

Estudio Geofísico – Geológico e Hidrogeológico

Para la Vulnerabilidad Acuífera
Lote Propiedad Sra. Facio
Veinte y Siete de Abril, Santa Cruz, Guanacaste.



Realizado por:
Luis Fernando Sáenz Sánchez
CGCR-85 / CI-43-1998-SETENA

Mayo, 2013

1. DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El presente Estudio Hidrogeológico para la propiedad Lote Sra. Facio, han sido realizado como insumo para la determinación de la vulnerabilidad local que presenta el acuífero en la propiedad en cuestión, con el fin de obtener valores locales y aportar información puntual de la propiedad al SENARA, para así detallar el Mapa de Vulnerabilidad realizado por dicha Institución. El estudio ha sido realizado por el geólogo Luis Fernando Sáenz Sánchez, miembro del Colegio de Geólogos de Costa Rica con el registro número CGCR-85.



Lic. Luis Fernando Sáenz Sánchez

CI-43-1998-SETENA

CGCR-85

2. TABLA DE CONTENIDO

2.1 Índice de Contenidos

1. DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL	2
2. TABLA DE CONTENIDO	3
2.1 Índice de Contenidos	3
2.2 Índice de Figuras y Cuadros	3
2.3 Ubicación del Área del Proyecto.....	4
3. GEOLOGÍA	6
3.1 Complejo Ofiolítico de Nicoya	6
3.1.1 Basaltos	6
3.1.2 Radiolantitas	7
3.1.3 Intrusivo Potrero	7
3.2 Unidad Coluvio - Aluvial	8
3.3 Unidad de Manglar	9
4. Geología local.....	10
5. Geofísica	11
5.1 Resultados obtenidos	12
6. HIDROGEOLOGÍA	15
7. CONCLUSIONES	16
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

2.2 Índice de Figuras y Cuadros

Figura 2.1: Fotografía panorámica de la Urbanización donde se encuentra la propiedades en estudio.....	4
Figura 2.2: Ubicación del Área del Proyecto	4
Figura 3.2. Afloramiento típico del Complejo Nicoya	6
Figura 3.3 Afloramiento tipo de Radiolantitas en Brasilito. Nótese los pliegues chevron. En la foto de la derecha afloramientos dentro de los Lotes de Potrero Grande	7
Figura 3.4: Mapa Geológico Local	8
Figura 3.5 Secuencia de fotos donde se muestra la Unidad de Coluvio – Aluvial. Es una mezcla de arenas, arcillas y bloques del Complejo de Nicoya	9
Figura 3.6 Secuencia de fotos donde se expone los diferentes materiales que compone la Unidad de Manglar. Nótese el tipo de vegetación de Mangle y en las arenas las tubificaciones de los cangrejos	9
Figura 4.1: Afloramiento del suelo con arenas, bloques lávicos.	10
Figura 5.1: Sondeos Eléctricos Verticales SEV, realizado en la propiedad, por GEOSTRATU Consultores S.A.	11
Figura 5.2 Mapa de Ubicación del Sondeo Eléctrico Vertical, dentro del Lote de Vincent Property.....	12
Figura 5.3: Sondeo Eléctrico Vertical Sra. Facio	13
Cuadro 5.1: Interpretación de la Sra. Facio	13
Figura 6.1: Mapa de Elementos Hidrogeológicos basados en el Potencial Hidrogeológico	15

2.3 Ubicación del Área del Proyecto

El Área del Proyecto (AP) en estudio se encuentra localizado en la propiedad con plano catastro N° G-815472-2002 con un área de 7299.16 m². Presenta una topografía plana a plano ondulada, se localiza a 84 m de la línea de costa de la Playa Potrero, es un plano natural topográfico e intervenida antrópicamente por caminos lastreados y senderos.

Localizados en las coordenadas 1142623 N; 297352 E, y 1141840 N; 298183 E. Con una elevación aproximada de 2.0 m, de la proyección CRTM 05, en la hoja topográfica Villareal, hoja 3046-IV, escala 1:25 000, de CENIGA -TERRA 2000, modificada a escala 1:4000, utilizando modelos recientes de Digital Glove y datos de Catastro, 2010.



Figura 2.1: Fotografía panorámica de la Urbanización donde se encuentra la propiedades en estudio.

Administrativamente¹, el proyecto se localiza en la localidad de Santa Rosa, distrito Veinte y siete de Abril (503 03), del cantón Santa Cruz (503), provincia de Guanacaste.

¹ División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica; Decreto Ejecutivo Número 29267 publicado en el Alcance N° 7 a "La Gaceta" N° 24 del 2 de febrero del 2001.

