



## **ESTUDIO DE ESTRUCTURA Y AMENAZAS/RIESGOS NATURALES DEL AP**

### **PROYECTO**

Futura Toma de para abastecimiento del acueducto de Puriscal Nacientes Bajo Guevara #1 y #2

### **LOCALIZACIÓN**

Provincia: San José

Cantón: Puriscal

Distrito: Desamparaditos

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

**Nombre del profesional: Cristina Castanedo Sotela**

Número de cédula: 1-1199-0785

Número de colegiado: CGCR-346

Número de Consultor Individual SETENA: CI-276-16

Mes y año: Julio, 2020



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



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

Yo, Eric Alonso Bogantes Cabezas

---

---

N° Cédula: 5-251-0327

---

Dependencia: Gerencia General

---

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC).

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: [gerenciageneral@aya.go.cr](mailto: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: \_\_\_\_\_



## **Documento de responsabilidad profesional**

La suscrita **Cristina Castanedo Sotela**, portador de la cédula de identidad número **1-1199-0785**, Incorporado al colegio de profesionales en Geología, número de colegiado: CGCR-346 consultora inscrita en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, según registro CI- o EC: CI-276-16-SETENA, cuya vigencia se encuentra al día hasta el 29 de noviembre de 2020, manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, la cual se elaboró para el proyecto denominado: Futura Toma de para abastecimiento del acueducto de Puriscal Nacientes Bajo Guevara #1 y #2, que se desarrollará en el sector de Desamparaditos.

En virtud de ello, someto el presente Estudio de Estructura y Amenazas/Riesgo Naturales del AP al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sea analizado y se constate que el mismo ha cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida en este estudio se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada, a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que, en caso contrario, pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

**Atentamente.**



## Tabla de contenido

1. Resumen .....	4
2. Introducción .....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
3. Evaluación de la amenaza / riesgo por fallamiento geológico, sismicidad y potencial de licuefacción. ....	7
4. Evaluación de la amenaza / riesgo por estabilidad ladera .....	13
5. Amenaza / riesgo por inundación .....	14
6. Síntesis de resultados y conclusiones de amenazas / riesgos. ....	14
7. Discusión sobre las limitantes de incertidumbre y alcance de estudio. ....	16
8. Referencias bibliográficas.....	17



## 1. Resumen

### 1.1. Resumen de resultados

Geológicamente la zona donde se ubica el proyecto está conformada por materiales de la Formación Grifo Alto, compuestos por rocas volcánicas andesíticas y piroclastos y areniscas de la Formación Peña Negra.

Respecto a las amenazas / riesgos en la zona de estudio se indica que no hay presencia de fallas. No se tienen datos del riesgo a la licuefacción de los suelos. No se considera que existen áreas con potencial de inundaciones. Ni tampoco la amenaza / riesgo por actividad volcánica. Sin embargo, si se indica que hay actividad sísmica local y superficial así como amenaza por estabilidad de laderas.

### 1.2. Resumen de conclusiones técnicas.

De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica, el área del proyecto se localiza dentro de la zona sísmica III.

A la fecha actual del presente estudio no se cuenta con el estudio geotécnico correspondiente para determinar las características de tipo de suelo, el potencial a la licuefacción y la existencia de niveles freáticos.

Morfológicamente el terreno tiene una topografía con grandes relieves, con pendientes altas, entre 66 – 87 °. No obstante, en la vista de campo no se observaron indicios de inestabilidad de taludes en los alrededores del área del proyecto que puedan afectar el desarrollo del mismo.

Se debe considerar exhaustivamente la amenaza por estabilidad de laderas y así como emplear las medidas necesarias para la ejecución del proyecto. Así como las amenazas de actividad sísmica.



## 2. Introducción

### 2.1. Datos sobre el proyecto.

La zona en interés para el presente proyecto se encuentra el distrito de Desamparaditos, en el cantón de Puriscal, en la provincia de San José, en las coordenadas 495005 E / 207330 N y 502442 E / 202600 N (Lambert Norte) de la hoja topográfica de Río Grande del IGN. (Figura 1).

