



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

INFORME DE EVALUACIÓN

LM-PI-UE-001-2016

RUTA NACIONAL No. 606 SECTOR GUACIMAL – SANTA ELENA

Preparado por:

Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional

San José, Costa Rica

Mayo, 2016

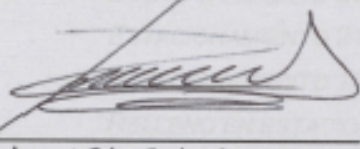
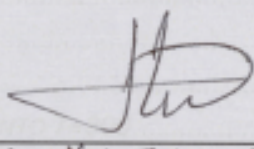
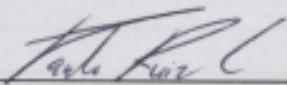
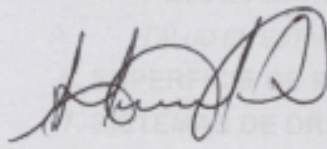
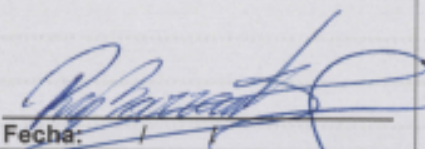
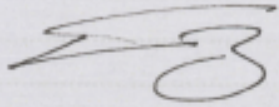
1. Informe LM-PI-UE-001-16		2. Copia No. 1
3. Título INFORME DE EVALUACIÓN RUTA NACIONAL No. 606 SECTOR GUACIMAL – SANTA ELENA		4. Fecha Mayo, 2016
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen <i>Como parte de las funciones de evaluación asignadas por ley al LanammeUCR, mediante el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), se realizó una evaluación técnica de la condición que presentan las obras que se han llevado a cabo en la sección Guacimal – Santa Elena de la Ruta Nacional No.606. Los trabajos que se han realizado en la vía han consistido principalmente en la ampliación del ancho de la vía mediante cortes en los taludes; colocación de tubería para alcantarillado pluvial y conformación de escombreras para la disposición de los materiales cortados.</i> <i>En la evaluación realizada se estudiaron aspectos geométricos y geotécnicos como los cortes de los taludes, los pasos de alcantarillas y los rellenos. Se encontró evidencia de deterioro de la superficie de rueda y estructuras de drenaje, así como gran cantidad de sitios con alta vulnerabilidad al deslizamiento.</i> <i>Partiendo de los resultados de este análisis, se realizaron una serie de recomendaciones, tendientes a mejorar las condiciones de servicio general de la carretera y principalmente la seguridad de los usuarios.</i>		
10. Palabras clave Infraestructura, seguridad vial, taludes, drenajes, alcantarillas, deterioro en superficie de rueda, erosión	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 40
13. Preparado por:		
Ing. Ronald Naranjo U. UGERVN 	Ing. Alonso Ulate C. UGM 	Geól. Paulo Ruiz C., Ph.D. UGERVN 
Fecha: 13/5/16	Fecha: 16/05/2016	Fecha: 13/5/16
14. Revisado por:		
Lic. Miguel Chacón A. Asesor Legal 	Ing. Roy Barrantes J. Coordinador UGERVN 	15. Aprobado por:
Fecha: / /	Fecha: / /	Ing. Guillermo Loría S., Ph.D. Coordinador General PITRA 
		Fecha: / /



TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	4
1. POTESTADES	5
2. ANTECEDENTES.....	5
3. INTRODUCCIÓN.....	6
3.1 UBICACIÓN.....	8
3.2 OBJETIVO GENERAL.....	9
3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. METODOLOGÍA.....	10
4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN DETALLE MEDIANTE VANT Y ESCÁNER LÍDAR.....	10
4.2 DESCRIPCIÓN DE CALZADA, TALUDES, ALCANTARILLAS Y SITIOS DE INTERÉS.....	10
5. CONDICIONES GEOTÉCNICAS.....	11
5.1 DETERIORO DE LOS TALUDES.....	11
5.2 DESLIZAMIENTOS IDENTIFICADOS	12
<i>ESTACIONAMIENTO 15+750</i>	<i>14</i>
<i>ESTACIONAMIENTO 21+500</i>	<i>16</i>
<i>ESTACIONAMIENTO 20+610</i>	<i>17</i>
<i>ESTACIONAMIENTO 21+750</i>	<i>18</i>
<i>ESTACIONAMIENTO 13+680</i>	<i>20</i>
<i>RELLENO EN ESTACIONAMIENTO 7+300</i>	<i>22</i>
5.3 ANÁLISIS DE LOS TALUDES CON INFORMACIÓN LÍDAR.....	23
<i>TALUD EN ESTACIONAMIENTO 10+700</i>	<i>23</i>
<i>TALUD EN ESTACIONAMIENTO 13+680</i>	<i>24</i>
<i>TALUD EN ESTACIONAMIENTO 20+900</i>	<i>25</i>
<i>TALUD EN ESTACIONAMIENTO 21+750</i>	<i>26</i>
6. SUPERFICIE DE RUEDO.....	26
7. SISTEMAS DE DRENAJE.....	31
8. CONCLUSIONES	37
9. RECOMENDACIONES.....	39
10. REFERENCIAS	40



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No.1 Mapa de ubicación del proyecto.	8
FIGURA No.2 Taludes en los estacionamientos 9+860 y 15+340.	11
FIGURA No.3 Deslizamiento en estacionamiento 15+750.....	15
FIGURA No.4 Deslizamiento en estacionamiento 21+500.....	16
FIGURA No.5 Deslizamiento en estacionamiento 20+610.....	17
FIGURA No.6 Deslizamiento en estacionamiento 21+750.....	18
FIGURA No.7 Talud de corte en el estacionamiento 21+750.....	19
FIGURA No.8 Deslizamiento en estacionamiento 13+680.....	20
FIGURA No.9 Vistas aéreas del deslizamiento en estacionamiento 13+680	20
FIGURA No.10 Relleno erosionado en estacionamiento 7+300	22
FIGURA No.11 Modelo de elevación digital estacionamiento 10+700.	24
FIGURA No.12 Modelo de elevación digital estacionamiento 13+680.	24
FIGURA No.13 Modelo de elevación digital estacionamiento 20+900	25
FIGURA No.14 Modelo de elevación digital estacionamiento 21+750.	26
FIGURA No.15 Deterioros en la superficie de ruedo, est. 23+450, 9+400, 9+850.	26
FIGURA No.16 Deterioros en la superficie de ruedo, est. 7+850, 22+480, 10+415	30
FIGURA No.17 Deterioros en la superficie de ruedo, est. 20+250, 22+480	30
FIGURA No.18 Condición de la superficie de ruedo.....	31
FIGURA No.19 Erosión en la superficie de ruedo.....	32
FIGURA No.20 Suelo y material granular acumulado a los lados del camino.....	323
FIGURA No.21 Pasos de alcantarilla colmatados.....	34
FIGURA No.22 Salidas de pasos de alcantarilla.....	35
FIGURA No.23 Erosión e inestabilidad en cabezales de salida	35
FIGURA No.24 Daño en el cabezales de salida	35

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No.1 Deslizamientos en el tramo Guacimal – Santa Elena	13
---	----



1. POTESTADES

El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (Lanamme), es una dependencia de la Universidad de Costa Rica (UCR) especializada en la Ingeniería Civil. La ley N°8114 en sus artículos 5 y 6, encomienda al LanammeUCR una serie de funciones en materia de evaluación, fiscalización, asesoría y capacitación, entre otras, para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública en la reconstrucción y conservación de la Red Vial costarricense.

2. ANTECEDENTES

Funcionarios del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del LanammeUCR evaluaron en el año 2013 los alcances de la Licitación Pública No.2011LN-0029-0DI00 “Mejoramiento del Sistema de Drenaje y de la Superficie de Ruedo de la Ruta Nacional No.606 Sección Guacimal – Santa Elena”. Producto de esta evaluación se generaron recomendaciones tendientes a mejorar aspectos de diseño geométrico, aspectos geotécnicos, de seguridad vial, diseño de intersecciones, así como propuestas de sitios para miradores y pasos de fauna.

En el año 2014, durante la ejecución de las obras de mejoramiento, funcionarios del PITRA realizaron una fiscalización de los trabajos con el fin de evaluar su calidad y contrastarlos con las recomendaciones presentadas en el informe del año 2013 (LM-PI-UGVRVN-009-2013).

