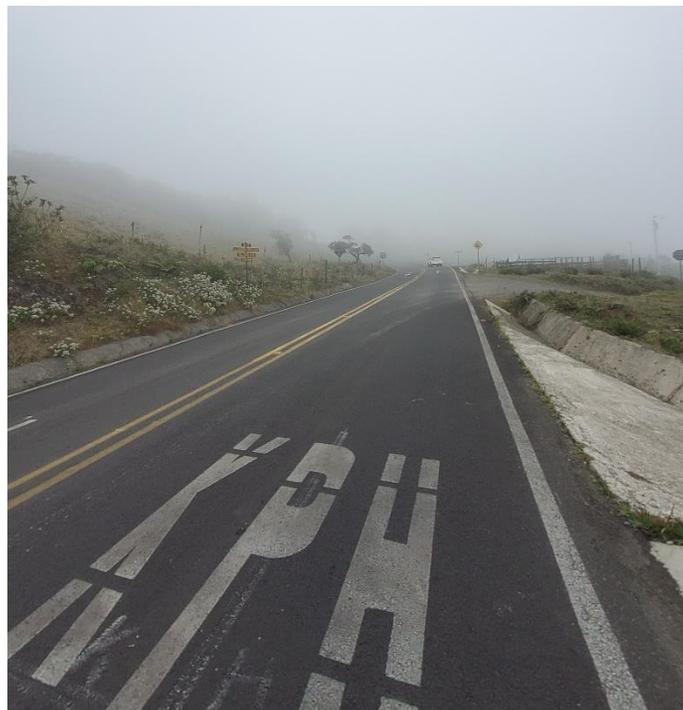




Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: EIC-Lanamme-INF-0437-2022

Visita de evaluación de la condición actual de ruta cantonal entre Sarchí Norte y Los Bajos del Toro, Valverde Vega



Preparado por:

Ing. Laura Solano Matamoros
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Abril, 2022





1. Informe EIC-Lanamme-INF-0437-2022		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Visita de evaluación de la condición actual de ruta cantonal entre Sarchí Norte y Los Bajos del Toro, Valverde Vega		4. Fecha del Informe 01/04/2022
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias Ninguna		
7. Resumen <i>Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra un resumen de la visita de campo realizada al proyecto Ruta Nacional 708, tramo cantonal entre Sarchí Norte y Los Bajos del Toro, Valverde Vega. Se comentan algunos aspectos geotécnicos observados a lo largo del trayecto. Entre los aspectos observados se puede indicar que es necesario prestar atención a las pendientes escarpadas de los taludes, especialmente los taludes de roca fracturada. Se indican además inconsistencias identificadas al realizar la revisión del documento "Informe Final – 3.5 Estudios Geotécnicos para el Análisis de Estabilidad de Taludes" en función de lo observado durante la visita al sitio. Finalmente se recomienda colocar obras de protección de los taludes ya que la vía no cuenta con espaldón, además extender las obras de drenaje a lo largo de todo el tramo y canalizar adecuadamente la entrega del agua de escorrentía.</i>		
8. Palabras clave Muros de gaviones, taludes de corte, obras de drenaje.	9. Nivel de seguridad: -	10. Núm. de páginas 11
11. Preparado por: Fecha: 01 / 04 / 2022		
12. Revisado y aprobado por: Fecha: 01 / 04 / 2022		



Contenido

I.	Introducción	4
II.	Comentarios acerca del documento “Informe Final – 3.5 Estudios Geotécnicos para el Análisis de Estabilidad de Taludes”	4
II.1	Solución de cimentación y capacidad de soporte	5
III.	Comentarios acerca de la visita al tramo cantonal entre Sarchí Norte y Los Bajos del Toro	6
II.2	Comentarios acerca de la condición actual de los taludes de corte	7
II.3	Comentarios acerca de las obras de drenaje.....	8
II.4	Comentarios acerca de los muros de gaviones	10
IV.	Comentarios finales.....	10
V.	Referencias	11



Visita de evaluación de la condición actual de ruta cantonal entre Sarchí Norte y Los Bajos del Toro, Valverde Vega

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, el presente informe muestra un resumen de la visita de campo realizada el día 22 de marzo a la Ruta Nacional 708, tramo cantonal entre Sarchí Norte y Los Bajos del Toro, de Valverde Vega. Se comentan algunos aspectos observados en los taludes de corte, muros de gaviones y obras de drenaje, y en general aspectos geotécnicos observados. Adicionalmente, se muestra el resultado de la revisión de varios documentos de índole geotécnico del proyecto.

