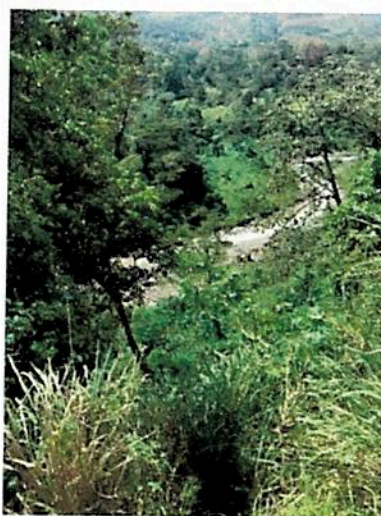


**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
UEN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO
ÁREA FUNCIONAL DE HIDROGEOLOGÍA**



**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE
PROTECCIÓN DE LA NACIENTE GUAYABO ABAJO,
DE TURRIALBA, CARTAGO.**



Río Guayabo

Elaboró: Geól. Cristina Castanedo Sotela

Asistencia en trabajo de campo:

Sr. Carlos Murillo Alvarado (UEN Gestión Ambiental)

Supervisión, revisión y VB°:
MSc. Viviana Ramos Sánchez, Hidrogeóloga
Directora UEN Gestión Ambiental
Mayo, 2020





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, **Eric Alonso Bogantes Cabezas**

N° Cédula: 5-251-0327

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como 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 y Catálogo en línea (OPAC).

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

E-mail: gerenciageneral@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5090



Firma: _____

Firmado digitalmente
por ERIC ALONSO
BOGANTES CABEZAS
(FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
17:21:24 -06'00'

Contenido

I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivo General.....	3
1.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Ubicación Cartográfica.....	3
II. METODOLOGÍA	4
III. SITIOS DE ESTUDIO	6
3.1. Naciente Guayabo.....	6
IV.GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
4.1. Geología Regional	7
4.1.1. Lutitas (Fm. Uscari).....	7
4.1.2. Lahares.....	7
4.1.3. Geología Estructural	8
4.2. Geología Local	10
4.2.1. Lutitas	10
4.2.2. Lahares.....	10
4.2.3. Depósitos aluviales.....	11
V. HIDROGEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
5.1. Información Hidrogeológica.....	14
5.1.1. Pozos.....	14
5.2. Resultados de pruebas infiltración.....	16
5.3. Caracterización hidrogeológica	18
5.4. Zona de protección de la naciente Guayabo	22
VI. CALIDAD DE AGUA	30
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
VIII. REFERENCIAS	33
IX. ANEXOS.....	34

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE LA NACIENTE GUAYABO ABAJO, TURRIALBA, CARTAGO.

I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio fue realizado en atención a la solicitud de la UEN Gestión de Acueductos Rurales dirigida a la Dirección de la UEN Gestión Ambiental, mediante memorando No. GSD-UEN-GAR-2019-03542 y GSD-UEN-GAR-2020-00551.

Dicha solicitud fue recibida en la Dirección de la UEN Gestión Ambiental y según cronograma de trabajo del Área Funcional de Hidrogeología se procedió a programar la visita e inspección hidrogeológica a la zona indicada, los días 4 y 5 de febrero de 2020.

Las actividades a realizar fueron: reconocimiento geológico - hidrogeológico del área, realización de pruebas de infiltración y trabajo de gabinete.

1.1 Objetivo General

Determinar el área especial de protección de la Naciente Guayabo Abajo, de Turrialba. La naciente Guayabo Abajo está constituida por dos tomas (Toma-1 y Toma-2) distanciadas entre sí por 6 m y perteneciendo ambas tomas al mismo frente de descarga, por lo que para efectos del estudio se consideran como una única naciente, denominada Naciente Guayabo Abajo.

1.2. Objetivos Específicos

- Recopilar la información base pertinente disponible.
- Determinar la geología local de la zona de estudio y realizar una valoración hidrogeológica de la zona.
- Plantear el modelo conceptual hidrogeológico de sitio.
- Analizar las pruebas de infiltración.
- Delimitar las zonas de protección, aplicando las metodologías vigentes en la zona.

1.3. Ubicación Cartográfica

La zona de estudio inicial se encuentra en Guayabo Abajo de Turrialba, la cual se ubica entre las coordenadas Este 573000 - 576000 m y Norte 214000 - 216000 m, cuadrante Costa Rica Lambert Norte, hojas topográfica Tucurrique (IGNCR), a escala 1:50 000.

Específicamente, la naciente Guayabo Abajo se ubica en las coordenadas E 573962 m, N 215030 m, Costa Rica Lambert Norte. Hojas topográfica Tucurrique (IGNCR) a escala 1:50000 (**Figura 1**).

Se indica que todos los puntos de control levantados en la gira fueron establecidos en el campo. Las coordenadas fueron tomadas con GPS marca Garmin Monterra (precisión del dato de ubicación: ± 4 m).

II. METODOLOGÍA

- Recopilación de la información geológica e hidrogeológica en la zona de estudio previamente a la visita de campo.
- Visita de campo para la toma de datos geológicos e hidrogeológicos.
- Realización de las pruebas de infiltración mediante la técnica del doble anillo.
- Interpretación y análisis de la información recolectada en campo, así como la información bibliográfica recopilada.

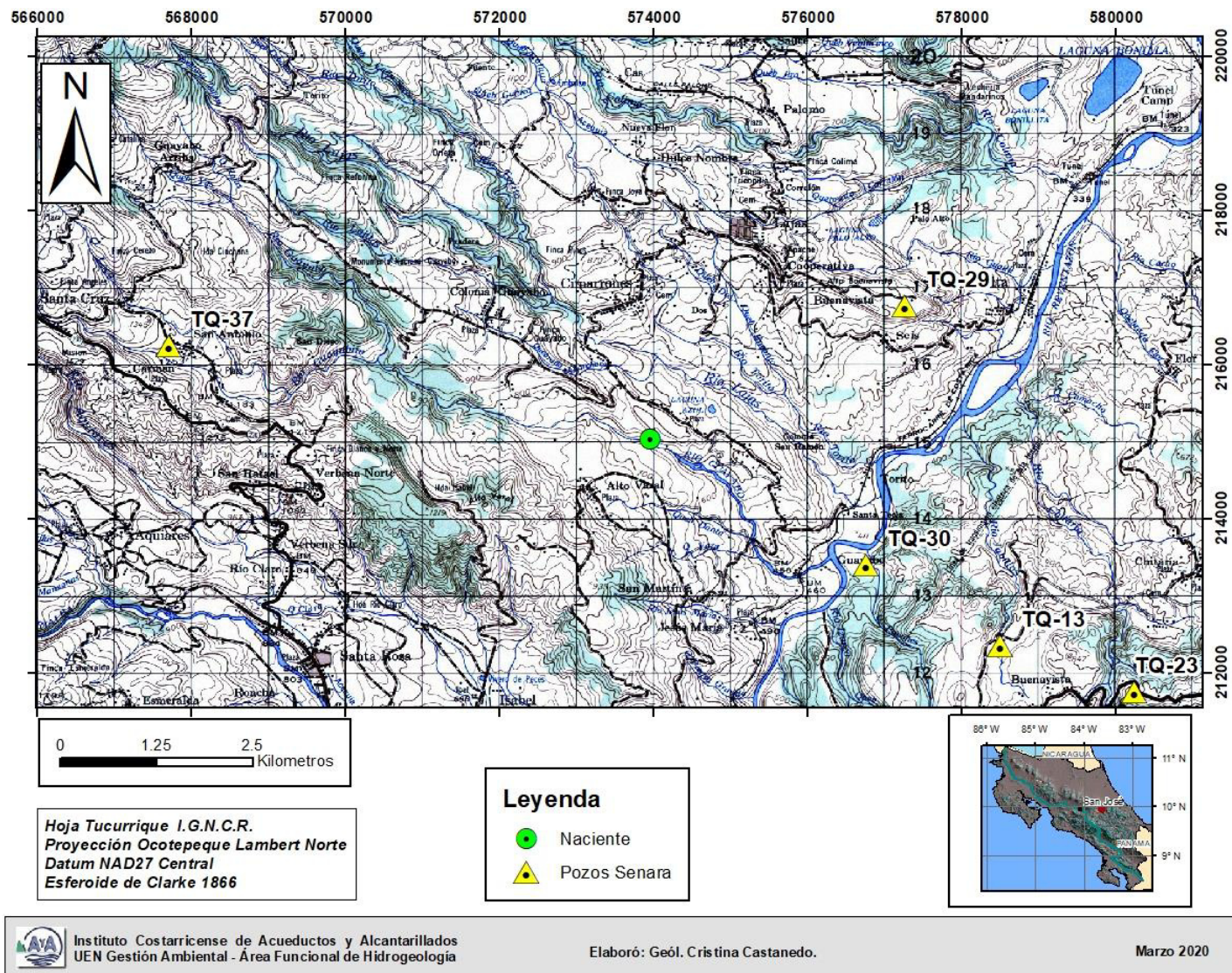


Figura 1. Mapa de Ubicación de la Naciente de la ASADA Guayabo Debajo de Turrialba.

III. SITIOS DE ESTUDIO

La naciente Guayabo Abajo a realizar el estudio se indica en la siguiente **Tabla 1**, con sus respectivas coordenadas Lambert Norte (**Figura 1**). La naciente Guayabo Abajo está compuesta por dos tomas distanciadas entre sí por 6 m, ambas tomas de la naciente descargan a un mismo tanque de recolección en concreto y pertenecen al mismo frente de descarga por lo que se consideran como una única naciente para la elaboración de la zona de protección.

Según el programa SAGA 751, se ubicó el expediente 218-R del MINAE y la información aportada por medio de correo electrónico del Ing. Fabio Sancho (UEN Gestión Acueductos Rurales) se indica que la Toma-1 tiene un caudal de 2.72 l/s y la Toma-2 un caudal de 0.38 l/s. Lo cual corresponde a una suma de caudal total de la Toma-1 y Toma-2 de 3.1 l/s para la naciente Guayabo Abajo. (**Anexo 1**)

Según indicación verbal del Sr. Raúl Jimenez Gamboa (Presidente de la ASADA) en la comunidad no se presenta déficit de agua en ningún momento del año.

Tabla 1. Naciente

Naciente Guayabo Abajo	X (Este m)	Y (Norte m)	Q SAGA* (l/s)
Toma-1	573962	215030	2.72
Toma-2	573960	215037	0.38
Suma Total Toma 1 y 2	573962	215030	3.1

* Caudal aportado por el Ing. Fabio Sancho, 2020 (UEN Gestión Acueductos Rurales)

3.1. Naciente Guayabo

La naciente Guayabo Abajo se ubica en las coordenadas E 573962 m, N 215030 m, Costa Rica Lambert Norte. (**Figura 1**). (**Fotografía 1 y 2**).

La naciente Guayabo Abajo se encuentran captada por la Toma-1 por un tanque de recolección en concreto. Adicionalmente, existe una Toma-2, a una distancia de 6 m de la Toma-1, con una tubería plástica que incorpora el caudal recolectado en las cercanías de la toma al tanque.

La naciente se ubica en un área de montaña. El uso del suelo alrededor ésta corresponde a bosque. La naciente se encuentra a 137 m aguas arriba del Sitio de Presa de la Hidroeléctrica Río Lajas.

La naciente está aflorando en el contacto entre el aluvión del Río Guayabo y el Lahar.



Fotografía 1. Naciente Guayabo. Coordenada E 573962 m, N 215030 m, Costa Rica Lambert Norte.



Fotografía 2. Rebalse de la Naciente Guayabo. Coordenada 573970 m, N 215025 m, Costa Rica Lambert Norte.

IV.GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. Geología Regional

En la **Figura 2** se presenta una síntesis de la geología regional existente en la zona de estudio. Ésta se encuentra constituida por materiales de la Formación Uscari y depósitos de lahares. A continuación, se describen estas unidades de más antigua a la más reciente:

4.1.1. Lutitas (Fm. Uscari)

Según Fernández (1987) Corresponden al Oligoceno – Mioceno. Estas Lutitas incluyen sedimentación arcillosa de ambiente transicional estuario / plataforma. Corresponde a Lutitas con intercalaciones de areniscas y calcilutitas y conglomerados. Corresponden a arcillolitas y limolitas de color azul a verdoso, con estratificación homogénea de escala decimétrica a masiva con un espesor superior a los 1000 m. Presenta intercalaciones de areniscas de grano fino a grueso, matriz arcillo calcárea; depósitos lenticulares conglomeráticos, granulares a guijarrosos y horizontes tabulares a lenticulares de calcilutita bien cementada. Con buzamientos hacia el NE que varían entre 21° y 59°.

4.1.2. Lahares

Dicho depósito tiene una edad de Pleistoceno – Holoceno. Los lahares están compuestos de bloques en una matriz. Se generan cuando existe saturación de agua sobre terrenos con depósitos volcánicos. Fernández (1987)

4.1.3. Geología Estructural

Regionalmente se ha descrito una serie de pliegues (anticlinales y sinclinales) con una dirección principal de ejes en sentido NW-SE, según Fernández (1987), así como N-S. (**Figura 2**).

Además, se ha cartografiado el trazo de dos Fallas Normales (sin nombre), una con dirección NE-SW y la otra con dirección NW-SE, según Fernández (1987) (**Figura 2**).

Por expresión topográfica se evidencia un alineamiento (falla inferida) en la zona Noroeste del mapa, la cual fue posible identificar en campo por expresión geomorfológica. Esta falla inferida es la responsable del cambio de la dirección de la Quebrada Chanchera.

