

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



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

**DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN ABSOLUTA BACTERIOLÓGICA
DE LAS NACIENTES PENJAMO Y CUESTILLAS, CAPTADAS POR LAS ASADA DE
PENJAMO Y CUESTILLAS RONRON, FLORENCIA DE SAN CARLOS, ALAJUELA**



Elaboró:

**CARLOS DAVID
ARAYA QUIROS
(FIRMA)**
Firmado digitalmente por
CARLOS DAVID
ARAYA QUIROS (FIRMA)
Fecha: 2020.06.10
07:46:54 -06'00'

**Geól. Carlos David Araya Quirós
Área Funcional de Hidrogeología**

**JORGE ALEJANDRO
SALAZAR CHACON
(FIRMA)**
Firmado digitalmente por
JORGE ALEJANDRO SALAZAR
CHACON (FIRMA)
Fecha: 2020.06.10 07:46:27
-06'00'

**Geól. Jorge A. Salazar Chacón
Área Funcional de Hidrogeología**

Con la colaboración de campo:

**Téc. Carlos Murillo Alvarado
UEN de Gestión Ambiental**



Firmado
digitalmente por
VIVIANA RAMOS
SANCHEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.06.10
08:02:10 -06'00'

**Supervisó, revisó y avaló:
MSc. Viviana Ramos Sánchez,
Directora UEN Gestión Ambiental**

JUNIO, 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



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

Firma: _____

INDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo General	2
1.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Información de nacientes	4
2. CONTEXTO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE INTERÉS	7
2.1 Contexto geológico regional.....	7
A) Unidad Informal Depósitos Vulcanoclásticos San Gerardo	7
B) Unidad Informal Andesitas Abundancia.....	7
C) Unidad Informal Piroclastos Indiferenciados Río Peje	7
D) Unidad de depósitos recientes.....	8
2.2 Geología Estructural.....	8
Falla Florencia-Palmera	8
2.3 Contexto Geológico local.....	10
3 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
3.1 Información hidrogeológica	11
3.2 Modelo hidrogeológico.....	15
3.3 Conductividad hidráulica de la zona no saturada.....	18
3.4 Parámetros hidráulicos del acuífero.....	18
3.5 Curvas equipotenciales y gradiente hidráulico.....	18
4 TIEMPOS DE TRÁNSITO EN LA ZONA NO SATURADA Y SATURADA.....	20
4.1 Zona no saturada.....	20
4.2 Zona saturada	21
5. CÁLCULO DE LAS ZONAS DE CAPTURA.....	22
5.1 Radio Fijo	22
5.2 Metodología de Grubb	23
5.3 Metodología Ley de Darcy.....	25
6. ÁREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL	25
7. VULNERABILIDAD EN LA ZONA DE PROTECCIÓN INMEDIATA.....	28
8. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	30
9. CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES.....	30
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación del área de interés	3
Figura 2: Ubicación de nacientes levantadas	6
Figura 3: Mapa geológico Regional del área de interés	9
Figura 4: Mapa de elementos hidrogeológicos del área de estudio	14
Figura 5: Mapa hidrogeológico del área de estudio.	16
Figura 6: Perfil hidrogeológico A-B	17
Figura 7: Mapa de ubicación de pruebas de infiltración realizadas	19
Figura 8: Zona de protección operacional absoluta, bacteriológica absoluta, regulada y zona de reserva de dominio público de 200 m de radio.	27
Figura 9: Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del área de estudio metodología GOD	29

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Interior de la captación de la naciente Maroto 3, se evidencia la ausencia de caudal en esta naciente al momento de la visita coordenadas (258404 N/ 484703 E)	5
Fotografía 2: Bloques andesíticos aflorando en el sitio de captación de la naciente Maroto, coordenadas 484682 E/258376 N	10

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1: Información de las nacientes identificadas	4
Cuadro 2: Datos de concesiones registradas en la base de datos de la Dirección de Aguas del MINAE en la zona de estudio.	11
Cuadro 3: Resultados pruebas de infiltración	18
Cuadro 4: Tiempo de tránsito de contaminante para las fuentes analizada en la zona no saturada.	21
Cuadro 5: Distancia horizontal mínima para la protección de la fuente.	22
Cuadro 6: Radio fijo de protección para la fuente analizada.	23
Cuadro 7: Resultados de ancho de zona de zona de captura, punto de no retorno y longitud de zona de captura con metodología de Grubb	24
Cuadro 8: Resultados ancho de tubo de flujo con metodología Ley de Darcy	25
Cuadro 9: Aplicación del Método “GOD” en el análisis de la vulnerabilidad en la zona de protección inmediata	28

DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN ABSOLUTA BACTERIOLÓGICA DE LAS NACIENTES PENJAMO Y CUESTILLAS, CAPTADAS POR LAS ASADA DE PENJAMO Y CUESTILLAS RONRON, FLORENCIA DE SAN CARLOS, ALAJUELA

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó en atención a la solicitud efectuada por parte de la Asesoría Legal Sistemas Comunales mediante oficio PRE-J-2020-00773 (Anexo 1) a la Dirección de la UEN de Gestión Ambiental, con la finalidad de atender la orden del Tribunal Contencioso Administrativo (Expediente 17-000189-0298-AG-9), en el cual se solicita *“delimitar la zona mínima de protección de la naciente ASADAS Pénjamo y Ron Ron y Cuestillas”*.

Dado lo anterior la Dirección de la UEN de Gestión Ambiental designa un grupo de trabajo encargado de realizar el trabajo de campo correspondiente. Se realiza una primera visita al lugar los días 09 y 10 de marzo del 2020, en la cual participan por parte de la UEN de Gestión Ambiental – Área Funcional de Hidrogeología el Geólogo Carlos David Araya Quirós y el Técnico. Carlos Murillo Alvarado, para dicha visita se contacta al presidente de la ASADA de Pénjamo el cual asigna al fontanero de la ASADA Pénjamo el Sr. Luigi Araya para que acompañe al personal del AyA durante la visita. En esta gira se realizó la visita a las nacientes Maroto 1, Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3.

Posterior a la visita de campo se realiza consulta en la base de la Dirección de Aguas-MINAE y se determina que en la zona existen otras asignaciones de caudal otorgadas tanto a la ASADA Pénjamo como a la ASADA Cuestillas-Ron-Ron, además se identifican diferencias entre la ubicación geográfica de las fuentes con respecto al levantamiento de campo y con la información aportada mediante correo electrónico el día 17 de marzo de 2020 por parte del Sr Fabio Sancho de la UEN de Gestión de Acueducto Rurales (Anexo 1). Ante esta situación la Dirección de la UEN de Gestión Ambiental mediante oficio N° UEN-GA-2020-01175 (Anexo 1) solicita a la UEN de Gestión de Acueductos Rurales la verificación de campo respectiva de las coordenadas y los caudales de la naciente o las nacientes que se deban a analizar. Esta solicitud fue atendida por parte de la UEN de Gestión de Acueductos Rurales mediante oficio N° GSD -UEN-GAR-2020-01453 (Anexo 1), en donde se indica que la ASADA Pénjamo cuenta con 3 nacientes captadas y la ASADA Cuestillas Ron Ron posee 2 aprovechamiento dentro de la propiedad inscrita bajo el número de catastro A-0821732-2002 y se indica que existen diferencias de hasta 500 m de distancia entre las coordenadas de la ORAC y las registradas por MINAE.

Debido a que existen inconsistencias en las ubicaciones y caudales se procede por parte de la UEN de Gestión Ambiental por medio de oficio N° UEN-GA-2020-01932 (Anexo 1) a solicitar una visita conjunta el día 02 de junio de 2020, en la que participaron por parte de la UEN de Gestión Ambiental el Geólogo Carlos David Araya Quirós y el Técnico. Carlos Murillo Alvarado, por parte de la UEN Gestión de Acueductos Rurales el Sr. Luis Diego Alfaro Artavia y por parte de la Dirección Jurídica el Lic. Maikol Chavarría Martínez, además de los señores Luigi Araya y Jefferson Varela, fontaneros de la ASADA Penjamo y los señores José Luis Zarate y Jaime Castro fontaneros de la ASADA Cuestillas. En esta segunda visita se realiza el levantamiento georeferenciado de cada una de las fuentes a considerar como parte de la delimitación de la zona de protección, como lo son las nacientes

Maroto 1, Maroto 2 y Maroto 3 de la ASADA Pénjamo, destacando que esta última permanecía seca al momento de la visita, y las nacientes Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3, además se realiza el trabajo de campo respectivo.

El desarrollo del informe final fue realizado por el Geól. Carlos David Araya Quirós y el Geól. Jorge Salazar Chacón.

1.1 Objetivo General

Realizar el estudio hidrogeológico para delimitar las zonas de protección de las nacientes captadas por la ASADA Penjamo y Cuestillas RonRon.

1.2 Objetivos Específicos

- Efectuar un diagnóstico hidrogeológico del entorno en el que se ubica las nacientes.
- Realizar un reconocimiento geológico del sitio.
- Realizar pruebas de infiltración alrededor de las nacientes en dirección aguas arriba, para determinar la conductividad hidráulica de la zona no saturada.
- Determinar el tiempo de tránsito de contaminantes patógenos en el medio acuífero que captan las nacientes en mención.
- Definir el área especial de protección correspondiente a las nacientes aplicando las metodologías vigentes.

1.3 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de interés para este estudio se encuentra localizada (**Figura 1**), en el distrito de Florencia, cantón de San Carlos en la provincia de Alajuela, formando parte de la hoja cartográfica Aguas Zarcas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) Escala 1:50000.

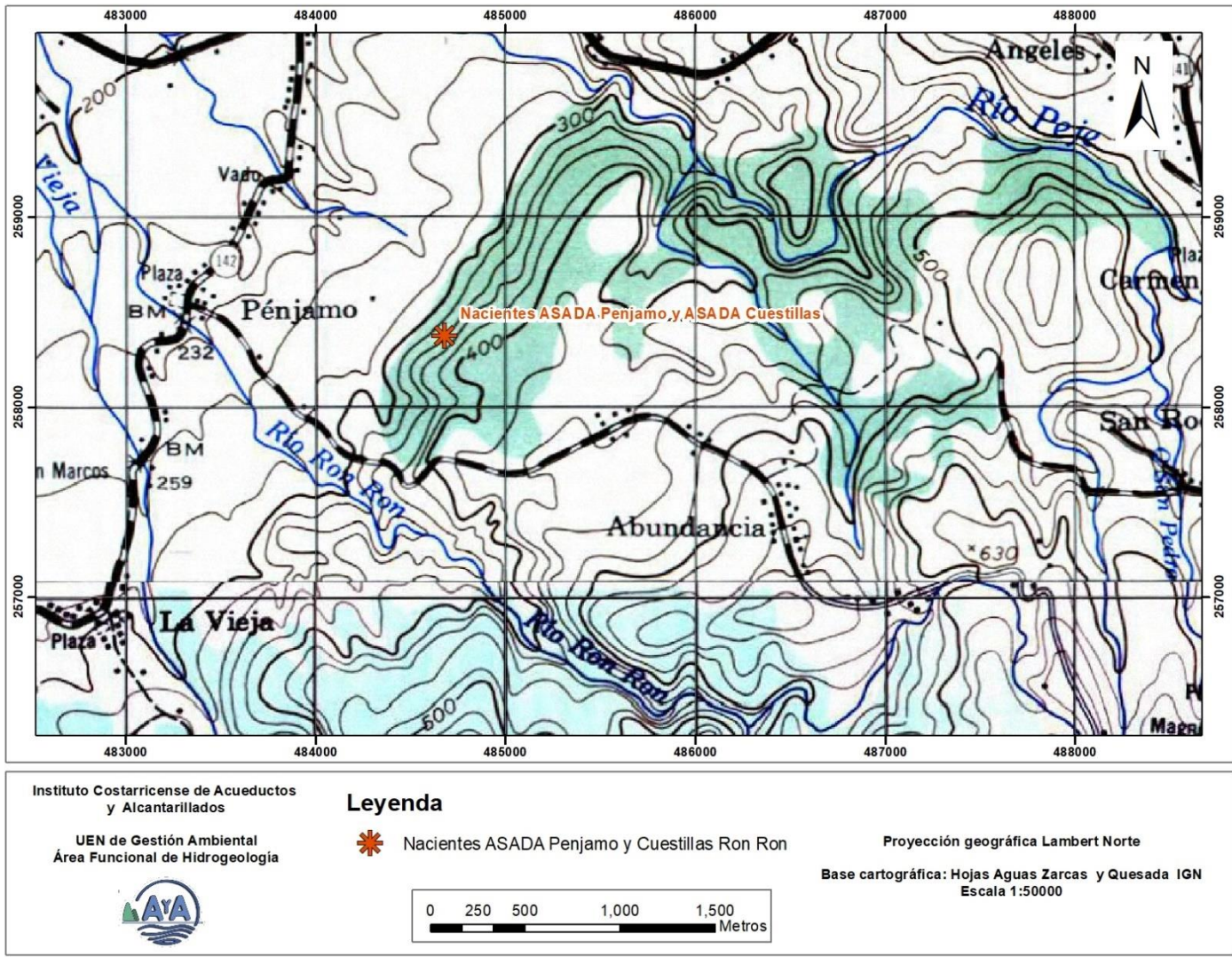





Figura 1: Mapa de ubicación del área de interés

1.4 Información de nacientes

De acuerdo con la información obtenida a partir de la visita de campo efectuada en conjunto con la Oficina Regional de Acueductos Rurales y el Área de Asesoría Legal de Sistemas Comunales dentro de la propiedad con plano N°A-0821732-2002, se localizan un total de 6 nacientes captadas tanto por la ASADA Pénjamo y ASADA Cuestillas Ron Ron. La información correspondiente a cada una de las nacientes identificadas se presenta en el Cuadro 1 y la ubicación geográfica de cada una de estas se muestra en la Figura 2.

Cuadro 1: Información de las nacientes identificadas

Nombre de fuente	Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m) con base en cartografía disponible	Caudal (L/s)*	Operador de la fuente	Fotografía
Maroto 1	258381	484683	330	1.27	ASADA Pénjamo	
Maroto 2	258431	484725	323	0.5	ASADA Pénjamo	
Maroto 3	258404	484703	330	0	ASADA Pénjamo	

Cuestillas F1	258386	484674	330	4.65	ASADA Cuestillas Ron-Ron	
Cuestillas F2	258778	484678	330		ASADA Cuestillas Ron-Ron	
Cuestillas F3	258376	484675	330		ASADA Cuestillas Ron-Ron	

**Información de caudal aportada por UEN de Gestión de Acueductos Rurales (GSD-UEN-2020-02322(Anexo 1))*

Las nacientes se encuentran localizadas aproximadamente a 1.3 km al sureste de la localidad de Pénjamo, las mismas se localizan en una zona de ladera de fuerte pendiente, se ubican en una radio de 75 metros entre sí y el uso de suelo en la zona inmediata a las nacientes se caracteriza principalmente por la presencia de cobertura boscosa (**Figura 2**).

Cabe mencionar que para el caso de la naciente Maroto 3 al momento de la visita se evidencia la ausencia de caudal en la captación (**Fotografía 1**), según lo comunicado por el fontanero de la ASADA Pénjamo esta naciente es intermitente ya que únicamente durante la época de invierno presenta caudal.



