

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



**“INFORME DE RESULTADOS DE LA VISITA DE CAMPO A IGUANITA
DE NICOYA.
EVALUACIÓN DE CONDICIONES GEOLÓGICAS-
HIDROGEOLÓGICAS DEL SITIO IGUANITA DE NICOYA,
GUANACASTE.**



ASADA DE IGUANITA, NICOYA, GUANACASTE,

Geól. Mauricio Zúñiga Calderón
Área Funcional de Hidrogeología

Geól. Cristian Corrales Díaz
Área Funcional de Hidrogeología

**Asistencia de campo
Funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya**

**Revisó y avaló: MSc. Viviana Ramos Sánchez
Dirección del Área Funcional de Hidrogeología.**

AGOSTO 2015



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL
REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, 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: _____

**“INFORME DE RESULTADOS DE LA VISITA DE CAMPO A IGUANITA DE
NICOYA.
EVALUACIÓN DE CONDICIONES GEOLÓGICAS-HIDROGEOLÓGICAS DEL
SITIO IGUANITA DE NICOYA, GUANACASTE”.**

I. INTRODUCCIÓN

En atención al **Decreto Ejecutivo N° 38642-MP-MAG (La Gaceta N° 195, 2014)**, el día 09 de julio del 2015, la Dirección del Área Funcional de Hidrogeología de la UEN de Gestión Ambiental de la Subgerencia Ambiente, Investigación y Desarrollo, por indicación de la Presidenta Ejecutiva del AyA, asiste en calidad de comitiva de la misma, a una reunión en Liberia de Guanacaste. En dicha reunión, se indica por parte de la Presidenta, MSc. Yamileth Astorga Espeleta, que existen varias ASADAS de Guanacaste y algunos sectores del pacífico central con problemas de abastecimiento de agua potable, por lo cual se solicita al Área Funcional de Hidrogeología el acompañamiento, para entrevistarse con varios funcionarios de dichas ASADAS. Lo anterior con el objetivo de conocer los problemas que aquejan a las diferentes comunidades afectadas y darles la atención necesaria dentro de las facultades y funciones que competen al Área Funcional de Hidrogeología.

En cumplimiento con lo acordado en la reunión del 09 de julio del 2015, celebrada en Liberia de Guanacaste, con respecto al tema del recurso hídrico administrado por varias ASADAS de distintas comunidades de Guanacaste; el Área Funcional de Hidrogeología de la UEN de Gestión Ambiental de AyA, según indicaciones de la Presidencia Ejecutiva de AyA, se realizó varias visitas de campo a las diferentes localidades y sus alrededores. Dentro de las giras se programó y realizó la visita de campo a la localidad de Iguanita de Nicoya, para el día Jueves 16 de julio del 2015. Lo anterior con el fin de *realizar un diagnóstico o valoración geológica de algunos sitios de interés para la ASADA*; así como, *determinar* si las condiciones geológicas existentes en la zona, permiten o no *valorar sitios para la posible perforación de un pozo de extracción de aguas subterráneas*, como medida previsor de abastecimiento futuro de la población de esta comunidad.

1.1 Objetivo General

- Visitar la zona de Iguanita de Nicoya, para hacer una valoración geológica-hidrogeológica de las misma, con el fin de ubicar los sitios de interés para esta comunidad (en tema de recurso hídrico), así como para evaluar si las condiciones geológicas existentes, permiten o no obtener resultados favorables para proponer la ubicación de algún punto factible de perforación futura de un pozo de extracción de aguas subterráneas en la zona.

1.2 Objetivos Específicos

- Visitar la zona de Iguanita de Nicoya, para hacer una valoración de esta área, desde el punto de vista geológico-hidrogeológico, con el fin de poder conocer mejor las condiciones del recurso hídrico de interés para esta comunidad.

- Determinar para la localidad de Iguanita de Nicoya, si las condiciones geológicas existentes en ella, permiten o no valorar sitios para la posible perforación de un pozo de extracción de aguas subterráneas, como medida previsor de abastecimiento futuro de la población en esta área.

1.3 Ubicación cartográfica de la zona de estudio

La Fig. 1 muestra la amplitud de la zona de estudio en Iguanita de Nicoya y alrededores, la cual se ubica específicamente entre las coordenadas Este 386000 - 389000 m y Norte 226000 - 229000 m, cuadrante Costa Rica Lambert Norte, hoja topográfica MATAMBÚ (IGNCR), a escala 1:50 000.

Además se presentan destacados los puntos de interés para la ASADA de Iguanita de Nicoya (sitios visitados), acordados junto con la señora Diley Rojas (Presidenta) y el señor Abraham Rojas (Fontanero), en reunión realizada en dicha localidad el 16 de julio del 2015. Aunado a esto se consultó el archivo nacional de pozos del SENARA que sirven como referencia para el desarrollo del modelo hidrogeológico elaborado en la zona de estudio (Fig. 1), sin embargo en 2 km de radio alrededor de la comunidad de Iguanita de Nicoya no existen pozos registrados, y según la base de datos del LabSig de Cuencas Hidrográficas la ASADA de Iguanita posee dos nacientes, llamadas Naciente Camarón 1 y Naciente Camarón 2, la primera con un caudal registrado de 0,75 L/s y la segunda con 0,13 L/s (Consulta realizada el día 31 de Agosto de 2015).

Se aclara que el área de estudio abarca tanto la comunidad de Iguanita como sus alrededores, se estableció el recorrido por la zona basados en los sitios que son de interés para los funcionarios de la ASADA de Iguanita.

Se indica que todos los puntos de control levantados en la gira, fueron establecidos en el campo. Las coordenadas fueron tomadas con GPS marca Garmin Montana 650 (precisión del dato de ubicación: ± 4 m).

II. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LA GIRA

Durante la visita de inspección al área de estudio, se realizaron las siguientes actividades, las cuales se describen oportunamente en el presente capítulo:

- Reunión con los funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya.
- Descripción básica de campo de los sitios de interés acordados en la reunión con la ASADA.
- Análisis Geológico-Estructural de la zona de estudio.
- Resultados con respecto a la posible perforación de pozos en la zona.

Cabe aclarar que el modelo geológico de sitio, fue concretado posterior a la gira. Lo anterior debido a que para este tipo de investigaciones, se hace necesario someter a

verificación el modelo levantado en el campo. Se indica que se ha realizado para estos efectos, el debido proceso de correlación de la información.

2.1. Reunión con los funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya.

El día Jueves 16 de julio del 2015, la Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados de Iguanita de Nicoya, solicita una visita de personeros de AyA e inspección de campo. Estuvieron presentes por parte de la ASADA, la señora Diley Rojas (Presidenta) y el señor Abraham Rojas (Fontanero). Por parte del AyA se apersonaron: de la UEN-Gestión Ambiental el Geól. Christian Corrales Díaz y el Geól. Mauricio Zúñiga Calderón.

