



INFORME DE LA CONTRATACIÓN DIRECTA  
No 2016CDS-00018-PRI, AyA

**“Definición zonas** de protección bacteriológica de dos pozos Barbilla de Matina, Limón”

MSc. Federico Arellano Hartig

Contraparte Técnica y Administrativa de la contratación

MSc. Viviana Ramos Sánchez  
Área Funcional de Hidrogeología - AyA

Diciembre, 2016



**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](mailto:centrodoc@aya.go.cr) **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette  
Henchoz Castro

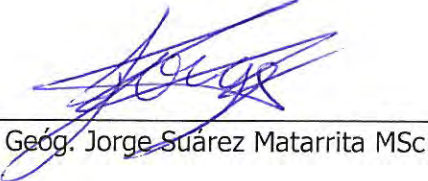
Firmado digitalmente por  
Annette Henchoz Castro  
Fecha: 2019.11.25 16:07:20  
-05107

**Firma:** \_\_\_\_\_

Equipo Profesional:



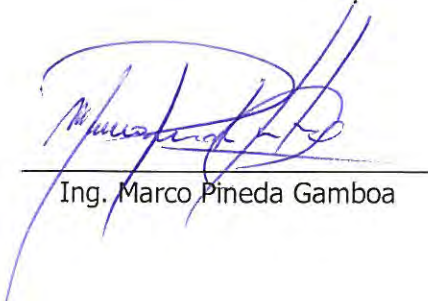
Ing. Federico Arellano Hartig MSc.



Geól. Jorge Suárez Matarrita MSc



Geól. María Gómez Tristán MSc



Ing. Marco Pineda Gamboa

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	6
1.1	OBJETIVO .....	10
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
1.1.2	METODOLOGÍA APLICADA .....	11
2	GEOLOGÍA .....	12
2.1	GEOLOGÍA REGIONAL .....	12
2.1.1	GEOLOGIA ESTRUCTURAL .....	12
2.1.2	GEOLOGÍA LOCAL .....	13
3	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS .....	17
3.1	POZOS MATINA .....	17
4	HIDROGEOLOGÍA .....	19
4.1	HIDROGEOLOGIA REGIONAL .....	19
4.2	HIDROGEOLOGIA LOCAL .....	22
5	MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL .....	26
5.1	HIDROGEOLOGIA .....	26
6	ZONAS DE PROTECCIÓN POZOS PALMAR SUR .....	28
6.1.1	MÉTODO DE TIEMPO DE TRÁNSITO DE DEGRADACIÓN DE BACTERIAS .....	28
6.1.2	MÉTODO DEL RADIO FIJO .....	30
6.1.3	MÉTODO DE GRUBB .....	31
7	CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS FUENTES .....	37
8	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD CON EL MÉTODO GOD .....	38
8.1	ACUÍFERO SEDIMENTARIO ALUVIAL POROSO .....	38
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
10	REFERENCIAS .....	41

## TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Pozos de Palmar Sur .....	6
Cuadro 2: Datos de infiltración y porosidad, Pozos Matina .....	17
Cuadro 3. Información de pozos cercanos SENARA .....	19
Cuadro 4.Reporte litológico y armado pozos en la zona (SENARA, 2017) .....	20
Cuadro 5: Datos para análisis Galofré .....	26
Cuadro 6. Caudal pozos Matina (Oficina Cantonal Matina) .....	27
Cuadro 7. Parámetros hidráulicos del acuífero .....	27
Cuadro 8. Resumen de los datos hidráulicos para el cálculo de L según ecuación (2) .....	28
Cuadro 9. Resultados de tiempos de tránsito en la Zona No Saturada .....	29
Cuadro 10. Diferencia entre los 70 días menos los obtenidos del cálculo de la ZNS.....	29
Cuadro 11. Parámetros hidrogeológicos para determinación de la zona de protección zona saturada .....	30
Cuadro 12. Resumen de datos y resultados Método Radio Fijo .....	30
Cuadro 13. Resultados por medio del Método Grubb.....	31
Cuadro 14. Cuadro resumen zonas protección.....	31
Cuadro 15. Vulnerabilidad en Pozo 1 (12-10) .....	39
Cuadro 16. Vulnerabilidad en pozo Pozo 2 (13-25) .....	39

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Pozos Matina.....	8
Figura 2. Ubicación de los pozos Matina.....	9
Figura 3. Mapa geológico regional .....	15
Figura 4. Mapa de geología local.....	16
Figura 5. Ubicación Pruebas de Permeabilidad.....	18
Figura 6. Mapa de ubicación fuentes registradas, Dirección de Aguas (MINAE, 2016).....	23
Figura 7. Mapa hidrogeológico y ubicación de los perfiles hidrogeológicos.....	24
Figura 8. Perfil hidrogeológico pozos Matina.....	25
Figura 9. Zona de protección del pozo 1 Matina.....	33
Figura 10. Zona de protección del pozo 1 Matina (Ortofoto).....	34
Figura 9. Zona de protección del pozo 2 Matina.....	35
Figura 10. Zona de protección del pozo 2 Matina.....	36
Figura 11. Diagrama determinación de vulnerabilidad acuífera.....	38

## 1 INTRODUCCIÓN

El estudio hidrogeológico comprende la definición de la zona de protección bacteriológica de dos pozos para abastecimiento público ubicados en Davao de Matina, carretera a Barbilla de Matina, provincia de Limón. Los dos pozos de estudio son administrados por el AyA. Ambos pozos se encuentran perforados a la espera de la instalación de su equipo de bombeo.

En el Cuadro 1, se resume la ubicación cartográfica de los dos pozos de estudio, en coordenadas CRTM 05 y Lambert.

Cuadro 1. Pozos de Palmar Sur

<b>Nombre de la fuente</b>	<b>Tipo de fuente</b>	<b>Este (m) CRTM 05</b>	<b>Norte (m) CRTM 05</b>	<b>Este Lambert</b>	<b>Norte Lambert</b>	<b>Altura de cada fuente en (msnm)</b>	<b>Caudal (l/s) Oficina cantonal Matina</b>
Pozo 1 (12-10)	Pozo	571491	1112199	607611	227085	18,0	30,0
Pozo 2 (13-25)	Pozo	571483	1112148	607603	227034	16,0	30,0

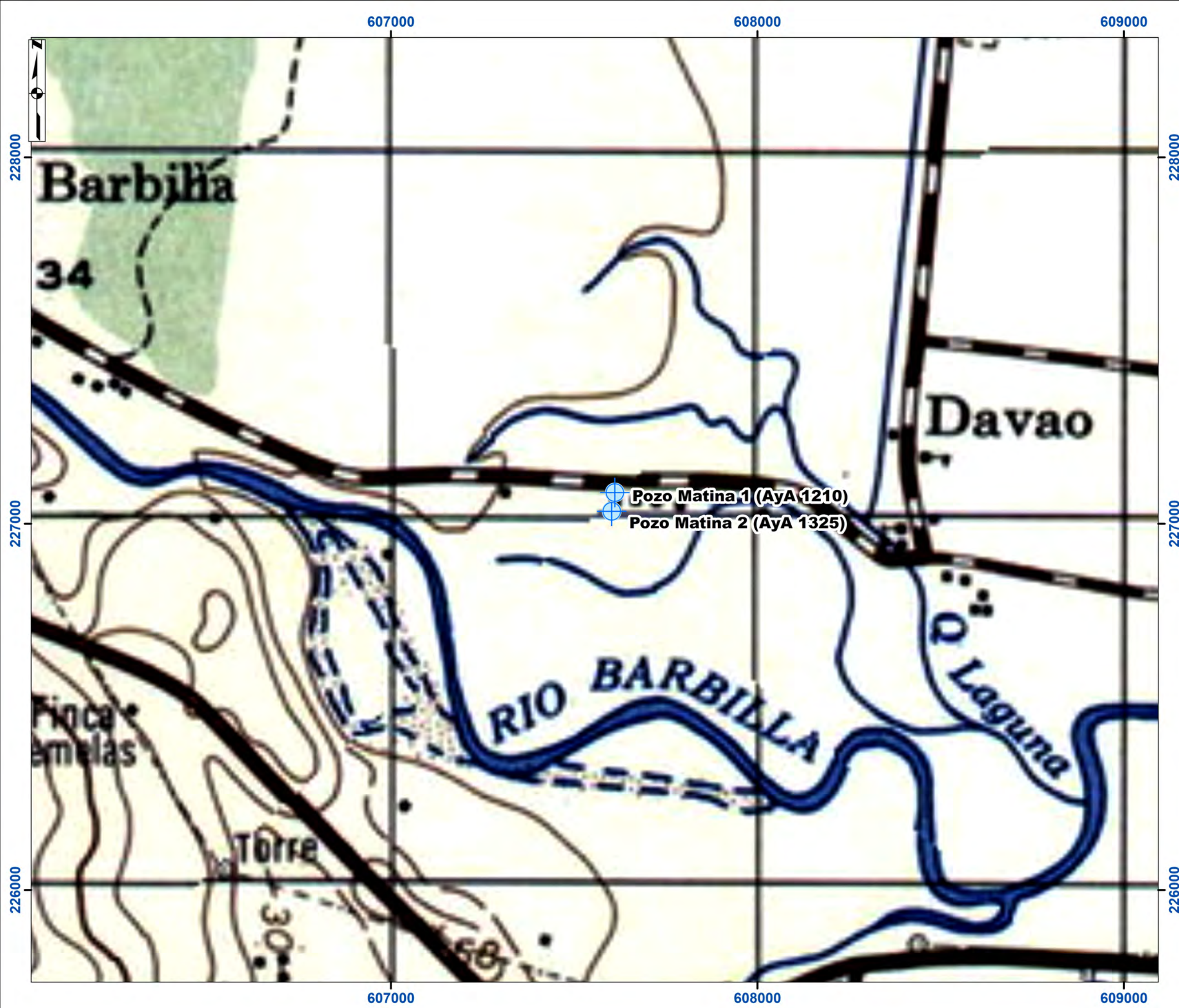
Los pozos se accesan por caminos de asfalto en buen estado. En la Figura 1 y Figura 2 se presentan los mapas de ubicación de los tres pozos de estudio. Las fotografías 1 y 2, presentan estado de los pozos.



*Fotografía 1: Pozo 1 (AyA 12-10) (coordenadas 226866– 607815 Lambert Norte)*



*Fotografía 2. Pozo 2 (AyA 13-25) (coordenadas 226917– 607824 Lambert Norte)*



**Figura 1. Ubicación del Pozo Matina Limón**

**Simbología**

Pozos AyA

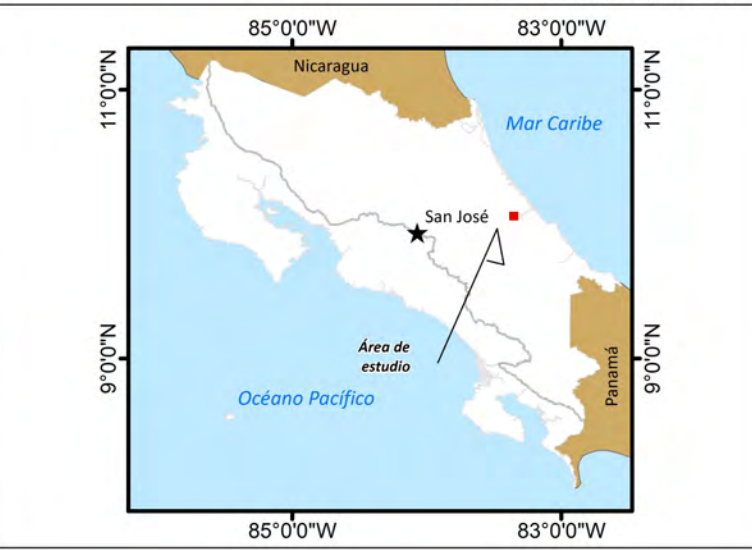
0 200 400 800 m  
 1:10.000

Sistema de Coordenadas Planas:  
 Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
 Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
 Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
 Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

Elaborado por:  
 HGT  
 HIDROGEOECNIA Ltda.



607000

608000



607000

608000



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
 Subgerencia Ambiente, Investigación y Desarrollo  
 UEN Gestión Ambiental del Recurso Hídrico  
 Área Funcional de Hidrogeología

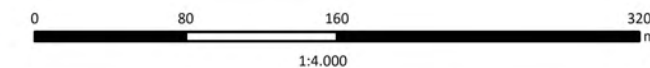
Mat-2

**Figura 2. Ubicación del Pozo Matina Limón**

**Simbología**



Pozos AyA

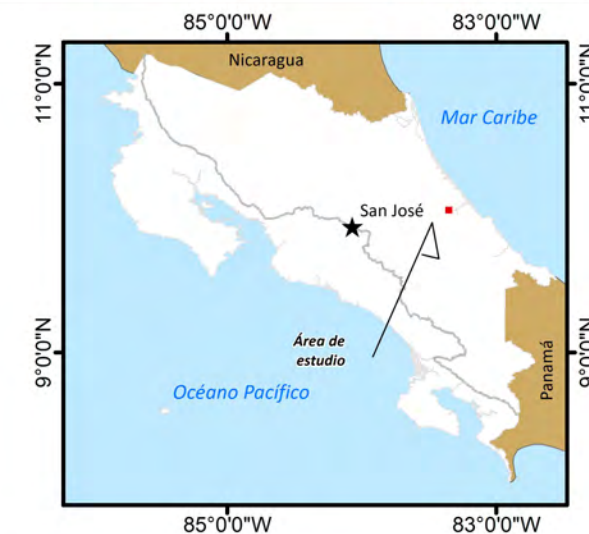


Sistema de Coordenadas Planas:  
 Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
 Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
 Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
 Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

Elaborado por:  
**HST**  
 HIDROGEOTECNIA Ltda.



## 1.1 OBJETIVO

El objetivo de la contratación es realizar un estudio hidrogeológico que contemple la definición y el establecimiento de las zonas de protección bacteriológica absoluta para dos pozos para abastecimiento del poblado Barbilla de Matina, provincia de Limón. Dichos pozos requieren determinación de zonas de protección ante la amenaza de contaminación como medida preventiva.

### 1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos se han establecido:

- 1) Obtener un mapeo geológico de campo a un radio de 1 km<sup>2</sup>, a fin de caracterizar y definir el entorno hidrogeológico de las zonas de protección.
- 2) Realizar un inventario de fuentes hídricas subterráneas recopilando información de pozos y nacientes en un radio de 2 km<sup>2</sup> alrededor de las fuentes, con el propósito de graficar la red de flujo y las líneas equipotenciales de la dinámica subterránea.
- 3) Obtener el caudal de las fuentes de agua, para en conjunción con otras variables, definir la zona de protección de la misma.
- 4) Determinar las propiedades hidrodinámicas del acuífero para caracterizar el comportamiento de las aguas subterráneas.
- 5) Ejecutar una campaña de tres pruebas de permeabilidad y datos de porosidad en los alrededores de la naciente, a fin de caracterizar la zona no saturada del medio.
- 6) Determinar los tiempos de tránsito de los contaminantes en la zona no saturada y saturada, a fin de calcular la zona de protección de las fuentes de estudio.
- 7) Evaluar la vulnerabilidad en la zona de protección inmediata y en un área de 500 m alrededor de la naciente, utilizando la metodología GOD.
- 8) Analizar muestreos de calidad físico químico y bacteriológico existentes de las fuentes.

### 1.1.2 METODOLOGÍA APLICADA

Se realizó inicialmente geología de campo a un radio de 1 km<sup>2</sup> a escala 1:25000 e inspección a la naciente para posteriormente realizar el mapa geológico e hidrogeológico respectivo. Se elaboró un perfil hidrogeológico para las fuentes a partir de la observación geológica en el campo y datos de la base de fuentes registradas del MINAET (2016). El espesor de las unidades geológicas mostradas en los perfiles fue comprobado en el trabajo de campo.

Adicionalmente se recopiló la información de pozos y nacientes registrados en SENARA (2016) y MINAE (2016) en los alrededores de la fuente de agua con el fin de complementar el modelo geológico e hidrogeológico.

Para la elaboración de las líneas equipotenciales, se empleó la metodología Di Weist (1979), como datos de pozos registrados.

El caudal fue tomado a partir por datos brindados por el AyA (2016).

Para desarrollar el cálculo de las zonas de protección se utilizan metodologías usadas internacionalmente, incluyendo: Tiempos de Tránsito, Grubb, método analítico y radio fijo. Se realizaron tres pruebas de infiltración utilizando método Porchet con una duración de dos horas cada una. En los mismos sitios de las pruebas de infiltración se toman muestras para el análisis de porosidad en zona no saturada.

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

## 2 GEOLOGÍA

### 2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

En la zona se encuentran materiales de origen sedimentario correspondientes con las formaciones Suretka, Uscari y depósitos aluviales (figura 3).

#### - Formación Suretka

Según Campos (2001), esta unidad se compone de conglomerados y brechas con depósitos de areniscas silíceas. Los conglomerados se muestran imbricados en canales geométricos, con una composición polimodal: clastos de andesitas, gabros, granodioritas y los sedimentos de sílice.

Corresponde a una edad del Plio-Pleistoceno.

Taylor (1975) le asigna una Edad Pleistocénica Tardía al Reciente, de acuerdo con su posición estratigráfica.

#### - Formación Uscari

Corresponde con lutitas limosas y arenas de edad Oligoceno Superior a Mioceno Inferior. Esta unidad se caracteriza por sus condiciones de baja permeabilidad y constituye el basamento impermeable de la cuenca (Herrera 2014).

#### - Depósitos Aluviales

Se trata de bloques decimétricos a métricos y gran cantidad de aluviones de medios a gruesos, así como limos y sedimentos finos transportados por los ríos principales, provenientes de las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central. Su edad es del Cuaternario (Pleistoceno Superior a Holoceno).

La zona donde se encuentran los dos pozos de Barbilla-Matina están sobre Depósitos Aluviales.

#### 2.1.1 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

##### Falla Siquirres - Matina

Se ubica en la provincia de Limón. Desde su extremo noroeste, inicia su trayecto al sur del poblado de Guácimo, siguiendo por el borde sur de la ciudad de Siquirres, pasando por San Miguel de Matina y continuando su traza a 6 km al sur de la ciudad de Limón, hasta unos 5 km al sur de

Cahuita. (Denyer et al., 2009).

Mide aproximadamente 130 km, es una falla inversa con inclinación hacia el suroeste y con componente de rumbo sinistral (Denyer et al., 2009). La sección noroeste de esta falla, desde Guácimo a Siquirres, posee un rumbo sureste, por otra parte, entre Matina y Puerto Limón, su rumbo es aproximadamente este-oeste y desde allí hasta el sur de Cahuita, su rumbo es sureste.

Su expresión geomorfológica coincide con el borde noreste de la Cordillera Volcánica Central y en su trazo central marca el límite con la zona montañosa de la Fila Matama y otras filas de montañas locales de la costa del Caribe sureste de la provincia de Limón. Presenta un prominente escarpe mirando al norte a lo largo de la mayor parte de su trayecto (Denyer et al., 2009).

#### 2.1.2 GEOLOGÍA LOCAL

La geología local está compuesta por materiales aluviales (Figura 4) los cuales están constituidos superficialmente por un suelo limo-arcilloso. En algunas zonas el espesor del suelo limo-arcilloso es de aproximadamente 40 cm y sobreyace a un material arenoso de muy alta permeabilidad (Fotografía 3).

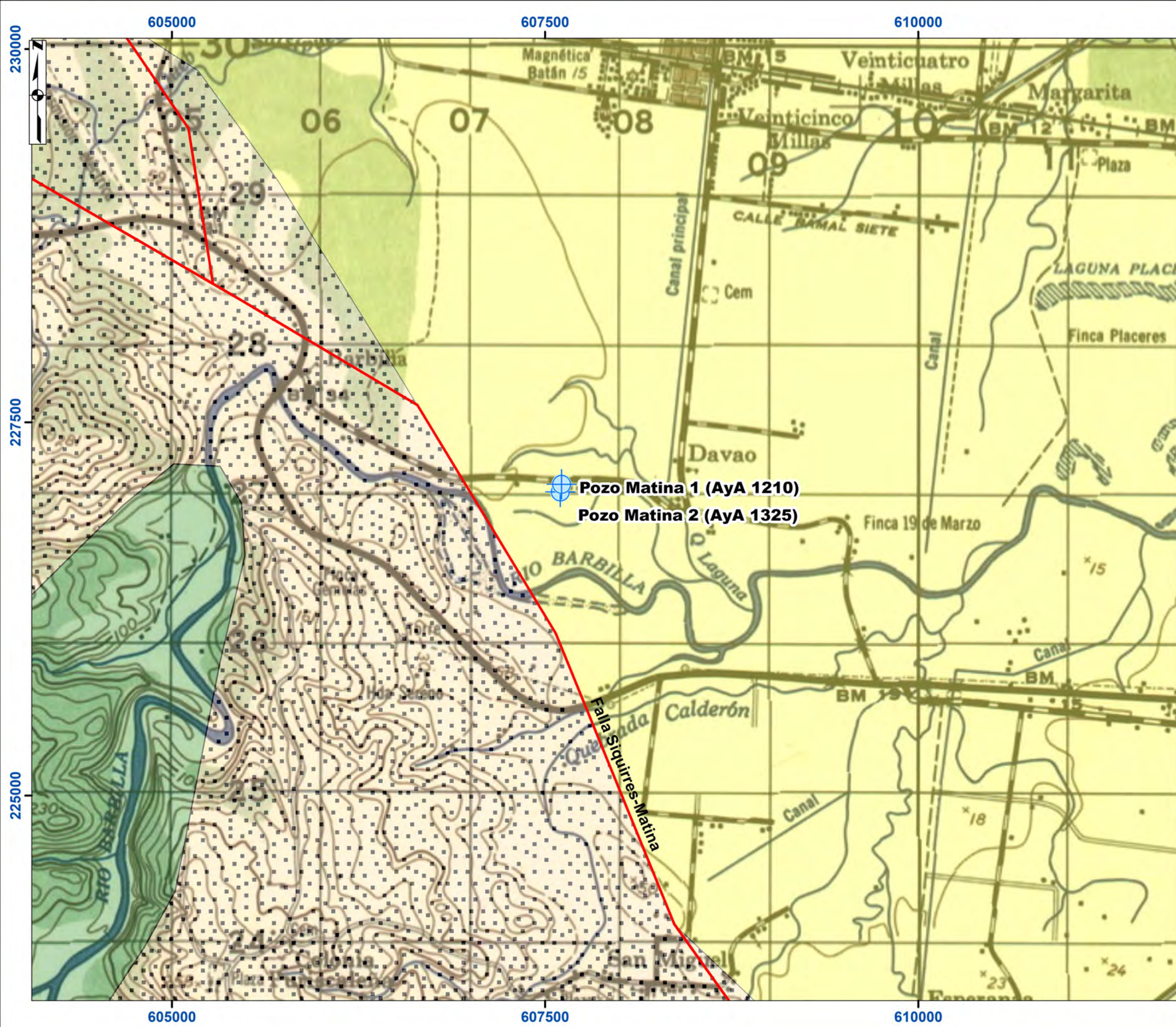
Aproximadamente a 300 m de la zona de estudio se encuentra el río Barbilla, en el cual se observa un depósito aluvial de gran espesor, con bloques decimétricos (Fotografía 4).