### 2.2. Objetivos del estudio

#### Objetivo general

Reconocer las condiciones estructurales y de amenazas y riesgos del área donde se pretende construir el Proyecto de Futura Toma de para abastecimiento del acueducto de Puriscal Nacientes Bajo Guevara #1 y #2.

#### Objetivos específicos

- Realizar el reconocimiento, delimitación y descripción de las principales fallas existentes en el área del proyecto y sus alrededores.
- Realizar el reconocimiento, delimitación y descripción de los principales deslizamientos existentes en el área del proyecto y sus alrededores.
- Recopilar información sobre la sismicidad en el área del proyecto y sus alrededores, así como sus posibles efectos sobre el terreno en estudio.

### 2.3. Metodología aplicada

1. Reconocimiento y caracterización, directamente en el campo, de las condiciones de amenazas naturales del sitio del proyecto.
2. Investigación bibliográfica y de bases de datos de información de amenazas naturales potenciales existentes y documentados en los alrededores del área del proyecto.
3. Elaboración de mapas e informe.

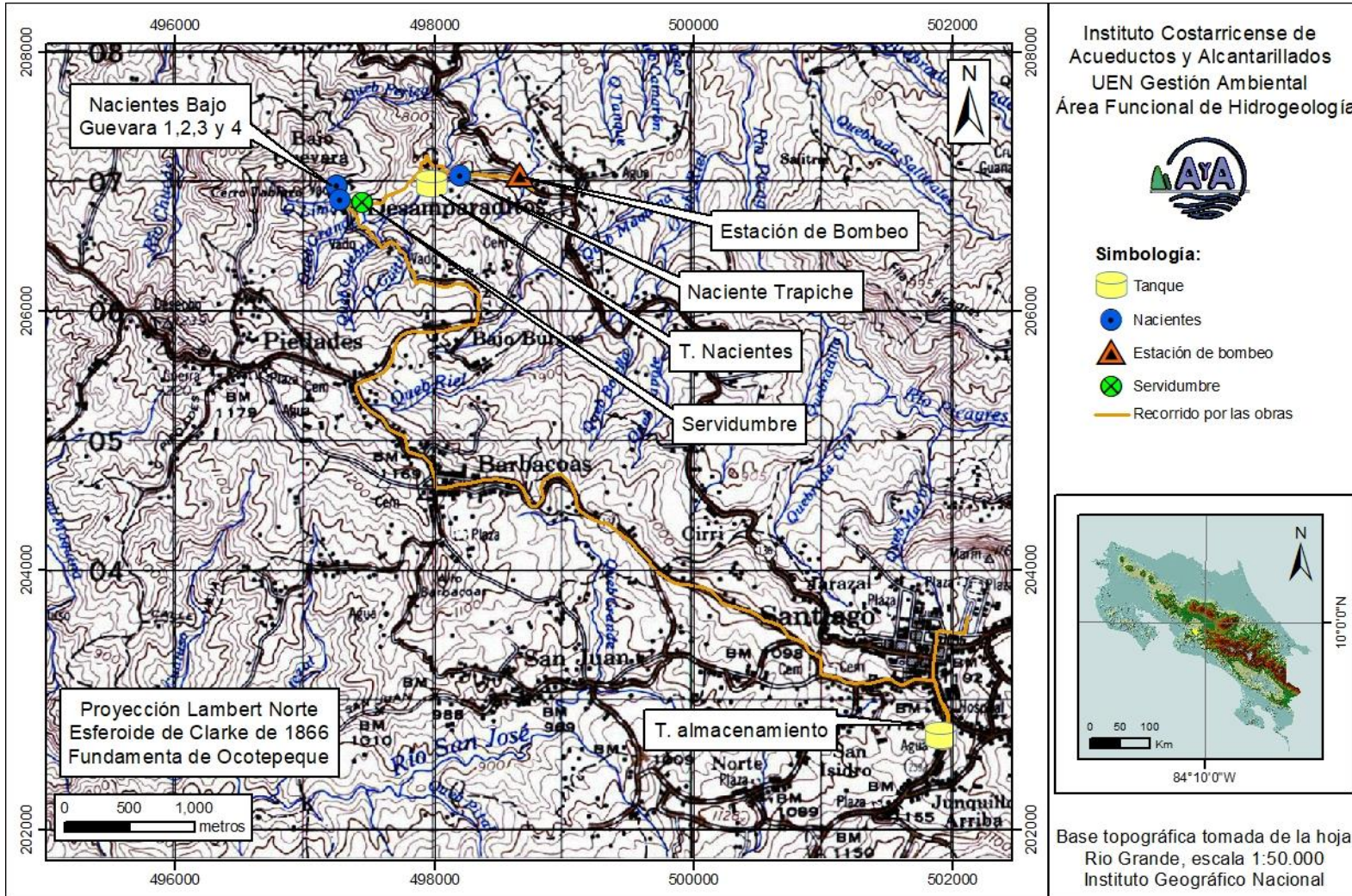


Figura 1. Mapa de ubicación del sitio del proyecto.

### 3. Evaluación de la amenaza / riesgo por fallamiento geológico, sismicidad y potencial de licuefacción.

De acuerdo con la CNE, las amenazas geológicas más importantes para el cantón de Puriscal, en general, son: la actividad sísmica y los deslizamientos, las cuales serán descritas más adelante.

#### 3.1. Estructura de geología local y susceptibilidad a las amenazas

En los alrededores de la zona de estudio afloran materiales de la Formación Grifo Alto, compuestos por rocas volcánicas andesíticas y piroclastos, según lo descrito por Denyer & Arias (1991) y areniscas de la Formación Peña Negra, Denyer y Arias (1991). En la figura 2, se muestra dichas unidades geológicas.