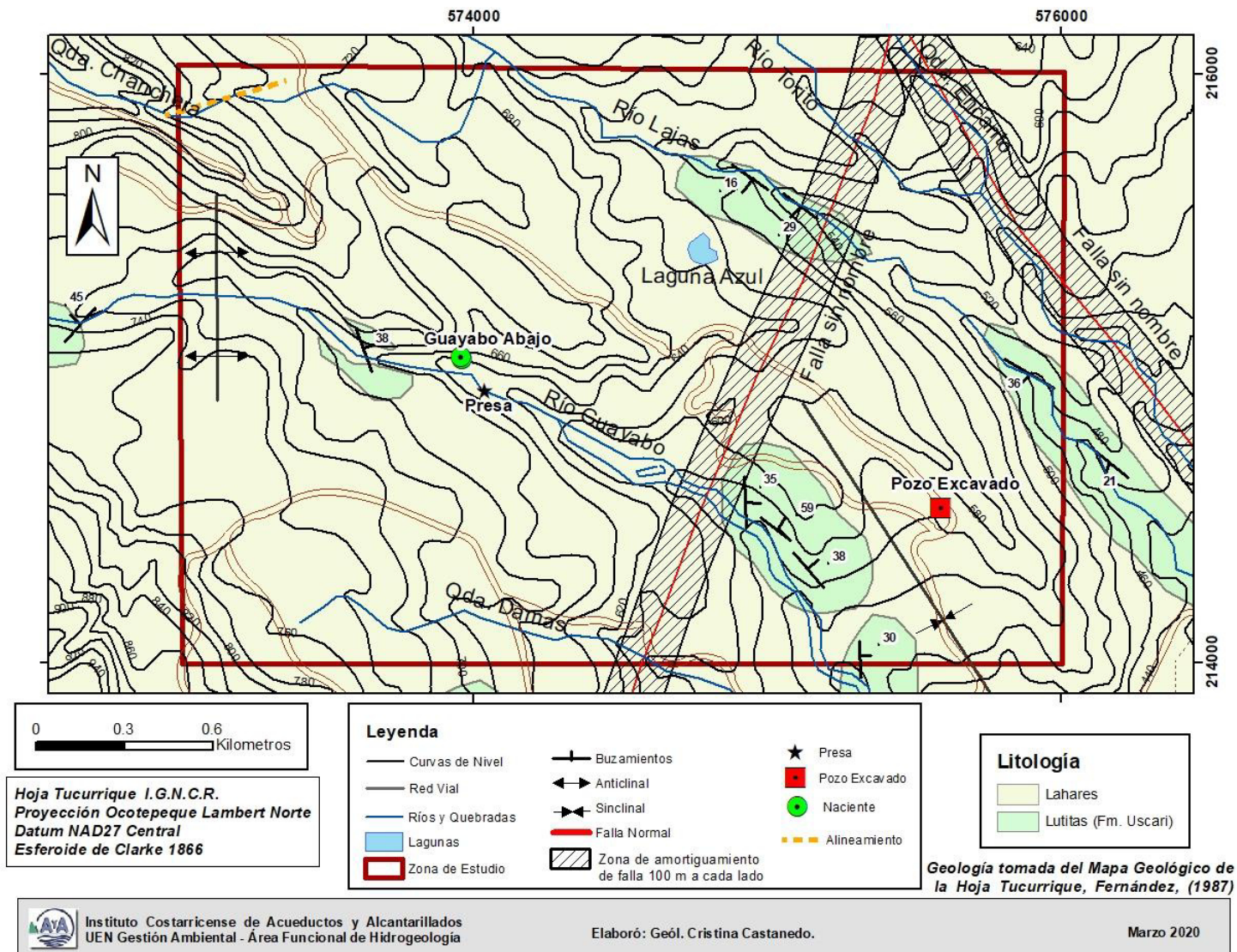


Figura 2: Mapa Geológico Regional

4.2. Geología Local

En la **Figura 3**, se muestra la planta geológica local, donde se observa la litología en superficie, la cual está compuesta en su mayoría por Lutitas, Lahares y Depósitos aluviales.

4.2.1. Lutitas

Dichos materiales afloran como ventanas de erosión en las quebradas o ríos. Corresponden a Lutitas con intercalaciones de areniscas calcilutitas y conglomerados. Se asocian a la formación Uscari, según Fernández (1987).

Según Fernández (1987) se estima un espesor de 1.000 m en la hoja de Tucurrique y de hasta 2.000 m en la hoja Rio Banano.

En la **Fotografía 3** se observan las lutitas aflorando en la margen izquierda del Río Guayabo.



Fotografía 3. Lutitas en Río Guayabo. Coordenada E 575276 m y N 213717 m, Costa Rica Lambert Norte.

4.2.2. Lahares

En la zona de estudio, en la naciente, se observan Lahares, con tamaños de bloques de centimétricos a decimétricos en englobados en una matriz arcillosa. Los bloques son de origen volcánico, de angulares a subangulares, presentan diferentes granulometrías y se encuentran mal seleccionados. En el campo se observaron espesores en cortes de caminos superiores a los 2 m y por diferencias de elevación de puntos de afloramiento y según el perfil hidrogeológico, los lahares alcanzan espesores de hasta 80 m (**Fotografía 4 y 5**).



Fotografía 4. Talud de Lahar en los alrededores de la naciente Guayabo.
Coordenada E 573921 m y N 215130 m, Costa Rica Lambert Norte.



Fotografía 5. Talud de Lahar en los alrededores de la naciente Guayabo.
Coordenada E 573935 m y N 215124 m, Costa Rica Lambert Norte.

4.2.3. Depósitos aluviales

En las márgenes del Río Guayabo se observan aluviones compuestos por bloques rodados de composición volcánica, de tamaño centimétricos a métricos y arenas aluviales insonsolidados.

A diferencia del Mapa Geológico Regional (**Figura 2**) en el Mapa Geológico Local (**Figura 3**) se visualiza esta unidad de depósitos aluviales a lo largo del Río Guayabo, ya que la escala de éste segundo mapa es de mayor detalle.

Debido al uso del Río por la Hidroeléctrica Lajas hay presencia de maquinaria en la zona, por lo cual el cauce, así como los materiales alrededor se encuentran removidos. (**Fotografía 6, 7, 8 y 9**).

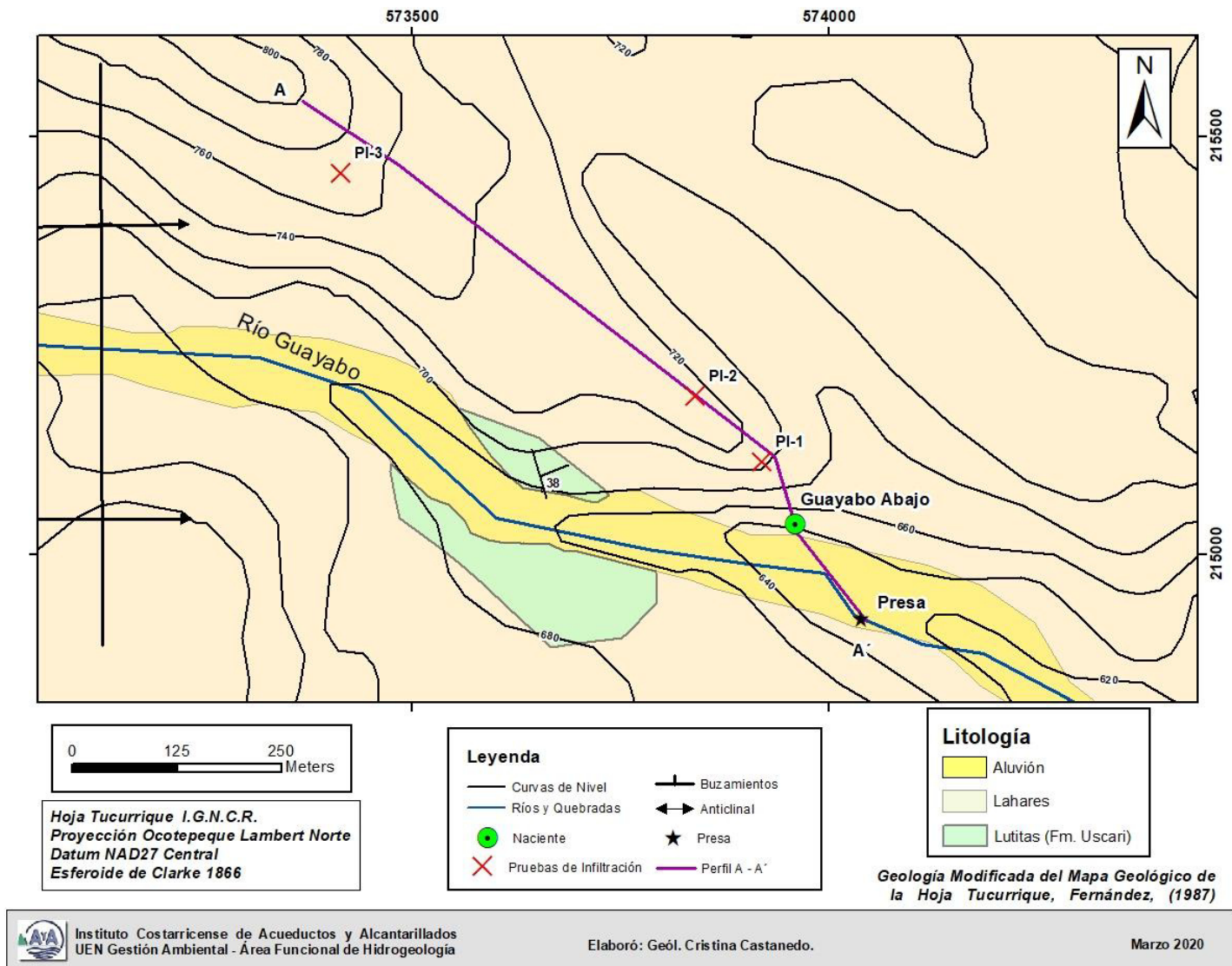


Figura 3: Mapa Geológico Local



Fotografía 6. Aluvial en los alrededores de la naciente Guayabo. Coordenada E 573962 m y N 215032 m, Costa Rica Lambert Norte.



Fotografía 7. Aluvial en los alrededores de la naciente Guayabo. Coordenada E 573950 m y N 215017 m, Costa Rica Lambert Norte.



Fotografía 8. Aluvial en los alrededores de la naciente Guayabo. Coordenada E 573959 m y N 215028 m, Costa Rica Lambert Norte.



Fotografía 9. Aluvial en los alrededores de la naciente Guayabo. Coordenada E 574064 m y N 214971 m, Costa Rica Lambert Norte.

V. HIDROGEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1. Información Hidrogeológica

5.1.1. Pozos

En el **Anexo 2**, se adjuntan los datos de perforación de los pozos cercanos. En primer lugar, el pozo TQ-30, siendo el pozo perforado más cercano (se ubica a una distancia de 3245 m) con información registrada en el SENARA. Y también, el pozo TQ-13 (se ubica a una distancia de 5270 m) con información registrada en el SENARA. El resto de pozos indicados en la **figura 1**, TQ-29, TQ-37 y TQ-23; no tienen información registrada en el SENARA.

Adicionalmente, en el campo se localizó un pozo excavado en las coordenadas E 575588 m, N 214523 m, Costa Rica Lambert Norte. Dicho pozo tiene una profundidad de 1.85 m y un nivel estático medido el 4 de febrero de 2020 de 0.60 m. Se ubica en un salón de eventos con pequeñas piscinas artificiales para peces. (**Figura 2**). (**Fotografía 10**).



Los datos de estos pozos se resumen en la siguiente **Tabla 3**.

Tabla 3. Datos de los pozos

Pozo	Tipo	X (m)	Y (m)	Fecha	Propietario	Prof. (m)	Q solíc./rec, (l/s)	NE (m)	ND (m)	Litología (m)	Tiempo bombeo (h)	Rejillas (m)
TQ-30	P	576760	213400	2012	Manuel Enrique Mata Hidalgo & Maritza Fonseca Quirós	34	4.5	5.83	7.83	0-8: Arcillas y material Aluvial. 8-13: Arenas Aluviales 13-18: Aluviones muy gruesos 18-34: Basamento Sedimentario, lutitas	24	9-18
TQ-13	P	578500	212350	1994	Scott Paper Co.	70	3	35		0 – 3: Arcillas 3 – 16: Piedras grandes en matriz arcillosa color café 16 – 23: Arcillas 23 – 38: Tobas 38 – 47: Brechas 47 – 69: Lavas 69 – 70: Arcillas	-	37-68
Excavado	E	575588	214523	-	Raúl Jimenez Gamboa	1.85	-	0.60*	-	-	-	-

(Notas: P: perforado E: Excavado)

* Se midió durante la visita de campo de febrero de 2020.

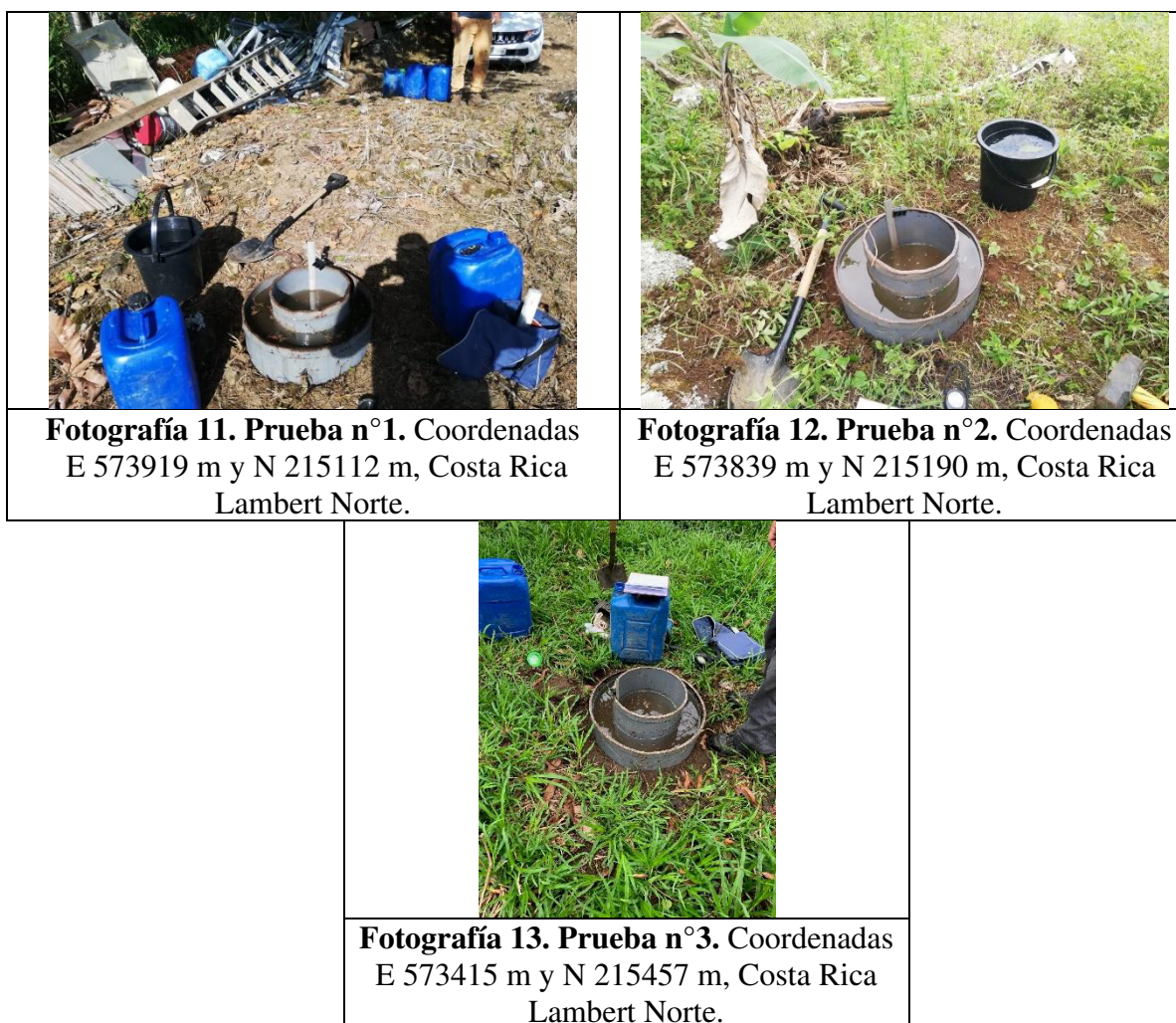
5.2. Resultados de pruebas infiltración

Se realizaron 3 pruebas de infiltración en la zona de la naciente Guayabo Abajo, por medio de la metodología del doble anillo (Kostiakov). Las mismas se realizaron en materiales que afloraban en toda la zona y aguas arriba, en la dirección del flujo de las aguas subterráneas.