*Fotografía 3: Material arenoso en las cercanías de los pozos (coordenadas 226928– 607805 Lambert Norte).*



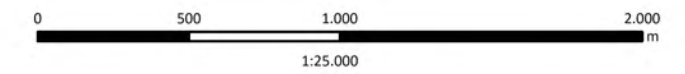
*Fotografía 4: Depósitos aluviales en el Rio Barbilla (coordenadas 226825– 607831 Lambert Norte)*



**Figura 3. Geología Regional Matina, Limón**

**Simbología**

- Pozos AyA
- Falla Siquirres-Matina
- Nombre**
- Depósitos Aluvionales
- Formación Uscari
- Formación Suretka

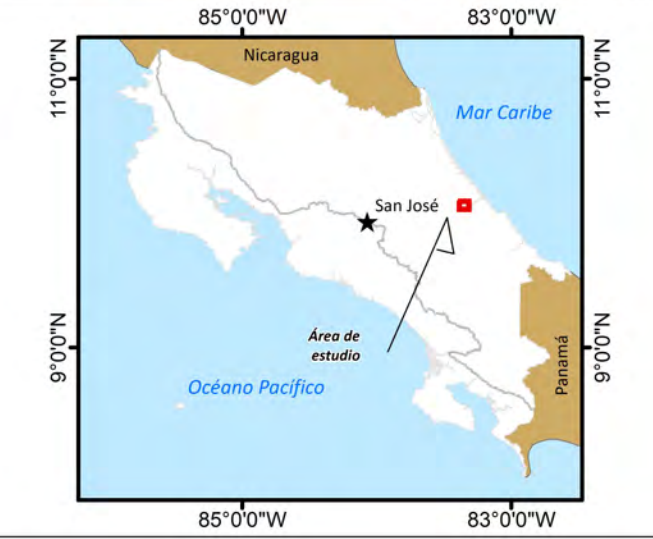


Sistema de Coordenadas Planas:  
Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

Elaborado por:



607000

608000

609000

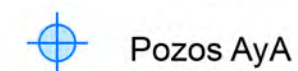


Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Subgerencia Ambiente, Investigación y Desarrollo  
UEN Gestión Ambiental del Recurso Hídrico  
Área Funcional de Hidrogeología

Mat-4

### Figura 4. Geología Local Matina, Limón

#### Simbología

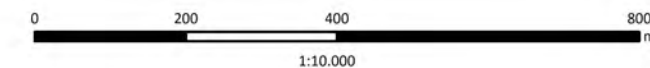


Pozos AyA

#### Nombre

 Depósitos Aluviales

 Formación Suretka

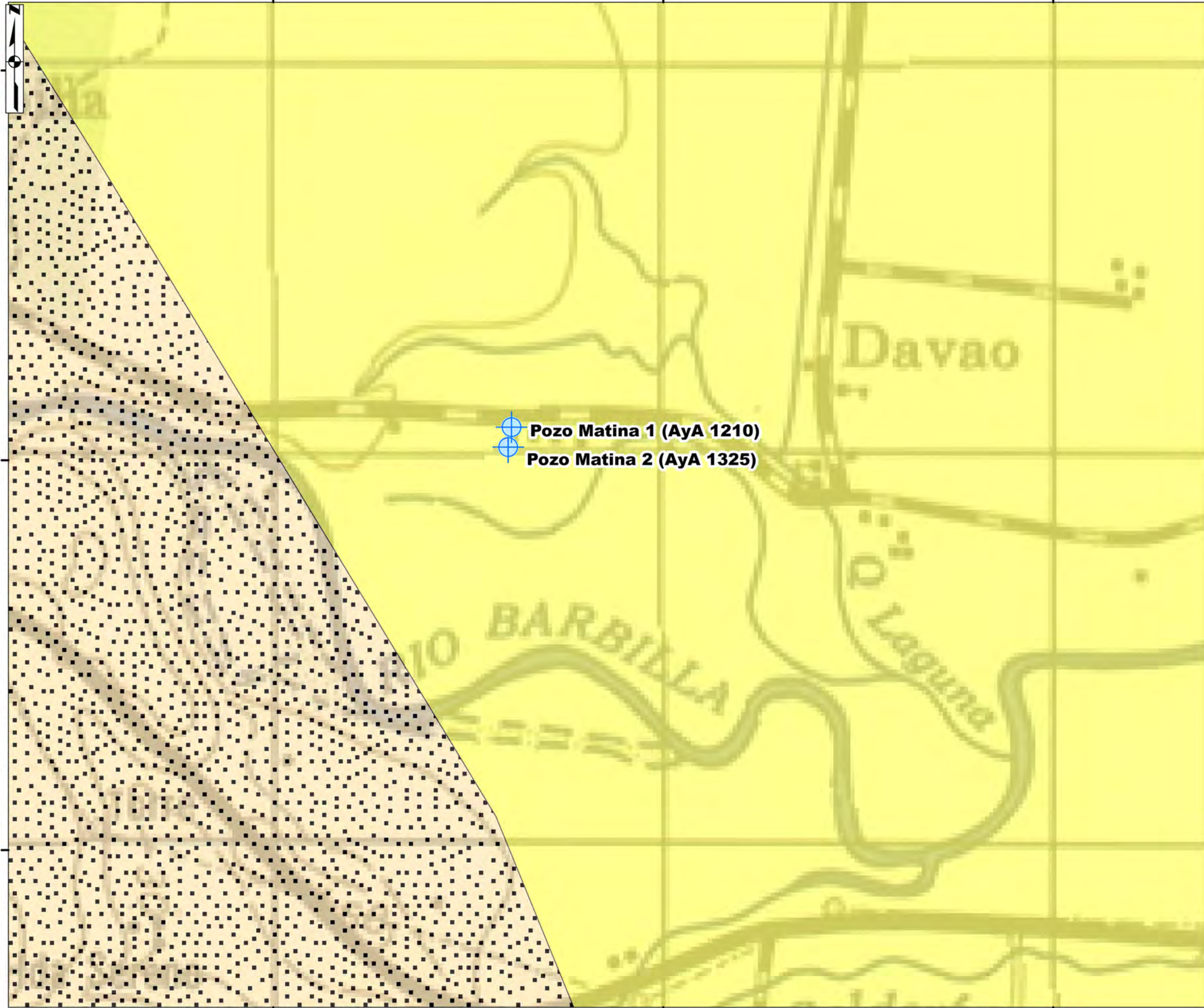
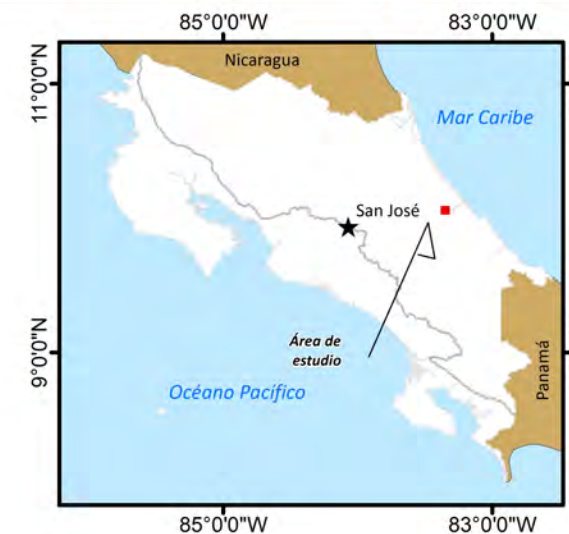


Sistema de Coordenadas Planas:  
Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

Elaborado por:  
 HIDROGEOTECNIA Ltda.




### 3 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS

#### 3.1 POZOS MATINA

Se realizaron tres de porosidad para la zona de los pozos de Matina, las cuales fueron llevadas al laboratorio INTA del Ministerio de Ganadería Cuadro 2, (Anexo 1) y cuatro pruebas de infiltración utilizando metodología Porchet, Cuadro 2, Anexo 2, realizadas por la empresa Hidrogeotecnia. Ambos tipos de pruebas fueron realizadas en los mismos sitios, *Figura 5*.

*Cuadro 2: Datos de infiltración y porosidad, Pozos Matina*

PUNTO	MUESTRA	POROSIDAD (%)	PERMEABILIDAD (m/d)	ESTE (m)	NORTE (m)	FOTO
Matina 1	#1	51,3	0,70	607613	227084	
Matina 2	#2	55,2	0,60	607605	227032	
Matina 3	#3	60,1	0,45	607585	227012	
Matina 4	#4	56,1	0,67	607541	227003	

607250

607500

607750

608000



607250

607500

607750

608000



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
 Subgerencia Ambiente, Investigación y Desarrollo  
 UEN Gestión Ambiental del Recurso Hídrico  
 Área Funcional de Hidrogeología

Mat-5

**Figura 5. Ubicación de las infiltraciones, Matina, Limón.**

**Simbología**

-  Pozos AyA
-  Infiltraciones

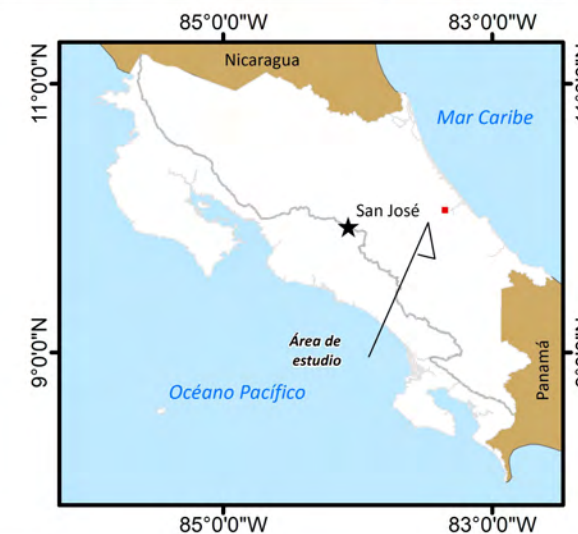


Sistema de Coordenadas Planas:  
 Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
 Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
 Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
 Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

Elaborado por:  
 HIDROGEOTECNIA Ltda.



## 4 HIDROGEOLOGÍA

### 4.1 HIDROGEOLOGIA REGIONAL

La hidrogeología de la zona y las curvas isofreáticas que definen la dirección del flujo del sistema acuífero existente en la zona, se basó con información obtenida la base de datos de pozos registrados en la zona según SENARA (2016), Figura 6.

El Cuadro 3 y Cuadro 4 incluye el inventario de pozos registrado en SENARA (2016) con datos litológicos, donde se incluyen 8 pozos registrados (SENARA, 2016). (Ver anexo 3).

*Cuadro 3. Información de pozos cercanos SENARA.*

Pozo	Latitud	Longitud	Nivel estático (m)	Nivel dinámico
AyA 13-25 (Pozo 2)	227034	607603	2,55	4,4
AyA 12-10 (Pozo 1)	227085	607611	3,02	3,65
MN-32	228450	608300	1,17	12,20
MN-70	229410	608120	3	n.d.
MN-98	226900	609400	2,58	5,2
MN-129	226750	608600	n.d.	n.d.
MN-137	224483	608235	16,05	22,3

Cuadro 4. Reporte litológico y armado pozos en la zona (SENARA, 2017)

Pozo	Latitud	Longitud	Litología	Armado	Observaciones
AyA 13-25	227034	607603	0-3 m arcilla café, 3-26 m aluvión medio, 26-32 m arcillas de coloración.	0-11 m tubo ciego, 11-20 m tubo ranurado, 20-23 m tubo ciego, 23-26 m tubo ranurado, 26-32 m tubo ciego. PVC 250 mm.	Nivel estático, 2,55 m, nivel dinámico: 4,4 m. Caudal, 30 l/s.
AyA 12-10	227085	607611	0-4 m arcillas, 4-14 m aluvión medio, 14-16 m arenas medias, 16-19 m aluvión medio, 19-22 m arenas medias, 22-28 m arcillas.	0-10 m tubo ciego, 10-22 m tubo ranurado, 22-28 m tubo ciego. PVC 150 mm.	Nivel estático, 3,02 m, nivel dinámico: 3,65 m. Caudal, 30 l/s.
MN-32	228450	608300	0-7,5 m Arena fina y limos color café, 7,5-12 m Limos y arcillas café, 12-14,5 m Arena muy gruesa, 14,5-21 m Aluvión centimétrico con matriz arenosa, 21-22,5 m Horizonte arenoso, 21,5-24,5 m Aluvión centimétrico, 24,5-34 m Gravilla milimétrica-centimétrica con matriz arenosa, 34-44 arena muy gruesa-gravilla con poca matriz medialimos, 44-45.3 m gravilla milimétrica, 45.3-52 arena muy gruesa-gravilla con poca matriz de arena medialimos.	0-20 m tubo ciego, 20-48 m tubería ranurada	Nivel estático 1,17 m, nivel dimámico 12,20 m.
MN-70	229410	608120	0-2 m suelo, 2-6 m arcilla café, 6-15 m grava con arena gruesa, 15-25 m arcilla gris, 25-48 m arcilla gris con poca grava, 48-	n.d.	Nivel estático: 3 m.



			54 m aluvión, 54-61 m arcillas.		
MN-98 (AyA 93-24)	226900	609400	0-17 m Arcilla, 17-22 m lava sana, 22-25 m, granos meteorizados, 25-30m arenisca.	0-11 m tubería ciega, 11-29 m tubería ranurada.	Nivel estático: 2,58 m, nivel dinámico 5,2 m, caudal: 20 l/s.
MN-129	228800	609300	0-20 m arcilla gris, 20-30 m arenas, 30-48 m material arcilloso, 48-49 m gravas en matriz arcillosa, 49-50 m lavas densas.	0-22 m tubería ciega, 22-25 m tubería ranurada, 25-31 m tubería ciega. PVC 200 mm.	n.d.
MN-137	224483	608235	0-9 m suelo arcilloso, 9-22 m lahares, 22-25 m conglomerados formación surekta.	0-15 m tubo ciego, 15-25 m tubo ranurado, PVC 200 mm.	Nivel estático: 16,05 m. Nivel dinámico: 22,3 m.



---

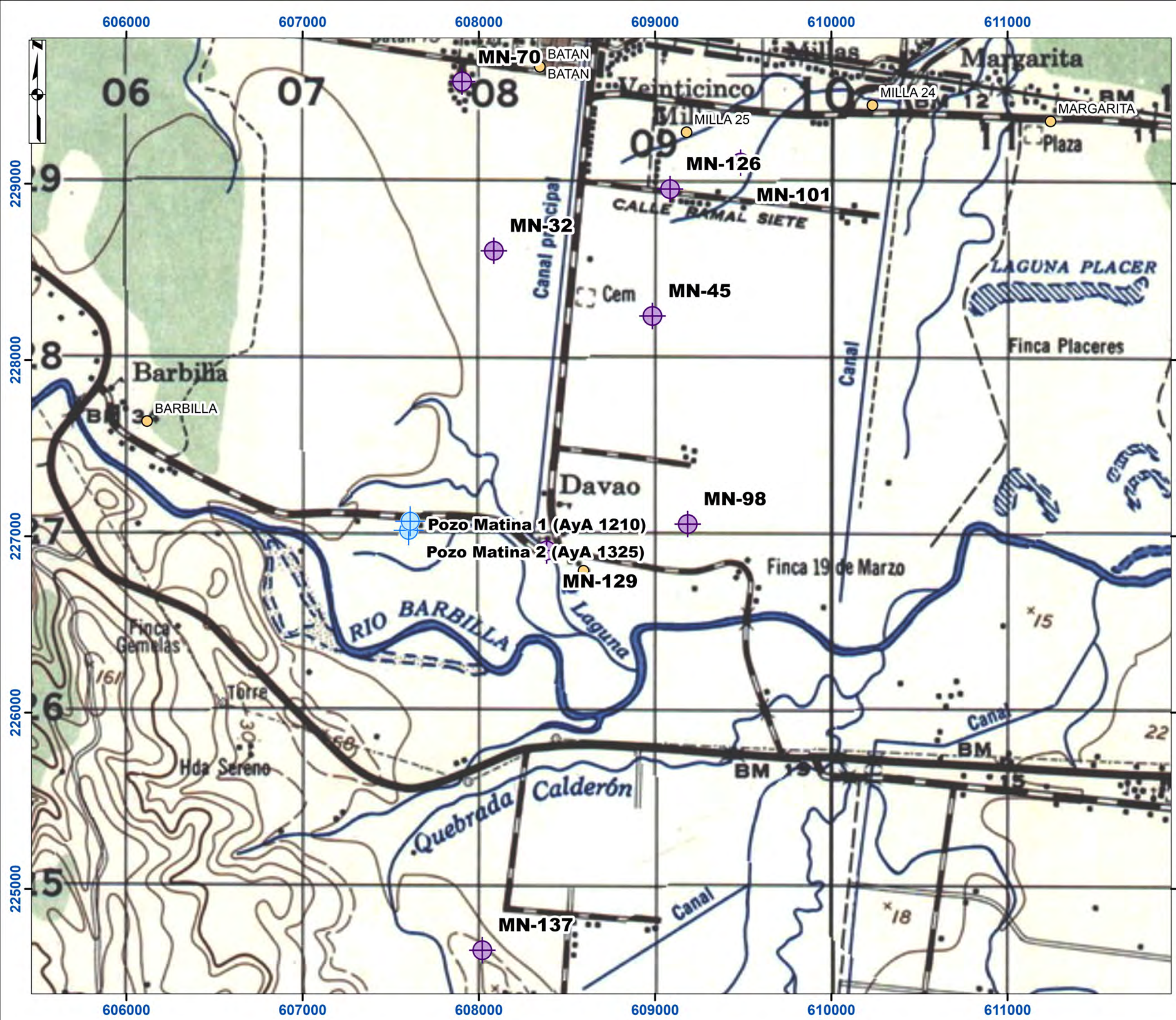
## 4.2 HIDROGEOLOGIA LOCAL

La hidrogeología local incluye Acuífero Aluvial con un espesor promedio según base de datos de pozos registrado de 19,5 m, espesor obtenido a partir del reporte de perforación de pozo 1 (12-10), pozo 2 (13-25) y pozo MN-98. Subyaciendo dichos materiales aluviales, de acuerdo con la litología registrada en pozo 1 (12-10) y pozo 2 (13-25), se tienen arcillas con un espesor 6 m a partir de 22,0 m y 26,0 m de profundidad respectivamente.

Se realizó un perfil hidrogeológico (Figura 8) con una longitud total de 2607 m y una dirección N6E, incluyendo los datos litológicos de los pozos Pozo 1 (12-10) y Pozo 2 (13-25). A partir de dicho perfil, se tiene un nivel estático promedio registrado entre 2,5 y 3,0 m de profundidad.

El Acuífero Aluvial se encuentra sobreyacido por una capa de suelo arcilloso con un espesor promedio de 3,5 m para los pozos 1 (12-10) y 2 (13-25). En el caso del pozo MN-98, el espesor de arcilla subyaciendo los Depósitos Aluviales es de 17,0 m, según perfil hidrogeológico.

A partir de la red hídrica local, se espera una dirección de flujo de las aguas subterráneas preferencial hacia el Sureste, en dirección hacia el río Barbilla.



**Figura 6. Ubicación del Pozo Matina Limón**

**Simbología**

- Pozos AyA
- Pozos\_SENARA
- Poblados importantes
- Poblados

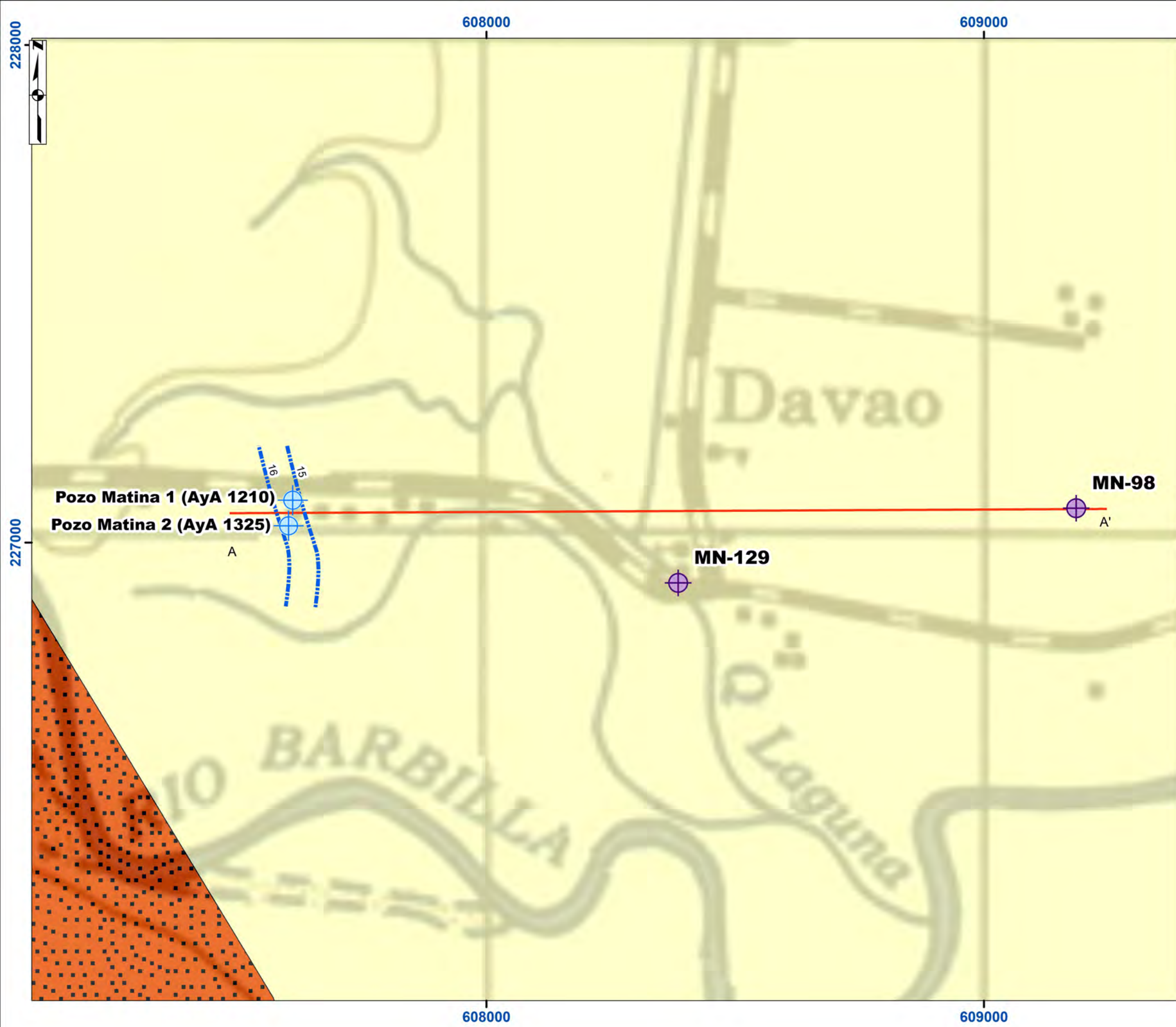
0 420 840 1.680  
1:21.025 m

Sistema de Coordenadas Planas:  
Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)







Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI Elaborado por:  
 HIDROGEOTECNIA Ltda.

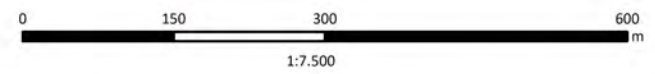




**Figura 7. Hidrogeología Matina, Limón**

**Simbología**

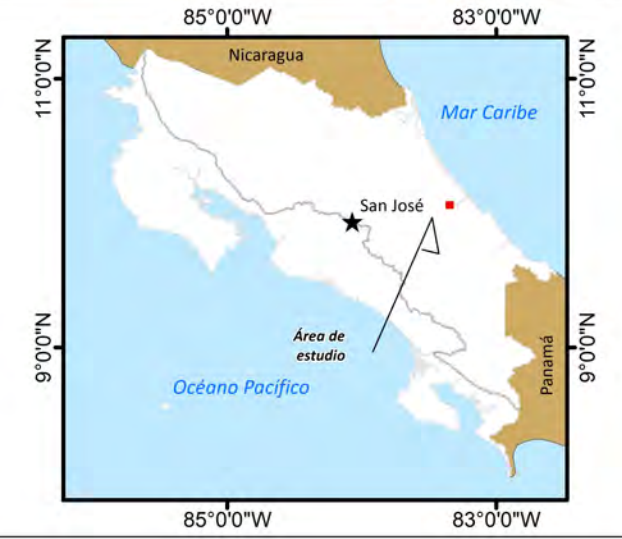
-  Pozos AyA
-  Pozos\_SENARA
-  Equipotenciales
-  Perfil
- Nombre**
-  Depósitos Aluvionales
-  Formación Suretka

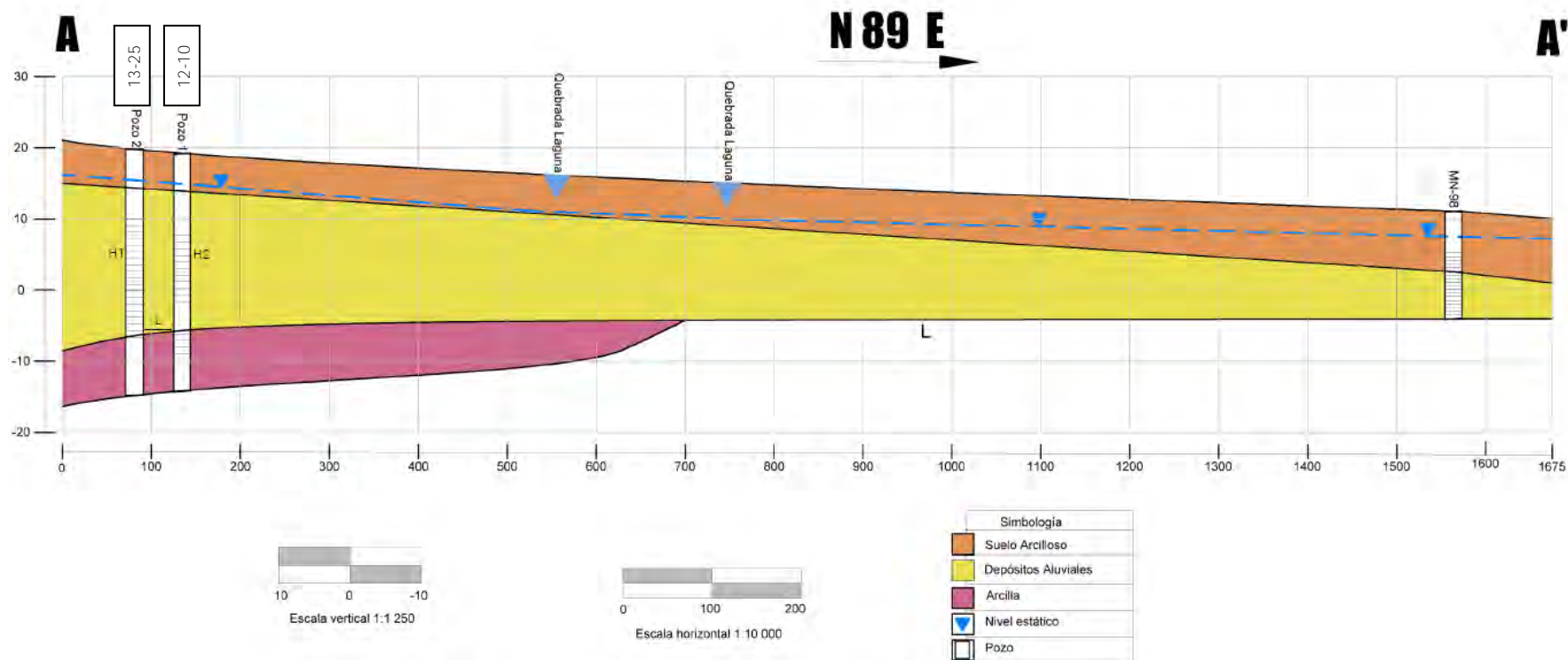


Sistema de Coordenadas Planas:  
 Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
 Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
 Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
 Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI
 
 Elaborado por:





## Perfil Hidrogeológico Matina

Figura 8. Perfil hidrogeológico pozos Matina

## 5 MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

### 5.1 HIDROGEOLOGIA

En la zona de estudio se identifica un acuífero de origen sedimentario asociado con materiales Aluvionales.