#### **Formación Peña Negra:**

Definida por Denyer y Arias (1991) compuesta por areniscas y lutitas calcáreas de color gris oscuro, con alto contenido de bivalvos. Su edad corresponde al Mioceno medio. Su espesor es 1200 m. Se encuentra dividida en tres unidades:

1. Unidad inferior: de 200 m de espesor, conformada por areniscas medias y finas de color pardo con estratos decimétricos.
2. Unidad media: de 500 a 700 m de espesor, conformada por lutitas y areniscas negras finas con pirita, con estratos centimétricos a decimétricos.
3. Unidad superior: de 200 a 300 m de espesor, conformada por intercalaciones guijarrosas y estratos de caliza aislados. Las areniscas son de grano medio a grueso, mal estratificadas y con mucha influencia volcánica.

Estratigráficamente, Denyer & Arias (1991) indican que sobreyace en forma concordante y en contacto gradual con las Brechas Verdes Coyolar, o bien en forma concordante pero brusca con la Formación Pacacua. Es lateral a la Formación San Miguel. Sobreyacida y equivalente lateral no diferenciado de la Formación Coris y la Formación Turrúcares. Finalmente, la formación es sobreyacida en discordancia y discontinuidad litológica por las formaciones Grifo Alto, Lavas Intracañón y Depósitos de Avalancha Ardiente. Esta formación de origen marino sedimentario y con importante influencia volcánica, tuvo su origen en el Mioceno Medio.

En la fotografía 1, se observan los alrededores del sitio Tanque naciente, donde afloran dichas areniscas. Se observa una secuencia de areniscas masivas de 100 m de espesor



moderadamente compactadas con granulometrías medias con plagioclasas, líticos y cristales ferromagnésicos.



Fotografía 1: Alrededores del Tanque naciente, coordenadas 206988 Norte y 497984 Este, proyección Lambert Costa Rica Norte.