Entre los temas expuestos por los funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya se mencionan los siguientes aspectos:

1. Actualmente la ASADA abastece a 84 abonados.
2. Existe una necesidad de recurso hídrico, “la comunidad de Iguanita de Nicoya solo tiene agua pocas horas por día, y algunos días no hay agua del todo pues solo se cuenta con dos nacientes y ambas han disminuido su caudal considerablemente, por lo cual se dan racionamientos durante el día en diversos sectores, la naciente camarón se encuentra casi seca y solo puede abastecer a 20 casas, la naciente Avellanas solo puede abastecer a 6-8 casas”.
3. Con respecto al agua en la zona, se menciona por parte de los funcionarios de la ASADA que, cito: “El problema de abastecimiento es muy grande, se tienen dos nacientes sin embargo los niveles han disminuido considerablemente y solo se puede abastecer a menos de la mitad de los usuarios y solo en algunos momentos del día, por lo cual se llevan a cabo racionamientos y los otros sectores se abastece a partir de camiones cisternas”.
4. Existen dos fuentes de abastecimiento actualmente en la comunidad de Iguanita de Nicoya. Cito:
 - 4.1 “Naciente Camarón 1, actualmente presenta agua subterránea pero el caudal ha descendido considerablemente según los funcionarios de la ASADA de Iguanita, “esta naciente ha descendido a cerca de 0,5 l/s, esto se corroboró en el campo observando el bajo caudal de la misma (Fig. 1). Se tiene un tanque de 30 m³ el cual esta naciente dura alrededor de 30 horas en poder llenarlo ”
 - 4.2 “Naciente Avellanas (Naciente Camarón 2), actualmente presenta flujo de agua subterránea pero es muy poco según lo indicado por los funcionarios de la ASADA, la naciente ha disminuido su caudal durante los últimos meses hasta quedar prácticamente seca y solo permite abastecer a 6-8 casas (Fig. 1).”

5. Se indica que existen 3 sitios principales de interés por parte de los funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya, cito:

5.1. Sitio Propuesto 1: Terreno privado ubicado en las cercanías de la escuela de la comunidad de Iguanita cercano a una quebrada sin nombre (Coordenadas 388058 E / 228033 N). Durante la visita de campo se corroboró que en este mismo sector se ubica un pozo artesanal privado el cual se encontraba en construcción.

5.2. Sitio Propuesto 2: Terreno ubicado en una propiedad privada (Coordenadas 388140 E / 227700 N).

5.3. Sitio Propuesto 3: Terreno municipal ubicado en las cercanías de la comunidad de Iguanita (Coordenadas 388157 E / 227471 N).

2.2. Descripción básica de campo de los sitios de interés indicados por la ASADA de Iguanita de Nicoya.

2.2.1. Sitio Propuesto 1 (Coordenadas 388058 E / 228033 N).

Se visita este sitio en compañía de funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya (Fig. 1). En este punto se ubica el Pozo Artesanal 1, este pozo está actualmente en desuso, ubicado en un lote propiedad del Sr. Henry Cortez, a un elevación de 90 m.n.s.m., sin embargo la disponibilidad de agua subterránea depende del almacenamiento en el acuífero asociado a un medio fracturado que presenta un patrón preferencial de fracturas en rumbo $273^{\circ}/72^{\circ}$ (AZIMUT), según se corroboró en el campo el pozo costa de una profundidad de 3,40 metros, el diámetro del mismo es de 0,80 metros, el nivel del agua subterránea (Nivel estático) medido se encuentra a 0,53 cm.b.n.s (Foto 1 A). Según indican los funcionarios de la ASADA este pozo siempre se ha mantenido con agua y desde hace muchos años las personas de la comunidad lo frecuentaban para poder abastecerse de agua para sus usos cotidianos. Además se debe destacar que para la fecha de la visita realizada en el sitio se estaba llevando a cabo la perforación de otro pozo más de tipo artesanal, la distancia a la que se encuentra este otro pozo es de 17 metros (Foto 2).

En la Foto 1 B se observa que dicho afloramiento de agua se ubica sobre basaltos correspondiente al Complejo de Nicoya, los mismos se encuentran fuertemente fracturados y además moderadamente meteorizados.



Foto 1. A) Pozo Artesanal 1 & B) Afloramiento de basaltos fracturados (Coordenadas 388058 E / 228033 N).



Foto 2. Pozo Artesanal en construcción (Coordenadas 388058 E / 228050 N).

2.2.2. Naciente Camarón (Coordenadas 386340 E / 226451 N).

Se visita el sitio en el cual se ubica la Naciente Camarón en compañía de funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya (Fig. 1), es una naciente en la cual la estructura de captación es de tipo galería, presenta dimensiones de 10 metros de largo por 1,2 metros de ancho y 1 metros de profundidad. Esta fuente se encuentra actualmente en uso, la disponibilidad del agua subterránea en esta fuente depende del almacenamiento presente en el acuífero por medio del aporte en un medio rocoso fracturado (Foto 3). La elevación a la cual se encuentra la cota de agua subterránea que aflora en la fuente se encuentra aproximadamente a 160 m.s.n.m. Según los funcionarios de la ASADA la naciente en su mejor época presenta caudales de hasta 3 l/s, en años anteriores no había presentado niveles tan bajos en el caudal como en este año en el cual el caudal ha disminuido hasta cerca de 0,5 l/s o menos. Según la base de datos del LabSig de Cuencas Hidrográficas esta naciente posee un caudal registrado de 0,75 L/s. Con el caudal que la fuente aporta se suministra agua a cerca de 20 casas, sin embargo es importante señalar que a una distancia de alrededor de 10 metros diagonal a la naciente en semanas anteriores se hizo un pozo artesanal, el mismo no pudo ser medido por encontrarse en propiedad privada, tiene equipo de bombeo y según funcionarios de la ASADA desde que ese pozo se instaló el caudal de la naciente ha disminuido considerablemente (Foto 4).

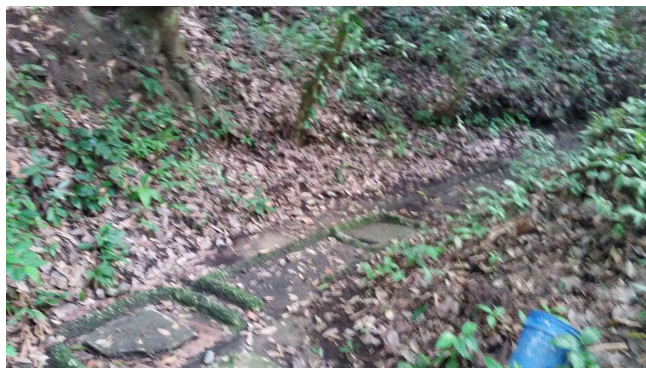


Foto 3. Naciente Camarón (Coordenadas 386340 E / 226451 N).



Foto 4. Pozo artesanal cercano a la naciente Camarón (Coordenadas 386330 E / 226448 N)

2.2.3. Otros sitios visitados.

Se visitaron tres sitios propuestos por la ASADA de Iguanita de Nicoya en los alrededores de la comunidad, uno de ellos el “Sitio Propuesto 1” en donde se ubica un pozo artesanal, además se visitaron cuatro pozos más, dos de ellos excavados y otros dos perforados, y por último un terreno propuesto debido a la valoración técnica realizada por los suscritos en el campo.

2.2.3.1. Sitio Propuesto 2.

Se visita un sitio propuesto para una perforación en compañía de funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya (Fig. 1). Este sitio se ubica en las coordenadas 388140 E / 227700 N. Actualmente la propiedad es de un privado y presenta un uso de tipo potrero, se encuentra a 20 metros del camino principal (Foto 5); con respecto a la quebrada más cercana este se ubica a 148 metros. La elevación de este punto es de 104 m.s.n.m., la cual es mayor que la elevación del Sitio Propuesto 1. Según la Figura 2 este punto se encuentra en la unidad de de la Formación Nambí, la cual está compuesta por areniscas finas, así como lutitas, y que según el autor Flores (2003) este considera un espesor de 130 metros, dicho espesor puede variar dependiendo de la cercanía con otras unidades geológicas, tal es el caso de la unidad de basaltos del Complejo de Nicoya, la cual se encuentra por debajo de la Fm. Nambí.