Fotografía 1: Interior de la captación de la naciente Maroto 3, se evidencia la ausencia de caudal en esta naciente al momento de la visita coordenadas (258404 N/ 484703 E)

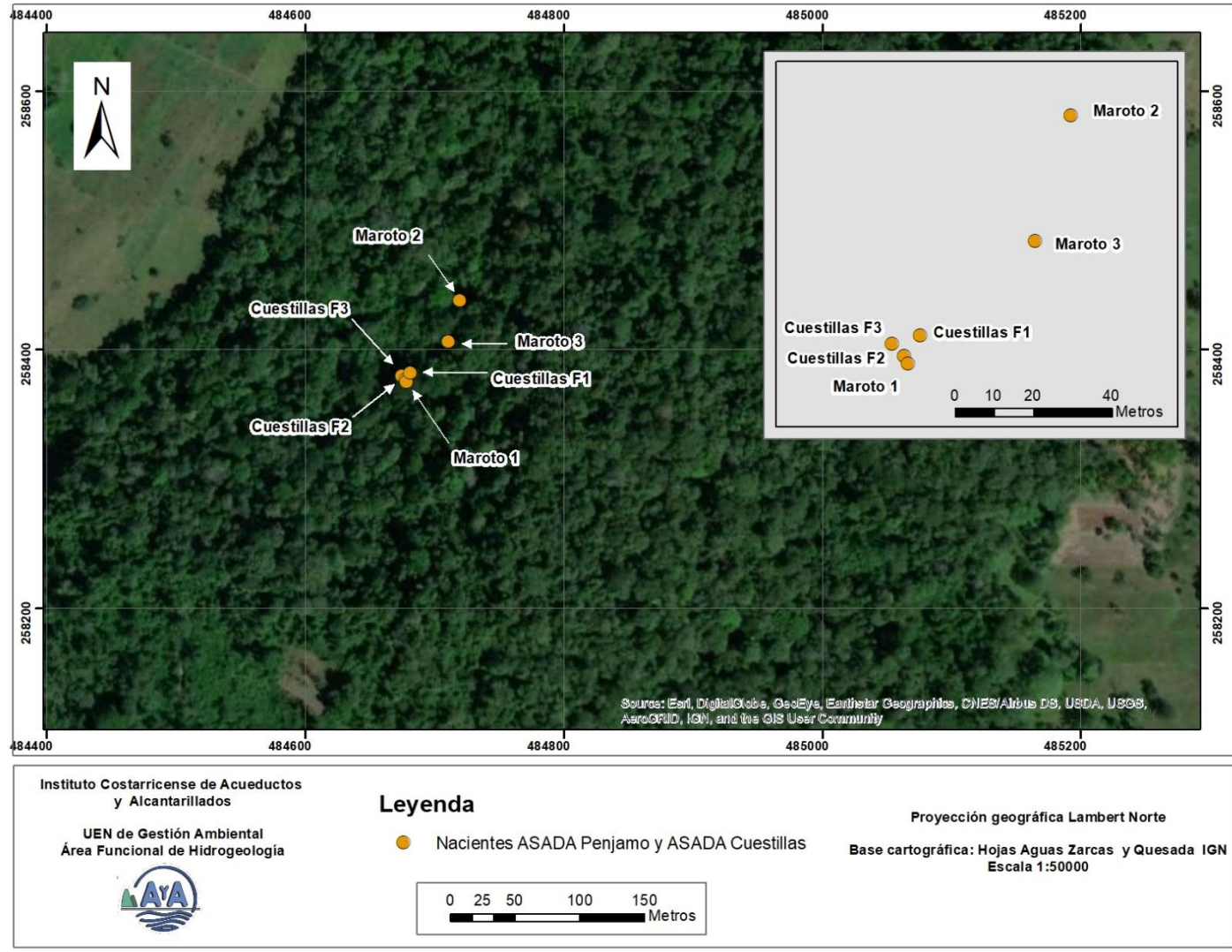


Figura 2: Ubicación de nacientes levantadas

2. CONTEXTO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE INTERÉS

2.1 Contexto geológico regional

El área de estudio para el presente estudio Acuña et. al. (2014) se encuentra conformada principalmente por rocas de origen volcánico, relacionadas con secuencias de piroclastos, epiclastos y coladas de lavas, además de depósitos recientes de origen aluvial. Tal y como se describe a continuación (**Figura 3**):

A) Unidad Informal Depósitos Vulcanoclásticos San Gerardo

Esta unidad se define texturalmente como una brecha monomítica, compuesta por clastos andesíticos, subredondeados con diámetro promedio variable entre centimétricos a métricos, con mala selección y con contactos entre los clastos que varían desde puntuales hasta flotantes, los cuales se encuentran inmersos en una matriz cinerítica que varía de color gris oscuro en afloramientos con menor grado de meteorización a color café-naranja en aquellos puntos con mayor alteración de la roca (Acuña et. al., 2014).

B) Unidad Informal Andesitas Abundancia

Esta unidad se describe como una brecha monomítica compuesta por bloques de composición intermedia de tamaños decimétricos hasta métricos, subredondeados, masivos con pátinas de alteración de hasta 5 mm y frecuentemente con meteorización de tipo esferoidal, los cuales se hallan inmersos en una matriz de suelo arcilloso laterizado café-rojizo, los cuales se encuentran aflorando de manera extendida en los alrededores de la localidad de Abundancia (Acuña et. al, 2014).

C) Unidad Informal Piroclastos Indiferenciados Río Peje

Esta unidad litológica corresponde principalmente con una secuencia de tobas y piroclastos de caída (bombas-lapilli y flujos de pómez), los cuales se encuentra aflorando cerca de los poblados de Abundancia. En el caso específico de las tobas se caracterizan por una coloración café ligeramente rojiza, con fragmentos de pómez subredondeados en una proporción de 20 % con un tamaño promedio de 8 mm y óxidos de hierro en mayor abundancia 40% con un diámetro promedio cercano a los 7 mm y con tonalidades rojo-naranja. Forman parte de esta unidad un conjunto de depósitos piroclásticos de caída, principalmente lapilli y ceniza, los cuales afloran en distintos puntos a lo largo de la carretera que conduce al poblado de Abundancia, sitio en donde se determinó un espesor máximo visible de 30 m (Acuña et. al., 2014).

D) Unidad de depósitos recientes

Esta unidad está constituida por bloques centimétricos a métricos de composición variable que varían desde andesíticos hasta bloques de ignimbritas, presentan en general poca consolidación, contactos flotantes a puntuales inmersos en una matriz areno-arcillosa (15%) que presentan espesor variable entre 10 cm y 5 m. Esta unidad es originada a partir de los procesos de erosión y transporte de materiales desde las partes altas de las cuencas y se encuentran aflorando de manera extendida en las zonas de topografía plana formando llanuras aluviales en las localidades de Florencia y Ciudad Quesada.

2.2 Geología Estructural

En el área de estudio se ha identificado la existencia de estructuras tectónicas asociadas a fallamiento (**Figura 3**), los cuales han moldeado e influenciado la topografía y deformación de las secuencias de roca que componen el área.

Falla Florencia-Palmera

Esta falla se encuentra bordeando el sector norte de Ciudad Quesada, iniciándose al noroeste de Aguas Zarcas en su confluencia con la Falla Viejo-Aguas Zarcas, en donde bordea Ciudad Quesada para luego continuar hacia el suroeste. Es evidenciada por una serie de escarpes de rumbo variable desde N-S a E-W y finalmente SW, generados por fallas inversas que se inclinan hacia el sur. Su expresión más clara corresponde con dos niveles de escarpes, el superior de unos 100 m de altura y el inferior con unos 40 o 60 m de altura, separando la llanura aluvial de las últimas estribaciones de los volcanes Platanar-Porvenir (Montero, 2001).

Para el área de interés de este estudio la falla Florencia-Palmera presenta una componente inversa con un rumbo noreste-suroeste que se manifiesta geomorfológicamente por la presencia de un escarpe alineado que atraviesa el área de estudio, y en el cual se localiza las nacientes en estudio (**Figura 3**).

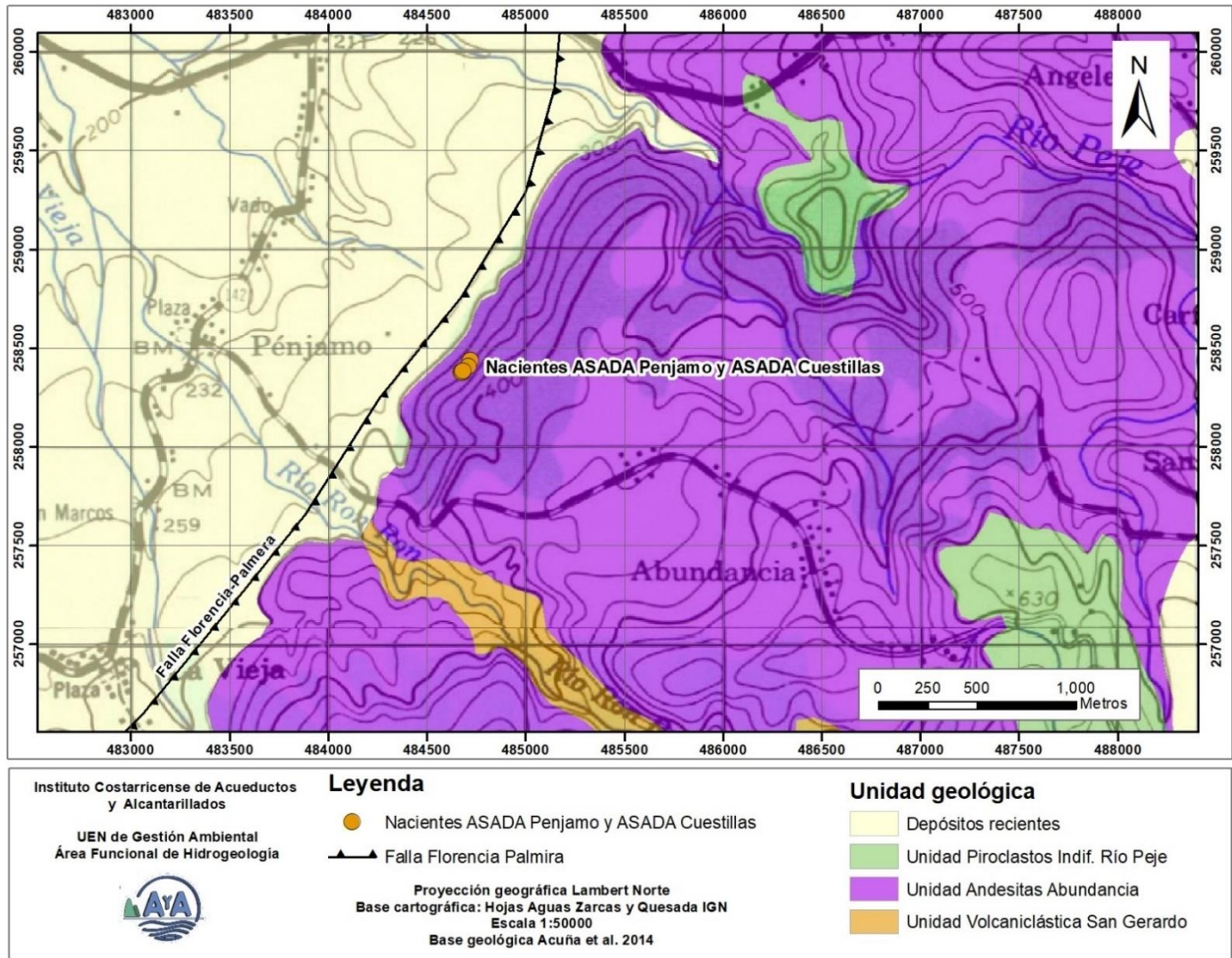


Figura 3: Mapa geológico Regional del área de interés

2.3 Contexto Geológico local

En los alrededores de las nacientes Maroto y Cuestillas según la inspección de campo realizada se determinó el predominio de materiales asociados a brechas lávicas, los cuales se observaron aflorando tanto en el punto mismo de las nacientes como en dirección aguas arriba y aguas abajo de la misma.

Estos materiales se caracterizan por ser bloques de lava de composición andesítico-basáltica (**Fotografía 2**) con tamaños métricos a centimétricos y formas subangulares a subredondeadas, de texturas masiva y alta dureza, que en general presentan un moderado a bajo grado de alteración. Los bloques de lava presentan una textura afanítica porfírica con evidencia de cristales de plagioclasa, cristales de piroxenos y cristales alterados de olivino, los cuales se hallan inmersos en una matriz intergranular de compuesta por microlitos de plagioclasa.

Los bloques se interpretan como la parte más superficial del macizo rocoso en su transición a suelo.

Estos materiales se correlacionan con la Unidad Informal Andesitas Abundancia descrita en el apartado de Contexto Geológico Regional.



Fotografía 2: Bloques andesíticos aflorando en el sitio de captación de la naciente Maroto, coordenadas 484682 E/258376 N

3 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Información hidrogeológica

La **Figura 4**, corresponde con el mapa de elementos hidrogeológicos del área de estudio, en el **Cuadro 2** se presentan los datos de las concesiones registradas en la base de datos de la Dirección de Aguas del MINAE en la zona de estudio.

De manera general se identificaron principalmente concesiones asociadas a nacientes en las cercanías de las nacientes captadas por la ASADA Pénjamo y Cuestillas Ron-Ron. Los pozos perforados más cercanos se localizan tanto al este del área de estudio en las cercanías de ciudad Quesada, así como al norte y oeste en las planicies de Pénjamo y Florencia.

Cuadro 2: Datos de concesiones registradas en la base de datos de la Dirección de Aguas del MINAE en la zona de estudio.

