



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0951-2024

INFORME DE INSPECCIÓN DE TALUDES RUTA NACIONAL N° 702



Preparado por:

Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Junio, 2024



1. Informe: EIC-Lanamme-INF-0951-2024	2. Versión No. 1
3. Título y subtítulo: INFORME DE INSPECCIÓN DE TALUDES RUTA NACIONAL N° 702	4. Fecha del Informe 28/06/2024
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. Palabras clave Ninguna	
7. Resumen <i>El presente informe de inspección de los taludes de la ruta nacional 702, es producto de las inspecciones de taludes que realiza el Programa de Ingeniería Geotécnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) que se realizan en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según se indica en el artículo 6 de la ley 8114.</i> <i>Debido a las condiciones de estabilidad observadas a lo largo de la ruta nacional N°702, este informe proporciona un inventario actualizado de los sitios que muestran evidencia de inestabilidad y los factores que pueden incidir negativamente en el equilibrio del terreno, lo cual puede ser utilizado como insumo para análisis detallados por parte de la Administración. Se encontraron 62 sitios de interés geotécnico con alguna evidencia de inestabilidad, que entre otros rasgos presentan afectación por mal manejo de escorrentía superficial y erosión. Adicionalmente, se lograron inspeccionar y evaluar un total de 3 puntos con mayor especificidad.</i> <i>Es importante destacar que este informe constituye un insumo y una guía que puede ser tomada en consideración para llevar a cabo análisis adicionales con un mayor grado de detalle, que deben ser realizados por el profesional en geotecnia responsable de emitir las propuestas e implementar las obras requeridas, si fuese necesario.</i> <i>Este informe de inspección de taludes tiene validez únicamente en su forma íntegra y original. No se permite la reproducción total ni parcial de este documento sin la autorización del director del LanammeUCR</i>	
8. Inspección e informe por: Ing. Laura Solano Matamoros Inspectora nivel 2 Programa de Ingeniería Geotécnica	9. Revisado por: Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesoría Legal LanammeUCR
10. Revisado y aprobado por: Ana Lorena Monge Sandí, MSc. Coordinadora Programa Ingeniería Geotécnica	



RESUMEN EJECUTIVO

Este informe tiene como propósito realizar una evaluación preliminar de los taludes a lo largo de la Ruta Nacional N°702. Este informe presenta los resultados de la aplicación de la herramienta RC-545 "Herramienta del Lanamme para la inspección de taludes" V02 y el instructivo IT-IN-05 "Procedimiento para inspección de taludes" V02, elaborado por el Programa de Ingeniería Geotécnica (PIG) del LanammeUCR y cuya validación se realiza en campo con criterio profesional experto.

El trabajo llevado a cabo se centró en la inspección exhaustiva de los taludes a lo largo de la Ruta Nacional N°702, identificando cualquier indicio de inestabilidad. La inspección estuvo a cargo de un profesional experto de PIG. Dependiendo de la posible incidencia de la evidencia de inestabilidad identificada, se realizó la evaluación del talud considerando su condición de estabilidad actual, caracterización y las condiciones del entorno. En algunos casos, se registró únicamente la ubicación y una descripción general de la evidencia de inestabilidad observada, con el propósito de mantener un registro detallado y monitorear los sitios inestables desde una perspectiva geotécnica.

Como resultado de la evaluación, en el talud ubicado en el estacionamiento 10+651 se logra identificar que el material que lo conforma corresponde a un suelo residual con características cohesivas. Al momento de la inspección, el talud presentaba humedad del pie hasta su corona. Como evidencia de movimiento, se pudo observar material caído con un volumen dentro del rango de 0 m³-50 m³. Cabe resaltar la cercanía de viviendas y comercios, ya que la condición de estabilidad del talud puede incidir sobre estas estructuras.

En la estación 33+041, se encuentra un talud con 26.5 m de altura conformado por suelo cohesivo y residual. El talud cuenta con una cuneta al pie, la cual se encuentra obstruida por lo que no puede ejecutar su función adecuadamente. Se aprecian coronas y un volumen de material caído entre 50 m³ – 200 m³, que dejan en evidencia el movimiento previo. La clasificación del talud al aplicar la herramienta RC-545 es media, lo que indica que se debe realizar una evaluación específica del sitio a cargo de un profesional en geotecnia asignado por la Administración.

Por último, en el estacionamiento 54+167, nuevamente se presenta un talud conformado por un suelo con características cohesivas y de origen residual. En dicho talud se observa una falla de tipo rotacional. Adicionalmente es posible identificar estructuras residenciales cercanas que pueden verse afectadas por la condición de estabilidad del talud. Al momento de la evaluación, se aprecia humedad en la corona del talud.

