



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-1422-2024

INFORME DE INSPECCIÓN DE TALUDES RUTA NACIONAL 142



Preparado por:

Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Setiembre, 2024



1. Informe: EIC-Lanamme-INF-1422-2024	2. Versión No. 1
3. Título y subtítulo: INFORME DE INSPECCIÓN DE TALUDES RUTA NACIONAL 142	4. Fecha del Informe 27/08/2024
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 El presente informe de inspección de los taludes de la Ruta Nacional 142, 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. Debido a las condiciones de estabilidad observadas a lo largo de la Ruta Nacional 142, 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 136 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. 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. 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.	
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	



EIC-Lanamme-INF-1422-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 3 de 25
---------------------------	---	----------------

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe tiene como propósito realizar una evaluación preliminar de los taludes a lo largo de la Ruta Nacional 142. 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 142, 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.

La evaluación de la ruta nacional se realizó inicialmente en una gira el 03 de mayo de 2024 en la que se recorrió la ruta y se identificaron los sitios con evidencias de inestabilidad. Dados los acontecimientos del 14 de julio de 2024 que ocasionaron el cierre de esta ruta por aspectos geotécnicos, se realizó una gira de monitoreo el 24 de julio de 2024 en la que se identificaron nuevas evidencias de inestabilidad.

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 por la Administración para emitir propuestas e implementar obras de estabilidad de taludes, en caso de ser necesarias.

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	5
II.	OBJETIVOS	6
II.1	Objetivo general	6
II.2	Objetivos específicos	6
III.	ALCANCE DEL INFORME	7
IV.	DESCRIPCIÓN DE LOS TALUDES INSPECCIONADOS.....	8
V.	RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN	11
VI.	COMENTARIOS FINALES.....	23
VII.	RECOMENDACIONES DERIVADAS DE LA INSPECCIÓN	24
VIII.	REFERENCIAS	25



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 142 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 en dos visitas: la primera se realizó el 03 de mayo de 2024 y una segunda gira de monitoreo el 24 de julio de 2024. La evaluación se realizó 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.



EIC-Lanamme-INF-1422-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 6 de 25
---------------------------	---	----------------

II. OBJETIVOS

II.1 *Objetivo general*

Inspeccionar y evaluar la condición de los taludes o laderas a lo largo de toda la Ruta Nacional 142 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 (ver Tabla 1), cuya asignación se define 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 142 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 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 136 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. Las cruces color anaranjado y los círculos color violeta representa respectivamente los sitios registrados con la herramienta simplificada y con el RC-545 durante la gira de monitoreo realizada el 24 de julio de 2024. 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 142