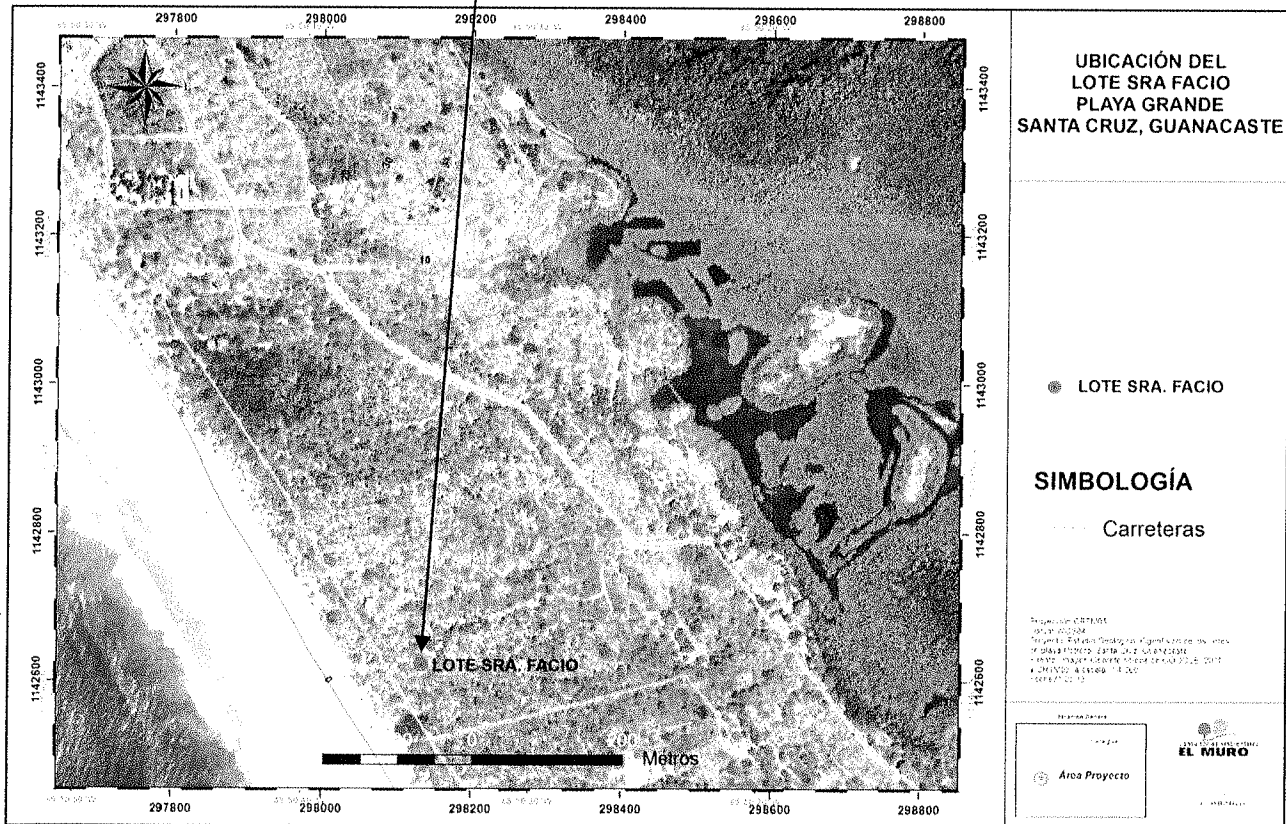
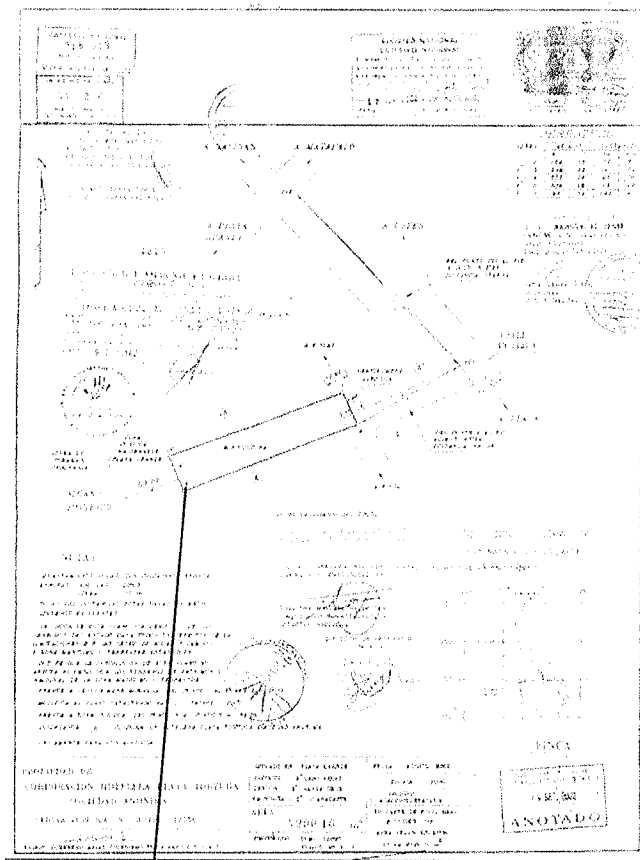