Exp	Nombre	Coordenadas		Caudal (l/s)	Tipo	Uso
		Norte	Este			
16204	ARLEM S. A	259502	484052	0.04	Nacimiento	
9816	S.U.A. DE LA VIEJA DE FLORENCIA	258600	483750	0.02	Río	
9816	S.U.A. DE LA VIEJA DE FLORENCIA	258350	483850	9.85	Río	Riego
18910	FRANKLYN MACARIO AGUIRRE RUIZ Y REINA LOUISE AGUIRRE	258274	484220	-	Pozo	-
1351	CUESTILLAS DE FLORENCIA DE SAN CARLOS, ALAJUELA	257991	484673	5	Naciente	Consumo humano
17811	FRANKLYN MACARIO AGUIRRE RUIZ Y REINA LOUISE AGUIRRE	258323	484327	0.42	Río	Turismo
2704	SABINA CAMACHO SIBAJA	257500	487400	0.12	Nacimiento	-
17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	259328	485351	0.01	Naciente	

17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	259391	485378	0.12	Naciente	Turismo
17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	259097	485275	0.41	Naciente	Turismo
17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	259092	485148	0.3	Naciente	Turismo
19284	3101684913 SA	259097	485125		Quebrada	
17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	258727	484973	0.02	Naciente	
17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	258561	484922	3	Quebrada	
17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	258405	484835	1.43	Quebrada	
17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	258385	484973	0.04 0.07	y Naciente	Consumo Humano Turismo y
17258	COMERCIAL AGRICOLA GANADERA MONTE CARMELO SRL	257856	484514	0.04 0.07	y Naciente	Consumo Humano Turismo y
435	ASADA	258021	484749	1.28	Naciente	Consumo humano
435	ASADA	258878	484783	0.38	Pozo	Consumo Humano
435	ASADA	257964	485676	1.28	Naciente	Consumo Humano
435	ASADA	258162	484162	0.37	Naciente	Consumo humano
15084	ORLANDO GARITA ESQUIVEL	257860	486919	0.49 0.04	y Naciente	Riego Consumo Humano y

560	CONAVI	257996	487301		Río	
410	ASADA FLORENCIA DE SAN CARLOS	256906	487405	-	Naciente	Consumo Humano
410	ASADA FLORENCIA DE SAN CARLOS	256867	487253	3.95	Naciente	Consumo humano

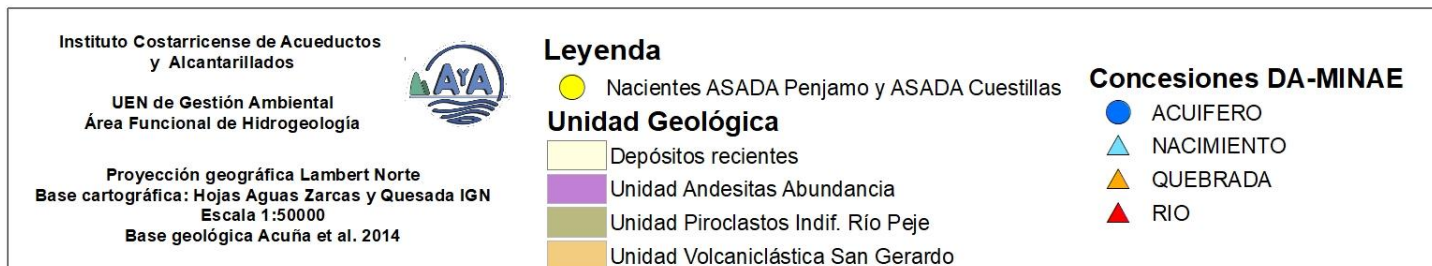
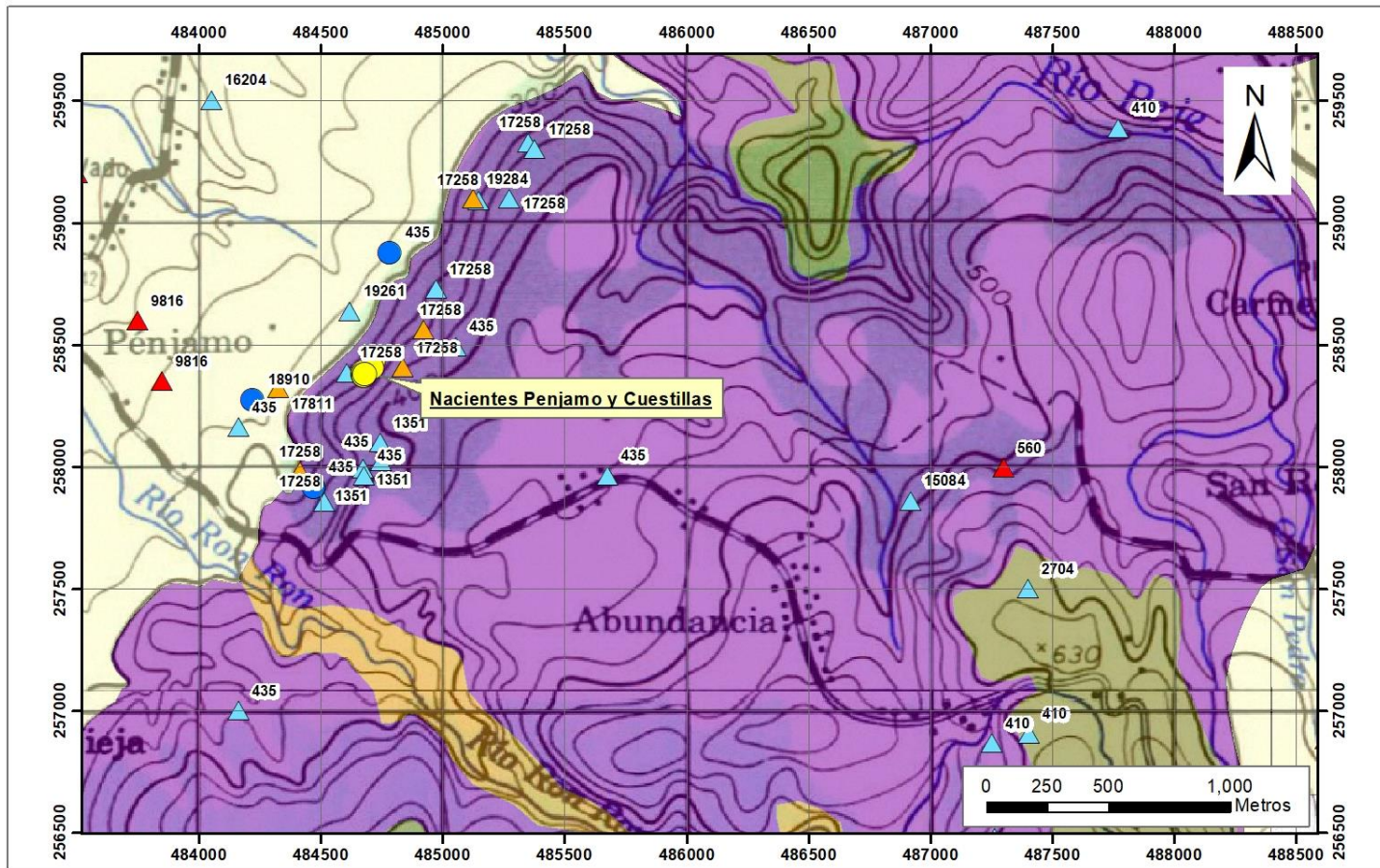


Figura 4: Mapa de elementos hidrogeológicos del área de estudio

3.2 Modelo hidrogeológico

A partir de la información analizada en campo se establece el modelo hidrogeológico para el área de estudio y particularmente para las nacientes Maroto (Maroto 1, Maroto 2 y Maroto 3 -ASADA Pénjamo) y Cuestillas (Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3-ASADA Cuestillas Ron-Ron).

Se identifica un acuífero libre, desarrollado en las rocas volcánicas asociados a las brechas correlacionadas con la unidad de andesitas la Abundancia, el afloramiento de agua se da producto del cambio topográfico asociado al escarpe de la falla Florencia-Palmira.

La **Figura 5** corresponde con el mapa hidrogeológico para el área y la **Figura 6** con el perfil hidrogeológico para la naciente.

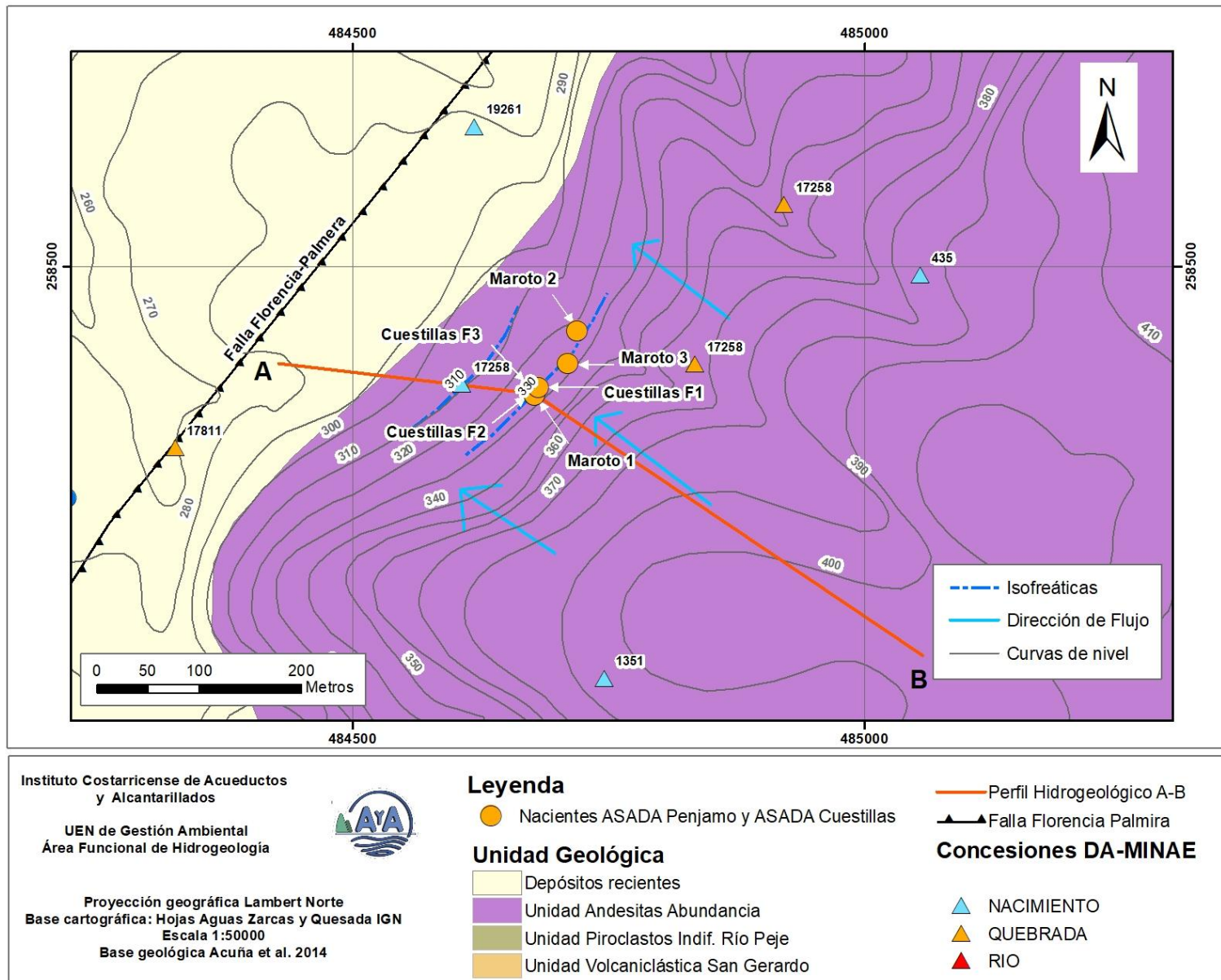


Figura 5: Mapa hidrogeológico del área de estudio.

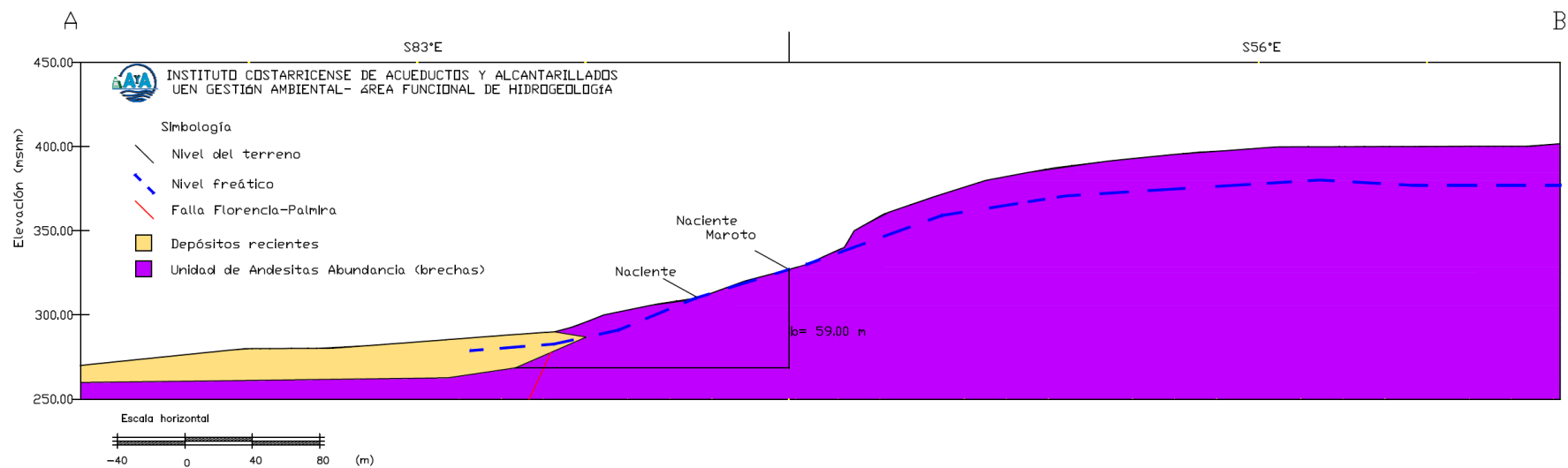


Figura 6: Perfil hidrogeológico A-B

3.3 Conductividad hidráulica de la zona no saturada.

Para determinar la conductividad hidráulica de la zona no saturada se realizaron 4 pruebas de infiltración en los alrededores de las nacientes. (Figura 7). El resultado de las pruebas se presenta en el Cuadro 3 y el detalle de estas en el Anexo 2.

Para efecto de los cálculos del tránsito de contaminantes en el apartado 4 se utiliza el valor promedio de 4.3 m/día.

Cuadro 3: Resultados pruebas de infiltración

Prueba	Coordenadas X	Coordenadas Y	K (cm/min)	K (cm/s)	K (m/día)	Clasificación	Suelo
Inf-1	484668	258385	0.086	0.0014	1.24	Moderada	Areno-arcilloso
Inf-2	484697	258359	0.206	0.0034	2.97	Moderada	Areno-arcilloso
Inf-3	484986	258098	0.307	0.0051	4.42	Moderada	Areno-arcilloso
Inf-4	484734	258416	0.6	0.01	8.6	Moderada	Areno-arcilloso

3.4 Parámetros hidráulicos del acuífero.

Dado que las pruebas de infiltración se realizaron directamente sobre la unidad de brechas se utilizará el valor promedio de 4.3 m/día como representativo de la permeabilidad del acuífero.