Producto de la fiscalización se realizaron una serie de recomendaciones, tendientes a mejorar las condiciones de seguridad de los usuarios que utilizan la vía durante la fase de construcción, así como el nivel de servicio general de la carretera a futuro.

En noviembre de 2015 y abril de 2016 nuevamente se evaluó la condición que presentan los trabajos realizados hasta ese momento, con el propósito de establecer los posibles deterioros e identificar las vulnerabilidades que puedan presentar. En este informe se presentan los resultados de dicha evaluación.



3. INTRODUCCIÓN

Importancia de la zona

Monteverde es un destino de importancia ecológica, turística y agropecuaria, por lo tanto de importancia económica para el país. Se sitúa a 1 440 m.s.n.m. donde se resguardan más de 10 500 hectáreas de bosque nuboso, en el cual habitan más de 400 especies de mamíferos, 100 especies de aves y 2 500 especies de plantas. Monteverde cuenta con varias reservas naturales, entre ellas la Reserva Monteverde, Reserva Santa Elena, El Bosque Eterno de los Niños y otras. La zona tiene una población aproximadamente 6 500 residentes y es visitada por más de 50 000 turistas al año, lo que la convierte en uno de los principales destinos a nivel nacional. Esto ha generado el desarrollo de actividades como el comercio, hospedaje, gastronomía, ecoturismo e investigación científica, a pesar del mal estado del camino que ha sido continuamente un obstáculo en el crecimiento económico de la zona.

El principal acceso a Monteverde

La Ruta Nacional No. 606 es el principal acceso a Santa Elena, Monteverde, desde la Ruta Nacional No.1. El tramo Guacimal-Santa Elena tiene una longitud de 17.5 km con un TPD estimado de 815 vehículos por día (según el Anuario de Información de Tránsito 2013 del MOPT), cuenta con una superficie rueda granular (no pavimentada) y calzada angosta de aproximadamente 5 m de ancho, que presenta puntos de riesgo para el usuario dada la ausencia de elementos de seguridad vial como señalización vertical, barreras guardacamino, iluminación y otros.

El proyecto de mejoramiento de la Ruta Nacional No. 606

El LanammeUCR ha realizado un proceso de fiscalización del proyecto: *Mejoramiento del Sistema de Drenaje y de la Superficie de Ruedo de la Ruta Nacional No. 606, Sección Guacimal-Santa Elena* desde al año 2013. Este proceso ha involucrado la generación de los informes LM-PI-UGERVN-10-2013 y LM-PI-UGERVN-01-2015 (en los años 2013 y 2015 respectivamente), así como reuniones con representantes de la comunidad y funcionarios del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), en un principio con el fin de dar



a conocer nuestra posición acerca de los alcances del proyecto que se estaba gestando, posteriormente con el objetivo de exponer los alcances de la fiscalización realizada a las obras que estaban siendo ejecutadas.

El proyecto antes citado incluye obras de excavación y relleno para ampliar el ancho de la calzada, construcción de alcantarillas y colocación una capa de material granular (grava) como superficie de ruedo, para lo cual, según datos del Banco de Proyectos de Inversión Pública del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), se han presupuestado hasta el momento aproximadamente ₡3 745 millones (consulta realizada en el mes de mayo del 2016).

En este informe se presentan los resultados de la fiscalización realizada sobre el estado del camino, los taludes y las otras obras realizadas en la Ruta Nacional No. 606, en el sector comprendido entre Guacimal y Santa Elena, de acuerdo a los hallazgos realizados por funcionarios del LanammeUCR.

Se brinda un diagnóstico técnico sobre la necesidad de preservar la inversión realizada y de concluir lo antes posible las obras que aún están pendientes, tomando en cuenta el deterioro de los trabajos ejecutados y la vulnerabilidad de los taludes de presentar deslizamientos. Se busca, además, llamar la atención sobre la importancia de implementar medidas que mejoren la seguridad de los usuarios que transitan en la actualidad por esta Ruta Nacional.