II. Comentarios acerca del documento “Informe Final – 3.5 Estudios Geotécnicos para el Análisis de Estabilidad de Taludes”

En general el documento cuenta con los aspectos mínimos necesarios para la elaboración de un estudio geotécnico básico. Se realizaron únicamente tres perforaciones con el método de ensayo SPT (ASTM D1586) hasta una profundidad de 10,2 m. Además, se realizaron ensayos de laboratorio para la clasificación de los materiales, los cuales corresponden a:

- Análisis del tamaño de partículas por tamizado, ASTM C136
- Determinación del índice de plasticidad, ASTM D 424 y ASTM D423
- Determinación de la humedad natural, ASTM D2216
- Determinación del peso específico de suelo, ASTM D854-58

Llama la atención, que se haya utilizado la norma ASTM C136 para realizar los ensayos granulométricos de los suelos, siendo la norma ASTM D6913 la que determina cómo ejecutar este ensayo en suelos. Adicionalmente, por lo observado en el documento del informe de resultados, para determinar el peso específico del suelo, se está utilizando una versión antigua de la norma ASTM D854, siendo la vigente la del año 2014.

El modelo geotécnico determinado e indicado en el documento se conforma por un perfil de suelos residuales en el que se identifican tres estratos conformados por las siguientes capas y su respectiva clasificación SUCS.

1. Limo de alta plasticidad – MH
2. Limo de baja plasticidad – ML
3. Arena limosa – SM

Las propiedades mecánicas de cada capa se obtienen mediante correlaciones por medio del valor N_{SPT} obtenido del ensayo de penetración estándar. Estas correlaciones se califican como una estimación preliminar de las propiedades mecánicas del suelo, sin embargo, al ser correlaciones inducen un porcentaje de error al valor. Por lo tanto, se considera recomendable para el diseño de las obras de retención realizar ensayos que permitan obtener parámetros mecánicos de manera directa para el material analizado.

II.1 Solución de cimentación y capacidad de soporte

En el informe se indican recomendaciones para la construcción del muro de gaviones en cuanto a capacidad de carga y nivel de desplante para la cimentación. Además, se indica que en la sección en el terraplén del vial en la estación 2+040, debido a las características geométricas del sitio, fue necesario diseñar un elemento de retención, por lo que se propone un muro de terramesh, el cual fue diseñado por métodos convencionales de cálculo y para la revisión de estabilidad se utilizó el software libre de Maccaferri Macstars.

El muro de terramesh propuesto tiene 6,0 m de altura máxima con un nivel de desplante de 2,2 m. Se indica la construcción del muro con 8 capas conformadas con elementos distintos para los niveles inferiores y superiores. Además, se indica la colocación de una geogrilla tipo MacGrid WG-200 de 10 m de longitud.

El relleno a utilizar debe cumplir con las características indicadas en la Tabla 12 del documento en cuestión, misma que se muestra en la Figura 1.

materiales	γ_f (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)
Muro de piedra	20,0	-	40
Relleno del terraplén (B ₁)	20,0	-	35
Suelo capa 2 (amarillo)	18,0	25	18
Suelo capa 3 (rojo)	19,0	35	20

Figura 1. Características de los materiales de relleno
Fuente: CACISA (2012)

El diseño cumple con las condiciones de estabilidad para la condición estática con y sin nivel freático y para la condición pseudoestática. Sin embargo, no se verificó la estabilidad en la condición crítica que corresponde a la pseudoestática con nivel freático.

De acuerdo con lo indicado en el documento correspondiente a los estudios geotécnicos del proyecto, y como se muestra en la Figura 2, la efectividad de la solución propuesta depende de la correcta construcción y operación de las obras de drenaje. Finalmente se observa la recomendación la técnica de hidrosiembra para la protección de la cara de los taludes.

Se debe destacar que la **efectividad** de esta solución de estabilización está estrechamente ligada a la solución de drenaje y evacuación de las escorrentías superficiales. En el cumplimiento de este objetivo se recomienda la **construcción de cunetas de guarda, canaletas** para la colección y descenso de las escorrentías, así como una **cunetilla en el contratalud** de la berma. De igual forma se recomienda **valorar la posibilidad de revestir con concreto los cimientos de drenaje** y en el **caso de los taludes con técnicas de hidrosiembra**. Un adecuado mantenimiento de la solución de drenaje permite garantizar el correcto funcionamiento y vida útil de los taludes y el elemento de contención.