Los resultados de esta evaluación ofrecen información valiosa para identificar las condiciones de sitios específicos durante el período de la evaluación. Además, se proporcionan recomendaciones generales para el mantenimiento de los taludes y la prevención o mitigación de posibles deslizamientos.

Es importante enfatizar que, aunque este informe cuenta con un respaldo técnico adecuado, corresponde a los resultados de una evaluación visual realizada en un momento específico. Por lo tanto, constituye un insumo inicial para los análisis definitivos y para la toma de decisiones finales o recomendaciones de diseños de obras de ser necesarias. Para ello, se requiere un estudio completo que debe ser realizado por un profesional en geotecnia designado para emitir propuestas e implementar obras de estabilidad de taludes, en caso de ser necesarias.



EIC-Lanamme-INF-0951-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 4 de 22
---------------------------	---	----------------

El objetivo final es garantizar la seguridad y eficiencia del tránsito en esta ruta nacional, promoviendo el bienestar de los usuarios y contribuyendo al desarrollo sostenible del país. Se insta a realizar estudios geotécnicos exhaustivos y a considerar todas las variables para tomar decisiones informadas y seguras.



Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	6
II.	OBJETIVOS	7
II.1	Objetivo general	7
II.2	Objetivos específicos	7
III.	ALCANCE DEL INFORME	8
IV.	DESCRIPCIÓN DE LOS TALUDES INSPECCIONADOS.....	9
V.	RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN	11
VI.	Comentarios finales.....	20
VII.	Recomendaciones derivadas de la inspección	21
VIII.	REFERENCIAS	22



I. INTRODUCCIÓN

La inspección y evaluación a elementos que son considerados activos viales, como lo son los taludes, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Dado lo anterior, el presente documento es un informe de inspección y evaluación de taludes de la ruta nacional 702 que se enmarca en las funciones de fiscalizador que la ley citada le confiere al LanammeUCR.

El trabajo realizado consiste en la inspección y evaluación de los taludes o laderas a lo largo de toda la ruta, con especial atención a aquellos que muestran signos de inestabilidad. Este análisis se llevó a cabo siguiendo el procedimiento establecido en el instructivo IT-IN-05 "Procedimiento para inspección de taludes" V02, desarrollado por el PIG del LanammeUCR. Además, se destaca que la validación de los resultados se realizó en campo, contando con la experiencia y el criterio profesional de expertos en el área.

Como parte de la evaluación, además de utilizar el RC-545 "Herramienta del Lanamme para inspección de taludes" V02, se implementó la herramienta simplificada que consiste en un levantamiento rápido para el cual se registra la fecha del levantamiento, coordenadas exactas del sitio, la evidencia de inestabilidad y una fotografía de la condición. La herramienta simplificada surge a raíz de la limitación de algunas zonas de las carreteras de montaña en cuanto a espacios disponibles para estacionar el vehículo sin obstruir el flujo del tránsito, sin poner en riesgo la vida de los operarios de las evaluaciones y de los usuarios de la carretera. Con esta otra herramienta es posible identificar sitios con evidencias de inestabilidad que puedan evolucionar a movimientos de material que eventualmente afecten la carretera al cambiar sus condiciones geométricas o de saturación del medio.

Los resultados de esta evaluación representan un insumo que permitirán tener un conocimiento de los sitios específicos que al momento de la evaluación presentan inestabilidades de algún tipo, así como recomendaciones técnicas generales para el mantenimiento de los taludes o laderas y prevención o mitigación de posibles deslizamientos.



II. OBJETIVOS

II.1 *Objetivo general*

Inspeccionar y evaluar la condición de los taludes o laderas a lo largo de toda la ruta nacional N°702 y su entorno, para determinar si en su estado actual amerita realizar estudios y análisis adicionales para establecer su condición de estabilidad.

II.2 *Objetivos específicos*

- Determinar las características generales de los materiales que componen los taludes o laderas y el estado que muestran al momento de la inspección
- Establecer si existe evidencia de movimiento o falla en los taludes o laderas bajo las condiciones del entorno en que se encuentran
- Verificar si existen obras de drenaje, manejo de aguas o estabilización
- Revisar si la condición de los taludes o laderas puede impactar directamente emplazamientos, vías o servicios cercanos que generen afectación a los usuarios.

El presente informe pretende establecer niveles de evaluación y clasificación de la condición de los taludes o laderas para la identificación de la necesidad o no de recomendaciones técnicas o intervenciones más profundas a cargo de profesionales en geotecnia responsables de diseños, a partir de la evaluación visual realizada del talud.



