

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



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



ASADA DE CHINAMPAS, NICOYA, GUANACASTE

Geól. Christian Corrales Díaz
Área Funcional de Hidrogeología

Geól. Mauro Fallas Solano
Área Funcional de Hidrogeología

Asistencia de campo
Presidente de la ASADA de Chinampas

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 CHINAMPAS DE
NICOYA.
EVALUACIÓN DE CONDICIONES GEOLÓGICAS-HIDROGEOLÓGICAS DEL
SITIO CHINAMPAS DE SÁMARA DE NICOYA, GUANACASTE**

I. INTRODUCCIÓN

En atención al Decreto N° 38642-MP-MAG, el día jueves 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 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, 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 Chinampas de Samara de Nicoya, para el día jueves 23 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 Chinampas de Samara 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 para captación de naciente ó perforación futura de un pozo de extracción de aguas subterráneas en la zona.

1.2 Objetivos Específicos

- Visitar la zona de Chinampas, para hacer una valoración de esta área, desde el punto de vista geológico-hidrogeológico, con el fin de poder conocer mejor las condiciones de las fuentes de agua de interés para esta comunidad (en este caso: afloramientos de agua subterránea para captación de nacientes o futura perforación de pozo).

- Determinar para la localidad de Chinampas de Samara de Nicoya, si las condiciones geológicas existentes en ella, permiten o no valorar sitios para una captación de naciente o 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 y Contextual

La Figura 1 muestra la amplitud de la zona de estudio en Chinampas de Samara, la cual se ubica específicamente entre las coordenadas Este 372000 - 375000 m y Norte 211000 - 213000 m, cuadrante Costa Rica Lambert Norte, hojas topográficas Garza y Cerro Azul (IGNCR), a escala 1:50 000. Además se presentan destacados los puntos de interés para la ASADA de Chinampas de Samara (puntos inspeccionados), acordados mediante reunión realizada en dicha localidad, el jueves 23 de julio del 2015.

Se aclara que el área de estudio abarca el poblado de Chinampas, distrito de Samara, cantón de Nicoya.

Se indica que todos los puntos de control levantados en la gira, fueron establecidos en el campo. Las coordenadas fueron tomadas con GPS marca Garmin Monterra.

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 el personal de la ASADA de Chinampas.
- 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 captación de nacientes y 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 Chinampas de Samara.

El día jueves 23 de julio del 2015, la ASADA de Chinampas de Samara, coordina en conjunto con el Área Funcional de Hidrogeología-AyA una reunión, previa a la salida al campo. Estuvo presente por parte de la ASADA, el señor Bonifacio Díaz Presidente de la ASADA, quien desempeña también el cargo de fontanero y tesorero, y del Área Funcional de Hidrogeología, los Geólogos Mauro Fallas y el suscrito Christian Corrales.

Entre los temas expuestos por el funcionario de la ASADA de Chinampas de Samara se mencionan los siguientes aspectos:

- Existe una naciente captada, a la cual siempre se le ha dado mantenimiento para la dotación de agua del poblado de Chinampas.
- Existe una necesidad de recurso hídrico ya que esta naciente sufrió varios daños después del terremoto del 2012, debido a una crecida en el río Brazo Derecho, la misma originada después del terremoto del 2012, lo que perjudicó no solo en infraestructura en sí de la naciente sino además en la disponibilidad del agua ya que el caudal descendió notoriamente y ha venido decreciendo aún más por el problema de sequía actual en la península de Nicoya.
- Al mismo tiempo existe un déficit del agua en una parte del poblado de Chinampas, principalmente en las partes altas donde se ubican alrededor de 25 casas debido a que el gradiente actual del agua en su trayecto desde el tanque de almacenamiento no es lo suficiente para abastecer de agua a este sector del pueblo.
- Nos comenta Don Bonifacio que existe desde hace varios años un uso intensivo del suelo en la parte alta de la cuenca del río Brazo Derecho, en este caso consta de un sembradío extenso de madera tipo TECA a cargo de una compañía llamada C&M Investment Group Ltda. la cual genera la mayoría de empleos en la zona, sin embargo mucho de estos sembradíos se ubicaban a pocos metros de los cauces de las quebradas, lo cual podría generar un alto riesgo de contaminación al agua de dichos cauces, ya que estas extensas plantaciones demandan un uso de agroquímicos en todo este sector, lo cual podría afectar la calidad del agua no solo en la captación principal sino además en el agua de las quebradas y ríos.
- Durante la inspección pudimos identificar otros afloramientos de agua los cuales pueden ser fuentes potenciales para una futura captación de agua, además se levantaron geográficamente varios puntos de interés para la ASADA, los cuales cuentan con el permiso del propietario para realizar estudios más detallados con el propósito de realizar algún posible pozo.
- El señor Bonifacion nos mencionó que el El Laboratorio Nacional de Aguas realiza nuestro cada 3 meses.
- Se llega a los siguientes acuerdos:

