.0111334	0.9619299	0.0011133
80	85	10.0	8.10	4.3	0.0731221	0.0121870	1.0529587	0.0012187
85	90	8.1	6.50	4.3	0.0729789	0.0121632	1.0508962	0.0012163
90	95	6.5	5.20	4.3	0.0700294	0.0116716	1.0084230	0.0011672
95	100	5.2	4.00	4.3	0.0766467	0.0127745	1.1037130	0.0012774
100	105	10.0	8.80	4.3	0.0447156	0.0074526	0.6439043	0.0007453
105	110	8.8	8.10	4.3	0.0284066	0.0047344	0.4090544	0.0004734
110	115	8.1	7.60	4.3	0.0215045	0.0035841	0.3096645	0.0003584
115	120	7.6	7.30	4.3	0.0134386	0.0022398	0.1935157	0.0002240
					0.1182613	0.0197102	1.3244002	0.0019710



PROYECTO: AyA NICOYA POZO CASITA P3

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 3
NICOYA POZO CASITA**

Este (m)	379106.0
Fecha:	28/08/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	30.0
H1 (cm)	19.0
H2 (cm)	9.5
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0427373

Norte (m)	234625.0
Hora:	09:40 a.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	1800.0
H1 (mm)	190.0
H2 (mm)	95.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0071229

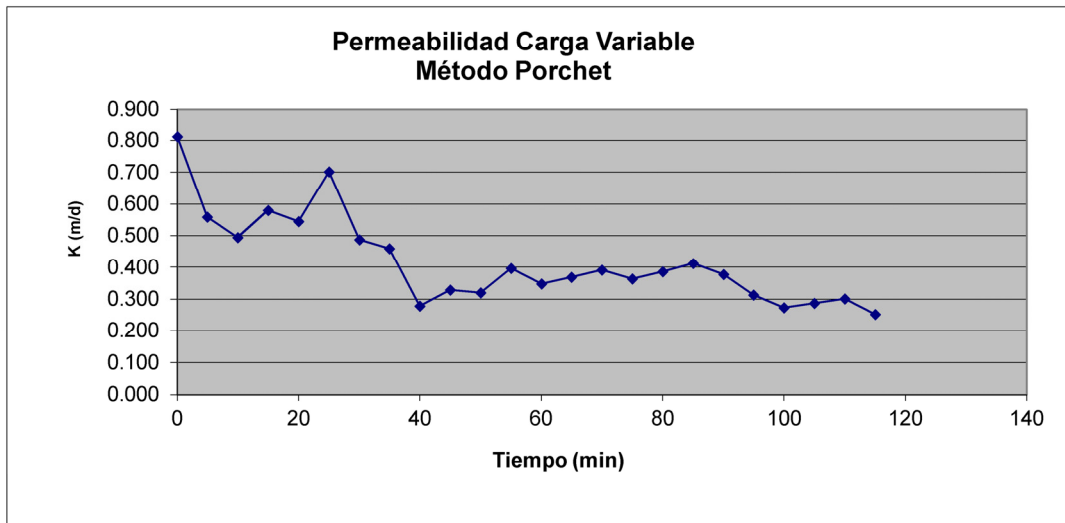
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0208	t2 (seg)	1800.00
H1 (m)	0.1900	H1 (cm)	19.00
H2 (m)	0.0950	H2 (cm)	9.50
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	0.6154164	k (cm/seg)	0.0007123
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	19.0	16.40	4.3	0.0564032	0.0094005	0.8122054	0.0009401
5	10	16.4	14.80	4.3	0.0387868	0.0064645	0.5585305	0.0006464
10	15	14.8	13.50	4.3	0.0343127	0.0057188	0.4941025	0.0005719
15	20	13.5	12.10	4.3	0.0402970	0.0067162	0.5802772	0.0006716
20	25	12.1	10.90	4.3	0.0378266	0.0063044	0.5447026	0.0006304
25	30	10.9	9.50	4.3	0.0487972	0.0081329	0.7026803	0.0008133
30	35	19.0	17.40	4.3	0.0338258	0.0056376	0.4870913	0.0005638
35	40	17.4	16.00	4.3	0.0319510	0.0053252	0.4600949	0.0005325
40	45	16.0	15.20	4.3	0.0193836	0.0032306	0.2791233	0.0003231
45	50	15.2	14.30	4.3	0.0229048	0.0038175	0.3298294	0.0003817
50	55	14.3	13.47	4.3	0.0222625	0.0037104	0.3205805	0.0003710
55	60	13.5	12.50	4.3	0.0275681	0.0045947	0.3969803	0.0004595
60	65	12.5	11.70	4.3	0.0241467	0.0040244	0.3477124	0.0004024
65	70	11.7	10.90	4.3	0.0255838	0.0042640	0.3684060	0.0004264
70	75	10.9	10.10	4.3	0.0272027	0.0045338	0.3917195	0.0004534
75	80	10.1	9.40	4.3	0.0253014	0.0042169	0.3643404	0.0004217
80	85	9.4	8.70	4.3	0.0268838	0.0044806	0.3871261	0.0004481
85	90	8.7	8.00	4.3	0.0286773	0.0047795	0.4129530	0.0004780
90	95	8.0	7.40	4.3	0.0262010	0.0043668	0.3772944	0.0004367
95	100	10.0	9.40	4.3	0.0217768	0.0036295	0.3135860	0.0003629
100	105	9.4	8.90	4.3	0.0190297	0.0031716	0.2740270	0.0003172
105	110	8.9	8.40	4.3	0.0199110	0.0033185	0.2867179	0.0003318
110	115	8.4	7.90	4.3	0.0208779	0.0034796	0.3006416	0.0003480
115	120	7.9	7.50	4.3	0.0174643	0.0029107	0.2514863	0.0002911
					0.0331464	0.0055244	0.4184254	0.0005524