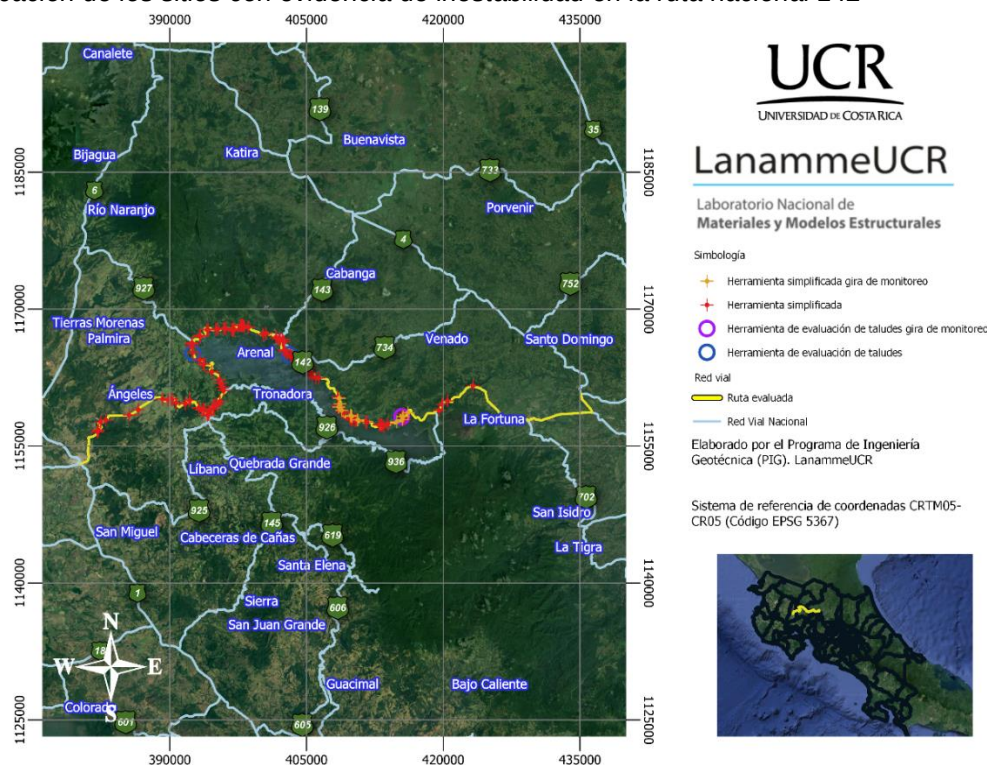




Tabla 2

Ubicación de los sitios identificados con la herramienta simplificada

#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est,	#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est,
		Este	Norte				Este	Norte	
1	3/5/2024	385549,86	1158389,03	10+011	35	3/5/2024	392436,56	1165839,82	34+510
2	3/5/2024	386542,90	1158971,72	11+174	36	3/5/2024	392429,78	1166151,40	34+822
3	3/5/2024	389217,75	1160155,07	14+409	37	3/5/2024	392430,82	1166181,27	34+852
4	3/5/2024	389814,45	1160038,18	15+130	38	3/5/2024	392435,45	1166297,16	34+969
5	3/5/2024	389814,23	1160037,37	15+130	39	3/5/2024	393335,53	1166997,48	36+414
6	3/5/2024	390225,20	1160157,82	15+580	40	3/5/2024	393270,63	1167125,71	36+558
7	3/5/2024	390688,90	1159721,11	16+381	41	3/5/2024	393264,55	1167135,11	36+569
8	3/5/2024	390695,60	1159714,15	16+391	42	3/5/2024	394059,03	1167744,15	38+668
9	3/5/2024	391700,21	1159637,47	17+871	43	3/5/2024	394203,82	1167713,34	38+871
10	3/5/2024	391725,34	1159672,43	17+915	44	3/5/2024	382067,93	1156564,40	4+713
11	3/5/2024	392166,75	1160013,64	18+555	45	3/5/2024	382139,19	1156711,31	4+886
12	3/5/2024	392179,64	1160018,03	18+568	46	3/5/2024	382166,12	1156736,63	4+923
13	3/5/2024	393175,84	1159172,36	20+056	47	3/5/2024	395094,96	1167792,89	40+124
14	3/5/2024	393438,42	1158939,52	20+449	48	3/5/2024	395278,43	1167801,98	40+372
15	3/5/2024	393692,77	1159077,10	20+750	49	3/5/2024	395943,00	1167900,93	41+162
16	3/5/2024	393797,96	1159022,89	20+875	50	3/5/2024	396116,47	1167903,69	41+361
17	3/5/2024	394136,34	1158395,12	21+766	51	3/5/2024	396811,10	1167748,34	42+147
18	3/5/2024	394244,87	1158480,90	22+232	52	3/5/2024	396825,25	1167724,68	42+174
19	3/5/2024	394343,20	1158702,66	22+547	53	3/5/2024	396844,37	1167695,78	42+208
20	3/5/2024	394614,91	1159041,44	23+237	54	3/5/2024	396960,03	1167629,03	42+409
21	3/5/2024	394787,40	1159380,54	23+728	55	3/5/2024	396970,97	1167686,29	42+466
22	3/5/2024	394868,90	1159394,97	23+810	56	3/5/2024	396948,42	1167776,03	42+564
23	3/5/2024	395179,91	1159585,44	24+236	57	3/5/2024	397012,81	1167857,71	42+675
24	3/5/2024	395507,10	1159892,24	24+746	58	3/5/2024	397729,56	1168186,33	43+802
25	3/5/2024	395933,00	1161097,25	26+388	59	3/5/2024	397850,66	1168238,88	43+940
26	3/5/2024	395814,94	1161438,93	26+792	60	3/5/2024	397983,59	1168236,75	44+084
27	3/5/2024	395555,54	1161865,53	27+468	61	3/5/2024	398065,11	1168193,90	44+180
28	3/5/2024	395461,79	1162293,49	27+993	62	3/5/2024	398182,40	1168055,27	44+360
29	3/5/2024	394604,14	1163116,80	29+323	63	3/5/2024	398603,80	1168032,04	44+859
30	3/5/2024	394588,57	1163138,61	29+349	64	3/5/2024	398650,35	1168020,60	44+902
31	3/5/2024	393755,62	1163954,68	31+741	65	3/5/2024	400258,20	1167216,38	46+849
32	3/5/2024	393653,92	1163992,92	31+850	66	3/5/2024	400538,57	1167351,32	47+170
33	3/5/2024	393268,50	1164440,65	32+680	67	3/5/2024	401683,88	1166943,16	48+632
34	3/5/2024	392527,90	1165229,10	33+883	68	3/5/2024	401676,07	1166889,42	48+689