3.1 Ubicación

El proyecto fiscalizado se localiza en la parte oriental de la Hoja topográfica 3246-IV Juntas, escala 1: 50 000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Se analiza el tramo de la Ruta Nacional No.606 entre el sector de Guacimal y Santa Elena. Esta sección atraviesa gran parte de la divisoria que hay entre las cuencas del Río Lagarto y el Río Guacimal (Figura No.1).

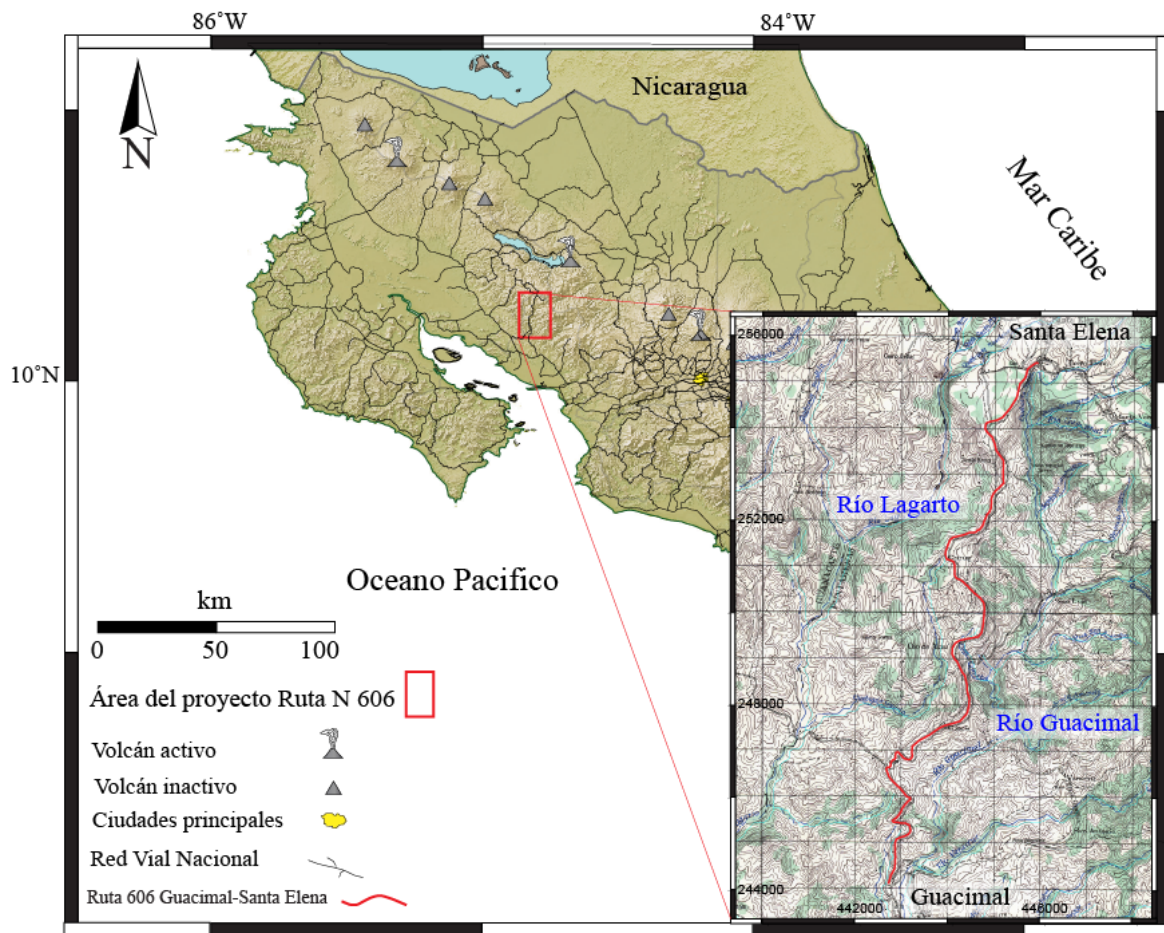


Figura No.1 Mapa de ubicación del proyecto sobre el mapa de Costa Rica con las rutas nacionales, se detalla la ubicación de la Ruta No 606 entre el sector de Guacimal y Santa Elena.