En la **Figura 4** se detalla la ubicación de estas pruebas con respecto a la naciente.

A través de las pruebas de infiltración se determinó que los materiales evaluados presentan una conductividad hidráulica moderada, en la **tabla 4**, se resumen los resultados obtenidos.

A continuación, se muestran las **fotografías 11, 12 y 13** de cada prueba.



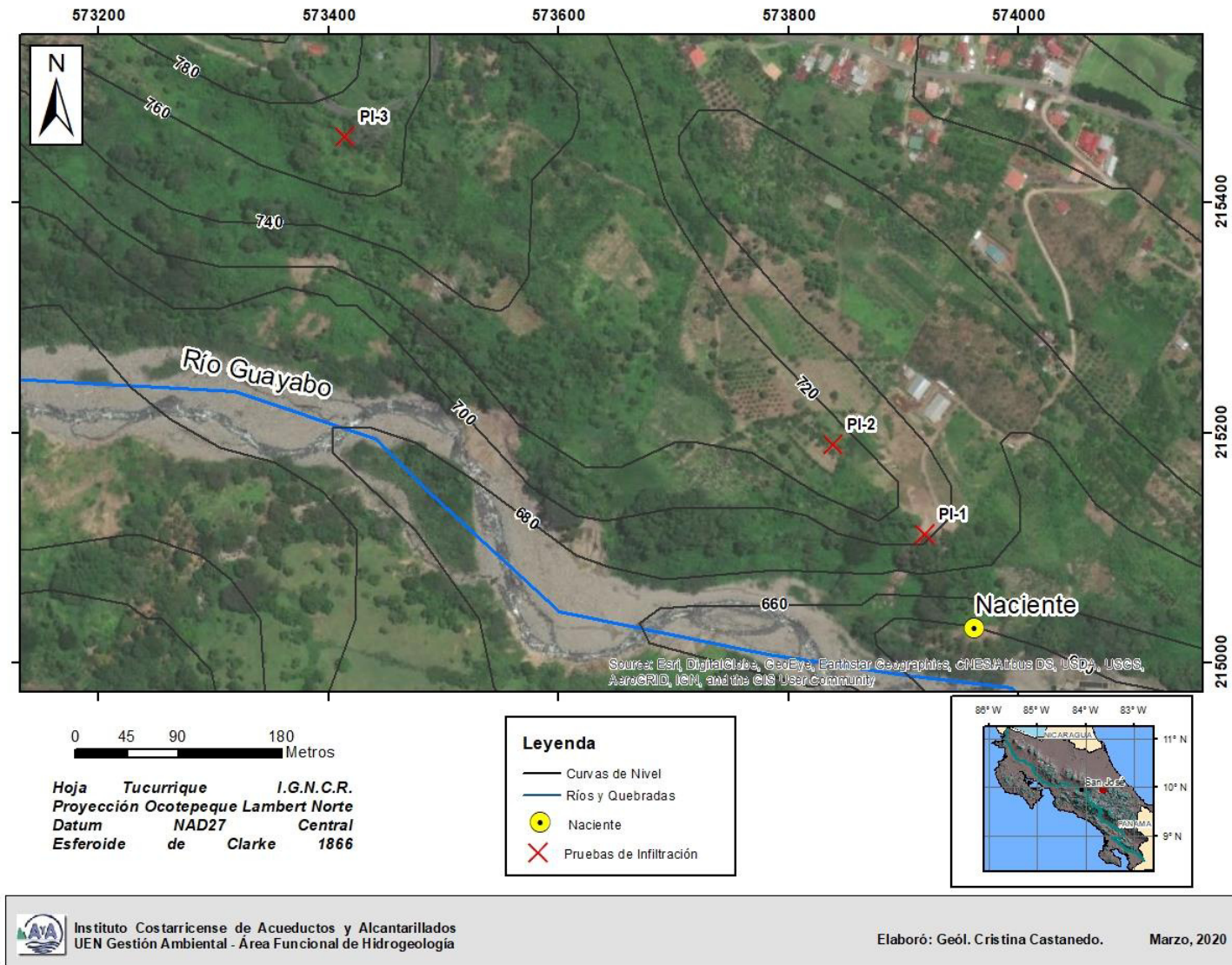


Figura 4. Ubicación Pruebas de Infiltración

Tabla 4. Datos prueba de infiltración.

Prueba de infiltración	K (conductividad hidráulica m/día)	K (conductividad hidráulica cm/min)	K (conductividad hidráulica cm/s)	Rango
1	2.36	0.164	2.73×10^{-3}	Moderado
2	2.82	0.196	3.27×10^{-3}	Moderado
3	4.35	0.302	5.04×10^{-3}	Moderado
PROMEDIO	3.18	0.221	3.68×10^{-3}	Moderado

Nota: Se considera $k=3,18$ m/día, como conductividad hidráulica de la zona no saturada, por lo que para los cálculos de la zona de protección se usará dicho valor de conductividad hidráulica.

5.3. Caracterización hidrogeológica

En la **Figura 5** se muestra la ubicación en planta del perfil hidrogeológico A-A' donde se indica la litología y las isofreáticas.

En la **Figura 6** se muestra el perfil hidrogeológico A - A' señalando la litología, el nivel de agua y la ubicación de la naciente.

El sector acuífero de la zona de estudio se ubica en Lahares, corresponde a un acuífero libre y de alto potencial, debido a la alta infiltración que se muestra en la zona.

La transmisividad de los Lahares, fue calculada empleando la fórmula:

$$T = k \times b$$

Donde:

k: conductividad hidráulica en m/día del acuífero, considerándose $k=3,18$ m/día, según el valor promedio de las pruebas de infiltración en la zona de estudio, debido a que las condiciones geológicas de la zona no saturada son iguales a las de la zona saturada.

b = espesor saturado en el perfil en m, $b=23$ m.

Obteniéndose, un valor de $T= 73,14$ m²/día.

La naciente aflora en el punto de contacto entre el aluvión del Río Guayabo y el Lahar, que

coincide con el cambio topográfico.

La dirección de flujo en la Naciente Guayabo es hacia el SE con un gradiente de 0,28 medido en el perfil hidrogeológico entre la isofreática de 680 y la isofreática de 660. **(Figura 6).**

Las características del acuífero para la zona de estudio se detallan en la siguiente tabla. **(Tabla 5)**

Tabla 5. Características del acuífero

Parámetros Hidráulicos del Acuífero	
T(m²/día)	Método
73,14	Según cálculo con la conductividad hidráulica y el espesor saturado. ($T = k \times b$)

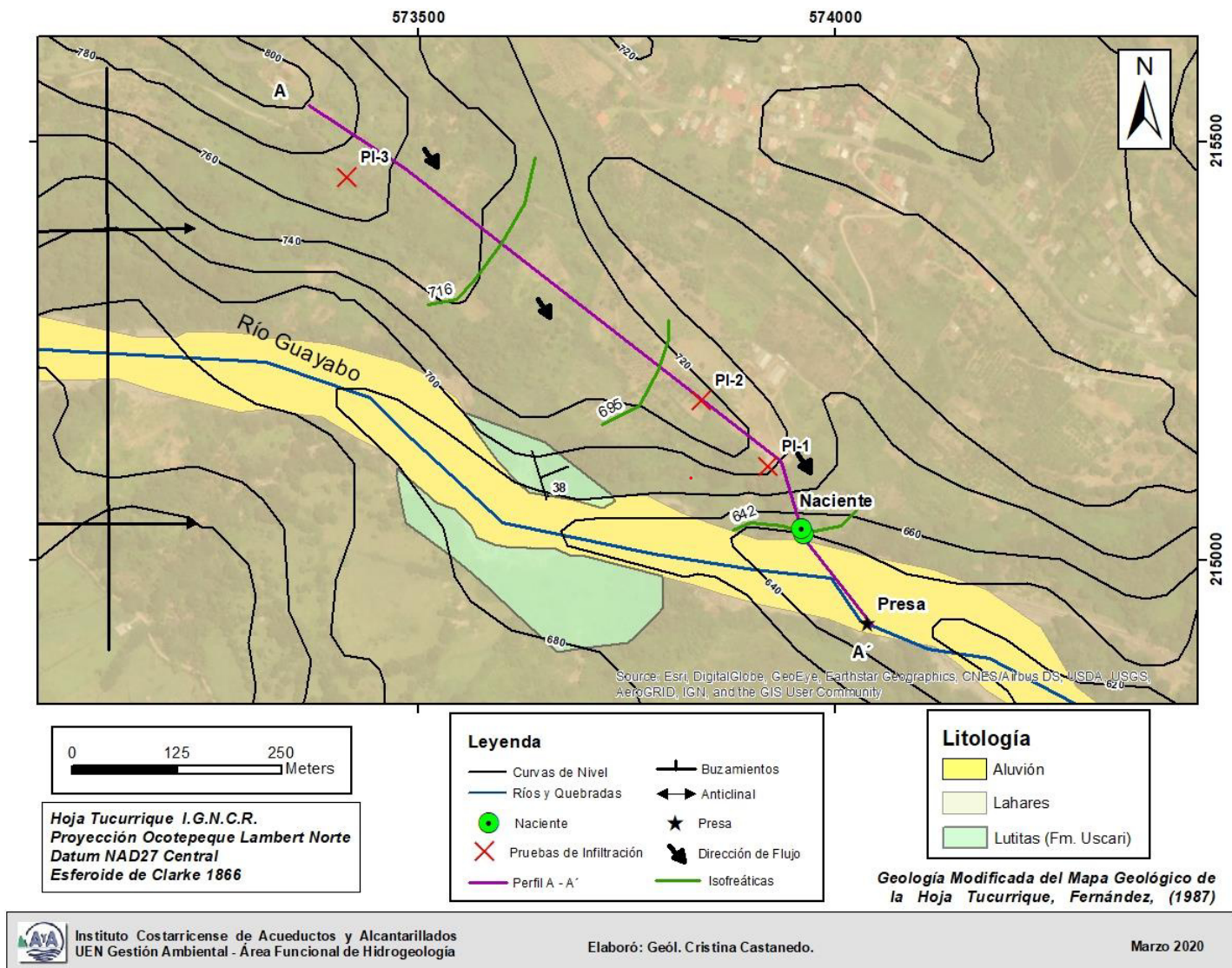


Figura 5. Ubicación de perfil e isofreáticas

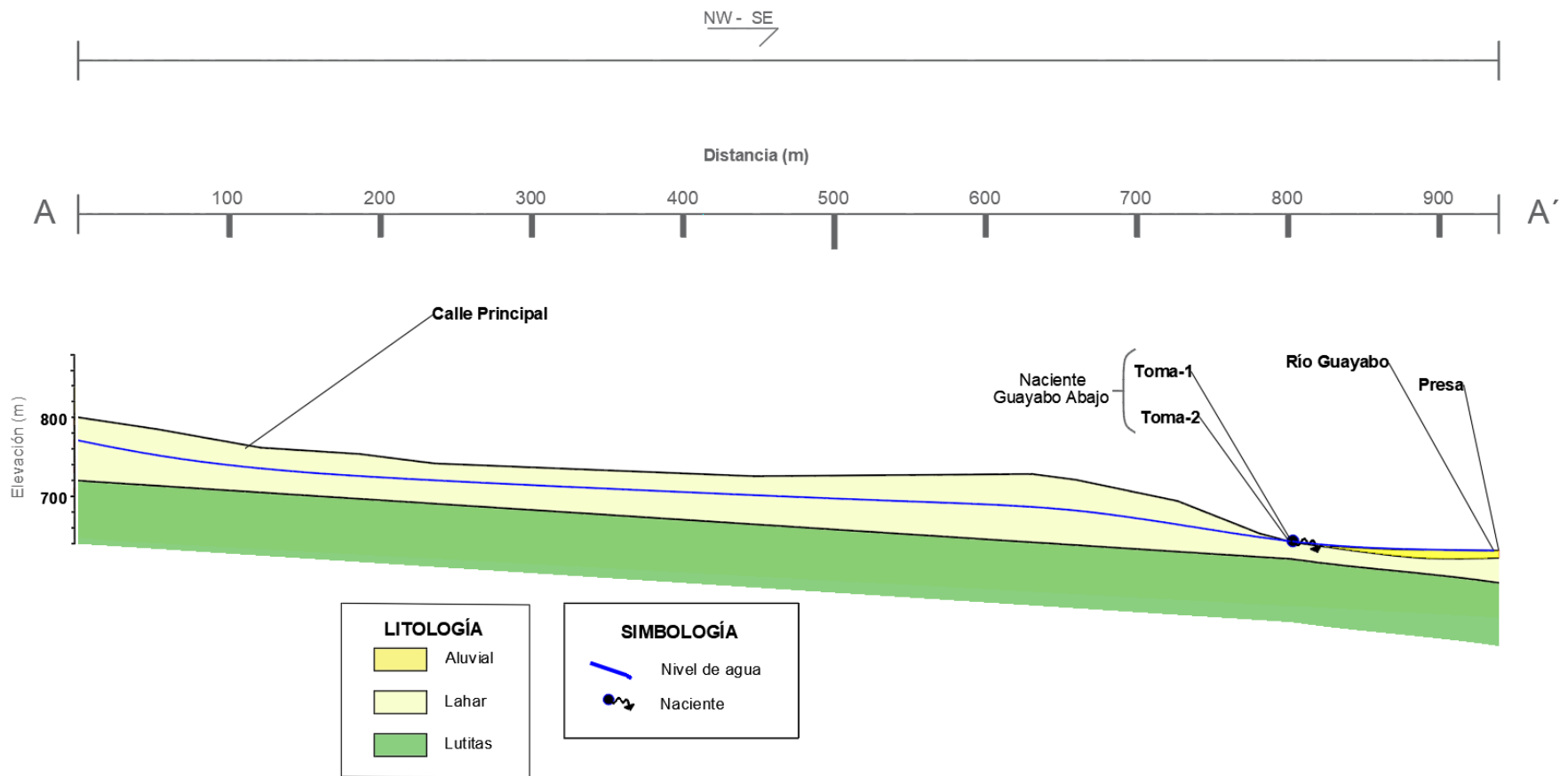


Figura 6. Perfil Hidrogeológico Guayabo A – A´.

5.4. Zona de protección de la naciente Guayabo

A partir de la información hidrogeológica disponible, se procede a definir el área especial de protección de la naciente Guayabo Abajo, conforme a los cálculos de tiempos de tránsito de contaminantes patógenos advectivos, según la metodología de Rodríguez (1994) y las metodologías vigentes en el país.

5.5.1. Cálculo de tiempos de tránsito

Para determinar los tiempos de tránsito de contaminantes patógenos en el medio hidrogeológico, se consideran los siguientes supuestos:

- El tiempo de residencia máxima de las bacterias en el subsuelo es de 70 días (Lewis, Foster y Drassar, 1982 en Rodríguez, 1994).
- Si en la zona saturada el flujo es predominantemente fisural, el tiempo total mínimo requerido para el análisis es de 100 días y no de 70 días (Rodríguez, 1994).