Tabla 2. cont

Ubicación de los sitios identificados con la herramienta simplificada

#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est,	#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est,
		Este	Norte				Este	Norte	
69	3/5/2024	401974,24	1166698,90	49+094	103	24/7/2024	408852,03	1158920,33	63+626
70	3/5/2024	401998,78	1166699,59	49+119	104	3/5/2024	408893,09	1158778,34	63+797
71	3/5/2024	402108,13	1166713,65	49+229	105	3/5/2024	409094,31	1158621,61	64+117
72	3/5/2024	402359,99	1166654,11	49+487	106	3/5/2024	409090,09	1158617,43	64+123
73	3/5/2024	402390,34	1166645,80	49+518	107	24/7/2024	409850,48	1158333,52	65+363
74	3/5/2024	402555,70	1166406,12	49+920	108	24/7/2024	409950,81	1158261,19	65+489
75	3/5/2024	402496,44	1166401,85	49+979	109	3/5/2024	410004,31	1158114,84	65+675
76	3/5/2024	402552,67	1165530,60	51+179	110	3/5/2024	409746,55	1157995,44	66+029
77	3/5/2024	402623,74	1165405,99	51+323	111	3/5/2024	409914,75	1157827,64	66+395
78	3/5/2024	402873,22	1165082,30	51+864	112	3/5/2024	410090,97	1157860,77	66+600
79	3/5/2024	403240,77	1164931,76	52+288	113	3/5/2024	410353,65	1157791,40	66+968
80	3/5/2024	403265,33	1164927,86	52+312	114	3/5/2024	410488,97	1157857,95	67+119
81	3/5/2024	403394,69	1164776,29	52+511	115	3/5/2024	410490,42	1157860,19	67+122
82	3/5/2024	403557,17	1164708,81	52+702	116	24/7/2024	410636,33	1157876,79	67+272
83	3/5/2024	403802,17	1164597,90	52+974	117	3/5/2024	411539,89	1157631,39	68+586
84	3/5/2024	404192,13	1164241,02	53+549	118	3/5/2024	411640,67	1157635,04	68+691
85	3/5/2024	404338,09	1164207,62	53+704	119	3/5/2024	382972,06	1157849,36	7+179
86	3/5/2024	404766,72	1163988,61	54+286	120	3/5/2024	412965,03	1157327,12	70+706
87	3/5/2024	404953,85	1163872,31	54+544	121	3/5/2024	413023,66	1157287,36	70+797
88	3/5/2024	404954,91	1163871,77	54+545	122	3/5/2024	413198,89	1157319,37	70+978
89	3/5/2024	405116,72	1163635,87	54+835	123	3/5/2024	413273,74	1157271,93	71+061
90	3/5/2024	405202,85	1163517,33	54+981	124	3/5/2024	413468,31	1157157,65	71+864
91	3/5/2024	405204,26	1163517,78	54+982	125	3/5/2024	413898,59	1157408,98	72+390
92	3/5/2024	405448,52	1162987,71	55+688	126	24/7/2024	414900,85	1157659,93	73+581
93	3/5/2024	405668,12	1162663,71	56+711	127	24/7/2024	415518,83	1157903,85	74+437
94	3/5/2024	406027,70	1162433,83	57+324	128	3/5/2024	415738,20	1157931,98	74+683
95	3/5/2024	406374,19	1162464,08	57+753	129	24/7/2024	415584,44	1158217,67	75+056
96	3/5/2024	382409,59	1157642,44	6+533	130	3/5/2024	415574,39	1158227,57	75+071
97	3/5/2024	408431,69	1160371,37	61+556	131	3/5/2024	415613,10	1158540,56	75+911
98	24/7/2024	408593,99	1160234,80	61+779	132	24/7/2024	416154,43	1158643,80	77+025
99	24/7/2024	408666,25	1159619,09	62+581	133	3/5/2024	419555,92	1158906,83	81+996
100	3/5/2024	408475,49	1159410,74	62+865	134	3/5/2024	419872,06	1159585,59	82+803
101	3/5/2024	408467,98	1159391,48	62+887	135	3/5/2024	420480,93	1159950,62	83+571
102	24/7/2024	408550,70	1159263,05	63+056	136	3/5/2024	423270,67	1161606,88	87+362