Figura 2.2: Ubicación del Área del Proyecto

3. GEOLOGÍA

La presente sección analiza las propiedades y características geológicas de los materiales presentes en el subsuelo de la Propiedad, se basó en el reconocimiento y cartografiado de las exposiciones geológicas dentro del área de la finca, en los sitios en donde se exponen las litologías del sitio.

De tal manera, se realizaron algunas observaciones geológicas en estos sitios, para determinar la conformación geológica del AP. El trabajo se basa fundamentalmente en datos de observación, complementados con la revisión bibliográfica.

Las zonas planas del AP se encuentran conformadas por suelos residuales de los Basaltos del Complejo de Nicoya, no se han identificado materiales aluvionales dentro de la propiedad, ni así en sus alrededores. A continuación se realiza una descripción de los materiales presentes en los alrededores del AP, la distribución de los estos se muestra en la Figura 3.4 (Mapa Geológico).

2.4 Complejo Ofiolítico de Nicoya

Dentro de esta unidad geológica, se han incluido tres unidades de roca diferentes, las cuales se describen a continuación.

2.4.1 Basaltos

Está compuesto por rocas volcánicas, originadas en una dorsal oceánica y sedimentos pelágicos depositados por debajo del nivel de compensación calcárea; además de conglomerados, brechas y areniscas originadas por la erosión de estos depósitos. Las características típicas de estas rocas son su intenso fracturamiento y alteración a una arena fina de color verde oscuro, por lo que es fácilmente confundida con materiales aluviales.

Los basaltos son de color verde a gris oscuro, su textura es afanítica hasta ligeramente porfírica, observándose a veces fenocristales de plagioclasa, augitas y opacos. Los minerales de alteración del tipo clorita y/o óxidos de hierro son los más frecuentes. Generalmente, se presentan vetillas de calcedonia, zeolitas, ópalo y rara vez de calcita, Denyer & Arias (1993).



Figura 3.2. Afloramiento típico del Complejo Nicoya

2.4.2 Radiolaritas

Se trata de rocas de origen pelágico de grano fino a muy fino, estratificadas en estratos milimétricos a centimétricos. Presentan variedad de coloraciones (rojo, verde, amarillo, blanco, gris y negro). Generalmente se observan replegadas en pliegues cerrados hasta isoclinales, siendo el tipo chevron muy frecuentes, dando estas rocas un aspecto caótico.

Frecuentemente se encuentran asociadas con mineralizaciones de Mn-Fe, resultando de una alteración hidrotermal, lo que provoca además que las radiolaritas se conviertan en jaspes y pedernales de colores rojo y amarillo muy intensos. El proceso está relacionado con un vulcanismo exhalativo de fondo oceánico como el que se está dando actualmente en la dorsal Galápagos. Las mineralizaciones de manganeso se presentan en forma diseminada y en nódulos.



Figura 3.3 Afloramiento tipo de Radiolaritas en Brasilito. Nótese los pliegues chevron. En la foto de la derecha afloramientos dentro de los Lotes de Potrero Grande

2.4.3 Intrusivo Potrero

Está compuesto por gabros, doleritas y en menor grado plagiogranitos. El cuerpo principal cubre un área superior a los 200 km². Los gabros (hasta microgabros o diabasas) son de coloración oscura, de una textura porfírica y muy rica en minerales máficos con acumulaciones esferoidales centimétricas de piroxenos. Es muy común encontrarlos como diques o “sills”, que en algunas ocasiones están representados por cumulitas de bitownita (Denyer & Arias, 1993).

Los plagiogranitos son rocas intrusivas de coloración blancuzca, textura holocristalina, rica en minerales leucocráticos (cuarzo y feldespatos sódicos) así como algunos máficos del tipo hedenbergita.