Foto 5. Sitio propuesto 2: A) Vista desde dentro de la propiedad hacia la calle. B) Vista hacia NE de la propiedad (Coordenadas 388140 E / 227700 N)

2.2.3.2 Sitio Propuesto 3.

Se visita un tercer sitio propuesto por los funcionarios de la ASADA de Iguanita para una perforación (Fig. 1). Este sitio se ubica en las coordenadas 388157 E / 227471 N. El lote pertenece a la Municipalidad de Nicoya, presenta un uso de tipo potrero (Foto 6), se encuentra a 20 metros del camino; con respecto a la quebrada más cercana este se ubica a 90 metros. La elevación de este punto es de 111 m.s.n.m. Este punto se encuentra a una elevación mayor que los sitios propuestos 1 y 2, y morfológicamente el terreno presenta una pendiente mínima. Este sitio presenta condiciones geológicas similares al Sitio Propuesto 2 ya que se ubica en la unidad de areniscas de la Fm. Nambí según la Figura 2.



Foto 6. Sitio propuesto 3: A) Vista hacia el E del lote. B) Casa ubicada al lado del lote (Coordenadas 388157 E / 227471 N)

2.2.3.3 Pozo Excavado 2.

Se levantó en campo un pozo excavado perteneciente al Sr. Abraham Rojas, quien lo utiliza esporádicamente para consumo propio, según se corroboró en el campo el pozo consta de una profundidad de 6,5 metros, el diámetro del mismo es de 1 metro, el nivel del agua subterránea (Nivel estático) medido se encontraba a 3,33 m.b.n.s., con un brocal de 0,85 m, lo cual da un valor del nivel estático de 2,48 m (valor sin brocal); por lo que la columna de agua es de 4,02 metros (Foto 7). El mismo tiene un bomba de 5,5 HP la se puso a funcionar con el permiso del propietario para realizar una pequeña prueba de 16 minutos, en la cual el nivel descendió de 3,33 a 3,91 m.b.n.s., lo cual nos da un descenso total de 58 cm durante ese corto lapso de tiempo, esto con un caudal medido de 0,55 L/s. Según indican los funcionarios de la ASADA este pozo durante la época seca se achica en un lapso de tiempo entre 5 a 7 minutos y dura 10 horas para regresar de nuevo al nivel inicial. Se ubica a una elevación de 83 m.s.n.m., a 12 m de la quebrada más cercana.



Foto 7: A) Pozo excavado 2. B) Vista desde la quebrada del pozo (Coordenadas 388304 E / 227807 N)

Se observó además un afloramiento de areniscas finas cafés muy bien estratificadas (Foto 8) en el margen izquierdo del Río Iguanita y según la Figura 2 corresponde con la Fm. Nambí, dichos estratos presentan una dirección de buzamiento de $42/20^\circ$.



**Foto 8: Afloramiento de areniscas estratificadas de la Formación Nambí
(Coordenadas 388304 E / 227807 N)**

2.2.3.4 Pozo Excavado 3.

Se ubica un pozo tipo excavado en las coordenadas 388587 E/ 228155 N, a una elevación de 80 m.s.n.m., similar a la elevación del pozo excavado 2 descrito anteriormente, con una profundidad medida de 5,6 m (Foto 9), brocal de 1 m, con un nivel estático de 3,17 (medido a nivel de suelo), por lo que la columna de agua es de 2,43 metros, el mismo pozo tiene una motobomba para extraer agua para uso doméstico.

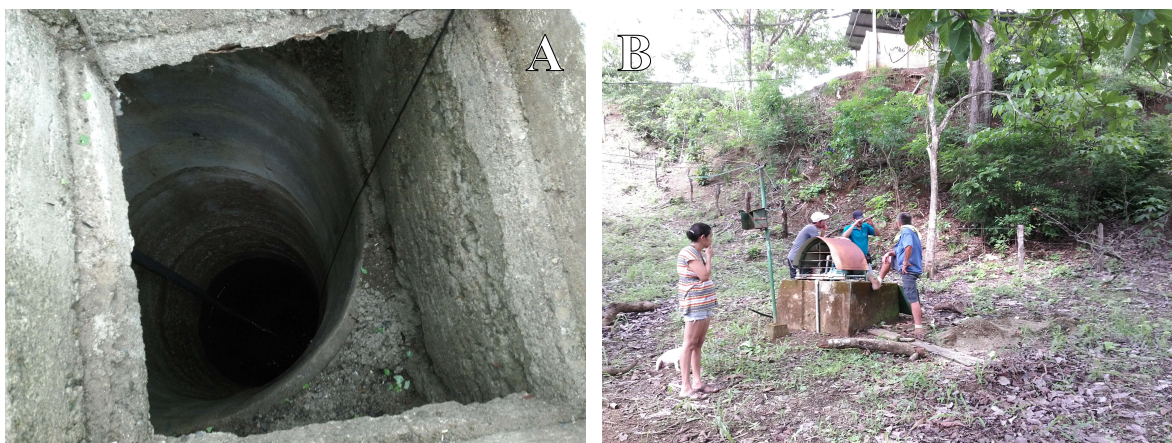


Foto 9: A) Pozo excavado 3. B) Vista alejada del pozo (Coordenadas 388587 E/ 228155 N)

2.2.3.5 Sitio visitado Propuesto 1 por los funcionarios del AyA

Se visita un cuarto sitio durante la inspección, esta se propone por parte de los funcionarios de AyA hacia los funcionarios de la ASADA de Iguanita de Nicoya y se les expone las características morfológicas e hidrogeológicas del sitio, con el fin de aportar un sitio con potencial para una posible perforación-exploración de un pozo (Fig. 1).

Este sitio se ubica en las coordenadas 389029 E/ 228369 N, a una elevación de 86 m.s.n.m., a una distancia de 120 m de la Quebrada Anselmo a la derecha del sitio, hacia la izquierda se encuentra a 374 del Río Iguanita, y hacia el Norte se encuentra a una distancia de 350 m del Río Morote (elevación de 40 m.s.n.m.), la diferencia de elevación entre este Sitio Propuesto y el Río Morote viene siendo de 46 metros.

El propietario dueño del este sitio no se contactó durante la inspección pero parte del personal de la ASADA de Iguanita lo conocen y pueden conversar con el propietario para adquirir el permiso debido para ingresar al lote. Dicho lote presenta pendientes de muy bajo ángulo con una topografía ondulada (Foto 10), y la distancia al camino público más cercano es de 495 metros (medido sobre el trayecto), geológicamente se dentro de la unidad de basaltos del Complejo de Nicoya, en una superficie de plana la cual fue tectónicamente levantada, esto se observa en la Figura 2, y geomorfológicamente se trata de una meseta denudacional la cual se ubica 40 metros por encima del nivel donde se ubica el Río Morote.



Foto 10. Sitio visitado Propuesto por los funcionarios del AyA. A). Vista hacia el E hacia la Q. Anselmo & B). Vista hacia el NE hacia el Río Morote (Coordenadas 389029 E/ 228369 N)

2.2.3.6 Pozo Perforado 1

Se encontró un pozo en las coordenadas 387516 E/ 228368 N a una elevación de 100 m.s.n.m. Con un diámetro de perforación de 4" (Foto 11), una profundidad reportada de 27 m, un brocal de 0,40 m, cuyo nivel estático se encontraba a 9,21 m. En elevación se ubica 14 metros por encima del Sitio Propuesto por el AyA descrito anteriormente, y 10 metros por encima del Sitio Propuesto 1 donde se ubica un afloramiento de agua; es utilizado para consumo propio, y se encuentra sobre la unidad de basaltos del Complejo de Nicoya (Fig. 2).