### **Formación Grifo Alto:**

Definida por Denyer y Arias (1991), indican que está formada por rocas volcánicas andesíticas y piroclastos que sobreyacen a los depósitos sedimentarios y volcánicos post basculamiento.

Su espesor puede llegar a más de 1000 m. Las lavas andesíticas normalmente tienen alto contenido de fenocristales de augita y hornblenda. Normalmente son de colores grises, aunque también se encuentran colores rojizos. Los flujos piroclásticos en ocasiones presentan una granulometría gruesa, con bloques lávicos y escoriáceos decimétricos, angulares y en menor cantidad redondeados, soportados en una matriz de condición lodosa pero soldada, depositados en caliente. También la Formación Grifo Alto se conforma de ignimbritas de color gris, con tobas de color blanco en el techo. En base a las dataciones de Bergoeing (1982) y de Bellon y Turnon (1978), los autores mencionados, establecen como límite inferior de esta formación el Plioceno, mientras mencionan que el límite superior es muy problemático, sin embargo, extienden el periodo de origen hasta el Pleistoceno.

Denyer & Arias (1991), describen que esta formación sobreyace discordantemente a las formaciones La Cruz y Coris, a su vez es sobreyacida por las Lavas Intracañón y los Depósitos de Avalancha Ardiente.

En la fotografía 2, se muestra el terreno donde se ubicará el Tanque de almacenamiento nuevo de Puriscal, el cual se ubica sobre la unidad geológica de Grifo Alto.



Fotografía 2: Terreno donde irá el tanque de almacenamiento, coordenadas 202737 Norte y 501893 Este, proyección Lambert Costa Rica Norte.

En las fotografías 3, 4,5 y 6, se observan las Nacientes Bajo Guevara 1,2,3 y 4; las cuales se encuentran en los materiales de Grifo Alto. Dichas nacientes, se encuentran en un bosque secundario, con topografía irregular, de pendiente suave. Están compuestos por clastos de lavas en una matriz arenosa.



Fotografía 3: Naciente Bajo Guevara 1, coordenadas 206961 Norte y 497252 Este, proyección Lambert Costa Rica Norte.



Fotografía 4: Naciente Bajo Guevara 2, coordenadas 206964 Norte y 497252 Este, proyección Lambert Costa Rica Norte.



Fotografía 5: Naciente Bajo Guevara 3, coordenadas 206965 Norte y 497253 Este, proyección Lambert Costa Rica Norte.



Fotografía 6: Naciente Bajo Guevara 4, coordenadas 206857 Norte y 497276 Este, proyección Lambert Costa Rica Norte.

En la fotografía 7, se observan la Naciente Trapiche, la cual se encuentra en los materiales de Grifo Alto.



Fotografía 7: Naciente Trapiche, coordenadas 207045 Norte y 498203 Este, proyección Lambert Costa Rica Norte.