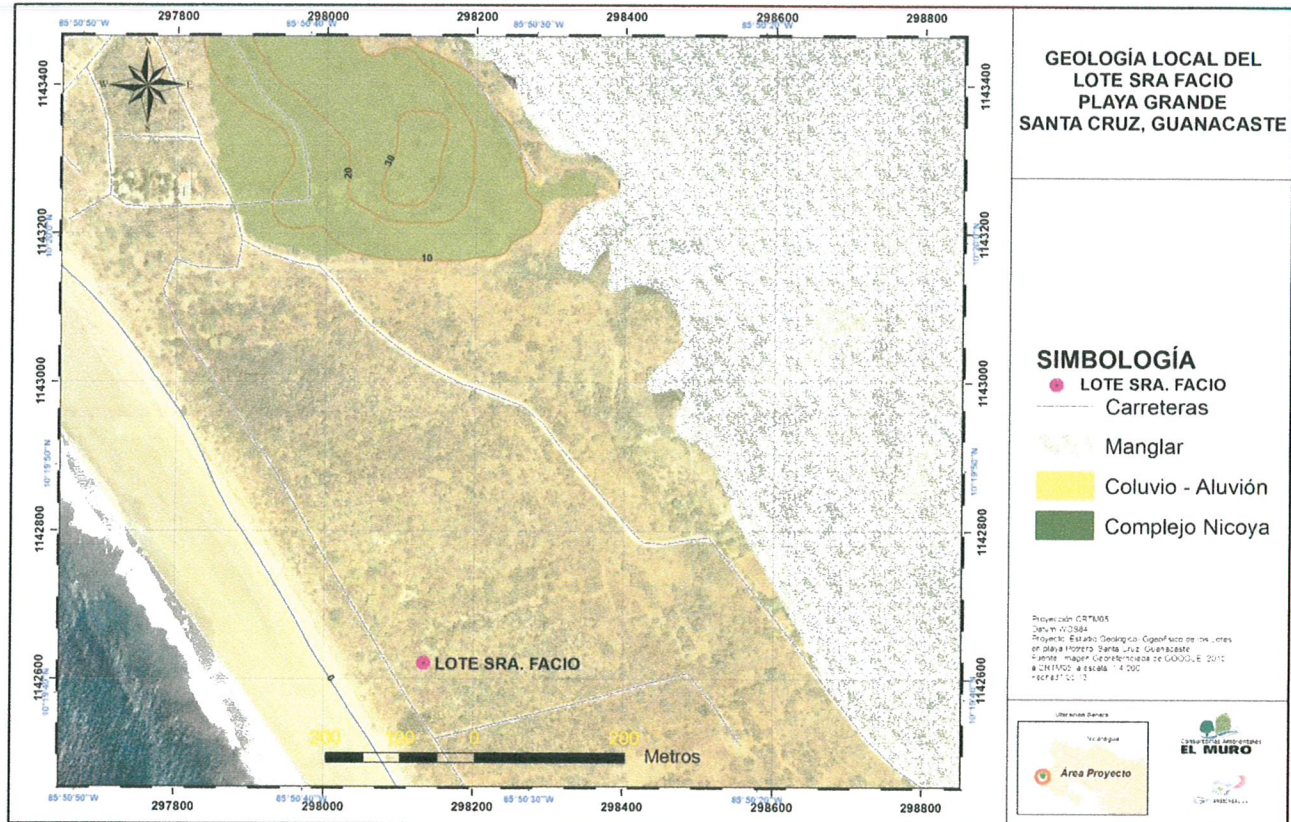


Figura 3.4: Mapa Geológico Local

Relacionados con estos intrusivos se presentan diques de doleritas con nódulos de anortosita, se caracterizan por un aumento del diámetro de los cristales de las paredes hacia el centro, van de centimétricos en las paredes hasta decimétricos en el centro, las plagioclasas son redondeadas sin zonación y flotan homogéneamente en la dolerita. La alteración se da en forma de arenitización.

2.5 Unidad Coluvio - Aluvial

Se incluyen los materiales que han sido erosionados, transportados y depositados en las zonas bajas del Área de Estudio, su característica principal, es la falta de compactación, fuertes variaciones horizontales como verticales, esto último debido al ambiente de depositación; así como las variaciones granulométricas. Además de estos, también se incluyen los depósitos coluviales, localizados principalmente en el pie de las laderas o colinas.