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	3/5/2024	392595,27	1165188,16	33+845	3	24/7/2024	415435,66	1158214,48	75+234
2	3/5/2024	403089,86	1165009,91	52+109					



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 142, 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 142, 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, y algunos otros observados en distintos sitios en los que fue aplicada la herramienta simplificada.

De manera general los sitios identificados con alguna evidencia de inestabilidad son taludes que en la mayoría de los casos responden a un patrón de afectación por escorrentía superficial y pendientes escarpadas. Cabe resaltar la deficiencia en el sistema de manejo de agua, principalmente en la corona del talud, y ausencia de elementos de drenaje de agua de infiltración. Esta condición se muestra a manera de ejemplo en la Figura 2. Entre las principales observaciones del sitio se resalta la afectación por erosión en la cara del talud y la acumulación de material caído en la cuneta, aunado a esto no existen estructuras para el manejo de agua en la corona del talud, ni medidas para controlar la erosión de la cara del talud.

Figura 2

Afectación por erosión en la cara de los taludes, condición generalizada a lo largo de la ruta



(a) Est.4+713



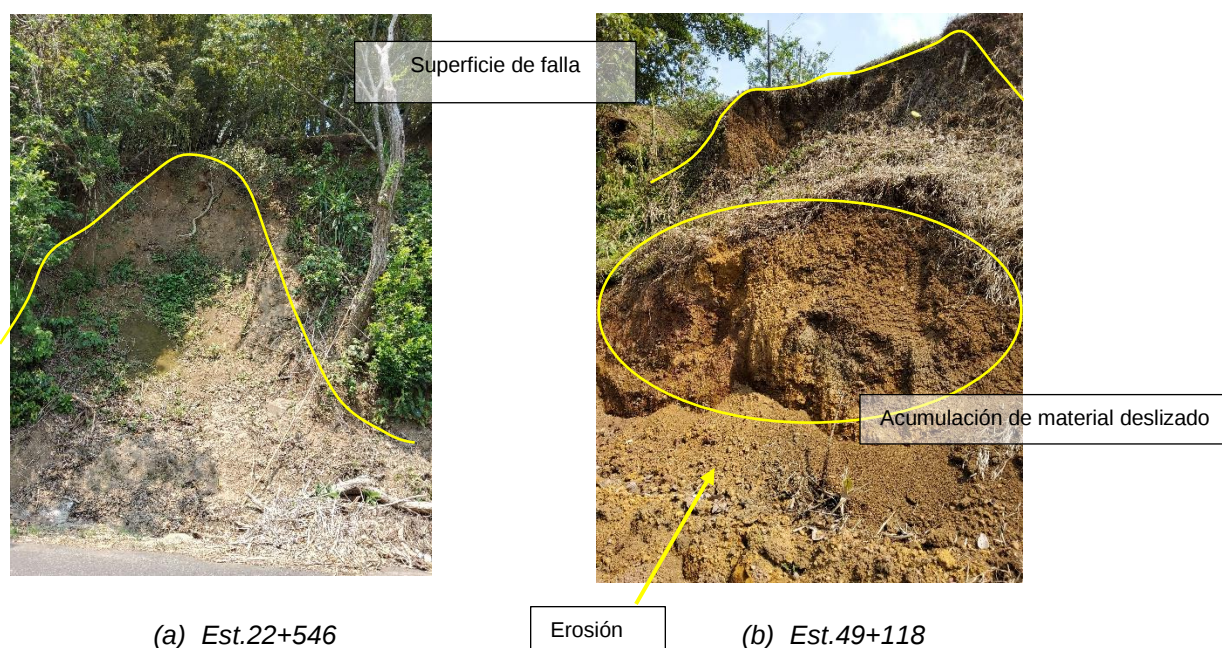
(b) Est.14+409

De manera general se estima recomendable 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, así como limpieza del material caído acumulado al pie del talud y que obstruye la cuneta.