3.5 Curvas equipotenciales y gradiente hidráulico

Las curvas equipotenciales para el acuífero fueron calculadas utilizando la elevación de afloramiento de la naciente Maroto y la naciente concesionada aguas abajo de ésta obteniéndose una diferencia de elevación de 20m para una distancia de 70m siendo esto un gradiente 0.28, la dirección de flujo preferencial en la zona de la naciente es hacia el NW

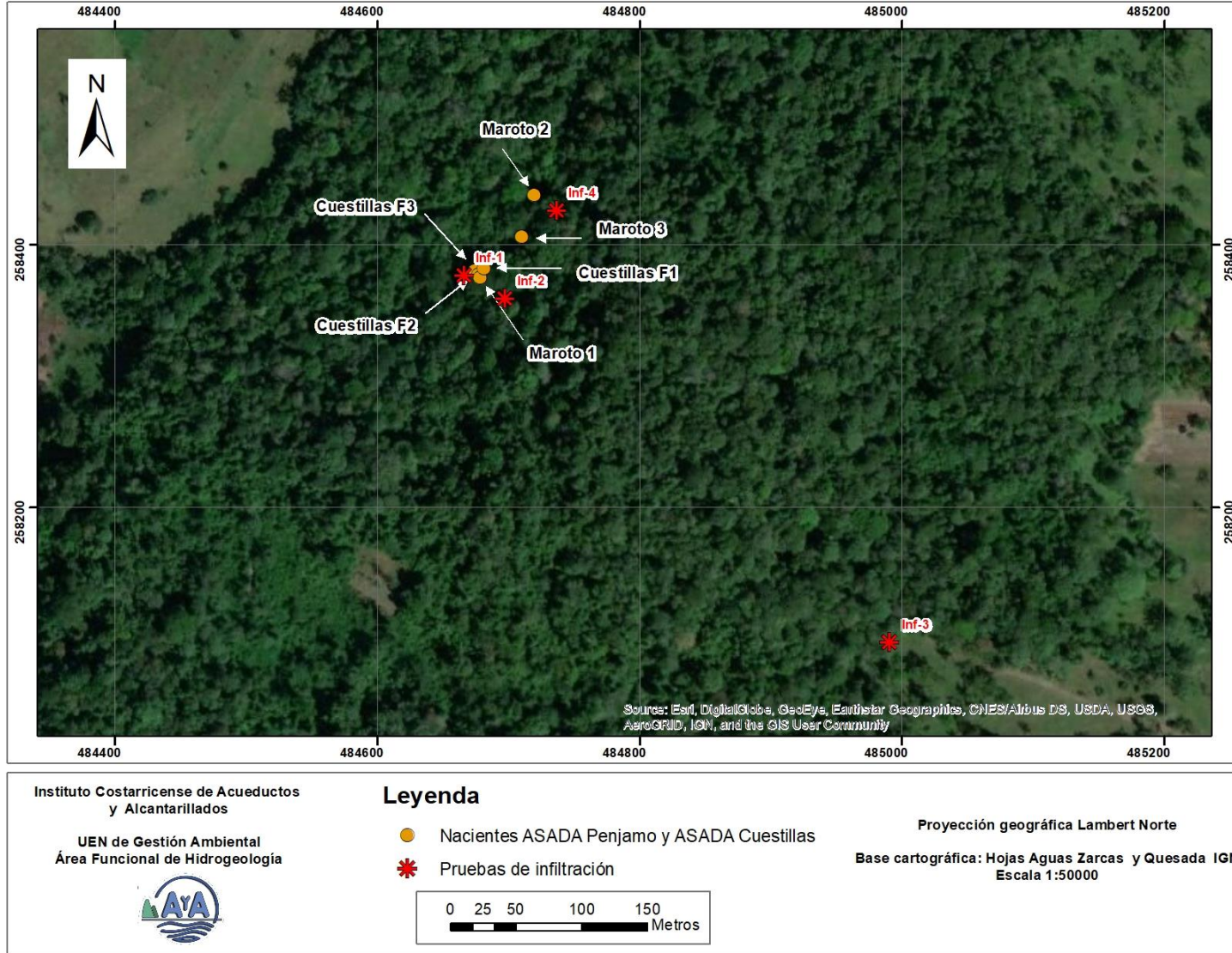


Figura 7: Mapa de ubicación de pruebas de infiltración realizadas

4 TIEMPOS DE TRÁNSITO EN LA ZONA NO SATURADA Y SATURADA

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

- 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.

Por el tipo de litología presente brechas volcánicas es posible tener permeabilidades tanto primarias (porosidad) como secundaria (fracturamiento), por lo tanto, se considera el caso más crítico correspondiente a un tiempo de 100 días para garantizar la degradación de los contaminantes patógenos.

En el caso de la naciente Maroto 3 se debe aclarar que debido a que durante la visita de campo se evidenció que se trata de un afloramiento de agua no permanente, el cuál según lo indicado por el fontanero de la ASADA Pénjamo únicamente presenta caudal en época de invierno, y según lo indicado en el oficio GSD-UEN-GAR-2020-02322 (Anexo 1) no se considerará en la delimitación de la zona de protección.

4.1 Zona no saturada

El tiempo de tránsito para un flujo vertical de contaminantes patógenos en la zona no saturada (t_1), se determina con la fórmula:

$$t_1 = \frac{b * ne}{K_v * i}$$

Donde:

t = tiempo de tránsito vertical.

b = espesor de la zona no saturada. (1 m, dato considerando el espesor mínimo observado)

ne = Porosidad efectiva = 20 %, según Custodio & Llamas (1983) para un material tipo brecha.

Kv = Conductividad hidráulica vertical (obtenida a partir del valor promedio 4.3 m/día de las pruebas de infiltración)

i = Gradiente hidráulico = 1 (flujo vertical).

Sustituyendo estos parámetros por sus respectivos valores para las nacientes analizadas, se tienen los resultados consignados en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4: Tiempo de tránsito de contaminante para las fuentes analizada en la zona no saturada.

Naciente	b (espesor de la zona no saturada) (m)	ne (porosidad efectiva)	Kv (conductividad hidráulica vertical) (m/día)	i (gradiente hidráulico)	t (tiempo de tránsito vertical)
Maroto 1, Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3	1	0.2	4.3	1	0.05
Maroto 2	1	0.2	4.3	1	0.05

El tiempo de tránsito vertical obtenido es de 0.05 día insuficiente para garantizar la degradación de un contaminante patógeno.

4.2 Zona saturada

El tiempo de tránsito para un flujo de contaminantes patógenos que se mueve en la tabla de agua subterránea (t₂), se determina con la fórmula:

$$t_2 = \frac{d * ne}{k * i}$$

Donde:

d: corresponde a la distancia horizontal entre el punto analizado y un foco de contaminación (teórico).

ne: porosidad del medio en la zona saturada = 20 %, según Custodio & Llamas (1983) para un material tipo brecha.

k: permeabilidad del acuífero. obtenida a partir del valor promedio 4.3 m/día de las pruebas de infiltración, debido a que toda la zona corresponde con la misma formación geológica.

i: gradiente hidráulico calculado en el punto 3.5 de 0.28.

La norma dada por el Departamento de Recursos Hídricos del AyA, para la eliminación de bacterias en la zona saturada establece y acepta la fórmula descrita anteriormente. Además, considérese que la componente horizontal del movimiento del flujo en la zona saturada (t₂), puede determinarse restando el tiempo total de vida de las bacterias, según el medio, menos el tiempo en el tránsito vertical (Rodríguez, 1994).

La distancia mínima requerida para la protección bacteriana de las nacientes involucradas está dada en el **Cuadro 5**.

Cuadro 5: Distancia horizontal mínima para la protección de la fuente.

Naciente	Ne (porosidad del medio en la zona saturada)	k (permeabilidad del acuífero) (m/d)	i (gradiente hidráulico)	t2 (tiempo de tránsito en la tabla de agua subterránea)	d (distancia horizontal entre el punto analizado y un foco de contaminación teórico)
Maroto 1 Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3	0.2	4.3 m/día	0.28	99.95	602
Maroto 2	0.2	4.3 m/día	0.28	99.95	602

5. CÁLCULO DE LAS ZONAS DE CAPTURA

5.1 Radio Fijo

Para realizar el cálculo de la zona de protección a partir de un círculo de radio “R”, se emplea la siguiente ecuación del radio fijo:

$$R = \sqrt{\frac{Q * T}{\pi * n * b}}$$

Donde:

Q: caudal (m³/día) captado para cada afloramiento de agua.

t: tiempo de tránsito del flujo horizontal en el acuífero.

n: porosidad del acuífero.

b: espesor del acuífero. el espesor del acuífero se estima según el modelo hidrogeológico planteado en 59 m.

R: es el radio fijo en metros.

Los cálculos para la naciente estudiada se presentan en el **Cuadro 6**

Cuadro 6: Radio fijo de protección para la fuente analizada.

Naciente	Q (caudal) (m3/día)	t (tiempo de tránsito del flujo horizontal en el acuífero)	n (porosidad del acuífero) (%)	b (espesor del acuífero) (m)	R (radio fijo) (m)
Maroto 1 Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3	511.5	99.95	0.2	59	37
Maroto 2	43.2	99.95	0.2	59	11

5.2 Metodología de Grubb

- Medio ancho de la zona de captura

El medio ancho de la zona de captura se define con la relación (Grubb, 1993):

$$y_{\text{máx}} = \frac{Q * L}{(k * (h1^2 * h2^2))}$$

Para acuíferos libres donde:

Q= caudal de la naciente

L=Longitud entre dos puntos de referencia para el nivel freático

k = permeabilidad del acuífero,

h1= carga hidráulica mayor en la distancia "L".

h2= carga hidráulica menor en la distancia "L"

- Punto de no retorno. (Largo aguas abajo)

El punto de no retorno se define con la relación (Grubb, 1993):

$$X_o = \frac{-Q * L}{(\pi * k * (h1^2 * h2^2))}$$

Para acuíferos libre donde:

Q= caudal de la naciente

k = permeabilidad del acuífero

L=Longitud entre dos puntos de referencia para el nivel freático

h1= carga hidráulica mayor en la distancia "L".

h2= carga hidráulica menor en la distancia "L"

- Longitud de zona de captura (Largo aguas arriba)

La longitud de la zona de captura se define con la relación (Grubb, 1993):

$$X = \frac{-y}{\tan \left[\frac{\pi * k * (h1^2 * h2^2) * y}{Q * L} \right]}$$

Para acuíferos libres donde:

Y= 2*(ymax)

Q= caudal de la naciente

L=Longitud entre dos puntos de referencia para el nivel freático

k = permeabilidad del acuífero,

h1= carga hidráulica mayor en la distancia "L".

h2= carga hidráulica menor en la distancia "L"

Los cálculos para las nacientes involucradas se presentan en el **Cuadro 7**.

Cuadro 7: Resultados de ancho de zona de zona de captura, punto de no retorno y longitud de zona de captura con metodología de Grubb.

Naciente	Caudal (m3/día)	K (conductividad hidráulica) (m/día)	H1	H2	Longitud	Ymáx	Xo	X(m)
Maroto 1 Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3	511.5	4.3	2.05	1.0	0.17	6.31	2.01	115.05
Maroto 2	43.2	4.3	2.05	1.0	0.17	0.53	0.17	9.72

5.3 Metodología Ley de Darcy

Utilizando la Ley de Darcy es posible establecer el ancho del tubo del flujo:

$$Q = TiL$$

Donde:

Q= caudal de la naciente

T= Transmisividad, 237.6 m²/día, considerando un espesor de acuífero de 55.26 m (pozos Az-5) y una permeabilidad de 4.3 m/día. (permeabilidad del sitio con base en pruebas de infiltración)

i: Gradiente hidráulico

L: ancho del tubo de flujo.

En el **Cuadro 8** se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro 8: Resultados ancho de tubo de flujo con metodología Ley de Darcy

Naciente	Caudal (m ³ /día)	Transmisividad	i (gradiente hidráulico)	L (ancho del tubo de flujo)
Maroto 1 Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3	511.5	237.6	0.28	7.7
Maroto 2	43.2	237.6	0.28	0.65

6. ÁREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL

6.1 Zona de protección operacional absoluta.

Según Foster et al (2002), la zona operacional absoluta de una naciente se define como el perímetro de protección más interior dentro de una zona de resguardo o protección, la cual comprende una pequeña área de terreno alrededor de la propia fuente de abastecimiento. Es deseable que esta área sea propiedad y esté bajo el control del ente administrador que realizará la explotación, siendo delimitada por un área de 15 metros de radio alrededor de la fuente, según corresponda **Figura 8**.

La zona operacional absoluta deberá ser utilizada para actividades de mantenimiento de la naciente, tendrá un piso de concreto para prevenir la infiltración de sustancias químicas u otras (aceites, etc). Además, para prevenir la invasión de animales y vandalismo, se recomienda la colocación de una cerca perimetral en esta zona (Foster et al, 2002).

En la zona operacional absoluta, no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y aun así estas actividades necesitan ser evaluadas y controladas cuidadosamente para evitar la posibilidad de que contaminantes alcancen la fuente, ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las adyacencias (Foster et al, 2002).

Para el caso de la Naciente Maroto 2, se define una zona de 30m de ancho y 30 m de largo para un área total de 900 m² como zona de protección operacional absoluta (**Figura 8**).

Para el caso de las nacientes Maroto 1 y Cuestillas (F1, F2 y F3) al tratarse de cuatro tomas localizadas en un radio de distancia inferior a los 15 m se definió un área de 15 m radiales con respecto a cada una de las cuatro fuentes y su zona operacional absoluta correspondería a la sobreposición de cada una de las áreas con radio de 15 m definida para las cuatro tomas, abarcando entonces un área total de 1244 m² (**Figura 8**).

6.2 Zona de protección bacteriológica absoluta.

Se define la zona de protección absoluta con un largo de 602 m y un ancho máximo de 180 m definido por las condiciones geomorfológicas para las nacientes considerando el tiempo de tránsito en la zona no saturada y considerando un tiempo de tránsito de 100 días para la degradación de contaminantes bacteriológicos. (**Figura 8**).

Esta zona de protección absoluta consiste en no autorizar perforaciones cercanas o proyectos que utilicen sistema de tanque séptico. De igual manera está prohibido la utilización de esta zona para actividades con potencial de contaminación, tales como ganadería o cultivos que involucre el uso de plaguicidas, fertilizantes y/o compuestos químicos tanto orgánicos como inorgánicos.

6.3 Zona de protección regulada

La zona de protección regulada se define a partir del criterio geomorfológico, geológico e hidrogeológico considerando la elevación de la naciente, red hídrica circundante y divisoria de subcuencas. Las actividades por realizarse en esta zona deberán de ser analizadas de manera previa para garantizar que no exista una afectación a la naciente. En el caso de las nacientes en estudio se define una zona de protección regulada que se extenderá desde los 602 m hasta la divisoria de aguas (con una longitud de 1330 m) en dirección aguas arriba de las nacientes analizadas (**Figura 8**).