A nivel regional, se espera una dirección de flujo preferencial hacia el Noreste – Este, hacia el río Barbilla. El gradiente hidráulico local obtenido entre las líneas equipotenciales a 16,0 m.s.n.m. y 15,0 m.s.n.m a una distancia de 49,5 m entre sí es de 0,02.

El espesor saturado corresponde con la sección de material promedio que está saturada con aguas subterráneas según perfil hidrogeológico y datos del pozo MN-98, siendo dicho espesor de 19,5 m en promedio.

La transmisividad hidráulica reportada, a partir del análisis según Galofré donde la  $T: Q \times 100 / \Delta s$ , se incluye el Cuadro 5, donde se indican los datos según reporte de perforación para obtener la transmisividad para cada uno de los pozos analizados del AyA (pozo 1 (12-10) y pozo 2 (13-25)).

Cuadro 5: Datos para análisis Galofré

Pozo	Nivel estático según reporte perforación pozo (m); AyA	Nivel dinámico según reporte pozo (m)	Caudal (l/s) dato según reporte perforación (AyA)	Caudal (l/s) por extraer según oficina cantonal (AyA)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /día)
Pozo 1 (12-10) / Perforado 2016	<b>3,02</b>	<b>3,65</b>	<b>18,0</b>	<b>30,0</b>	2857,14
Pozo 2 (13-25) / Perforado 2013	<b>2,55</b>	<b>4,40</b>	<b>14,62</b>	<b>30,0</b>	790,27

La transmisividad obtenida para el pozo 1 (12-10) es de 2857,14 m<sup>2</sup>/día y para el pozo 2 (13-25) es de 790,27 m<sup>2</sup>/día. Cabe aclarar que el caudal utilizado para el análisis de transmisividad para cada pozo corresponde con el caudal reportado en los respectivos reportes de perforación para cada pozo, Cuadro 6.

El pozo 1 (12-10) fue perforado en el año 2016 y el pozo 2 (13-25) fue perforado en el año 2013. Sin embargo, el análisis de zonas de protección se realiza con el caudal reportado por la oficina cantonal de Matina del AyA.

Como ya se indicó, el análisis de las zonas de protección para los pozos 1 (12-10) y 2 (13-25), se tomó a partir de información comunicación verbal aportada por la oficina cantonal de Matina, (AyA), (2017) y se presenta en el Cuadro 6. Dicho caudal es el que la Oficina Cantonal de Matina tiene definido para extraer en ambos pozos.

Cuadro 6. Caudales reportados en reporte de perforación y caudales definidos por extraer según Oficina Cantonal de Matina)

Naciente	Caudal reportado en reporte de perforación (l/s)	Caudal definido por extraer, oficina cantonal AyA Matina
Pozo 1 (12-10)	<b>18,0</b>	<b>30,0</b>
Pozo 2 (13-25)	<b>14,62</b>	<b>30,0</b>

La conductividad hidráulica del acuífero se obtiene a partir de la ecuación (1) descrita a continuación:

$$(1) T = k \times b$$

Donde k: conductividad hidráulica (m/día)

b: espesor acuífero promedio, tomado para cada pozo analizado del AyA, según se muestra en Cuadro 7.

T: transmisividad (m<sup>2</sup>/día), obtenida para cada pozo según análisis de Galofré

A partir de la ecuación (1) se obtienen los valores de conductividad hidráulica.

El Cuadro 7 incluye los parámetros hidráulicos para la zona de estudio.

Cuadro 7. Parámetros hidráulicos del acuífero

Pozo	Porosidad (INTA, 2017) (%)	Conductividad hidráulica (m/día) *	Espesor promedio saturado a reporte pozo (m)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d) **
Pozo 1 (12-10)	51,30	<b>158,73</b>	18,0	2857,14
Pozo 2 (13-25)	57,30	<b>34,36</b>	23,0	790,27

\*\*T: datos pozos pozo 1 (12-10) y pozo 2 (13-25)

\*: T: k x b

## 6 ZONAS DE PROTECCIÓN MATINA

### 6.1.1 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 (2) y (3) que estipula lo siguiente:

$$(2) Q = TIL$$

$$(3) L = Q/Ti$$

En el Cuadro 8, se resumen los datos hidráulicos para el cálculo de L para cada pozo.

*Cuadro 8.* Resumen de los datos hidráulicos para el cálculo de L según ecuación (2)

Pozo No.	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d) *	Gradiente (adimensional)	Caudal (m <sup>3</sup> /día) **	L (ancho del tubo de flujo) (m)
Pozo 1 (12-10)	2857,14	0,02	2592,0	45,36
Pozo 2 (13-25)	790,27	0,02	2592,0	164,0

\* tomado de T: k x b

\*\*Dato oficina cantonal Matina

#### *Tránsito en la zona no saturada*

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 según lo establecido en ecuación (4):

$$(4) \quad t = (b * \theta) / k$$

donde

- b: es el espesor de la zona no saturada.
- $\theta$ : es la porosidad media del obtenido en el laboratorio del INTA
- K: es la permeabilidad de la zona no saturada, con base en las pruebas de Porchet realizadas para los pozos

Del análisis del tiempo de tránsito en la zona no saturada, se incluye el Cuadro 9.

Cuadro 9. Resultados de tiempos de tránsito en la Zona No Saturada

Pozo No.	Espesor ZNS a partir reporte perforación (m)	Porosidad promedio (INTA, 2017)	Permeabilidad promedio pruebas Porchet (m/día)	t (tiempo de tránsito zona no saturada) días
Pozo 1 (12-10)	3,02	51,30	0,588	2,63
Pozo 2 (13-25)	2,55	57,30	0,588	2,48

Como el tiempo tránsito para medios porosos se ha 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 70 días para la degradación de las bacterias patógenas en zonas porosas, Cuadro 10.

Por lo tanto, se calcula el tiempo de tránsito en la zona saturada (ZS) para eliminar las bacterias y conocer la zona de protección absoluta de cada pozo tomando en cuenta la diferencia entre 70 días menos los días obtenidos en la zona no saturada para fuente, que se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Diferencia entre los 70 días menos los obtenidos del cálculo de la ZNS

Naciente No.	Tiempo de transito obtenido de la ZNS (días)	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)
Pozo 1 (12-10)	2,63	67,37
Pozo 2 (13-25)	2,48	67,55

### Tránsito en la zona saturada

La fórmula de Darcy (ecuación 5) se establece para el cálculo en la Zona Saturada (ZS), Cuadro 11:

$$(5) \quad t = (d \cdot \theta) / (k \cdot i)$$

donde:

t: tiempo restante vida bacterias

d: distancia de desplazamiento

$\theta$ : porosidad zona saturada Depósitos Aluviales

k: Permeabilidad acuífera

i: gradiente hidráulica

Cuadro 11. Parámetros hidrogeológicos para determinación de la zona de protección zona saturada

Pozo No.	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)	Porosidad acuífera arenas y gravas (Sanders, 1998) (%)	Conductividad hidráulica (m/día) *	Gradiente del acuífero para naciente (adimensional)	Distancia de la zona de protección inmediata Método Bacterias (m)
Pozo 1 (12-10)	67,37	35	<b>158,73</b>	0,02	2433,02
Pozo 2 (13-25)	67,55	35	<b>34,36</b>	0,02	530,52

\*: T: kxb

### 6.1.2 MÉTODO DEL RADIO FIJO

Para calcular el radio fijo de los pozos analizados, se utiliza la fórmula (6) que fue publicada en el diario oficial La Gaceta No. 147 del 31 de julio del 2012. Dicha metodología incluye la ecuación analítica de Darcy, con base en el siguiente planteamiento, Cuadro 12:

$$(6) \quad r = \sqrt{(Q*t/n*n*b)}$$

donde:

- Q= caudal de cada pozo en m<sup>3</sup>/d.
- t= días remanentes luego del cálculo de la zona no saturada (ZNS).
- n= porosidad de las rocas que albergan al acuífero.
- b= espesor acuífero obtenido según reporte de pozo

Cuadro 12. Resumen de datos y resultados Método Radio Fijo

Pozo No.	Caudal (m <sup>3</sup> /día) oficina cantonal Matina /AyA	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)	Porosidad acuífera arenas y gravas (Sanders, 1998) (%)	Espesor promedio saturado a reporte pozo (m)	Distancia de la zona de protección inmediata Método Radio Fijo (m)
Pozo 1 (12-10)	2592,0	65,01	35	18,0	92,29
Pozo 2 (13-25)	2592,0	69,42	35	23,0	86,35

### 6.1.3 MÉTODO DE GRUBB

Para utilizar el método de Grubb (1993), se aplica la fórmula (7):

$$(7) Y = Q L / ( k(h_1^2 - h_2^2) )$$

Para la naciente se presenta el resumen del valor obtenido según aplicación de la ecuación (7), Cuadro 13.

*Cuadro 13. Resultados por medio del Método Grubb.*

Pozo No.	Caudal (m <sup>3</sup> /d), oficina cantonal Matina	L Longitud entre dos puntos de observación del NF (m)	Conductividad hidráulica (m/día)	h1	h2	Y (m)	2Y (m)
Pozo 1 (12-10)	2592,0	49,5	<b>158,73</b>	16,0	15,0	26,07	52,15
Pozo 2 (13-25)	2592,0	49,5	<b>34,36</b>	16,0	15,0	120,46	240,91

#### - Punto de no retorno

Para determinar la zona del punto de no retorno ecuación (8) se analiza:

$$(8) \text{ Punto No Retorno (estancamiento): } Q \times L / \pi \times k (h_1^2 - h_2^2)$$

En el *Cuadro 14* y Figura 9 presenta el resumen de las zonas de protección obtenidos por diferentes métodos y las ecuaciones aplicadas para los pozos de Matina.

*Cuadro 14. Cuadro resumen zonas protección*

Fuente	Distancia zona saturada para 100 días	Ancho tubo flujo protección Darcy	Ancho (Ymax) Grubb	Punto No Retorno	Radio fijo
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Pozo 1 (12-10)	1216,51	22,68	26,07	3,06	92,29
Pozo 2 (13-25)	265,26	81,99	120,46	14,15	86,35



---

Se calcularon los puntos de no retorno para los dos pozos, sin embargo, por criterio de experto y análisis de campo, se recomienda mantener un área aguas abajo para cada pozo de 15 m como medida de prevención, lo cual corresponde a la zona de protección operativa.

A partir de los análisis de zonas de protección, se tiene una zona de protección absoluta aguas arriba para pozo Pozo 1 (12-10) de 92,29 m según método de radio fijo. El ancho de dicha zona de protección es de 92,29 m aplicando método de radio fijo.

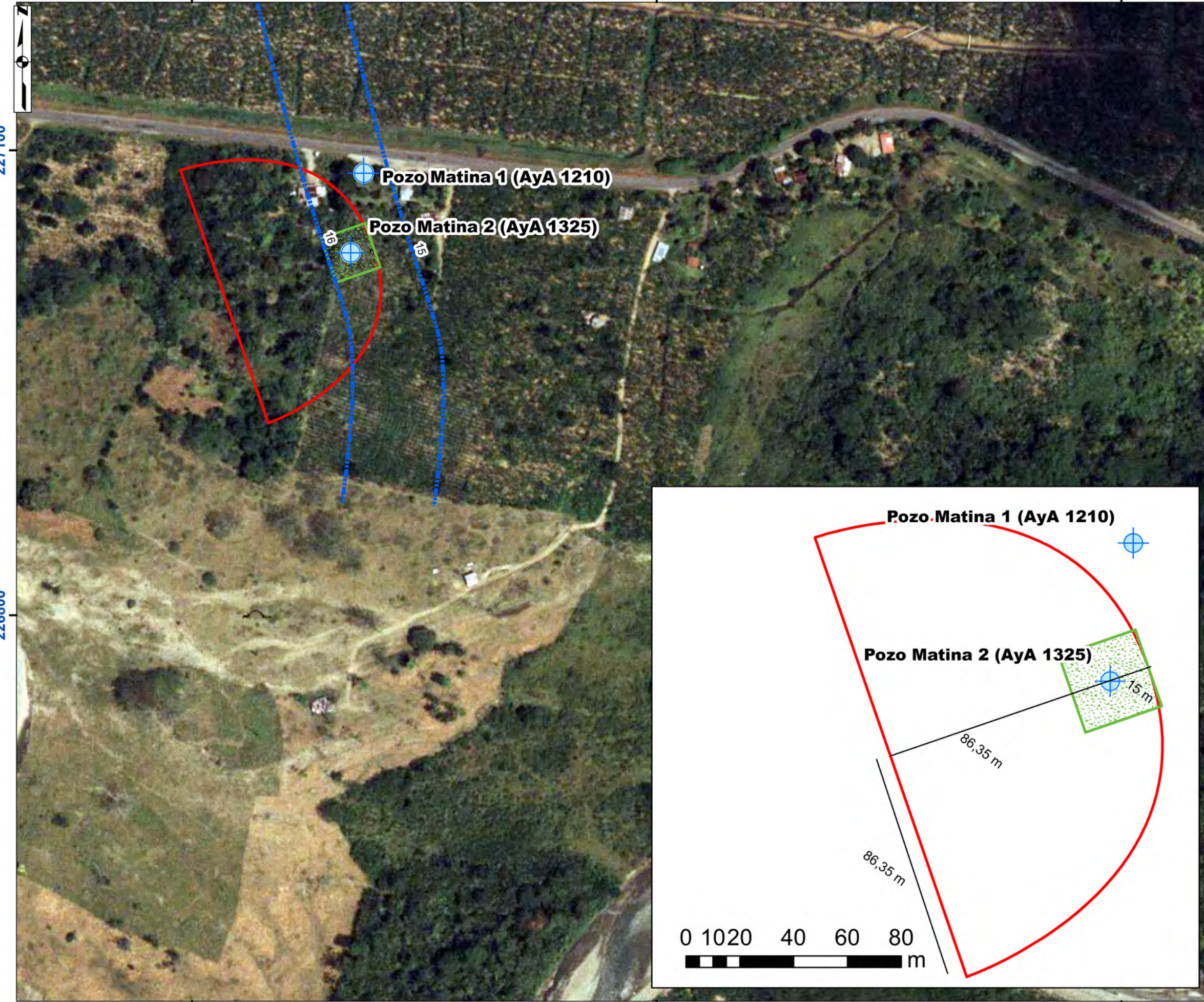
La zona de protección aguas arriba del pozo 2 (13-25) es de 86,35 m según método de radio fijo con un ancho de 86,35 m.

A continuación, se muestran las zonas de protección de los pozos 1 (12-10) y 2 (13-25), Figuras 10 y 11.

607500

607800

608100



227100

226800

607500

607800

608100



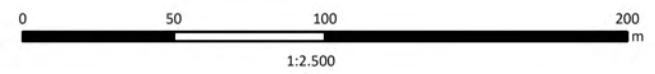
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
 Subgerencia Ambiente, Investigación y Desarrollo  
 UEN Gestión Ambiental del Recurso Hídrico  
 Área Funcional de Hidrogeología

Mat-6

**Figura 12. Zona de protección Bacteriológica Pozo 2 Matina, Limón**

**Simbología**

- Pozos AyA
- Equipotenciales
- Zona de protección operacional
- Zona de protección absoluta (Vulnerabilidad moderada)

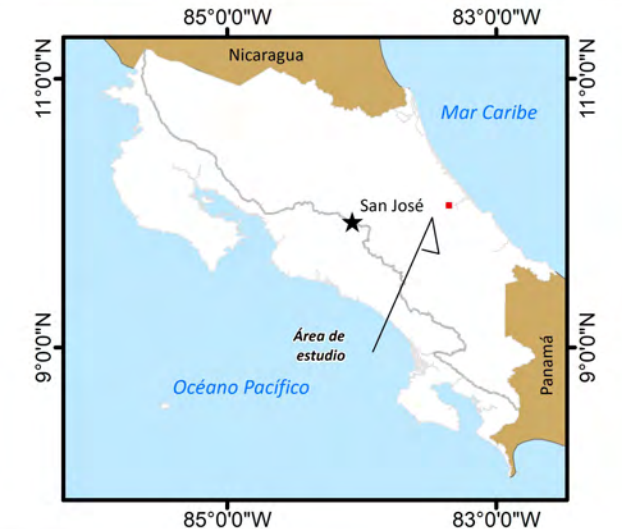


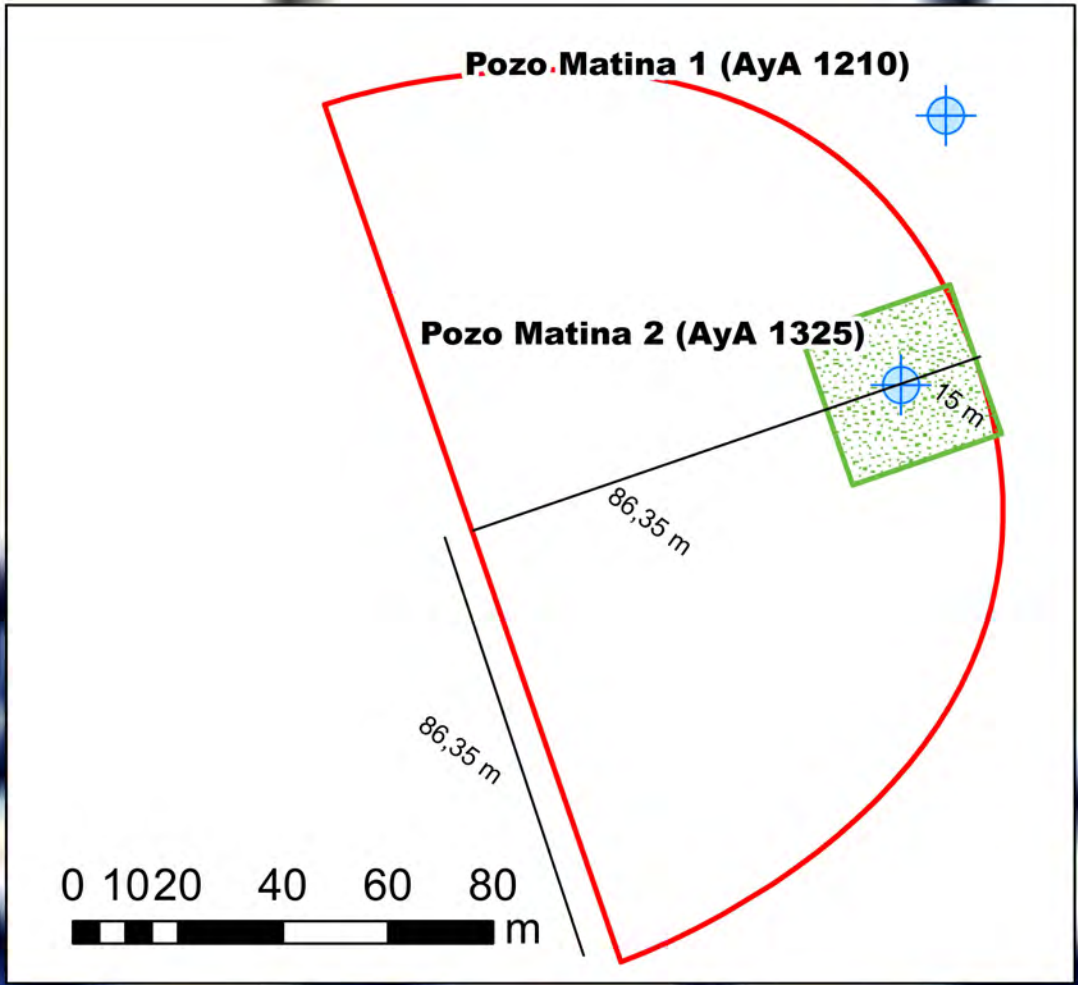
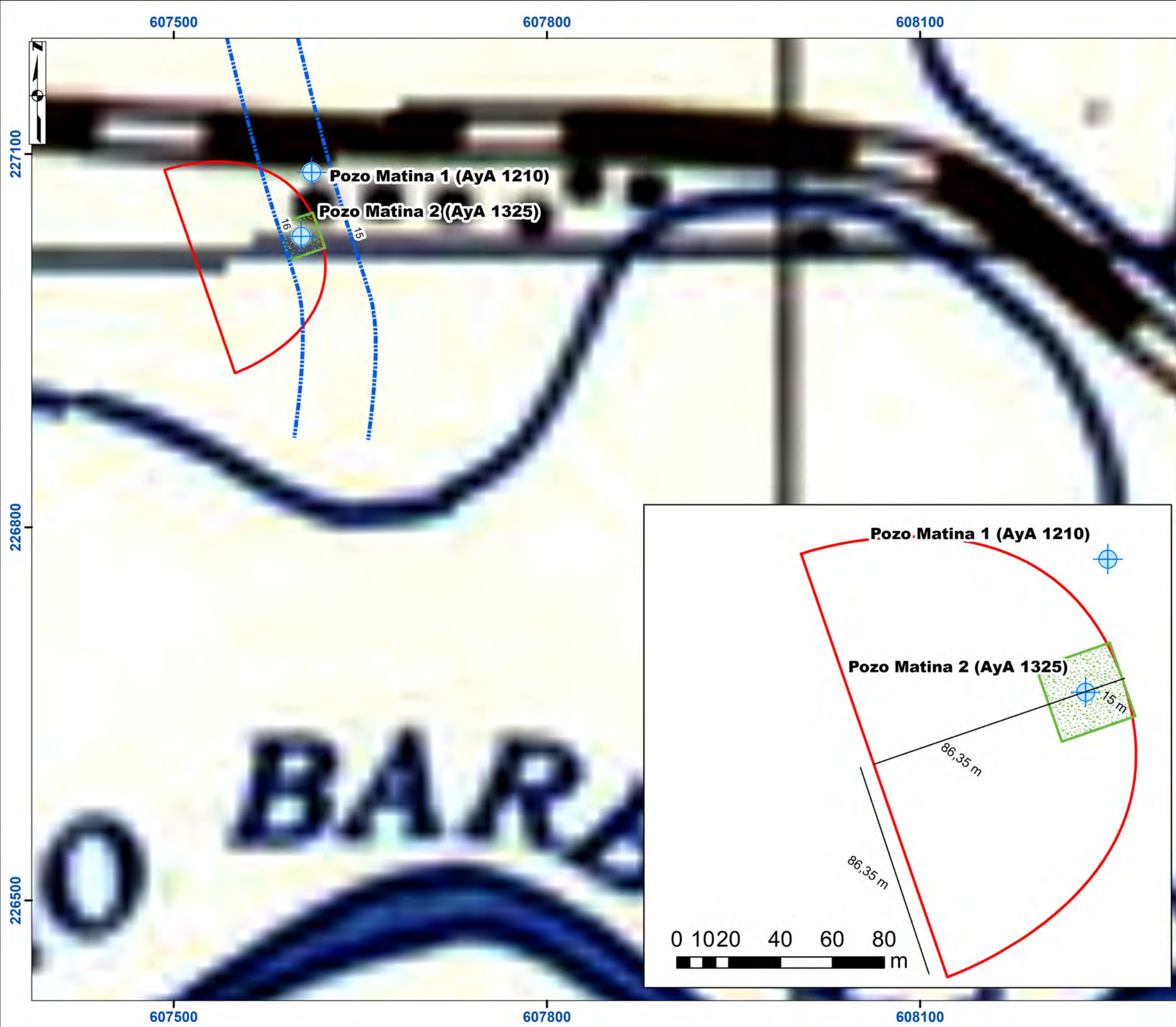
Sistema de Coordenadas Planas:  
 Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
 Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
 Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
 Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

Elaborado por:  
 HST  
 HIDROGEOLOGÍA Ltda.