III. ALCANCE DEL INFORME

El presente informe no está destinado a presentar los resultados de una evaluación rigurosa del riesgo de los taludes evaluados, puesto que este tipo de evaluaciones requieren de la incorporación de conceptos más complejos. No obstante, el presente informe pretende establecer niveles de evaluación y clasificación de la condición de los taludes con base en el criterio experto del Programa de Ingeniería Geotécnica (PIG) del LanammeUCR, para la identificación de la necesidad o no de recomendaciones técnicas o intervenciones más profundas, a partir de la evaluación visual realizada del talud.

En este sentido, la evaluación realizada establece dos áreas generales de estudio, a saber:

- La caracterización del talud: En esta se incluyen las características talud, tales como altura, pendiente, material que lo conforma entre otros, así como condiciones climáticas de la zona.
- Observaciones en la zona del talud: En esta, la evaluación se concentra en verificar si hay evidencia de movimiento y si existe alguna posible afectación en la zona circundante al talud.

Para efectos de los alcances de este informe se han establecido tres niveles, cuya asignación se establece según la aplicación de la herramienta y el instructivo IT-IN-05 "Procedimiento para inspección de taludes" V02, elaborado por el PIG del LanammeUCR y cuya validación se realiza en campo con criterio profesional experto y que se presentan a continuación:

Tabla 1

Clasificación de la condición de los taludes con base a criterio experto del PIG LanammeUCR

Clasificación	Descripción
Baja	El nivel de afectación del talud leve y la incidencia sobre las estructuras cercanas no implica análisis adicionales específicos o más profundos del sitio. Las recomendaciones que se brindan son de carácter general.
Media	El nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas requiere de una evaluación específica del sitio, con el fin de determinar si el talud requiere de recomendaciones especiales para el sitio o análisis más profundos, o si bien las recomendaciones generales son suficientes para mejorar la condición del talud.
Alta	El nivel de afectación del talud y la incidencia sobre estructuras cercanas requiere realizar un análisis con mayor detalle del sitio, incluyendo exploración geotécnica básica y el uso de algún software especializado. Las recomendaciones dependerán del resultado del análisis, si son requeridas.



IV. DESCRIPCIÓN DE LOS TALUDES INSPECCIONADOS

Con la finalidad de evaluar la condición desde el punto de vista geotécnico de los taludes y laderas de la ruta nacional N°702 y contar con un inventario de los taludes o laderas que presentan indicios de inestabilidad a lo largo del sector de carretera de montaña de la ruta, se realizó el recorrido de la capturando las coordenadas, y evidencia fotográfica de los sitios que bajo el criterio del profesional experto en el área fueron considerados de interés para el monitoreo del comportamiento de los taludes y su afectación en la ruta.

En total fueron identificados 62 sitios con alguna evidencia de inestabilidad, de los cuales 3 fueron evaluados a detalle aplicando la herramienta RC-545 "Herramienta del Lanamme para la inspección de taludes" V02 bajo la metodología descrita en el instructivo IT-IN-05 "Procedimiento para inspección de taludes" V02, y para todos se cuenta con el registro de su ubicación y referencia fotográfica como resultado de la aplicación de la herramienta simplificada de evaluación.

En la Figura 1 se muestran los sitios identificados con algún indicio de inestabilidad. Las cruces rojas muestran los sitios de interés geotécnicos levantados con la herramienta simplificada y los círculos azules con el RC-545. En la Tabla 2 y Tabla 3 se enlistan las ubicaciones de los registros de sitios identificados con condiciones que son consideradas evidencias de inestabilidad registrados con la herramienta simplificada y con la herramienta RC-545 "Herramienta del Lanamme para la inspección de taludes" del PIG respectivamente.