- Se inspeccionaran todos los puntos en donde se estén captando agua (en este caso la naciente principal) para valorar el estado en el que se encuentra, además de sitios que considere la ASADA importantes para ellos en lo que respecta a una futura fuente de agua.
- Se levantarán en el trayecto puntos importantes de cartografiado geológico que aporten información para la elaboración del modelo hidrogeológico de la zona.
- Se incluirá toda información aportada para la elaboración del presente informe, con el fin de dar a conocer la problemática de la ASADA y las proyecciones que tiene esta para mejorar la obtención y distribución del recurso hídrico.
- Se emitirá el presente informe con las recomendaciones a seguir con respecto a los puntos más óptimos para una futura exploración geofísica, con el fin de seleccionar el punto más óptimo para una captación de naciente o ya sea una posible perforación.

2.2. Descripción básica de campo de los sitios de interés acordados en la reunión con la ASADA.

En la **Fig. 1** se muestran la ubicación de cada uno de los puntos inspeccionados:

2.2.1. Quebrada intermitente 1 (Foto1).

Ubicación: 374007 / 212086, error: +-3, altura: 382 m.s.n.m.

Observaciones: Se ubica camino hacia la captación de la naciente que utiliza la ASADA; en época seca baja el caudal hasta el punto de secarse según comunicación verbal con el señor Bonifacio.



Foto 1: Quebrada intermitente 1

2.2.2. Quebrada permanente (Foto 2)

Ubicación: 374184 / 211881, error +-3, altura: 399 m.s.n.m.

Observaciones: En época seca logra mantener su caudal, aunque porsupuesto este disminuye según comunicación verbal con el señor Bonifacio, además el mismo nos comentó durante la inspección que ha visto a funcionarios de la empresa CYM Investments Ltda. lavando sacos de agroquímicos en la quebrada. Este punto se ubica 900 m aguas arriba de la unión de dos quebradas sin nombre, las cuales dan origen al río Brazo Derecho.

Según datos del presidente de la asada actualmente esta asada abastece de agua a 15 usuarios inscritos, además de el Salón Comunal, la Escuela y la Iglesia; sin embargo debido a la escasez de agua en la zona, no logran abastecer de agua a unas 25 casas aproximadamente, quienes han tenido de manera propia que abastecerse de agua mediante pequeñas captaciones de agua en quebradas o yurros, ya que el agua de la captación principal sobre el río Brazo Derecho no es suficiente actualmente y además porque varias de estas casas se ubican en partes altas y por el faltante de gradiente no reciben el suministro de agua; es por esto que la proyección de la ASADA en sí es abastecer a estas otras 25 casas mediante la captación de otras nacientes, o por medio de la perforación de un nuevo pozo.



Foto 2: Quebrada permanente.

2.2.3. Puntos de siembra de teca (Fotos 3 y 4)

Ubicación: 373992 / 211634, error ± 3 , altura: 410 m.s.n.m.

Observaciones: Se observaron varios puntos tanto en la parte media como en la parte alta de la cuenca del río Brazo Derecho en donde existen amplios sembradíos de teca, es posible observar estas extensiones de sembradíos tanto aguas arriba como aguas abajo de la captación principal. Dicho cultivo genera empleo para la mayor parte de las personas de Chinampas; y por otro lado el frecuente uso de herbicidas y plaguicidas generado por la siembra de teca en la parte alta de la cuenca y la cercanía de la captación principal ponen en riesgo la calidad del agua.



Puntos de siembra de teca
Foto 3: (373992 / 211634) y Foto 4: (374032 / 211714)

2.2.4. Tanque pequeño marca Rotoplas (Fotos 5 y 6)

Ubicación: 374038 / 211551, error ± 4 , altura: 410 m.s.n.m.

Observaciones: Utilizado para verificar la calidad de agua, cierran el paso del agua en este punto cuando se deben realizar mantenimiento a la captación.