De esto se desprende que el tiempo total que dura en degradarse un contaminante advectivo de tipo patógeno (ejemplo: bacterias y virus), considerando la componente vertical en la zona no saturada y la componente horizontal en la zona saturada, es de *70 días para medios porosos* y de *100 para medios fracturados*. Por lo tanto, los tiempos de tránsito efectivos para la eliminación de contaminantes de tipo patógeno, ya sea solo en la zona no saturada o inclusive en la zona saturada, dependen de las características hidrogeológicas del medio, tales como: espesor y tipología de los mantos rocosos o depósitos de materiales litológicos o edafológicos, sus características hidráulicas y otros aspectos ligados a la litología.

5.5.1.1. Zona no saturada

El tiempo de tránsito para un flujo vertical de contaminantes patógenos en la zona no saturada (t_1), bajo condiciones de carga hidráulica se determina con la fórmula (**Ec. 1**):

$$t_1 = \frac{b \cdot \vartheta}{k \cdot i}$$

Donde:

b: espesor de la zona no saturada, en este caso, corresponde al espesor de lahares existente por encima de la naciente, el cual tiene un espesor de **b = 10 m**.

ϑ : porosidad efectiva de los materiales de la zona no saturada. Acordes con los datos de Rodríguez, se considera un valor de **$\vartheta = 0,30$**

k: conductividad hidráulica de la zona no saturada. Se consideró el valor promedio de las PI, se empleó un valor de **k = 3,18 m/día**.

i: gradiente, en este caso es vertical, por lo que **i = 1**.

t_1 : tiempo de tránsito del flujo vertical en la zona no saturada.

Por tanto, para el caso de estudio:

$$t_1 = 0,94 \text{ días}$$

Siendo, 70 días el tiempo total que dura en degradarse un contaminante advectivo de tipo patógeno en la zona no saturada para medios porosos, se concluye que $t = 70 - t_1$

Obteniéndose:

$$t = 69,1 \text{ días}$$

En conclusión se determina un tiempo de tránsito de contaminantes patógenos advectivos, no mayor *que la norma de los 70 días para medios porosos (Rodríguez, 1994)*; para la zona evaluada. Esto indica que el contaminante advectivo de tipo patógeno, no se degradaría antes de llegar a la tabla de agua.

5.5.1.2. Zona saturada

Si calculamos el área de protección con la zona saturada, empleando la siguiente ecuación (Ec. 2)

$$T = \frac{d \cdot \vartheta}{k \cdot i}$$

y despejando la incognita d, obtenemos la siguiente formula (Ec. 3)

$$d = \frac{T \cdot k \cdot i}{\vartheta}$$

Donde:

T: es el tiempo de tránsito en zona saturada, **T = 69,1 días**

k: conductividad hidráulica promedio de la zona saturada, considero la conductividad de la zona no saturada, ya que el nivel es libre, **k = 3,18 m/día.**

i: gradiente promedio calculado para la naciente Guayabo entre la isofreática de 680 y la isofreática de 660 m, **i = 0,28.**

Θ: porosidad efectiva de los materiales de la zona saturada. Acordes con datos bibliográficos para materiales análogos, según Custodio & Llamas (1983) y Sanders (1998), se considera un valor de **Θ = 0,30**

d: distancia en metros.

Obteniéndose:

$$d = 204,96 \text{ m}$$

5.5.1.3. Zona saturada con Radio fijo

Para realizar el cálculo de la zona de protección se emplea la ecuación del radio fijo (Ec. 4):

$$r = \sqrt{\frac{Q \cdot t}{\vartheta \cdot \pi \cdot b}}$$

Donde,

Q: caudal en m³/día de la naciente, correspondiente a **Q = 267,84 m³/día**. (Según dato de caudal de SAGA 751, de 3,1 l/s)

t: tiempo de tránsito del flujo, **t = 69,1 días**

Θ: porosidad efectiva de los materiales de la zona saturada. Acordes con datos bibliográficos para materiales análogos, según Custodio & Llamas (1983) y Sanders (1998), se considera un valor de **Θ = 0,30**.

Π: número pi, **Π = 3,14**

b: espesor saturado en el perfil, **b = 23 m**.

r: es el radio fijo en metros

Con lo que se obtiene, un radio de:

$$r = 29,22 \text{ m}$$

5.5.1.4. Zona con Darcy

Empleando la ley de Darcy, para el cálculo de la longitud a proteger (Ec. 5):

$$Q = T \cdot i \cdot L$$

Donde,

Q: caudal en m³/día de la naciente, correspondiente a **Q = 267,84 m³/día**. (Según dato de caudal de SAGA 751, de 3,1 l/s)

T: es la transmisividad del acuífero, siendo **T = 73,14 m²/día**.

i: gradiente, **i = 0,28**.

L: Longitud en m a proteger

Con lo que se obtiene, un valor de:

$$L = 13,08 \text{ m}$$

5.5.1.5. Zona con ancho de captura

Empleando la ecuación de Grubb, 1993, (Ec. 6), se calcula el ancho de captura, donde:

$$a = \frac{2 \cdot Q \cdot L}{k \cdot (h_1^2 - h_2^2)}$$

Donde,

Q: caudal en m³/día de la naciente, correspondiente a **Q = 267,84 m³/día**. (Según dato de caudal de SAGA 751, de 3,1 l/s)

L = distancia entre los dos puntos de observación del espesor acuífero, **L = 100 m**.

k: conductividad hidráulica del acuífero, **k = 3,18 m/día**.

h₁ = espesor saturado en un punto aguas arriba medido en el perfil; **h₁ = 63 m**.

h₂ = espesor acuífero en la naciente, medido en el perfil **h₂ = 55 m**.

a = ancho de la zona de captura

Por tanto, se obtiene un valor de:

$$a = 8,92 \text{ m}$$

5.5.1.6. Zona con punto de no retorno

El punto de no retorno, de la ecuación de Grubb, 1993, (Ec. 7), se define como la distancia aguas debajo de la naciente a estudiar hasta donde se puede extender el contaminante.

$$X_0 = \frac{Q \cdot L}{\pi \cdot k \cdot (h_1^2 - h_2^2)}$$

Donde,

Q: caudal en m³/día de la naciente, correspondiente a **Q = 267,84 m³/día**. (Según dato de caudal de SAGA 751, de 3,1 l/s)

L = distancia entre los dos puntos de observación del espesor acuífero, **L = 100 m**.

π: número pi, **π=3,14**

k = conductividad hidráulica del acuífero, **k = 3,18 m/día**

h₁ = espesor saturado en un punto aguas arriba medido en el perfil; **h₁ = 63 m**.

h₂ = espesor acuífero en la naciente, medido en el perfil; **h₂ = 55 m**.

X₀ = es la distancia aguas abajo.

Obteniéndose:

$$X_0 = 2,84 \text{ m}$$

A continuación se muestra un resumen, **Tabla 6**, de los resultados obtenidos según cada metodología para la naciente Guayabo.

Tabla 6. Zona de protección según metodología para la naciente Guayabo

Metodología	Zona de protección (m)
Tiempos de tránsito	204,96
Radio Fijo	29,22
Darcy	13,08
Grubb (ancho de captura)	8,92
Grubb (punto de no retorno)	2,84

En la **figura 7**, se muestran las áreas especiales técnicas definidas como la zona operacional - zona de Protección Absoluta, zona de protección absoluta y zona de protección regulada para la naciente Guayabo Abajo cuyas dimensiones son:

- Zona operacional – Zona de Protección Absoluta: cuadrado de 30 x 30 m de lado con centro en la naciente. Señalada con color amarillo.

Se indica que desde el criterio técnico hidrogeológico el área mínima para protección bacteriológica de la Naciente Guayabo Abajo es de 900 m², donde la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del agua subterránea en esta área es alta.

En ésta área no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y, además, estas actividades necesitan ser evaluadas y controladas cuidadosamente para evitar la posibilidad de que los contaminantes alcancen los niveles de agua subterránea, ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las cercanías (Foster et al., 2002).
- Zona de protección absoluta: polígono de 205 m de largo desde la naciente. Y 150 m de ancho; aguas abajo corresponde a un arco de 15 m de radio. Señalada en color rojo con un achurado de rayas diagonales. La vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del agua subterránea en esta área es alta.

En ésta área no se debe permitir ningún tipo de actividad antrópica que genere flujos o lixiviados que contengan o generen contaminantes de tipo advectivo (aquellos que se mueven con o como el agua), tales como los de origen patógeno y mucho menos de otros tipos de contaminantes más agresivos para el medio hidrogeológico o nocivos para la salud (productos químicos como pinturas u otros; fertilizantes, pesticidas, agroquímicos hidrosolubles o hidrofóbicos, hidrocarburos o derivados del petróleo, entre otros).
- Zona de protección regulada: polígono de 1189 m de largo, y de ancho variable, en la zona inferior corresponde a un ancho de 150 m, en la zona superior corresponde a

un ancho de 76 m; según criterio geomorfológico. Señalada en color anaranjado con un achurado de rayas diagonales.

Además, se indica en color verde, el área de reserva de dominio público de 200 m de radio desde la captación, según el artículo 31 de la Ley de Aguas N°276. (**Figura 7**)

5.5.2. Cálculo de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad en la zona de protección operacional y zona de protección absoluta de la naciente Guayabo, se determinará según el método GOD (Foster et al, 2002). Los parámetros que se consideran, corresponden a:

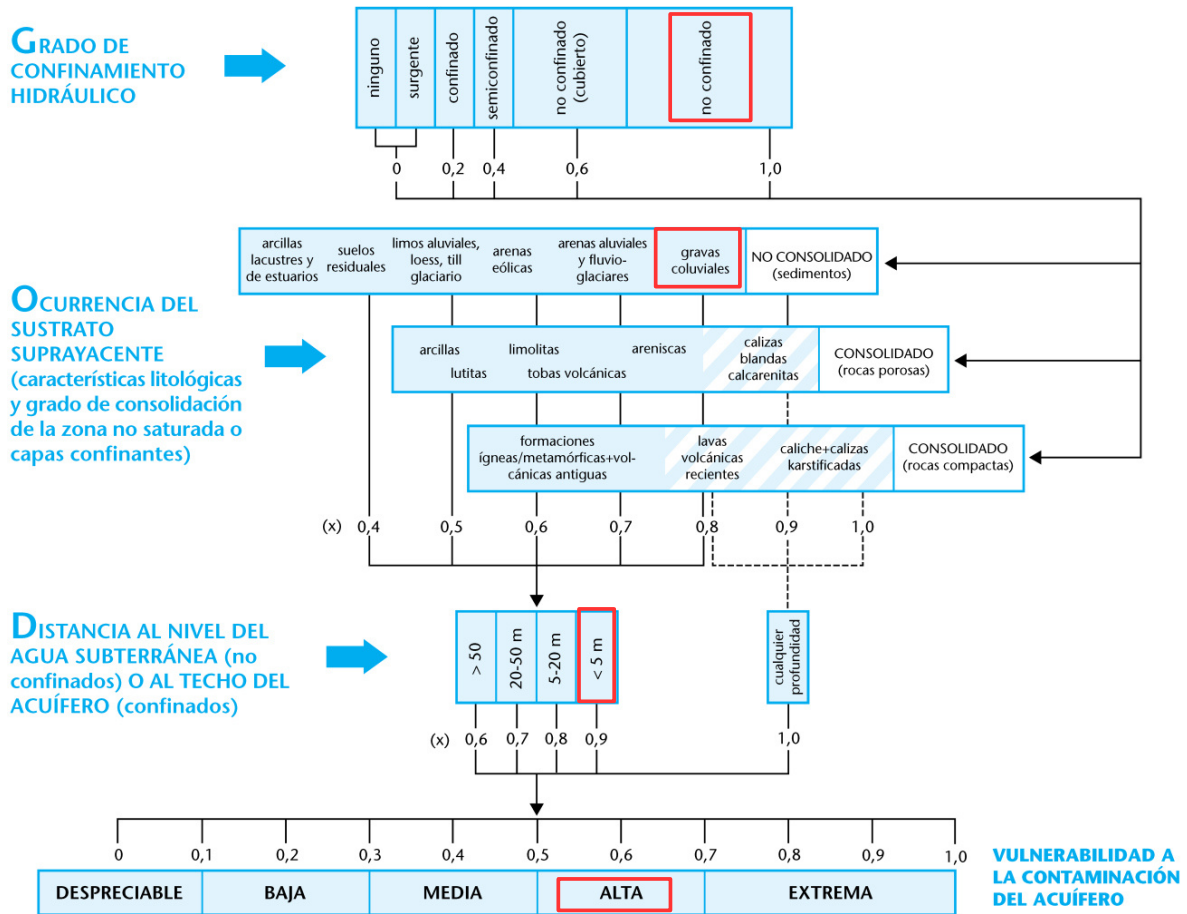
- Grado de confinamiento
- Ocurrencia del sustrato
- Profundidad del nivel freático

Para el caso de estudio, se obtienen los siguientes valores, que se resaltan en la **tabla 8**.

- Grado de confinamiento, **G= 0,9** (libre)
- Ocurrencia del sustrato, **O= 0,8** (lahar)
- Profundidad del nivel freático, **D= 0,9** (< 5 m)

Obteniéndose, $GOD = 1 \times 0,8 \times 0,9 = 0,648$ que corresponde a un grado de vulnerabilidad alta.

Tabla 8. Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos.