3.2 Objetivo general

El objetivo general de este informe es evaluar el estado actual de las obras que se han construido hasta el momento en la Ruta Nacional No.606 Sección “Guacimal – Santa Elena”. Se busca, de esta forma, aportar elementos a considerar por parte de la Administración activa del Estado Costarricense, en la toma de decisiones para preservar las obras ya construidas y las obras pendientes de terminar.

3.3 Objetivos específicos

Dentro de los objetivos específicos de este informe se pueden mencionar los siguientes:

- Ubicación y descripción de los materiales que constituyen los taludes y los sitios con problemas de estabilidad. Con el fin de brindar un insumo para los análisis de estabilidad que se podrían realizar.
- Levantamiento topográfico, toma de fotografías aéreas y video con vehículos aéreos no tripulados y escáner Lidar de sitios específicos, los cuales han presentado problemas de estabilidad. Se busca comprender mejor cuales son los elementos que están influyendo en la inestabilidad de los taludes.
- Evaluación de la condición de los drenajes y la superficie de ruedo actual de la ruta.



4. METODOLOGÍA

A continuación se describe el procedimiento llevado a cabo para la elaboración de este informe, desde el levantamiento topográfico en detalle utilizando los VANT hasta la selección de los puntos que son descritos en detalle.

4.1 Levantamiento topográfico en detalle mediante VANT y escáner Lídár

El levantamiento topográfico se realizó durante el 27 y 28 de noviembre del 2015. Se utilizó un vehículo aéreo no tripulado (VANT), que cuenta con una cámara de 12 Mega píxeles para el levantamiento de fotografías aéreas georreferenciadas.

En los taludes levantados, se colocaron puntos de control con GPS (de doble frecuencia) para posteriormente realizar la ortorectificación y el levantamiento topográfico. La resolución obtenida es de 3 cm por píxel, la altura de vuelo de los VANT fue de 100 m, se generaron más de 50 imágenes por talud con un traslape superior al 60%. La información generada fue utilizada para determinar algunos datos paramétricos y geomorfológicos de los taludes estudiados.

En cuatro sitios específicos se hizo un levantamiento topográfico detallado con el escáner Lidar terrestre, con una resolución media y trabajando a una distancia no mayor a 50 m de distancia, para obtener una nube de puntos que en promedio, están separados por 2 cm. A partir de estos levantamientos se generaron curvas de nivel cada metro con curvas auxiliares cada 0,5 m. En ese informe más adelante se muestran los modelos de elevación digital generados con estos datos, los cuales están a disposición de la Administración, con el fin de que sean utilizados como insumo en los diseños de las soluciones geotécnicas de estabilización para los taludes.

4.2 Descripción de calzada, taludes, alcantarillas y sitios de interés

Siguiendo el kilometraje de los estacionamientos de la ruta, se describieron los taludes, alcantarillas y materiales sobre la calzada. En todos los sitios se tomaron mediciones, notas y fotografías para ilustrar los hallazgos descritos en este informe.



5. CONDICIONES GEOTÉCNICAS

5.1 Deterioro de los taludes

Los trabajos de movimiento de tierras en esta ruta fueron realizados entre el año 2014 e inicios del año 2015. Por lo tanto, a la fecha de la más reciente gira de evaluación realizada (abril 2016), los cortes en los taludes tenían aproximadamente un año de estar expuestos a la intemperie.

A lo largo de este tramo de la ruta fue posible observar una serie de deterioros en la condición de los taludes. Se observaron tramos con erosión superficial con diferentes grados de severidad. El tipo de material de los taludes del proyecto (sea suelo o roca) los hace muy susceptibles a la erosión.

Como ejemplo, se presentan en la siguiente figura dos taludes con materiales susceptibles a la erosión por acción del agua de escorrentía.