Fotos 5 y 6: Tanque pequeño marca Rotoplas

2.2.5. Captación principal (Fotos 7 y 8)

Ubicación: 374202 / 211485, error ± 4 , altura: 430 m.s.n.m.

Observaciones: Se trata de la única captación de naciente con la que cuenta la ASADA de Chinampas, cuya infraestructura se encuentra en muy mal estado; la misma se observó aflorando en un contacto entre una unidad de basaltos y una capa de suelo limo arenoso que engloba otros bloques de basaltos; esta naciente sufrió varios daños después de una crecida sobre el río Brazo Derecho generada después del terremoto de Nicoya 2012, posterior a esto no se le ha podido realizar una buena obra de restauración, además de que la naciente disminuyó mucho en cuanto a su caudal, y aproximadamente a 16 m hacia el E atraviesa un camino el cual vendría siendo otro foco de contaminación puntual.



Fotos 7 y 8: Captación principal

2.2.6. Quebrada intermitente 2 (Fotos 9 y 10)

Ubicación: 373745 / 212314, error ± 4 , altura: 309 m.s.n.m.

Observaciones: Se trata de una quebrada intermitente ubicada en la margen izquierda de uno de los afluentes del río Brazo Derecho, aguas arriba de este punto se ubica una zona recién sembrada de teca.



Fotos 9 y 10: Quebrada intermitente 2

2.2.7. Afluente del río Brazo Derecho (Fotos 11 y 12)

Ubicación: 373912 / 212621, error ± 4 , altura: 330 m.s.n.m.

Observaciones: Se trata de un afluente del río Brazo Derecho, cuyo caudal descende en verano pero nunca se ha secado, es posible observar una manguera en la margen derecha del río la cual podría tratarse de una toma superficial de agua.



Fotos 11 y 12: Afluente del río Brazo Derecho

2.2.8. Pozo perforado 1 (Fotos 13 y 14)

Ubicación: 373889 / 212686, error ± 4 , altura: 339 m.s.n.m.

Profundidad del pozo: 11,65 m.b.n.s.

Brocal: 0,31 m.

Profundidad del nivel del agua: 10,19 m.b.n.s. (N.E.) (sin el brocal), por lo que la columna de agua es de apenas 1,46 m.

Altura del nivel del agua: 328,81 m.s.n.m.

Observaciones: Se trata de un pozo perforado, armado en PVC en 6", ubicado en la margen derecha de un río tributario al río Brazo Derecho y se encuentra a 48 m del mismo, está en desuso y lo perforó la misma compañía que siembra la teca, se desconoce porque está en desuso el pozo y en las Bases de datos de SENARA y AyA, no aparece registrado.



Fotos 13 y 14: Afluente del río Brazo Derecho

2.2.9. Punto de interés 1 (Foto 15)

Ubicación: 372897 / 212131, error ± 4 , altura: 238 m.s.n.m.

Observaciones: Se trata de un sitio ubicado a 16 m del camino principal del poblado, se trata de un coluvio de bloques de basaltos englobados en una matriz de suelo arenoso, en donde afloraba un nivel de agua según comunicación verbal con el señor Bonifacio, quien nos mencionó que hace muchos años afloraba agua sin embargo con el tiempo se secó y se aterró con el material extraído del camino, este punto se encuentra en la margen derecha de una quebrada intermitente, cuenta con el aval del propietario Evaristo Díaz cuyo lote tiene el número de Plano G-1068494-2006 (Anexo I), para realizar labores de excavación para verificar si aflora el nivel del agua, sin embargo no es un punto apto para la elaboración de SEVS debido a su topografía.



Foto 15: Punto de interés 1

2.2.10. Tanque de almacenamiento (Fotos 16 y 17)

Ubicación: 372818 / 212156 / 212131, error ± 4 , altura: 254 m.s.n.m.

Observaciones: Actual tanque para almacenamiento, presenta algunas fracturas ocasionadas por el terremoto del 2012.



Fotos 16 y 17: Tanque de almacenamiento

2.2.11. Punto para construcción de futuro tanque (Foto 18)

Ubicación: 372754 / 212256, error ± 4 , altura: 273 m.s.n.m.

Observaciones: Se pretende por parte de la ASADA de construir un segundo tanque, ubicado en un punto con mayor altitud, para así abastecer a las casas que no cuentan con el suministro de agua debido al faltante actual del gradiente hidráulico de las tuberías.