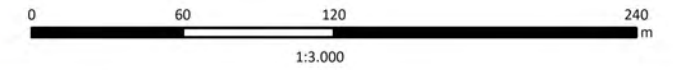
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
 Subgerencia Ambiente, Investigación y Desarrollo  
 UEN Gestión Ambiental del Recurso Hídrico  
 Área Funcional de Hidrogeología

Mat-6

**Figura 11. Zona de protección Bacteriológica Pozo 2 Matina, Limón**

**Simbología**

-  Pozos AyA
-  Equipotenciales
-  Zona de protección operacional
-  Zona de protección absoluta (Vulnerabilidad moderada)

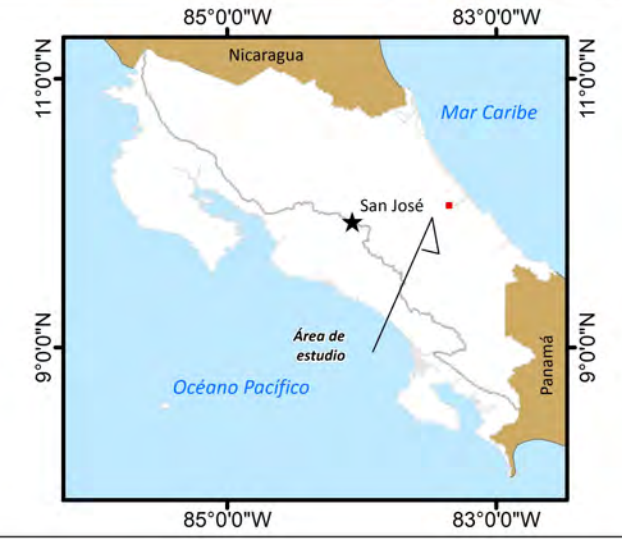


Sistema de Coordenadas Planas:  
 Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
 Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
 Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
 Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

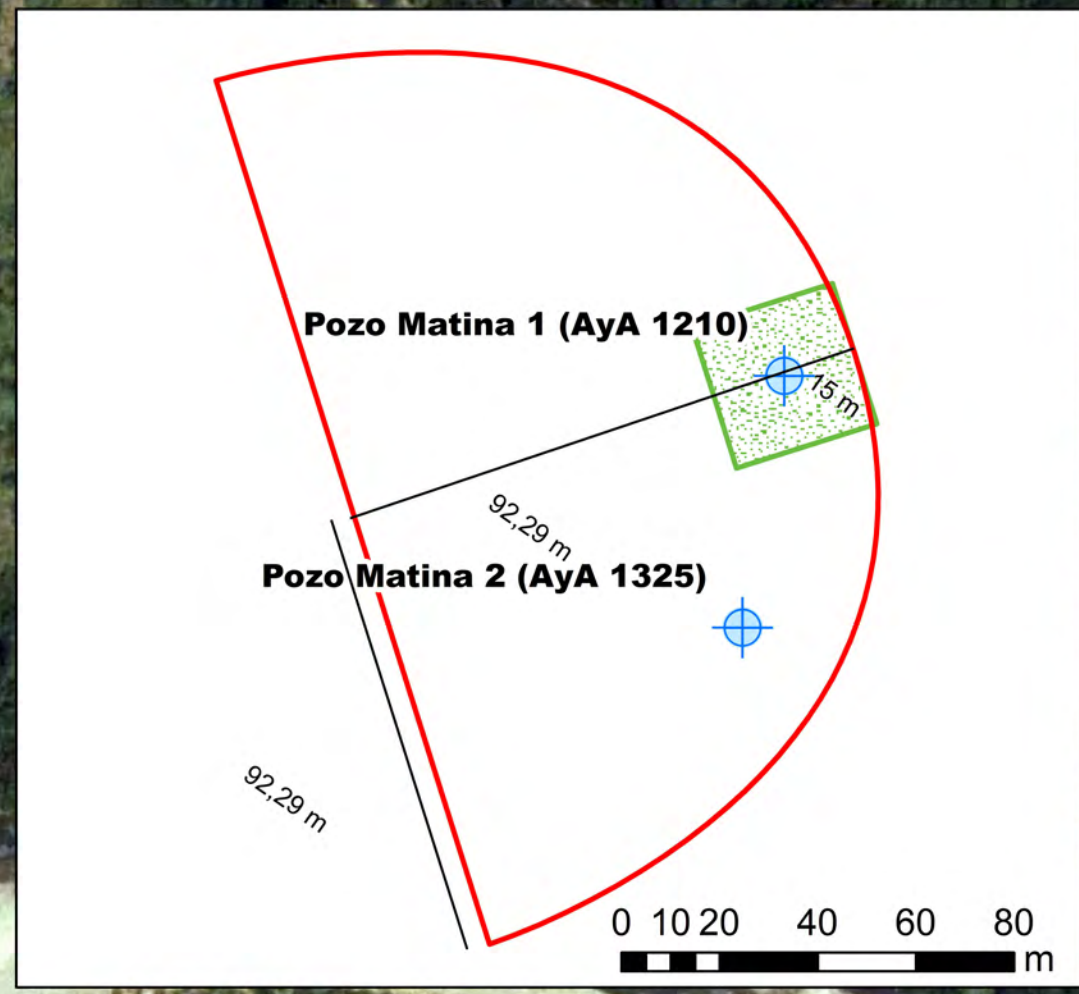
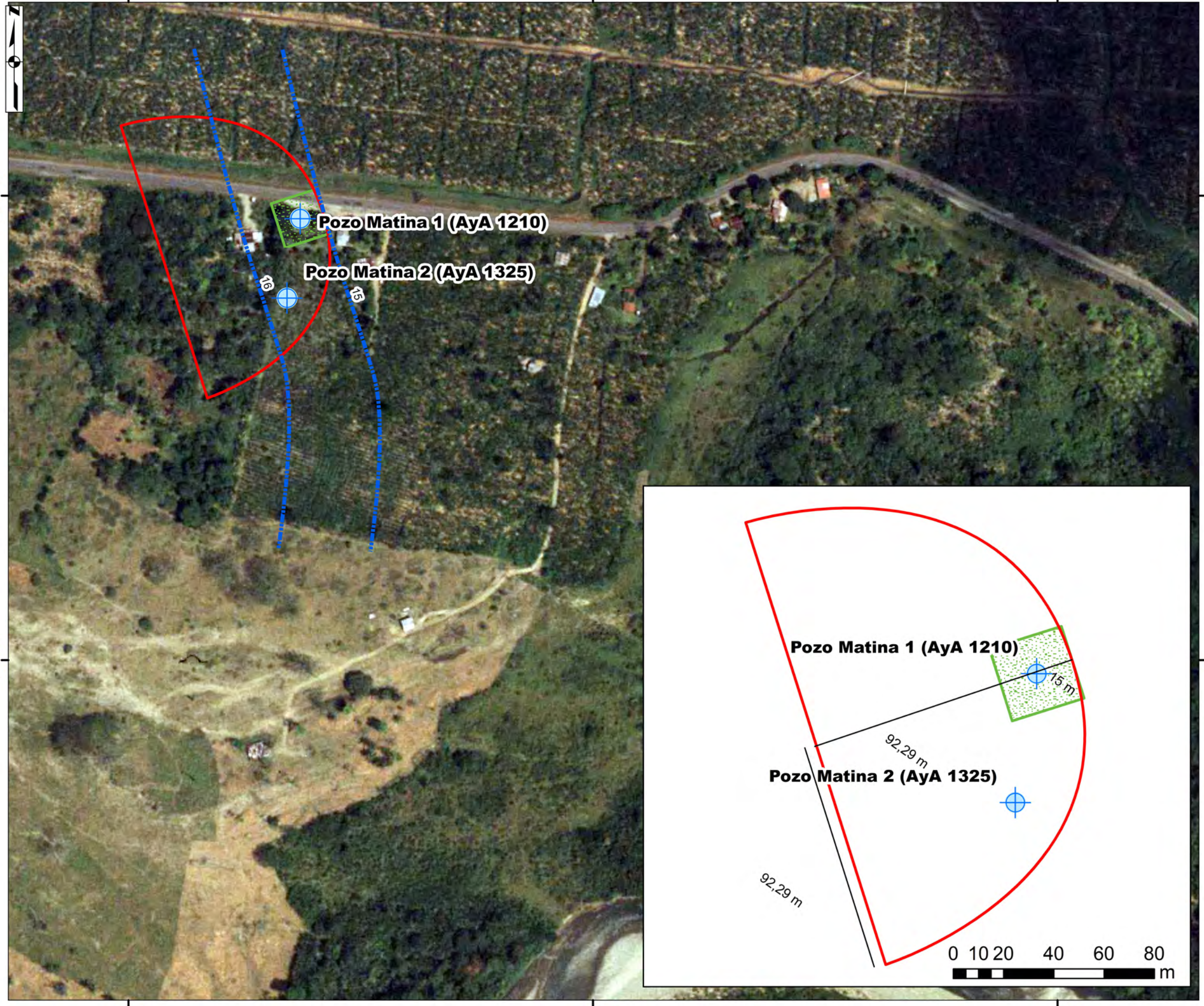
Elaborado por:  
 HIDROGEOLOGIA Ltda.



607500

607800

608100







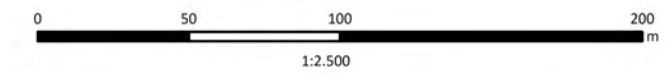
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
 Subgerencia Ambiente, Investigación y Desarrollo  
 UEN Gestión Ambiental del Recurso Hídrico  
 Área Funcional de Hidrogeología

Mat-6

**Figura 10. Zona de protección Bacteriológica Pozo 1 Matina, Limón**

**Simbología**

-  Pozos AyA
-  Equipotenciales
-  Zona de protección absoluta (Vulnerabilidad Moderada)
-  Zona de protección operacional

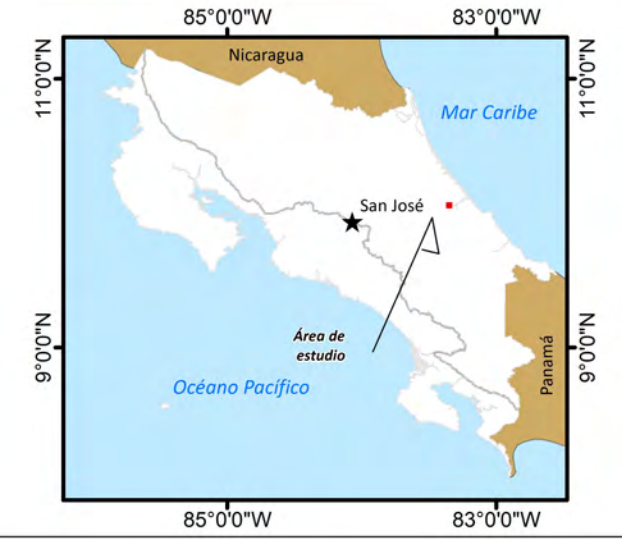


Sistema de Coordenadas Planas:  
 Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
 Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
 Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
 Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

Elaborado por:  
 HIDROGEOTECNIA Ltda.

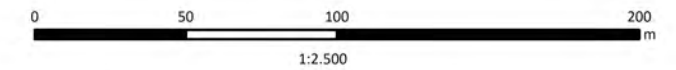




**Figura 9. Zona de protección  
Bacteriológica Pozo 1  
Matina, Limón**

**Simbología**

- Pozos AyA
- Equipotenciales
- Zona de protección absoluta (Vulnerabilidad Moderada)
- Zona de protección operacional

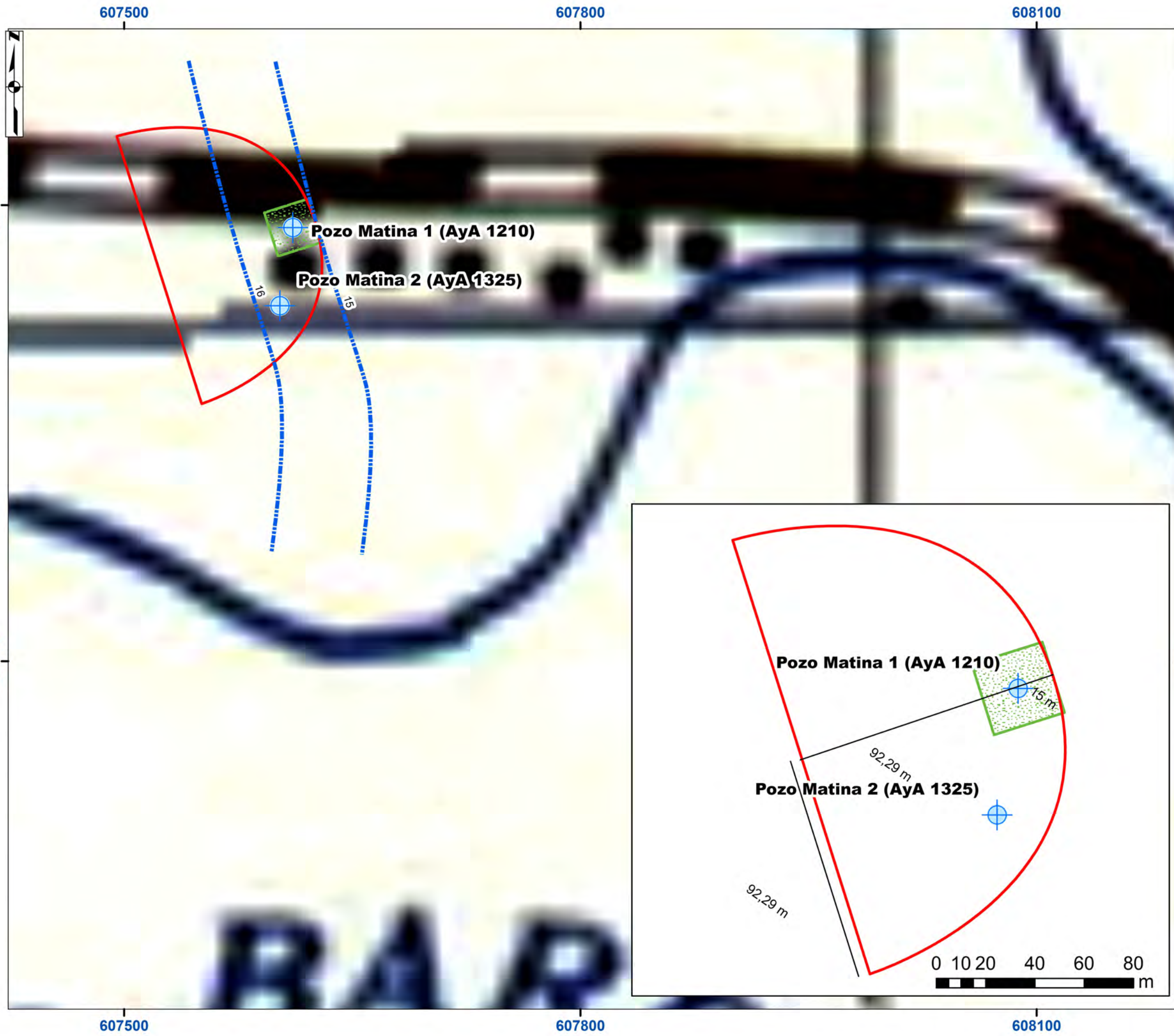
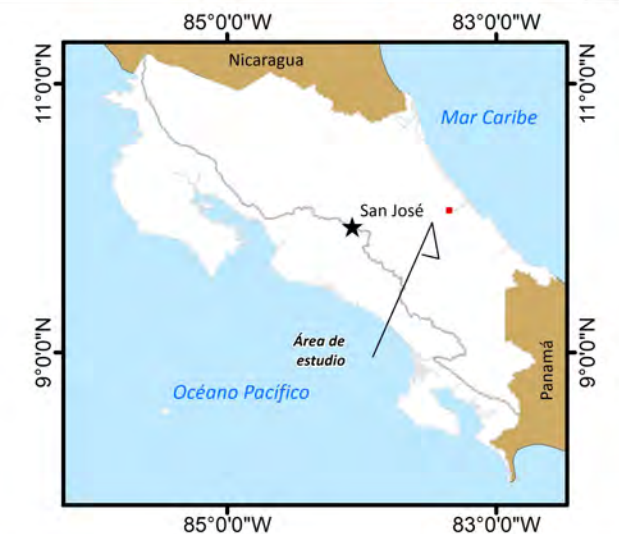


Sistema de Coordenadas Planas:  
Ocotepeque CR 1935 Lambert Norte  
Fecha: Octubre, 2016

Fuente de datos:  
Hoja Matina: Instituto Geográfico Nacional, 1988. (1:50000)  
Pozos: Hidrogeotecnia 2016 (1:5000)

Contratación AyA: 2016CDS-00018-PRI

Elaborado por:  
**HST**  
HIDROGEOTECNIA Ltda.





---

## 7 CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS FUENTES

Para el pozo 1, según número de reporte 133496 presente en el anexo 4 con fecha de recolección de muestra del 22 de setiembre del año 2016, donde se realizó prueba microbiológica, según resultado del análisis se detecta una concentración de 7,4 coliformes fecales por cada 100 mL, siendo la calidad del agua regular. Dicho análisis se incluye en reporte de perforación de dicho pozo 1 (AyA 12-10).

De acuerdo con la prueba físico química según reporte AyA-ID-09554-2016 presente en el anexo 4, tomada el 22 de setiembre del año 2016 para el pozo 12-10, se tiene que los resultados de dicho análisis físico químico establecen que el agua es de buena calidad, según Criterios de Calidad para Potabilización de Aguas de Pozos y Nacientes LNA-2012.

Para el pozo 2, según número de reporte 133657 presente en el anexo 4 con fecha de recolección de muestra del 22 de setiembre del año 2016, donde se realiza prueba microbiológica, según resultado del análisis no se detectan presencia de coliformes fecales. Dicho resultado se incluye en el reporte de perforación de dicho pozo 2 (AyA 13-25).

De acuerdo con la prueba físico química según reporte AyA-ID-09836-2016 presente en el anexo 4 , tomada el 29 de setiembre del año 2016 para el pozo 13-25, se tiene que los resultados de dicho análisis físico químico establecen que el agua es calidad excelente, según Criterios de Calidad para Potabilización de Aguas de Pozos y Nacientes LNA-2012.

## 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 13).

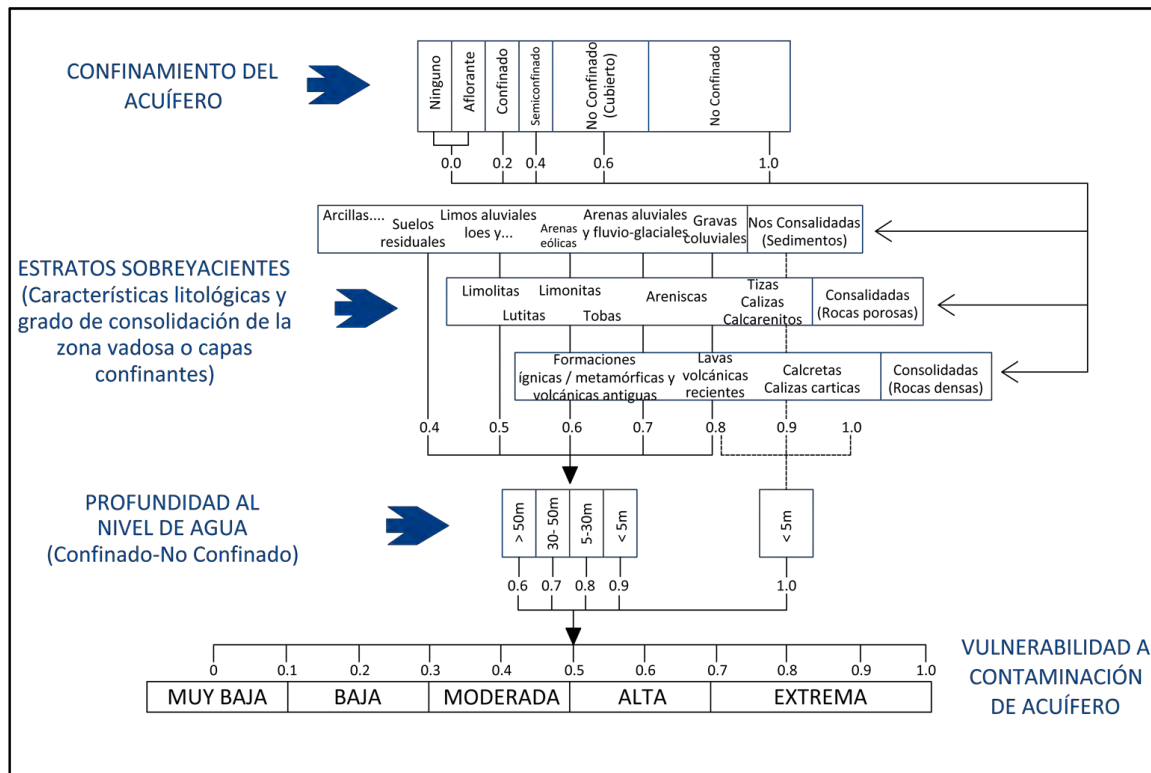


Figura 13. Diagrama determinación de vulnerabilidad acuifera  
Fuente: Foster, et al, 2002.

### 8.1 ACUÍFERO SEDIMENTARIO ALUVIAL POROSO

A partir de la Figura 13, se tiene la clasificación según metodología GOD para el acuífero donde se encuentran los pozos de Matina.

El Cuadro 15 y Cuadro 16 incluyen los parámetros para análisis de vulnerabilidad según metodología GOD.

Se tiene un grado de confinamiento de un acuífero libre cubierto con un valor asignado de 0,7. De acuerdo con las características litológicas de la zona no saturada se tienen suelos residuales y se le asigna un valor de 0,4. La profundidad promedio del nivel freático según datos de pozos, varía entre 4,5 m a 5,0 m de profundidad, asignándosele valor de 0,9, Figura 9.



Cuadro 15. Vulnerabilidad en Pozo 1 (12-10)

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento	Libre cubierto	0,8	Moderada
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Arcillas	0,4	
Profundidad del nivel freático)	3,02	1,0	
Evaluación de vulnerabilidad	0,32		

Cuadro 16. Vulnerabilidad en pozo Pozo 2 (13-25)

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento	Libre cubierto	0,8	Moderada
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Arcillas	0,4	
Profundidad del nivel freático)	2,55	1,0	
Evaluación de vulnerabilidad	0,32		



---

## 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) En la zona de estudio se identifica un acuífero de origen sedimentario asociado con materiales Aluvionales.
- 2) La zona de protección para los pozos Pozo 1 (12-10) y Pozo 2 (13-25) se calculan con base en caudal y parámetros hidráulicos obtenidos a partir de perfil hidrogeológico, observación de geología de campo y datos de pozos registrados.
- 3) A partir de los análisis de zonas de protección, se tiene una zona de protección absoluta aguas arriba para pozo Pozo 1 (12-10) de 92,29 m según método de radio fijo. El ancho de dicha zona de protección es de 92,29 m aplicando método de radio fijo. La zona de protección del pozo 2 (13-25) es de 86,35 m según método de radio fijo.
- 4) La zona operacional tiene un radio de 15 m alrededor de cada pozo, a partir de normativa internacional asumida para este análisis. Se recomienda un radio de protección de 15 m aguas abajo de cada pozo.
- 5) La vulnerabilidad analizada a partir del método GOD, demuestra que la zona de protección inmediata de cada pozo tiene una vulnerabilidad intrínseca moderada.
- 6) De acuerdo con la prueba físico química según reporte AyA-ID-09554-2016 y AyA-ID-09836-2016, los pozos 1 (12-10) y 2 (13-25), se tiene que los resultados de dichos análisis físico químicos establecen que el agua es de buena calidad, según Criterios de Calidad para Potabilización de Aguas de Pozos y Nacientes LNA-2012. El pozo 1 (12-10), presenta según análisis de calidad de aguas 133496 una concentración de 7,4 coliformes fecales por cada 100 mL mientras que para el pozo 2 (13-25) según reporte 133657 no se registra la presencia de coliformes fecales.
- 7) En la zona de protección absoluta y zona operacional no se recomienda realizar actividades tipo agrícola, pecuario, ubicación de tanques sépticos, actividad industrial entre otros.



---

## 10 REFERENCIAS

- ALVARADO, G., 2005: La Falla Longitudinal de Costa Rica: Un insumo neotectónico hacia la Amenaza Sísmica del P.H. Boruca-Veraguas.- 21 págs. ICE.
- MONTERO, W., DENYER, P., BARQUERO, R., ALVARADO, G., COWAN, H., MACHETTE, M., HALLERMAN K & DART, R., 1998: Map an database of Quaternary faults and folds in Costa Rica and its offshore regions. – Reporte preliminar de USGS.
- CAMPOS, L., 2001: Geology and basins history of middle Costa Rica: An intraoceanic island arc in the convergence between the Caribbean and the Central Pacific plates. – 138 págs., University of Tuebingen, Alemania [Tesis Doctorado].
- MALAVASSI, E., 1961: Some Costa Rican larger foraminiferal localities.- J.Paleont. 35: 498-501.
- MORA, C., 1979: Estudio Geológico de una Parte de la Región Sureste del Valle del General, Provincia de Puntarenas, Costa Rica.- 144 págs. Univ. de Costa Rica, San José (Tesis Lic.).
- OBANDO, G. & KUSSMAUL, S., 2009: Geología de la Hoja de Buenos Aires, Costa Rica.- Rica.-Rev. Geol. De Amér. Central, 41: 123-136.
- SPRECHMANN, P., 1984: Manual de Geología de Costa Rica.-.Ed. UCR, San José, 320 pág.
- 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.
- Departamento de Aguas del MINAE, Junio 2016, 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.
- Foster, S, Hirata, R, Gomez, D, D Elia, M, Paris, M, 2003. Protección de la Calidad el Agua Subterránea. Banco Mundial, Whashington DC. Primera Edición, 112.
- HERRERA, J.A., 2014: Estudio hidrogeológico local y de protección de pozos. Asada Río Blanco, Limón. - 24 págs.
- 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.
- SENARA, Mayo 2017, Base de datos de pozos.