Figura 1

Ubicación de los sitios con evidencia de inestabilidad en la ruta nacional N°702

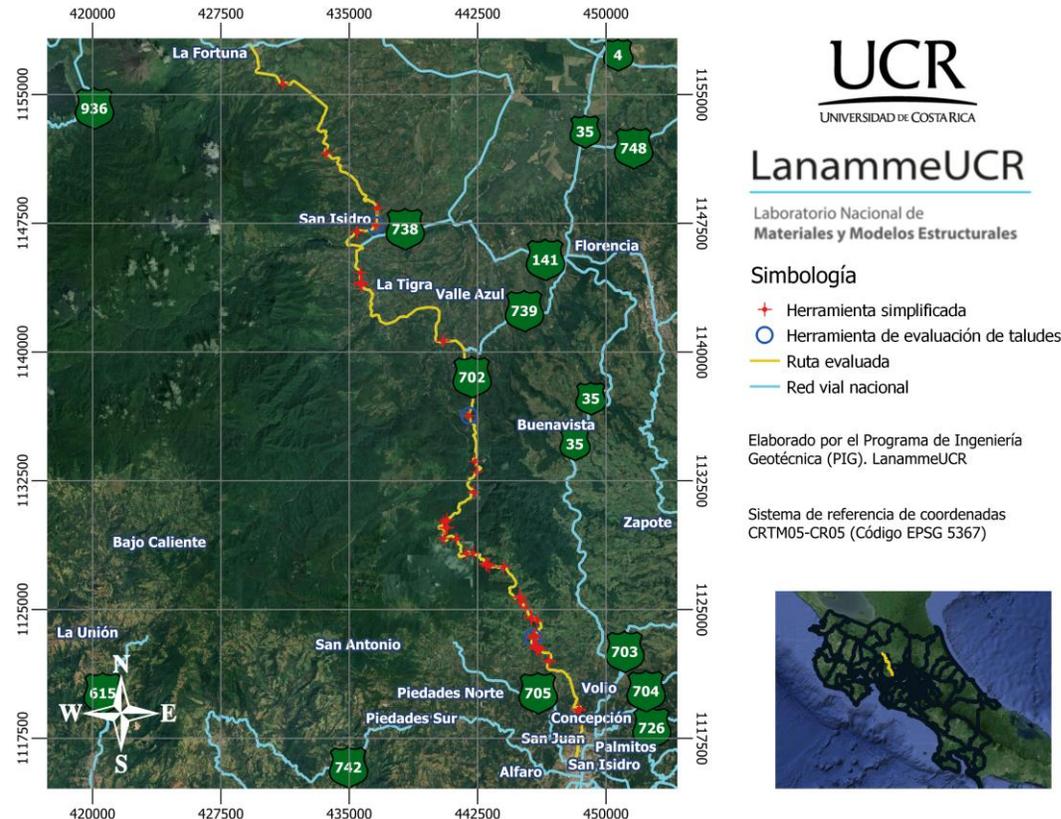




Tabla 2

Ubicación de los sitios identificados con la herramienta simplificada

#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est.	#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est.
		Este	Norte				Este	Norte	
1	19/2/2024	448512,77	1118588,29	3+026	31	19/2/2024	443021,22	1127624,08	17+942
2	19/2/2024	448446,05	1118688,77	3+167	32	19/2/2024	445976,41	1124327,09	11+983
3	19/2/2024	448374,94	1118796,99	3+321	33	19/2/2024	445652,96	1124478,46	12+427
4	19/2/2024	448379,33	1118871,59	3+399	34	19/2/2024	445608,51	1124531,28	12+552
5	19/2/2024	448373,17	1118876,93	3+407	35	19/2/2024	445321,56	1125079,27	13+175
6	19/2/2024	448350,17	1118917,63	3+457	36	19/2/2024	445050,28	1125470,61	13+655
7	19/2/2024	448427,92	1119112,45	3+690	37	19/2/2024	444935,46	1125736,13	13+959
8	19/2/2024	448428,00	1119206,48	3+819	38	19/2/2024	444989,89	1125689,44	13+887
9	19/2/2024	446668,10	1121975,57	8+363	39	19/2/2024	444999,97	1125680,38	13+873
10	19/2/2024	446686,83	1122005,45	8+398	40	19/2/2024	444024,13	1127492,02	16+770
11	19/2/2024	446140,50	1122635,53	9+500	41	19/2/2024	443179,37	1127522,98	17+698
12	19/2/2024	445958,91	1122676,58	9+695	42	19/2/2024	443034,58	1127593,74	17+909
13	19/2/2024	445969,44	1122764,34	9+789	43	19/2/2024	443021,22	1127624,08	17+942
14	19/2/2024	445998,69	1122811,64	9+845	44	19/2/2024	442981,98	1127689,88	18+019
15	19/2/2024	445858,95	1122916,28	10+062	45	19/2/2024	442232,20	1128291,53	19+251
16	19/2/2024	445842,56	1123502,68	10+833	46	19/2/2024	441842,06	1128266,54	19+748
17	19/2/2024	445828,36	1123488,52	10+811	47	19/2/2024	441268,84	1129131,49	21+516
18	19/2/2024	445807,37	1123472,63	10+785	48	19/2/2024	440527,66	1129147,12	22+566
19	19/2/2024	445738,83	1123364,57	10+651	49	19/2/2024	440644,62	1129746,93	23+232
20	19/2/2024	445976,41	1124327,09	11+983	50	19/2/2024	440680,05	1129759,16	23+269
21	19/2/2024	445652,96	1124478,46	12+427	51	19/2/2024	440725,72	1129786,15	23+321
22	19/2/2024	445608,51	1124531,28	12+552	52	19/2/2024	440519,68	1130087,90	24+512
23	19/2/2024	445321,56	1125079,27	13+175	53	19/2/2024	440705,74	1130233,27	24+758
24	19/2/2024	445050,28	1125470,61	13+655	54	19/2/2024	442269,24	1131832,69	27+348
25	19/2/2024	444935,46	1125736,13	13+959	55	19/2/2024	442457,45	1133012,35	28+997
26	19/2/2024	444989,89	1125689,44	13+887	56	19/2/2024	442339,78	1133628,28	29+901
27	19/2/2024	444999,97	1125680,38	13+873	57	19/2/2024	442002,83	1136284,72	33+041
28	19/2/2024	444024,13	1127492,02	16+770	58	19/2/2024	442071,16	1139058,73	36+196
29	19/2/2024	443179,37	1127522,98	17+698	59	19/2/2024	440498,07	1140665,21	38+958
30	19/2/2024	443034,58	1127593,74	17+909	60	19/2/2024	440466,60	1140645,91	38+994

