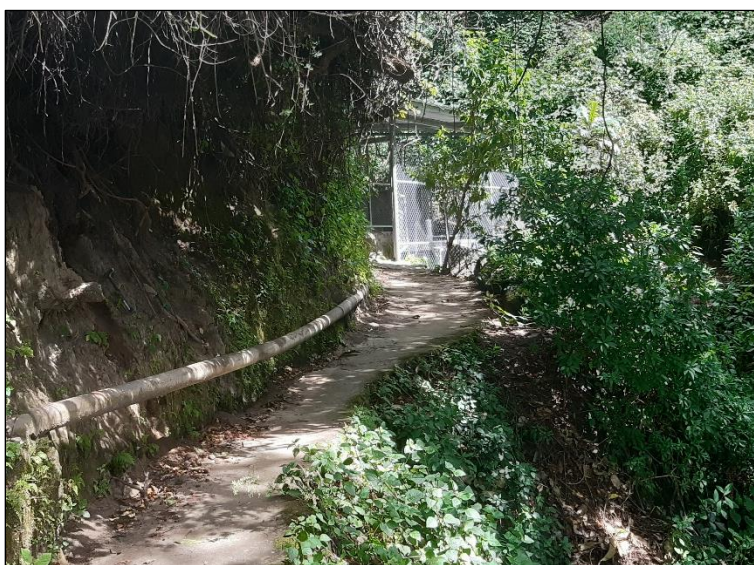


**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
UEN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO
ÁREA FUNCIONAL DE HIDROGEOLOGÍA**



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO:

**DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN ABSOLUTA
BACTERIOLÓGICA DE LA NACIENTE DE LA ASADA DE SAN JUAN DE
IRAZÚ, SAN JUAN DE CHICUÁ, CARTAGO**



Elaboró:

**NATALIA MONTES
RUIZ (FIRMA)** Firmado digitalmente por
NATALIA MONTES RUIZ (FIRMA)
Fecha: 2020.08.04 15:47:06 -06'00'

**Geól. Natalia Montes Ruiz
Área Funcional de Hidrogeología**

Asistencia en campo:

Téc. Roberto Navarro-Gestor Experto AyA

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

AGOSTO, 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: _____

1. INTRODUCCIÓN

En atención a la solicitud realizada, por parte de la UEN Gestión de Acueductos Rurales, mediante memorandos N° GSD-UEN-GAR-2019-04639 y N° GSD-UEN-GAR-2020-03115 (Anexo 1), en el que se solicita a la Dirección de la UEN Gestión Ambiental, el estudio de zona de protección de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú de San Juan de Chicué, se realiza una visita a la zona de interés los días 4 y 5 de febrero del 2020, con el fin de realizar el reconocimiento del sitio, así como los ensayos requeridos para realizar la determinación del área especial de protección de la naciente, posteriormente se solicita el dato del caudal inscrito ante la Dirección de Aguas del MINAE a la Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados, cuya información se presenta, mediante oficio SG-GSD-2020-00457 (Anexo 1), del día 11 de mayo del 2020.

1.1 Objetivo General

Determinar el área especial de protección absoluta bacteriológica de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar la caracterización geológica e hidrogeológica de los alrededores de la naciente captada por la ASADA de San Juan de Irazú.
- Determinar, a partir de pruebas de campo, la permeabilidad de los suelos tanto en el sitio de la naciente como en sus alrededores.
- Definir, a partir de la aplicación de varias metodologías, el área correspondiente a la zona de protección de la naciente.
- Determinar la vulnerabilidad intrínseca la contaminación de las aguas subterráneas en el sitio de captación.

1.3 Ubicación geográfica de la zona de estudio

La zona de estudio se localiza en la comunidad de San Juan de Chicué, falda SW del Volcán Irazú, más específicamente en la margen izquierda de la Quebrada Cañada, en el sitio con coordenadas Lambert Norte 214 708 N y 551 480 E de la hoja topográfica Istarú, 1: 50 000, dentro del Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central (Figura 1).

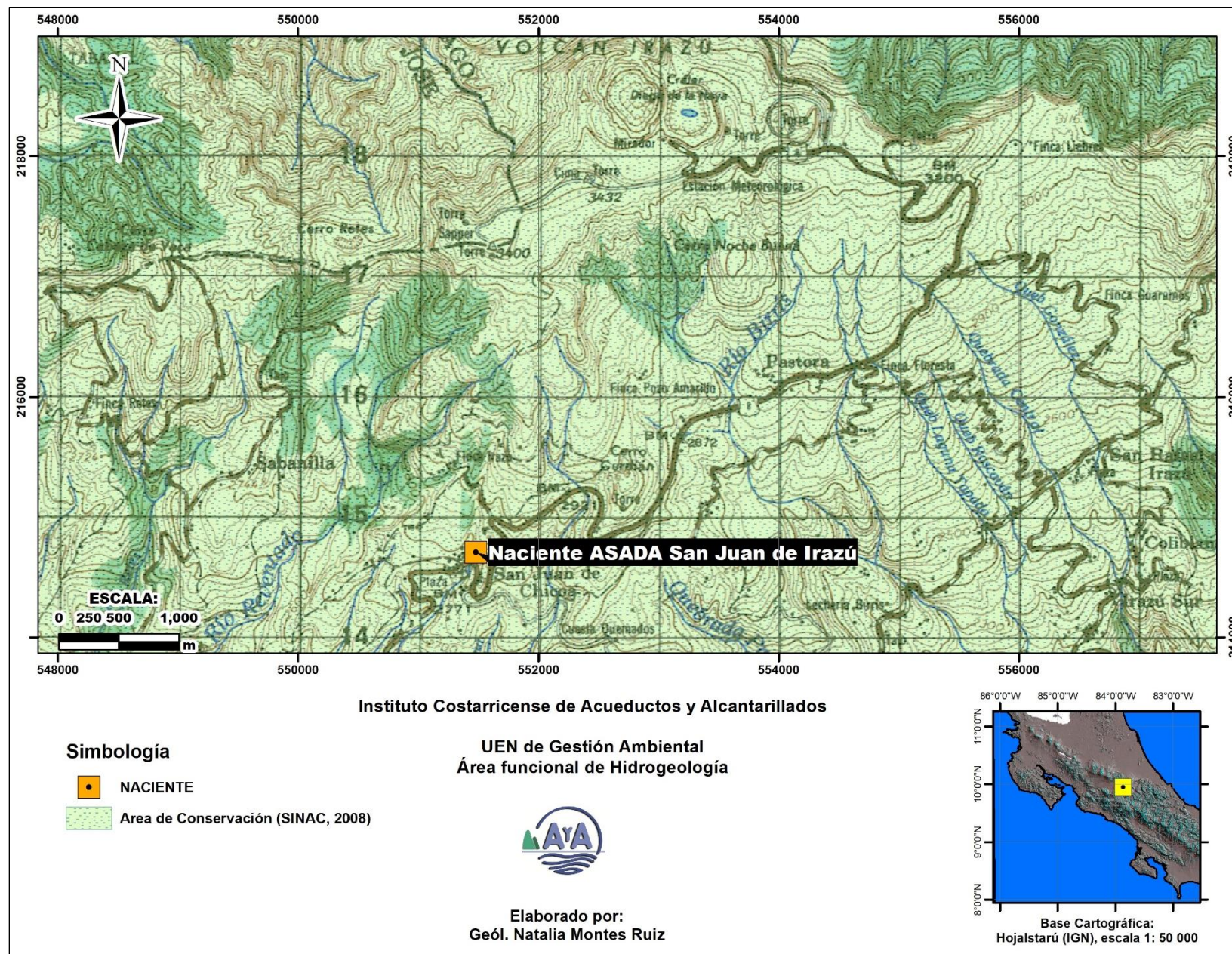


Figura 1. Mapa de ubicación de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú

2. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada para la elaboración de este estudio consistió, en 4 etapas, en las que se realizaron las siguientes actividades:

1. Investigación y recopilación de información actualizada del área de estudio relacionada a la geología regional así como de registros de pozos de las bases de datos de AyA y SENARA.
2. Trabajo de campo en el que se realizó el levantamiento con coordenadas y caracterización de la naciente en estudio, afloramientos geológicos y otros sitios de interés para este estudio, así como la realización de las pruebas de infiltración necesarias para los cálculos requeridos.
3. Determinación de la zona de protección mediante la aplicación de diferentes metodologías.
4. Análisis e interpretación de la información obtenida, elaboración de mapas e informe de la visita.