Figura 2. Recomendaciones de efectividad del muro de contención propuesto
Fuente: CACISA (2012)

En lo referente a los taludes, el estudio geotécnico indica que estos deben ser cortados con una pendiente de 1:1 con una berma de 3 m a la altura de 8 m, para salvar alturas de hasta 14 m. A continuación, se comentan aspectos observados en campo basados en las indicaciones dadas en el documento de estudios geotécnicos del proyecto.

III. Comentarios acerca de la visita al tramo cantonal entre Sarchí Norte y Los Bajos del Toro

Durante la visita, en general, se observan que las obras existentes se encuentran en buen estado, los materiales que conforman la primera capa del terreno corresponden en cuanto a color y plasticidad aparente a los indicados en el estudio geotécnico. Esta condición se muestra en la Figura 3, en la que se puede apreciar un material de color café claro que al ser manipulado con la mano se comprueba que es fácilmente moldeable, quedando residuos del material embadurnados en los dedos. Esta característica es propia de suelos con alta plasticidad.



Figura 3. Material café claro con alta plasticidad que conforma la primera capa de suelo.

Sin embargo, a partir del km 1,3 del tramo, se identificaron taludes conformados por roca fracturada (ver Figura 4). Esta condición no corresponde con el modelo geotécnico general del sitio indicado en el estudio geotécnico, lo cual se presume puede estar asociado a una cantidad limitada de perforaciones exploratorias que como consecuencia dan información limitada que debe ser extrapolada para obtener un modelo geotécnico del área que abarca el proyecto.



Figura 4. Taludes conformados por roca fracturada.

II.2 Comentarios acerca de la condición actual de los taludes de corte

Durante el recorrido se observó que los taludes tanto del material limoso como los conformados por roca fracturada, presentan un deterioro visible producto de las condiciones climáticas y la falta de protección de la cara de los taludes.

En cuanto a los taludes conformados por material limoso, de acuerdo con el estudio geotécnico presentado, deben estar protegidos con técnicas de hidrosiembra. Sin embargo, como se muestra en la Figura 5, los taludes presentan cárcavas producto de la escorrentía superficial y no cuentan con ninguna protección en la cara del talud.



Figura 5. Condición actual de los taludes conformados por material limoso

En el caso de los taludes conformados por roca fracturada, se pudo observar que los fragmentos de roca son propensos a caer y no se cuenta con protección contra caída de bloques alguna (ver Figura 6). Incluso se identificaron bloques caídos de tamaño pequeño. Esta condición representa un riesgo potencial para los usuarios de la vía, ya que el pie del talud coincide con el borde del carril, siendo este el punto donde caen los bloques.



Figura 6. Condición actual de los taludes conformados por roca fracturada

Debido a que el estudio geotécnico no contempló el estrato conformado por roca fracturada, se considera recomendable la implementación de medidas de protección para taludes rocosos como lo son barreras dinámicas o sistemas de mallas flexibles anclados, para la protección de la vía contra la caída de bloques de roca.

De acuerdo con lo indicado en el estudio geotécnico, los taludes debieron ser conformados con una pendiente de 1:1 (45°) y con una berma de 3 m a la altura de 8 m, para salvar alturas de hasta 14 m. Durante el recorrido y como se muestra en la Figura 5 y Figura 6, las pendientes de los taludes parecen tener una pendiente superior a los 45° recomendados. Dada esta condición, se considera apropiado realizar mediciones topográficas para verificar el cumplimiento de los cortes del terreno, ya que pendientes más empinadas implican menor excavación y por lo tanto un menor volumen de movimiento de tierra en el proyecto.

II.3 Comentarios acerca de las obras de drenaje

De acuerdo con el documento correspondiente a estudios geotécnicos, se observa la recomendación de la construcción de cunetas de guarda, canaletas para la colección y descenso de las escorrentías, así como cunetilla en el contra talud de la berma, y finalmente revestir con concreto los elementos de drenaje.

Durante el recorrido se identificó la presencia de cunetas y canaletas de recolección y descenso de las escorrentías en el tramo inicial del proyecto, hasta aproximadamente 1,5 km. A partir de este punto y cuando la pendiente de la vía se encuentra más empinada, las obras de drenaje desaparecen. Esta situación se observa en la Figura 7. En general, las obras de drenaje observadas en el tramo inicial no cuentan con continuidad hacia el tramo final del proyecto. Al no contar con una apropiada canalización del agua de escorrentía superficial, los muros de gaviones que se encuentran en la sección final del tramo analizado, son impactados directamente por el flujo de agua que desciende a velocidad desconocida, pero que por la pendiente de la vía se puede presumir que se trate de altas velocidades de flujo, lo cual puede generar un desgaste en los gaviones.