En su mayoría se encuentran conformados por granos asociados a las rocas del Complejo de Nicoya, con tamaños heterogéneos, englobados en una matriz desde arenas hasta arcillas. Localmente dentro del área de la propiedad, no se presentan, esto a pesar de que en la documentación técnica se hace referencia a su presencia, la cual se debe de comprender que por la escala de trabajo a la cual fueron realizados, no contaron con el suficiente detalle para su discriminación; pues la conformación superficial del subsuelo, corresponde a los materiales de alteración, denominados como suelos residuales, del Complejo de Nicoya.



Figura 3.5 Secuencia de fotos donde se muestra la Unidad de Coluvio – Aluvial. Es una mezcla de arenas, arcillas y bloques del Complejo de Nicoya

2.6 Unidad de Manglar

Son áreas bajas afectadas por la marea diaria y recubierta por una vegetación típica de los trópicos húmedos. En este caso aparece en la literatura como Estero Tamarindo

Estos depósitos corresponden principalmente a materiales finos, arcillas, gravas, de clastos, fragmentos de roca, de areniscas y otras rocas que han sido erosionadas por las corrientes fluviales a través de los años y depositados en las depresiones que a través del tiempo se van rellenando con esos materiales hasta formar un depósito importante.

Antrópicamente están afectados e incluso con salinas fuera de AP en la parte noroeste y suroeste.



Figura 3.6 Secuencia de fotos donde se expone los diferentes materiales que compone la Unidad de Manglar. Nótese el tipo de vegetación de Mangle y en las arenas las tubificaciones de los cangrejos

4. GEOFÍSICA

Debido a que la zona en estudio presenta una baja cantidad de pozos y por ende no se tiene buena información del subsuelo en la propiedad, es por la cual se realizó una campaña geofísica en el área de este lote, para la determinación estratigráfica local. De esta manera, dentro del estudio hidrogeológico se ha incluido el presente capítulo de Geofísica, de tal manera que se cuente con otra herramienta para la determinación de las condiciones geológicas e hidrogeológicas presentes.

Para el estudio geofísico, se utilizó el método Schlumberger, que consiste en un arreglo cuadripolar de electrodos en los cuales dos de ellos inyectan corriente y los otros dos reciben el paso de la corriente en el medio, con el fin de delimitar las capas del subsuelo, obteniendo sus espesores y resistividades, para en una segunda etapa de interpretación se tratará de identificar el tipo de roca de acuerdo a la resistividad así como las posibles zonas de falla.

Para la adquisición de los datos de los sondeos eléctricos verticales (SEV), se empleó el equipo de resistividad eléctrica *Terrameter SAS 4000 de Abem*, utilizando aberturas de AB/2 desde 2 metros hasta 150 metros.

Se realizó un sondeo eléctrico vertical, en las fotografías de la Figura 5.1, se aprecia cómo se realiza las labores de campo de la Geofísica. En las siguientes figuras, se muestran los gráficos de resistividad, así como el cuadro correspondiente interpretación de cada SEV.



Figura 5.1: Sondeos Eléctricos Verticales SEV, realizado en la propiedad, por GEOSTRATU Consultores S.A.

En la Figura 5.2 se muestra la ubicación del Sondeo Eléctrico Vertical, que se ubica dentro de la propiedad del lote 27 Bloque A