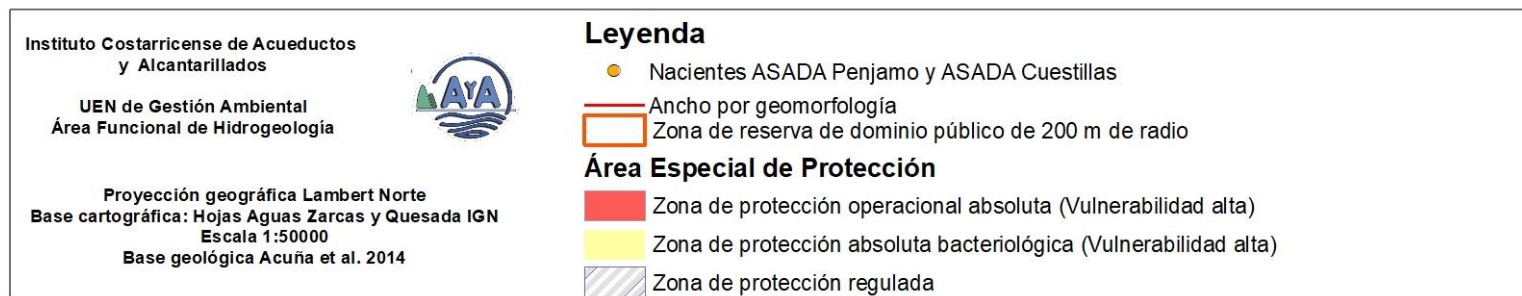
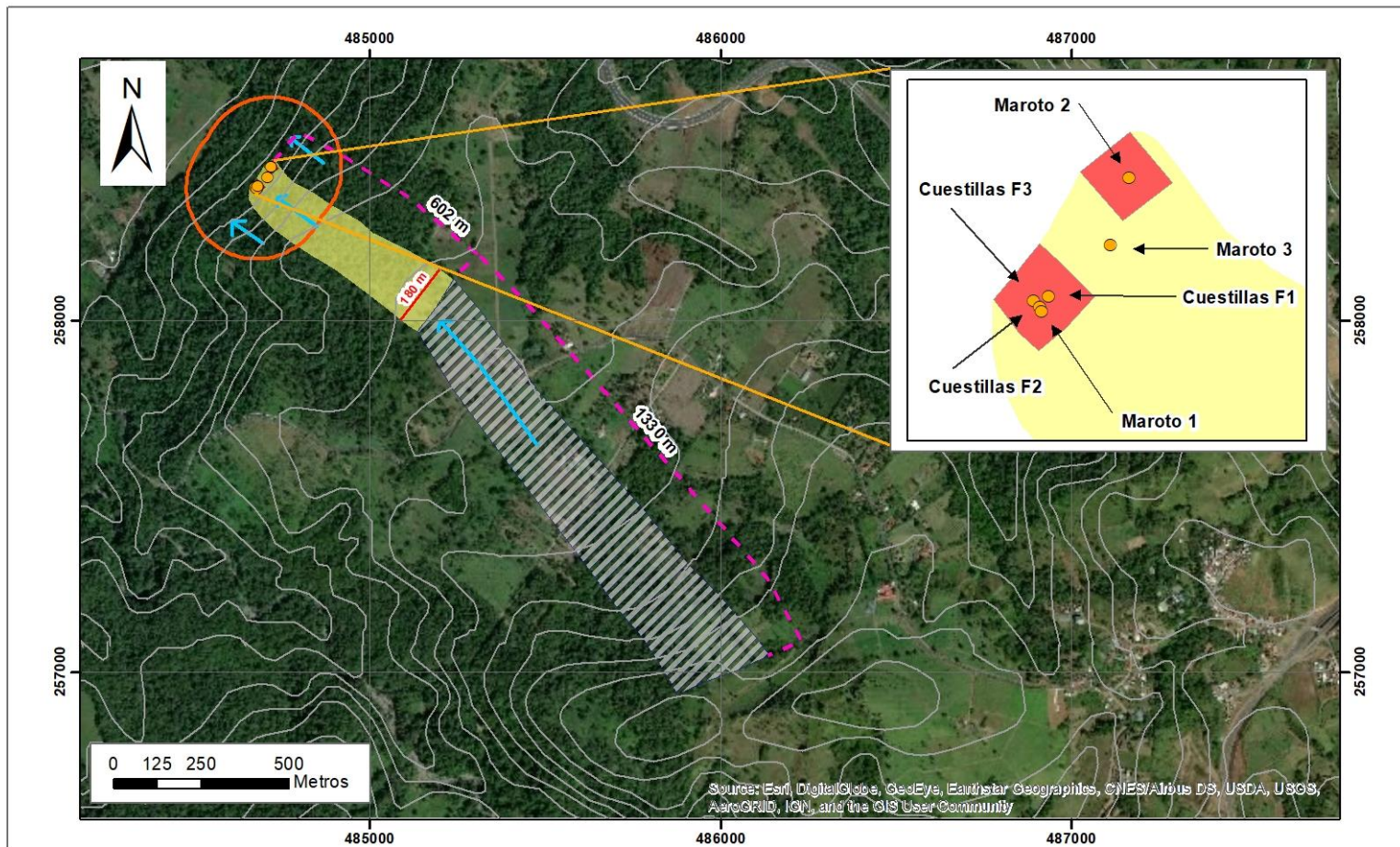


Figura 8: Zona de protección operacional absoluta, bacteriológica absoluta, regulada y zona de reserva de dominio público de 200 m de radio.

7. VULNERABILIDAD EN LA ZONA DE PROTECCIÓN INMEDIATA

Una primera aproximación para evaluar el peligro de contaminación de los acuíferos se realiza utilizando el denominado método GOD (por sus siglas en inglés de Groundwater hydraulic confinement, Overlying Strata, Depth to groundwater table), que es un sistema paramétrico.

El método considera dos factores básicos (**Figura 9**), que son el grado de inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada y la capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada del acuífero. El índice de vulnerabilidad GOD (Foster, 1987; Foster e Hirata, 1988, Foster et. al. (2002)) caracteriza la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en función de los siguientes parámetros:

- Grado de confinamiento hidráulico del acuífero
- Ocurrencia del sustrato suprayacente (zona no saturada o capas confinantes) en términos de características litológicas y grado de consolidación, que determinan su capacidad de atenuación de contaminantes.
- Distancia al agua determinada como la profundidad al nivel del agua en acuíferos no confinados o la profundidad al techo de acuíferos confinados.

Aplicando esta metodología para el acuífero libre en rocas volcánicas fracturadas se obtienen los resultados que se presentan en el **Cuadro 9**.

Cuadro 9: Aplicación del Método “GOD” en el análisis de la vulnerabilidad en la zona de protección inmediata

PARÁMETRO	CLASIFICACIÓN	VALOR
Grado de confinamiento hidráulico	Libre	0.95
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Rocas volcánicas recientes	0.8
Distancia al nivel del agua subterránea	<5m	0.9
Valor del índice de vulnerabilidad	$G \times O \times D$	0.432
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero.	Alta	

La vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero libre captado por las nacientes de la ASADA Penjamo (Maroto 1, Maroto 2 y Maroto 3) y ASADA Cuestillas-Ron Ron (Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3) es alta. (**Figura 9**)

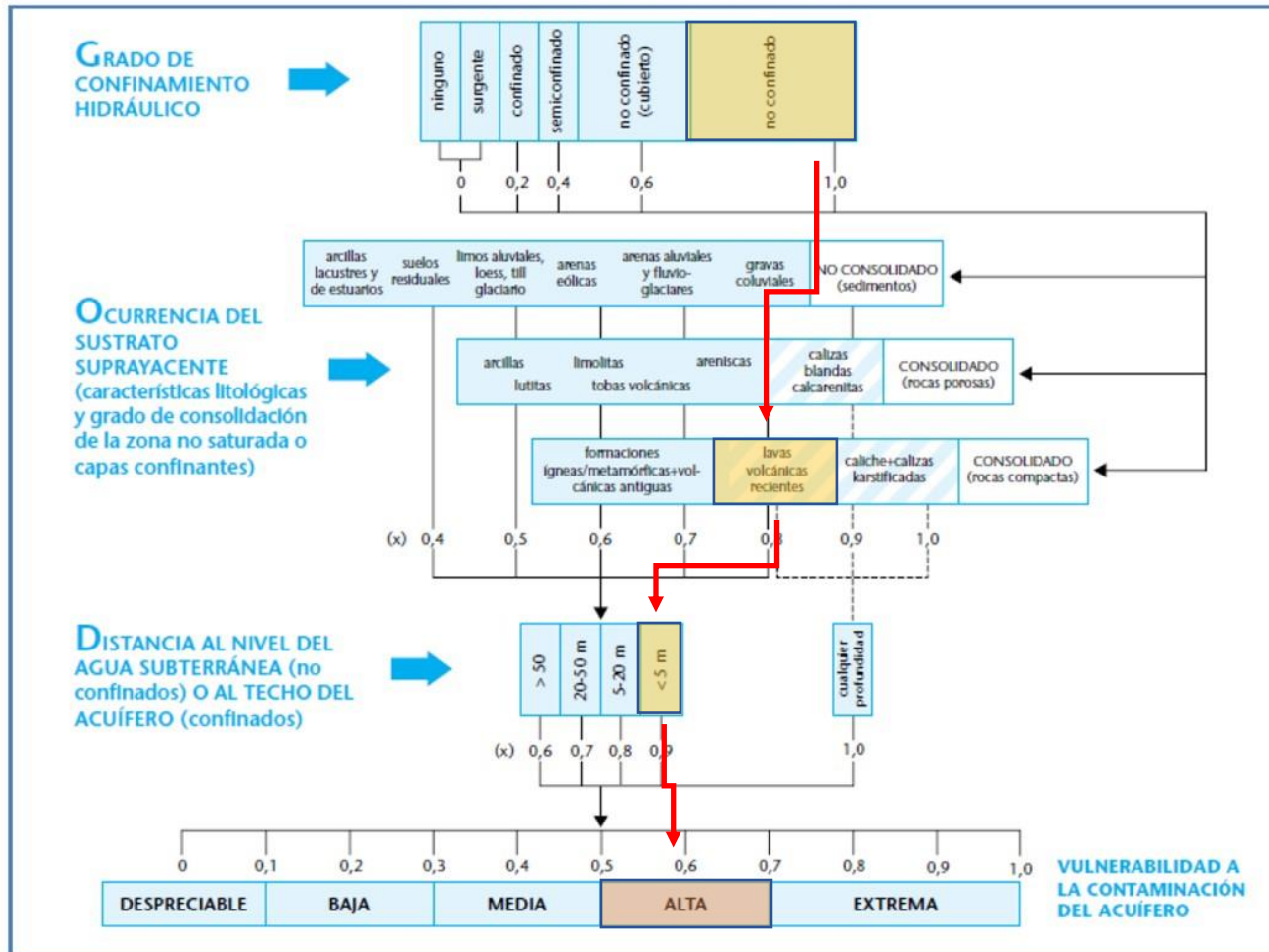


Figura 9: Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del área de estudio metodología GOD

8. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.

Según los análisis del Laboratorio Nacional de Aguas (Anexo 3) se indica:

- El reporte AYA-ID-03648-2016 de análisis fisico-químico con fecha de muestreo del 21 de abril del 2018 emitido por el LNA se indica que en el análisis puntual las determinaciones fisicoquímicas efectuadas cumplen con el Reglamento para la calidad de Agua Potable, N°38924-S.
- Por su parte con respecto al registro histórico de resultados microbiológicos realizados para las nacientes Maroto (ASADA Penjamo) y nacientes Cuestillas (ASADA Cuestillas Ron Ron) para el periodo comprendido entre 2016 y 2019 se determinan valores de coliforme fecales variables entre los 3.6 hasta los 93 coliformes fecales-100ml para la naciente Maroto.

9. CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES

A) Se identifica un acuífero libre desarrollado en las rocas volcánicas asociados a las brechas correlacionadas con la unidad de andesitas la Abundancia, el afloramiento de agua se da producto del cambio topográfico asociado al escarpe de la falla Florencia-Palmira.

B) Para el caso de la Naciente Maroto 2 se define una zona operacional-absoluta de 30m de ancho y 30 m de largo para un área total de 900 m² como zona de protección operacional absoluta (**Figura 8**). En esta zona no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y aun así estas actividades necesitan ser evaluadas y controladas cuidadosamente para evitar la posibilidad de que contaminantes alcancen la fuente, ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las adyacencias.

C) En el caso de las nacientes Maroto 1, Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3 se define una zona de protección operacional 1244 m, la cual se define a partir de la sobreposición de cada uno de los radio de 15 m definidos para cada una de las fuentes citadas (**Figura 8**).

D) Se define la zona de protección absoluta para las Nacientes Maroto 1, Cuestillas F1, Cuestillas F2, Cuestillas F3 y para la naciente Maroto 2, la cual con un largo de 602 m y un ancho máximo de 180 m según condiciones geomorfológicas, geológicas e hidrogeológicas (**Figura 8**) considerando el tiempo de tránsito en la zona no saturada y asumiendo un tiempo de tránsito de 100 días (caso más crítico) para la degradación de contaminantes bacteriológicos. No se permite ninguna actividad en la zona de operación y zona de protección absoluta definidas en este estudio, a excepción de aquella propias relacionadas con la explotación de la naciente. En esta zona no se deben autorizar perforaciones cercanas o proyectos que utilicen sistema de tanque séptico. De igual manera está prohibido la utilización de esta zona para actividades con potencial de contaminación, tales como ganadería o cultivos que involucre el uso de plaguicidas, fertilizantes y/o compuestos químicos tanto orgánicos como inorgánicos.

E) Se define una zona de protección regulada para las nacientes Nacientes Maroto 1, Cuestillas F1, Cuestillas F2, Cuestillas F3 y para la naciente Maroto 2 que se extenderá desde los 602 m hasta la divisoria de aguas (longitud de 1330 m) en dirección aguas arriba a las nacientes. Las actividades

por realizarse en esta zona deberán de ser analizadas de manera previa para garantizar que no exista una afectación a la naciente.

F) La vulnerabilidad del acuífero en la zona inmediata de las nacientes evaluadas es alta, incluyendo en su zona de protección operacional absoluta y zona de protección absoluta.

G) Se recomienda a la Subgerencia de Sistemas Delegados solicitar al Laboratorio Nacional de Aguas realizar un muestreo bacteriológico y fisicoquímico trimestral de las fuentes con el objetivo evaluar el comportamiento de la calidad del agua de estas nacientes.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUÑA A., ARAYA C., CAMPOS F., CASTRO J., CHAVARRÍA N., FALLAS M., MILLER R., SEDO A., SOLÍS J., VARGAS J. AGUILAR I., BARRANTES G., CARAVACA J., CHAMORRO C., ESCOBEDO D., GARCÍA A, SALAS L., SEQUEIRA J., SUÁREZ C & VILLALOBOS G., 2014: Informe Geológico Integral de la parte suroeste de la hoja topográfica Aguas Zarcas y Noroeste de la Hoja Quesada Escala 1:50000. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica [Campaña Geológica]

FOSTER S, HIRATA R, GOMES D, D'ELIA M, París M. 2002. "Protección de la calidad del agua subterránea". Banco Mundial. Washington.

GRUBB, S., 1993: Analytical model for estimation of steady-state capture zones of pumping Wells in confine dan unconfined aquifers". Ground Water 31, N° 1: 21-32

SANDERS, L., 1998: A manual of field Hydrogeology. Prentice Hall. 381 pp.

Anexo 1 Resoluciones UEN Gestión Acueductos Rurales.



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 22425383. mchavarria@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Hidrog. Viviana Ramos Sánchez
UEN Gestión Ambiental

FECHA: 26 de febrero del 2020

MAIKOL DANILO
CHAVARRIA
MARTINEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por
MAIKOL DANILO
CHAVARRIA MARTINEZ
(FIRMA)
Fecha: 2020.02.26 07:23:36
-06'00'

DE: Lic. Maikol Chavarría Martínez
Asesoría Legal Sistemas Comunales

No. PRE-J-2020-00773

**ASUNTO: SOLICITUD DELIMITACIÓN ZONA MÍNIMA DE PROTECCIÓN
NACIENTES ASADAS PÉNJAMO Y RON RON Y CUESTILLAS PROCESO
CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO**

Vista la resolución de las ocho horas cero minutos del trece de febrero del año dos mil veinte, emitida por el Tribunal Contencioso Administrativo y Civil de Hacienda, mediante el cual convoca para el día **miércoles 01 de abril del 2020** a Audiencia de Conciliación a la ASADA de Pénjamo y ASADA Ron Ron y Cuestillas, dado que, la Licda. Cecilia Martínez Artavia, mediante oficio No. SG-GSD-2020-00148, de fecha 10 de febrero del 2020, le indicó: *"Esta Subgerencia atiende la recomendación de la Dirección Jurídica descrita en memo PRE-J-2020-00497 adjunto, dado que carecemos de personal para esta labor, solicitamos atentamente su colaboración para determinar la información solicitada."*, en este sentido se indica que, dicha delimitación se requiere para la Audiencia de Conciliación, por lo que se solicita se remita el informe requerido antes del 01 de abril del 2020, con tal de coordinar lo que corresponda con las respectivas representaciones legales de las ASADAS.