3. INVESTIGACION

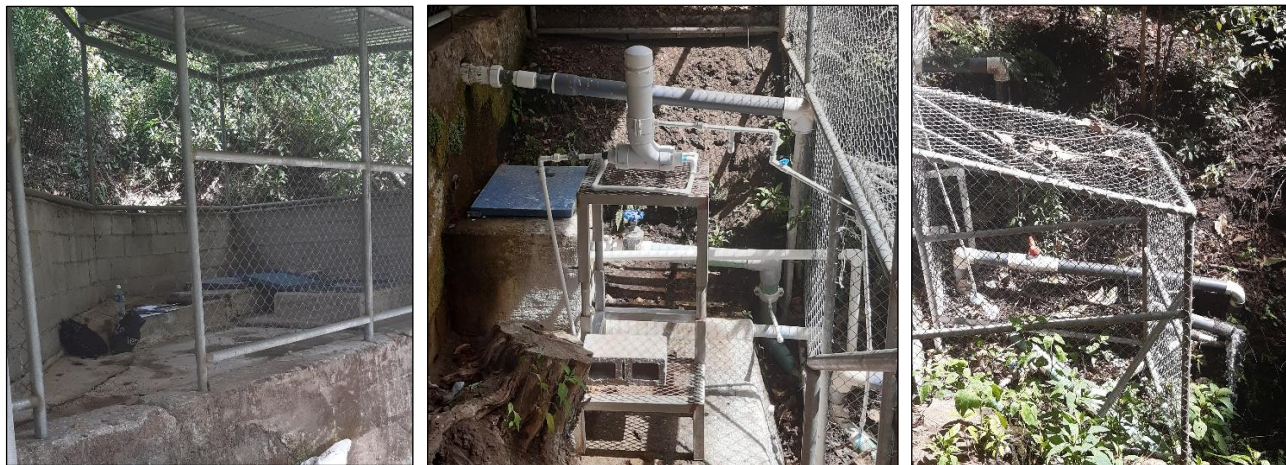
4.1 Descripción de la naciente en estudio

- **Naciente ASADA San Juan de Irazú**

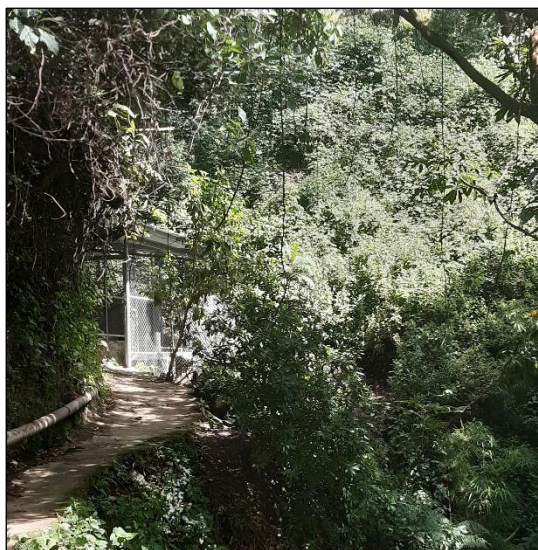
La ASADA de San Juan de Irazú capta una naciente que aflora en un sector de la margen izquierda de la Quebrada Cañada. Tal y como se muestra en las fotografías, la captación se encuentra debidamente protegida con malla perimetral y en buenas condiciones de mantenimiento y se encuentra rodeada de una cobertura boscosa que define la zona de protección de la quebrada, sin embargo, aguas arriba el terreno se utiliza para el pastoreo de ganado (Fotografías 1 y 2). De acuerdo con el oficio SG-GSD-2020-00457 (Anexo 1), la Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados solicita la inscripción de un caudal de 3.45 lt/s para esta ASADA con el fin de abastecer 262 previstas (Tabla 1).

Tabla 1. Captación de la ASADA de la San Juan de Irazú

Naciente	Coordenada X (E)	Coordenada Y (N)	Elevación	Condición	Caudal (lt/s)
Captación 1	551480	214708	2803	captada	3.45 *
* Caudal solicitado según oficio SG-GSD-2020-00457					



**Fotografía 1. Captación de la ASADA de San Juan de Irazú
(Coordenadas: 214 708 N y 551 480 E)**



Fotografía 2. Terrenos alrededor de la naciente en estudio. (Izquierda: en naciente, coordenadas: 214 708 N y 551 480 E. Derecha: aguas arriba, coordenadas: 214 703 N y 551 497 E)

4.1 Descripción de otros sitios visitados

- **Naciente ASADA Potrero Cerrado**

La naciente de ASADA Potrero Cerrado se localiza a unos 30 m de la naciente en estudio, capta un sitio aguas abajo de la misma ladera de la margen izquierda de la Quebrada Cañada y como se muestra en la fotografía 3, la captación también se encuentra protegida por medio de una malla. De acuerdo a la consulta realizada en SAGA esta ASADA cuenta con tres fuentes, la más cercana a la naciente en estudio

es la denominada Mata de Caña que abastece a 452 servicios equivalente a una población de 1582 personas y se indica un caudal requerido de 6 lt/s.



Fotografía 3. Naciente ASADA Potrero Cerrado. (Coordenadas: 214 703 N y 551 497)

3.2 Descripción Geológica de la zona de estudio

3.2.1 Geología Regional

Como se mencionó anteriormente y como se observa en el mapa de ubicación, el sitio de estudio se localiza a unos 4 km al SW del Volcán Irazú, por lo que los terrenos están conformados por materiales de origen volcánico producto de la actividad del volcán Irazú, que de acuerdo con Krushensky (1972) corresponden a las rocas que se incluyen dentro de las siguientes formaciones que se describen desde la más antigua a la más reciente: Reventado, (que se subdivide a su vez en 3 miembros, que desde el más antiguo al más reciente son: Paraíso, Capa de Ceniza y Superior), Sapper, Cervantes y Birris. A continuación, se describen brevemente las formaciones y miembros, desde la más antigua a la más reciente, que se incluyen en el mapa geológico de la figura 2.

Miembro Superior (Formación Reventado)

Según Krushensky (1972) corresponde con el miembro más joven de la Formación Reventado. Estas rocas se componen de lavas de tipo andesitas basálticas y de andesitas con hornblenda (Alvarado, 1993), de color gris claro, intercaladas por depósitos de tefra y epiclásticos. Las capas de cenizas son de color

café oscuro dispuestos horizontalmente en paquetes, con presencia de lapilli. Mientras que los lahares son de composición heterogénea con clastos de hasta 1m de diámetro, dentro de una matriz arcillosa.

Formación Sapper

Krushensky (1972) describe a estas rocas conformadas por una serie de coladas de lava basalto andesíticas y lahares, además de capas de ceniza. Mientras que Alvarado (1993), indica que esta formación se trata de depósitos espesos de tefra con intercalaciones de flujo de lava, que alcanzan los 500 m de espesor.

Formación Cervantes

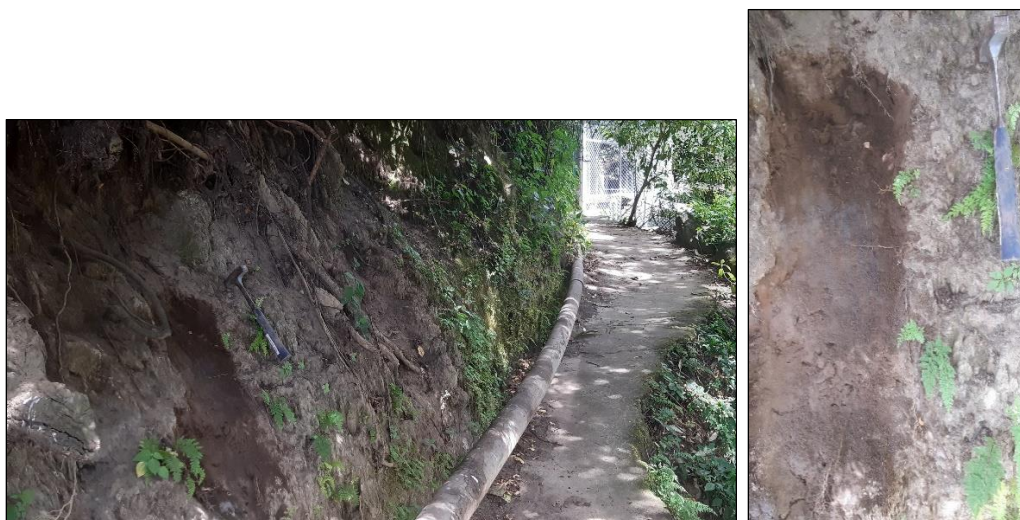
Esta unidad se compone de una serie de andesitas color gris, con textura vesicular (Dondoli & Torres, 1954). Alvarado et al. (2006) describen estos flujos como andesitas basálticas. También se observan depósitos piroclásticos de escoria muy meteorizados, de color gris oscuro hasta rojos.

Formación Birrís

Krushensky (1972), indica que se encuentra compuesta por bombas y lapilli que conforman un espesor entre 50 m a 60 m. Mientras que Alvarado (1993) describe esta unidad como un aglutinado de pequeños flujos de lava, ceniza, lapilli y depósitos brechosos. Estas rocas se pueden observar en los cortes de camino cerca de San Juan de Chicué, al norte del área de estudio en afloramientos compuestos de ceniza color café y negra.