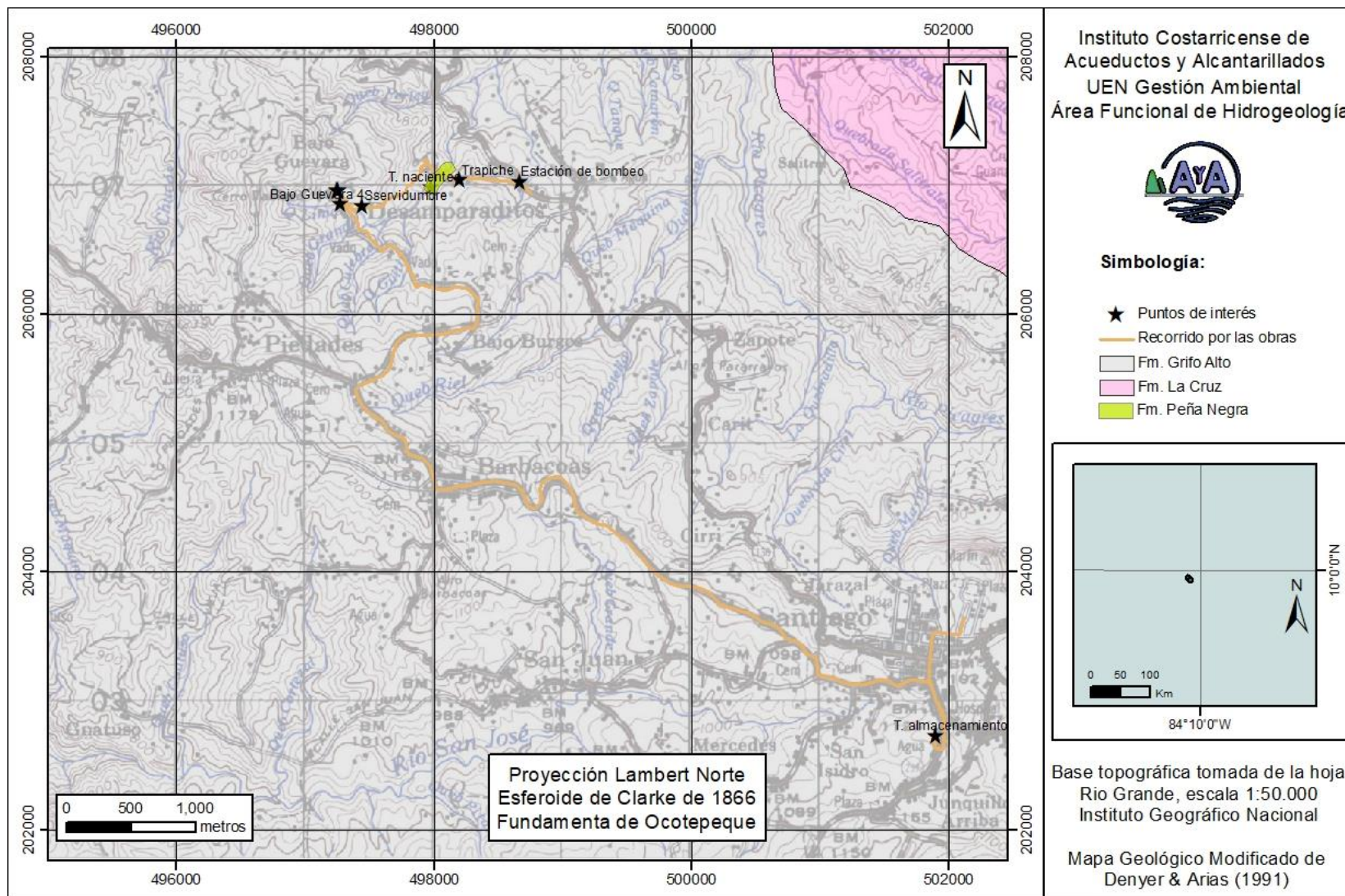


Figura 2. Mapa de geológico del área del proyecto.

### 3.2. Fallas Geológicas

En virtud de los estudios geológicos previos en los que se circunscribe el área de proyecto, así como la zona de estudio, no se han delimitado fallas geológicas.

Además, tampoco ha sido posible corroborar la existencia fallas por medio de criterios directos de campo ni criterios indirectos como por fotointerpretación.

Al NE de la zona de proyecto existe una falla indicada en el mapa de amenazas del cantón de Puriscal (CNE), cuyo trazo y zona de amortiguamiento está fuera del área del proyecto. (Figura 3)

Además, se realizó un mapeo de alineamientos en la zona de estudio y alrededores, para analizar y valorar posibles estructuras tectónicas, así como la relación con características de estabilidad de laderas.