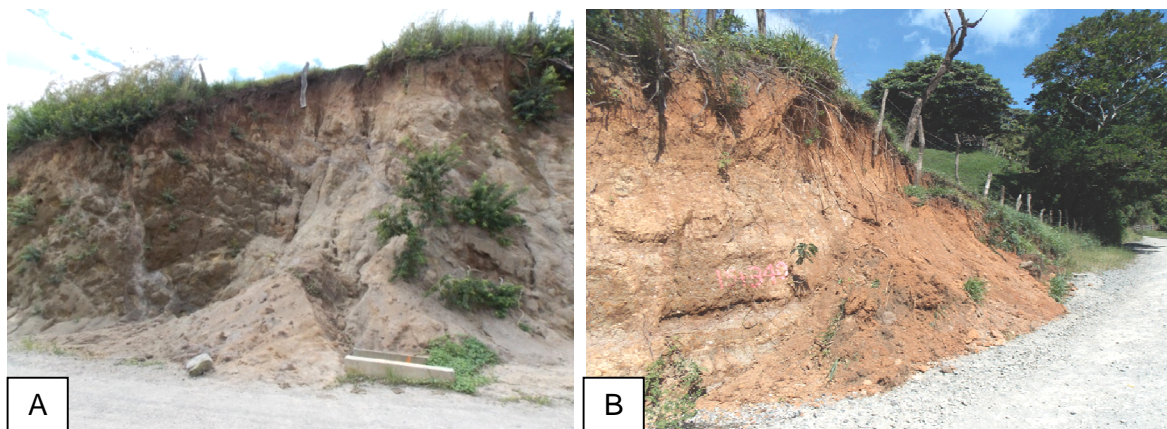


Figura No.2 Taludes en los estacionamientos A) 9+860 y B) 15+340. En ambos taludes se observa suelo susceptible a la erosión. En la parte superior no existe ningún sistema de contra cunetas para el manejo del agua, lo que provoca que el agua baje directamente por el talud y lo erosione. Además, el material colapsado en el pie del talud no permite el adecuado flujo de agua cuando llueve, lo que aumenta el deterioro de la superficie de ruedo.

Los materiales geológicos que afloran en los taludes son en su mayoría suelos residuales de origen volcánico, con diferentes grados de meteorización. En algunos casos, los menos frecuentes, los taludes están compuestos por macizos rocosos que se presentan intensamente fracturados y en otros casos con pocas diaclasas. En ninguno de los taludes del proyecto, se observaron trabajos de revegetación y/o control de erosión con



plantas o mantos diseñados para este fin, por lo que los agentes erosivos como el agua y viento han iniciado procesos de erosión. Esta situación ha generado un deterioro acelerado de las labores realizadas, una pérdida de la inversión y una disminución de la seguridad vial.

A pesar de que las lluvias en la zona del proyecto en los últimos años no han sido torrenciales (influenciadas por el fenómeno del Niño), la exposición de los taludes sin ninguna medida contra la erosión ha propiciado su deterioro. Tal como fue indicado en los informes anteriores (LM-PI-UGERVN-09-2013 Y LM-PI-UGERVN-01-2015), la elevada pendiente de los taludes ($>45^\circ$ en algunos casos) y el tipo de suelo y rocas presentes en muchos tramos, hacen necesario el uso de medidas de protección para controlar la erosión superficial de los taludes. Estas medidas no se han implementado.

En el proceso de deterioro de los taludes, muchos problemas de estabilidad inician como problemas de erosión superficial. Es por esta razón que se recomienda diseñar y construir sistemas de protección superficial para los taludes de corte del proyecto, así como un manejo adecuado de aguas, de esta forma se previenen futuros problemas por caída de material en la carretera.

El deterioro superficial se agrava debido a la ausencia de obras para el manejo del agua de lluvia como contracunetas, bajantes, disipadores, etc.

5.2 Deslizamientos identificados

En la gira de evaluación realizada en noviembre del 2015, la ruta presentaba una serie de deslizamientos de diversa magnitud, los cuales iban desde unos pocos metros cúbicos hasta cientos de metros cúbicos. Estos deslizamientos fueron inventariados por parte del LanammeUCR para este informe, con el fin de contar con un registro de los sitios que han presentado deslizamientos. Según las condiciones observadas, resulta evidente que, si no se realizan acciones concretas para mejorar la condición de estos sitios los deslizamientos seguirán presentándose.

En la siguiente tabla se muestra el volumen estimado y el tipo de material identificado en los deslizamientos identificados en noviembre del 2015.



Tabla No.1 Deslizamientos identificados en el tramo Guacimal – Santa Elena, RN606, noviembre 2016.