- 
- TAYLOR, G. D., 1975: The geology of the Limon area of Costa Rica. – 116 page., 3 maps PhD. Thesis of the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College; Illinois (inédita).



# ANEXO N° 1

## RESULTADOS LABORATORIO



Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

## RESULTADO DE ANÁLISIS POROSIDAD INFORME DE ANÁLISIS DE SUELOS

Código: IACS-01, Versión 01-17

Pág. 1 de 1

**COMPLEJO LABORATORIAL DEL INTA**  
San Rafael de La Unión, Cartago  
Tel. 2278-0514  
Correo Electrónico:  
labsuelos@inta.go.cr

<b>Fecha:</b>	28 de mayo de 2017	<b>Cliente</b> :	HIDROGEOTECNIA	<b>Código análisis:</b> DTS-LSF-007-03
<b>Finca:</b>		<b>Cultivo</b> :		<b>Fecha de ingreso:</b>
<b>Provincia:</b>	LIMON	<b>Cantón</b> :	MATINA	<b>Distrito:</b>
<b>Coordenadas:</b>		<b>Norte:</b>		<b>Oeste:</b>
<b>Nº Lab.</b>	<b>Identificación de campo</b>	<b>g/cm3</b>		
		<b>DAP</b>	<b>DR</b>	<b>POROSIDAD</b>
S- 1311	MATINA # 1	1,21	2,48	51,3
S- 1312	MATINA # 2	1,06	2,37	55,2
S- 1313	MATINA # 3	0,97	2,44	60,1
S-1314	MATINA #4	1,02	2,39	56,5 55,8

**Ing. Marco Vinicio Corrales Soto**  
COORDINADOR DE LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

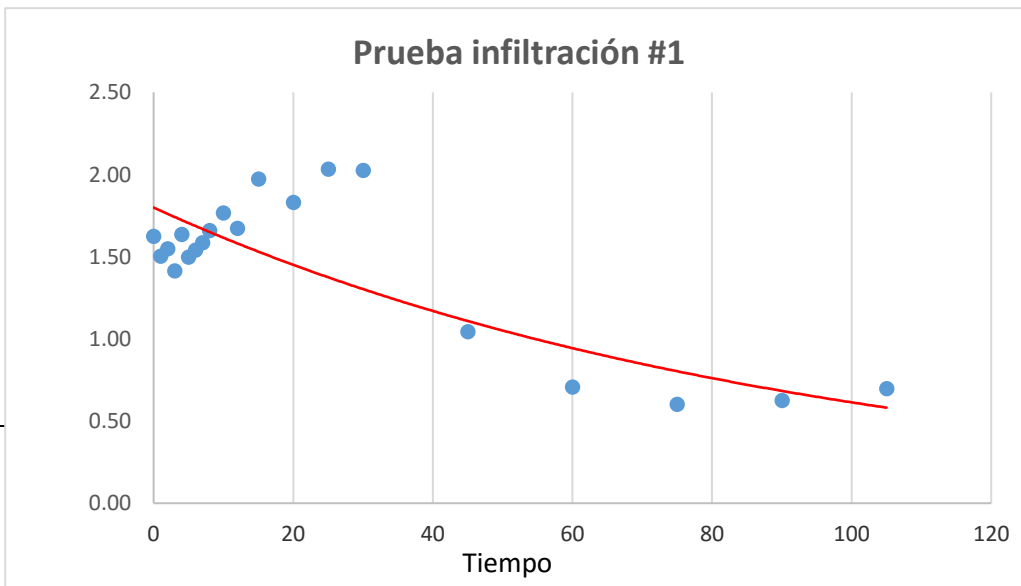


## ANEXO N° 2

# PRUEBAS DE PERMEABILIDAD



<b>PRUEBA DE PORCHET</b>			
Tipo aprovechamiento:	Pozo	Fecha: 20/5/2016	
No:	#1 Matina	Hora: 11 horas	
Ubicación:	Limón		
Coordenadas:			
TIEMPO (min)	LECTURA (cm)	K (cm/min)	K (m/día)
0	30,00		
1	29,00	0,11	1,62
2	28,10	0,10	1,50
3	27,20	0,11	1,55
4	26,40	0,10	1,41
5	25,50	0,11	1,64
6	24,70	0,10	1,50
7	23,90	0,11	1,54
8	23,10	0,11	1,59
10	21,50	0,12	1,66
12	19,90	0,12	1,77
15	17,80	0,12	1,67
20	14,20	0,14	1,97
25	11,40	0,13	1,83
30	8,80	0,14	2,03
45	3,40	0,14	2,03
60	21,50	0,07	1,04
75	17,00	0,05	0,71
90	13,80	0,04	0,60
105	11,00	0,04	0,63
120	8,40	0,05	0,70
Radio de excavación =		7,5	



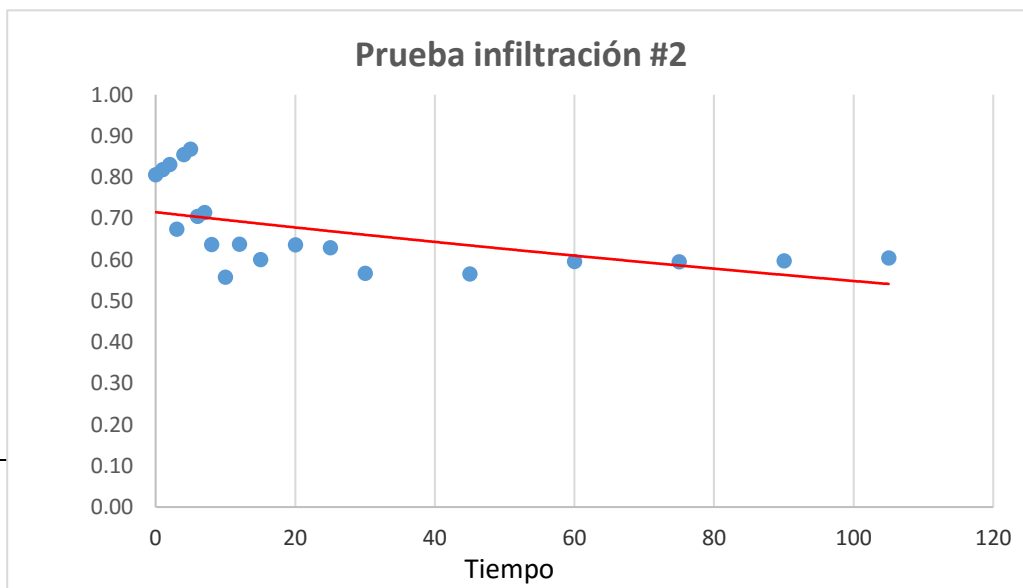


### PRUEBA DE PORCHET

Tipo aprovechamiento: Pozo  
 No: #2 Matina  
 Ubicación: Limón  
 Coordenadas:  
 Fecha: 20/5/2016  
 Hora: 11 horas

TIEMPO (min)	LECTURA (cm)	K (cm/min)	K (m/día)
0	30,00		
1	29,50	0,06	0,81
2	29,00	0,06	0,82
3	28,50	0,06	0,83
4	28,10	0,05	0,67
5	27,60	0,06	0,85
6	27,10	0,06	0,87
7	26,70	0,05	0,70
8	26,30	0,05	0,71
10	25,60	0,04	0,64
12	25,00	0,04	0,56
15	24,00	0,04	0,64
20	22,50	0,04	0,60
25	21,00	0,04	0,64
30	19,60	0,04	0,63
45	16,20	0,04	0,57
60	13,30	0,04	0,57
75	10,70	0,04	0,60
90	8,50	0,04	0,59
105	7,90	0,04	0,60
120	6,10	0,04	0,60

Radio de excavación = 15





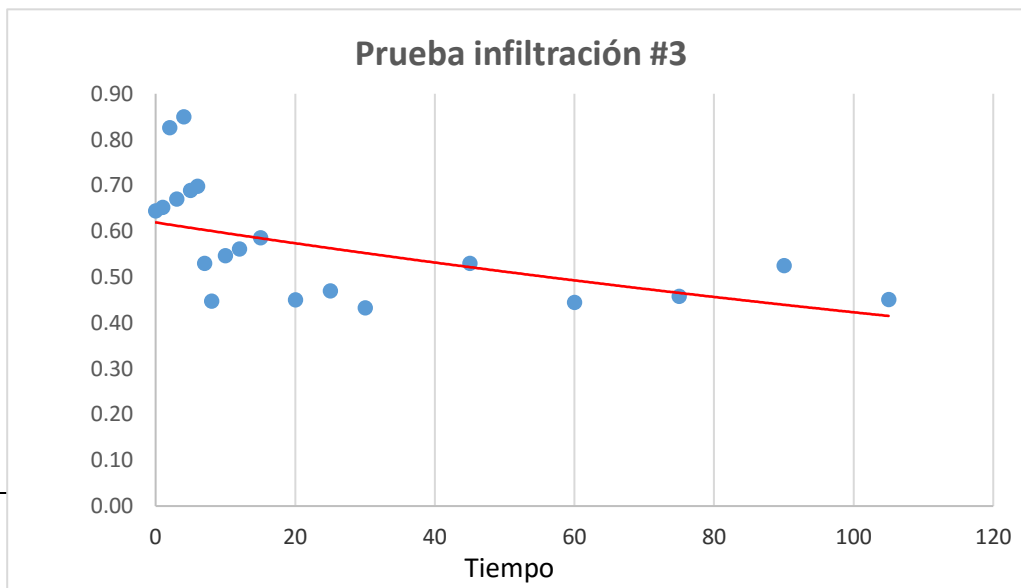
### PRUEBA DE PORCHET

Tipo aprovechamiento: Pozo  
 No: #3 Matina  
 Ubicación: Limón  
 Coordenadas:  
 Fecha: 20/5/2016  
 Hora: 11 horas

TIEMPO (min)	LECTURA (cm)	K (cm/min)	K (m/día)
0	30,00		
1	29,60	0,04	0,64
2	29,20	0,05	0,65
3	28,70	0,06	0,83
4	28,30	0,05	0,67
5	27,80	0,06	0,85
6	27,40	0,05	0,69
7	27,00	0,05	0,70
8	26,70	0,04	0,53
10	26,20	0,03	0,45
12	25,60	0,04	0,55
15	24,70	0,04	0,56
20	23,20	0,04	0,58
25	22,10	0,03	0,45
30	21,00	0,03	0,47
45	18,20	0,03	0,43
60	15,20	0,04	0,53
75	13,00	0,03	0,44
90	11,00	0,03	0,46
105	9,00	0,04	0,52
120	7,50	0,03	0,45

Radio de excavación =	7,5
-----------------------	-----





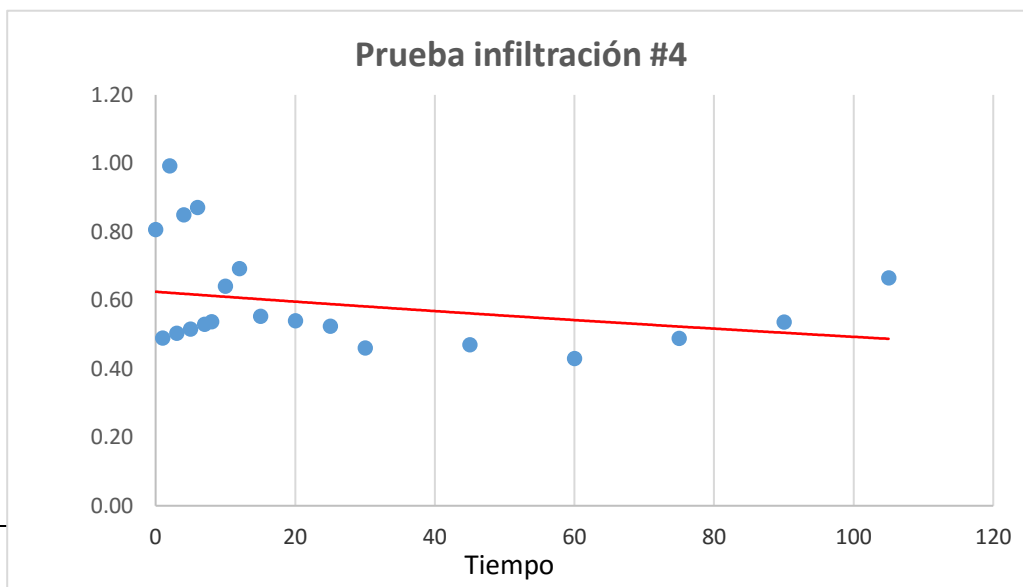
### PRUEBA DE PORCHET

Tipo aprovechamiento: Pozo  
 No: #4 Matina  
 Ubicación: Limón  
 Coordenadas:  
 Fecha: 20/5/2016  
 Hora: 11 horas

TIEMPO (min)	LECTURA (cm)	K (cm/min)	K (m/día)
0	30,00		
1	29,50	0,06	0,81
2	29,20	0,03	0,49
3	28,60	0,07	0,99
4	28,30	0,03	0,50
5	27,80	0,06	0,85
6	27,50	0,04	0,52
7	27,00	0,06	0,87
8	26,70	0,04	0,53
10	26,10	0,04	0,54
12	25,40	0,04	0,64
15	24,30	0,05	0,69
20	22,90	0,04	0,55
25	21,60	0,04	0,54
30	20,40	0,04	0,52
45	17,50	0,03	0,46
60	14,90	0,03	0,47
75	12,80	0,03	0,43
90	10,70	0,03	0,49
105	8,70	0,04	0,54
120	6,60	0,05	0,67

Radio de excavación =	15
-----------------------	----



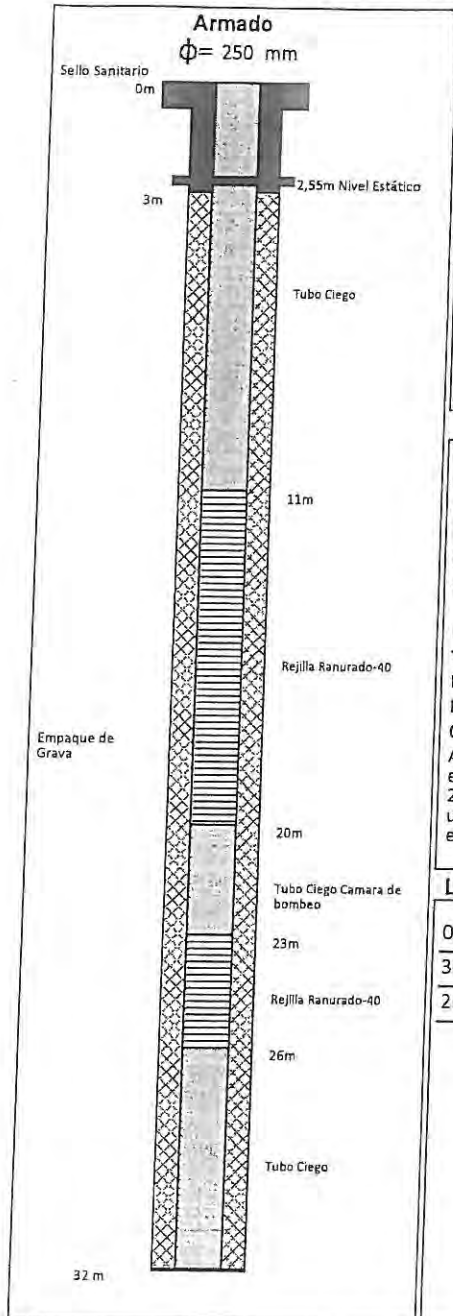


## ANEXO N° 3

### Reportes de perforación pozos SENARA



VALIDACIÓN: Informe generado por Perfil Visita el 16/02/2017. Nulo sin firma y sello de persona autorizada



**Ubicación**

Localidad: Davao de Matina, carretera a Barbilla  
 Coord: N 227023 - E 607610 Elev(m): 0 Sist: Lambert Norte  
 H/IGN: MATINA 3546 III Provincia: Limón  
 Propietario: Sistemas Periféricos AyA Cantón: Matina  
 Código: 07-05-02 Distrito: Batán

**Equipo de Perforación**

Maquinaria: 60 RL nº3 (antes 60RL1) Método: Percusión  
 Perforador: Luis Fernando Gómez Brenes Orden Costos:  
 Inicio: 13/09/2013 Final: 19/10/2013 Duración: 36 días

**Datos de Perforación**

	Diámetro (mm)	Longitud (m)
Perforación	400	32
Tubería	250	20
Rejilla	250	12
Ademe	400	0

**Datos Prueba de Bombeo**

Material	PVC	Fecha de prueba:	28/09/2016
Tiempo Desarrollo (h):	8	Potencia bomba (hp):	15
Desarrollo:		Profundidad bomba (m):	15
Pistón		Nivel estático (m):	2.55
Observaciones:		Nivel dinámico (m):	4.4
		Caudal prueba (l/s):	14.62
		Abatimiento (m):	1.85
		Coef.almacenamiento:	0
		Transmisividad (m2/día):	0
		Caudal rec. (l/s):	30
		Tiempo bombeo rec.(h):	20

A partir de la prueba efectuada el día 30-10-2013 el pozo se probó a un caudal de 12 l/s, empleando un equipo de bombeo de 10 HP. A partir de la prueba de bombeo efectuada el día 28 de setiembre del 2016, la UTP recomienda un caudal de extracción de 30 l/s, considerando un periodo de bombeo continuo de 20 h diarias. Durante la prueba el nivel dinámico tiende a estabilizarse. El equipo deberá de ser colocado a la profundidad de 21 m (cámara de bombeo).

**Litología**

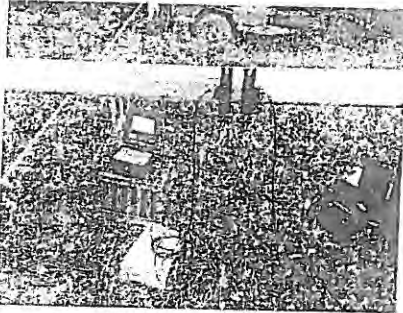
0-3 m	Arcillas café
3-26 m	Aluvion medio
26-32 m	Arcillas de coloración



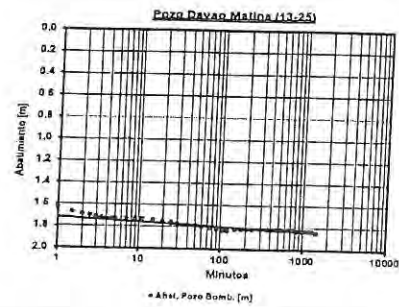
Tubería de descarga empleada con el propósito de evitar la inundación de la propiedad.



Prueba de bombeo efectuada, caudal de extracción 14.62 L/s, notese el agua cristalina.



Medición del caudal de extracción mediante el uso de caudalímetro, instalado en la tubería de descarga.



Comportamiento de los abatimientos durante el desarrollo de la prueba de bombeo a caudal constante, pozo 13-25.

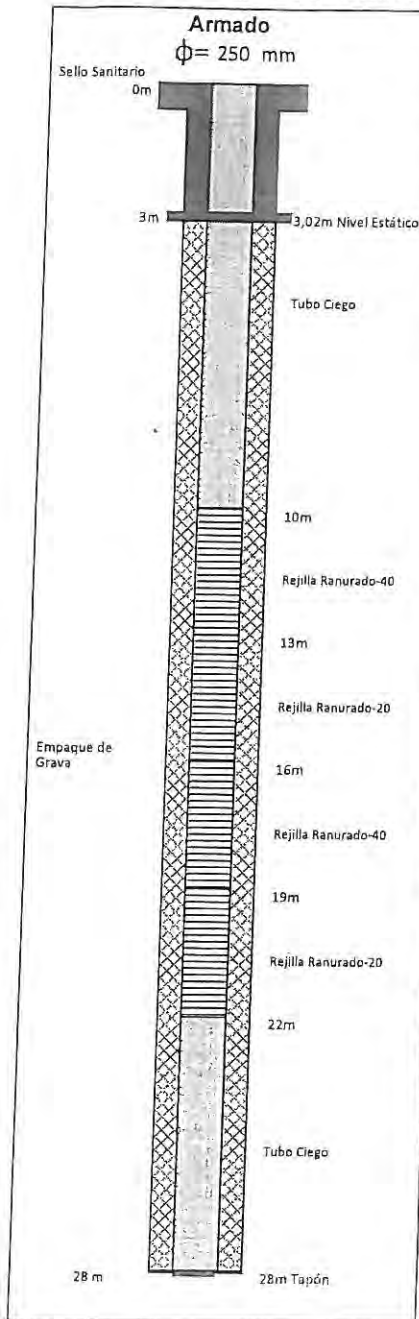
### Reportes de calidad de agua

No. Prueba	Tipo de prueba	No. Reporte	Fecha recolección muestra	Observaciones
1	Microbiológica	133657	22/09/2016	Según el resultado del análisis microbiológico (Reporte número 133657) no se registra la presencia de coliformes fecales, por lo tanto el agua es de calidad excelente siendo apta para consumo humano.
2	Físico-química	AyA-ID-09836-2016	29/09/2016	Por su parte los resultados del análisis físico-químico bajo las determinaciones efectuadas (Reporte AyA-ID-09836-2016) establecen que el agua es de calidad excelente, según los Criterios de Calidad para Potabilización en Aguas de Pozos y Nacientes LNA 2012.

Ver validación en página 1



VALIDACIÓN: Informe generado por Perfil Visita el 16/02/2017. Nulo sin firma y sello de persona autorizada



**Ubicación**

Localidad: Davao de Matina carretera a Barbilla  
 Coord: N 227091 - E 607612 Elev(m): 0 Sist: Lambert Norte  
 H/IGN: MATINA 3546 III Provincia: Limón  
 Propietario: Sistemas Periféricos AyA Cantón: Matina  
 Código: 07-05-02 Distrito: Batán

**Equipo de Perforación**

Maquinaria: 60 RL n°5 (antes 60L) Método: Percusión  
 Perforador: Luis Fernando Gómez Brenes Orden Costos:  
 Inicio: 30/06/2016 Final: 12/08/2016 Duración: 43 días

**Datos de Perforación**

**Datos Prueba de Bombeo**

	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Fecha de prueba:	21/09/2016
Perforación	400	28	Potencia bomba (hp):	15
Tubería	250	16	Profundidad bomba (m):	18
Rejilla	250	12	Nivel estático (m):	3.02
Ademe		28	Nivel dinámico (m):	3.65
			Caudal prueba (l/s):	18
			Abatimiento (m):	0.63
Material	PVC		Coef.almacenamiento:	0
Tiempo Desarrollo (h):		6	Transmisividad (m2/día):	0
Desarrollo:			Caudal rec. (l/s):	30
Pistón			Tiempo bombeo rec.(h):	20

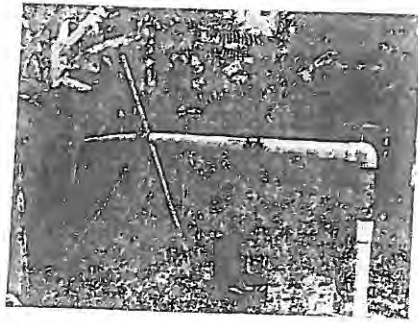
**Observaciones:**

El día 16-08-2012 el pozo es probado a un caudal de 10 l/s con un equipo de 7.5 HP. A partir de la prueba de bombeo efectuada el día 21 de setiembre del 2016, la UTP recomienda un caudal de extracción de 30 l/s considerando un abatimiento teórico de 1.25 m. La UTP recomienda un periodo de bombeo continuo de 20 horas diarias. Durante la visita de inspección se evidencia que el pozo presenta una profundidad de 21 m, debido a la existencia de un relleno de sedimentos en el fondo del pozo, por lo que la UTP procede a efectuar la limpieza del mismo. El equipo de bombeo deberá de ser instalado a la profundidad de 18 m.

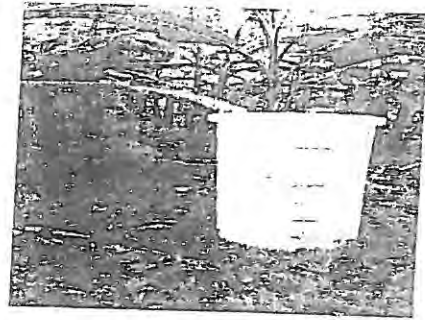
**Litología**

0-4 m	Arcillas de coloración café
4-14 m	Aluvión Medio
14-16 m	Arenas medias, material inconsolidado.
16-19 m	Aluvión Medio
19-22 m	Arenas medias, material inconsolidado.
22-28 m	Arcillas de coloración gris.