Foto 11. Pozo Perforado 1: A) Vista del Pozo & B) Vista hacia el SE desde el pozo (387516 E/ 228368 N)

2.2.3.7 Pozo Perforado 2

También se encontró otro pozo perforado en las coordenadas 386047 E/ 228363 N a una elevación de 119 m.s.n.m. Con un diámetro de perforación de 8" y tubería de succión de 2" (Foto 12), una profundidad reportada de 40 m, un brocal de 0,70 m, cuyo nivel estático se encontraba a 4,13 m. En elevación se ubica 19 metros por encima del Pozo Perforado 1 descrito anteriormente, y 29 metros por encima del Sitio Propuesto 1 donde se ubica un afloramiento de agua; es utilizado para consumo propio, y se encuentra sobre la unidad de calizas de la Fm. Barra Honda según la (Fig. 2).



Foto 12. Pozo Perforado 2 (386047 E/ 228363 N)

2.2.3.7 Sitio propuesto 2 por AyA

Finalmente se ubica un sitio en las coordenadas 387715 E / 228839 N a una elevación de 90 m.s.n.m., y que se encuentra 10 metros por debajo del Pozo Perforado 2 descrito anteriormente, y a la misma elevación del Punto Propuesto 1 donde se ubica un afloramiento de agua; tal y como se observa en la Foto 13 existe un uso del suelos tipo repasto, con un bosque de galería ubicado en el inicio de una quebrada, la cual aporta agua al Río Morote y que se encuentra sobre los depósitos aluviales recientes según la Figura 2.

Este terreno se encuentra a nombre de unos propietarios de origen extranjero, de los cuales no se tiene contacto por parte del personal de la ASADA de Iguanita.



Foto 13. Sitio propuesto 2 por AyA (387715 E / 228839 N)

2.3. Geología Regional.

El sector central de la hoja MATAMBU, escala 1:50000-IGN; se encuentra influenciado por la disposición de materiales de índole volcánico de edad Cretácico, materiales sedimentarios del cretácico y por otra parte la presencia de materiales sedimentarios recientes como depósitos aluviales y coluviales abarcan parte del área de la zona de estudio (Fig. 2 y Fig. 3).

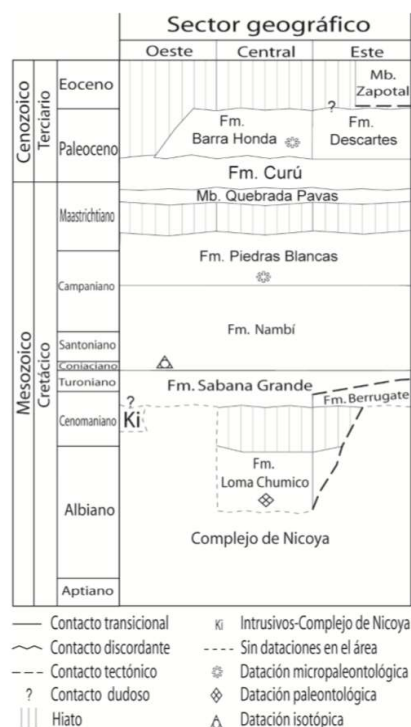


Fig. 3. Columna estratigráfica general de la zona de estudio. (Basado en Flores et al., 2003)

Estas condiciones estratigráficas de la zona de estudio se describen a continuación (Fig. 2).

2.3.1). COMPLEJO DE NICOYA

Conformado por rocas asociadas al fondo oceánico, el Complejo de Nicoya está compuesto por rocas ígneas tanto volcánicas como intrusivas, así como también por radiolaritas que conforman el basamento regional, y son parte de una secuencia ígnea que constituyen el CLIP (*Caribbean Large Igneous Province*) (Denyer *et al.*, 2014).

El Complejo de Nicoya fue nombrado formalmente por Dengo (1962) y se refiere a las rocas que afloran en toda la Península de Nicoya y también aquellas que se encuentra en varias partes de la costa del Pacífico.

Dengo (1962) menciona que el complejo está formado por grauwacas macizas y sedimentos silíceos que se alternan con rocas ígneas, principalmente coladas de basalto, aglomerados de basalto e intrusiones de gábro, diabasa y diorita cuyo emplazamiento posiblemente fue contemporáneo con las extrusiones de basalto.

Los estudios más recientes hecho por Denyer & Gazel (2009) indican una edad del complejo más antiguo que el Santoniano-Campaniano Inferior (≥ 83 Ma.).

En cuanto al espesor total del complejo Denyer & Arias (1991) mencionan que afloran 1500 m de espesor, sin embargo Denyer *et al.* (2014) consideran que no es posible saber con certeza el espesor que corresponde con el Complejo de Nicoya *sensu stricto*, ya que es posible que por debajo de este existan basaltos de otro origen geotectónico.

2.3.1.1. COMPLEJO DE NICOYA (BASALTOS):

Después de Dengo (1962b) se utiliza el nombre de Complejo de Nicoya para describir esta unidad geológica, que fue redefinida, en cuanto a la litología, por Kuijpers (1979). Dicha unidad es una secuencia de afinidad oceánica, compuesta por rocas ígneas, tanto volcánicas como intrusivas, y radiolaritas que conforman el basamento regional, y son parte de una secuencia ígnea que constituyen el CLIP (*Caribbean Large Igneous Province*), el cual fue el evento magmático que abarcó la región Caribe, como resultado de la influencia de un punto caliente (Denyer *et al.*, 2014).

Según Denyer *et al.* (2014) el Complejo de Nicoya se ha dividido en cinco unidades principales: Complejo de Nicoya-Basaltos, Complejo de Nicoya-Radiolaritas, Intrusivo Potrero, Plagiogranito Ocotal, Komatitas Tortugal, sin embargo para la zona de estudio sólo se hará mención de la unidad Complejo de Nicoya-Basaltos ya que es la única que aflora.

Estratotipo:

Dengo (1962b) se refiere en forma general a las rocas más antiguas que afloran extensamente en la península de Nicoya, sin indicar un estratotipo específico, aunque señala algunas localidades importantes, como la siguientes: Montezuma (419300/182250, hoja Cabuya), entre la quebrada Chorro (424020/186650, hoja Río Arío), el río Cedros (418270/179870, hoja Cabuya), al S de Quirimán (370770/232180, hoja Cerro Brujo), Dengo (1962b) midió una sección de 150 m de espesor. Dengo (1962b) también menciona

la localidad del cerro Tabores, cerca de la población de Sardinal (355750/278290, hoja Carrillo Norte).

Descripción:

En afloramiento, generalmente son flujos de basaltos masivos, los cuales están cruzados por varias generaciones de fracturas y vetillas en su mayoría zeolitas y algunas síliceas. También se encuentran estructuras de almohadilla, y en ocasiones microalmohadilla. Asociado a los basaltos se presentan brechas, que muchas veces se han confundido con las de la Formación Puerto Carrillo. Las brechas asociadas a los basaltos se formaron como autobrechas o como brechas de explosión de las almohadillas. Los basaltos toleíticos (basaltos compuestos principalmente por plagioclasa tipo labradorita, augita e hipersteno) son de grano fino en general afíricos, con matriz afanítica, generalmente se presentan vetillas de calcedonia, zeolitas, ópalo, y rara vez de calcita Denyer et al (2014).