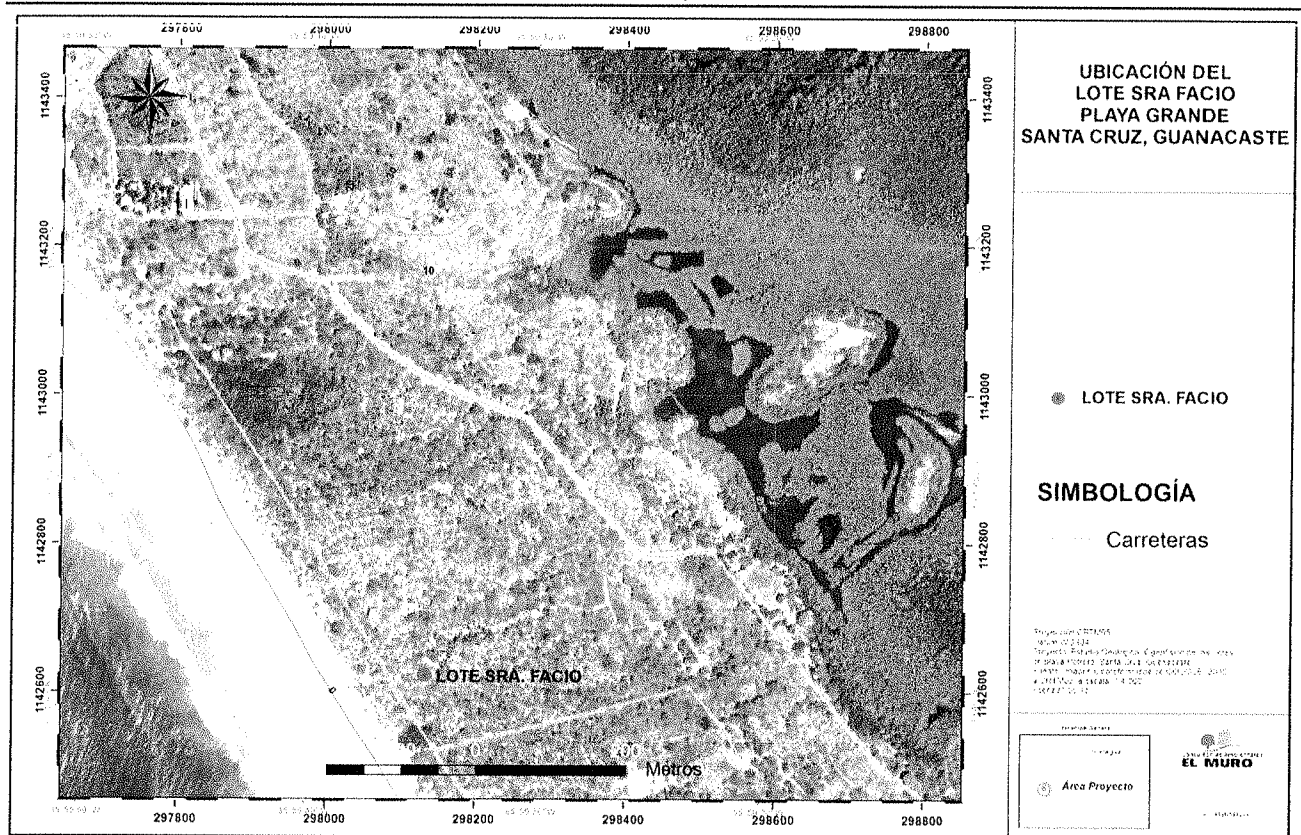
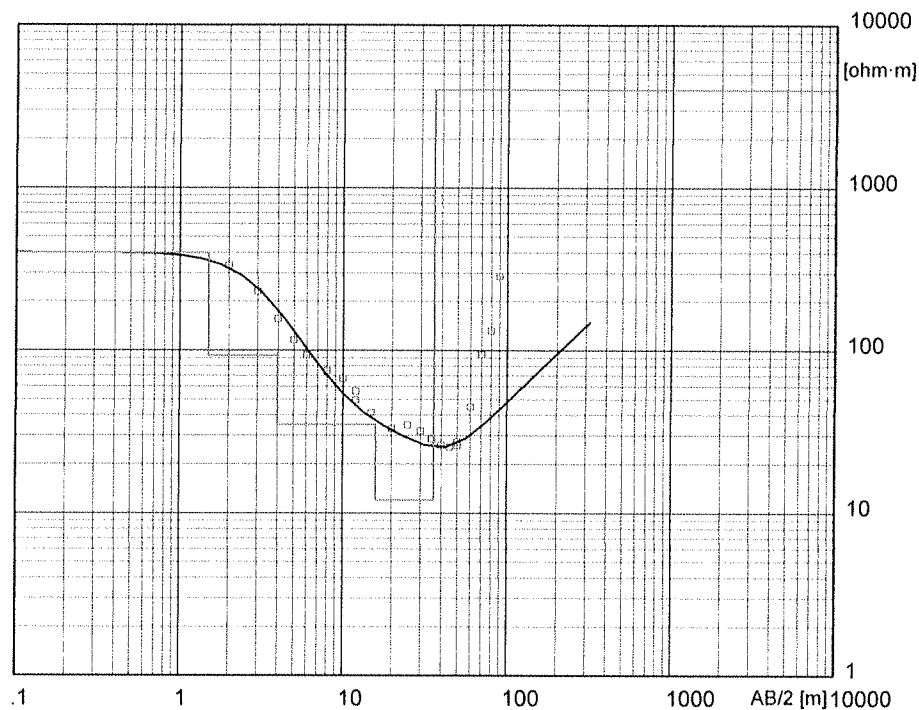


Figura 5.2 Mapa de Ubicación del Sondeo Eléctrico Vertical, dentro del Lote de Vincent Property

4.1 Resultados obtenidos

A continuación se muestran los datos obtenidos de los SEV y los cuadros correspondientes con los valores donde se colocan las capas geoelectricas, sus valores resistivos en Ohm-m, su espesor en m y su litología asociada. La ubicación de los sondeos se muestra en la Figura 5.2.