Tabla 3

Ubicación de los sitios evaluados con la herramienta de evaluación de taludes en carretera del PIG del LanammeUCR

#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est,	#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est,
		Este	Norte				Este	Norte	
1	19/2/2024	445740,82	1123366,69	10+651	3	19/2/2024	436515,70	1147394,45	54+167
2	19/2/2024	442004,65	1136293,88	33+041					

V. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

Con la finalidad de evaluar la condición y contar con un inventario de los taludes que presentan indicios de inestabilidad a lo largo de la ruta nacional N°702, se utilizó la herramienta bajo la metodología descrita en apartados anteriores, para evaluar la condición de taludes.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados de la inspección y evaluación de los taludes realizados con ayuda de la herramienta RC-545 “herramienta del Lanamme para la inspección de taludes” V02 para la inspección de taludes en carretera, aplicado a los sitios identificados con evidencia de inestabilidad de la ruta nacional N°702, en los que las condiciones de la carretera permitieran un acercamiento al sitio, suficiente para realizar la inspección visual y mediciones necesarias para la evaluación sin poner en riesgo la integridad de los evaluadores y el equipo de trabajo.

De manera general los sitios identificados con alguna evidencia de inestabilidad son taludes que en la mayoría de los casos presentan indicios de inestabilidad que responden a un patrón de afectación por escorrentía superficial. Cabe resaltar que a lo largo de la ruta y de manera recurrente se observa la deficiencia en los sistemas para el control y manejo de agua, principalmente en la corona del talud, aunque la presencia de cunetas al pie del talud no abarca la totalidad de la vía, aunado a esto hay ausencia de elementos de drenaje y sistemas de control de erosión.

En la Figura 2, se señala una grieta longitudinal de aproximadamente 50 m de longitud, ubicada sobre la carpeta asfáltica en la corona del talud de la margen inferior a la vía. Adicionalmente se señala el crecimiento inclinado de la vegetación circundante, esto resulta un indicio de un posible movimiento de la masa de suelo, por lo que se recomienda mantener el monitoreo continuo del sitio y de la grieta, con el fin de evitar que las condiciones identificadas al momento de la evaluación se magnifiquen.

Figura 2

Presencia de grietas en el terreno circundante al talud del estacionamiento 8+363



En la Figura 3 se presentan a manera de ejemplo algunos taludes con una superficie de falla rotacional definida, además se señala la acumulación del material deslizado al pie del talud. Con esta condición, pueden existir otros taludes más a lo largo de la ruta.

Figura 3

Deslizamiento de los taludes por falla rotacional con material acumulado al pie del talud



(a) 17+908



(b) 27+350



(c) 38+958



(d) 52+949

En la Figura 4 se muestra el talud del estacionamiento 48+500 a manera de ejemplo de la condición que se observa en varios sitios a lo largo de la ruta. Se resalta la formación de cárcavas como resultado de la afectación en la cara del talud producto de la deficiencia en los sistemas de manejo de escorrentía superficial, principalmente en la corona del talud y ausencia de elementos de drenaje de agua de infiltración en los taludes. La formación de cárcavas y erosión en la cara del talud son evidencias que si se amplifican resultan desfavorables para la estabilidad del talud.



Figura 4

Formación de cárcavas en la cara del talud del estacionamiento 48+500



De manera general se considera recomendable intervenir los taludes, cortando y removiendo la vegetación ubicada en zonas inestables, implementar sistemas para el control de erosión y manejo de agua de escorrentía superficial, con el fin de evitar que las condiciones identificadas al momento de la evaluación se magnifiquen. Además, se estima relevante realizar análisis más profundos de los taludes mencionados, para determinar si se requiere algún tipo de intervención mayor.