3.2.1 Geología Local

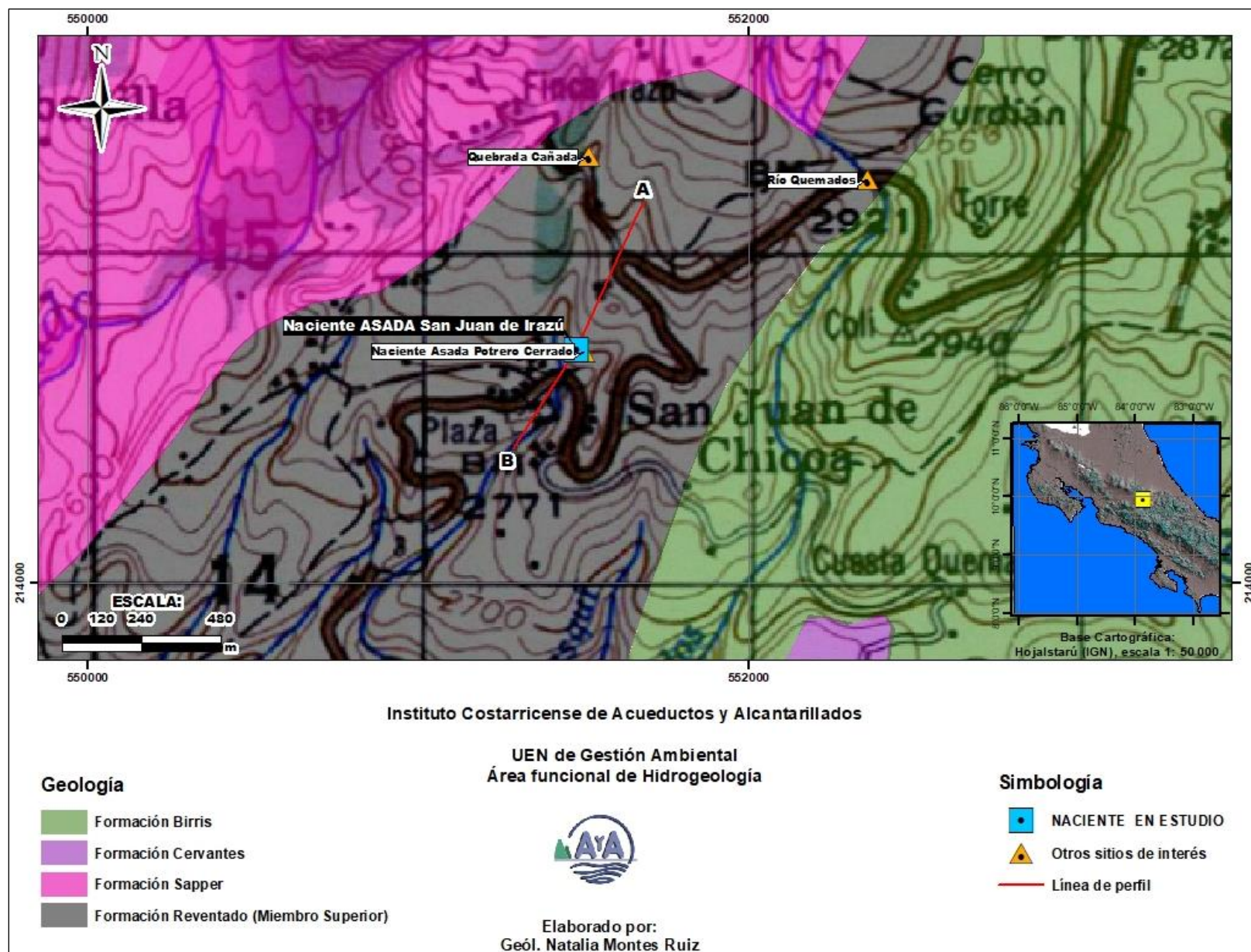
Localmente, tanto en el sitio de ubicación de la naciente en estudio como aguas arriba y en los alrededores afloran las cenizas y sus productos de meteorización que se correlacionan con las capas de cenizas recientes incluidas dentro del Miembro Superior de la Formación Reventado, definida por Krushensky (1972), estas cenizas consisten en un depósitos de cenizas finas a medias, inconsolidadas de color café-beige hasta grisáceo, masivas, con fragmentos de tamaño milimétrico a centimétrico de pómez y líticos que alcanzan un espesor máximo observado de 5 m, junto a la Quebrada Cañada. (Fotografías 4 y 5).



Fotografía 4. Afloramiento de cenizas inconsolidadas en el sitio de captación de la naciente (coordenadas: 214 698 N / 551 479 E) con un espesor de alrededor de 2 m.



Fotografía 5. Afloramiento de cenizas inconsolidadas de la Formación Reventado.
A) en sitio a 1 km al NE de la naciente, a lo largo de la carretera, en coordenadas: 215 221 N / 552 360 y B) en sitio a 570 m aguas arriba de la naciente en estudio, en la intersección del camino con la Quebrada Cañada, coordenadas: 215 291 N / 551 516.



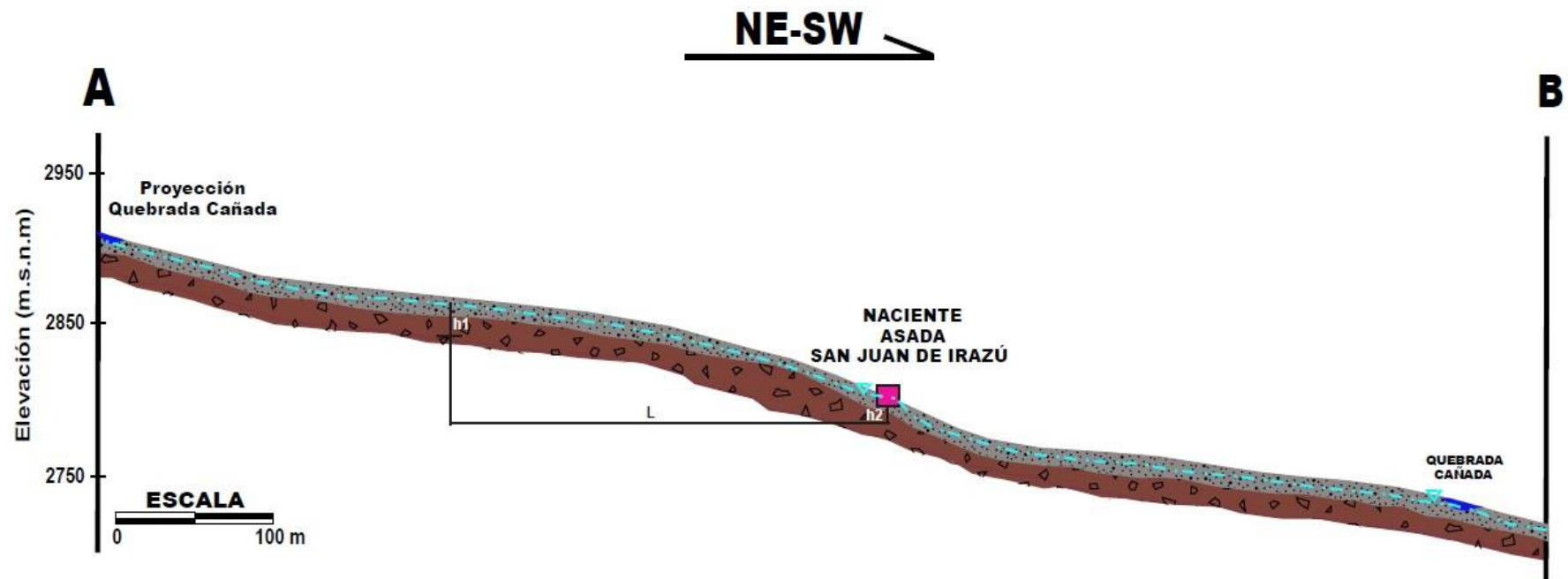
**Figura 2. Mapa Geológico de los alrededores de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú.
(Tomado y modificado de Krushensky, 1972)**

3.3 Caracterización hidrogeológica del sitio

Tal y como se indica en el mapa geológico de la figura 2, se realizó un perfil hidrogeológico con dirección NE-SW, desde aproximadamente 500 m aguas arriba de la naciente en estudio y hasta aproximadamente 360 m aguas abajo, sobre los terrenos cubiertos por las cenizas recientes incluidas dentro de los depósitos del Miembro Superior de la Formación Reventado (figura 3). Como se muestra, geológicamente la naciente captada y administrada por la ASADA de San Juan de Irazú aflora en una de las laderas de la margen izquierda de la Quebrada Cañada, en los materiales de origen volcánico originados a partir de la actividad del volcán Irazú. La naciente se localiza a una elevación de 2803 m.s.n.m y representa un afloramiento del acuífero libre que se forma en el nivel más superficial constituido por una capa porosa e inconsolidada de cenizas del Miembro Superior que afloran en ese sector.

A partir de la información recopilada en el campo y de los pozos más cercanos, localizados en un radio de 5 km, se determina un espesor que varía entre los 5 m y 10 m. Además, de acuerdo con Krushensky (1972) y Alvarado (1993), así como las descripciones litológicas de los pozos, bajo esta primera capa de cenizas se encuentra un espesor de alrededor de 17 m de un depósito compuesto por lahares y cenizas, lo que conforma el Miembro Superior de la Formación Reventado (figura 3).

Mediante oficio SG-GSD-2020-00457, la Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados solicita la inscripción de un caudal para esta naciente de 3.45 lt/s.



3.3.1. Parámetros hidráulicos de la zona saturada

Para la determinación de los parámetros hidráulicos del acuífero, se utiliza el valor de la permeabilidad obtenida en las pruebas de infiltración, realizadas sobre las cenizas y en las que se obtuvieron resultados entre 0.32 m/d y 0,78 m/d, para un resultado promedio de 0.6 m/d, clasificándose en todos los casos como Moderada (tabla 2).