### 3.3. Sismicidad

Según la CNE (2012), la actividad sísmica local y superficial es la que representa la mayor amenaza para el cantón de Puriscal. Tal como lo han demostrado los sismos de finales de la década de los 80 y principios de los 90 y la gran cantidad de fallas y alineamientos localizados alrededor de la ciudad de Santiago. Durante 1990 y en varios períodos de actividad el cantón de Puriscal se vio fuertemente afectado, por la reactivación de fuentes sísmicas muy cercanas a la Ciudad de Santiago, (al NE, NW y la misma ciudad).

También debe tomarse en cuenta en 1924 un evento sísmico localizado cerca de la ciudad de Orotina, causó daños considerables en la región.

Dentro de los efectos más importantes de estos eventos se puede mencionar:

- Destrucción de viviendas en diferentes grados
- Reactivación de deslizamientos (conocidos), y nuevos,
- Agrietamiento y subsidencias
- Destrucción de líneas vitales (carreteras, puentes, etc.).
- Fracturas del terreno, que pueden generar daños a viviendas y caminos.
- Asentamientos de terreno, en suelos poco compactos como rellenos.

### 3.4. Potencial de Licuefacción

A la fecha actual del presente estudio no se cuenta con el estudio de suelos correspondiente para valorar el potencial de licuefacción en el proyecto.

## 4. Evaluación de la amenaza / riesgo por estabilidad ladera

El Cantón de Puriscal, según la CNE (2012), es quizás uno de los más vulnerables directa e indirectamente a esta clase de fenómeno. (Figura 3). Ubicándose el deslizamiento más grande del país (y posiblemente de la región) justo bajo el sector de mayor densidad de población en el cantón (Santiago de Puriscal y alrededores). La existencia de este deslizamiento ha sido comprobada desde hace varias décadas, siendo numerosos los estudios referentes a este caso. Se ha comprobado que en períodos de actividad sísmica y fuertes lluvias se acelera sustancialmente el movimiento, manifestándose en grietas en las carreteras y algunos edificios importantes (por ejemplo: antigua Iglesia Católica).

Además, existen varios deslizamientos en la periferia del anterior, de menor proporción en tamaño, pero muy importantes también, se puede mencionar, Deslizamiento de San Rafael, Deslizamiento de Barbacoas, Deslizamiento de Bajo Burgos, Deslizamiento Charcón-San Francisco, Deslizamiento San Juan, Deslizamiento Los Ángeles, Deslizamiento San Rafael, Bajo Maquina, Chanchera, Los Lagos, Calle Villegas, San Martín, Túfares entre otros. Todos ellos cercanos o la población están asentados sobre estos con algún grado de actividad.

Los efectos de los deslizamientos, podemos mencionar:

- Caminos y puentes dañados.
- Casas dañadas o sepultadas
- Flujos de lodo, causadas por represamientos en ríos.
- Daños a cultivos
- Destrucción de estructuras (escuelas, iglesias).

Como se observa en la Figura 3, la mayor parte de las coronas de los deslizamientos mapeados por la CNE (2012), se encuentran asociados a los alineamientos. Esto indica que hay una relación directa entre la ocurrencia de estos eventos y la presencia de estructuras tectónicas, la cual se podría explicar por la alteración de suelos, meteorización acelerada, altas pendientes y disparo por sismos.



Se recomienda implementar medidas de mitigación para evitar la pérdida de estabilidad de laderas, así como la de evitar la aceleración de los procesos de erosión en la zona de estudio y especialmente en la etapa de construcción de las obras a desarrollar, así como durante su puesta en marcha, funcionamiento y operación. Algunas medidas a implementar en las obras son: adecuados taludes, revegetación, manejo de aguas superficiales y de escorrentía, protección de los terraplenes.

#### 5. Amenaza / riesgo por inundación

El Cantón de Puriscal, según la CNE, posee una red fluvial bien definida, la misma cuenta con un grupo de ríos y quebradas que no se pueden considerar como una amenaza hidrometeorológica del cantón. (Figura 3).