La Tabla 4 contiene el resultado de la evaluación del talud en el estacionamiento 10+651 que alcanza una altura de 5,5 m. Se conforma por un material de origen residual y con propiedades cohesivas. Presenta una forma convexa y humedad en la corona. La única evidencia de movimiento observada es material caído que no supera los 50 m³. Como estructura para el manejo del agua de escorrentía, se distingue una cuneta obstruida por el material caído. Se puede destacar la presencia de estructuras cercanas como: viviendas y redes eléctricas.



Tabla 4
Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 10+651

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	19/02/2024
	Ruta	702
	Latitud	10,15896469
	Longitud	-84,49517401
	Precipitación	3000 mm - 4500 mm
Caracterización del talud	Pendiente	50°
	Altura del talud	5,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo Residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas
	Vegetación	Pastos Naturales
	Uso de suelo	Camino/carretera
Condición del talud	Falla en el talud	No
	Forma del Talud	Convexa
	Manejo de escorrentía	Drenaje obstruido
	Afectación por escorrentía	Ninguna
	Agua en el talud	En la corona
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
Evidencia de movimiento	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	0 a 50 - Extremadamente pequeño
Estructuras cercanas	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	8 m - 15 m
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Colectora mayor
	Presencia de redes eléctricas	3 m - 8 m
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	



Recomendación final

Media - Evaluación específica del sitio



Al aplicar la evaluación con la herramienta RC-545 al talud en el estacionamiento 10+651, se obtiene para el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas la clasificación media, de acuerdo con el criterio experto del PIG, el talud no requiere de una evaluación específica del sitio, y las recomendaciones generales como manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.

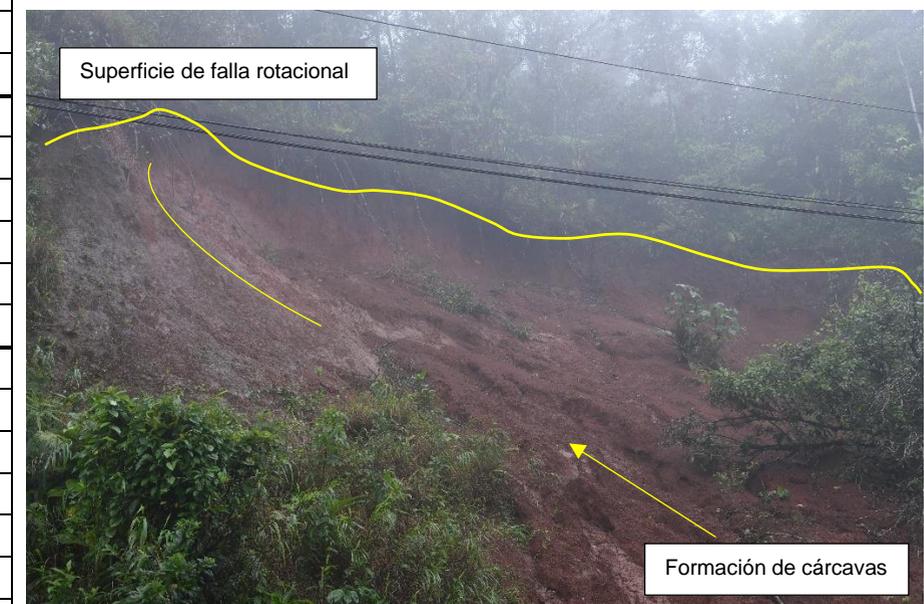
Por otro lado, el talud que se encuentra en el estacionamiento 33+041 (ver Tabla 5) alcanza una altura considerable de 26,5 m, con una pendiente escarpada de aproximadamente 55°. Este talud de suelo cohesivo con origen residual presenta una falla de tipo traslacional. Se identifica como evidencia de movimiento del terreno circundante al talud la formación de coronas y el material caído de un volumen que supera los 50 m³, pero no los 200 m³. En adición a la carretera, en sus cercanías hay presencia tanto de redes eléctricas como viviendas.