Por lo que, mediante la ecuación:

$$T = k \cdot b$$

Donde:

T: Transmisividad del acuífero (m^2/d)

k: Permeabilidad del acuífero (m/d) = 0.6 m/d (obtenida del promedio de los resultados de las pruebas de infiltración descritas más adelante)

b: Espesor del acuífero = 10 m (valor considerado a partir de la información de los pozos más cercanos y del perfil hidrogeológico AB)

Por lo que la Transmisividad (T) del acuífero aluvial es:

$$T = 6 \text{ m}^2/d$$

- **Dirección de flujo y gradiente hidráulico en los alrededores de la naciente**

El gradiente hidráulico de la zona de estudio, determinado entre la elevación de 2910 m.s.n.m, considerando la interpolación del nivel de la Quebrada Cañada, localizada 200 m al NW, aguas arriba de la naciente en estudio y la elevación de 2810 m.s.n.m, de la naciente en estudio se obtiene un valor de 0.2, con una dirección de flujo del agua subterránea NE-SW. (Figura 4).

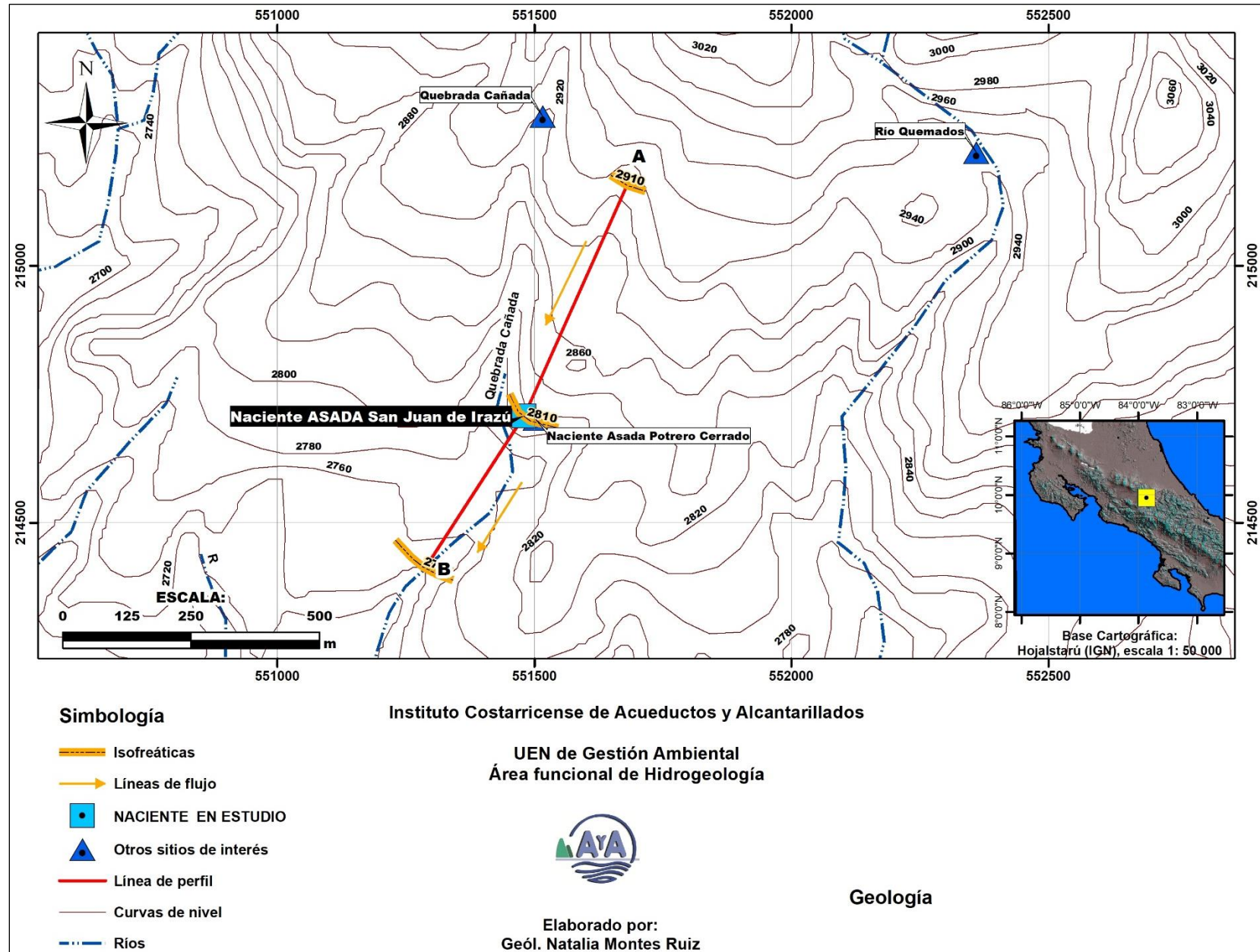


Figura 4. Mapa de elementos hidrogeológicos en el sector de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú-Oreamuno, Cartago

- **Zona de Protección de la Naciente de la ASADA de San Juan de Irazú**

Para la determinación de la zona de protección de la naciente, se deben calcular los tiempos de tránsito de contaminantes patógenos, de acuerdo con la metodología de Rodríguez (1994), con lo cual se establece la zona de protección bacteriológica respectiva.

Tiempos de tránsito de contaminantes

En este caso, se establecen las distancias para un tiempo de tránsito de 70 días ya que la zona saturada corresponde a un medio poroso, como lo son las cenizas a través de las que afloran las aguas subterráneas en el sitio de estudio.

- **Zona no saturada de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú**

Pruebas de infiltración realizadas en el sitio de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú y alrededores

Para la caracterización de los materiales superficiales existentes en los alrededores de la naciente, se realizaron tres pruebas de infiltración, aplicando la metodología del doble anillo, sobre los suelos tanto del sitio de ubicación de la naciente como aguas arriba, tal y como se observa en la figura 5 y tabla 2, en la cual se presentan, además, los resultados de las 3 pruebas realizadas, los gráficos de cada ensayo se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 2. Resultados de las pruebas de infiltración realizadas en el sitio de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú y aguas arriba de la misma.

Ensayo		Coordenada X	Coordenada Y	K (cm/min)	K (cm/s)	K (m/d)	Clasificación	Textura
PI-1 (en sitio de la naciente)		551456	214680	0.0543	0.000905	0.78	Moderada	Areno-limosa
PI-2 (100 m aguas arriba de la naciente)		551504	214796	0.0463	0.0008	0.67	Moderado	Areno-limosa
PI-3 (200 m aguas arriba de la naciente)		551581	214905	0.0225	0.0004	0.32	Moderado	Areno-limosa

Como se muestra, en las tres pruebas realizadas, la permeabilidad de los materiales superficiales que conforman los terrenos existentes en las cercanías de las nacientes, que consiste en suelos compuestos por cenizas de textura areno-limosa, se clasifica, en todos los casos, como moderada, por lo que para el análisis de la zona no saturada se considerará un valor promedio de 0.6 m/d. Además, para este tipo de suelos y de acuerdo con Sanders (1998), se determina un valor de porosidad de 30%.

En el caso de la zona no saturada el tiempo de tránsito (t_1) para un flujo vertical de contaminantes bacteriológicos se determina mediante la fórmula:

$$t_1 = \left(\frac{b * \Theta}{k * i} \right)$$

En donde:

b: espesor de la zona no saturada (en la fuente) = 3 m (tomado del perfil hidrogeológico AB)

Θ : porosidad efectiva de la zona no saturada (30%) = 0,3

k: permeabilidad vertical de la zona no saturada= 0.6 m/d (promedio de resultados de pruebas de infiltración)

i: gradiente vertical = 1

Por lo que:

$$t_1 = 1.5 \text{ días}$$

Es decir que, el tiempo de tránsito de contaminantes en la zona no saturada (vertical) en la zona de la naciente es de 1.5 días.