#### 6. Síntesis de resultados y conclusiones de amenazas / riesgos.

1. En la zona de estudio se descartan la existencia de áreas con potencial de inundaciones, así como la amenaza / riesgo por actividad volcánica.
2. A pesar de que localmente no se han descrito fallas activas o inactivas directamente en el área del proyecto, a partir de un análisis de fotointerpretación y curvas de nivel es clara la existencia de alineamientos que coinciden con ríos rectilíneos, divisorias de agua y coronas de morfologías de deslizamiento antiguas.
3. A la fecha actual del presente estudio no se cuenta con el estudio geotécnico correspondiente para determinar el riesgo a la licuefacción de los suelos.
4. En la zona de estudio si hay amenazas de actividad sísmica local y superficial. De acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica, el área del proyecto se localiza dentro de la zona sísmica III.
5. Además, en la zona de estudio la amenaza por estabilidad de laderas es muy alta, y existen numerosos deslizamientos (CNE, 2012) en la zona a estudiar, lo cual debe ser tomado en cuenta en los diseños de las infraestructuras a realizar, así como durante su operación.

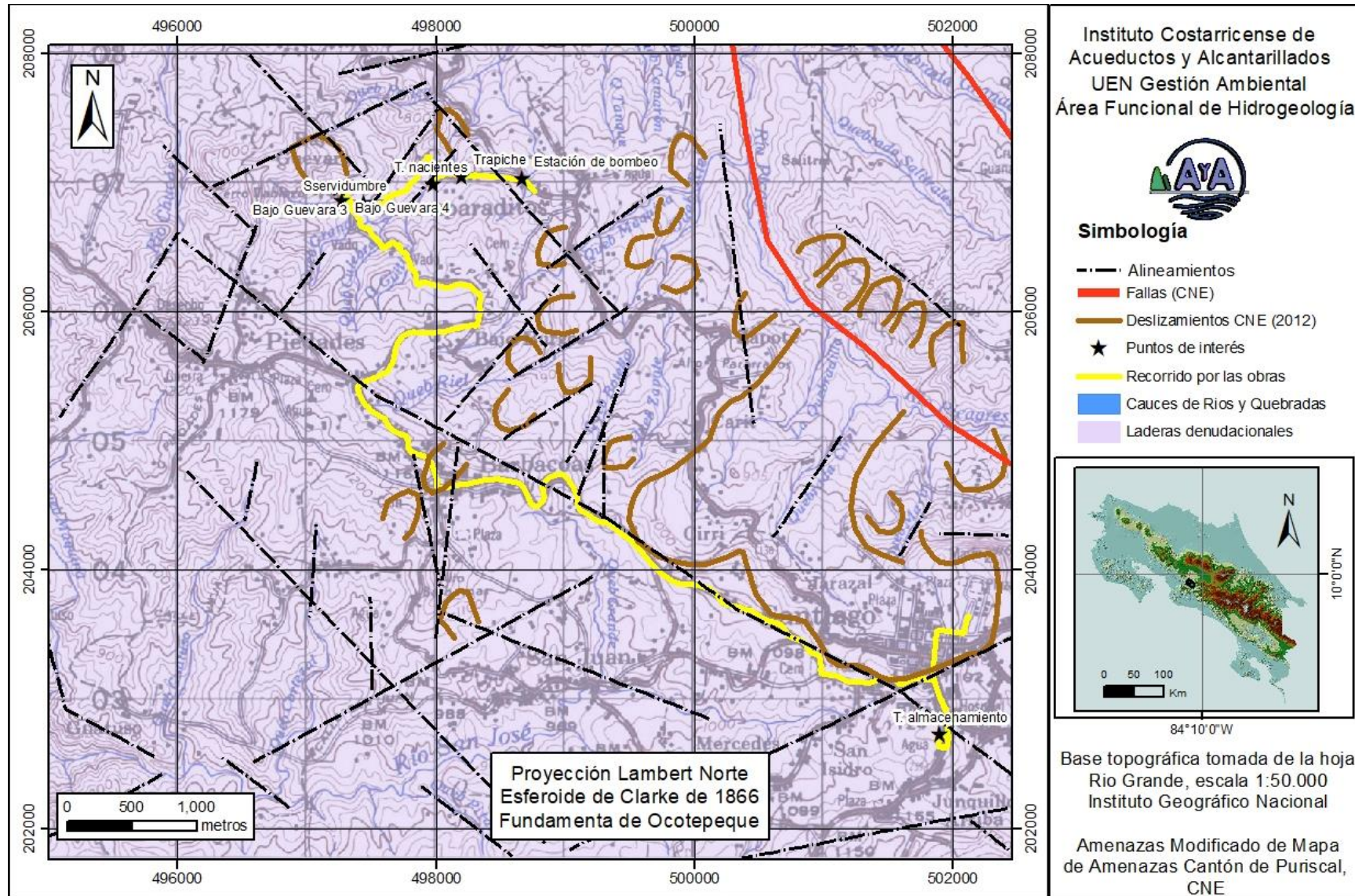


Figura 3. Mapa local de amenazas naturales.



## 7. Discusión sobre las limitantes de incertidumbre y alcance de estudio.

Este estudio correspondiente a un análisis sobre las amenazas naturales del área del proyecto se realiza a partir de una visita al campo, de los afloramientos existentes en el sitio y de la información recopilada de estudios anteriores realizados tanto en el sitio de estudio como en los alrededores, sin embargo, tanto las litologías descritas como sus características pueden variar, tanto en espesores, como en profundidad y de forma lateral dentro del terreno en estudio, igualmente se pueden presentar variaciones en cuanto a la profundidad del nivel de agua subterránea conforme se realice el avance de las obras, por lo se debe mantener un control permanente a cualquiera de estos cambios.

Se deben tomar las consideraciones necesarias en la etapa de diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras en base a las condiciones locales del terreno, así como a las amenazas valoradas en el presente estudio.