Dada esta condición se concluye que las obras de drenaje propuestas para el proyecto de acuerdo con lo indicado en el estudio geotécnico se encuentran actualmente incompletas por lo que no operan de



manera óptima para canalizar el agua de escorrentía. Lo anterior desencadena problemas de estabilidad en los taludes y desgaste de las obras de retención que impactan.



Figura 7. Obras de drenaje en el tramo inicial del proyecto



Figura 8. Ausencia de obras de drenaje en el tramo final del proyecto

II.4 Comentarios acerca de los muros de gaviones

Durante la visita realizada, se evaluó la condición actual de los muros de gaviones y los materiales utilizados en la sección final del tramo que abarca el proyecto. En lo que respecta a la alineación vertical de los muros, no se observan problemas de verticalidad a simple vista, lo que indica buenas prácticas constructivas y un buen estado actual de las obras de retención. Únicamente se observaron algunas zonas levemente deformadas en el trasdós de las canastas que se encuentran sobre el nivel del trazado de la vía, pero esta condición no representa un problema de estabilidad para el muro. Esta situación es esperable que ocurra en las condiciones en las que se encuentra el nivel superior del muro de gaviones, ya que al ser una obra de retención que funciona por gravedad (en decir bajo su propio peso) y no tener confinamiento, es un normal que se presenten deformaciones leves. Esta situación se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Conformación de las canastas de gaviones

En general el material utilizado en el relleno de los gaviones se observa apropiado en cuanto a tamaño y forma, ya que son bloques angulares y de tamaños superiores a la abertura de la malla, y el alambre de la malla cuenta con el apropiado recubrimiento de PVC.

IV. Comentarios finales

Después de realizar el recorrido por el tramo cantonal entre Sarchí Norte y Bajos del Toro, se concluye que es importante prestar especial atención a la protección de la cara de los taludes, tanto los conformados por material limoso como los de roca fracturada. Se considera recomendable acatar los señalamientos del documento correspondiente a estudios geotécnicos, en el que se indica el uso de técnicas de hidrosiembra para la estabilización y protección de la cara de los taludes de material limoso.



Además, y aunque en dicho estudio no se contemplan los taludes conformados por material rocoso, se enfatiza en la importancia de implementar técnicas de protección contra caída de bloques y en un principio realizar una campaña de exploración geotécnica adecuada para poder conformar un modelo geológico – geotécnico que sea lo más representativo posible del sitio.

Se enfatiza la importancia de realizar mediciones topográficas para verificar las pendientes actuales de los taludes, ya que en apariencia no cumplen con las recomendaciones de los análisis de estabilidad del estudio geotécnico del proyecto, en el cual se indican que los taludes deben tener pendientes 1:1 con bermas de 3 m de ancho a los 8 m de altura. Se entiende que conformar un talud con una pendiente mayor a la diseñada implica un menor volumen de movimiento de tierras, lo que representa un menor costo del proyecto. Sin embargo, los taludes con pendientes superiores a las diseñadas implican un mayor potencial de riesgo en cuanto a la seguridad del proyecto debido a eventuales problemas de inestabilidad.

Además, es importante verificar el cumplimiento de las recomendaciones del estudio geotécnico en cuanto al sistema de drenaje, ya que durante el recorrido se observó que únicamente se cuenta con cunetas de colección y descenso de las escorrentías en aproximadamente los primeros 1,5 km del tramo vial. El tramo final del proyecto no cuenta con estructuras de drenaje y tampoco fue posible localizar cunetas en el contratallud, tal cual se indica en los estudios geotécnicos del proyecto.

Finalmente, no hay evidencia de la existencia de un muro de retención de terramesh, cuyo diseño fue incluido en el documento de estudios geotécnico y que se propuso como la mejor solución de retención dadas las características geométricas de la sección en terraplén del vial. Este diseño se muestra de manera completa en el documento, en el que se observan esquemas constructivos y análisis de estabilidad. Sin embargo, en campo no se observó la presencia de esta obra.

V. Referencias

1. Compañía Asesora de Construcción e ingeniería (CACISA) (2012). **Informe final. 3.5 Estudios Geotécnicos para el análisis de estabilidad de taludes.** Proyecto: Reapertura y oficialización de ruta cantonal entre Sarchí Norte y Los Bajos del Toro, Valverde Vega, Costa Rica.