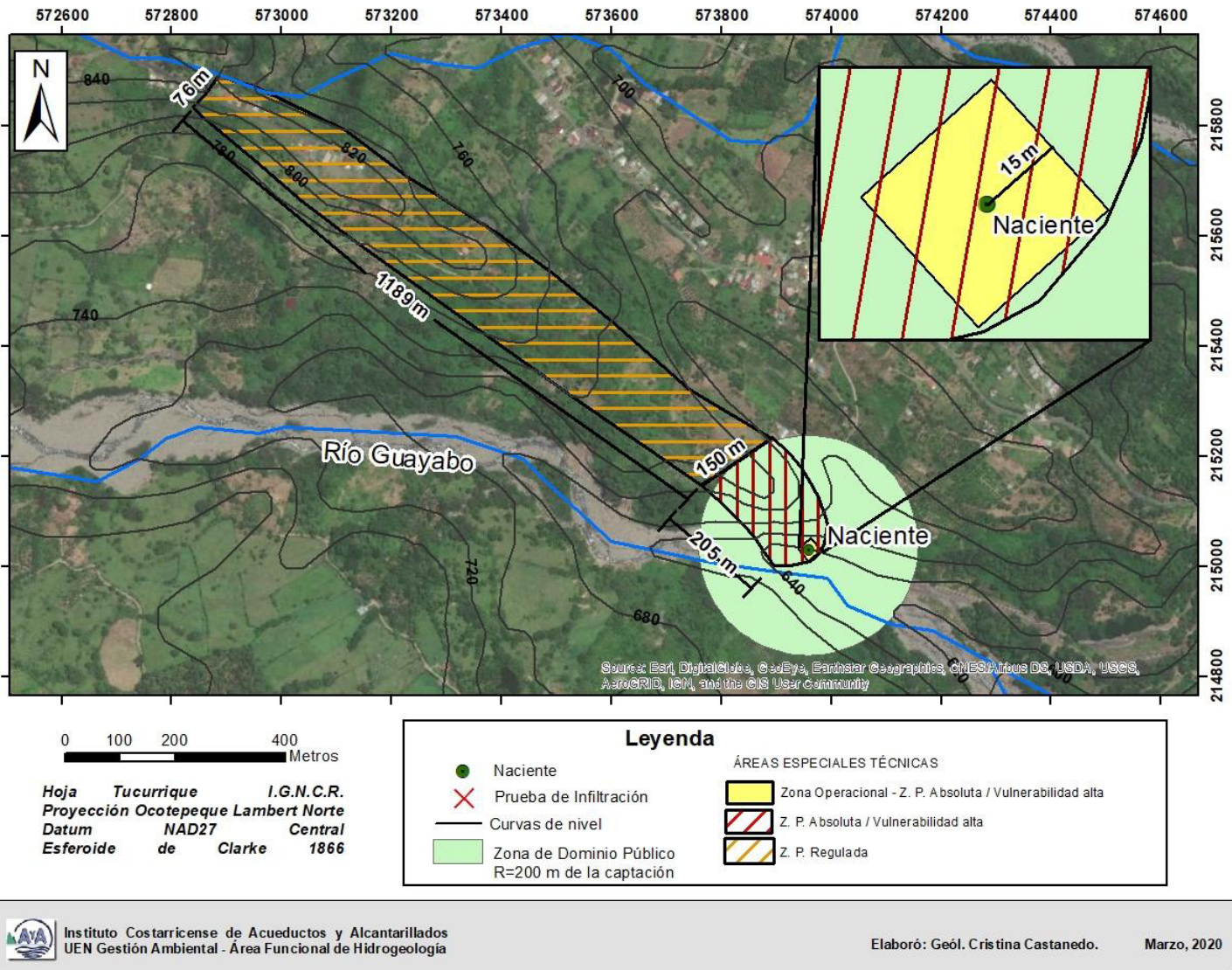


Figura 7. Zona de Protección Naciente Guayabo

VI. CALIDAD DE AGUA

A la fecha de elaboración del presente informe, la documentación facilitada por parte de la ASADA de Guayabo Abajo (**Anexo 3**), referente a los análisis de calidad de aguas de la naciente Guayabo es la siguiente:

Se tienen análisis microbiológicos de enero de 2020, realizados por el Laboratorio SupliLab, con el número de informe 314841-20, para la Naciente Guayabo Abajo. Los análisis microbiológicos reportaron un resultado de 2 NMP/100 mL de coliformes fecales y de <1.8 NMP/100 mL de Escherichia coli.

Además, los análisis físico-químicos, de enero de 2020, realizados por el Laboratorio AGQ, con el número de referencia A-20/004428 de la Naciente Guayabo Abajo indican que los valores analizados están dentro de los rangos indicados en cada caso. Se señala que el valor de conductividad eléctrica se encuentra en 205 $\mu\text{S}/\text{cm}$ siendo el Rango 11 – 12.870 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (**Anexo 3**)

Por parte del Laboratorio Nacional de Aguas del AyA, se tienen los siguientes análisis de calidad de aguas de la naciente Guayabo:

- 1) Análisis físico - químicos del 3 de julio de 2010, realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA, con el número AYA-ID-04134-2010, en el punto de muestreo de mezcla de nacientes. Para dicho análisis se indica la siguiente observación: “Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento de Calidad de Agua Potable”. (**Anexo 3**)
- 2) Análisis físico - químicos del 3 de julio de 2010, realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA, con el número AYA-ID-04135-2010, en el punto de muestreo de la Red 3. Para dicho análisis se indica la siguiente observación: “Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento de Calidad de Agua Potable”. (**Anexo 3**)

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La zona de estudio se ubica en Guayabo Abajo de Turrialba, Cartago. Específicamente, la naciente Guayabo Abajo se ubica en las coordenadas E 573962 m, N 215030 m, Costa Rica Lambert Norte. Hojas topográfica Tucurrique (IGNCR) a escala 1:50000.
2. La naciente está aflorando en el contacto entre el aluvión del Río Guayabo y el Lahar. Los lahares están constituidos por bloques centimétricos a decimétricos en una matriz arcillosa.
3. Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona estudio está compuesta por un acuífero libre, de alto potencial. La transmisividad del acuífero de los Lahares es de 73,14 m²/día.
4. La dirección de flujo en la Naciente Guayabo es hacia el SE con un gradiente de 0,28 medido en el perfil entre la isofreática de 680 y la isofreática de 660.
5. La naciente de Guayabo tiene un área de reserva de dominio público de 200 m de radio desde la captación, según el artículo 31 de la Ley de Aguas N°276.

A partir de los estudios técnicos realizados, se define:

- El área especial técnica operacional - zona de protección absoluta, la cual corresponde como un cuadrado de 30 x 30 m de lado con centro en la naciente. Por lo que el área mínima para protección bacteriológica de la Naciente Guayabo Abajo es de 900 m², donde la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del agua subterránea en esta área es alta. En ésta área no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y, además, estas actividades necesitan ser evaluadas y controladas cuidadosamente para evitar la posibilidad de que los contaminantes alcancen los niveles de agua subterránea, ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las cercanías (Foster et al., 2002).
- El área especial técnica definida como la zona de protección absoluta corresponde a un polígono de 205 m de largo desde la naciente y de 150 m de ancho, según las condiciones geomorfológicas, y aguas abajo corresponde a un arco de 15 m de radio. La vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del agua subterránea en esta área es alta. En ésta área no se debe permitir ningún tipo de actividad antrópica que genere flujos o lixiviados que contengan o generen contaminantes de tipo advectivo (aquellos que se mueven con o como el agua), tales como los de origen patógeno y mucho menos de otros tipos de contaminantes más agresivos para el medio hidrogeológico o nocivos para la salud (productos químicos como pinturas u

otros; fertilizantes, pesticidas, agroquímicos hidrosolubles o hidrofóbicos, hidrocarburos o derivados del petróleo, entre otros).

- El área especial técnica definida como la zona de protección regulada, corresponde a un polígono de 1189 m de largo, y de ancho variable (en la zona inferior un ancho de 150 m, en la zona superior un ancho de 76 m; según las condiciones geomorfológicas).
6. Según el método GOD, en la zona de protección operacional - zona de protección absoluta y zona de protección absoluta de la naciente Guayabo, se obtiene un grado de vulnerabilidad alta.
 7. Los resultados de los análisis microbiológicos realizados por el Laboratorio SupliLab, en enero de 2020 con el número de informe 314841-20, para la Naciente Guayabo Abajo reportaron un resultado de 2 NMP/100 mL de coliformes fecales y de <1.8 NMP/100 mL de Escherichia coli. Los análisis físico-químicos, de enero de 2020, realizados por el Laboratorio AGQ, con el número de referencia A-20/004428 de la Naciente Guayabo Abajo indican que los valores analizados están dentro de los rangos indicados en cada caso. Los análisis físico-químicos, de julio de 2010, realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA, con el número AYA-ID-04134-2010 y con el número AYA-ID-04135-2010 de la mezcla de nacientes y de la Red 3 respectivamente indican que “Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento de Calidad de Agua Potable”.

En base con lo anterior, se recomienda a la Subgerencia de Sistemas Delegados apoyar a la ASADA Guayabo Abajo para que en coordinación con el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA se realice un análisis bacteriológico y físico-químico completo.

VIII. REFERENCIAS

Fernández, J.A. (1987). Geología de la Hoja Topográfica Tucurrique (tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica.

Catálogo de Fallas Activas del Laboratorio de Ingeniería Sísmica. 2019. <http://www.lis.ucr.ac.cr/Fallas-Activas>

Catálogo de Fallas Activas de la Red Sismológica Nacional. 2019. <https://rsn.ucr.ac.cr/actividad-sismica/fallas-activas>

Foster, S; Hirata, R; Gómez, D; D'elia, M & Paris, M., 2002: Protección de la calidad del agua subterránea: guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. - Groundwater Management Team, en colaboración con Global Water Partnership. Banco Mundial, Washington, D.C., Estados Unidos.

IX. ANEXOS

ANEXO I: CAUDALES SAGA

Cristina Castanedo Sotela

De: Christian Delgado Segura
Enviado el: domingo, 22 de marzo de 2020 19:34
Para: Cristina Castanedo Sotela; Natalia Montes Ruiz; Jose Manuel Jimenez Murillo; Jorge Salazar Chacon; Carlos David Araya Quiros
CC: Viviana Ramos Sanchez
Asunto: RV: Información de caudales para la elaboración de estudios hidrogeológicos

Saludos

Les remito el correo en donde se especifican los caudales de las nacientes en las que están realizando los estudios hidrogeológicos.

De: Fabio Sancho Corrales <fsancho@aya.go.cr>
Enviado el: martes, 17 de marzo de 2020 19:37
Para: Christian Delgado Segura <cdelgado@aya.go.cr>; Rodolfo Ramirez Villalba <rramirez@aya.go.cr>
CC: Viviana Ramos Sanchez <vramos@aya.go.cr>; Rodolfo Ramirez Villalba <rramirez@aya.go.cr>; Alba Rodriguez Luna <albrodriguez@aya.go.cr>
Asunto: RE: Información de caudales para la elaboración de estudios hidrogeológicos

En respuesta a su solicitud le informo lo siguiente:

1-ASADA Guayabo de Turrialba SAGA 751 se encuentra registrado ante el MINAE dos fuentes una con 2.72 L/S y 0.38 L/S según expediente 218-R del MINAE y nuestra base de datos.

2-San Juan de Irazu SAGA 798 no se tiene registro ante el MINAE próximamente se estará realizando la gestión.

3-San Andres SAGA 4169 se encuentra registro de tres fuentes una con 2.85 L/S, 1.19 L/S y 0.31 L/S según expediente 1427-R y nuestra base de datos.

4-Cuestillas de RON RON SAGA 4218 se cuenta con un registro de tres fuentes con 5L/S, 0.19L/S y 2.6L/S según expediente de MINAE 1361-R y nuestra base de datos.

Cualquier consulta con gusto

De: Christian Delgado Segura <cdelgado@aya.go.cr>
Enviado el: martes, 17 de marzo de 2020 18:45
Para: Rodolfo Ramirez Villalba <rramirez@aya.go.cr>; Fabio Sancho Corrales <fsancho@aya.go.cr>
CC: Viviana Ramos Sanchez <vramos@aya.go.cr>
Asunto: Información de caudales para la elaboración de estudios hidrogeológicos

Saludos don Rodolfo y don Fabio, espero se encuentren bien

Debido a que estamos realizando estudios hidrogeológicos de zonas de protección para fuentes de ASADAS (algunas de ellas son la de Guayabo de Turrialba, San Juan de Chicua, san Andrés de Tarrazú, entre otras), la semana pasada enviamos una solicitudes de información referente a caudales de aprovechamiento, la cual resulta ser una información fundamental para concluir los estudios.

Sin esta información no podemos avanzar con los estudios y nos resulta muy necesario nos aporten esos datos ya que tenemos una alta demanda de estudios y los profesionales se tendrían que asignar para otros casos.



Agradezco la atención al caso.



“AVISO DE CONFIDENCIALIDAD. Este mensaje y la información incluida en él es confidencial y está dirigida únicamente al destinatario. Puede contener información privilegiada, confidencial, amparada por el secreto profesional y/o que no debe ser revelada. Si usted ha recibido este mail por error, por favor comunicarlo inmediatamente vía e-mail y tener la amabilidad de eliminarlo de su sistema. Queda notificado que no deberá copiar este mensaje, ni utilizar, divulgar, publicar o distribuir su contenido de modo alguno. Todo mensaje enviado a esta dirección de correo electrónico puede ser sujeto a inspección por alguien distinto de su receptor originario. La transmisión de e-mails no garantiza que el correo electrónico sea seguro o libre de error. Por consiguiente, se advierte que esta información pueda estar incompleta o ser poco precisa ya que toda información está sujeta a alterarse sin previo aviso.”

“AVISO DE CONFIDENCIALIDAD. Este mensaje y la información incluida en él es confidencial y está dirigida únicamente al destinatario. Puede contener información privilegiada, confidencial, amparada por el secreto profesional y/o que no debe ser revelada. Si usted ha recibido este mail por error, por favor comunicarlo inmediatamente vía e-mail y tener la amabilidad de eliminarlo de su sistema. Queda notificado que no deberá copiar este mensaje, ni utilizar, divulgar, publicar o distribuir su contenido de modo alguno. Todo mensaje enviado a esta dirección de correo electrónico puede ser sujeto a inspección por alguien distinto de su receptor originario. La transmisión de e-mails no garantiza que el correo electrónico sea seguro o libre de error. Por consiguiente, se advierte que esta información pueda estar incompleta o ser poco precisa ya que toda información está sujeta a alterarse sin previo aviso.”

“AVISO DE CONFIDENCIALIDAD. Este mensaje y la información incluida en él es confidencial y está dirigida únicamente al destinatario. Puede contener información privilegiada, confidencial, amparada por el secreto profesional y/o que no debe ser revelada. Si usted ha recibido este mail por error, por favor comunicarlo inmediatamente vía e-mail y tener la amabilidad de eliminarlo de su sistema. Queda notificado que no deberá copiar este mensaje, ni utilizar, divulgar, publicar o distribuir su contenido de modo alguno. Todo mensaje enviado a esta dirección de correo electrónico puede ser sujeto a inspección por alguien distinto de su receptor originario. La transmisión de e-mails no garantiza que el correo electrónico sea seguro o libre de error. Por consiguiente, se advierte que esta información pueda estar incompleta o ser poco precisa ya que toda información está sujeta a alterarse sin previo aviso.”

	MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA DIRECCION DE AGUA DA 0302-2015-AGUAS-MINAE	
---	--	---

DA 0302-2015-AGUAS-MINAE

Expediente: 218-R.

San José, a las nueve horas, cincuenta minutos del diecinueve de febrero del 2015.