Se recomienda considerar en los diseños y obras asociadas la amenaza por estabilidad de laderas, así como considerar los factores potenciadores de la misma, sismos e intensas precipitaciones.

Se debe mitigar la pérdida de estabilidad de laderas, así como la aceleración de los procesos de erosión. Para ello se deben implementar diseños específicos en las obras que consideren las variables de geoaptitud señaladas anteriormente.

Se debe realizar un manejo y diseño adecuado de los taludes, se debe implementar la revegetación en las áreas propensas a deslizarse, se debe realizar un buen manejo de las aguas superficiales y de escorrentía en las obras del proyecto y aguas arriba de las mismas, se deben proteger los terraplenes expuestos por las obras, así como cualquier otra medida que se considere implementar durante el diseño.

Se determina que el proyecto que se plantea desarrollar “Futura Toma para abastecimiento del acueducto de Puriscal Nacientes Bajo Guevara #1 y #2,” es viable desde el punto de vista de las amenazas y riesgos naturales presentes en el área del proyecto siempre y cuando se tomen en cuenta, en los diseños de las estructuras a construir, la descripción de las amenazas naturales existentes para el área del proyecto descritas en este informe.



## 8. Referencias bibliográficas

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (2011). Código sísmico de Costa Rica 2010 (4 ed.). Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. Mapa de Amenazas y Peligros Naturales del Cantón de Puriscal

ITCR – Instituto Tecnológico Costarricense, 2008. Atlas Digital 2008. Cartago. Costa Rica.

Hidrogeotecnia y CNE, 2012. Puriscal. Desarrollo de escenarios por inestabilidad a laderas para la implementación de restricciones en el uso de la tierra en los distritos Santiago, Mercedes Sur y San Rafael, cantón de Puriscal, provincia de San José. San José, Costa Rica.

Denyer, P. & Arias, O., 1991: Estratigrafía de la región central de Costa Rica. - Rev. Geológica de América Central (12): 1-59. San José, Costa Rica.