Aspectos regionales:

Según Denyer et al (2014) los basaltos como parte del Complejo de Nicoya conforman el basamento local y regional. Es la unidad más abundante. Mineralizaciones de manganeso relacionados a jaspes amarillos y rojos está distribuidos en toda la península. Destaca la presencia, dentro de los basaltos, de los jaspes, que en formas meteorizadas sobresalen en los potreros como bloques (Denyer, 1977; Denyer & Kuijpers, 1979; Kuijpers & Denyer, 1979). se considera que son producto de la removilización termal de sílice y manganeso a partir de las mineralizaciones de manganeso en la radiolaritas.

Edad:

Las dataciones radiométricas $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ se pueden agrupar en tres grandes grupos: entre 139-133 Ma (Berriasiano-Hauteriviano) (Hoernle *et al*; 2004) y 95-88 Ma (Cenomaniano-Turoniano) (Sinton *et al*; 1997; Hauff *et al*; 2000).

Correlación con otras unidades y áreas:

Aparte de la península de Nicoya, existen afloramientos de basalto en Herradura (Arias, 2003; Denyer *et al*; 2003) y en la parte N del golfo Dulce (Denyer *et al*; 2006)

Génesis:

Esta unidad es parte del CLIP. Es decir corresponde con un evento magmático regional intenso. Se originó cuando la placa Farallón (antigua placa que posteriormente se fragmenta y da origen en las placas Nazca y Cocos), pasó por un punto caliente, quizás el de Galápagos y produjo intrusiones y derrames lávicos. Esto causó el engrosamiento de la corteza, que al continuar su viaje sobre la placa boyante, hoy compone el basamento del Caribe (Denyer *et al*, 2014).

2.3.1.2. INTRUSIVO POTRERO:

Corresponde con un cuerpo intrusivo gabroico que se concentra en el NW de la península de Nicoya

Estratotipo:

Denyer & Arias (1993) denominaron esta unidad, pero no se refieren a un localidad tipo específica. En el trabajo de Denyer et al. (2014) se considera que los afloramientos al N de la Playa Portrero (341800/271250, hoja Matapalo), y los afloramientos que rodean (principalmente al W-NW) del pueblo de Tempate (347000/266410 a 347400/268080, hoja Belén) y los afloramientos de los acantilados del Morro o cabo Velas (331900/259000, hoja Matapalo) son representativos de esta unidad geológica.

Descripción:

Está compuesto por gabros, microgabros y doleritas. Son rocas oscuras, de textura porfírica, muy rica en minerales máficos con acumulaciones esferoidales centimétricas de piroxenos. A nivel microscópico presentan una textura holocristalina-hipidiomórfica-intergranular a ligeramente subofítica con fenocristales de plagioclasa, augita titanífera, rara vez apatito, olivino y comúnmente cloritas y nontronitas, como mineral de alteración (Denyer & Arias, 1993).

Asociados con esta unidad, se encuentran diques de doleritas tipo *leopard* (Phinney & Morrison, 1988). Los megacristales de plagioclasa (An_{88-83}) (Tournon, 1984) tienen una forma redondeada, alcanza diámetros superiores a 10 cm, no tienen zonación. Estas doleritas afloran en las hojas Belén y Matapalo (Denyer et al., 2014).

Aspectos regionales:

Los afloramientos más extensos se localizan al NW de la península (hojas topográficas Belén, Carrillo Norte y Matapalo), además hay otro afloramiento más pequeño en la hoja Matambu (Denyer et al., 2014).

Edad:

Dataciones $^{40}Ar/^{39}Ar$ (Sinton et al.; 1997) de los intrusivos dan edades que varían entre 84 y 83 Ma (Santoniano).

Correlación con otras unidades y áreas:

Esta unidad intruye los basaltos y radiolarios del Complejo de Nicoya, que conforman el basamento regional. En Herradura se han encontrado diques de dolerita, similares a los *leopard dikes* (Denyer et al., 2014).

Génesis:

El Intrusivo Potrero es parte del grupo magmático del Complejo de Nicoya, que en su conjunto muestran un *plateau* de tierras raras, con una misma fuente mantélica (Denyer & Baumgartner, 2006; Denyer & Gazel, 2009).

2.3.2. FORMACIÓN SABANA GRANDE

Esta unidad corresponde con los sedimentos pelágicos, hemipelágicos y turbidíticos del pre-Campaniano, que se encuentran ampliamente distribuidos en la península de Nicoya. Denominada por MacDonald (1920) para describir las calizas silíceas de Sabana Grande, para referirse las grandes exposiciones que se encuentran en la serranía al NE de Sabana Grande. Dengo (1962b) la define formalmente como formación, e indica que, además de calizas silíceas y fñanitas con radiolarios, se encuentran lutitas silíceas.

Estratotipo:

Astorga (1987) redefine la Formación Sabana Grande y considera como estratotipo el área de los alrededores del poblado de Sabana Grande (NW de Nicoya). Flores (2003) propone el cerro Jesús, como neoestratotipo, ubicado en el extremo S de la fila del mismo nombre (394300/ 228700 a 395000/227650, hoja Matambú). En esta localidad aflora una secuencia muy completa de casi todas las rocas que componen esta formación.

Descripción:

Esta unidad está compuesta sobre todo por lutitas silíceas, calcilutitas parcialmente silíceas (calizas silíceas) e intercalaciones de areniscas media y finas ligeramente calcáreas (basado en la redefinición de Flores, 2003).

Aspectos regionales:

El máximo espesor observado es de aproximadamente 180 m (Flores, 2003), y el máximo calculado es de 250 m, al N del cerro Obispo (Hoja Matambú). La secuencia presenta una estratificación de decimétrica a centimétrica, los estratos son planos continuos, de geometría tabular, leve a medianamente plegados.

Edad:

Dengo (1962b) indica que posiblemente pertenezcan al Senomaniano o más antigua, con base su posición estratigráfica bajo la Formación Rivas (Curú). Tanto Flores (2003) como Bandini *et al.* (2008) le asignan una edad probable de Coniaciano-Campaniano, aunque una muestra (02-24-07-02) se restringe al Coniaciano-Santoniano.

Para Denyer *et al.* (2014) se considera que tiene un rango de edad del Cenomaniano al Santoniano, con base en la posición estratigráfica observada en el campo y la datación de Bandini *et al.* (2008).

Correlación con otras unidades y áreas:

Sobreyace inconformemente al Complejo de Nicoya. Los contactos son discordantes erosivos o por fallas, p. ej. en la hoja Garza se observa el contacto entre los basaltos y lutitas silíceas (coordenadas 362639/223201). Esta sobreyacida discontinuamente por sedimentos del Coniaciano de la Formación Nambí y de forma discordante por la Formación Puerto Carrillo (Campaniano-Maastrichtiano) según Denyer et al. (2014).

Paleontología/Icnología:

Esta unidad presenta en varias localidades icnofósiles pequeños tipo *Chondrites*, característicos de ambientes quietos y pobres en oxígeno. Además de muchos foraminíferos planctónicos, a veces silicificados (Denyer et al; 2014).

Génesis:

Esta unidad corresponde con una sedimentación de origen pelágico, con una notable influencia en el aporte terrígeno evidenciado por un aumento de intercalaciones de areniscas turbidíticas. Los eventos de sedimentación anóxica son menos frecuentes o casi inexistentes, presentándose principalmente hacia la base (Astorga, 1987; Flores, 2003; Bandini *et al.* 2008).