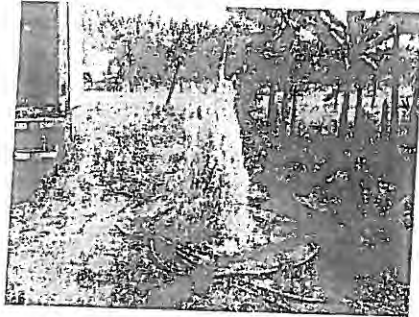
Imágenes



Desarrollo de la prueba de bombeo efectuada por la UTP entre los días 21 y 22 de setiembre del 2016.



Medición del caudal mediante el método volumétrico, caudal de prueba 18 L/s.



Limpieza del pozo mediante la inyección de aire comprimido, se logra extraer arena fina de coloración gris.



Comportamiento de los abatimientos durante el desarrollo de la prueba de bombeo efectuada al pozo 12-10.

Reportes de calidad de agua

No. Prueba	Tipo de prueba	No. Reporte	Fecha recolección muestra	Observaciones
1	Microbiológica	133496	22/09/2016	Según el resultado del análisis microbiológico (Reporte número 133496) se detecta una concentración de 7,4 coliformes fecales por cada 100 mL, por lo que se determina que el agua se de calidad regular.
2	Físico-química	AyA-ID-09554-2016	22/09/2016	Por su parte los resultados del análisis físico-químico bajo las determinaciones efectuadas (Reporte AyA-ID-09554-2016) establecen que el agua es de calidad buena, según los Criterios de Calidad para Potabilización en Aguas de Pozos y Nacientes LNA 2012.

Ver validación en página 1

# AGROPOZO S. A.

Sabanilla . Tel : 24-74-52

# REPORTE DE PERFORACION

PROPIETARIO Bananera Barbilla S.A	LOCALIZACION Bataan - Limón	COORDENADAS 228450 N MN - 32 608300 E
--------------------------------------	--------------------------------	--

PROFUNDIDAD M.	DESCRIPCION LITOLÓGICA	DETALLES CONSTRUCTIVOS	OBSERVACIONES
4	Arena fina y limos color gris	Brocal y sello de concreto . Tubo angravador 5 cms N.E : 1,17 metros	EQUIPO DE PERFORAR Bucyrus Erie 22-W
3.5	Limos y arcillas grises	Perforación 25 cms	SISTEMA DE PERFORACION 28 Feb - 6 Abril 1989
12	Arena muy gruesa		DURACION Percusión
14.5	Aluvión centimétrico con matriz arenosa	N.D : 18,20 m , T:7 hr Q:110 g.p.m	DESARROLLO Pistoneo hidráulico
20	Horizonte arenoso		DESINFECCION
21	Aluvión centimétrico		PRUEBA DE BOMBEO
22.5			EQUIPO Sumergible 7 1/2 H.P
24.5		Empaque de grava seleccionado	PROFUNDIDAD 34 metros
28	Gravilla milimétrica-centimétrica con matriz arenosa	Tubería de metal de 7x3/16" .	HORAS DE BOMBEO 7 horas
34	Arena muy gruesa-gravilla con poca matriz de arena medialimos		CAUDAL 6,9 lp.s/110 g.p.m
36			ABATIMIENTO TOTAL 17,03 metros
44	Gravilla milimétrica	Rejillas Johnson de 15 cms de diámetro, slot 20 de 42-48,2 m	RECUPERACION 99% en 20 minutos
45.3	Arena muy gruesa-gravilla con poca matriz de arena media limos .	Fondo tubería 50,3 m Fondo pozo 51 metros	CALIDAD DEL AGUA
52			SELLO SANITARIO concreto 2 metros

Nota : Perforación de 49-51 m: 175 mm

Geólogo  
Gerardo Soto  
Agropozo S.A  
Ing Rodolfo Aguilar I

## RECOMENDACIONES

CAUDAL	HORAS POR DIA	NIVEL DINAMICO MAXIMO
COLOCACION BOMBA	TUBERIA DESCARGA	PROF. ELECTRODO PARE
TIPO DE BOMBA	CAPACIDAD BOMBA	PROF. ELECTRODO ARRANQUE
MOTOR	CABLE ELECTRICO	

## EQUIPO INSTALADO



Exp: 13571

**AGROPOZO, S. A.**

DEPARTAMENTO DE AGUAS

Avenida 3, calle 40, San José Apdo. 936-1000 Tel. 23-0966, 33-5678

**SOLICITUD DE PERMISO PARA PERFORACIÓN DEL SUBSUELO**

Empresa perforadora peticionaria: **AGROPOZO S.A. APDO. 115-2070 SABANILLA** Tel. 24-7432 - Apdo. 115-2070  
URB. BUENOS AIRES N° 5  
SABANILLA, SAN JOSE, C

Perforación por cuenta de: COMPANIA BANANERA CARMEN S.A. - ZONA ADMINISTRATIVA

Dirección: SAN JOSE  
 Apartado: 4084-1000 San José Teléfono: 22-92-11 Céd. Jurídica: 3-101-10882-31

Propietario del terreno donde se perforará: idem  
 Dirección: idem

Apartado: idem Teléfono: idem Céd. Jurídica: idem

Dirección exacta de la finca: BATAAN

Lugar: BATAAN Distrito: 2 BATAAN Cantón: 5 MATINA Prov. 7 LIMON

Usos que se le dará al agua:

Doméstico     Industrial     Urbanístico  
 Abrevadero     Riego     Otro: \_\_\_\_\_

Nombre del acuífero u formación geológica que se pretende captar:  
**GRAVAS**

Caudal que se desea obtener: 5 l.p.s. (en litros por segundo)  
 Profundidad Programada: 50 - 70 m.  
 Diámetro de perforación: 250 mm.

Posible fecha de inicio: FEBRERO 1992 Sistema de Perforación: ROTACION  
 Posible fecha de terminación: FEBRERO 1992

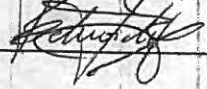
LOCALIZACION CARTOGRAFICA DEL POZO


Hoja: MATINA Número: 3546 III Latitud: 229.410 Longitud: 608.120

EN CASO DE CONTARSE CON ESTA INFORMACION FAVOR INDIQUELA:  
 POZOS Y MANANTIALES Y SUS CARACTERISTICAS EN UN RADIO DE 250 m. ALREDEDOR DEL SITIO PROPUESTO

PROPIETARIO	PROF.	N.E.	N.D.	Ø (mm)	Q (l/s)	DIST. REAL AL POZO PROPUESTO

CUAQUIER OTRA INFORMACION:  
**EL POZO SE CONSTRUIRA PARA ABASTECER LA ZONA ADMINISTRATIVA.**

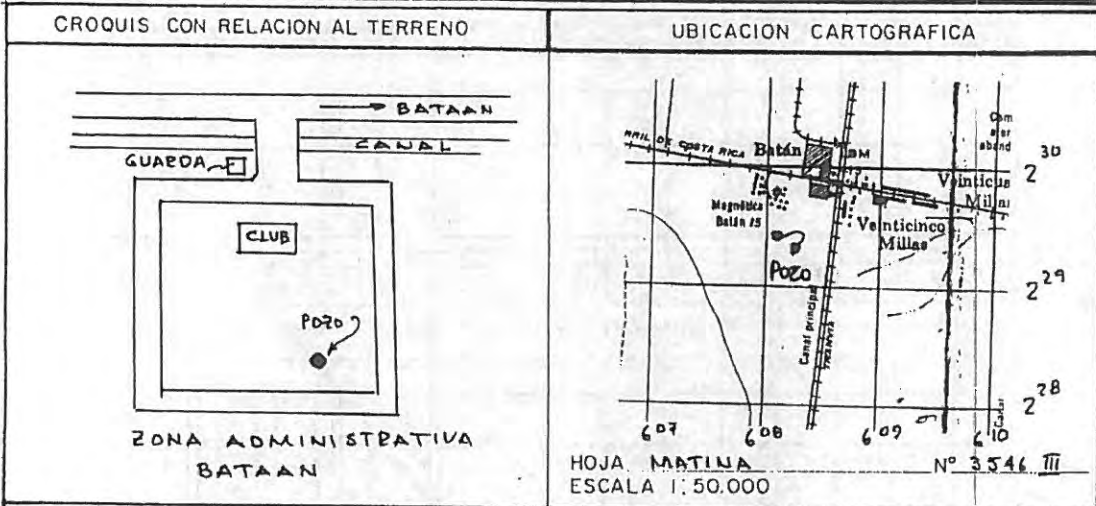
EDUARDO HERNANDEZ GARCIA      196        
 Nombre del Cargo Responsable      No. de Carné      Firma

Ing. Rodolfo Aguilar Ivankovich      1-658-860        
 Nombre del Representante de la Empresa      No. de Cédula      Firma

▶ PARA PRESENTAR ESTA SOLICITUD AL SNE, USTED DEBERA:

- 1) Llenar a máquina esta solicitud y sacarle tres fotocopias
- 2) Cancelar en la caja del SNE para los gastos administrativos la suma de c. \_\_\_\_\_
- 3) Adjuntar cuatro fotocopias del plano catastrado de la propiedad en que se efectuará la perforación u en su defecto un croquis con toda la información básica equivalente

<b>REPORTE - FINAL DE PERFORACION</b>		POZO N° MN-70
<b>AGROPOZO S.A.</b> TEL: 24-7452 FAX: 25-5997 APDO.: 115-2070, SAN JOSE, COSTA RICA.		HOJA 1 DE
PROPIETARIO <b>COMPANIA BANANERA CARMEN S.A.</b>		TEL. 22-9211 APDO. 4084-1000



USO QUE SE LE DARA AL AGUA <b>CONSUMO HUMANO</b>	METODO DE PERFORACION <b>PERCUSION</b>	EQUIPO DE PERFORACION <b>BUCHUS ERIE 22 W</b>
LA PERFORACION SE INICIO <b>15 ABRIL 1992</b>	LA PERFORACION CONCLUYO <b>15 MAYO 1992</b>	PERFORACION TOTAL DEL POZO <b>61.00 m.</b> metros

VARIACION DE NIVEL DE AGUA Y AVANCE DE LA PERFORACION		DESCRIPCION LITOLOGICA DETALLADA	
PROF(m)	NIVEL(m)	TRAMO(m)	DESCRIPCION
61.00	3.00	0- 2	SUELO
		2- 6	ARCILLA CAFE
		6- 15	GRAVA CON ARENA GRUESA LIMPIAS
		15- 25	ARCILLA GRIS
		25- 48	ARCILLA GRIS CON Poca GRAVA
		48- 54	ALUVION CON PUESTO POR GRAVAS GRUESAS, PIEDRAS Y ARENAS
		54- 61	ARCILLAS

CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS ENCONTRADAS

**SE CAPTO EL ESTRATO DE ALUVION PROFUNDO POR SUS MEJORES CONDICIONES DE PERMEABILIDAD.**

EL CAUDAL REPORTADO DEBE CONSIDERARSE COMO EL AFORO INICIAL DEL POZO. NO SE CONSIDERAN LOS EFECTOS DE LA EXPLOTACION CONTINUA NI DE LAS VARIACIONES ESTACIONALES DEL CICLO HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA.

REPORTE FINAL DE PERFORACION

POZO N°

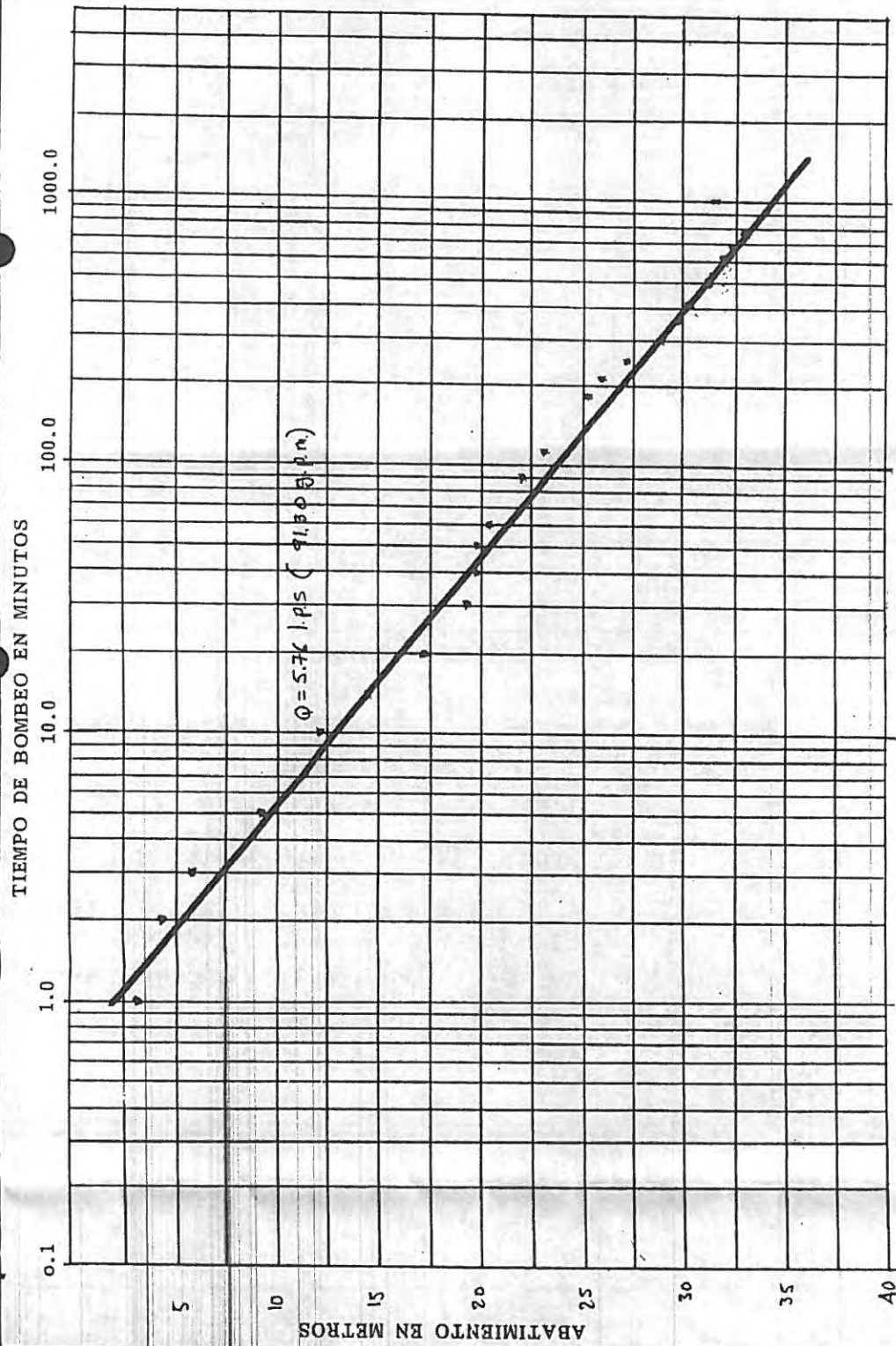
AGROPOZO S.A. TEL: 24 - 7452

HOJA 3 DE

FAX: 25 - 5997 APDO: 115 - 2070, SAN JOSE, COSTA RICA.

PROPIETARIO

TEL.  
APDO



GRAFICA TIEMPO - ABATIMIENTO

REPORTE FINAL DE PERFORACION		POZO N° MN-70
AGROPOZO S.A. TEL: 24-7452 FAX: 25-5957 APDO: 115-2070, SAN JOSE, COSTA RICA.		HOJA 4 DE
PROPIETARIO <b>COMPANIA BANANERA CARMEN S.A.</b>		TEL 22-9211 APDU 4084-1000

REPORTE PRUEBA DE BOMBEO

POZO CUADRANTE ZONA ADMINISTRAT UBICACION BATAAN  
 FECHA 14/5/92 NIVEL ESTATICO 3.08 m. PROF. 55 m.  
 EQUIPO USADO SUMERGIBLE 5 HP A UNA PROFUNDIDAD DE 44 m.  
 REFERENCIA +0.40 m. HECHO POR EDGAR SOLANO

HORA	TIEMPO MIN.	ABATIMIENTO			CAUDAL			OBSERVACIONES
		Δ INCREM	ACUM.	NIVEL	VOL. lit.	TIEMPO seg.	Q l.p.s	
	0			2.68				
	1	3.03	3.03					
	2	1.34	4.37		19	3.30	5.76	(91.30 g.p.m.)
	3	1.39	5.76					
	5	2.34	8.10					
	10	4.15	12.25					
	15	2.38	14.63					
	20	2.46	17.09		19	3.30	5.76	
	30	1.60	18.69					
	40	0.76	19.45					
	50	0.40	19.85					
	60	0.73	20.78					
	90	1.46	22.24		19	3.30	5.76	
	120	1.18	23.42					
	150	1.25	24.67					
	180	0.34	25.01					
	210	1.50	26.51					
	240	0.95	27.46		19	3.30	5.76	
	270	0.63	28.09					
	300	0.65	28.74					
	330	0.22	28.96					
	360	0.60	29.56					
	390	0.96	30.52					
	420	0.40	30.92		19	3.30	5.76	
	480	0.35	31.27					

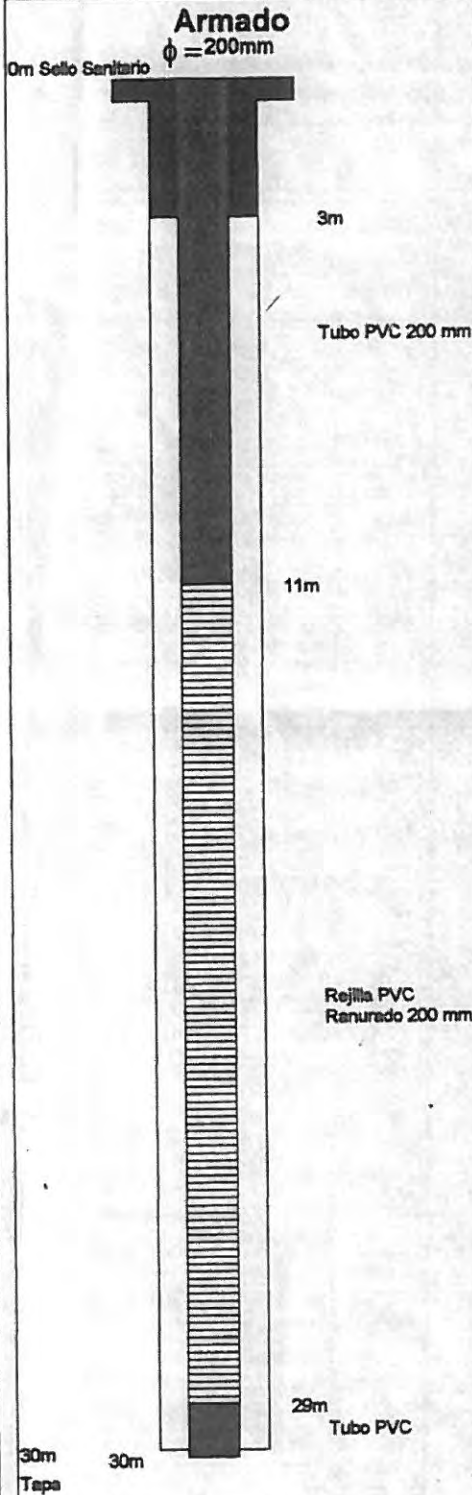




Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Dirección de Obras Rurales  
Departamento de Aguas Subterráneas

Localidad **Pozo N° 93-24**  
DAVAO DE BATAN

MN 98 en base



### Ubicación

Coordenadas X (long): 609.4 - Y (lat): 226.9 Código 07-05-03  
HIGN MATINA Provincia Limón  
Elevación 120 msnm Cantón Matina  
Propietario Distrito Carrandi  
Informe año 1993 / Pag 24

### Equipo de Perforación

Maquinaria 22 W n°1 Método Percusión  
Perforador Bayardo Ramírez Duración 24 Días  
Fecha Inicio 09/11/1993 Fecha Final 03/12/1993

### Datos de Perforación

	Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Materiales	
Perforación	300	30	Tubería	PVC
Tubería	200	30	Rejilla	PVC
Rejilla	200	18		
Ademe	0	0		
Tipo de Rejilla	Puente			
Tipo de Abertura (slot)				
Desarrollo	No			
Tiempo Desarrollo	0 hrs		Prueba de Bombeo	
Observaciones:			Nivel Dinámico	5.2 m
			Nivel Estático	2.58 m
			Caudal Prueba	20 l/s
			Potencia Bomba	20 hp
			Profundidad Bomba	20 m
			Duración	24 hrs
			Fecha Prueba	26/01/1994

### Litología

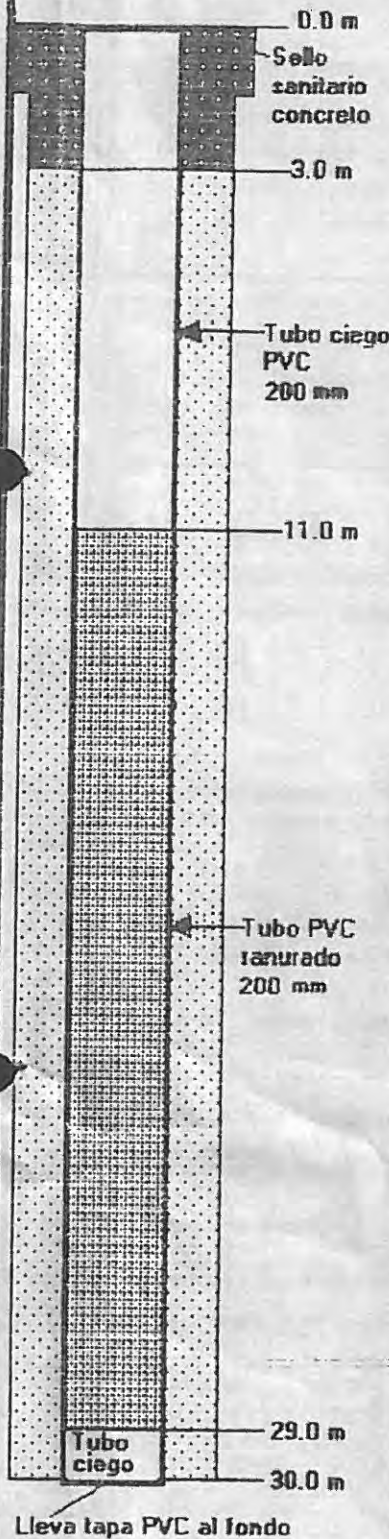
- 0-17m. Arcilla, color marrón, aparenta ser toba, con cristales de fragmentos meteorizados.
- 17-22m. Lava, sana, gris oscura, muchos cristales, permeabilidad media.
- 22-25m. Granos meteorizados, posiblemente corresponda a parte interior de areniscas, permeabilidad alta.
- 25-30m. Arenisca, sana con grumos de basalto, macozo y otros rojos. Permeabilidad media.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
División de Obras por Administración  
Departamento de Pozos

Pozo #: *MN 98*

Propietario:

Localidad: Davao de Batan



Litología	
0-17 m:	Arcilla, color marrón, aparenta ser toba, con cristales de fragmentos meteorizados.
17-22 m:	Lava, sana, gris oscura, muchos cristales, permeabilidad media.
22-25 m:	Granos meteorizados, posiblemente correspondan a parte interior de areniscas, permeabilidad alta.
25-30 m:	Arenisca, sana con grumos de basalto, macizo u otros rojos. Permeabilidad media.

Datos Generales	
<b>Ubicación</b>	
Provincia:	Limón
Cantón:	Matina
Distrito:	Carrandi
H/IGN:	Matina
Coordenadas:	609.4/226.9
<b>Orden de trabajo</b>	
N° de Orden:	
Código:	7-05-03
<b>Prueba de bombeo</b>	
Fecha de prueba:	26/1/94
Profundidad de colocación de la bomba:	19.5 m
Potencia de bomba:	20 HP
Nivel estático:	2.58 m
Nivel dinámico:	5.20 m
Caudal de prueba:	20 l/s
Duración de prueba:	24 horas
<b>Observaciones</b>	

Datos de perforación	
<b>Diámetro</b>	
Diám. perforación:	300 mm
Diám. armado:	200 mm
Diám. rejilla:	200 mm
<b>Longitud</b>	
Perforación:	30.0 m
Armado:	30.0 m
Rejilla:	18.0 m
<b>Material del ademe</b>	
<input type="checkbox"/> Acero	<input type="checkbox"/> P.V.C.
<input type="checkbox"/> Otro:	
<b>Material de la rejilla</b>	
<input type="checkbox"/> H.G.	<input type="checkbox"/> A.I.
<input checked="" type="checkbox"/> P.V.C.	
<input type="checkbox"/> Otro:	
<b>Tipo de rejilla</b>	
<input type="checkbox"/> Continua	
<input type="checkbox"/> Celosía	
<input type="checkbox"/> Puente	
<input checked="" type="checkbox"/> Ranurado	
<input type="checkbox"/> Telescópica	
<input type="checkbox"/> P:	
<b>Desarrollo</b>	
<input type="checkbox"/> Pistón	
<input type="checkbox"/> Neumático	
<input type="checkbox"/> Otro	
Tiempo de bombeo ___ horas	
<b>Maquinaria</b>	
Equipo: 22 W No. 1	
<b>Método de Perforación</b>	
Percusión	
<b>Perforador</b>	
Bayardo Ramírez Brion	
<b>Tiempo de ejecución</b>	
Inicio: 9/11/93	Final: 3/12/93

*OK*

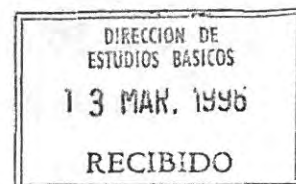
# **INFORME FINAL**

**POZO #MN-101**

**PERFORADO POR:**

**PERFORACIONES FONT S.A**

**SOLICITADO POR:**



**ORVILLE POTTINGER THOMAS**

**SETIEMBRE 95**

<b>PERFORACIONES FONT S.A.</b>
<b>TEL 257-85-48 257-99-41</b>

## 1º INTRODUCCION:

El pozo \*MN-101 fue perforado por la empresa Perforaciones Font S.A. en un terreno localizado en Ramal Siete, del distrito Batán, Cantón de Matina, Provincia de Limón.