En la Figura 3 se muestran los taludes de los estacionamientos 22+546 y 49+118, los cuales presentan una superficie de falla producto de un deslizamiento. En el caso de la Figura 3a, aparenta ser un deslizamiento antiguo del tipo rotacional, no se identifica el material deslizado en los alrededores del talud y, además, hay una zona del material residual que presenta revegetación. Por su parte, el talud de la Figura 3b, tiene una apariencia más reciente, y presenta la superficie de falla en la corona y el material deslizado se acumula en la parte media del talud. Aunado a esto, el pie del talud presenta afectación por erosión, lo que se considera desfavorable para la estabilidad del sitio.

Figura 3

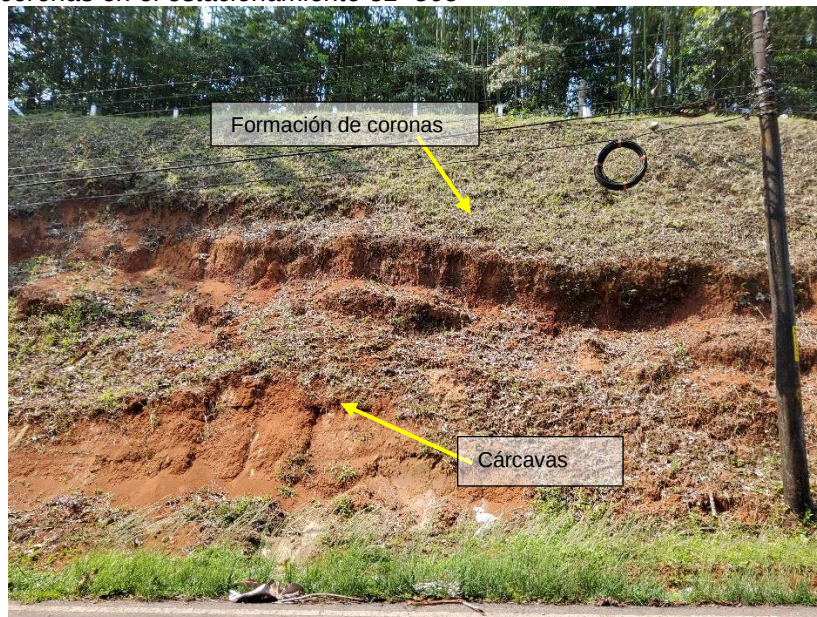
Superficies de falla producto de un deslizamiento en los estacionamientos 22+546 y 49+118



En la Figura 4 se muestra el talud ubicado en el estacionamiento 51+863, el cual presenta evidencias de movimiento como la formación de coronas y además, afectación por escorrentía superficial como formación de cárcavas en la cara del talud. Como se puede observar no hay estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial ni para el control de la erosión en el sitio.