2.3.3. FORMACIÓN NAMBÍ

Denominada por Flores *et al.* (2003a), para referirse a los primeros sedimentos típicamente turbidíticos depositados en la región. Las mejores exposiciones se encuentran en la Vueltas de Nambí, hoja cartográfica Diriá.

Estratotipo:

Flores (2003) propone varias localidades, debido a la complejidad tectónica de esta unidad:

- Vueltas de Nambí (370000/244550, hoja Diriá).
- Cauce del río Blanco (391700/226000, hoja Matambú)
- Entrada principal de Nambí (373200/243500 hoja Diriá).

Descripción:

Esta unidad está compuesta por brechas basálticas y areniscas gruesas con una destacante gradación positiva y meteorización esferoidal. Litológicamente está compuesta por areniscas finas gris oscuro con intercalaciones en forma de láminas, lentes y cuñas de lutitas café, con laminación paralela y cruzada y fragmentos de hasta 40 cm de *Inoceramus* y radiolarios en sección delgada. Además se encuentran intercalaciones de areniscas grises carbonatadas y lutitas cafés rojizas e intercalaciones de areniscas gruesas y calcarenitas grises (Denyer et al; 2014).

Aspectos regionales:

Flores (2003) considera un espesor máximo calculado de 130 m. La secuencia se presenta con estratificación decimétrica a centimétrica, los estratos son planos continuos, de geometría tabular, se presentan de leve a intensamente plegados, sobre todo en las áreas cercanas a las fallas Morote y Espavelar (Flores, 2003).

Edad:

Varios ejemplares de fragmentos de *Inoceramus* procedentes de la parte inferior de la unidad (370000/244550, hoja Diríá) fueron datados por P. Baumgartner de la Universidad Lausanne en Suiza, mediante el método de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Obteniéndose como resultado un valor de 0,70734, el cual es levemente superior al valor correspondiente al límite Turoniano-Coniaciano ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7073$), por lo que se le asigna una edad Coniaciano Inferior.

La parte superior de esta unidad presenta una microfauna típica del Camapaniano según dataciones bioestratigráficas con radiolarios (Bandini *et al*; 2008). Denyer *et al.* (2014) correlacionan esta parte con la sección inferior de la Formación Piedras Blancas. Por lo anterior, la edad de la Formación Nambí varía del Turoniano al Coniaciano con base es la dataciones de estroncio.

Correlación con otras unidades y áreas:

Sobreyace inconformemente a los basaltos del Complejo de Nicoya. Su contacto inferior con la Formación Sabana Grande, en general es discontinuo, excepto en el área N de los cerros Rejoja, Oscura y Obispo, en donde se evidencia un contacto transicional (Flores, 2003). Esta sobreyacida concordantemente por la Formación Piedras Blancas y de forma discordante por la Formación Curú.

Génesis:

Esta unidad corresponde con una sedimentación turbidítica de origen basáltico, ocurrida durante el Turoniano-Coniaciano. Los sedimentos de la parte inferior de la formación representan la erosión del Complejo de Nicoya (Flores *et al.* 2003a).

2.3.4. FORMACIÓN CURÚ

Esta unidad estratigráfica fue denominada por Astorga (1987). Corresponde con una secuencia de origen turbidítico, depositada durante el Maastrichtiano al Paleoceno Inferior.

Estratotipo:

Astorga (1987) propone como estratotipo los acantilados de Punta Curú (435200/196300), hoja Tambor). Flores (2003) propone como sección de referencia el afloramiento en la base del cerro Arena (398000/243000, hoja Talolinga).

Descripción:

Astorga (1987) describe esta unidad compuesta por mezcla de arena y lodo en proporciones variables y algo de gravas. Don de origen volcaniclástico básico (basáltico, caracterizado por la abundancia de feldespatos, la carencia casi total de cuarzo, la abundancia relativa de magnetita y de minerales ferromagnéticos). Hacia el techo la composición cambia paulatinamente de basáltica a andesítica. Presenta cinco tipos de facies:

- Flujos turbulentos lodo-arenosos
- Flujos turbulentos arenosos
- Flujos turbidíticos retrabajados
- Flujos turbulentos gravosos
- Flujos de escombros

En varias localidades se puede observar plegamientos sinsedimentarios (*slumps*), que afectan varias decenas de metros de la secuencia sedimentaria (Denyer et al; 2014).

Aspectos regionales:

Dengo (1962b) menciona que el espesor de esta unidad es de 1450 m en el área de Santa Elena y 1670 en la de Nicoya. Astorga (1987) le asigna un espesor promedio de 600 a 800 m y sus máximos de 1500 m. Flores (2003) indica un máximo de 800 m.

La secuencia se presenta con una estratificación de decimétrica a centimétrica, los estratos son planos continuos, de geometría tabular, y se presenta leve a moderadamente plegados, principalmente por deformación sinsedimentaria.

Edad:

Astorga (1987) le asigna un rango de edad Maastrichtiano Medio/Superior a Paleoceno Superior basal. Thulman (en Dengo, 1962), con base en foraminíferos planctónicos, le asigna una edad Campaniano.

Correlación con otras unidades y áreas:

Dentro de esta unidad se agrupan los sedimentos anteriormente incluidos en la Formación Rivas (Dengo, 1962; Lundberg, 1982, Rivier, 1983), descrita por primera vez en Costa Rica por Harrison (1953) en la costa N de la Península de Santa Elena (Formación Santa Elena según Hoffstetter et al; 1960). Formación Las Palmas (Dengo, 1962; Lundberg, 1982). Formación Arenisca-Lutita Barco Quebrado (Baumgartner et al; 1984). Formación Arenisca-Lutita Sámara (Sprechmann, 1984). Sobreyace discontinuamente a las formaciones Piedras Blancas, Santa Ana, San Buenaventura. Los contactos son erosivos y tectónicos. Esta sobreyacida concordantemente por la Formación Descartes (Miembro Zapotal) y la Formación Arío. La Formación Barra Honda se observa sobreyaciendo discordantemente o en contacto lateral. El contacto con la Formación Descartes es transicional, mientras que con la Formación Barra Honda se presenta por medio de una discordancia angular.

Génesis:

Astorga (1987) reconoce grandes volúmenes de sedimento terrígeno depositados por gravedad, conformando depósitos turbidíticos en los que el sedimento no entra en la cuenca en un único punto sino a través de varios, a partir de los cuales es dispersado en forma longitudinal en una cuenca elongada y relativamente estrecha. Describe tres tipos de depósitos turbidíticos:

- Planos de cuenca.
- Complejos lobulares.
- Depósitos canalizados progradantes.

2.3.5. FORMACIÓN BARRA HONDA

Esta unidad fue definida por Dengo (1962b), y corresponde con una secuencia carbonatada ampliamente extendida en las márgenes del río Tempisque.

Estratotipo:

Dengo (1962b) propone como localidad tipo los cerros de Barra Honda (387800/237000, hoja Matambú).

Descripción:

Dengo (1962b) la describe como una caliza pobremente estratificada en la parte inferior y bien estratificada en la parte superior, con textura homogénea fina y color blanco amarillento.