Sondeo eléctrico Schlumberger - FACIO.WS3



Ubicación del SEV X = 1142623 Y = 298135 Z = 1

Modelo	Resistividad	Espesor	Profundidad	Altitud
	[ohm·m]	[m]	[m]	[m]
1	400	1.5		1
2	93	2.5	1.5	-5
3	35	12	4	-3
4	12	20	16	-15
5	4000		36	-35

Figura 5.3: Sondeo Eléctrico Vertical Sra. Facio

Cuadro 5.1: Interpretación de la Sra. Facio

Capa	Resistividad (Ohm-m)	Espesor (m)	Litología
1	400	1.5	Suelo con Arenas
2	93	2.5	Capas de Arenas
3	35	12	Complejo Nicoya muy meteorizado, fracturado
4	12	20	Complejo Nicoya muy meteorizado, fracturado
5	4000		Complejo Nicoya sano

Con el método de resistividad eléctrica se determinaron 5 capas correlacionadas con las características típicas de la Unidad Coluvio- Aluvión y como basamento local el Complejo de Nicoya, a saber, capas muy meteorizadas, la zona fracturada y meteorizada, así como el Complejo sano.

A partir del análisis de las curvas resistivas, se ha logrado determinar la presencia de un nivel acuífero, a los 4 m de profundidad, este se identifica en la capa de Capas de Arena, lo anterior demuestra que este nivel corresponde a un acuífero costero.

5. HIDROGEOLOGÍA

En el presente apartado, se plantea el Potencial Hidrogeológico de las Unidades y se le da el calificativo de Vulnerabilidad del acuífero en función de los datos de campo, de información de otros proyectos que el autor ha realizado en esa zona, planteándose la generación de un mapa de Elementos Hidrogeológicos, con el fin de comprobar que los lotes en estudio, se encuentran en la Formación del Complejo de Nicoya, Unidad Coluvio- Aluvión y a la Unidad de Manglar. Para el Complejo de Nicoya es ampliamente demostrado que es un acuífero del tipo fisural. Para la Unidad de Manglar es un acuífero del tipo poroso.

Las pruebas de campo se basan en los afloramientos circundantes a estos lotes y por haber hecho la limpieza de estos lotes con maquinaria dejó expuesto, tanto a las arenas y coluvios de la Unidad Coluvio- Aluvión, con una vulnerabilidad de **"ALTA"**. A la Unidad Manglar, que presentan una vulnerabilidad **"MUY ALTA"**. Con una vulnerabilidad **"BAJO"** a los afloramientos del Complejo de Nicoya, con una característica especial, que se ha encontrado en este sector afloramientos de su parte cuspidal, con leve desarrollo regolito del suelo, siguiendo con la zona de meteorización y fracturamiento. Además se ha encontrado afloramientos de Radiolaritas, típicas con estratos plegados y fracturados, demostrándose las características hidrogeológicas de acuíferos fisurales

Por lo tanto el lote se encuentra dentro de la Unidad de Aluviones y Coluvios, que corresponde con las zonas restrictivas del SENARA, que están a escala 1: 50 000 y el autor trabajó a escala 1: 4000, con mayor detalle. A continuación se presenta el Mapa de Elementos Hidrogeológicos