Foto 18: Futuro tanque de almacenamiento

2.2.11. Punto de interés 2 (Foto 19)

Ubicación: 372564 / 212212, error ± 4 , altura: 230 m.s.n.m.

Observaciones: Se trata de un sitio ubicado a 10 m del camino principal del poblado, en donde aflora actualmente un nivel de agua del cual se desconoce el caudal, se encuentra captada entre los basaltos del Complejo de Nicoya. La infraestructura de la misma está bastante deteriorada, este punto se encuentra en la margen derecha de una quebrada intermitente, cuenta con el aval del propietario Pedro Díaz cuyo lote tiene el número de Plano G-1068496-2006 (Anexo I), para realizar labores de mejoramiento de la captación, se considera uno de los puntos más importantes para una solución rápida del déficit del agua, sin embargo la cercanía con el camino genera un riesgo de contaminación y su diferencia de elevación y distancia con respecto al tanque de almacenamiento implica una importante inversión económica, ya que se requiere de un rebombeo del agua hasta el tanque, y además no es punto óptimo para realización de SEVS debido a la topografía irregular en el sitio.

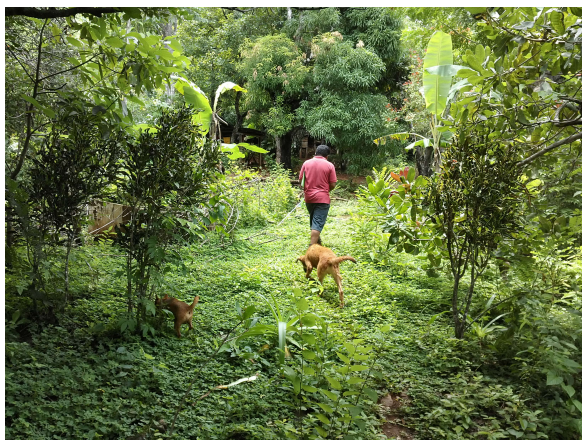


Foto 19: Punto de interés 2

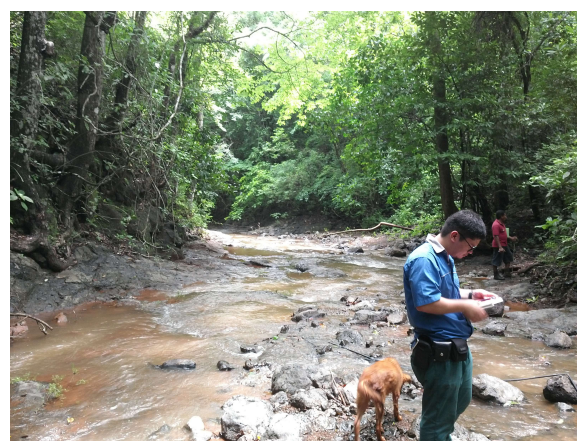
2.2.12. Punto de interés 3 (Fotos 20, 21, 22 y 23)

Ubicación: 372333 / 212180, error ± 4 , altura: 206 m.s.n.m.

Observaciones: Se trata de un sitio ubicado a 226 m del camino principal del poblado, geomorfológicamente se trata de una terraza aluvial levantada, dicho punto vendría a ser el único sitio apto para la realización de SEVS debido a sus buenas condiciones topográficas, se ubica a 58 m de una quebrada ubicada en el margen derecho del río Brazo y con respecto al mismo río se ubica a 72 m con una diferencia de altura de 5 metros, cuenta con el aval del propietario Francisco Díaz cuyo lote tiene el número de Plano G-1068497-2006 (Anexo I), para la realizar labores de prospección geofísica, y dependiendo de los resultados para una posible perforación de pozo.



Fotos 20 y 21: Punto de interés 3



Fotos 22 y 23: Quebrada y río Brazo Derecho

2.3 Análisis Geológico-Estructural de la zona de estudio

2.3.1. Complejo de Nicoya:

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 Ocotál, 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).

2.3.2. Formación Piedras Blancas:

Corresponde con sedimentos hemipelágicos ricos en globotruncanas del Cretácico Superior, que Flores (2003a) asocia con un nivel óxico mundial ocurrido en el mar de Tethys.

Estratotipo:

Flores *et al*. (2003a) propone un corte en la carretera entre los poblados de Uvita y Guaría, ubicada en la parte alta del cerro Piedras Blancas (392750/227050, hoja Matambú) en esta localidad se presenta una de las mejores exposiciones de esta unidad.