RESULTANDO

Único: Que el AyA solicita la inscripción de aguas a su nombre, cédula jurídica No. 4-0000-42138. El Usuario del aprovechamiento será para la Asociación Administradora de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunal Asada Guayabo Abajo Asada Guayabo Abajo de Santa Teresita, de Turrialba

CONSIDERANDO

PRIMERO: Que realizado el análisis, se obtuvo la siguiente información:

1. Detalles del aprovechamiento

1.1 Localización

Provincia	Cantón	Distrito	Sectores abastecidos
Cartago	Turrialba	Santa Rosa	Santa Rosa (Turrialba)

1.2 Fuentes solicitadas

Fuente	Cuenca	Propiedad del fondo donde se capta	Plano Catastrado	Folio Real
Nac Guayabo	75-08	No se indica	No se indica	No se indica
Nac Guayabo	75-0B	No se indica	No se indica	No se indica

1.3 Ubicación cartográfica de los puntos de toma

Fuente	Hoja Cartográfica	Altitud msnm	Latitud	Longitud
Nac Guayabo	Tucurrique No. 3445 I	680	215.017	573.959
Nac Guayabo	Tucurrique No. 3445 I	682	215.027	573.948

2. Resumen de caudales (litros / segundos)

2.1 Aforo

Fuente	Origen del Dato	Fecha	Caudal
Nac Guayabo 1	A y A	31/05/2013	7,11
Nac Guayabo 2	A y A	31/05/2013	0,99
TOTAL			8,00



MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA
DIRECCION DE AGUA
DA 0302-2015-AGUAS-MINAE



2.2 Cálculos de necesidad y disponibilidad (caudal: litros / segundos)

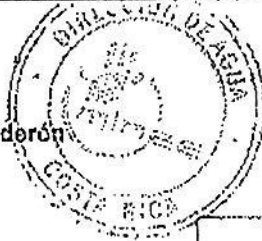
Fuente	Caudal Solicitado	Caudal ambiental	Disponible	Población Actual	Población Proyectada (20 años)	Caudal Requerido a 20 años
Nac Guayabo	2.72	10% 0,71	6,4	673	1,337	3.10
Nac Guayabo	0.38	10% 0,099	0,89	673	1,337	3.10

POR TANTO

El Director de la Dirección de Agua del MINAE resuelve, de conformidad con la Ley de Aguas No. 276, artículos 17, 18 y 70 y el Reglamento de las Asociaciones de Acueductos y Alcantarillados Comunales, publicado en La Gaceta No. 150 de 5 de agosto de 2005, Decreto 32529-S, inscribir en el Registro Nacional de Concesiones de Aguas y Cauces, el siguiente aprovechamiento a nombre del AyA Cédula número 4-0000-42138, con la anotación de usuario de agua a nombre de la Asociación Administradora de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunal Aya Asada Guayabo Abajo Asada Guayabo Abajo de Santa Teresita de Turrialba.

Fuente	CAUDAL (litros por segundos)
Nac Guayabo 1	2.72
Nac Guayabo 2	0.38
TOTAL	3.10

Ing. José Miguel Zeledón Calderón
DIRECTOR



Análisis BLMH	Fecha 19/02/2015	
Revisión APV	Fecha 19/02/2015	

(506) 2221-7514 FAX: (506) 2221-7516 Apartado: 13043-1000. <http://www.da.go.cr> * aguas@da.go.cr
Edificio Alvasa. Edificio negro esquinero. Entrada a Ruta 32, Avenida 19; costado este del Periódico La República. Tournon, San José, Costa Rica.

ANEXO II: POZO SENARA

REPORTE DE PERFORACIÓN

página 1

EMPRESA PERFORADORA

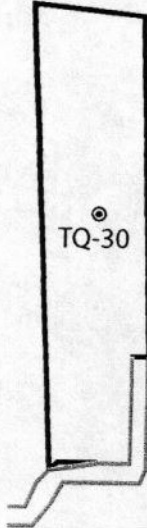
Pura Vida Drillings, S.A.

Céd: 3-101-347766

Pozo número: TQ-30 Bitácora N° 5798-11

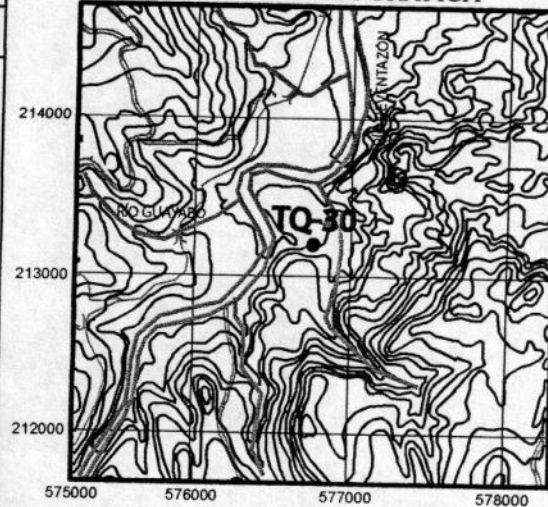
Localidad: Jabillos de Pavones, Turrialva, Cartago.

Croquis del pozo con relación al terreno



Matrícula
155593-001-002

UBICACIÓN CARTOGRÁFICA



Hoja: Tucurrique

No. 3345 I

Escala: 1:50000

Elevación: 441 m.s.n.m.

Latitud: 213400

Longitud: 576760

Propietario **MANUEL ENRIQUE MATA HIDALGO & MARITZA FONSECA QUIRÓS**

Uso que se la dará al agua
Doméstico y Riego

Método de perforación
Rotoperusión

Equipo de perforación
Schramm

Inicio de la perforación
05 de mayo 2012

Final de la perforación
05 de mayo 2012

Profundidad total del pozo
34 metros

VARIACIÓN DEL NIVEL DEL AGUA AVANCE DE LA PERFORACIÓN

Prof. (m)	Nivel (m)
13 metros	Aporte de agua
5,83 metros	Nivel final

DESCRIPCIÓN DE LA PERFORACIÓN

Tramo (m)	Descripción
0.0-8.0	Arcillas y materiales aluviales color café claro depositadas por desbordamiento de ríos, con permeabilidad aparente baja.
8.0-13.0	Arenas aluviales muy mal seleccionadas, color gris oscuro y con posibilidad de aporte de agua.
13.0-18.0	Aluviones muy gruesos con cantos decimétricos en contacto por punto ya que no presentan matriz y con permeabilidad aparente alta (acuífero).
18.0-34.0	Basamento sedimentario de la zona con presencia de lutitas color gris claro y café claro. Permeabilidad muy baja (acuitardo).

CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

El pozo perforado traspasa varias capas aluviales recientes, se encuentran dos espesores de arcillas, limos y arenas producto de la depositación por desbordamiento de quebradas y ríos de la zona. El nivel más productor corresponde con un estrato de aluviones gruesos limpios formando un acuifero libre cubierto (confinamiento?). El nivel final del agua subió hasta 5,83 m.b.n.s. lo que hace creer que el agua en algunos sectores presenta un bajo grado de confinamiento.

CORTE FINAL DE PERFORACIÓN
Página 2

OZO No. TQ-30

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	DETALLES CONSTRUCTIVOS	OTROS DETALLES
		<p>Perforado en 11 1/2' hasta los 34m</p> <p>Sello sanitario en concreto hasta 1 metros con tubería metálica ciega de 10' en su interior</p> <p>Rejilla metálica Johnson en 10' desde los 9 - 18 metros</p>	<p>SELLO SANITARIO Tipo: Concreto Prof: Hasta 1 metro</p>
			<p>FILTRO DE GRAVA Tipo: Tramo:</p>
			<p>DESARROLLO Tipo: Aire Horas: 1</p>
			<p>DESINFECCIÓN</p>
			<p>CALIDAD DEL AGUA</p>
			<p>LODOS/ADITIVOS USADOS Jabón industrial</p>
			<p>PRUEBA DE BOMBEO Equipo: Sumergible de 5 HP Profundidad: 30 m Fecha: 07/05/2012 Horas de bombeo: 24 Caudal: 5,24 l/s Nivel inicial: 5,83m Nivel Final: 6,10m Estabilizado: SI Tiempo recuperación: 1 min Recuperación: 100% Transmisividad: 3200 m²/día Capacidad esp.</p>

RECOMENDACIONES

EQUIPO A INSTALAR

Bomba: Sumergible Capacidad: 23,7 l/s Profundidad: 30m Motor: > 15 Hp

Electrodos encendidos: 5,83m Electrodo apagado: 7,83m

EXPLOTACIÓN

Caudal en litros por segundo: 23,71 Horas diarias: 23 bombeo-1 recuperación Nivel de bombeo máximo: 7,83m

EXPLOTACIÓN

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.

Supervisó Geól: Guillermo Guzmán Alpízar

Firma: _____

Fecha: 15/mayo/2012

Carné: CGCR-277

Representante de la empresa: Kathia Sánchez Conejo

Firma: _____

Fecha: 15/mayo/2012

Cédula: 2-0542-0121

PURA VIDA DRILLINGS S.A

REPORTE DE PRUEBA DE BOMBEO

JAVILLOS DE PAVONES, TURRIALBA, CARTAGO

**MANUEL ENRIQUE MATA HIDALGO
& MARITZA FONSECA QUIRÓS
TQ-30**

Guillermo Guzmán Alpízar
Hidrogeólogo – CGCR-277

15 de mayo, 2012

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN..... 3

PRUEBA DE BOMBEO CONTINUO 3

RECOMENDACIONES 6

INTRODUCCIÓN

El día 7 de mayo de 2012 se realizó la prueba de bombeo en el pozo TQ-30, ubicado en la localidad de Javillos de Pavones, cantón de Turrialba, provincia de Cartago. El análisis de dicha prueba se realizó el día 15 de mayo del 2012.

El pozo tiene una profundidad de 34 metros y fue perforado en su totalidad en 11 ½ ". Se le colocó un sello sanitario en concreto de 1 metro y tubería ciega de 10' en Hierro hasta los 9 metros.

DATOS GENERALES

Localidad	:	Javillos de Pavones, Turrialba, Cartago.
Pozo	:	TQ-30
Fecha de prueba	:	7 de mayo, 2012.
Realizada por	:	Sergio Solera.
Fecha de análisis	:	15 de mayo, 2012
Analizado por	:	Hidrogeólogo Guillermo Guzmán Alpízar

ARMADO GENERAL DE POZO

Diámetro de perforación (m)	=	0.29
Diámetro de ademe (m)	=	0.25
Material de ademe	=	Hierro
Profundidad inicial de rejillas (m)	=	9,00
Profundidad final de rejillas (m)	=	18,00
Profundidad de pozo (m)	=	34,00
Material de rejilla	=	Rejilla hierro, Johnson

PRUEBA DE BOMBEO CONTINUO

Se realizó una prueba de bombeo de 24 horas con un caudal constante de 5,24 L/s, el abatimiento total fue de 0,27 metros. Los datos de esta prueba se incluyen en el informe.

PRUEBA DE BOMBEO

Nivel estático-pozo bombeo (m)	=	5,83
Caudal de bombeo [lps]	=	5,24
Duración de bombeo continuo [min]	=	1440
Nivel dinámico-pozo bombeo (m)	=	6,10
Transmisividad [m ² /día]	=	3200

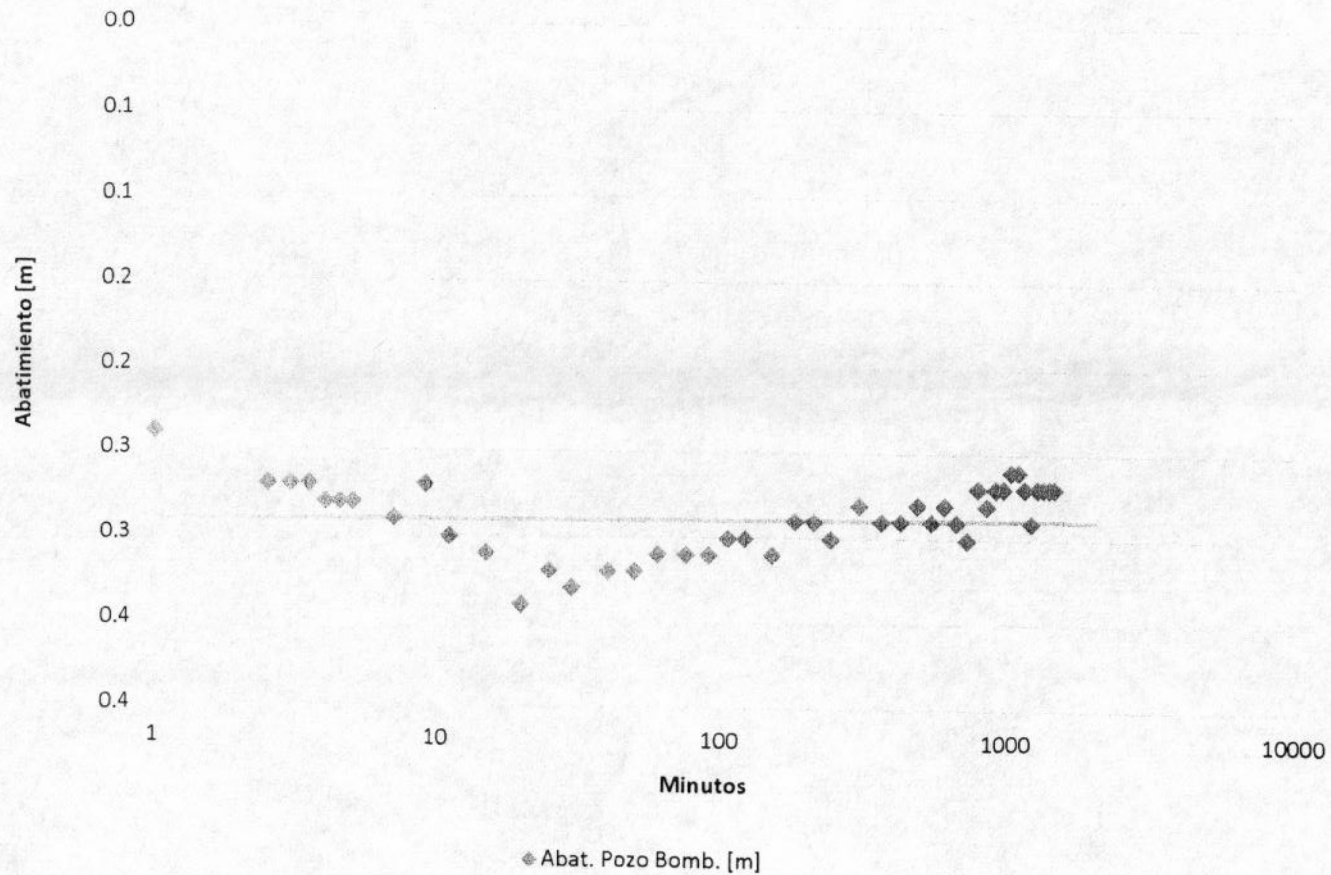
DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO CONTINUO