Mora (1981) distingue dos subunidades:

- Una subunidad estratificada bien expuesta en la zona de lapiaz del Mirador, en el Mogote del cerro Barra Honda, en Fierro, Corralillo y el cerro Panamá. Según la clasificación de Folk, consiste de una biomicrita con variaciones locales a bioesparita y a biopelmicrita. Según la clasificación de Dunham se trata de un *packstone* con variaciones locales a *grainstone* y *packstone* esparítico. Se compone de fragmentos de erizo, algas (*Corallinacea*), esponjas, *bryozoos*, radiolarios (*Spumellaria*) y foraminíferos (*Quinqueloculina*, *Tricoculina*, y otros).
- Una subunidad maciza se observa en la pared S del cerro Barra Honda y en los costados E y W del cerro Corralillo. Según la clasificación de Folk está formada por un biolitita algal con áreas restringidas de biopelmicrita. De acuerdo con la clasificación de Dunham es una *boundstone* en donde la actividad algal ha ligado los demás componentes de la roca. Está cementada en su mayor parte por micrita primaria y por productos de la actividad algal.

Petrográficamente esta unidad corresponde con *wackstone* y *packstone*, en general de algas con algunos foraminíferos (Flores, 2003). Además son muy abundantes los gasterópodos

grandes, los macroforaminíferos, los equinodermos, los corales y las algas (Denyer et al; 2014).

Aspectos regionales:

Dengo (1962b) menciona un espesor de 350 m. La secuencia se presenta con estratificación de centimétrica a métrica o bien masivas; los estratos son planos continuos, con geomorfología tabular.

Edad y Paleontología:

Dengo (1962b) con base en la microfauna determinada por Thalmann; se propone una edad Cretácico Terminal al Paleoceno Inferior. Jaccard et al. (2001) le asignan una edad Paleoceno Superior al Eoceno Inferior, la cual posteriormente se restringe a Paleoceno Superior basado en análisis isotópicos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Jaccard & Munster, 2001).

Jaccard et al. (2001) mencionan una localidad (lomas y laguna Jicote, hoja Tempisque), donde determinan una edad Eoceno Inferior a Medio, con base en la presencia de *Neodiscocyclus bullbrooki* (Caudri) y *Amphistegina* como *Eoconuloides* cf. *Wellsi*, sin hacer ninguna referencia a unidades geológicas. Flores (2003) correlaciona con la Formación Fila de Cal, con base en su edad. Por lo anterior, los autores Denyer et al. (2014) utilizan el rango temporal del Paleoceno Superior al Eoceno Inferior para la Formación Barra Honda.

Correlación con otras unidades:

Sobreyace discordantemente a los sedimentos de la Formación Curú, también sobreyace tectónicamente al Miembro Zapotal (Formación Descartes), por medio de fallas en el cerro Calera (Flores et al; 2003a).

Génesis:

Calvo (1987) describe tres sistemas depositacionales en la Formación Barra Honda:

- Sistema de plataforma abierta: caracterizadas por ambientes de bahía y lagunas abiertas, donde se admite una circulación de las aguas marinas; con la sedimentación de lodos carbonatados (*wackstones*) bioclásticos, con algún desarrollo de bioestromos de corales coloniales y algas rojas.
- Sistema de plataforma interna: caracterizado por ambientes de llanuras de marea, bahías y lagunas con circulación restringida de las aguas marinas, con sedimentación de lodos carbonatados micríticos y pelitoidales, así como lodos infiltrados. Están representados por *wackstones* intraclásticos, *wackstones* con lodos infiltrados, *wackstones* pelitoidales y principalmente *mudstones*.
- Sistemas de plataforma retrogradacional: este sistema aflora en el flanco N de la fila Catalina, está constituido por pelagitas y hemipelagitas, además de tobías ácidas de grano medio a grueso que están sobreyaciendo concordantemente a la Formación Barra Honda.

2.3.6. DEPÓSITOS DEL CUATERNARIO

Se compone de varias subunidades las cuales se describen brevemente a continuación:

- Terrazas aluviales: Corresponde con antiguas terrazas disectadas por la erosión de los principales cauces de los ríos Morote, Matina, Cacao Mico y quebrada Anselmo.
- Depósitos aluviales: Afloran en prácticamente toda el área de estudio, constituidos por materiales acarreados por las quebradas ubicadas en la zona de estudio, cuyos clastos de variado tamaño presentan una composición muy heterogénea que va desde basáltica hasta carbonatada, procedente de la erosión de las rocas pertenecientes a las formaciones Complejo de Nicoya y Barra Honda principalmente, cuyos materiales han sido transportados y depositados por los ríos Camarón, Iguanita y las quebradas Anselmo y Quebrada Seca.

2.4. Geología Estructural.

Al sur de la Falla Morote se localiza el sistema de falla inverso Cacao (Fig. 2), tal como lo denominó inicialmente Dengo (1962b). incluye numerosas trazas con rumbos entre E-W y WNW, el cual termina al W y al E contra las fallas dextrales Caimital y Carmona. En el sector W la falla Cacao muestra un escarpe facetado al S de unos 100-140 m de alto. La falla desplaza una superficie de aplanamiento donde se ubica el poblado de Hojancha, rotando al NE el bloque superior donde se asienta la localidad de Matambu. Al E y al ESE de Hojancha se continúa este sistema de falla, con rumbos entre WNW y E-W y escarpes facetados al S, desplazando diversos segmentos de la superficie Cerro Azul. Denyer & Flores (2003) habían reconocido fallas inversas en esta zona. En el sector E del sistema de falla Cacao se interpretan un par de trazas con rumbo ENE y componente sinistral.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con respecto al Sitio Propuesto 1, este es uno de los puntos propuestos durante la inspección por parte del personal de la ASADA de Iguanita hacia Área Funcional de Hidrogeología para que sea analizado por parte de la Subgerencia de Sistemas Comunales, ya que el interés del personal y del propietario es abastecer a una parte de la población a partir del agua que aflora en este punto, en el cual se ubica un pozo artesanal, y así solventar uno de los faltantes que actualmente presenta la ASADA de Iguanita. Las condiciones hidrogeológicas deberán de evaluarse a través de un estudio geofísico, es por esto que *se le recomienda a la Subgerencia de Sistemas Comunales, que se realice al menos un perfil geofísico en la zona propuesta de tipo SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL de al menos 75 metros de penetración a lo largo del sitio en una configuración de cruz (Fig. 2)*
2. En lo que respecta a la Naciente Camarón 1, se recomienda por parte de esta Área que la Subgerencia de Sistemas Comunales que tome en cuenta dicha captación, ya que como se indicó anteriormente ésta presenta caudales de hasta 3 l/s en su mejor época, pero recientemente ha venido disminuyendo los niveles de agua hasta alcanzar los 0,5 l/s e inclusive menos, lo cual podría mejorarse ampliando el área de captación, ya que con esta naciente aporta agua para una población de alrededor de 20 casas, y además se encuentra a una distancia de alrededor de 10 metros diagonal de un pozo artesanal, y el mismo según funcionarios de la ASADA desde que se hizo ese pozo el caudal de la naciente ha disminuido considerablemente.
3. Se indica que los sitios identificados en los apartados **2.2.3.1 (Sitio propuesto 2)** y **2.2.3.2 (Sitio propuesto 3)**, no cumplen con las expectativas mínimas para garantizar un caudal constante y que cumpla con las expectativas de abastecimiento de la zona de Iguanita de Nicoya, esto por encontrarse en zonas con muy poca zona de recarga acuífera a partir de la divisoria de aguas, además que las condiciones morfológicas del terreno no permiten un almacenamiento adecuado del agua subterránea debido a las fuertes pendientes, aunado a esto la elevación a la que se encuentran estos sitios fuerza a tener que realizar una perforación más profunda lo cual no garantiza de todos modos el caudal necesario para el abastecimiento de la comunidad.
4. Con respecto al Sitio Propuesto 1 por el AyA, este se ubica sobre la unidad de basaltos del Complejo de Nicoya; a una elevación de 86 m.s.n.m., y que viene a ser unos 46 metros por encima del nivel donde se ubica el Río Morote, además se encuentra en una planicie con topografía ondulada ubicada en medio de la Quebrada Anselmo y el Río Iguanita las cuales se ubican a 120 y 374 metros respectivamente, las condiciones hidrogeológicas deberán de evaluarse a través de un estudio geofísico, es por esto que *se le recomienda a la Subgerencia de Sistemas Comunales, que se realice al menos un perfil geofísico en la zona propuesta de tipo SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL de al menos 100 metros de penetración a lo largo de la propiedad en una configuración de cruz (Fig. 2). Se indica esta especificación, ya que según la inspección de campo realizada por el Área Funcional de Hidrogeología en compañía de funcionarios de la ASADA de Iguanita*

de Nicoya, este sitio fue el que reúne las mejores condiciones geológicas e hidrogeológicas.