Descripción:

Está compuesta por calcilutitas blancuzcas y rojizas con intercalaciones de areniscas medias a finas rojas y grises-carbonatadas y ligeramente silíceas (Flores *et al*; 2003a)

Aspectos regionales:

el espesor máximo observado es de 35 m y corresponde con el afloramiento del cerro Sombrero (Flores, 2003). La secuencia se presenta con estratificación centimétrica a decimétrica, los estratos son planos continuos, de geometría tabular y se presentan de leve a moderadamente plegados (Denyer *et al*, 2014).

Edad:

Fernández (1981) menciona la presencia de *Globotruncana cortusa* (Cushman) del Maastrichtiano medio en una muestra tomada en la quebrada Limón (383600/239350, hoja Talolinga). Por su parte, Alvarado (1981) reporta la presencia de *Globotruncana arca* (Cushman) del Campaniano Superior al Maastrichtiano Medio en una muestra tomada en la quebrada Salitral (374250/240420, hoja Talolinga).

Correlación con otras unidades y áreas:

Sobreyace inconformemente a las rocas asociadas al Complejo de Nicoya. En algunas localidades sobreyace de forma discontinua a los sedimentos de la Formación Sabana Grande, por medio de un contacto erosivo (Flores, 2003). Está sobreyacida discontinuamente por la Formación Curú (Flores et al; 2003a), Miembro Quebrada Pavas y la Formación Santa Ana.

Génesis:

Las rocas de esta unidad evidencian una sedimentación carbonatada hemipelágica que ocurrió durante el Campaniano Superior terminal hasta el Maastrichtiano Inferior basal. Estas rocas constituyen un horizonte guía de correlación mundial, se asocia con uno de los Eventos Oceánicos Óxicos (OOEs) (Hu et al; 2005).

2.3.3 Geología Estructural

En la zona de estudio se encuentra una estructura tectónica importantes la cual se describe a continuación:

La Falla Belén.

Tiene una trazo bastante rectilíneo y un rumbo cercano al N-S. Se inicia al S en el sector E de la bahía de Sámara, donde corta y desplaza una superficie de aplanamiento de unos 120 m de altura. La falla se evidencia por mostrar geoformas bastante bien conservadas. Al N de la unión de la fallas Quirimán y Belén, el valle encajado antecedente del río Grande, es desplazado alrededor de 0,5 km en forma dextral por esta falla (Denyer *et al*, 2014).

2.4 Geología Local

Para la zona de estudio se levantaron varios puntos donde se encontraban aflorando materiales pertenecientes al Complejo de Nicoya (Fig. 2).

2.4.1. Unidad de basaltos (Complejo de Nicoya):

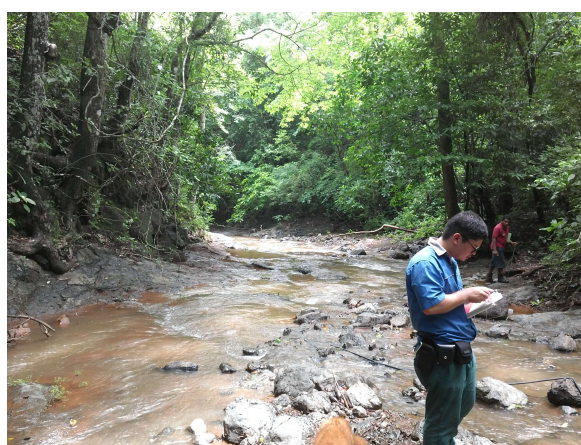
Se encuentra distribuido en toda el área de estudio, es posible observar afloramientos de basaltos muy meteorizados en los cortes de los caminos, con una cantidad importante de

vetas de cuarzo y zeolitas de hasta 5 cm de espesor (Foto 24). Además se disponen depósitos coluviales en las laderas de los cerros los cuales se componen de bloques angulares a subangulares de estos mismos basaltos, y en donde en algunos puntos aflora el nivel freático (Foto 25).



Fotos 24 y 25: Vetillas en basaltos meteorizados (373747/212155) y depósito coluvial (372564 / 212212)

Mientras que en varios puntos del río Brazo Derecho y de las quebradas tributarias se observaron varios afloramientos importantes de basaltos del Complejo de Nicoya sanos y con muy pocas fracturas, uno de ellos a ubicado a 34 m de la naciente principal (Foto 26), mientras que el otro afloramiento se encontró en el cauce del río Brazo Derecho a 74 metros del Punto de interés 3 (Foto 27).