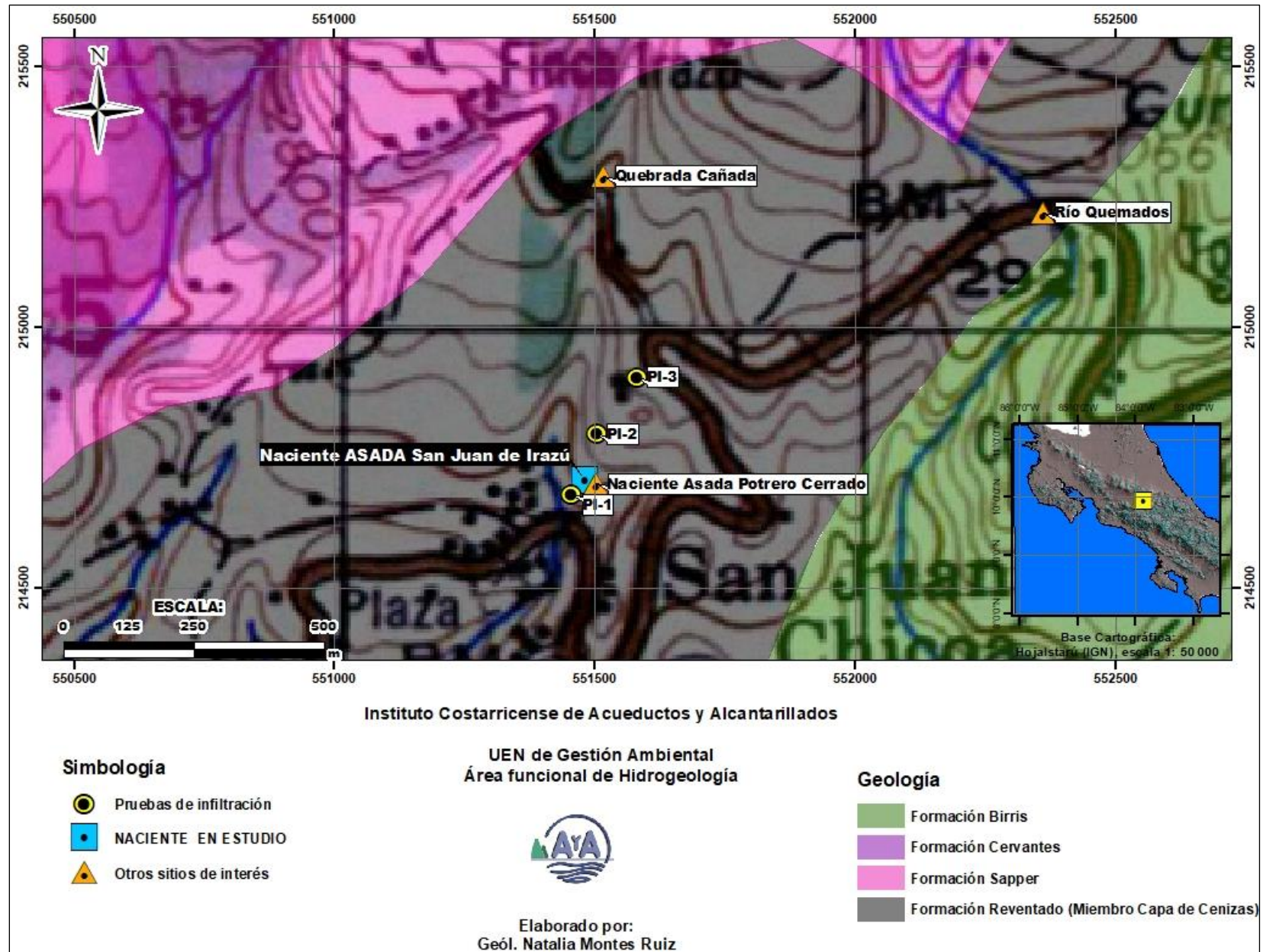


Figura 5. Mapa de ubicación de las pruebas de infiltración realizadas en el sitio de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú y aguas arriba de la misma

- **Zona saturada de la naciente ASADA de San Juan de Irazú**

Para el caso de la zona saturada se determina la distancia horizontal entre el sitio de estudio y un punto posible de contaminación en caso de un flujo de contaminantes bacteriológicos que se mueve en la tabla de agua subterránea, esto despejando de la fórmula:

$$t_2 = \left(\frac{d * \Theta}{k * i} \right)$$

En donde:

t_2 : 70 días – (t_1 : 1.5) = 68.5 días

Θ : porosidad de la zona saturada = 30 % (Sanders, 1998): 0.3

k : permeabilidad del acuífero (m/d) = 0.6 m/d (promedio de resultados de las pruebas de infiltración realizadas sobre las cenizas ya que, tanto la zona no saturada como la saturada se localizan en este nivel)

i : gradiente hidráulico = 0.2

d : distancia horizontal entre el sitio de estudio y un punto posible de contaminación

Despejando d , se obtiene que:

$$d = 27 \text{ m}$$

Lo que significa que, bajo estas condiciones del medio y características de los materiales presentes en el sitio, se requiere de una distancia horizontal de 27 m para que las bacterias, en la zona saturada, se degraden en su totalidad.

- **Radio Fijo de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú**

Para el cálculo de la zona de protección a partir de este método se aplica la ecuación:

$$R = \sqrt{\left(\frac{Q * T_{sat}}{\pi * \Theta * b} \right)}$$

Donde:

Q (m³/d): 3.45 lt/s (según oficio SG-GSD-2020-00457, Anexo 1) = 298 m³/d

t_2 (días): tiempo de tránsito del flujo horizontal en el acuífero= 68.5 d

Θ : porosidad del acuífero = 30 % (Sanders, 1998): 0.3

Π : 3,14

b (m): espesor del acuífero = 10 m

R (m): radio fijo

$$R = 47 \text{ m}$$

Zona de captura de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú

En este apartado se determinarán el ancho de la zona de captura, para lo cual se define un tiempo de tránsito menor a 70 días debido a que, geológicamente el sitio de estudio está conformado por un medio poroso como lo son las cenizas.

- **Ancho de zona de captura de la naciente**

De acuerdo con Grubb, (1993) y para acuíferos libres, como en este caso, está definida por la ecuación:

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

En donde:

a (m): Ancho de la zona de captura

Q (m³/d): 3.45 lt/s (según oficio SG-GSD-2020-00457, Anexo 1) = 298 m³/d

k (m/d): permeabilidad del acuífero (m/d) = 0.6 m/d (promedio de resultados de pruebas de infiltración)

h_1 (m): 17 m, espesor del acuífero en punto h_1 (según figura 3)

h_2 (m): 13 m, espesor del acuífero en punto h_2 (según figura 3)

L : 225 m distancia horizontal entre h_1 y h_2

Por lo que:

$$a = 1\,863 \text{ m}$$

- **Punto de no retorno**

Al ser una naciente, el cálculo de este parámetro no interviene en la dinámica de descarga del agua, sin embargo, se calcula como parámetro de referencia para efectos prácticos de protección de la zona captada. De acuerdo con (Grubb, 1993):

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

En donde:

X_0 (m): radio de no retorno

Q (m³/d): 3.45 lt/s (según oficio SG-GSD-2020-00457, Anexo 1) = 298 m³/d

Π : 3,14

k (m/d): permeabilidad del acuífero (m/d) = 0.6 m/d (promedio de resultados de pruebas de infiltración)

h_1 (m): 17 m, espesor del acuífero en punto h_1 (según figura 3)

h_2 (m): 13 m, espesor del acuífero en punto h_2 (según figura 3)

L : 225 m distancia horizontal entre h_1 y h_2

$$X_0: 297 \text{ m}$$

Sin embargo, en este caso y a partir del criterio de experto se aplicará el radio operacional de 15 m para proteger la zona aguas abajo de la naciente, tal y como se observa en la figura 6.

De la siguiente relación de Darcy también se puede obtener el ancho de la zona de captura

$$Q = TiL$$

Donde:

Q (m³/d): 3.45 lt/s (según oficio SG-GSD-2020-00457, Anexo 1) = 298 m³/d

T (m²/d): Transmisividad del acuífero = 6

i: gradiente hidráulico (a partir de isofreáticas) = 0,2

L (m): ancho de la zona de captura

Por lo que, el ancho de la zona de captura es de:

$$L = 248 \text{ m}$$

Área de Protección Especial

A partir del análisis realizado de los parámetros hidráulicos se definen las siguientes zonas de protección para el pozo en estudio.

- **Zona operacional de protección absoluta de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú**

De acuerdo con Foster et al (2002), la zona operacional de una fuente comprende una pequeña área de terreno alrededor de la propia fuente de abastecimiento, definida en 15 m, esta constituye un área de reserva absoluta, por lo que 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 los contaminantes alcancen la fuente ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las cercanías.

Todos los sectores de esta zona que sean usadas para actividades de mantenimiento de la naciente (o su captación), deberían estar protegidas con un piso de concreto para prevenir la infiltración de sustancias químicas, aceites, etc, que sean utilizadas en el mantenimiento, además, se recomienda la colocación de una cerca perimetral en esta zona para prevenir la invasión de personas o animales que puedan provocar algún tipo de contaminación o vandalismo (Foster et al, 2002) (Figura 6).

- **Zona de protección absoluta y zona de protección regulada de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú**

A partir de los cálculos anteriores se establecen las siguientes zonas de protección:

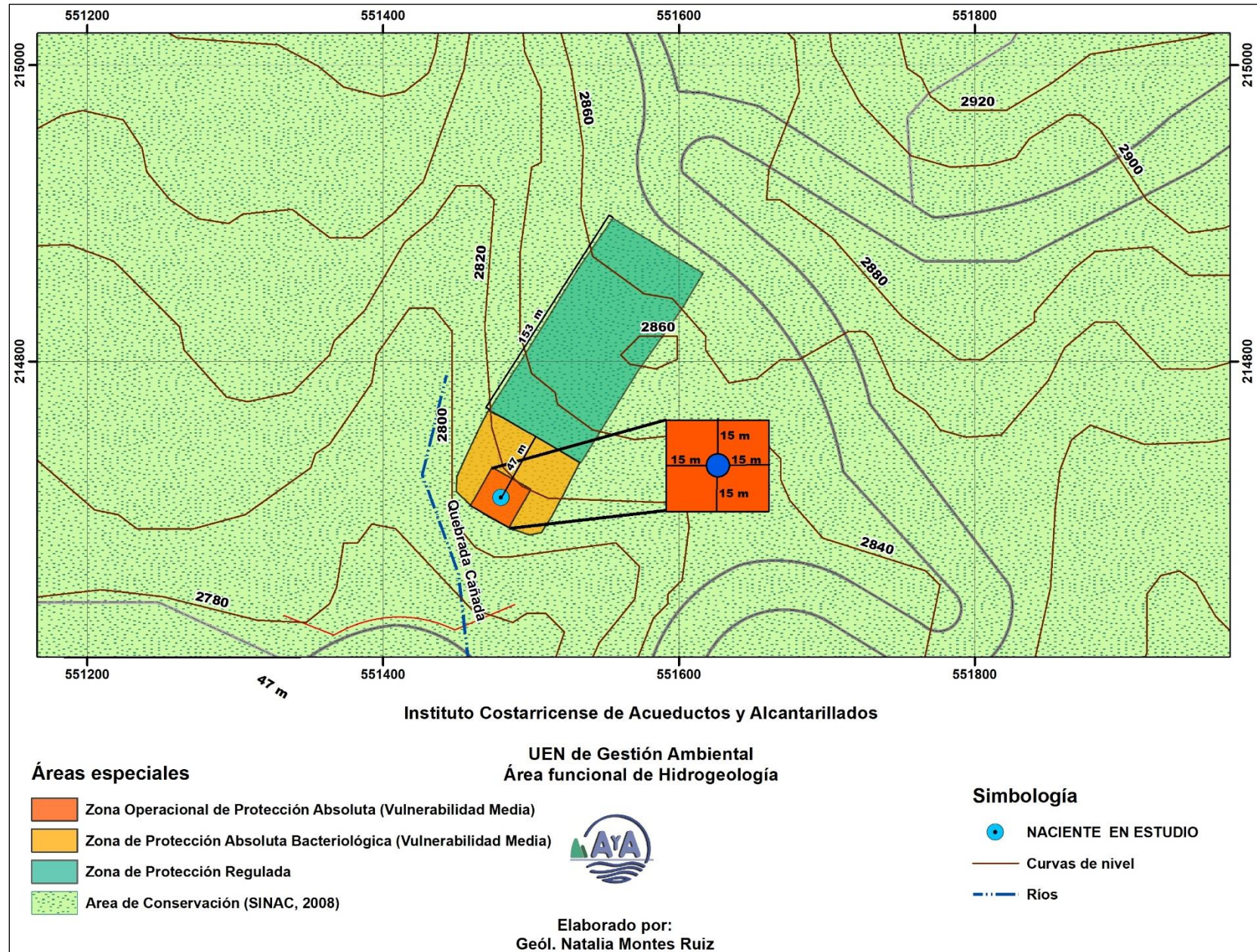


Figura 6. Mapa de definición de zonas de protección de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú

Zona de Protección Absoluta Bacteriológica: conformada por un área definida por un ancho determinado por criterio geomorfológico y una distancia medida aguas arriba de la naciente, según la metodología de radio fijo, de 47 m. Aguas abajo de la naciente la distancia estará dada por el límite de la Zona Operacional de Protección Absoluta correspondiente a 15 m. Esta zona debe dedicarse a la conservación y protección forestal. No se deben autorizar perforaciones cercanas ni proyectos que utilicen sistema de tanque séptico. De igual manera están prohibidas las 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.

Zona de Protección Regulada: definida por una distancia de 153 m medida a partir de los 47 m en dirección aguas arriba, considerando la geomorfología del terreno. (Figura 6)

Por lo que en el sitio de la naciente se determina un grado de vulnerabilidad a la contaminación de 0.49, lo que de acuerdo con (Foster et.al, 2002), significa una Vulnerabilidad Media

3.4 Calidad del agua de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú

Con respecto a la calidad del agua de la naciente en estudio a partir de los muestreos físico-químicos y microbiológicos realizados en diferentes laboratorios, se indica:

- Reporte de análisis físico-químico A-19/080903 realizado en setiembre del año 2019 por el Laboratorio AQG Labs: los resultados obtenidos se encuentran por debajo de los valores alerta (VA) y máximos (VM), por lo que se indica que cumple con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S. (Anexo 3)
- En el reporte de análisis microbiológico N° 154147, realizado por el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA en enero del año 2020: que, en este análisis puntal, las determinaciones efectuadas cumplen con el Decreto Ejecutivo 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Anexo 3).

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La naciente en estudio se ubica dentro de la zona definida por el SINAC (2008) como Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central.
2. Geológicamente, tanto en el sitio de ubicación de la naciente en estudio como aguas arriba y en los alrededores afloran las cenizas y sus productos de meteorización que se correlacionan con las capas de cenizas recientes incluidas dentro del Miembro Superior de la Formación Reventado, definida por Krushensky (1972), estas cenizas consisten en un depósitos de cenizas finas a medias, inconsolidadas de color café-beige hasta grisáceo, masivas, con fragmentos de tamaño milimétrico a centimétrico de pómez y líticos que alcanzan un espesor máximo observado de 5 m, junto a la Quebrada Cañada, a unos 600 m aguas arriba de la naciente
3. De acuerdo con el modelo hidrogeológico planteado, la naciente aprovechada por la ASADA de San Juan de Irazú aflora en una de las laderas de la margen izquierda de la Quebrada Cañada, a una elevación de 2803 m.s.n.m y constituye una fuente de aguas subterráneas del acuífero libre que se forma en la capa porosa e inconsolidada de las cenizas, que afloran en ese sector.
4. El gradiente hidráulico de la zona de estudio, determinado entre las elevaciones de la Quebrada Cañada, localizada aguas arriba de la naciente en estudio, a una elevación de 2900 m.s.n.m y la naciente en estudio que aflora a una elevación de 2803 m.s.n.m, tiene un valor de 0.2, con una dirección de flujo del agua subterránea NE-SW.
5. A partir del análisis del tránsito de contaminantes y la aplicación de diversas metodologías para el cálculo de las zonas de protección, en el caso de la ASADA de San Juan de Irazú, se determina la siguiente área especial de protección:
 - **Zona Operacional de Protección Absoluta:** constituida por una distancia de 15 metros tanto en dirección aguas arriba, como aguas abajo de la naciente y lateralmente a la misma. En esta zona no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y deben estar cuidadosamente controladas para evitar la posibilidad de que los contaminantes alcancen la fuente ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las cercanías. Todos los sectores de esta zona que sean

usadas para actividades de mantenimiento del pozo deberían estar protegidas con un piso de concreto para prevenir la infiltración de sustancias químicas, aceites, etc, además, se recomienda la colocación de una cerca perimetral para prevenir la invasión de personas o animales que puedan provocar algún tipo de contaminación o vandalismo

- **Zona de Protección Absoluta Bacteriológica:** conformada por un área definida por un ancho determinado por criterio geomorfológico y una distancia medida aguas arriba de la naciente, según la metodología de radio fijo, de 47 m. Aguas abajo de la naciente la distancia estará dada por el límite de la Zona Operacional de Protección Absoluta correspondiente a 15 m. Esta zona debe dedicarse a la conservación y protección forestal. No se deben autorizar perforaciones cercanas ni proyectos que utilicen sistema de tanque séptico. De igual manera están prohibidas las 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.
- **Zona de Protección Regulada:** definida por una distancia de 153 m medida a partir de los 47 m en dirección aguas arriba, considerando la geomorfología del terreno.

Sin embargo, es importante indicar que, desde el criterio técnico hidrogeológico, el área mínima para protección bacteriológica de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú es de 900 m².

6. Con relación a la vulnerabilidad a la contaminación de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú y a partir de los parámetros evaluados, se obtiene un grado de vulnerabilidad de 0.49, que corresponde con una Vulnerabilidad Media.
7. Con respecto a la calidad del agua de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú, en los muestreos físico-químicos y microbiológicos realizados en diferentes laboratorios, se indica:
 - Reporte de análisis físico-químico A-19/080903 realizado en setiembre del año 2019 por el Laboratorio AQG Labs: los resultados obtenidos se encuentran por debajo de los valores alerta (VA) y máximos (VM), por lo que se indica que cumple con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S. (Anexo 3)

- En el reporte de análisis microbiológico N° 154147, realizado por el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA en enero del año 2020: que en este análisis puntal, las determinaciones efectuadas cumplen con el Decreto Ejecutivo 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Anexo 3).

5. REFERENCIAS

- Alvarado, G. E., 1993: Vulcanología y Petrología del volcán Irazú, Costa Rica. -261 págs. Univ. De Kiel, Alemania [Tesis Ph. D].
- Alvarado, G., Carr, M., Turrin, B., Swisher, C., Schmincke, H.& Hudnut, K., 2006: Recent volcanic history of Irazú volcano, Costa Rica: Alternation and mixing of two magma batches, and pervasive mixing. -Geological Society of America Special Papers, 412: 259-276.
- Dóndoli, C. & Torres, A., 1954: Estudio geoagronómico de la región oriental de la Meseta Central. -180 págs. Ministerio de Agricultura e Industrias, San José, Costa Rica.
- 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 confined an unconfined aquifers. Ground Water 31, No. 1:21-32.
- Krushensky, R.D., 1972: Geology of Istarú quadrangle, Costa Rica. -U.S.Geol. Surv., Bull. 1358, 46 págs.

ANEXO 1
Memorandos



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

San José, Costa Rica

Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-6746 - cmartinez@aya.go.cr

**2 de abril del 2020
SG-GSD-2020-00457**

Señor
José Miguel Zeledón Calderón
Director Dirección de Aguas MINAE

Ref: Inscripción de caudal para la ASADA
San Juan de Irazú (Chicua), SAGA 798.