ID	Estación	Volumen estimado (m ³)	Material deslizado	ID	Estación	Volumen estimado (m ³)	Material deslizado
1	21+850	1,0	Suelo	26	15+750	20,0	Suelo
2	21+830	3,0	Suelo	27	15+695	6,0	Suelo
3	21+750	50,0	Suelo	28	15+600	4,0	Suelo
4	21+580	3,0	Suelo	29	15+550	10,0	Suelo
5	21+500	20,0	Suelo	30	15+340	4,0	Suelo
6	21+475	4,0	Suelo	31	14+150	2,0	Suelo
7	21+500	3,0	Suelo	32	14+156	1,0	Suelo
8	21+350	1,0	Suelo	33	13+680	1500,0	Roca
9	21+280	3,0	Suelo	34	13+435	3,0	Roca
10	21+265	5,0	Suelo	35	12+470	10,0	Suelo
11	20+610	25,0	Suelo	36	12+350	5,0	Suelo
12	20+520	2,0	Suelo	37	12+340	3,0	Suelo
13	19+960	2,0	Suelo	38	12+100	1,0	Suelo
14	19+950	3,0	Suelo	39	11+900	2,0	Suelo
15	19+826	3,0	Suelo	40	11+850	3,0	Suelo
16	19+816	3,0	Suelo	41	11+267	2,0	Suelo
17	19+630	2,0	Suelo	42	11+250	3,0	Suelo
18	17+690	5,0	Suelo	43	10+900	2,0	Suelo
19	17+065	2,0	Suelo	44	10+780	3,0	Suelo
20	17+060	6,0	Suelo	45	9+845	3,0	Suelo
21	16+760	2,0	Roca	46	9+860	7,0	Suelo
22	16+450	2,0	Roca	47	9+630	3,0	Suelo
23	16+350	4,0	Roca	48	8+350	3,0	Suelo
24	16+160	3,0	Roca	49	8+320	6,0	Suelo
25	15+770	3,0	Suelo	50	7+460	3,0	Suelo

Este inventario permitirá evaluar los cambios que presentan los sitios evaluados y fiscalizar las intervenciones realizadas por la Administración.

Únicamente se incluyen los deslizamientos en los que fue posible observar al menos 1.0 m³ de material caído. La estimación de la cantidad de material caído es aproximada, la cantidad real de suelo y rocas que han caído en la carretera puede variar con respecto a los datos que se presentan, debido a que parte del material puede haber sido removido con maquinaria o arrastrado por el agua de escorrentía.

Se estima que en total, al mes de noviembre del 2015, han caído aproximadamente 1 800 m³ de suelo y rocas en la carretera. Si no se toman las medidas adecuadas, por las



condiciones desfavorables mencionadas anteriormente, se podrían presentar más deslizamientos y aumentar el volumen de material caído en la carretera.

La gran cantidad de sitios que han presentado caída de material, en el poco tiempo que tienen de realizados los cortes, hacen prever que muchos de estos procesos de deterioro y caída de materiales van a continuar, sobre todo en la época lluviosa (Mayo-Diciembre 2016). La caída de material produce obstrucción en las cunetas, lo que desvía el agua hacia la carretera y deteriora la capa de la sub base granular que se colocó recientemente.

Adicionalmente, se reduce la capacidad hidráulica de los drenajes debido a la acumulación de suelo y sub base que se ha depositado en las cunetas y pasos de alcantarilla..

Seguidamente se detalla la condición que presentan los cinco sitios, identificados en la gira de evaluación, en los cuales ha caído una mayor cantidad de material en la carretera.



Estacionamiento 15+750

ID # 26.



Figura No.3 Deslizamiento en estacionamiento 15+750 (nov. 2015). Se observan rocas de tamaño métrico en la parte superior del talud, en voladizo o con muy poco soporte, la pendiente del talud $> 45^\circ$ favorece la caída de rocas y suelo que generan algunos conos de talus al pie del talud, con un ángulo de estabilidad menor.

Observaciones: Talud de corte en LI de la carretera. En este deslizamiento se observó desprendimiento tanto de suelo como de roca alterada. La combinación del material con la pendiente y la altura (15 m) del talud hace prever la caída de más material, lo que representa un peligro para los usuarios. Los suelos de este talud son muy erosionables. Sobre la calzada se observó pérdida de material de granulometría fina y gruesa, en algunos lugares el material granular se ha perdido completamente.