VB°: Licda. Sonia Guevara Rodríguez
Jefatura Asesoría Legal Sistemas Comunales

C: Licda. Cecilia Martínez Artavia, Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados
Licda. Vilma Castillo Jiménez, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Archivo



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2291-7274. cdelgado@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Rodolfo Ramírez Villalba,
UEN Gestión de Acueductos Rurales

FECHA: 12 de marzo del 2020

Fabio Sancho Corrales,
UEN Gestión de Acueductos Rurales

DE: Christian Delgado Segura
Dirección Área Funcional de Hidrogeología
UEN Gestión Ambiental

No. UEN-GA-2020-00773

ASUNTO: Definición del caudal para estudio hidrogeológico, naciente Maroto, ASADA Pénjamo y ASADA Cuestillas RonRon, Florencia San Carlos

En atención al oficio N°. PRE-J-2020-00773 en donde se solicita a la UEN de Gestión Ambiental realizar el estudio hidrogeológico para la delimitación de la zona de protección mínima de la naciente Maroto, captada por la ASADA de Penjamo y ASADA Cuestillas RonRon, en respuesta al proceso contencioso administrativo (Expediente 17-000189-0298-AG-9), se requiere nos indiquen el caudal avalado por la Subgerencia de Sistemas Delegados y si este coincide con el caudal registrado ante la Dirección de Aguas del MINAE.

Este insumo es fundamental para continuar con la elaboración del estudio hidrogeológico para la definición de la zona de protección de la naciente.

Viviana Ramos
VB°: M.S.c Viviana Ramos Sánchez
Dirección UEN Gestión Ambiental

C: Cecilia Martínez Artavia, Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados
Viviana Ramos Sánchez, UEN Gestión Ambiental
Vilma Castillo Jiménez, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Isabel Fallas Salamanca, UEN Gestión Ambiental

Archivo:235



Jorge Salazar Chacon

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.



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

CHRISTIAN DELGADO SEGURA

EJECUTIVO ESPECIALISTA
EN GESTIÓN AMBIENTAL

+506 2242-5000 / Ext. 3713
@ cdelgado@aya.go.cr
www.aya.go.cr
SEDE - PAVAS

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 via 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 via 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 via 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."



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-6516. vramos@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Rodolfo Ramírez Villalba
UEN Gestión de Acueductos Rurales

FECHA: 6 de abril del 2020

Fabio Sancho Corrales
UEN Gestión de Acueductos Rurales

Sonia Guevara Rodríguez
Dirección Jurídica

DE: Viviana Ramos Sánchez
Directora
UEN Gestión Ambiental



No. UEN-GA-2020-01175

Christian Delgado Segura
Área funcional de hidrogeología.
UEN Gestión Ambiental

ASUNTO: Definición de ubicación y caudal de nacientes ASADAS Pénjamo y Cuestillas de Ron Ron

En atención al oficio N° PRE-J-2020-00773 en donde se solicita a la UEN Gestión Ambiental la "delimitación zona mínima de protección nacientes ASADAS Pénjamo y RonRon y Cuestillas proceso contencioso administrativo", se procedió a enviar el oficio UEN-GA-2020-00773 (Anexo1) donde se solicitó el caudal de la nacientes a la UEN Gestión de Acueductos Rurales, dicha solicitud se respondió vía correo electrónico el 17 de marzo por parte del Sr Fabio Sancho de la UEN Gestión Acueductos Rurales (Anexo2) indicando y enviando los registros presentes en la base de datos.

Sin embargo, en revisión de la información suministrada se observan diferencias entre la ubicación geográfica de las fuentes con respecto a SINIGIRH, SAGA y a lo levantado en visita de campo por parte de funcionarios de la UEN Gestión Ambiental en conjunto con funcionario de la ASADA Pénjamo Sr. Luigi Araya.

Dada esta condición y que el estudio se requiere para una audiencia de conciliación es necesario que se indique de manera formal las coordenadas de la naciente o nacientes que se requieren analizar, así como el caudal de las mismas, ya que de lo contrario no se puede realizar el estudio.

Por lo tanto, la dirección de la UEN Gestión Ambiental y la dirección del área funcional de hidrogeología solicitan de ser necesario que se realice la verificación pertinente de campo por parte de la UEN Gestión de Acueductos Rurales de la coordenadas y caudales de las nacientes, hasta tanto no se aporte esta información no se podrá seguir adelante con el respectivo estudio.

C: Florentino Fernández Venegas, Subgerencia Ambiental, Investigación y Desarrollo
Cecilia Martínez Artavia, Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados
Viviana Ramos Sánchez, UEN Gestión Ambiental
Maikol Chavarría Martínez, Dirección Jurídica
Christian Delgado Segura, UEN Gestión Ambiental
Jorge Alejandro Salazar Chacón, UEN Gestión Ambiental
Vilma Castillo Jiménez, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Roxana Sanchez Rivera, UEN Gestión Ambiental
Archivo 348



MEMORANDO

PARA: Ver lista

FECHA: 14 de abril del 2020

Firmado digitalmente
por LUIS DIEGO
ALFARO ARTAVIA
(FIRMA)
Fecha: 2020.04.15
08:02:49 -06'00'

DE: Luis Diego Alfaro Artavia
UEN Gestión de Acueductos Rurales

No. GSD-UEN-GAR-2020-01453

ASUNTO: Coordenadas y caudales de nacientes de Pénjamo y Cuestillas

De acuerdo a lo solicitado, se realizó una verificación de las coordenadas y los datos de aforos con los que cuenta la ORAC respecto a las nacientes de las acueductos administrados por las ASADAS de Pénjamo y Cuestillas Ron Ron de Florencia de San Carlos. Adicionalmente se verificaron los oficios DA-0726-2015 AGUAS-MINAE y DA-0739-2015 AGUAS-MINAE que contienen el caudal asignado y la ubicación geográfica de las nacientes.

En las visitas que se han realizado al sitio por parte de esta Oficina Regional se ha comprobado que la ASADA de Pénjamo cuenta con 3 nacientes captadas y la ASADA de Cuestillas Ron Ron con 2, dentro de la propiedad inscrita bajo el número de catastro A-0821732-2002.

La información de la ORAC se resume en el siguiente cuadro:

ASADA	Naciente	Aforo Crítico (l/s)	Coordenadas WGS84	
Pénjamo	Maroto 1	1.27	10.343647	84.471309
	Maroto 2	0.66*	10.344175	84.470939
	Maroto 3		10.344239	84.470954
Cuestillas Ron Ron	Nac 1	6.3*	10.343719	84.471421
	Nac 2		10.343636	84.471417

* no se cuentan aforos individuales, estos aforos corresponden a los más bajos registrados durante el año 2019, que a su vez fueron los resultados más bajos de los que se tiene registro.

Por su parte, la información de Dirección de Aguas del MINAE es la siguiente:

ASADA	Naciente	Caudal Asignado (l/s)	Coordenadas WGS84	
Pénjamo	Maroto 1	3.75	10.3416934	84.4760036
	Maroto 2	1.16	10.3399054	84.4713096
	Maroto 3	0.14	10.3446806	84.4678512
Cuestillas Ron Ron	Nac 1 Cuestillas	5	10.3401495	84.4713371
	Nac 2 La Roca	0.19	10.3411171	84.470671

Se comprobó que existe una diferencia de hasta 500m de distancia entre las coordenadas de la ORAC y las de MINAE.

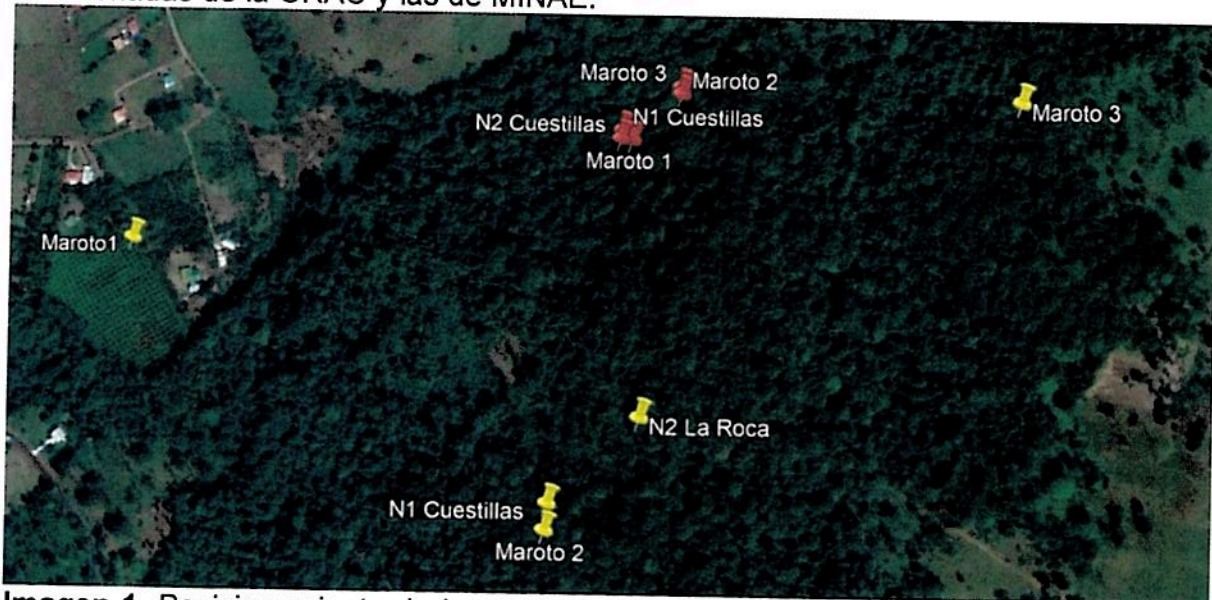


Imagen 1. Posicionamiento de las nacientes en google Earth, en rojo se muestran las coordenadas de la ORAC y en amarillo las de Dirección de Aguas de MINAE.

Recomendación:

Que la Dirección de la UEN de Gestión de Acueductos Rurales solicite a la Dirección de Aguas del MINAE verificar en sitio y cambiar las coordenadas asignadas a las nacientes en uso de las ASADAS de Pénjamo y Cuestillas Ron Ron.

Ver lista:

Rodolfo Ramirez Villalba, UEN Gestión de Acueductos Rurales

Viviana Ramos Sánchez, UEN Gestión Ambiental

Maikol Chavarría Martínez, Dirección Jurídica

Fabio Sancho Corrales, UEN Gestión de Acueductos Rurales

C: Archivo



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-6516. vramos@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Lic. Sonia Guevara Rodríguez FECHA: 29 de mayo del 2020
Dirección Jurídica – Asesoría Legal Sistemas Comunales

Rodolfo Ramírez Villalba
Dirección UEN Gestión de Acueductos Rurales

DE: M.Sc. Viviana Ramos Sánchez
Dirección UEN Gestión Ambiental

VIVIANA RAMOS SANCHEZ (FIRMA)
Firmado digitalmente por VIVIANA RAMOS SANCHEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.05.29 13:29:27 -06'00'

No. UEN-GA-2020-01932

CHRISTIAN EDUARDO DELGADO SEGURA (FIRMA)
Firmado digitalmente por CHRISTIAN EDUARDO DELGADO SEGURA (FIRMA)
Fecha: 2020.05.29 11:12:50 -06'00'

Geól. Christian Delgado Segura
Dirección Área Funcional de Hidrogeología
UEN Gestión Ambiental

ASUNTO: Ref: GSD-UEN-GAR-2020-02105 y PRE-J-2020-02464, Nacientes Asada Pénjamo, Ron Ron - Cuestillas.

En atención al oficio GSD-UEN-GAR-2020-02105 y PRE-J-2020-02464 referente al caso de las nacientes de las ASADAS Pénjamo, y Ron Ron y Cuestillas Expediente 17-000189-0298-AG, por parte de la UEN Gestión Ambiental se indica:

1. Se ha programado una gira para el próximo 02 de junio de 2020 con el objetivo de confirmar la ubicación y realizar los levantamientos respectivos de campo para las nacientes asociadas al Expediente 17-000189-0298-AG.
2. Se solicita se asigne un profesional por parte de la Dirección UEN Gestión Acueductos Rurales y un profesional por parte de la Dirección Jurídica – Asesoría Legal Sistemas Comunales para el acompañamiento a la gira del próximo 02 de junio de 2020, con el objetivo realizar el reconocimiento y levantamiento de acta respectiva.

Por tanto, de parte de la Dirección de la UEN de Gestión Ambiental y la Dirección del Área Funcional de Hidrogeología, se propone como sitio de reunión para la gira del 02 de junio de 2020 las oficinas de la ASADA Pénjamo a las 10 am, con el acompañamiento de los funcionarios indicados en el punto 2 de este oficio.

C: Yamileth Astorga Espeleta, Presidencia Ejecutiva.
Florentino Fernández Venegas, Subgerencia Ambiental, Investigación y Desarrollo
Cecilia Martínez Artavia, Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados
Maikol Chavarría Martínez, Dirección Jurídica
Luis Diego Alfaro Artavia, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Archivo ambiental: 490



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2461-06-78. lualfaro@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Ver lista

FECHA: 4 de junio del 2020

Firmado digitalmente
por LUIS DIEGO ALFARO
ARTAVIA (FIRMA)
Fecha: 2020.06.04
12:18:31 -06'00'

DE: Luis Diego Alfaro Artavia
UEN Gestión de Acueductos Rurales

No. GSD-UEN-GAR-2020-02322

ASUNTO: Corrección de coordenadas nacientes Pénjamo y Cuestillas Ron Ron

El día 02 de junio del año en curso se realizó una visita a las nacientes los acueductos administrados por las ASADAS de Pénjamo y Cuestillas Ron Ron de Florencia de San Carlos en compañía de los funcionarios David Araya y Carlos Murillo de la Unidad de Gestión Ambiental y Maykol Chavarría de la Dirección Jurídica.

En dicha visita fue posible volver a verificar la ubicación exacta y las nacientes captadas que se encuentran en uso por parte de los entes operadores.

La información se resume en el siguiente cuadro:

ASADA	Naciente	Aforo Crítico (l/s)	Coordenadas Lambert	
Pénjamo	Maroto 1	1.27	484683 E	258381 N
	Maroto 2	0.5	484725 E	258431 N
	Maroto 3	seca	484703 E	258404 N
Cuestillas Ron Ron	F1	4.65	484674 E	258386 N
	F2		484678 E	258378 N
	F3		484675 E	258376 N

La naciente Maroto 3 se encontró seca al momento de la visita y de acuerdo con lo indicado por el fontanero, Luigi Araya, la naciente permanece seca durante varios meses al año.