Fotos 26 y 27: Basaltos sanos en quebrada (374163/211481) basaltos sanos en río Brazo Derecho (372272/212143)

III. CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES

- La ASADA de Chinampas cuenta con solamente una naciente captada, la cual tiene muchas deficiencias en cuanto suministro debido a los daños generados por una creciente de río y debido a la sequía actual en la Península.
- Existe un alto riesgo de contaminación no sólo de la naciente principal sino también de los demás tributarios del río Brazo Derecho debido a las extensas plantaciones de teca en la parte alta y media de la cuenca.
- La ASADA no puede distribuirles agua a alrededor de 25 casas debido a la poca cantidad de agua y al déficit del gradiente de la tubería ya que estas se ubican en partes con mayor elevación. Por lo que se abastecen mediante captaciones de agua superficial las cuales son extremadamente vulnerables a la contaminación.
- Realizar las mejoras respectivas por parte de la Subgerencia de Sistemas Comunales en la captación principal 1 ya que es la única con mayor elevación en la cuenca y por lo tanto no necesita rebombeo; es importante tomar en cuenta para el diseño de la misma su significativa cercanía con el río ya que se encuentra muy vulnerable a crecidas del mismo río y además su cercanía con la zona de cultivo de teca.
- En cuanto al punto de interés 3, se recomienda a la Subgerencia de Sistemas Comunales, que se realice un perfil geofísico de tipo SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL, en el sitio propuesto (Fig.3) ubicado en las coordenadas 372333 / 212180 (plano catastro G-1068497-2006 Anexo 1) de al menos 100 metros de penetración a lo largo de la propiedad en una configuración de cruz, ya que se trata de una terraza aluvial en la margen derecha del río Brazo Derecho.
- Valorar por parte de la Subgerencia de Sistemas Comunales el Punto de interés 1, ya que según comunicación verbal con el presidente de la Asada en ese sitio afloraba anteriormente un nivel de agua, por lo que se recomienda mediante una excavación o movimiento de tierra verificar si en ese sitio aflora algún nivel de agua.
- Realizar por parte de la Subgerencia de Sistemas Comunales varias mejorar e inversiones para el Punto de interés 2 ya que actualmente en este punto aflora una importante cantidad de agua, la cual aunque se encuentra muy cerca del camino es vital no dejarla en desuso, si necesitará de una inversión en cuanto a instalación de equipo de rebombeo para trasladar el agua hasta el tanque actual o el punto donde se ubicará el segundo tanque.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO, F; 1981: Estudio geológico de la región de Sabana Grande, cantón de Nicoya, provincia de Guanacaste, Costa Rica.- 64 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Inf. Campaña Geológica].
- ARIAS, O; 2003: Redefinición de la Formación Tulín (Maastrichtiano-Eoceno Inferior) del Pacífico Central de Costa Rica.- Rev. Geól. Amér. Central, 28: 47-68.
- 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.
- DENGO, G; 1962b: Estudio geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica.- 112 págs, Instituto Geográfico Nacional, San José.
- DENYER, P; 1977: Apuntes sobre las mineralizaciones de manganeso del Complejo de Ofiolítico de Nicoya, Provincia de Guanacaste, Costa Rica.- 65 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Tesis Lic.].
- 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; AGUILAR, T. & ALVARADO, G.E.; 2003: Geología y estratigrafía 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; 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.
- FERNÁNDEZ, J.A; 1981: Geología del área de Matambú y alrededores, cantón de Nicoya, provincia de Guanacaste, Costa Rica. 40 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Inf. Campaña Geológica].
- 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.
- HU, X; JANASA, L; WNAG, C; SARTI, M; BAK, K; WAGREICH, M; MICHALIL, J. & SOTÁK, J; 2005: Upper Cretaceous oceanic red beds (CORBs) in the Tethys: occurrences, lithofacies, age, and environments.- Cretaceous Research, 28: 3-20.
- 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.
- 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.
- 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.
- SPRECHMANN, P; 1982: Estratigrafía de Costa Rica (América Central), I: unidades estratigráficas sedimentarias.-Actas V Cong. Latinoamericano Geol. Buenos Aires, 1:55-71.
- SPRECHMANN, P; 1984: Manual de Geología de Costa Rica.- 320 págs. Ed. UCR, San José.

ANEXO I:
Hojas de permiso para acceso a propiedades