IV. REFERENCIAS

- ASTORGA, A; 1987: El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente Pacífica de Nicaragua Meridional y Costa Rica Septentrional: origen y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamerica.- 250 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Tesis Lic.].
- BANDINI, A.N; FLORES, K; BAUMGARTNER, P.O, JACKETT, S.J. & DENYER, P; 2008: Late Cretaceous and Paleogene radiolaria from the Nicoya Peninsula, Costa Rica: a tectonostratigraphic application.- *Stratigraphy*, 5(1): 3-21.
- BAUMGARTNER, P. O., C. R. MORA, J. BUTTERLIN, J. SIGAL, G. GLACON, J. AZEMA & BOURGOIS, J., 1984: Sedimentología y paleogeografía del Cretácico y Cenozoico del litoral pacífico de Costa Rica. - *Rev. Geol. Amér. Central*, 1: 57-136.
- CALVO, C; 1987: Las Calizas neríticas de la Vertiente Pacífica del Norte de Costa Rica y Sur de Nicaragua: Épocas y Sistemas Asociados con la apertura y evolución del margen convergente de la América Central meridional.- 165 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Tesis de Lic.]
- DENGO, G; 1962b: Estudio geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica.- 112 págs, Instituto Geográfico Nacional, San José.
- DENYER, P. & KUIJPERS, E.P; 1979: Mineralizaciones de manganeso intercaladas en basaltos del Complejo de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.- *Informe Semestral IGN* 1878(2): 91-108.
- DENYER, P. & ARIAS, O; 1991: Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica.- *Rev. Geól. Amér. Central*, 12: 1-59.
- DENYER, P. & ARIAS, O; 1993: Geología del Norte de la Península de Nicoya, Costa Rica.- *Rev. Geol. Amér. Central*, 16:69-84.
- DENYER, P; AGUILAR, T. & ALVARADO, G.E.; 2003: Geología y estrigrafía de la hoja Barranca.- *Rev. Geól. Amér. Central*, 29: 105-125.
- DENYER, P; BAUMGARTNER, P.O. & GAZEL, E; 2006: Characterization and tectonic implications of Mesozoic-Cenozoic oceanic assemblages of Costa Rica and Western Panama-*Geologica Acta*, 4(1-2): 219-235.
- DENYER, P. & BAUMGARTNER, P.O; 2006: Emplacement of Jurassic-Lower Cretaceous radiolarites of the Nicoya Complex (Costa Rica).- *Geologica Acta*, 4(1-2): 203-218.

- DENYER, P. & GAZEL, E; 2009: The Costa Rican Jurassic to Miocene oceanic complexes: Origin, tectonics and relations.- Jour. South. Amer. Earth Sci; 28: 429-442.
- DENYER, P; MONTERO, W. & AGUILAR, T; 2014: Cartografía Geológica de la Península de Nicoya, Costa Rica – Estratigrafía y Tectónica.- 207 págs. Editorial UCR, San José.
- FLORES, K; 2003: Propuesta tectonoestratigráfica de la región septentrional del Golfo de Nicoya.- 176 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Tesis Lic.].
- FLORES, K. & DENYER, P; 2003: Mapa Geológico de la hoja Talolinga.- Escala 1: 100 000, Rev. Geól. Amér. Central, 28.
- FLORES, K; DENYER, P. & AGUILAR, T; 2003a: Nueva propuesta estratigráfica: geología de las hojas Matambú y Talolinga, Guanacaste, Costa Rica.- Rev. Geól. Amér. Central, 28: 131-138.
- HARRISON, O; 1953: The geology of the Santa Elena Península in Costa Rica, Central America.- Proceedings Seventh Pacific Science Congress, 2: 102-104.
- HAUFF, F; HOERNLE, K; BOOGARD, P; ALVARADO, G.E. & GARBE-SCHONBERG, 2000: Age and geochemistry of basaltic complex in western Costa Rica: Contributions to geotectonic evolution of Central America.- Geochemistry, Geophysics, Geosystems 1(5), doi 10.1029/ 1999GC000020.
- HOERNLE, K; HAUFFM F. & VAN DEN BOOGARD, P; 2004: 70 m.y. History (139-69 Ma) for the Caribbean Large igneous province.- Geology, 32: 697-700.
- JACCARD, S. & MUNSTER, M; 2001: Etude géologique multidisciplinaire de la plateforme de Barra Honda (Guanacaste, Costa Rica): sédimentologie, isotopes stables du strontium, du carbone, de l'Oxygène et contexte géodynamique.- Université de Laussane [anexo a Tesis Diplomado].
- JACCARD, S; MUNSTER, M; BAUMGARTNER, P; BAUMGARTNER-MORA, C. & DENYER, P; 2001: Barra Honda (Upper Paleocene-Lower Eocene) and El Viejo (Campanian-Maastrichtian) carbonate platforms in the Tempisque area (Guanacaste, Costa Rica).- Rev. Geól. Amér. Central, 24: 9-28.
- KUYJPERS, E.P., 1979a. “La geología del Complejo Ofiolítico de Nicoya, Costa Rica”. Inst. Geogr. Nac., 25, Inf. Sem. Julio-dic. 15-75; San José, Costa Rica [1980].
- KUIJPERS, E.P. & DENYER, P; 1979: Volcanic exhalative manganese deposits of the Nicoya Ophiolite Complex, Costa Rica.- Econ Geol. 74: 672-678.
- LUNDBERG, N; 1982: Evolution of the slope landward of the Middle America Trench, Nicoya peninsula, Costa Rica.- En: LEGGETT, J.K. (de): Trench-forearc geology:

sedimentation and tectonics on modern and ancient active plate margin.- Geological Society of London, Blackwell Scientific Publications: 131-147.

MORA, S; 1981: Formación Barra Honda.- 94 págs. Ed. UNED, San José.

McDONALD, D.F; 1920/1921: Informe final geológico y geográfico de Costa Rica.- Rev. De Costa Rica 2: 28-32, 50-57, 106-111, 139-148.

RIVIER, F 1983: Síntesis geológica y mapa geológico del área de bajo Tempisque, Guanacaste, Costa Rica.- Inf. Sem. IGN, 1983(1): 7-30.

SINTON, C.W; DUNCAN, R.A. & DENYER, P; 1997: Nicoya Peninsula: A single suite of Caribbean oceanic plateau magmas.- Jour.Geophys. Research, 102(B7): 15507-15520.

TOURNON, J; 1984: Magmatismes du Mesozoique a l'actual en Amerique Centrale: L'exemple de Costa Rica, des ophiolites aux andesites.- 335 págs. Univ. Pierre et Marie Curie [Tesis Ph.D].