Figura 4

Formación de coronas en el estacionamiento 51+863

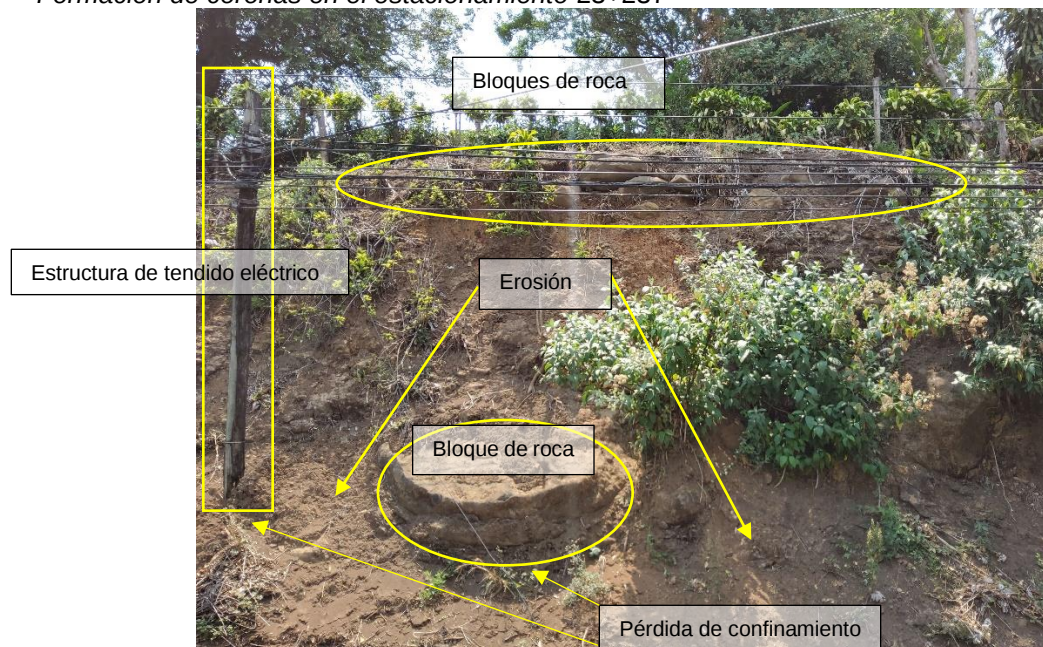


Se recomienda mantener un monitoreo constante del sitio, así como implementar adecuados sistemas para el manejo de agua de escorrentía superficial y en caso de considerarse necesario implementar sistemas para la protección contra la erosión y estabilización del talud.

Por otro lado, en el estacionamiento 23+237 se observó un talud con evidencia de material caído, sin embargo, no presenta una superficie de falla claramente definida por lo que no es posible asociar la condición a un deslizamiento del talud. Entre las observaciones se destaca la ausencia de estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial y como consecuencia el alto grado de erosión presente en la cara del talud. Otra de los aspectos a resaltar del sitio es los bloques de roca de varios tamaños inmersos en la matriz de suelo, los cuales van perdiendo confinamiento del terreno conforme la erosión se magnifica. Finalmente cabe resaltar la estructura del tendido eléctrico en mal estado y sin apoyo al terreno, su condición puede asociarse a la pérdida de material por la erosión en el sitio.

Figura 5

Formación de coronas en el estacionamiento 23+237



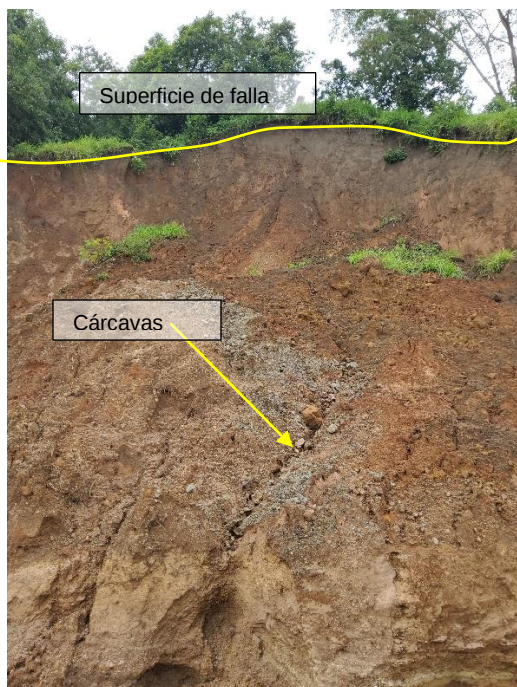
Se recomienda mantener un monitoreo constante de los taludes conformados por roca, así como implementar adecuados sistemas para el manejo de agua de escorrentía superficial y en caso de considerarse necesario implementar sistemas para la protección de la vía y los usuarios contra posibles caídos de roca.

Durante el recorrido realizado el día 24 de julio de 2024 como monitoreo del sitio, fue posible observar la desmejora generalizada de la condición de los taludes a lo largo de la ruta, esto debido al aumento en el volumen de precipitación que satura los suelos y lleva los taludes a condiciones desfavorables para la estabilidad. En la Figura 6 se presentan cuatro deslizamientos de gran magnitud ubicados en los estacionamientos 61+779, 62+578, 63+056 y 63+363 respectivamente. Se identifican superficies de falla características de deslizamientos rotacionales en las Figuras 6 a y c, y traslacionales en los casos b y d. Además, entre las evidencias de inestabilidad de los sitios se resalta la formación de cárcavas, saturación hasta la corona de los taludes y en el caso del talud de la Figura 6d, es posible observar cerca del pie del talud bloques de roca inmersos en la matriz de suelo con flujo de agua.