Adicionalmente, la ASADA de Cuestillas reportó que los aforos del mes de mayo pasado fueron los más bajos registrados hasta ahora, por lo que se actualizó el dato.

Nuevamente, tal y como se señalo en el oficio GSD-UEN-GAR-2020-01453, se comprobó ninguna de las coordenadas de las 6 nacientes que se encuentran captadas coincide con las coordenadas registradas por Dirección de Aguas en las respectivas asignaciones de caudal asociadas.

Recomendación:

Que no se tome en cuenta para la determinación del área de protección a la naciente Maroto 3, dado que su producción es insignificante y se puede aprovechar sólo algunos meses al año.

Que la Dirección de la UEN de Gestión de Acueductos Rurales proceda como se le indicó en el oficio GSD-UEN-GAR-2020-01453 con fecha 21 de mayo de 2020 y solicite a la Dirección de Aguas del MINAE cambiar las coordenadas asignadas a las nacientes en uso de las ASADAS de Pénjamo y Cuestillas Ron Ron.

Ver lista

Maikol Chavarrria Martinez, Dirección Jurídica
Cecilia Martínez Artavia, Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados
Fabio Sancho Corrales, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Carlos David Araya Quirós, UEN Gestión Ambiental
Christian Delgado Segura, UEN Gestión Ambiental
Viviana Ramos Sánchez, UEN Gestión Ambiental

C:

Archivo

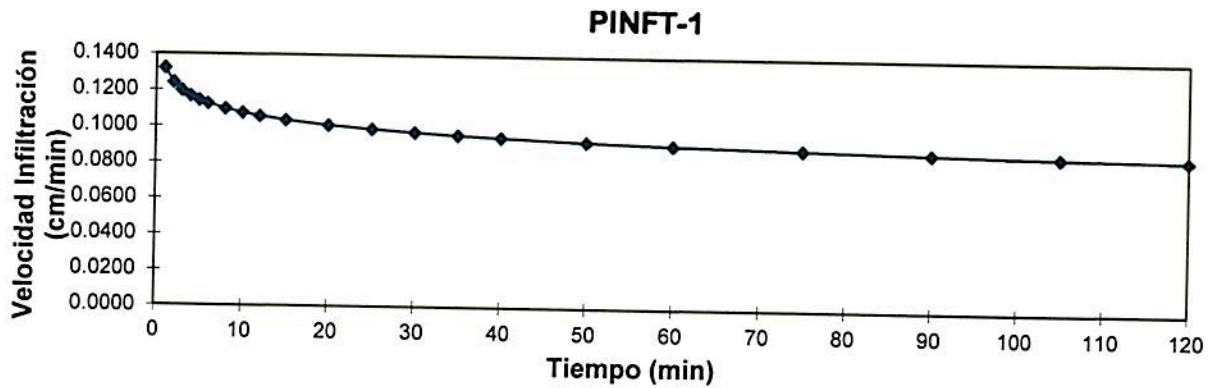
Anexo 2 Pruebas de Infiltración

PRUEBA DE INFILTRACIÓN N°1 Penjamo-Cuestilla



Fecha		09/03/2020
Código		PINFT-1-Penjamo-Cuestilla
Ubicación		
Coordenadas LAMBERT NORTE	Norte	258374
	Este	484666
	Altura (msnm)	
Proyecto		ZP Naciente Maroto
Realiza		Carlos Murillo
Duración		2 horas
Estado del Tiempo		Soleado
Cobertura del suelo		Bosque
Consolidación del suelo		Compacto
Tipo de suelo		Areno-arcilloso
Ubicación con respecto al proyecto		En alrededores de naciente Maroto
Permeabilidad (cm/s)		1.43E-03
Permeabilidad (cm/min)		8.59E-02
Permeabilidad (m/día)		1.24E+00

GRÁFICA



FOTOGRAFÍA



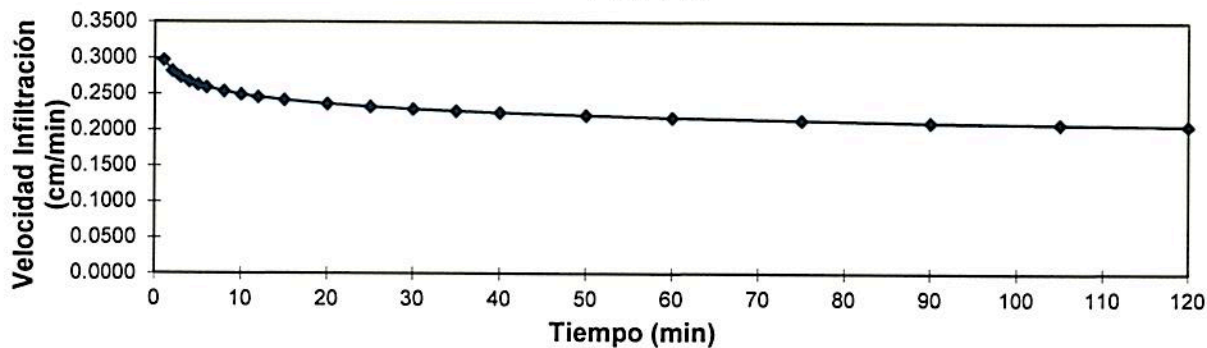
PRUEBA DE INFILTRACIÓN N°2 Penjamo-Cuestilla



<i>Fecha</i>		09/03/2020
<i>Código</i>		PINFT-2-Penjamo-Cuestilla
<i>Ubicación</i>		
<i>Coordenadas LAMBERT NORTE</i>	<i>Norte</i>	258358
	<i>Este</i>	484698
	<i>Altura (msnm)</i>	
<i>Proyecto</i>		ZP Naciente Maroto
<i>Realiza</i>		Carlos Murillo
<i>Duración</i>		2 horas
<i>Estado del Tiempo</i>		Soleado
<i>Cobertura del suelo</i>		Bosque
<i>Consolidación del suelo</i>		semi-consolidado
<i>Tipo de suelo</i>		Areno-arcilloso
<i>Ubicación con respecto al proyecto</i>		A 30 m de naciente Maroto
<i>Permeabilidad (cm/s)</i>		3.44E-03
<i>Permeabilidad (cm/min)</i>		2.06E-01
<i>Permeabilidad (m/día)</i>		2.97E+00

GRÁFICA


PINFT-2



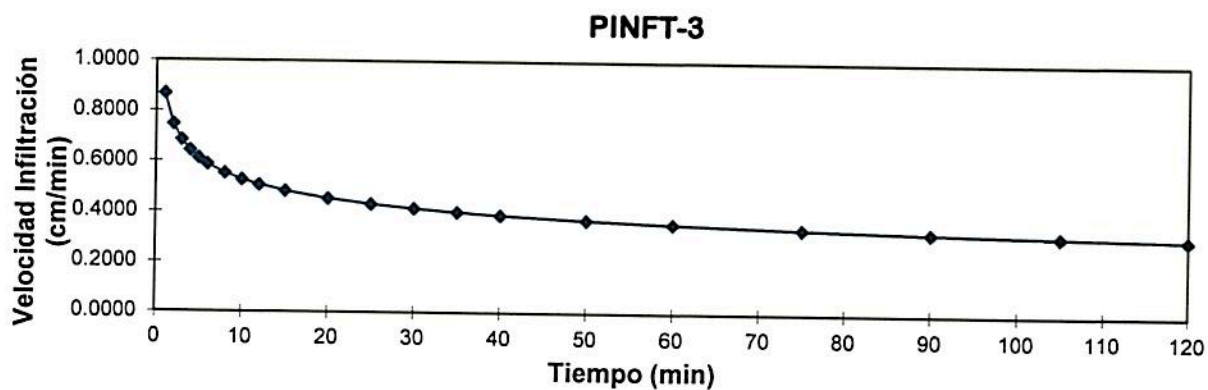
FOTOGRAFÍA



PRUEBA DE INFILTRACIÓN N°3 Penjamo-Cuestilla

	Fecha	10/03/2020
	Código	PINFT-3-Penjamo-Cuestilla
	Ubicación	
Coordenadas LAMBERT NORTE	Norte	258098
	Este	484986
	Altura (msnm)	
Proyecto	ZP Naciente Maroto	
Realiza	Carlos Murillo	
Duración	2 horas	
Estado del Tiempo	Soleado	
Cobertura del suelo	zacate	
Consolidación del suelo	semi-consolidado	
Tipo de suelo	Areno-arcilloso	
Ubicación con respecto al proyecto	A 400 m de naciente Maroto aguas arriba	
Permeabilidad (cm/s)	5.11E-03	
Permeabilidad (cm/min)	3.06E-01	
Permeabilidad (m/día)	4.41E+00	

GRÁFICA



FOTOGRAFÍA

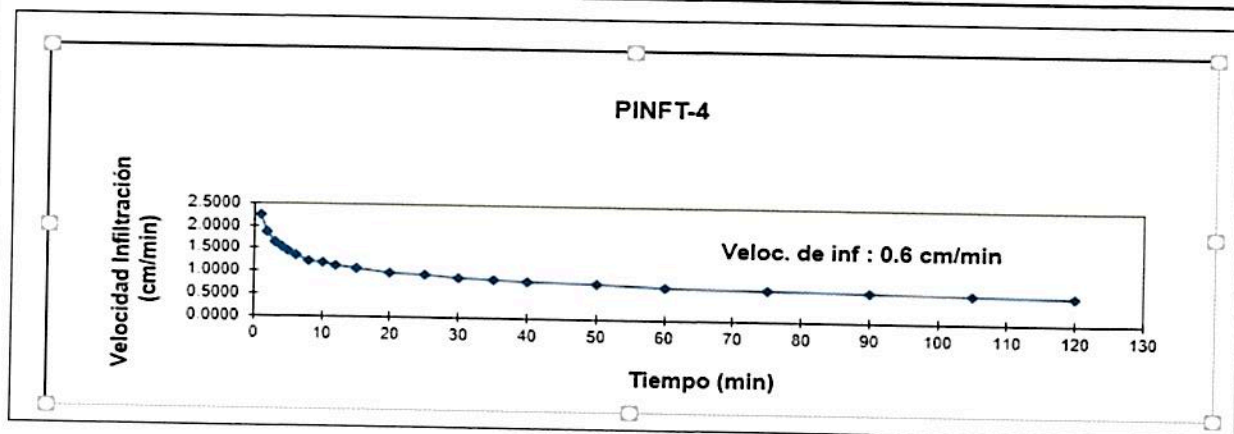


PRUEBA DE INFILTRACIÓN N°4 Penjamo-Cuestilla



Fecha		02/06/2020
Código		PINFT-4-Penjamo-Cuestilla
Ubicación		
Coordenadas LAMBERT NORTE	Norte	258416
	Este	484734
	Altura (msnm)	
Proyecto		ZP Naciente Maroto
Realiza		Carlos Murillo
Duración		2 horas
Estado del Tiempo		Soleado
Cobertura del suelo		Bosque
Consolidación del suelo		semi-consolidado
Tipo de suelo		Areno-arcilloso
Ubicación con respecto al proyecto		A 30 m de naciente Maroto 2 aguas arriba
Permeabilidad (cm/s)		1.00E-02
Permeabilidad (cm/min)		6.00E-01
Permeabilidad (m/día)		8.60E+00

GRÁFICA



FOTOGRAFÍA



Anexo 3 Resultados de Laboratorio Nacional de Aguas

Cuadro 1. Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en muestras de agua del sistema Cuestillas y Ron Ron de Florencia. Del 01-01-2015 al 11-03-2020.

Punto de muestreo	Fecha muestreo	Fuentes y tanques		Total	Red de distribución		Calidad	Observaciones
		Cloro residual mg/L	Coliformes/100ML Fecales		Positivas por cloro %	Muestras analizadas Negativas por c. fecales n		
A - CUESTILLAS Y RON RON DE FLORENCIA 0								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	16/04/2015	0.0	93					
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	16/04/2015	0.7	Negativo	4	4	100	4	Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	01/10/2015	0.0	21					
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	01/10/2015	0.6	Negativo	4	4	100	4	Cloro residual 0.6 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	01/10/2015	0.0	93					
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	06/04/2016	0.7	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual: 0.4-0.5 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	05/04/2016	0.0	29.2					
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	13/10/2016	0.7	Negativo	4	4	100	4	Cloro residual 0.6 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	13/10/2016	0.0	3.6					
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	27/06/2017	0.6	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual: 0.6-0.6 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	27/06/2017	0.0	13.5					
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	15/12/2017	0.7	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual: 0.5-0.6 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	15/12/2017	0.0						
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	20/04/2018	0.9	Negativo	3	3	100	3	Ámbito cloro residual: 0.4-0.4 mg/L.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	20/04/2018	0.0	4.1					
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	06/12/2018	0.7	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual: 0.6-0.6 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	06/12/2018	0.0	32.7					
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	06/12/2018	0.8	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual: 0.5-0.6 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	14/06/2019	0.0						
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	14/06/2019	0.5	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual: 0.6-0.6 mg/L.
Red								
NACIENTE MAROTO CUESTILLAS	04/12/2019	0.0						
MEZCLA DE TANQUES ESQUIVEL 1 Y 2	04/12/2019	0.5	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual: 0.4-0.4 mg/L.
Red								
				39	39	100	39	

Cuadro 1. Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en muestras de agua del sistema Pénjamo de Florencia: sistema Jorge Maroto. Del 01-01-2015 al 11-03-2020.