Estimado señor:

Solicito la inscripción de caudal para consumo humano a nombre de la Asociación Administradora de Acueducto Rural **San Juan de Irazú (Chicua) Cartago SAGA** (798), cédula Jurídica 3-002-560927 correspondiente a las siguiente fuente:

Nombre de la fuente	Caudal solicitado en L/S	
F-1	3.45	
Total	3,45	

1-Proceder a la asignación de caudal como se indica en el formulario adjunto, información que se ha recopilado mediante levantamiento georeferencial, atendiendo los requerimientos técnicos indicados.

2-Se solicita la inscripción de esta fuente con el fin de cumplir en cantidad, calidad, continuidad de la comunidad de San Juan de Irazú (Chicua) de Oreamuno-Cartago a presente y futuro.

3-Lo anterior con el fin de poder abastecer a una población de 262 previstas, 1.100 personas y con una proyección a 20 años de 521 previstas, para un total de 2.190 personas.

4-El requerimiento total es de 5.07 L/S.

5-Se solicita la apertura de expediente para este ente operador ya que revisada la página de MINAE, éste ente operador no cuenta con expediente en la Dirección de Aguas MINAE.

Atentamente,

CECILIA
MARTINEZ

ARTAVIA (FIRMA)

Cecilia Martínez Artavia

Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados

Firmado digitalmente por CECILIA
MARTINEZ ARTAVIA (FIRMA)
Fecha: 2020.04.02 21:51:27 -06'00'

Anexos:

Cc. Rosa María Gómez Arce, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Cristian Cantillo Ramirez, UEN Administración de Proyectos GSD
Adriana María Valverde Cortés, Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados
Gerardo Benavides Mejías, UEN Gestión de Acueductos Rurales



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

San José, Costa Rica

Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-5044. rramirez@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Viviana Ramos Sánchez
UEN Gestión Ambiental

FECHA: 17 de julio del 2020

JOSE RODOLFO
RAMIREZ VILLALBA
(FIRMA)
Firmado digitalmente por JOSE
RODOLFO RAMIREZ VILLALBA
(FIRMA)
Fecha: 2020.07.17 15:50:20
-06'00'

DE: Rodolfo Ramírez Villalba
UEN Gestión de Acueductos Rurales

No. GSD-UEN-GAR-2020-03115

ASUNTO: ESTUDIO HIDROGEOLOGICO ASADA SAN JUAN DE IRAZU

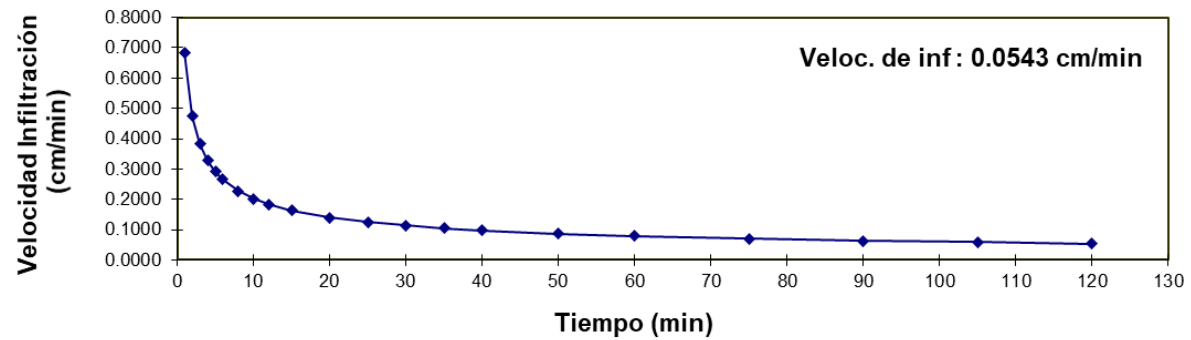
Con el propósito de que se realice el estudio hidrogeológico requerido para la naciente denominada; Naciente Chicua, de la ASADA San Juan de Irazú, ubicada en Cartago, Oreamuno, Potrero Cerrado, San Juan de Chicua, georreferenciada en las coordenadas CRTM-05 Norte 1100074, Este 515136, traslado el GSD-UEN-GAR-2020-03107.

C: Vladimir Mesén Montenegro, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Seidy Leitón Calderón, UEN Gestión de Acueductos Rurales

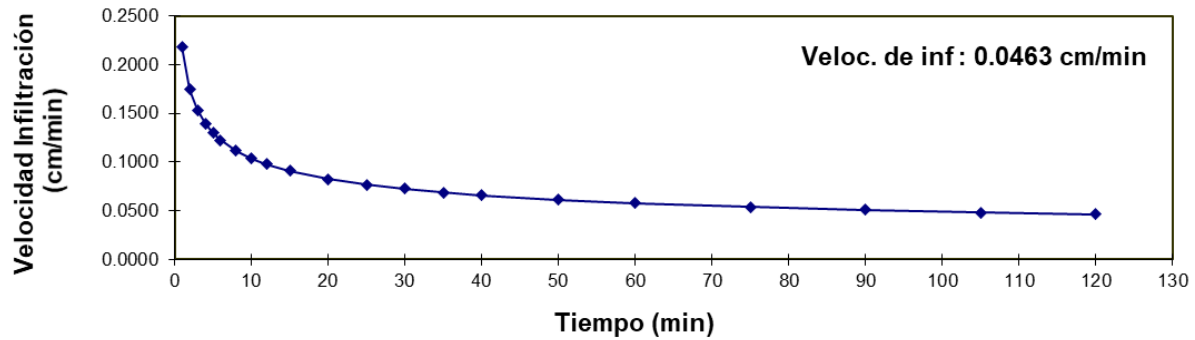
ANEXO 2

Resultados de las Pruebas de infiltración

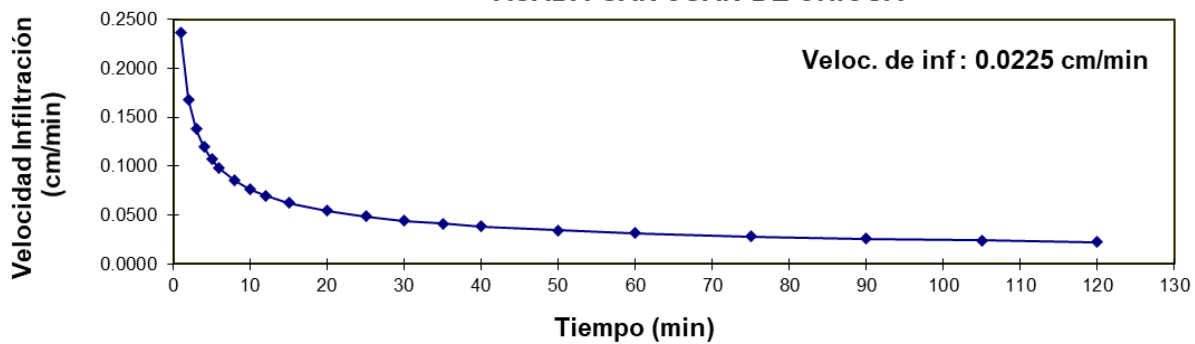
**PI-1 - NACIENTE
ASADA SAN JUAN DE CHICUÁ**



**PI-2 - NACIENTE
ASADA SAN JUAN DE CHICUÁ**



**PI-3 - NACIENTE
ASADA SAN JUAN DE CHICUÁ**



ANEXO 3

Resultados de los análisis Físico-químicos y Microbiológicos

Nº de Referencia:	A-19/080903	Registrada en:	AGQ Costa Rica	Cliente:	DISSA Z&S S.A.
Análisis:	A-CR-1001 (N1-M AGQ)	Centro Análisis:	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:	25/09/2019	Contrato:	CRI18-0169
Fecha Inicio:	26/09/2019	Fecha Fin:	03/10/2019	Cliente 3º:	Asoc. Adm. Acu. y Alc. San Juan de Irazú, de San Juan Chicua
Descripción:	Naciente de agua San Juan de Irazú de San Juan de Chicua				
Fecha/Hora	24/09/2019	Muestreado por:	Personal AGQ		
Muestreo:		PNT Muestreo	PICR-210		

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA	PNT	Rango
Mediciones In Situ						
Cloro Residual Combinado	< 0,10	±9,2%	mg/L	1,00 - 1,80 mg/L	SM 4500 G Ed 23	0,10 - 5,00 mg/L
Cloro Residual Libre	< 0,10	±6,5%	mg/L	0,30 - 0,60 mg/L	SM 4500 G Ed 23	0,10 - 5,00 mg/L
pH	7,01	±1,3%		6,00 - 8,00	SM 4500 B Ed 23	0,00 - 14,0
Temperatura	14,4	±6,7%	°C	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	±4,3%	uPt Co	15,0	SM 2120 B Ed 23	5,00 - 100 uPt Co
Conductividad Eléctrica	225	±1,7%	µS/cm a 25°C		SM 2510 B Ed 23	11,0 - 12.870 µS/cm a 25°C
Turbidez	0,10	±8,9%	NTU	5,00	SM 2130 B Ed 23	0,10 - 750 NTU
Microbiología						
A Coliformes Fecales por NMP	Ver anexo adjunto	-	NMP/100mL	No Detectado	PS-8001	1,80 - 1.600 NMP/100mL
A Escherichia coli por NMP	Ver anexo adjunto	-	NMP/100mL	No Detectado	PS-8002	1,80 - 1.600 NMP/100mL

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están indicadas a lo largo del informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.