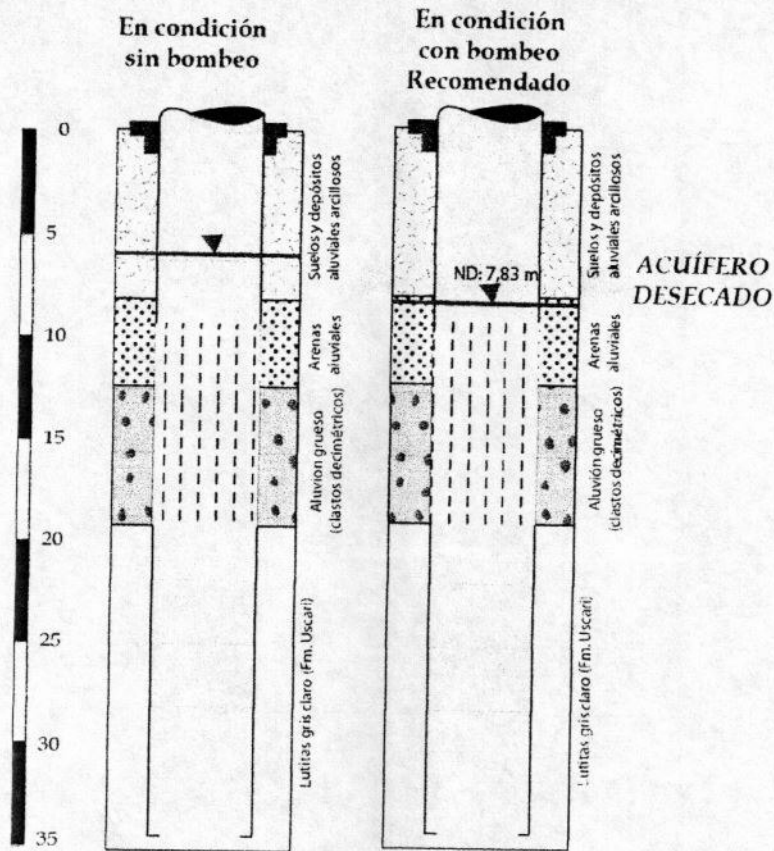
Tiempo [min]	N. Dinámico [m]	Q [lps]			
0.00	5.83	5.19	120.00	6.13	5.19
0.50	6.07	5.19	150.00	6.14	5.19
1.00	6.07	5.19	180.00	6.12	5.19
2.50	6.10	5.19	210.00	6.12	5.19
3.00	6.10	5.19	240.00	6.13	5.19
3.50	6.10	5.19	300.00	6.11	5.19
4.00	6.11	5.19	360.00	6.12	5.19
4.50	6.11	5.19	420.00	6.12	5.19
5.00	6.11	5.19	480.00	6.11	5.19
7.00	6.12	5.19	540.00	6.12	5.19
9.00	6.10	5.19	600.00	6.11	5.19
11.00	6.13	5.19	660.00	6.12	5.19
15.00	6.14	5.19	720.00	6.13	5.27
20.00	6.17	5.19	780.00	6.10	5.27
25.00	6.15	5.19	840.00	6.11	5.27
30.00	6.16	5.19	900.00	6.10	5.27
40.00	6.15	5.19	960.00	6.10	5.27
50.00	6.15	5.19	1020.00	6.09	5.27
60.00	6.14	5.19	1080.00	6.09	5.27
75.00	6.14	5.19	1140.00	6.10	5.27
90.00	6.14	5.19	1200.00	6.12	5.27
105.00	6.13	5.19	1260.00	6.10	5.27
			1320.00	6.10	5.27
			1380.00	6.10	5.37
			1440.00	6.10	5.37

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS

Caudal [l/s]	Tiempo total [horas]	Nivel Estático [m]	Nivel Dinámico [m]	Abatimiento [m]	Tubería Descarga
5,24	24	5,83	6,10	0,27	1 ¼" diámetro

GRÁFICO PRUEBA DE BOMBEO CAUDAL CONSTANTE





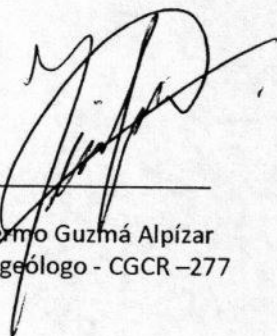
CAUDAL DE EXPLOTACION

Caudal de explotación [lps]	= 23,71
Abatimiento [m]	= 2
Tiempo de bombeo continuo [hrs]	= 72.00

RECOMENDACIONES

El pozo es capaz de ceder un caudal de 23,71 L/s considerando un abatimiento de solo 2 metros (nivel dinámico en 7,83 metros). Para este caudal se debe utilizar una bomba mayor a 15 HP, sin embargo se recomienda consultar con un Ingeniero hidráulico sobre los diámetros de descarga y la altura final del tanque para colocar una bomba adecuada. Como el pozo tiene una profundidad de 34 metros, es probable que tenga la capacidad de ceder un caudal un poco mayor, no obstante, la prueba de bombeo se realizó con un caudal de extracción de 5,24 L/s, por tanto, en caso de que sea necesario utilizar un caudal mayor al recomendado, se debe realizar una prueba de bombeo con el caudal que se desea explotar, de esta manera se analizaría la respuesta del acuífero.

Entonces, aplicando un factor de seguridad en función de la conservación del recurso hídrico subterráneo, se recomienda un **CAUDAL DE EXTRACCIÓN MÁXIMO IGUAL O MENOR A 23,71 l/s** durante períodos de 23 horas continuas con una recuperación de 1 hora y un abatimiento controlado por medio de interruptores de 2 metros (encendido a 5,83 metros y apagado a 7,83 metros), se recomienda colocar la bomba a 30 metros de profundidad, para aprovechar el tramo de tubería ciega como cámara de la bomba. La Transmisividad (T) obtenida es de 3200 m²/día.



Guillermo Guzmá Alpízar
Hidrogeólogo - CGCR -277

ORIGINAL CON SELLO BLANCO

Cc: Archivo, Prueba Bombeo TQ-30

Código de reporte: 30485
Empresa solicitante: TECNO PRO INTERNACIONAL
Responsable: Andrés Faerron
laboratorio@tecnoanalitica.net

Fecha de muestreo: 15/05/2012
Fecha de reporte: 17/05/2012
Muestreado por: SOLICITANTE

REPORTE DE LABORATORIO

MUESTRA (s)	ANALISIS-DESCRIPCION	RESULTADOS	UNIDAD	OTROS
	CLIENTE: MANUEL MATA Y MARITZA FONSECA			
AGUA	POZO: TQ 30			
	Coliformes Fecales Nemátodos P/A	< 2 NEGATIVO	NMP/100mL /campo x 450	St M 9221

METODOS Standard Methods 18th Edition (APHA).



TecnoANALÍTICA INTERNACIONAL S.A.

Laboratorio de Análisis Químicos

Teléfono: (506) 2285-7500, Facsímil: (506) 2285-7500,
Correo electrónico: tecnoanalitica@tecnoanalitica.net

TA-PT-09-R-01
Primera Versión

REPORTE DE ANÁLISIS

Página
1 de 1

Empresa: Pura Vida Drilling	Código del Reporte: TA-REP-047314
Contacto: Ana Alonzo	Fecha de Muestreo: no indica
Código de Muestra: 047314	Hora de Muestreo: no indica
Muestreador: No indica	Fecha de Recepción: 11 de mayo del 2012
Ubicación: Manuel Mata y Maritza Fonseca	Fecha de Reporte: 18 de mayo del 2012
Punto de Muestreo: TQ- 30	Reporte de Campo: n/a

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Ministerio de Salud para TecnoAnalitica Internacional S.A. No. RCS-ARSG-2007-1008. Dado el 06/07/2007 y vence el 05/07/2012

Resultados

Prueba	Resultado Promedio	Incertidumbre	Unidades
pH	6,8	±0,1	U pH
Temperatura	23,2	±0,1	°C
Calcio	8,5	±0,1	mg/L
Cloro libre	0,06	±0,01	mg/L
Cloro total	0,07	±0,01	mg/L
Cobre	0,085	±0,001	mg/L
Color verdadero	< 1	---	U Pt-Co
Dureza Ca	35,1	±0,1	mg/L CaCO ₃
Dureza Mg	9,6	±0,1	mg/L CaCO ₃
Dureza total	34,9	±0,2	mg/L CaCO ₃
Hierro total	0,049	±0,001	mg/L
Magnesio	2,6	±0,1	mg/L
Turbidez	< 1	---	UNT

METODOLOGÍA :

- Métodos de Análisis según: "Standard Methods, for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition.

OBSERVACIONES:

- Refiérase al código del reporte para cualquier consulta.



TecnoANALITICA INTERNACIONAL S.A.

* Estos resultados son válidos únicamente para la muestra indicada, y no pueden ser utilizados para inferir sobre lotes o categorías. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento por entes ajenos a la dirección del Laboratorio.

	TecnoANALÍTICA INTERNACIONAL S.A.	TA-PT-09-R-01 Primera Versión
	Laboratorio de Análisis Químicos Teléfono: (506)2285-7500, Facsímil: (506)2285-7500, Correo electrónico: info@tecnoanalitica.net	
	INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS QUÍMICO	Página 1 de 1

Empresa: Pura Vida Drilling	Código del Reporte: TA-REP-047314
Contacto: Ana Alonso	Fecha de Muestreo: No indica
Código de Muestra: 047314	Hora de Muestreo: No indica
Muestreador: No indica	Fecha de Recepción: 11 de mayo del 2012
Ubicación: Manuel Mata y Maritza Fonseca	Fecha de Reporte: 18 de mayo del 2012
Punto de Muestreo: TQ- 30	Reporte de Campo: N.A.

Según el "Reglamento para la calidad del agua potable", se puede concluir que la muestra de "Manuel Mata y Maritza Fonseca." Pozo TQ-30". Remitida a nuestro laboratorio el día 11 de mayo del 2012 cumple con los mínimos permisibles fisicoquímicos y microbiológicos.

Dadas las condiciones anteriores se considera fisicoquímicamente y microbiológicamente potable.


tecno ANALITICA
INTERNACIONAL S.A.
 Andres Faerron Villegas
 Encargado de Laboratorio

TecnoANALITICA INTERNACIONAL S.A.

* Estos resultados son válidos únicamente para la muestra indicada, y no pueden ser utilizados para inferir sobre lotes o categorías. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento por entes ajenos a la dirección del Laboratorio.

1740
226-00

REPORTE FINAL DE PERFORACION		POZO N° TQ-13
AGROPOZO S.A. TEL: 24-7452 FAX: 25-5997 APDO: 115-2070, SAN JOSE, COSTA RICA.		HOJA <u>1</u> DE <u>2</u>
PROPIETARIO SCOTT PAPER COMPANY COSTA RICA - PAVONES		TEL. 239-02-22 APDO 10271-1000

PROF(m)	DESCRIPCION	DETALLES CONSTRUCTIVOS	OTROS DETALLES
4	Arcilla café	Brocal y sello de concreto	SELLO SANITARIO TIPO <u>concreto</u> Prof. <u>2.00</u> m
12	Piedras grandes en matriz arcillosa		FILTRO DE GRAVA TIPO <u>no tiene</u>
20	Arcilla gris	Perforación 25 cm	DESARROLLO TIPO <u>pistoneo</u> HORAS <u>4</u> horas
28	Tobas arcillosas	Tubería P.V.C SDR 26 de 15 cm	UBI INFECCION:
36	Brechas	N.E : 35.00 m	CALIDAD DEL AGUA: <u>potable</u> LOGOS O ADITIVOS EMPLEADOS:
44	Lavas porfiríticas	Rejillas de 2 mm de 37-68 m	PRUEBA DE BOMBO EQUIPO <u>sumergible 5 H.P</u>
52			PROFUNDIDAD: (m) <u>60</u> m
60		Perforación 25 cm	FECHA: <u>15 Diciembre 94</u>
68	Arcilla blanca	Tapón PVC Fondo pozo 70.00 m	HORAS DE BOMBO <u>6</u> horas
			CAUDAL (L/s): <u>3.00</u> l.p.s
			NIVEL INICIAL <u>35.00</u> m
			NIVEL FINAL <u>35.01</u> m
			ESTABILIZADO? <u>si</u>
			TIEMPO DE RECUPERACION <u>-</u>
			% DE RECUPERACION
			TRANS. (m³/DI):
			CAPACIDAD ESP.:

RECIBIDO
21 SEPT 1994

RECOMENDACIONES DEL EQUIPO A INSTALAR

BOMBA TIPO sumergible CAUDAL 5.00 Lps. CARGA TOTAL 55 m
 MOTOR 7.5 HP. CABLE 3 No 6 AWG TUBERIA DESCARGA H.G 7.08 cm
 ELECTRODO ARRANQUE A _____ m. ELECTRODO PARE A _____ m prof

RECOMENDACIONES SOBRE EXPLOTACION

CAUDAL EN L/s 5.00 HORAS DIARIAS 12 NIVEL DE BOMBULO MAX. 60

GEOLOGO SUPERVISOR <u>Eduardo Hernandez</u> CARNE # <u>196</u> FECHA _____	POR AGROPOZO S.A. Ing. <u>Hugo A. Aguilar I</u> CARNE IC <u>583</u> FECHA _____	POR EL PROPIETARIO CED # _____ FECHA _____
---	--	--

CON EL RECIBO DE ESTE REPORTE FINAL DE PERFORACION, EL PROPIETARIO DA POR ACEPTADA LA OBRA A SATISFACCION Y TERMINADAS LAS OBLIGACIONES CONTRACTUALES DE LAS PARTES.

REPORTE FINAL DE PERFORACION

AGROPOZO S.A. TEL: 24-7452

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

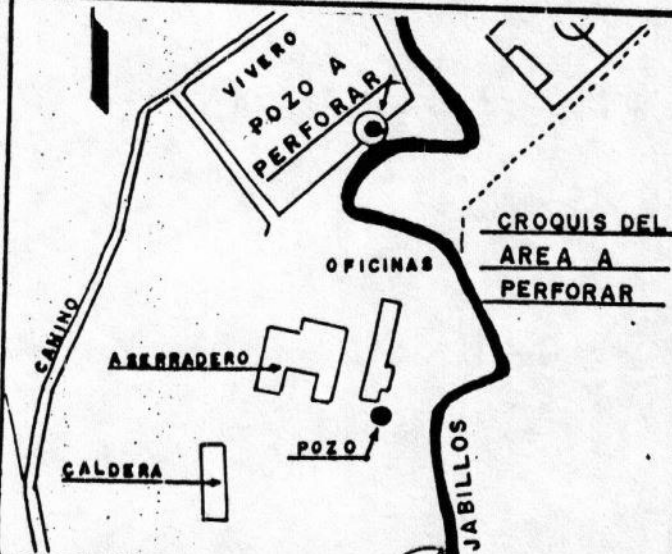
POZO N° TQ 43

HOJA _____ DE _____

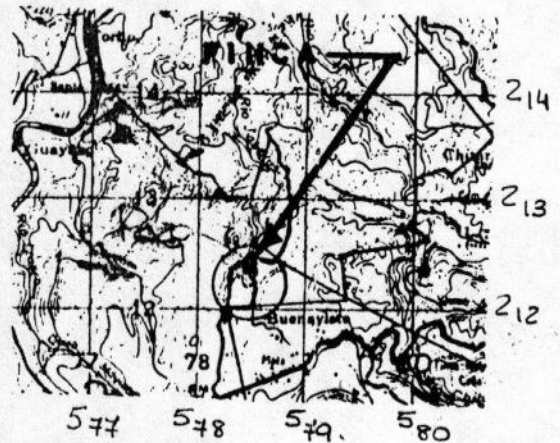
PROPIETARIO SCOTT PAPER CO. COSTA RICA PAVONES

TEL.
APDO

CROQUIS CON RELACION AL TERRENO



UBICACION CARTOGRAFICA



HOJA Tucurrique
ESCALA 1:50.000

N° 3445 I

USO QUE SE LE DARA AL AGUA
Doméstico - Industrial

METODO DE PERFORACION
Percusión

EQUIPO DE PERFORACION
Bucyrus Erie 22- W

LA PERFORACION SE INICIO
2 Diciembre 1994

LA PERFORACION CONCLUYO
15 Diciembre 1994

PERFORACION TOTAL DEL POZO
70.00 metros

VARIACION DE NIVEL DE AGUA Y
AVANCE DE LA PERFORACION

DESCRIPCION LITOLOGICA DETALLADA

PROF(m).	NIVEL(m)	TRAMO(m)	DESCRIPCION
10	--	0 - 3	Arcillas color café
15	11	3 - 16	Piedras grandes en matriz arcillosa color café
29	28		Arcillas color gris
34	31	16 - 23	Tobas arcillosas .
40	35	23 - 38	Brechas lávicas
60	35	38 - 47	Lavas porfiríticas
70	35	47 - 69	Arcillas color blanco .
		69 - 70	

CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS ENCONTRADAS

Se captaron los materiales volcánicos a partir de 38 metros .