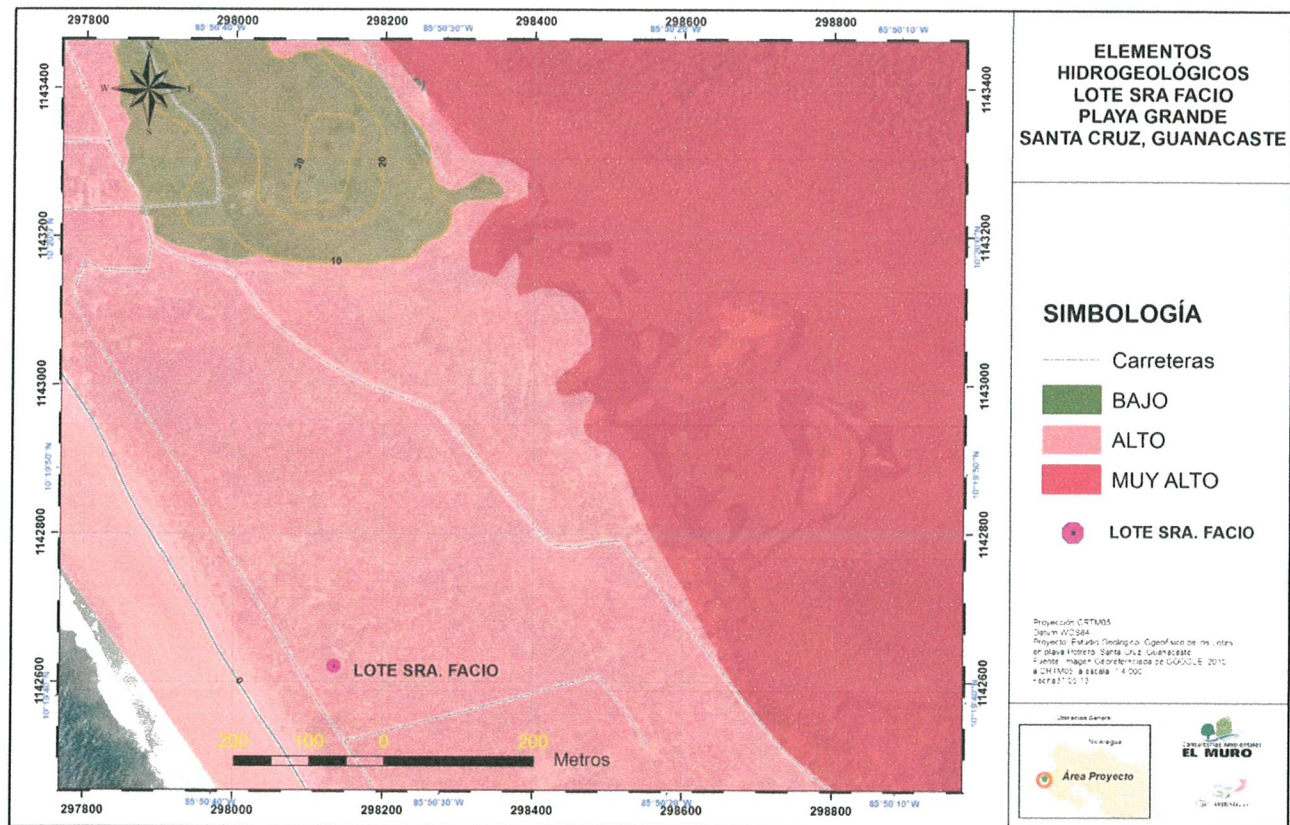


Figura 6.1: Mapa de Elementos Hidrogeológicos basados en el Potencial Hidrogeológico

6. CONCLUSIONES

El perfil del subsuelo en la localidad del área de interés se encuentra conformado por una capa de suelos Coluviales- Aluviales con capas de arenas, por debajo se encuentra el Complejo de Nicoya, con los típicos materiales Basálticos, cuyos primeros metros se encuentran alterados y fracturados.

El nivel freático a 4 m, en el subsuelo de la propiedad, se encuentra albergado el acuífero costero superficial de los Aluviones y Coluvios.

Se demuestra por medio de la Geofísica y comprobación de campo que existen materiales aluvionales – coluviales. Demostrado con los valores resistivos en un rango de 93 a 400 Ohm-m. Por debajo de estas dos capas los valores resistivos están entre 12 a 4000 Ohm-m asociados al Complejo de Nicoya.

Se ha determinado a partir de la presencia de materiales aluvionales en el subsuelo de la propiedad, que la vulnerabilidad de estos es **ALTA**.

A partir de las condiciones hidrogeológicas del subsuelo del terreno, las cuales muestran un potencial hidrogeológico alto, no se recomienda el uso de tanque séptico y drenaje para la eliminación de las aguas residuales, se deberá de implementar un sistema de tratamiento de aguas que no emita aguas residuales al subsuelo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CUSTODIO, E. & LLAMAS, R.; 1996: Hidrología Subterránea._ Segunda Edición Corregida, Tomo II. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.
- DENYER, P.; MONTERO, W. & ALVARADO, G.; 2003: Atlas Tectónico de Costa Rica._ Editorial de la Universidad de Costa Rica. Serie Reportes Técnicos. San José, Costa Rica.
- FOSTER, STEPHEN., HIRATA, RICARDO., GOMES, DANIEL., D'ELIA, MONICA & PARIS, MARTA., 2002: Protección de la Calidad del Agua Subterránea, guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Banco Mundial.
- MORERA, S. & MATAMOROS, G., 2003: Evaluación del potencial y demanda hídrica subterránea en el acuífero costero Huacas-Tamarindo, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.-Área de Aguas Subterráneas, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento, SENARA. 36 págs.
- SENARA, Archivo Nacional de Pozos, Área de Aguas Subterráneas.