Dicho pozo se ubica en las coordenadas, latitud 228.950 y longitud 609.700, de la hoja topográfica Matina, escala 1:50.000 del I.G.N. (ver fig. 1).

El objetivo básico de la perforación, es el de captar las aguas subterráneas, que se encuentran en los aluviones de la zona.

El pozo en mención, fue perforado a solicitud del señor Orville Pottinger Thomas, para ser usado con fines domésticos en su propiedad.

## 2º OPERACIONES DE PERFORACION:

La perforación se inició el día 20 de setiembre de 1.995 y se concluyó el día 24 de setiembre de 1.995, alcanzándose una profundidad total de 56.50 metros. El pozo se perforó con una máquina SCRAMM, del sistema de rotación directa. El agujero se perforó en un diámetro de 254 mm de diámetro (10 pulgadas).

El pozo se limpió durante 7 horas, quedando el agua limpia y clara.

Durante esta operación, posiblemente por diferencias de presión, pues teníamos arcillas arriba y abajo del aluvión, se pudo haber colapsado el tubo PVC ranurado, provocando la entrada de la grava a la tubería, cubriendo esta la totalidad del tubo PVC ranurado.

## 2º OPERACIONES DE PERFORACION:

La perforación se inició el día 20 de setiembre de 1.995 y se concluyó el día 24 de setiembre de 1.995, alcanzándose una profundidad total de 56.50 metros. El pozo se perforó con una máquina SCRAMM, del sistema de rotación directa. El agujero se perforó en un diámetro de 254 mm de diámetro (10 pulgadas).

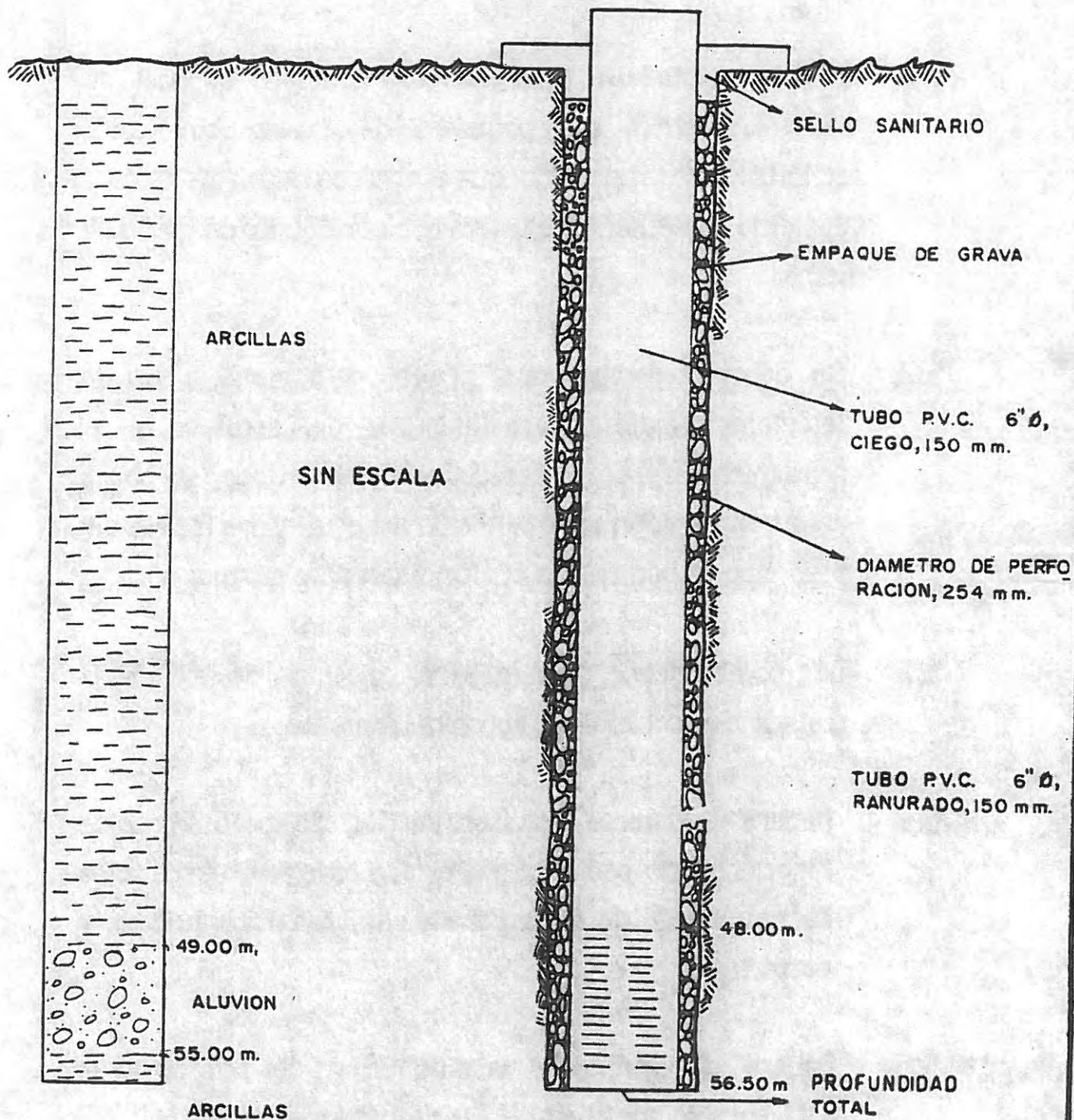
El pozo se limpió durante 7 horas, quedando el agua limpia y clara.

Durante esta operación, posiblemente por diferencias de presión, pues teníamos arcillas arriba y abajo del aluvión, se pudo haber colapsado el tubo PVC ranurado, provocando la entrada de la grava a la tubería, cubriendo esta la totalidad del tubo PVC ranurado.

# POZO

LITOLOGIA

ARMADO



CONTENIDO

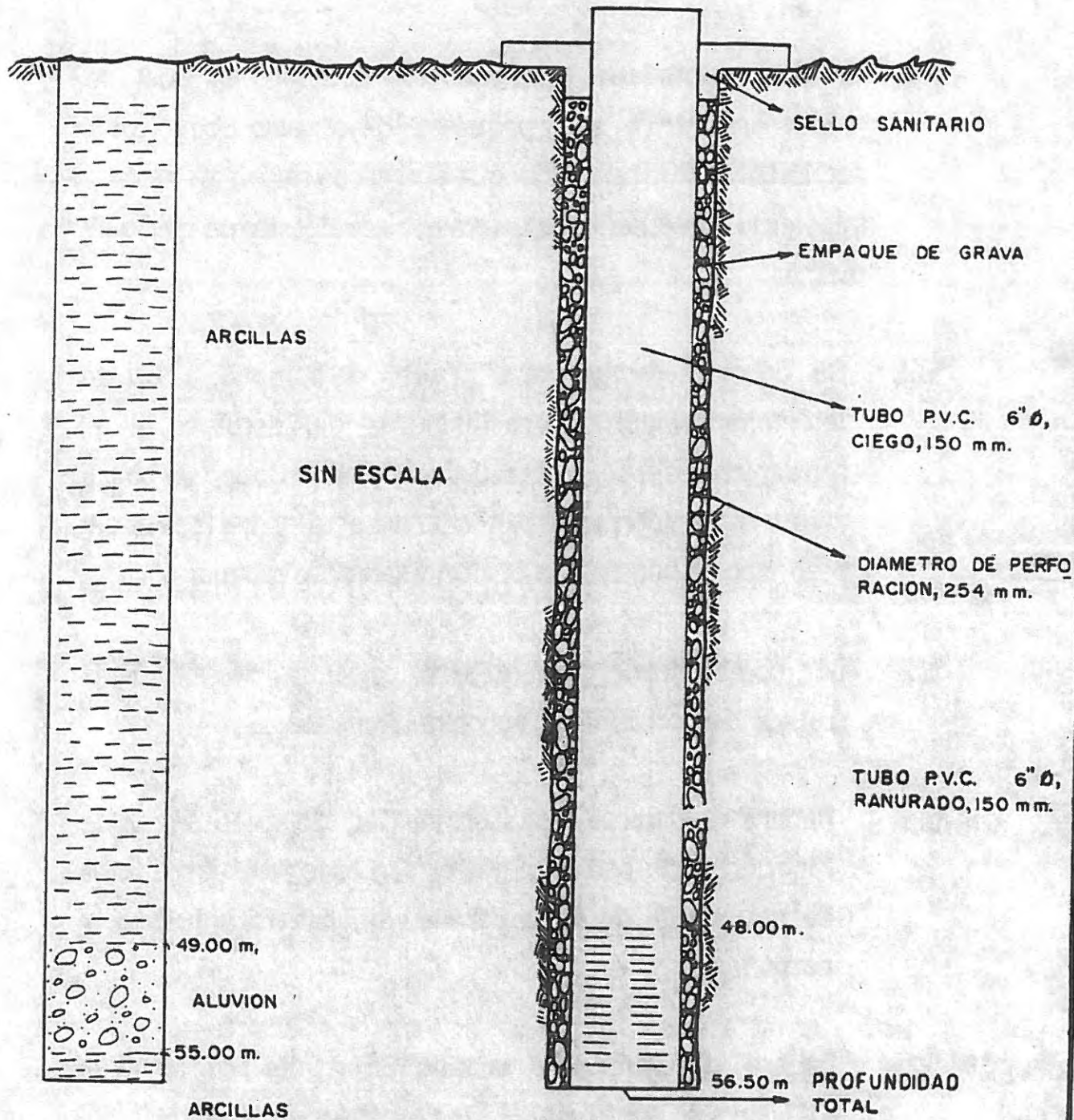
ARMADO DE POZO

PREPARO	FECHA	FIGURA
R.CHAVEZ C.	SET. 1995	2 / 1

# POZO

LITOLOGIA

ARMADO



CONTENIDO

ARMADO DE POZO

PREPARO	FECHA	FIGURA
R.CHAVEZ C.	SET. 1995	2 / 1

### **3º COLUMNA LITOLÓGICA:**

La descripción litoestratigráfica se muestran a continuación:

0.00 - 49.00 metros Arcilla gris verdosa, plástica.  
P.A. = Muy baja

49.00-55.00 metros Aluvión grueso  
P.A. = Muy Alta

55.00-56.50 metros Arcillas plásticas  
P.A. = Muy Baja

**P.A. = Permeabilidad Aparente**

### **3º COLUMNA LITOLÓGICA:**

La descripción litoestratigráfica se muestran a continuación:

**0.00 - 49.00 metros    Arcilla gris verdosa, plástica.  
P.A.= Muy baja**

**49.00-55.00 metros    Aluvión grueso  
P.A.= Muy Alta**

**55.00-56.50 metros    Arcillas plásticas  
P.A.= Muy Baja**

**P.A.= Permeabilidad Aparente**

<b>REPORTE DE PERFORACION</b> Pagina 1		Empresa perforadora: <b>GEOZENTRUM S.A.</b>
Pozo Numero: MN-137	Bitácora No CGCR: 5412-09	<b>UBICACIÓN CARTOGRAFICA</b>
		Hoja: MATINA No: 3546 III Escala: 1:50000 Latitud: 224.483 Longitud: 608.235

Propietario: <b>OLEAGINOSAS INTEGRADAS DE LIMÓN S.A.</b>		
Usó que se dará al agua: Doméstico-Industrial	Método de perforación: Rotación con aire y lodos	Equipo de perforación: Schramm T 64 HB
Inicio de perforación: 20/11/09	Final de perforación: 22/11/09	Profundidad total: 25 metros

VARIACION DE NIVEL DE AGUA Y AVANCE DE LA PERFORACION:		DESCRIPCION LITOLOGICA DETALLADA	
Prof.(m) :	Nivel(m):	Tramo (m):	Descripción:
12	Sin nivel	0-9	Suelo arcilloso anaranjado lahares
16	Con nivel	9-22	Conglomerados de Fm Suretka
16	25	22-25	

**SENARA**  
RECEPCION  
02 MAR. 2010  
RECIBIDO POR *[Signature]*  
9:25 am

**CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS ENCONTRADAS**

Acuífero freático, en lahares asociados a la Fm. Suretka;  
Pozo perforado en estación lluviosa, noviembre del 2009.

**INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL**  
DEPTO. DE AGUAS  
COSTA RICA  
MAR 10 2010

*[Signature]*

LITOLOGIA		DETALLES CONSTRUCTIVOS			OTROS DETALLES	
Suelo Arcilloso anaranjado	//////////	M			DIAMETRO PERFORACION	SELLO SANITARIO
	//////////		0	0	214 mm	Tipo:Cemento 210
	//////////		0	0		Prof: 5 metros
	//////////		0	0	DIAMETRO DE ADEME:	DESARROLLO
	//////////	9	0	0	127mm	Tipo: Aire
	//////////		0	0		Horas: 3
	00.00.00.		0	0	ADEME	DESINFECCION;
	.o0.o0.o0.		0	0	CIEGO PVC	Cloro
	o.0o.0o.0.		0	0	SDR 26	CALIDAD DEL AGUA: Buena
Lahares	00.00.00.		0	0	DE: 0 a 15 m	LODOS/ADITIVOS
	.o0.o0.o0.		0	0		Usados: Bentonita
	o.0o.0o.0.		0	0	ADEME	PRUEBA DE BOMBEO
	00.00.00.		0	0	RANURADO	
	.o0.o0.o0.	15	0	0	PVC SDR 26	Equipo:Bomba jet
	o.0o.0o.0.		0	0	DE: 15 a 25 m	Profundidad: 24 m
	00.00.00.		0	0	Nivel estático:	Fecha: 23/11/09
	.o0.o0.o0.		0	0	16.05 metros	Caudal: 0.25 l/s
	o.0o.0o.0.		0	0		Nivel Inicial:16.05 m
	00.00.00.		0	0	Nivel dinámico:	Nivel Final: 22.30 m
	.o0.o0.o0.		0	0	22.30 no estable	¿Estabilizado? NO
Formación Suretka Conglomerados	00.00.00.		0	0	Empaque de graya con diámetro de 1 a 1.5 mm	Tiempo recuperación 120 minutos
	.o0.o0.o0.	22	0	0		% recuperación: 90%
	o.0o.0o.0.		0	0		Transm 2.55 m <sup>2</sup> /día
	00.00.00.		0	0		Capacidad esp.
	.o0.o0.o0.		0	0		0.04 l/s/m
	o.0o.0o.0.		0	0		
	00.00.00.		0	0		
	.o0.o0.o0.		0	0		
	o.0o.0o.0.		0	0		
	00.00.00.	25	0	0		

**RECOMENDACIONES**

Bomba: sumergible Capacidad: 0.25l/s Profundidad: 24 m Motor: 1 hp tipo jet  
Tubería descarga: 25mm

**EXPLORACION**

Caudal en litros por segundo: 0.25 l/s Horas diarias: un bombeo de 3 h y 2 de descanso para recuperación Nivel de bombeo máximo: 24

**EXPLORACION**

De conformidad con la Ley de Aguas #276, deberá el propietario del pozo solicitar la respectiva concesión de aprovechamiento de aguas ante el Departamento de Aguas del MINAE

SUPERVISO: GEOL. Luis Felipe León P.

Representante de la empresa:  
Luis Felipe León Pinzón

Firma:

Fecha: 25/11/09

Carne: 198

Firma:

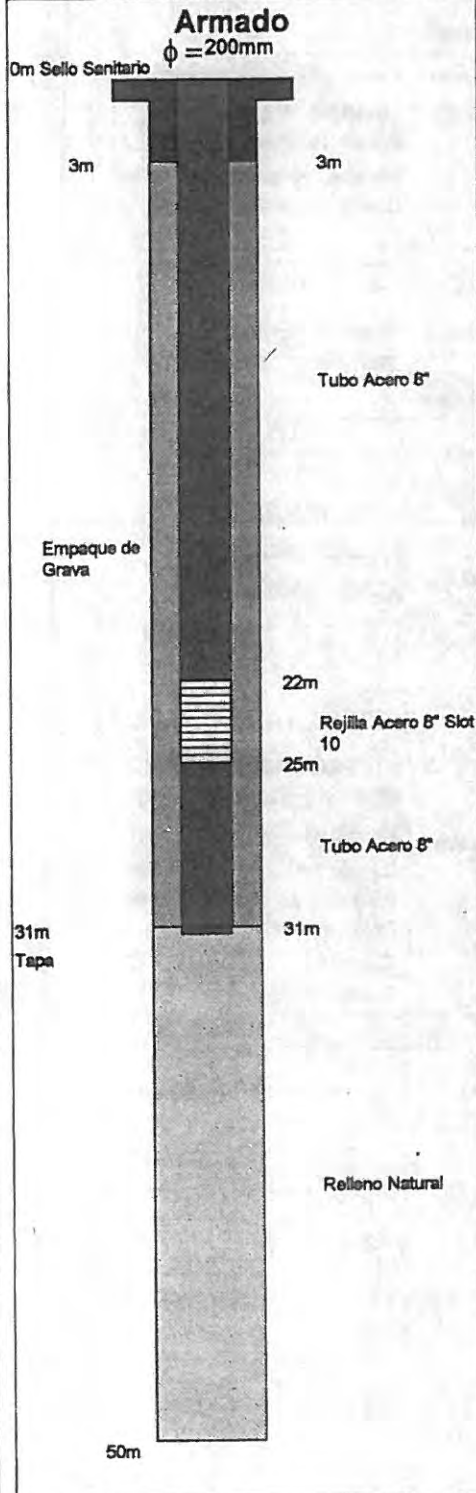
Fecha: 25/11/09

Cedula: 11700000096



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Dirección de Obras Rurales  
Departamento de Aguas Subterráneas

Pozo N° 02-08  
Localidad Santa Marta de Luzón



### Ubicación

Coordenadas X (long): 609.3 - Y (lat): 228.8 Código 07-05-01  
H/IGN MATINA Provincia Limón  
Elevación 0 msnm Cantón Matina  
Propietario AYA Distrito Matina  
Informe año 2002 / Pag 0

### Equipo de Perforación

Maquinaria 60 RL n°3 (antes 60RL1) Método Percusión  
Perforador Marcos Cascante Duración 57 Días  
Fecha Inicio 19/02/2002 Fecha Final 17/04/2002

### Datos de Perforación

	Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Materiales	
Perforación	300	50	Tubería	Acero
Tubería	200	28	Rejilla	Acero
Rejilla	200	3		
Ademe	300	0		
Tipo de Rejilla	Continua			
Tipo de Abertura (slot)	10			
Desarrollo	Piston			
Tiempo Desarrollo	8 hrs			
Observaciones:	No se ha realizado la prueba de bombeo.			
	Prueba de Bombeo			
	Nivel Dinámico	0	m	
	Nivel Estático	0	m	
	Caudal Prueba	0	l/s	
	Potencia Bomba	0	hp	
	Profundidad Bomba	0	m	
	Duración	0	hrs	
	Fecha Prueba			

### Litología

0-5m. Arcilla gris oscura con material organico  
5-20m. Material arcilloso plástico gris oscuro  
20-22m. Arenas muy finas  
22-24m. Arenas gruesas  
24-30m. Arenas finas  
30-36m. Material arcilloso con materia organica  
36-48m. Material arcilloso  
48-49m. Gravas en matriz arcillosa  
49-50m. Lavas densas negras muy arenas



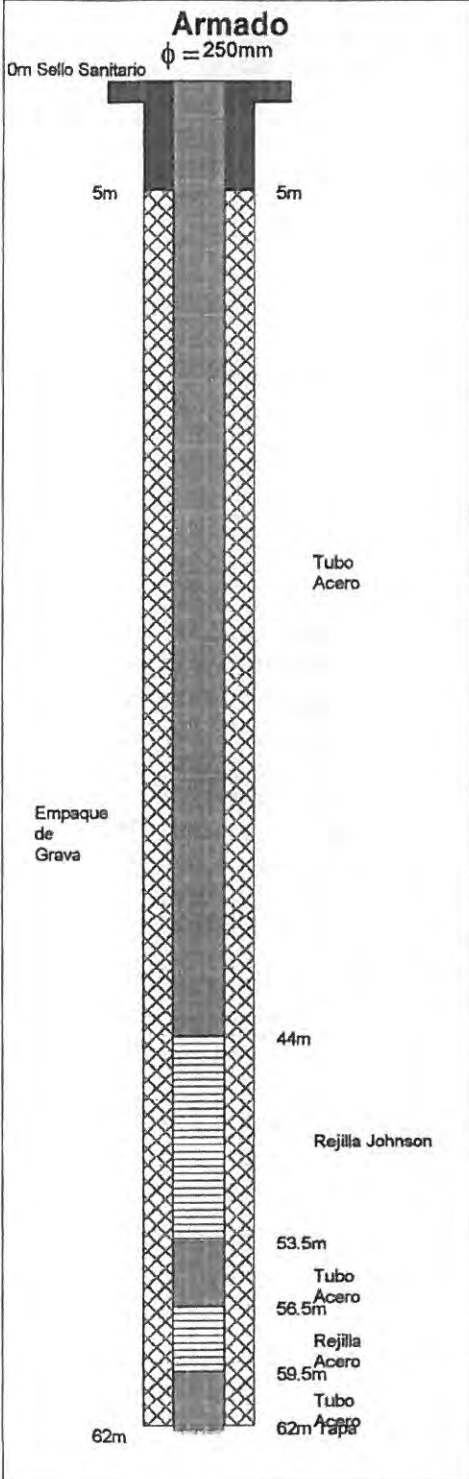
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
 Dirección de Obras Rurales  
 Departamento de Aguas Subterráneas

Pozo N° 93-53

Localidad Davao de Batán #4

EB

M11-129



**Ubicación**

Coordenadas X (long): 608.6 - Y (lat): 226.75 Código 07-05-02  
 H/IGN MATINA Provincia Limón  
 Elevación 0 msnm Cantón Matina  
 Propietario ICAA Distrito Batán  
 Informe año 1993 / Pag 0

**Equipo de Perforación**

Maquinaria 60 RL n°3 (antes 60RL1) Método Percusión  
 Perforador Sergio Pizarro Duración Días  
 Fecha Inicio Fecha Final

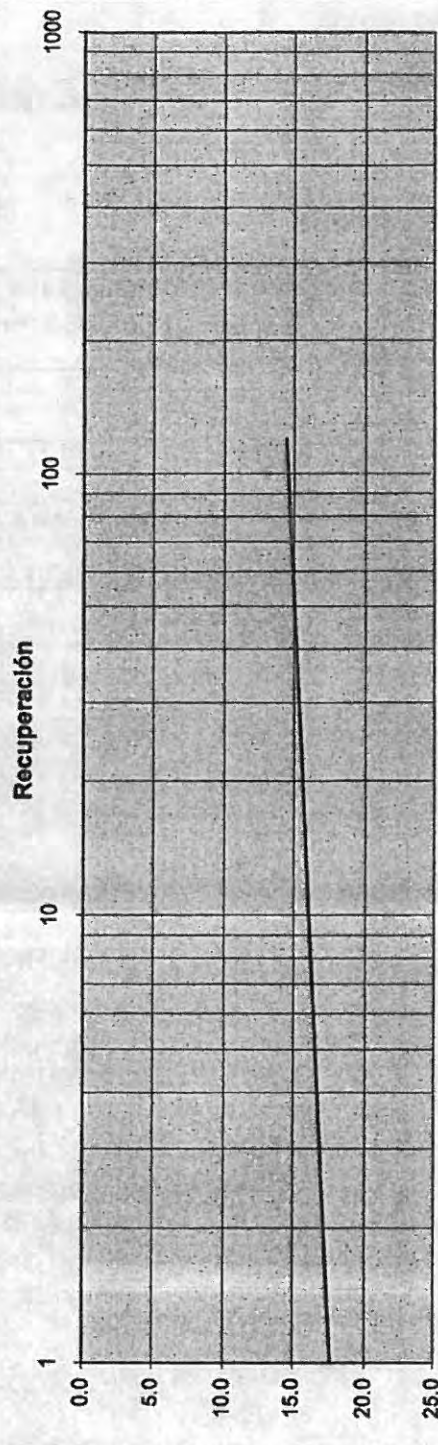
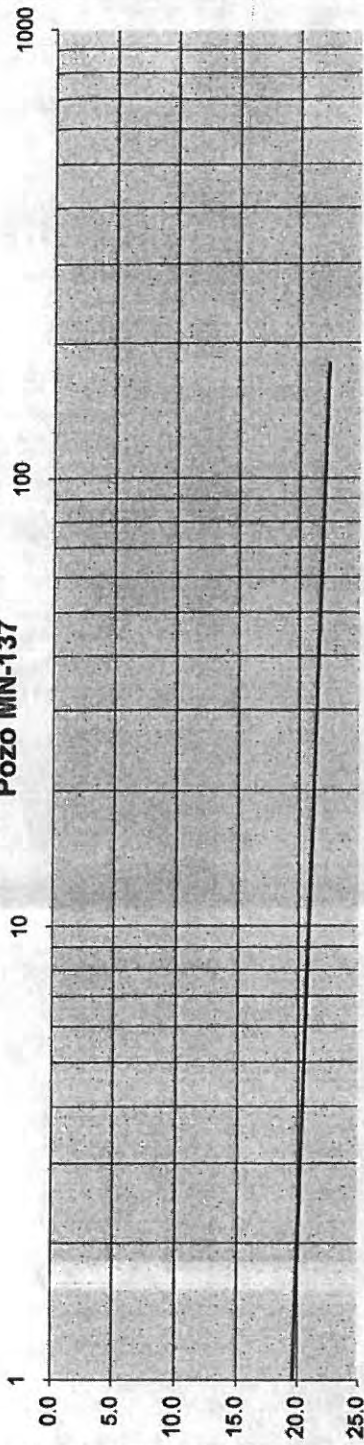
**Datos de Perforación**

	Diámetros (mm)	Longitudes (m)	Materiales	
Perforación	300	62	Tubería	Acero
Tubería	250	50	Rejilla	Acero
Rejilla	250	12		
Ademe	300	0		
Tipo de Rejilla	Continua			
Tipo de Abertura (slot)	60			
Desarrollo				
Tiempo Desarrollo	0 hrs		Prueba de Bombeo	
Observaciones:	No tiene prueba de bombeo ni registro litológico		Nivel Dinámico	0 m
			Nivel Estático	0 m
			Caudal Prueba	0 l/s
			Potencia Bomba	0 hp
			Profundidad Bomba	0 m
			Duración	0 hrs
			Fecha Prueba	

**Litología**

# PRUEBA DE BOMBEO

Prueba de Bombeo: Oleaginosas Integradas de Limon  
Pozo MN-137



Prueba de bombeo		
POZO MN-137		
Tiempo		
Prueba de bombeo	Recuperación	
Tiempo	Nivel	Rec.
0.00	16.1	0.00
1.00	19.6	1.00
2.00	20.0	2.00
6.00	20.5	6.00
8.00	20.7	8.00
10.00	20.8	10.00
15.00	21.0	15.00
20.00	21.2	20.00
25.00	21.3	25.00
30.00	21.4	30.00
40.00	21.5	40.00
50.00	21.6	50.00
60.00	21.7	60.00
70.00	21.8	70.00
80.00	21.9	80.00
90.00	21.9	90.00
120.00	22.1	120.00
150.00	22.2	
180.00	22.3	

Caudal	T=	2.55 m <sup>3</sup> /día	T=Transibvidad
0.25 l/s	C=	0.04 l/s/m	C=Capacidad específica
21.6 m <sup>3</sup> /día	DS=	1.55 m	

*J. Lindo*  
Geólogo Luis Felipe León P.  
Colegiado # 198

**Laboratorio**

QUIMICO - CLINICO  
 DRA. MARTA I. SANCHEZ M.  
 DR. JUAN CARLOS ROJAS C.  
 U.C.R.