Tabla 5

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 33+041

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	19/02/2024
	Ruta	702
	Latitud	10,27579148
	Longitud	-84,52946311
	Precipitación	3000 mm - 4500 mm
Caracterización del talud	Pendiente	55°
	Altura del talud	26,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo Residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas
	Vegetación	Pastos Naturales
	Uso de suelo	Camino/carretera
Condición del talud	Falla en el talud	Deslizamiento traslacional
	Forma del Talud	Cóncava
	Manejo de escorrentía	Drenaje obstruido
	Afectación por escorrentía	Ninguna
	Agua en el talud	En la corona
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
Evidencia de movimiento	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	Si
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	50 a 200 - Muy pequeño
Estructuras cercanas	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	Más de 15 m
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Colectora mayor
	Presencia de redes eléctricas	0 m - 3 m
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	
Recomendación final		Media - Evaluación específica del sitio





Como resultado de la evaluación con la herramienta RC-545 se obtiene para el talud del estacionamiento 33+041 una clasificación media para el nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas. Dada las dimensiones del talud y de la superficie de falla del tipo rotacional que evidencia un deslizamiento y el material caído acumulado al pie del talud, así como la formación de cárcavas y la condición de humedad que presenta el talud al momento de la evaluación, se recomienda realizar un análisis con mayor detalle del sitio, incluyendo exploración geotécnica básica y el uso de algún software especializado. Para esto es recomendable realizar un levantamiento topográfico del talud para efectuar el análisis en softwares especializados aplicando la geometría representativa del sitio. Una posibilidad para contar con la topografía del sitio es realizar el levantamiento con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) para la generación de Modelos de Elevación Digital (MED), y posteriormente analizarlos con softwares especializados en geotecnia que permitan determinar las superficies de falla con mayor precisión.

Además, se recomienda implementar un adecuado sistema de manejo de agua de escorrentía superficial que incluya contracunetas y estructuras de canalización de agua de escorrentía superficial, y considerar una mejora en el sistema de drenajes existente, el diseño y construcción del sistema de drenajes específico adecuado para el talud

Finalmente, el último talud que se evalúa de manera detallada se encuentra en la estación 54+167. Este talud tiene una pendiente aproximada de 53° y alcanza los 12,5 m de altura. El material que lo conforma corresponde a un suelo de propiedades cohesivas con un origen residual. En la cara del talud se aprecia con un grado medio de agrietamiento y de forma cóncava, con una superficie de falla rotacional. El material caído, así como la formación de coronas que se señalan en las imágenes de la Tabla 6, estas resultan evidencia el movimiento del talud. La presencia de estructuras cercanas como redes eléctricas y viviendas en sus alrededores, refuerza la importancia de su adecuada valoración.



Tabla 6
Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 54+167

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	19/02/2024
	Ruta	702
	Latitud	10,37606768
	Longitud	-84,57975635
	Precipitación	3000 mm - 4500 mm
Caracterización del talud	Pendiente	53°
	Altura del talud	12,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo Residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Medianamente agrietado
	Vegetación	Pastos Naturales
	Uso de suelo	Camino/carretera
Condición del talud	Falla en el talud	Deslizamiento rotacional
	Forma del Talud	Cóncava
	Manejo de escorrentía	Drenaje obstruido
	Afectación por escorrentía	Ninguna
	Agua en el talud	En la corona
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
Evidencia de movimiento	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	Si
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	0 a 50 - Extremadamente pequeño
Estructuras cercanas	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	8 m - 15 m
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Colectora mayor
	Presencia de redes eléctricas	3 m - 8 m
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	
Recomendación final	Media - Evaluación específica del sitio	





EIC-Lanamme-INF-0951-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 19 de 22
---------------------------	---	-----------------

Como resultado de la evaluación con la herramienta RC-545 se obtiene para el talud del estacionamiento 54+167 una clasificación media para el nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas. Dado que se identificó la formación de coronas y la acumulación de material caído producto del deslizamiento, se recomienda realizar un análisis con mayor detalle del sitio, incluyendo exploración geotécnica básica, caracterización del material de relleno y análisis especializados de estabilidad, modelando el sitio con algún software especializado utilizando la pendiente y características geométricas actuales en condiciones de saturación y sismo. Para esto es recomendable realizar un levantamiento topográfico del talud para efectuar el análisis en softwares especializados aplicando la geometría representativa del sitio. Una posibilidad para contar con la topografía del sitio es realizar el levantamiento con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) para la generación de Modelos de Elevación Digital (MED), y posteriormente analizarlos con softwares especializados en geotecnia que permitan determinar las superficies de falla con mayor precisión.

Además, se recomienda implementar un adecuado sistema de manejo de agua de escorrentía superficial que incluya contracunetas y estructuras de canalización de agua de escorrentía superficial, y considerar una mejora en el sistema de drenajes existente, el diseño y construcción del sistema de drenajes específico adecuado para el talud.



VI. Comentarios finales

Después de realizar la visita de campo a la ruta nacional N°702, de manera general se resalta que la mayoría de los taludes existentes carecen de sistemas adecuados para el control de la escorrentía superficial, por lo que se recomienda implementar medidas integrales de mitigación para detener y evitar la erosión de la cara de los taludes, así como, colocar sistemas para el control de la escorrentía superficial y evitar que se magnifiquen los problemas de estabilidad que fueron observados.