ANEXO N° 3

ANÁLISIS PRUEBA DE BOMBEO MT-401

ANEXO N° 4 POZOS

ANEXO N° 5
RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS Y
BACTERIOLÓGICOS DISPONIBLES EN EL
LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS DEL AYA



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: NICOYA	Solicitado por: REGION CHOROTEGA	Recolección: 14/10/2015
Canton: NICOYA	Recolectado por: JUAN CARLOS CALVO MORA	Conclusión análisis: 17/10/2015
Provincia: GUANACASTE	Número reporte: 127103	Emisión reporte: 21/10/2015

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ¹		Presencia E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES	
POZO 1, PLANTA 234,993/380,093/95 Entrada al tanque	9:13			Negativo	Negativo
POZO 1, NUEVO PLANTA Entrada al tanque	9:13			Negativo	Negativo
POZO 7, CURIME 233,201/377,583/131 Llave de chorro	10:15			Negativo	Negativo
POZO 8, CURIME 231,307/376,287/148 Llave de chorro	10:25	2,52		Negativo	Negativo
POZO 9, CURIME 231,307/376,287/148 Llave de chorro	10:30			Negativo	Negativo
POZO 2, ESTADIO 236,062/376,811/140 Llave de chorro	10:45			Negativo	Negativo
POZO 3, PLANTEL 236,723/376,650/131 Llave de chorro	11:30	0,90		Negativo	Negativo
POZO 10, PLANTEL Llave de chorro	11:42	1,37		Negativo	Negativo
Red:					
CASITAS Sr. José Miguel Marchena	10:40	1,25		Negativo	Negativo
MALINCHE Sr. Jymer Paniagua C.	10:55	1,34		Negativo	Negativo
VIRGINIA Sr. José Miguel Sancho	11:10	1,50		Negativo	Negativo
LA CANANGA Sr. y Orózco	11:20	0,30		Negativo	Negativo
SANTA LUCIA Clínica Santa Lucía	11:50	0,92		Negativo	Negativo
EL CARMEN Fam. Fajardo Agüero	12:00	1,06		Negativo	Negativo
LOS ANGELES Sra. Zeany Cardenas	12:08	0,92		Negativo	Negativo