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.

ANEXO III: ANÁLISIS DE AGUAS

Nº de Referencia:	A-20/00442B	Registrada en:	AGQ Costa Rica	Cliente:	DIESSA Z&S S.A.
Análisis:	A-CR-1004 (N1-N2-N3-M-AGQ)	Centro Analizador:	AGQ Costa Rica	Domicilio:	Cartago, Turrialba, La Suiza Diagonal a las oficinas del BN, 2do piso edificio la Canasta
Tipo Muestra:	AGUA CONSUMO	Fecha Recepción:	17/01/2020	Contrato:	CR18-0169
Fecha Inicio:	17/01/2020	Fecha Fin:	30/01/2020	Cliente SE:	Asociación de Acueducto Rural Guayabo Abajo
Descripción:	Nacientes Rio Lajas				
Fecha/Hora Muestreo:	16/01/2020	Muestreado por:	Personal AGQ		
		PNT Muestra:	PICR-210		

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CV%	PNT	Rango	
Aniones -							
Nitratos	3,25	mg/L	±20%	50,0	PE-2090	0,20 - 100 mg/L	✓
Mediciones In Situ							
Cloro Residual Combinado	No Aplica	mg/L	±9,2%	1,00 - 1,80 mg/L	SM 4500 G Ed 23	0,10 - 5,00 mg/L	✓
Cloro Residual Libre	< 0,10	mg/L	±6,5%	0,30 - 0,60 mg/L	SM 4500 G Ed 23	0,10 - 5,00 mg/L	✓
pH	6,75		±1,3%	6,00 - 8,00	SM 4500 B Ed 23	0,00 - 14,0	✓
Temperatura	25,0	°C	±6,7%	18,0 - 30,0 °C	SM 2550 B Ed 23	0,0 - 100 °C	✓
Parámetros Organolépticos							
Olor	Aceptable		-	Aceptable	SM 2170 B Ed 23	0,00 - 0,00	✓
Parámetros Físico-Químicos							
Color	< 5,00	uPt Co	±4,3%	15,0	SM 2120 B Ed 23	5,00 - 100 uPt Co	✓
Conductividad Eléctrica	205	µS/cm a 25°C	±1,7%		SM 2510 B Ed 23	11,0 - 12.870 µS/cm a 25°C	✓
Dureza Total	84,2	mg/L CaCO ₃	-	400	PE-2107	0,23 - 662 mg/L CaCO ₃	✓
Turbidez	0,40	NTU	±8,9%	5,00	SM 2130 B Ed 23	0,10 - 750 NTU	✓
Cationes +							
Amonio	< 0,05	mg/L	±20%	0,50	PE-319	0,05 - 5,00 mg/L	✓
Calcio Total	19,3	mg/L	-	100	PE-2107	0,50 - 100 mg/L	✓
Magnesio Total	8,73	mg/L	-	50,0	PE-2107	0,200 - 100 mg/L	✓
Potasio Total	4,92	mg/L	-	10,0	PE-2107	1,00 - 200 mg/L	✓
Sodio Total	8,63	mg/L	-	200	PE-2107	0,50 - 100 mg/L	✓
Aniones -							
Cloruros	2,23	mg/L	±20%	250	PE-2090	0,50 - 100 mg/L	✓
Fluoruros	< 0,20	mg/L	±18%	0,70	PE-350	0,20 - 1.000 mg/L	✓
Fluoruros	0,68	mg/L	±20%	0,70	PE-2090	0,05 - 200 mg/L	✓
Nitritos	< 0,03	mg/L	±17%	0,10	PEC-006	0,03 - 1,00 mg/L	✓
Nitritos	< 0,03	mg/L	±20%	0,10	PE-2090	0,03 - 100 mg/L	✓
Sulfatos	1,23	mg/L	±20%	250	PE-2090	0,50 - 100 mg/L	✓
Metales Totales							
Aluminio Total	< 0,1	mg/L	-	0,2	PE-2107	0,1 - 100 mg/L	✓
Antimonio Total	0,86	µg/L	±30%	5,00	PE-303	0,25 - 10.000 µg/L	✓
Arsénico Total	< 1,25	µg/L	±30%	10,0	PE-303	1,25 - 10.000 µg/L	✓
Cadmio Total	< 0,05	µg/L	±30%	3,00	PE-303	0,05 - 10.000 µg/L	✓
Cobre Total	< 0,10	mg/L	-	2,00	PE-2107	0,10 - 10.000 mg/L	✓
Cromo Total	< 1,25	µg/L	±30%	50,0	PE-303	1,25 - 10.000 µg/L	✓

El resultado se corrigió con el factor de corrección, a partir del cual el resultado se redondeó al valor del rango superior de ABO.

Nº de Referencia:	A-20/004428	Tipo Muestra:	AGUA CONSUMO
Descripción:	Nacientes Rio Lajas	Fecha Fin:	30/01/2020

Permiso de funcionamiento AGQ Labs and Tech Costa Rica S.A. CS-ARS-HMR-5180-17 con vencimiento el 29/09/2022. Metodología de análisis: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd ed. 2017



Laboratorio SupliLab

Microbiología de Alimentos, Aguas e Industrial



Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N°: LE-079
Acreditado a partir de: 31.08.2010

Alcance disponible en www.eca.or.cr

INFORME DE RESULTADOS

Informe No. **314841-20**

Empresa: Asociación de Acueducto Rural Guayabo Abajo
Dirección: NA
Teléfono: NA **Fax:** NA

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA

Fecha de recepción: 17/01/2020 Fecha de Análisis: 18/01/2020 Fecha de reporte: 23/01/2020

Muestra Naciente Río Lajas A-20/004428

Responsable de muestreo: SupliLab Cliente ¹ Muestra tomada por AGQ LABS**

Fecha de muestreo: 16/01/2020 Procedimiento de muestreo: NA

ANÁLISIS

Código ensayo	Ensayo	Método	Resultado	Valor de Referencia ²
ME-07	Determinación de coliformes fecales *	SMEWW-APHA-AWWA-WEF: 9221 A-B-C-E-F, 23th edition	2 NMP/100 mL	NA
ME-07	Determinación de <u>Escherichia coli</u> *	SMEWW-APHA-AWWA-WEF: 9221 A-B-C-E-F, 23th edition	<1,8 NMP/100 mL	NA

Ampliar o reducir tabla si es necesario

Última Línea

* Ensayos acreditados, ** Ensayos no acreditados. Alcance en www.eca.or.cr

UFC: Unidad formadora de colonias, NMP: Número más probable, 95% de confianza

Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada.

Los resultados de este informe no se pueden reproducir o divulgar sin autorización escrita de SupliLab S.A.

Laboratorio bajo el programa de control de calidad externo LGC Standards UK.

¹ "Los datos reportados corresponden a la muestra acordada por el cliente".

² Corresponde a valor dado por legislación o el cliente.


Alimentos: Negativo < 3,0 NMP/g Aguas: Negativo/ Ausente < 1,8 NMP/ 100 mL (Sin cloro) < 1.1 NMP/100 mL (Clorada)

<10 UFC equivale a negativo /ausente

Valores de incertidumbre se encuentra a disposición del cliente en el laboratorio

Observaciones:

M.Q.C. Responsable


 Dra. Marcela Araya Cordero
 Microbióloga y Química Clínica
 Código: 1411



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-04134-2010

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago
Teléfono: (506) 2279-5118
Fax: (506) 2279-5973
e-mail: dmora@aya.go.cr



Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N°. LE-C49
Acreditado a partir de 11.02.2008

Alcance disponible en www.eca.or.cr

DATOS DE LA MUESTRA

Cliente:	DIVISION ACUEDUCTOS RURALES		Proc. muestreo	AYA-PT-019 3	
Contacto:	Sra. Cecilia Martínez Artavia		Muestreado por	Salazar Mora Hec	
SISTEMA:	GUAYABO ABAJO DE SANTA TERESITA DE TURRIALBA		Fecha de muestreo	03-jul.-10	
Muestreo:	MEZCLA DE NACIENTES		Fecha de ingreso :	03-jul.-10	
Dirección:	Mezcla de Nacientes		Fecha de Reporte:	15-jul.-10	
PROVINCIA:	Cartago	CANTON:	Turrialba	Inicio Análisis MIC:	
e-mail:	cmartinez@aya.go.cr	Fax:	242-5223	Teléfono:	242-5266
				Tipo de muestra:	Agua
				Hora de recolección:	07:30

DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VA	VMA	UNIDADES	METODO
Alcalinidad	*	97	1,0	2,0	3,0			mg/L	2320
Calcio	*	16,8	1,0	1,5	2,0		100	mg/L	3500-Ca B
Cloruros	*	2,96	0,81	1,10	1,30	25	250	mg/L	4110B Cro
Color Verdadero	*	3	1,0	1	4	5	15	UPT-Co	2120 C
Conductividad	*	212	1,0	2	4	400		µS/cm	2510
Dureza de Calcio	*	42	2,0	2,0	3,0			mg/L	3500-Ca D
Dureza Total	*	70	2,0	2,0	3,0	300	400	mg/L	2340 C
Magnesio	*	6,8	0,10	0,50	1,0	30	50	mg/L	3500 B
Nitratos	*	4,77	0,53	0,81	1,40		50	mg/L	4110B Cro
pH	*	6,71	0,10	0,10	0,20	6,0-8,0			4500-H+
Potasio	*	4,8	0,80	1,0	1,5		10	mg/L	3500-K B
Sodio	*	8,2	1,9	2,0	2,5	25	200	mg/L	3500-Na B
Sulfatos	*	N.D.	0,79	0,81	1,60	25	250	mg/L	4110B Cro
Turbiedad	*	0,3	0,10	0,12	0,15	<1	5	UNT	2130 B

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

D.: Detectable pero no cuantificable

VA.: Valor Alerta del Decreto Ejecutivo 38924-S

VMA.: Valor Máximo Admisible del Decreto Ejecutivo 38924-S

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

* Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

** Ensayo no acreditado



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-04134-2010

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago
Teléfono: (506) 2279-5118
Fax: (506) 2279-5973
e-mail: dmora@ava.go.cr



Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N°. LE-049
Acreditado a partir de: 11.02.2008

Alcance disponible en www.eca.or.cr

Observaciones de Campo:

Observaciones:

Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable.

Regla de decisión del Laboratorio Nacional de Aguas

-Cuando el resultado del ensayo sea igual o inferior al Valor Absoluto del Ministerio de Salud, únicamente se tomará en cuenta la incertidumbre hacia abajo, por lo cual el resultado siempre cumpliría con el reglamento respectivo.

-Cuando el resultado del ensayo sea superior al Valor Absoluto del Ministerio de Salud, únicamente se tomara en cuenta la incertidumbre hacia arriba, por lo cual el resultado siempre incumpliría con el reglamento respectivo.

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

MSc. Nuria Ma. Alfaro Herrera
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-04135-2010

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago
Teléfono: (506) 2279-5118
Fax: (506) 2279-5973
e-mail: dmora@aya.go.cr



Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N°. LE-049
Acreditado a partir de: 11.02.2008
Alcance disponible en www.eca.or.cr

DATOS DE LA MUESTRA

Cliente:	DIVISION ACUEDUCTOS RURALES		Proc. muestreo	AYA-PT-019 3	
Contacto:	Sra. Cecilia Martínez Artavia		Muestreado por	Salazar Mora Hec	
SISTEMA:	GUAYABO ABAJO DE SANTA TERESITA DE TURRIALBA		Fecha de muestreo	03-jul.-10	
Muestreo:	RED 3		Fecha de ingreso :	03-jul.-10	
Dirección:	Roberto Morales Moya		Fecha de Reporte:	15-jul.-10	
PROVINCIA:	Cartago	CANTON:	Turrialba	Inicio Análisis MIC:	
e-mail:	cmartinez@aya.go.cr	Fax:	242-5223	Teléfono:	242-5266
				Tipo de muestra:	Agua
				Hora de recolección:	11:00

DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VA	VMA	UNIDADES	METODO
Alcalinidad	*	110	1,0	2,0	3,0			mg/L	2320
Calcio	*	16,8	1,0	1,5	2,0		100	mg/L	3500-Ca B
Cloruros	*	2,61	0,81	1,10	1,30	25	250	mg/L	4110B Cro
Color Verdadero	*	2	1,0	1	4	5	15	UPT-Co	2120 C
Conductividad	*	186	1,0	2	4	400		µS/cm	2510
Dureza de Calcio	*	42	2,0	2,0	3,0			mg/L	3500-Ca D
Dureza Total	*	72	2,0	2,0	3,0	300	400	mg/L	2340 C
Magnesio	*	7,3	0,10	0,50	1,0	30	50	mg/L	3500 B
Nitratos	*	5,13	0,53	0,81	1,40		50	mg/L	4110B Cro
pH	*	6,73	0,10	0,10	0,20	6,0-8,0			4500-H+
Sulfatos	*	2,20	0,79	0,81	1,60	25	250	mg/L	4110B Cro
Turbiedad	*	0,2	0,10	0,12	0,15	<1	5	UNT	2130 B

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

D.: Detectable pero no cuantificable

VA.: Valor Alerta del Decreto Ejecutivo 38924-S

VMA.: Valor Máximo Admisible del Decreto Ejecutivo 38924-S

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

* Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

** Ensayo no acreditado

Observaciones de Campo:



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-04135-2010

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Rios, Cartago
Teléfono: (506) 2279-5118
Fax: (506) 2279-5973
e-mail: dmora@aya.go.cr



Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N.º LE-049
Acreditado a partir de 11.02.2008
Alcance disponible en www.eca.or.cr

Observaciones:

Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable.

Regla de decisión del Laboratorio Nacional de Aguas

- Cuando el resultado del ensayo sea igual o inferior al Valor Absoluto del Ministerio de Salud, únicamente se tomará en cuenta la incertidumbre hacia abajo, por lo cual el resultado siempre cumpliría con el reglamento respectivo.*
- Cuando el resultado del ensayo sea superior al Valor Absoluto del Ministerio de Salud, únicamente se tomara en cuenta la incertidumbre hacia arriba, por lo cual el resultado siempre incumpliría con el reglamento respectivo.*

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

MSc. Nuria Ma. Alfaro Herrera
Jefe del Laboratorio Química