Es recomendable mantener el monitoreo de los sitios con evidencias de agrietamiento en el pavimento y en caso de evidenciar la amplificación de las evidencias observadas, se sugiere realizar los levantamientos de los taludes ubicados en la ladera abajo de la vía, ya que las inestabilidades en estos taludes afectan directamente la vía ocasionando pérdida parcial o hasta total de su ancho, debido a los deslizamientos de mayor magnitud. Es necesario realizar los análisis pertinentes para brindar las recomendaciones apropiadas para la condición del talud.

Se sugiere llevar a cabo estudios adicionales incluyendo ensayos in situ y de laboratorio, que constituye una exploración geotécnica más a detalle que permita establecer un modelo geotécnico específico y representativo de los sitios que no pudieron ser evaluados con la herramienta RC-545, pero que, con el registro mostrado en apartados anteriores, queda en evidencia que, ante una posible inestabilidad el nivel de afectación a las estructuras cercanas puede ser alto. Posterior a esto, realizar los respectivos análisis de estabilidad en condición tanto estática como pseudo-estática, así como evaluar diferentes condiciones de saturación de los materiales, dada la influencia observada en los análisis del presente informe, así como también evaluar diferentes propuestas de estabilización de los taludes y su respectiva optimización, en caso de ser necesarias. La omisión de estos aspectos podría significar riesgos económicos a la Administración y a los usuarios de la ruta.

Adicionalmente, para los casos mencionados en apartados anteriores, en los que se requiere un análisis más específico, por ejemplo, sitios en los que el talud presenta una superficie de falla claramente definida, resulta apropiado identificar la superficie de falla crítica tras modelar en tres dimensiones la geometría resultante luego del deslizamiento, y analizar esta superficie en dos dimensiones, modificando las condiciones de análisis, es decir, estática, pseudoestática, seca y saturada. Este enfoque permite simular el comportamiento de la misma superficie de falla bajo diferentes condiciones y, de esta manera, obtener resultados más representativos. Estos resultados proporcionarán la base para ofrecer recomendaciones específicas por parte de un ingeniero especializado en geotecnia que esté a cargo del proyecto.



VII. Recomendaciones derivadas de la inspección

Dado el alcance de las inspecciones y evaluaciones realizadas en los sitios visitados, en este informe no es posible emitir recomendaciones y diseños detallados de alguna obra de retención. Así pues, corresponde a la Administración la designación de un profesional en geotécnica para la elaboración de un estudio completo y la emisión de las propuestas de las obras de estabilidad o retención de talud, en caso de ser necesarias.

De manera general se sugiere llevar a cabo estudios adicionales incluyendo ensayos in situ y de laboratorio, que constituye una exploración geotécnica más a detalle. Con ello sería posible establecer modelos geotécnicos específicos y representativos de cada uno de los taludes analizados y, posterior a esto, realizar los respectivos análisis de estabilidad.

Sin embargo, de la visita de campo realizada, fue posible observar que los taludes analizados carecen de sistemas de drenaje superficial y control de la escorrentía superficial. Por lo cual se recomienda construir sistemas de drenajes en el propio talud, así como llevar a cabo el diseño y construcción del sistema de drenajes específicos para los problemas observados en cada uno de los taludes evaluados, estos sistemas deben incluir contracunetas y estructuras de canalización de agua de escorrentía superficial. El diseño de estas obras deberá estar a cargo y bajo la supervisión del ingeniero en geotecnia encargado del proyecto, designado por la Administración.

Se considera recomendable la colocación de métodos adecuados para el control de la erosión superficial, tales como: vegetación, geomantas, biomantas, entre otros. Estos métodos deben contar con un diseño específico para el sitio evaluado y el diseño y selección del método deberá estar a cargo y bajo la supervisión del ingeniero en geotecnia encargado del proyecto, que indique la forma adecuada de colocar estas alternativas, con el fin de optimizar la solución y no generar problemas mayores a posteriori.

Dada la dificultad para acceder a ciertos taludes y hacer una evaluación apropiada del sitio específico, así como para conocer su topografía específica, se recomienda realizar el levantamiento con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) para la generación de Modelos de Elevación Digital (MED) como medida alternativa para generar dicha topografía, y posteriormente realizar análisis con softwares especializados en geotecnia que permitan determinar las superficies de falla con mayor precisión.



VIII. REFERENCIAS

- LanammeUCR (2023). **RC-545 Herramienta del LanammeUCR para la inspección de taludes” V02, en Survey123**. LanammeUCR. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- Programa de Ingeniería Geotécnica (2023). **IT-IN-05 “Procedimiento para inspección de taludes” V02**. LanammeUCR. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.