Punto de muestreo	Fecha muestreo	Fuentes y tanques		Total	Red de distribución		Calidad	Observaciones	
		Cloro residual mg/L	Coliformes/100ML Fecales		Positivas por cloro %	Muestras analizadas Negativas por c. fecales %			
A - PÉNJAMO DE FLORENCIA: SISTEMA JORGE MAROTO 0									
NACIENTE JORGE MAROTO 1	21/04/2016	0.0	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual. 0.4-0.5 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	21/04/2016	0.4	Negativo	4	4	100	4	POT	
Red									
NACIENTE JORGE MAROTO 1	13/10/2016	0.0	3.1	4	0	0	4	Cloro residual. 0.0 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	13/10/2016	0.0	Negativo	4	4	100	4	POT	
Red									
NACIENTE JORGE MAROTO 1	01/06/2017	0.0	14.5	4	4	100	4	Ámbito cloro residual. 0.3-0.4 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	01/06/2017	0.3	Negativo	4	4	100	4	POT	
Red									
NACIENTE JORGE MAROTO 1	01/06/2017	0.0	9.1	4	4	100	4	Ámbito cloro residual. 0.6-0.6 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	21/11/2017	0.7	Negativo	4	4	100	4	POT	
Red									
NACIENTE JORGE MAROTO 1	19/07/2018	0.0	5.2	4	4	100	4	Ámbito cloro residual. 0.6-0.7 mg/L.	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	19/07/2018	0.1	Negativo	4	4	100	4	POT	
Red									
NACIENTE JORGE MAROTO 1	05/12/2018	0.0	Negativo	4	4	100	4	Ámbito cloro residual. 0.6-0.6 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	05/12/2018	0.7	Negativo	4	4	100	4	POT	
Red									
NACIENTE JORGE MAROTO 1	03/07/2019	0.0	11.0	4	4	100	4	Cloro residual. 0.0 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	03/07/2019	0.0	14.5	4	0	0	0	NO POT	
Red									
NACIENTE JORGE MAROTO 1	19/11/2019	0.0	1.0	4	0	0	0	Cloro residual. 0.0 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	19/11/2019	0.0	1.0	4	0	0	0	NO POT	
Red									
				32	20	63	24	75	NO POT



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PÉNJAMO DE FLORENCIA: SISTEMA JORGE MAROTO			Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 19/11/2019	
Canton: SAN CARLOS			Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 21/11/2019	
Provincia: ALAJUELA		Localización: 2-10-02		Número reporte: 153149		Emisión reporte: 29/11/2019
PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	COLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL⁻¹			NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE JORGE MAROTO 1 Antes del tanque	9:35			1,0		Negativo
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Dentro	9:40	0,00		1,0		Negativo
Red:						
RED 1 Sra. Paola Rojas González	9:54	0,00		2,0		Negativo
RED 2 Rectificadora Fabio Molina	10:05	0,00		1,0		1,0
RED 3 Sra. María Pérez Vargas	10:15	0,00		1,0		Negativo
RED 4 Sr. Alexander Esquivel Quesada	10:25	0,00		1,0		1,0

1- Orden: 06494-19. 2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) muestra de la naciente se toma antes del tanque. c) tanque en buenas condiciones; d) día con lluvia; e) teléfono: 24-75-56-36. 3-Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 38924-S. Valor alerta y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E.coli. 4- En este análisis puntual, las determinaciones efectuadas no cumplen con el Decreto Ejecutivo 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable. -5 La densidad de coliformes detectada pone de manifiesto la necesidad de comunicar a los usuarios que deben hervir el agua antes de consumirla hasta tanto no se implementen las medidas correctivas. 6- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PROFESIONAL RESPONSABLE AREA MICROBIOLOGIA



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-03648-2016

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: 11/02/2008
De nueva validación: 11/2 meses febrero 2012 y 2 años de validación
Alcance disponible en www.eca.or.cr

DATOS DE LA MUESTRA

Cliente:	DIVISION ACUEDUCTOS RURALES		Proc. muestreo	AYA-PT-019-5	
Contacto:	Sra. Cecilia Martínez Artavia		Muestreado por	Brenes Salas Gus	
SISTEMA:	PÉNJAMO DE FLORENCIA: SISTEMA JORGE MAROTO		Fecha de muestreo	21-abr.-16	
Muestreo:	NACIENTE JORGE MAROTO 1		Fecha de ingreso :	22-abr.-16	
Dirección:	DENTRO		Fecha de Reporte:	29-abr.-16	
PROVINCIA:	Alajuela	CANTON:	San Carlos	Inicio Análisis MIC:	22-abr.-16
e-mail:	cmartinez@aya.go.cr	Fax:	242-5223	Teléfono:	242-5266
				Tipo de muestra:	Agua
				Hora de recolección:	11:25

DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VA	VMA	UNIDADES	METODO
Alcalinidad	*	51	1,0	2,0	3,0			mg/L	2320
Aluminio	*	3,4	1,0	1,0	4,0		200	µg/L	3125 B
Antimonio	*	N.D.	0,10	0,20	0,30		5	µg/L	3125 B
Arsénico	*	D.	0,10	0,20	0,30		10	µg/L	3125 B
Cadmio	*	N.D.	0,10	0,20	0,30		3	µg/L	3125 B
Calcio	*	10,5	1,0	1,5	2,0		100	mg/L	3500-Ca B
Cloruros	*	1,64	0,81	1,10	1,30	25	250	mg/L	4110B Cro
Cobre	*	N.D.	1,0	2,0	3,0	1000	2000	µg/L	3125 B
Color Aparente	*	N.D.	1,0	2,0	4,0	5	15	UPT-Co	2120 C
Conductividad	*	96	1,0	2	4	400		µS/cm	2510
Cromo	*	N.D.	0,10	0,50	1,60		50	µg/L	3125 B
Dureza de Calcio	*	26	2,0	2,0	3,0			mg/L	3500-Ca D
Dureza Total	*	42	2,0	2,0	3,0	300	400	mg/L	2340 C
Fluoruros	*	0,12	0,027	0,040	0,100		0,7-1,5	mg/L	4110B Cro
Fosfatos	*	N.D.	0,32	0,40	0,80			mg/L	4110B Cro
Hierro	*	7,1	1,0	2,0	3,0		300	µg/L	3125 B
Magnesio	*	3,9	0,10	0,50	1,0	30	50	mg/L	3500 B
Manganeso	*	N.D.	1,0	2,0	3,0	100	500	µg/L	3125 B
Mercurio	*	N.D.	0,10	0,11	0,15		1	µg/L	3125 B
Niquel	*	N.D.	1,0	2,0	3,0		20	µg/L	3125 B
Nitratos	*	N.D.	0,53	0,81	1,40		50	mg/L	4110B Cro
Nitritos	*	N.D.	0,026	0,040	0,10		0,1	mg/L	4110B Cro
Olor	**	Negativo	N.A.	N.A.	N.A.	Acceptable	Acceptable		2150 B
pH	*	7,02	0,10	0,10	0,20	6,0-8,0			4500-H+
Plomo	*	N.D.	0,10	0,20	0,50		10	µg/L	3125 B
Potasio	*	2,1	0,80	1,0	1,5		10	mg/L	3500-K B
Sabor	**	Negativo	.	.	.	Acceptable	Acceptable	N.A.	2160 B
Selenio	*	N.D.	0,10	0,20	0,70		10	µg/L	3125 B



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-03648-2016

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

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



PARAMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VA	VMA	UNIDADES	METODO
Sodio	*	4,8	1,9	2,0	2,5	25	200	mg/L	3500-Na B
Sulfatos	*	D.	0,79	0,81	1,60	25	250	mg/L	4110B Cro
Temperatura	*	28,7	0,10			18 a 30) °C		°C	2550 B
Turbiedad	*	0,29	0,10	0,12	0,15	<1	5	UNT	2130 B
Zinc	*	N.D.	1,0	2,0	3,0		3000	µg/L	3125 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

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

** **Ensayo no acreditado**

Condiciones Ambientales:

Naciente y tanque en buenas condiciones. Clima de verano. Acueducto en Programa de Sello de Calidad Sanitaria.

Observaciones:

En este análisis puntual, las determinaciones efectuadas cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-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



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: PENJAMO DE FLORENCIA: SISTEMA JORGE MAROTO		Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 19/07/2018	
Canton: SAN CARLOS		Recolectado por: GUSTAVO BRENES		Conclusión análisis: 21/07/2018	
Provincia: ALAJUELA	Localización: 2-10-02	Número reporte: 144764		Emisión reporte: 05/08/2018	
PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹		NMP E. coli 48 h a 5°C
			TOTALES	FECALES	
NACIENTE JORGE MAROTO 1 Antes del tanque	11:02			5.2	4.1
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Salida	11:08	0.10		Negativo	Negativo
Red: RED 1 Sra. Yessenia Bogantes Bogantes	11:25	0.60		Negativo	Negativo
RED 2 Sra. Yoremy Marín Méndez	11:36	0.63		Negativo	Negativo
RED 3 Sr. Martín Rivas Rojas	11:47	0.63		Negativo	Negativo
RED 4 Sra. Gladys Oviedo Rodríguez	12:00	0.65		Negativo	Negativo

1- Orden: 3842-18 ID: 07445-18 IR
 2- Reporte de campo: a) Sello de calidad; b) muestra de la naciente se recolecta antes del tanque, b) tanques en buenas condiciones
 3- Criterio de evaluación: Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo No. 38924-S. Valor alerta y valor máximo admisible: negativo por coliformes fecales y E. coli. 4- En este análisis puntual, una vez que se somete al proceso de desinfección, el agua cumple con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S.

Dr. Paulo Rivera Navarro
MGC
Cod. 1654

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-07444-2018

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°: LE-049
Acreditado a partir de: 11.02.2008

Alcance disponible en www.eca.or.cr

DATOS DE LA MUESTRA

Cliente:	Acueductos Rurales en Sello de Calidad Sanitaria		Proc. muestreo	AYA-PT-019-6
Contacto:			Muestreado por	Brenes Salas Gus
SISTEMA:	PÉNJAMO DE FLORENCIA: SISTEMA JORGE MAROTO		Fecha de muestreo	19-jul-18
Muestreo:	NACIENTE JORGE MAROTO 1		Fecha de ingreso :	20-jul-18
Dirección:	ANTES DE TANQUE		Fecha de Reporte:	26-jul-18
PROVINCIA:	Alajuela	CANTON:	SAN CARLOS	
e-mail:			Inicio Análisis MIC:	
		Fax:	Teléfono:	
			Tipo de muestra:	Agua
			Hora de recolección:	11:02

DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.A.	V.MAX
Alcalinidad	*	44	mg/L	1,0	2,0	3,0	2320		
Aluminio	*	13,0	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	*	9,5	mg/L	1,0	1,5	2,0	3500-Ca B	100	
Cloruros	*	1,66	mg/L	0,81	1,30	1,10	4110B Cro	25	250
Cobre	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B	1000	2000
Color Aparente	*	D.	Upt-Co	1,0	2,0	4,0	2120 C	5	15
Conductividad	*	98	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	*	24	mg/L	2,0	2,0	3,0	3500-Ca D		
Dureza Total	*	36	mg/L	2,0	2,0	3,0	2340 C	300	400
Fluoruros	*	0,12	mg/L	0,027	0,040	0,100	4110B Cro		0,7-1,5
Fosfatos	*	N.D.	mg/L	0,32	0,40	0,80	4110B Cro		
Hierro	*	5,9	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		300
Magnesio	*	3,1	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	*	N.D.	mg/L	0,53	0,81	1,40	4110B Cro		50
Nitritos	*	N.D.	mg/L	0,026	0,040	0,10	4110B Cro		0,1
Olor	**	Acceptable		N.A.	N.A.	N.A.	2150 B	Acceptable	Acceptable
pH	*	6,92		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	*	2,4	mg/L	0,80	1,0	1,5	3500-K B		10
Selenio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,70	3125B		10
Sodio	*	4,7	mg/L	1,9	2,0	2,5	3500-Na B	25	200
Sulfatos	*	N.D.	mg/L	0,79	0,81	1,60	4110B Cro	25	250



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago
Teléfono: (506) 279-5118
Fax: (506) 279-5973
email: 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

AYA-ID-07444-2018

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.A.	V.MAX
Turbiedad	*	0,84	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

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

** **Ensayo no acreditado**

Condiciones Ambientales:

Tanque en buenas condiciones. Clima con lluvia. Muestra de nacieses se toma antes del tanque.

Observaciones:

En este análisis puntual las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-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



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-6516. vramos@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Maikol Chavarría Martínez
Dirección Jurídica

FECHA: 9 de junio del 2020

DE: Viviana Ramos Sánchez
Dirección UEN Gestión Ambiental

No. UEN-GA-2020-02131

Christian Delgado Segura
Dirección A.F. Hidrogeología, UEN Gestión Ambiental

ASUNTO: Entrega Estudio Hidrogeológico Determinación zona de protección absoluta bacteriológica nacientes ASADA Pénjamo y Cuestillas

En respuesta a la solicitud efectuada por parte de la Asesoría Legal Sistemas Comunales mediante oficio PRE-J-2020-00773 a la Dirección de la UEN de Gestión Ambiental se hace entrega del estudio Hidrogeológico "Determinación de la zona de protección absoluta bacteriológica de las nacientes Pénjamo y Cuestillas, captadas por las ASADAS de Pénjamo y Cuestillas RonRon, Florencia de San Carlos, Alajuela", estudio que fue elaborado por el geólogo Carlos David Araya Quirós.

A continuación, se detallan las conclusiones y recomendaciones del estudio:

A) Se identifica un acuífero libre desarrollado en las rocas volcánicas asociados a las brechas correlacionadas con la unidad de andesitas la Abundancia, el afloramiento de agua se da producto del cambio topográfico asociado al escarpe de la falla Florencia-Palmira.

B) Para el caso de la Naciente Maroto 2 se define una zona operacional-absoluta de 30m de ancho y 30 m de largo para un área total de 900 m² como zona de protección operacional absoluta (**Figura 8**). En esta zona no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y aun así estas actividades necesitan ser evaluadas y controladas cuidadosamente para evitar la posibilidad de que contaminantes alcancen la fuente, ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las adyacencias.

C) En el caso de las nacientes Maroto 1, Cuestillas F1, Cuestillas F2 y Cuestillas F3 se define una zona de protección operacional 1244 m, la cual se define a partir de la sobreposición de cada uno de los radio de 15 m definidos para cada una de las fuentes citadas (**Figura 8**).

D) Se define la zona de protección absoluta para las Nacientes Maroto 1, Cuestillas F1, Cuestillas F2, Cuestillas F3 y para la naciente Maroto 2, la cual con un largo de 602 m y un ancho máximo de 180 m según condiciones geomorfológicas, geológicas e hidrogeológicas (**Figura 8**) considerando el tiempo de tránsito en la zona no saturada y asumiendo un tiempo de tránsito de 100 días (caso más crítico) para la degradación de contaminantes bacteriológicos. No se permite ninguna actividad en la zona de operación y zona de protección absoluta definidas en este estudio, a excepción de aquella propias relacionadas con la explotación de la naciente. En esta zona no se deben autorizar perforaciones cercanas o proyectos que utilicen sistema de tanque séptico. De igual manera está prohibido la utilización de esta zona para actividades con potencial de contaminación, tales como ganadería o cultivos que involucre el uso de plaguicidas, fertilizantes y/o compuestos químicos tanto orgánicos como inorgánicos.

E) Se define una zona de protección regulada para las nacientes Nacientes Maroto 1, Cuestillas F1, Cuestillas F2, Cuestillas F3 y para la naciente Maroto 2 que se extenderá desde los 602 m hasta la divisoria de aguas (longitud de 1330 m) en dirección aguas arriba a las nacientes. Las actividades por realizarse en esta zona deberán de ser analizadas de manera previa para garantizar que no exista una afectación a la naciente.

F) La vulnerabilidad del acuífero en la zona inmediata de las nacientes evaluadas es alta, incluyendo en su zona de protección operacional absoluta y zona de protección absoluta.

G) Se recomienda a la Subgerencia de Sistemas Delegados solicitar al Laboratorio Nacional de Aguas realizar un muestreo bacteriológico y fisicoquímico trimestral de las fuentes con el objetivo evaluar el comportamiento de la calidad del agua de estas nacientes.

C: Yamileth Astorga Espeleta, Presidencia Ejecutiva
Florentino Fernández Venegas, Subgerencia Ambiental, Investigación y Desarrollo
Cecilia Martínez Artavia, Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados
Sonia Guevara Rodríguez, Dirección Jurídica
Rodolfo Ramírez Villalba, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Luis Diego Alfaro Artavia, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Christian Delgado Segura, UEN Gestión Ambiental
Carlos David Araya Quirós, UEN Gestión Ambiental
Isabel Fallas Salamanca, UEN Gestión Ambiental

Archivo: 518