Al igual que como se mencionó anteriormente, no existen sistemas para el manejo de agua de escorrentía superficial, estructuras de drenaje del agua infiltrada ni técnicas para el control de la erosión de la cara de los taludes.

Figura 6

Deslizamientos de gran magnitud en los estacionamientos 61+779, 62+578, 63+056 y 63+363



(a) Est.61+779



(b) Est.62+578



(c) Est.63+056



(d) Est.63+363

Aunado a las observaciones mencionadas anteriormente, cabe resaltar que no hay sistemas de drenaje ni para el control de erosión en el talud, así como tampoco contracunetas, además, la pendiente del talud es escarpada. Dadas las condiciones observadas se considera recomendable realizar una limpieza de la vegetación y del material acumulado al pie del talud. Implementar sistemas para el control de erosión y manejo de agua de escorrentía superficial, así como contemplar realizar análisis con mayor detalle de los sitios, incluyendo exploración geotécnica y el uso de algún software especializado. Para esto es recomendable realizar un levantamiento topográfico de los taludes para efectuar el análisis en softwares especializados aplicando la geometría representativa del sitio, y las condiciones de carga a las que está sometido el talud, así como la incidencia de un posible deslizamiento o movimiento de la masa de suelo a estructuras cercanas. 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.

Por último, en el estacionamiento 77+025 se identificó una estructura de conducción de agua y enrocado para la disipación de energía del agua y protección del talud ubicado en la margen inferior de la carretera. La estructura aparenta estar en buen estado, sin embargo, en los alrededores se identificó evidencia de recarpeteo en el pavimento que puede estar asociado al deterioro de este por una posible inestabilidad del sitio.

Figura 7

Agrietamiento en el estacionamiento 77+025



Dada la ubicación del talud intervenido ubicado en el estacionamiento 77+025, no fue posible acceder a ellos para realizar la evaluación con la herramienta RC-545 “Herramienta del Lanamme para la inspección de taludes” V02, por lo que se considera apropiado realizar análisis especializados de estabilidad, considerando la pendiente actual en condiciones críticas (saturación y sismo). Para esto es recomendable realizar un levantamiento topográfico del talud para realizar el análisis utilizando softwares especializados aplicando la geometría representativa del sitio. Una posibilidad para contar con la topografía del sitio es realizar un levantamiento con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) para la generación de Modelos de Elevación Digital (MED), y posteriormente realizar análisis con softwares especializados en geotecnia que permitan determinar las superficies de falla con mayor precisión.



En la Tabla 4 se muestra el resultado del talud ubicado en el estacionamiento 33+845, el cual alcanza una altura aproximada de 13 m y una pendiente cercana a los 49°. El talud se conforma de material compuesto suelo-roca primordialmente suelo. Entre las principales afectaciones observadas en el talud se señala la formación de cárcavas de gran tamaño como consecuencia del deficiente sistema para el manejo de agua de escorrentía superficial, en este aspecto únicamente se encuentra la estructura de la cuneta al pie del talud.

Al aplicar la evaluación con la herramienta RC-545 al talud, 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 podrían ser suficientes para mejorar la condición del talud.

Tabla 4
Resultado de la evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 33+845

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	3/5/2024
	Ruta	142
	Latitud	10,53595443
	Longitud	-84,98192268
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
Caracterización del talud	Pendiente	49°
	Altura del talud	13 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Compuesto (primordialmente suelo)
	Naturaleza del suelo	Ambos
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas
	Vegetación	Ninguna
	Uso de suelo	Camino/carretera
Condición del talud	Falla en el talud	Compuesto
	Forma del Talud	Compuesta
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Formación de cárcavas
	Agua en el talud	Seco
	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	500 a 5000 - Mediano
Estructuras cercanas	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	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



Deficiente sistema para manejo de agua de escorrentía





En la Tabla 5 se muestra el resultado del talud ubicado en el estacionamiento 52+109. Dicho talud está conformado por suelo residual de consistencia esencialmente cohesivo, en condición medianamente agrietado y al momento de la evaluación el talud se encontró en condición seca. El talud es de poca altura, cercano a los 5,5 m y aproximadamente 58° de pendiente. No hay evidencia de movimiento en los alrededores y únicamente se observan redes eléctricas a una distancia que no supera los 8 m y viviendas o comercios a más de 15 m.