*Adriano
Tacias
MOC 1162*

PROFESIONAL RESPONSABLE	AREA MICROBIOLOGIA
-------------------------	--------------------



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: NICOYA	Solicitado por: REGION CHOROTEGA	Recolección: 11/07/2002	
Canton: Nicoya	Recolectado por: ELIAS CASTILLO	Conclusión análisis: 16/07/2002	
Provincia: GUANACASTE	Localización: 5-02-00	Número reporte: 36681	Emisión reporte: 18/07/2002

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	COLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES FECALES*100mL ⁻¹	E.coli*100mL ⁻¹ a 44.5°		
POZO 2, ESTADIO 236,062/376,811/140	10:30	1.00	Negativo	Negativo		
POZO 3, PLANTEL 236,723/376,650/131	10:15	0.50	Negativo	Negativo		
POZO 4, SAUL	11:00	1.50	Negativo	Negativo		
POZO 7, CURIME 233,201/377,583/131	11:21	0.80	Negativo	Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO EL CERRO	12:45	0.60	Negativo	Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO NAMBI	14:30	0.50	Negativo	Negativo		
Red:						
EL CARMEN Sr. Santiago Lung Chin	13:25	1.00	Negativo	Negativo		
LOS ANGELES Pulperia Keyri	13:45	0.80	Negativo	Negativo		
LA CANANGA Sr. Emilio Aguilar Matarrita	13:15	1.00	Negativo	Negativo		
SANTA LUCIA Cruz Roja Costarricense	13:05	0.50	Negativo	Negativo		
VIRGINIA Sr. José Acosta Torres	13:36	0.70	Negativo	Negativo		
SAN MARTIN 1 Sr. José Angel Hernández Hernández	13:55	0.80	Negativo	Negativo		
SAN MARTIN 2 Soda Marla	14:02	0.60	Negativo	Negativo		
NAMBI Sr. Primitivo Torres Díaz	14:47	0.60	Negativo	Negativo		

En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

PROFESIONAL RESPONSABLE

Alfonso MOC 1162



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: NICOYA		Solicitado por: REGION CHOROTEGA	Recolección: 25/05/1998
Canton: Nicoya		Recolectado por: GUSTAVO BRENES	Conclusión análisis: 27/05/1998
Provincia: GUANACASTE	Localización: 5-02-00	Número reporte: 13048	Emisión reporte: 29/05/1998

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	COLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES FECALES*100mL ⁻¹	E.coli*100mL ⁻¹ a 44.5°		
POZO 2, ESTADIO 236,062/376,811/140	16:15	0.30	Negativo	Negativo		
POZO 3, PLANTEL 236,723/376,650/131*	15:38	0.30	Negativo	Negativo		
POZO 5, SAUL	16:00	0.20	Negativo	Negativo		
TANQUE DE ALMACENAMIENTO EL CERRO	14:30	0.50	Negativo	Negativo		
Red:						
EL CARMEN Soda Taquería El Paso	13:50	0.60	Negativo	Negativo		
LOS ANGELES Centro Educativo Los Angeles	15:05	0.40	Negativo	Negativo		
LA CANANGA Pulpería Ambos Mares	14:15	0.70	Negativo	Negativo		
SANTA LUCIA Oficina A y A	15:25	0.60	Negativo	Negativo		
VIRGINIA Soda La Pampa	14:05	0.60	Negativo	Negativo		
SAN MARTIN 1 Abastecedor Eli	14:40	0.60	Negativo	Negativo		
SAN MARTIN 2 Taberna El Patio	14:47	0.60	Negativo	Negativo		

1- Reporte de campo: los pozos 1 y 4 y el Tanque Cananga están fuera de operación.

2- En este análisis puntual el agua cumple los criterios microbiológicos establecidos para consumo humano.

*: Presencia de gran cantidad de bacterias mesofílicas no coliformes

PROFESIONAL RESPONSABLE	
-------------------------	--