**SAN MARTIN***Experiencia y Tecnología a su servicio*

www.laboratoriosanmartin.com  
 R01-PGDT-00

### Informe de Análisis de Agua Potable Resultado de Análisis Microbiológico

<b>Cliente:</b> Oleaginosas Integrados de Limón S.A..	<b>Código del informe:</b> L035-261109-02
<b>Muestreado por:</b> Sr. Camilo León, Personal de Geozentrum	<b>Fecha del muestreo:</b> 24-11-09
<b>Ubicación:</b> Limón, San Miguel, Matina, Limón	<b>Fecha de recepción:</b> 24-11-09
	<b>Fecha de reporte:</b> 26-11-09

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín # AR SSEM-GA-062-05 dado el 10 - 03 - 2005, vence el 10 - 03 - 2010.

Metodología de análisis: "Standard Methods for the examination of water and waste water", 21<sup>th</sup> Ed, 2005.  
 Especificaciones al dorso

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (\*).  
 Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA [http://www.eca.or.cr/acr\\_lab.php](http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código de la muestra LSM	Lugar de muestreo	N.M.P. / *(Coliformes Totales / 100 mL)	N.M.P. / *(Coliformes Termotolerantes / 100 mL)	N.M.P. / *E.coli / 100 mL)
50017	Agua tomada del Pozo MN - 137	Negativo	Negativo	Negativo


**Observaciones:**

Para interpretación de resultados consultar el Reglamento para La Calidad del Agua Potable (Decreto N° 32327-S).  
 Métodos empleados: Los indicados en el Decreto N° 25018-MEIC.

N.M.P. = número mas probable

Negativo = menor al límite de cuantificación (Agua Clorada < 1,1 Agua No Clorada < 1,8)

Plan de Muestreo: según el MTDT-01 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de aguas)

  
 Dr. Juan Carlos Rojas Carrión  
 N° Colegio 488

Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio San Martín.

**Control de los registros del sistema:**

Solicitud de cambio N°: SAC - 2009 - 003	Elaborado por: Gerente Técnico	Aprobado por: Gerente de Calidad	Fecha de aprobación 21 Agosto 2008	Rige a partir de 31 Agosto 2009	Versión 8	Página: 1 de 1
---	-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------	-------------------

Calle 1 y 3, Av. 10, 300 mts. Sur del Banco Popular y 25 mts. Este, frente a Oficinas Star Line  
 Tels.: Of. 2222-3635 / 2258-3361 • Hab.: 2272-1625 • Telefax: 2222-2486

Referencia

Ensayo	Método	Límites de Análisis
Coliformes Totales	Método 9221 A-B-C-E.	Min. Agua Clorada 1.1 N.M.P/100ml. Min. Agua No Clorada 1.8 N.M.P/100ml.
Coliformes Fecales	Método 9221 A-B-C-E.	Min. Agua Clorada 1.1 N.M.P/100ml. Min. Agua No Clorada 1.8 N.M.P/100ml.
Enterococcus	Método 9230 B.	Min. 1.8 N.M.P/100ml.
Eschericia Coli.	Método 9221 A-B-C-E.	Min. Agua Clorada 1.1 N.M.P/100ml. Min. Agua No Clorada 1.8 N.M.P/100ml.
Pseudomonas aeruginosa	Método 9213 F.	Min. 1.8 N.M.P/100ml.
Recuento Total	Método 9215 A.	Min. 1.1 U.F.C/ml.
Staphylococcus Aureus	Método 9213 B.	Min. 1.8 N.M.P/100mL.

Referencia

Ensayo	Método	Limites de Análisis
Coliformes Totales	Método 9221 A-B-C-E.	Min. Agua Clorada 1.1 N.M.P/100ml Min. Agua No Clorada 1.8 N.M.P/100ml
Coliformes Fecales	Método 9221 A-B-C-E.	Min. Agua Clorada 1.1 N.M.P/100ml Min. Agua No Clorada 1.8 N.M.P/100ml
Enterococcus	Método 9230 B.	Min. Agua No Clorada 1.8 N.M.P/100ml Min. 1.8 N.M.P/100ml
Eschericia Coli.	Método 9221 A-B-C-E.	Min. Agua Clorada 1.1 N.M.P/100ml Min. Agua No Clorada 1.8 N.M.P/100ml
Pseudomonas aeruginosa	Método 9213 F.	Min. Agua No Clorada 1.8 N.M.P/100ml Min. 1.8 N.M.P/100ml
Recuento Total	Método 9215 A.	Min. 1.1 U.F.C/ml
Staphylococcus Aureus	Método 9213 B.	Min. 1.8 N.M.P/100mL

Referencia

Ensayo	Método	Limites de Análisis
Alcalinidad a la Fenolftaleína	Método 2320 B.	> 10mg/L
Alcalinidad Total	Método 2320 B.	> 10mg/L
Bromuro	Método 4110 B.	L.D. = 0,2mg/L L.C. = 0,5mg/L
Calcio	Método 3111 B.	L.D. = 0,14mg/L L.C. = 0,22mg/L
Cloruro	Método 4110 B.	L.D. = 0,4mg/L L.C. = 0,8mg/L
Cloruro	Método 4500-Cl C.	> 0,4mg/L
Cobre	Método 3111 B.	L.D. = 0,04mg/L L.C. = 0,08mg/L
Color	Método 2120 B.	(0-500) UPT-Co
Conductividad	Método 2510 B.	1 $\mu$ S/cm a 199,9 mS/cm
Fluoruro	Método 4110 B.	L.D. = 0,08mg/L L.C. = 0,1mg/L
Fosfato	Método 4110 B.	L.D. = 0,5mg/L L.C. = 0,8mg/L
Hierro	Método 3111 B.	L.D. = 0,04mg/L L.C. = 0,08mg/L
Magnesio	Método 3111 B.	L.D. = 0,013mg/L L.C. = 0,026mg/L
Nitrato	Método 4110 B.	L.D. = 0,3mg/L L.C. = 0,5mg/L
Nitrato	Método 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E.	L.D. = 0,03mg/L L.C. = 0,15mg/L
Nitrato	Método 4110 B.	L.D. = 0,4mg/L L.C. = 0,7mg/L
Olor	Método 2150 B.	No aplica
pH	Método 4500-H <sup>+</sup> B.	1-14
Potasio	Método 3111 B.	L.D. = 0,1mg/L L.C. = 0,2mg/L
Sabor	Método 2160 B.	No aplica
Sodio	Método 3111 B.	L.D. = 0,3mg/L L.C. = 0,5mg/L
Sólidos Totales	Método 2540 B.	> 10mg/L
Sólidos Totales Disueltos	Método 2540 C.	> 10mg/L
Sulfato	Método 4110 B.	L.D. = 0,3mg/L L.C. = 0,7mg/L
Turbiedad	Método 2130 B.	(0-999) U.N.T.

N° 32327 MINAE - S  
Reglamento para la Calidad de Agua Potable

ANEXO 1

CUADRO 1. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

PRIMER NIVEL DE CONTROL - N1

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máximo Admisible
Coliforme fecal	NMP/100 mL o UFC/100 mL	Ausente	Ausente
Escherichia coli <sup>a</sup>	NMP/100 mL o UFC/100 mL	Ausente	Ausente
Color aparente	mg/L (U - Pt-Co)	5	15 b
Turbiedad	UNT	<1	5 b
Olor	—	Debe ser aceptable	Debe ser aceptable
Sabor	—	Debe ser aceptable	Debe ser aceptable
Temperatura	°C	18	30
pH <sup>c</sup>	Valor pH	6,5	8,5
Conductividad	μS/cm	400	
Cloro Residual Libre	mg/L	0,3	0,6
Cloro Residual Combinado	mg/L	1,0	1,8

CUADRO 2. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

SEGUNDO NIVEL DE CONTROL - N2

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máximo Admisible
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	400	500
Cloruro	mg/L Cl-	25	250
Fluoruro	mg/L F-		0,7 a 1,5 a
Nitrato	mg/L NO <sub>3</sub>	25	50
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	25	250
Aluminio	mg/L Al <sup>3+</sup>	0,2	
Calcio	mg/L Ca <sup>2+</sup>	100	
Magnesio	mg/L Mg <sup>2+</sup>	30	50
Sodio	mg/L Na <sup>+</sup>	25	200
Potasio	mg/L K <sup>+</sup>		10
Hierro	mg/L Fe		0,3

a El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la Escherichia coli.

b VMA en no más del 10% de las muestras analizadas durante el año.

c Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos o en los utensilios domésticos, utilizados para calentar o hervir el agua.



ANEXO N° 4  
Pruebas de calidad  
físico química del agua



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID- 09836-2016

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: d.mora@aya.go.cr



Laboratorio de ensayo  
Alcance de Acreditación N.º LE-049  
Acreditado a partir de: 11.02.2008  
Decreto 84640-01-11 Decreto ejecutivo 11021  
Alcance disponible en www.eca.or.cr

## DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	SISTEMAS PERIFERICOS AYA		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-5
<b>Contacto:</b>	Ing. Roylan Alvarez Barrantes		<b>Muestreado por</b>	Brenes Salas Raf
<b>SISTEMA:</b>	MATINA		<b>Fecha de muestreo</b>	28-set-16
<b>Muestreo:</b>	Pozo N°13-25		<b>Fecha de ingreso :</b>	29-set-16
<b>Dirección:</b>	Davao de Matina de Limón		<b>Fecha de Reporte:</b>	7-oct-16
<b>PROVINCIA:</b>	Limón	<b>CANTON:</b>	<b>Inicio Análisis MIC:</b>	
<b>e-mail:</b>	ralvarez@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	<b>Teléfono:</b>	2666-14-55
			<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
			<b>Hora de recolección:</b>	14:10

## DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	18	mg/L	1,0	2,0	3,0	2320		
Aluminio	*	4,7	µg/L	1,0	1,0	4,0	3125 B		200
Antimonio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		5
Arsénico	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		10
Cadmio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		3
Calcio	*	5,0	mg/L	1,0	1,5	2,0	3500-Ca B	100	
Cloruros	*	6,77	mg/L	0,49	0,81	1,10	4110B Cro	25	250
Cobre	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B	1000	2000
Color Aparente	*	N.D.	UPt-Co	1,0	2,0	4,0	2120 C	5	15
Conductividad	*	60	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Cromo	*	N.D.	µg/L	0,10	0,50	1,60	3125 B		50
Dureza de Calcio	*	13	mg/L	1,0	2,0	3,0	3500-Ca D		
Dureza Total	*	18	mg/L	1,0	2,0	4,0	2340 C	300	400
Fluoruros	*	N.D.	mg/L	0,027	0,055	0,100	4110B Cro		0,7-1,5
Fosfatos	*	N.D.	mg/L	0,32	0,40	0,70	4110B Cro		
Hierro	*	3,7	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		300
Magnesio	*	1,3	mg/L	0,10	0,50	1,0	3500 B	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B	100	500
Mercurio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,11	0,15	3125 B		1
Niquel	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		20
Nitratos	*	3,78	mg/L	0,53	0,75	1,80	4110B Cro		50
Nitritos	*	N.D.	mg/L	0,026	0,060	0,10	4110B Cro		
pH	*	5,84		0,10	0,10	0,20	4500-H+	6,0-8,0	
Plomo	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,50	3125 B		10
Potasio	*	D.	mg/L	0,80	1,0	1,5	3500-K B		10
Selenio	*	D.	µg/L	0,10	0,20	0,70	3125B		10
Sodio	*	3,7	mg/L	2,1	2,3	2,9	3500-Na B	25	200
Sulfatos	*	D.	mg/L	0,79	0,81	1,30	4110B Cro	25	250
Turbiedad	*	0,72	UNT	0,10	0,12	0,15	2130 B	<1	5
Zinc	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		3000

INCERT: Corresponde a la Incertidumbre expandida k=2 para un 95% de confianza

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

Página 1 de 2

Editado e impreso por  
**AYA 2006**

**Aprobado por:**  
**Dr. Darner Mora Alvarado**



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

**AYA-ID-09836-2016**

# INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 278 5973  
email: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

METODO: Corresponde al código del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

N.D.: No detectable bajo el límite de detección

D.: Detectable pero no cuantificable

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

**\*\* Ensayo no acreditado**

**Condiciones Ambientales:**

**Observaciones:**

El nivel de pH, no cumple con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable 32327-S.

Se prohíbe la reproducción de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Laboratorio

Licda. Azucena Urbina Campos  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-09554-2016

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: dmora@aya.go.cr



Laboratorio de ensayo  
Alcance de Acreditación N.º LE-049  
Acreditado a partir de: 11.02.2003  
Decreto de Defensa N.º 15027 y modificaciones  
Alcance disponible en www.eca.go.cr

## DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	SISTEMAS PERIFERICOS AYA			<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-5
<b>Contacto:</b>	Ing. Roylan Alvarez Barrantes			<b>Muestreado por</b>	Brenes Salas Raf
<b>SISTEMA:</b>	MATINA			<b>Fecha de muestreo</b>	28-set-16
				<b>Fecha de ingreso :</b>	29-set-16
<b>Muestreo:</b>	Pozo N°12-10			<b>Fecha de Reporte:</b>	7-oct-16
<b>Dirección:</b>	Davao de Matina de Limón			<b>Inicio Análisis MIC:</b>	
				<b>Teléfono:</b>	2666-14-55
<b>PROVINCIA:</b>	Limón	<b>CANTON:</b>		<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
<b>e-mail:</b>	ralvarez@aya.go.cr	<b>Fax:</b>		<b>Hora de recolección:</b>	14:10

## DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	23	mg/L	1,0	2,0	3,0	2320		
Aluminio	*	N.D.	µg/L	1,0	1,0	4,0	3125 B		200
Antimonio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		5
Arsénico	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		10
Cadmio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		3
Calcio	*	3,2	mg/L	1,0	1,5	2,0	3500-Ca B	100	
Cloruros	*	3,30	mg/L	0,49	0,81	1,10	4110B Cro	25	250
Cobre	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B	1000	2000
Color Aparente	*	N.D.	UPt-Co	1,0	2,0	4,0	2120 C	5	15
Conductividad	*	70	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Cromo	*	N.D.	µg/L	0,10	0,50	1,60	3125 B		50
Dureza de Calcio	*	8	mg/L	1,0	2,0	3,0	3500-Ca D		
Dureza Total	*	26	mg/L	1,0	2,0	4,0	2340 C	300	400
Fluoruros	*	N.D.	mg/L	0,027	0,055	0,100	4110B Cro		0,7-1,5
Fosfatos	*	N.D.	mg/L	0,32	0,40	0,70	4110B Cro		
Hierro	*	4,5	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		300
Magnesio	*	4,4	mg/L	0,10	0,50	1,0	3500 B	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B	100	500
Mercurio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,11	0,15	3125 B		1
Niquel	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		20
Nitratos	*	D.	mg/L	0,53	0,75	1,80	4110B Cro		50
Nitritos	*	N.D.	mg/L	0,026	0,060	0,10	4110B Cro		
Olor	**	Negativo	N.A.				2150 B	Aceptable	Aceptable
pH	*	7,22		0,10	0,10	0,20	4500-H+	6,0-8,0	
Plomo	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,50	3125 B		10
Potasio	*	N.D.	mg/L	0,80	1,0	1,5	3500-K B		10
Sabor	**	Negativo	N.A.				2160 B	Aceptable	Aceptable
Selenio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,70	3125B		10
Sodio	*	3,6	mg/L	2,1	2,3	2,9	3500-Na B	25	200
Sulfatos	*	D.	mg/L	0,79	0,81	1,30	4110B Cro	25	250
Turbiedad	*	0,2	UNT	0,10	0,12	0,15	2130 B	<1	5
Zinc	*	3,2	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		3000

Página 1 de 2

Editado e impreso por  
AYA 2006

Aprobado por:  
Dr. Darner Mora Alvarado



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

**AYA-ID-09554-2016**

# INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279-5973  
email: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado  
METODO: Corresponde al código del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.  
N.D.: No detectable bajo el límite de detección  
D.: Detectable pero no cuantificable  
\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

**\*\* Ensayo no acreditado**

**Condiciones Ambientales:**

**Observaciones:**

El nivel de pH, no cumple con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable 32327-S.

Se prohíbe la reproducción de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Laboratorio

*A Urbina C.*

Licda. Azucena Urbina Campos  
Jefe del Laboratorio Química

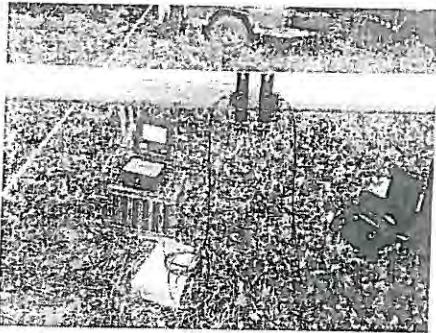
Página 2 de 2	Editado e impreso por <b>AYA 2006</b>	<b>Aprobado por:</b> <i>Dr. Darner Mora Alvarado</i>
---------------	--	---



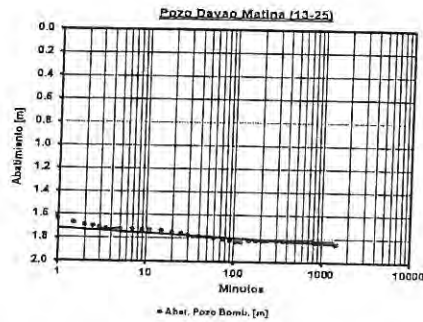
Tubería de descarga empleada con el propósito de evitar la inundación de la propiedad.



Prueba de bombeo efectuada, caudal de extracción 14.62 L/s, notese el agua cristalina.



Medición del caudal de extracción mediante el uso de caudalímetro, instalado en la tubería de descarga.

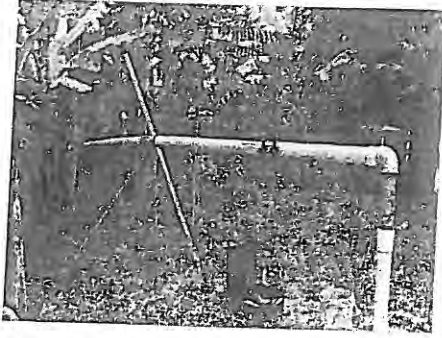


Comportamiento de los abatimientos durante el desarrollo de la prueba de bombeo a caudal constante, pozo 13-25.

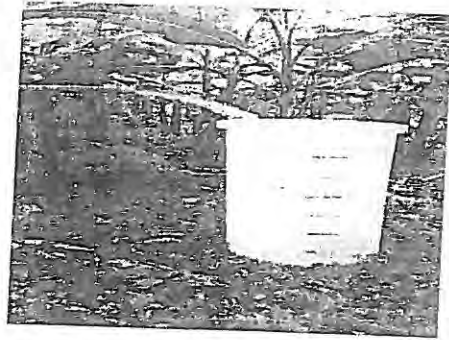
### Reportes de calidad de agua

No. Prueba	Tipo de prueba	No. Reporte	Fecha recolección muestra	Observaciones
1	Microbiológica	133657	22/09/2016	Según el resultado del análisis microbiológico (Reporte número 133657) no se registra la presencia de coliformes fecales, por lo tanto el agua es de calidad excelente siendo apta para consumo humano.
2	Físico-química	AyA-ID-09836-2016	29/09/2016	Por su parte los resultados del análisis físico-químico bajo las determinaciones efectuadas (Reporte AyA-ID-09836-2016) establecen que el agua es de calidad excelente, según los Criterios de Calidad para Potabilización en Aguas de Pozos y Nacientes LNA 2012.

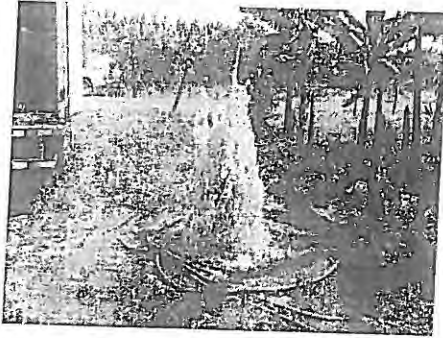
Imágenes



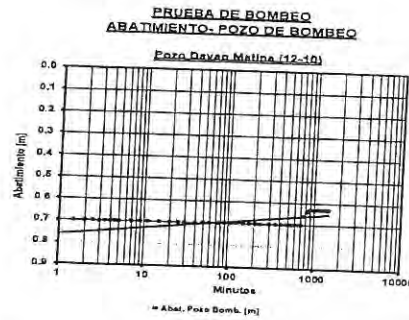
Desarrollo de la prueba de bombeo efectuada por la UTP entre los días 21 y 22 de setiembre del 2016.



Medición del caudal mediante el método volumétrico, caudal de prueba 18 L/s.



Limpieza del pozo mediante la inyección de aire comprimido, se logra extraer arena fina de coloración gris.



Comportamiento de los abatimientos durante el desarrollo de la prueba de bombeo efectuada al pozo 12-10.

Reportes de calidad de agua

No. Prueba	Tipo de prueba	No. Reporte	Fecha recolección muestra	Observaciones
1	Microbiológica	133496	22/09/2016	Según el resultado del análisis microbiológico (Reporte número 133496) se detecta una concentración de 7,4 coliformes fecales por cada 100 mL, por lo que se determina que el agua se de calidad regular.
2	Físico-química	AyA-ID-09554-2016	22/09/2016	Por su parte los resultados del análisis físico-químico bajo las determinaciones efectuadas (Reporte AyA-ID-09554-2016) establecen que el agua es de calidad buena, según los Criterios de Calidad para Potabilización en Aguas de Pozos y Nacientes LNA 2012.

Ver validación en página 1