Dado que el resultado de la evaluación con la herramienta RC-545 da un nivel de incidencia “bajo” a las estructuras cercanas, este sitio no requiere de análisis más profundos. Se considera apropiado mantener el talud monitoreado, realizar una limpieza del material acumulado al pie del talud, implementar adecuados sistemas para el manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.



Tabla 5
Resultado de la evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 52+109

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	3/5/2024
	Ruta	142
	Latitud	10,53458731
	Longitud	-84,88544214
	Precipitación	3000 mm - 4500 mm
Caracterización del talud	Pendiente	58°
	Altura del talud	5,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Medianamente agrietado
	Vegetación	Ninguna
	Uso de suelo	Camino/carretera
Condición del talud	Falla en el talud	No
	Forma del Talud	Rectilínea
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial
	Agua en el talud	Seco
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
Evidencia de movimiento	Evidencia de movimiento	No
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	No
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
Recomendación final	Presencia de cultivos	No hay
	Baja - Recomendaciones generales según la condición del talud	





En la Tabla 6 se presenta el resultado de la evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 75+234, el cual presenta una superficie de falla característica de un deslizamiento traslacional. La superficie del talud luego del deslizamiento se encuentra al momento de la evaluación en condición medianamente agrietado, con evidencia de humedad en el talud hasta la corona y, además, con flujo de agua a media altura. El talud alcanza aproximadamente los 35 m de altura y tiene una pendiente aproximada de 70°. Como se puede observar en las fotografías, no existen estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, tampoco existen sistemas de drenaje para el agua infiltrada y como consecuencia se observa la formación de cárcavas que se consideran desfavorables para la estabilidad del talud. Como evidencia de movimiento se destacan los árboles inclinados y la caída de material que al momento de la evaluación se encontró acumulado al pie del talud.

Como resultado de la evaluación con la herramienta RC-545 se obtiene para el talud del estacionamiento 75+234 una clasificación “media” para el nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas. Dada las dimensiones del talud y la superficie de falla observada, 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 la implementación, el diseño y construcción del sistema de drenajes específicos para el talud.

Tabla 6

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 75+234

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	24/07/024
	Ruta	142
	Latitud	10,473485
	Longitud	-84,772495
	Precipitación	3000 mm - 4500 mm
Caracterización del talud	Pendiente	70°
	Altura del talud	35 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Compuesto (primordialmente suelo)
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Medianamente agrietado
	Vegetación	Ninguna
Condición del talud	Uso de suelo	Camino/carretera
	Falla en el talud	Deslizamiento traslacional
	Forma del Talud	Compuesta
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Formación de cárcavas
	Agua en el talud	En la corona
Evidencia de movimiento	Flujo de agua en el talud	A media altura
	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	Si
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
Estructuras cercanas	Material caído	200 a 500 - Pequeño
	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Arterial menor
	Presencia de redes eléctricas	Más de 15 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





VI. COMENTARIOS FINALES

Después de realizar la visita de campo a la Ruta Nacional 142, 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.

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 considerable. 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, y en especial aquellos estacionamientos en los que se identifican estructura en la corona del talud que presenta evidencias de inestabilidad, resulta apropiado identificar la superficie de falla crítica tras modelar en tres dimensiones la geometría actual del sitio, 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 designado por la Administración.

Finalmente se considera valioso complementar los análisis de estabilidad con análisis de esfuerzo-deformación contemplando las cargas impuestas por una estructura ubicada en la corona del talud. Estos análisis se realizan usando el Método de Elementos Finitos (MEF), con la finalidad de incluir un análisis de deformaciones en los taludes y sectores próximos a éstos, y establecer posibles afectaciones que puede sufrir la vía debido a las deformaciones por la redistribución de los esfuerzos in situ y verificar el estado límite de servicio de los taludes, pavimento y cualquier otra obra de infraestructura cercana.



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 constituya 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.

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.



EIC-Lanamme-INF-1422-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 25 de 25
---------------------------	---	-----------------

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.