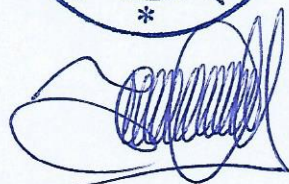
Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.



Jelisson Cardenas Miranda

FECHA EMISIÓN: 03/10/2019

OBSERVACIONES:

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de determinación, a partir del cual se cuantifican. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMD.



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.

303308-19

Empresa: Asociación Administradora de Acueducto Rural San Juan de Irazú de San Juan de Chicua
Dirección:
Teléfono: Fax:

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA

Fecha de recepción: 25/09/2019 Fecha de Análisis: 26/09/2019 Fecha de reporte: 1/10/2019

Muestra Naciente de agua San Juan de Irazú de San Juan de Chicua A-19/080903

Responsable de muestreo: ☐ SupliLab ☒ Cliente¹ Muestra tomada por AGQ LABS**
Fecha de muestreo: 24/9/2019 Procedimiento de muestreo: NA

ANÁLISIS

Código ensayo	Ensayo	Valor obtenido	
ME-07	Coliformes fecales *	<1,8	NMP/100 mL
ME-07	<u>Escherichia coli</u> *	<1,8	NMP/100 mL

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

Metodología: Bacteriological Analytical Methods, AOAC, Online, Standard Methods of Water and Wastewater. (Decreto 25018-MEIC)

FSIS-USDA, Online, Petrifilm®, ICUMSA

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 American Proficiency Institute, USA; LGC Standards UK.

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

Alimentos: Negativo < 3.0 NMP/g Aguas: Negativo/ Ausente < 1.8 NMP/ 100 mL (Sin cloro) < 1.1 NMP/100 mL (Clorada)

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

Observaciones:

M.Q.C. Responsable

Dr. Mario Chaves Villalobos
Microbiólogo y Químico Clínico
Código: 542



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

Sistema: SAN JUAN DE IRAZÚ DE SAN JUAN DE CHICUÁ			Solicitado por: DIVISION DE ACUEDUCTOS		Recolección: 31/01/2020	
Canton: OREAMUNO			Recolectado por: EDGAR SERRANO		Conclusión análisis: 01/02/2020	
Provincia: CARTAGO		Localización: 3-07-03	Número reporte: 154147		Emisión reporte: 03/02/2020	

PUNTO DE MUESTREO	HORA MUESTREO	CLORO RESIDUAL mg/L	COLIFORMES * 100 mL ⁻¹			NMP E. coli 44.5° C
			TOTALES	FECALES		
NACIENTE EL TADEO Captación	8:10			Negativo		Negativo
Red: RED 1 Sra. Marlene Granados G.	8:22	0,00		Negativo		Negativo
RED 2 Oficina de la ASADA	8:40	0,00		Negativo		Negativo
RED 3 Sr. Esteban Quesada R.	8:56	0,00		Negativo		Negativo
RED 4 Sr. Rolando Sánchez	9:06	0,00		Negativo		Negativo

1- Orden: 0451-2020. 2- Reporte de campo: a) comunidad participante en el Programa Sello de Calidad Sanitaria; b) día soleado; c) sistema en buenas condiciones; d) no hay residual de cloro debido a una fuga el día 30-01-2020; y se vació el tanque de captación por lo cual hasta hoy en la mañana que se llenó, se puso el clorador a funcionar, información del fontanero señor Rolando Sánchez.

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 cumplen con el Decreto Ejecutivo 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable. 5- Se recomienda mantener un residual mínimo de 0,3 mg/L de cloro en los puntos más distales de la red de distribución.

PABLO CESAR
RIVERA NAVARRO
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
PABLO CESAR RIVERA
NAVARRO (FIRMA)
Fecha: 2020.02.03
14:26:48 -06'00'

PROFESIONAL RESPONSABLE

AREA MICROBIOLOGIA

"Vigilamos la calidad del agua por su salud"



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: 04 de agosto del 2020

No. UEN-GA-2020-0012M

DE: Viviana Ramos Sánchez
UEN Gestión Ambiental

Asunto: Determinación de la Zona de Protección Absoluta Bacteriológica de la Naciente de la ASADA de San Juan de Irazú, San Juan de Chicué, Cartago

En atención a su solicitud, se adjunta el estudio Hidrogeológico: “Determinación de la Zona de Protección Absoluta Bacteriológica de la Naciente de la ASADA de San Juan de Irazú, San Juan de Chicué, Cartago, en el cual se indican como conclusiones las siguientes:

1. La naciente en estudio se ubica dentro de la zona definida por el SINAC (2008) como Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central.
2. Geológicamente, tanto en el sitio de ubicación de la naciente en estudio como aguas arriba y en los alrededores afloran las cenizas y sus productos de meteorización que se correlacionan con las capas de cenizas recientes incluidas dentro del Miembro Superior de la Formación Reventado, definida por Krushensky (1972), estas cenizas consisten en un depósitos de cenizas finas a medias, inconsolidadas de color café-beige hasta grisáceo, masivas, con fragmentos de tamaño milimétrico a centimétrico de pómez y líticos que alcanzan un espesor máximo observado de 5 m, junto a la Quebrada Cañada, a unos 600 m aguas arriba de la naciente
3. De acuerdo con el modelo hidrogeológico planteado, la naciente aprovechada por la ASADA de San Juan de Irazú aflora en una de las laderas de la margen izquierda de la Quebrada Cañada, a una elevación de 2803 m.s.n.m y constituye una fuente de aguas subterráneas del acuífero libre que se forma en la capa porosa e inconsolidada de las cenizas, que afloran en ese sector.

4. El gradiente hidráulico de la zona de estudio, determinado entre las elevaciones de la Quebrada Cañada, localizada aguas arriba de la naciente en estudio, a una elevación de 2900 m.s.n.m y la naciente en estudio que aflora a una elevación de 2803 m.s.n.m, tiene un valor de 0.2, con una dirección de flujo del agua subterránea NE-SW.
5. A partir del análisis del tránsito de contaminantes y la aplicación de diversas metodologías para el cálculo de las zonas de protección, en el caso de la ASADA de San Juan de Irazú, se determina la siguiente área especial de protección:

- **Zona Operacional de Protección Absoluta:** constituida por una distancia de 15 metros tanto en dirección aguas arriba, como aguas abajo de la naciente y lateralmente a la misma. En esta zona no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y deben estar cuidadosamente controladas para evitar la posibilidad de que los contaminantes alcancen la fuente ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las cercanías. Todos los sectores de esta zona que sean usadas para actividades de mantenimiento del pozo deberían estar protegidas con un piso de concreto para prevenir la infiltración de sustancias químicas, aceites, etc, además, se recomienda la colocación de una cerca perimetral para prevenir la invasión de personas o animales que puedan provocar algún tipo de contaminación o vandalismo.

- **Zona de Protección Absoluta Bacteriológica:** conformada por un área definida por un ancho determinado por criterio geomorfológico y una distancia medida aguas arriba de la naciente, según la metodología de radio fijo, de 47 m. Aguas abajo de la naciente la distancia estará dada por el límite de la Zona Operacional de Protección Absoluta correspondiente a 15 m. Esta zona debe dedicarse a la conservación y protección forestal. No se deben autorizar perforaciones cercanas ni proyectos que utilicen sistema de tanque séptico. De igual manera están prohibidas las 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.

- **Zona de Protección Regulada:** definida por una distancia de 153 m medida a partir de los 47 m en dirección aguas arriba, considerando la geomorfología del terreno.

Sin embargo, es importante indicar que, desde el criterio técnico hidrogeológico, el área mínima para protección bacteriológica de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú es de 900 m².

6. Con relación a la vulnerabilidad a la contaminación de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú y a partir de los parámetros evaluados, se obtiene un grado de vulnerabilidad de 0.49, que corresponde con una Vulnerabilidad Media.

7. Con respecto a la calidad del agua de la naciente de la ASADA de San Juan de Irazú, en los muestreos físico-químicos y microbiológicos realizados en diferentes laboratorios, se indica:

- Reporte de análisis físico-químico A-19/080903 realizado en setiembre del año 2019 por el Laboratorio AQG Labs: los resultados obtenidos se encuentran por debajo de los valores alerta (VA) y máximos (VM), por lo que se indica que cumple con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S. (Anexo 3)

- En el reporte de análisis microbiológico N° 154147, realizado por el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA en enero del año 2020: que en este análisis puntal, las determinaciones efectuadas cumplen con el Decreto Ejecutivo 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Anexo 3).

C: Yamileth Astorga Espeleta, Presidencia Ejecutiva
Florentino Fernández Venegas, Subgerencia Ambiental, Investigación y Desarrollo
Cecilia Martínez Artavia, Subgerencia Gestión de Sistemas Delegados
Cristian Delgado Segura, UEN Gestión Ambiental
Vladimir Mesen Montenegro, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Seidy Leitón Calderón, UEN Gestión de Acueductos Rurales
Archivo:903