Recomendaciones: Se recomienda realizar los diseños y construir las obras necesarias para resolver el problema de estabilidad del talud. El diseño formal debe contemplar estudios específicos para verificar la condición de estabilidad del talud. Los diseños deberían contemplar revegetación y/o medidas para el control de erosión, así como obras para el manejo adecuado de las aguas de escorrentía de agua pluvial. Mientras no se realicen los trabajos para la estabilización adecuada de este sitio, se recomienda utilizar la señalización preventiva para esta condición, con el fin de que los usuarios estén informados del peligro de deslizamiento y la afectación latente en la vía.



Estacionamiento 21+500

ID # 05.



Figura No.4 Deslizamiento de rocas de tamaño métrico en estacionamiento 21+500. Las rocas se encuentran con diferentes grados de alteración, la mayoría está relativamente sanas, sin embargo este sitio presentan una fracturación intensa siguiendo varios planos de diaclasas. Las fracturas se encuentran en algunos casos saturadas con agua como se observa en la fotografía. La saturación se intensifica debido a que no existen drenajes, el agua se infiltra por los planos de diaclasas y el empuje hidrostático incide a la caída de las rocas.

Observaciones: Talud de corte en LD de la carretera. En este sitio se han identificado al menos tres puntos de caída de material. Se observaron rocas de tamaño métrico, lo que representa un peligro para la seguridad de los usuarios. El material corresponde con roca meteorizada. Altura importante.

Recomendaciones: Se recomienda realizar los diseños y construir las obras necesarias para resolver el problema de estabilidad del talud. El diseño formal debe contemplar estudios específicos para verificar la condición de estabilidad del talud, considerando las



características del macizo rocoso. Mientras no se hagan los trabajos para la estabilización adecuada de este sitio, se recomienda utilizar la señalización preventiva pertinente para estas condiciones, con el fin de que los usuarios estén informados del peligro de deslizamiento y la afectación latente en la vía.

Estacionamiento 20+610

ID # 11.



Figura No.5 Deslizamiento de suelo residual en estacionamiento 20+610 (condición en noviembre 2015). En la gira realizada en abril del 2016 se observó que el material caído fue removido, sin embargo la condición de inestabilidad continúa presente en el talud.

Observaciones: Talud de corte en LD de la carretera. En este sitio han tenido lugar deslizamientos del material localizado en la parte superior del talud. La superficie de la corona del deslizamiento tiene una pendiente muy vertical y un estrato de suelo orgánico, por lo que se prevé la caída de más material en la carretera.



Recomendaciones: Se recomienda realizar el diseño formal y la construcción de las obras requeridas para garantizar la estabilidad del talud. Se recomienda también considerar un sistema de protección para la superficie del talud. Mientras no se hagan los trabajos para la estabilización adecuada de este talud, se recomienda utilizar la señalización preventiva para este tipo de sitios, de forma que los usuarios estén informados del peligro de deslizamiento y la afectación en la vía. Se recomienda que los materiales que sean removidos sean dispuestos de forma adecuada, sin que se generen mayores afectaciones al medio ambiente.

Estacionamiento 21+750

ID # 03.



Figura No.6 Deslizamiento de rocas, suelo residual con troncos de árboles en el estacionamiento 21+750 observado en noviembre del 2015. En este sitio, las rocas caídas pueden llegar a ser de tamaño métrico y junto con el suelo logran bloquear las cunetas.



Figura No.7 Vista aérea del talud de corte en el estacionamiento 21+750. Se destaca la vulnerabilidad de los taludes ante la ausencia de obras para el manejo del agua de escorrentía, así como los puntos en los cuales se identificó material caído sobre la carretera.

Observaciones: Talud de corte en LD de la carretera. El material que se ha deslizado está formado tanto por suelo como por roca de la parte superior del talud. Algunas rocas alcanzan dimensiones métricas lo que conlleva un peligro para la seguridad de los usuarios.

Recomendaciones: Se recomienda realizar el diseño formal y la construcción de las obras requeridas para garantizar la estabilidad de estos taludes. Se recomienda realizar estudios que permitan caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales presentes en este sitio. Se recomienda darle prioridad a este sitio por el tamaño de los bloques que han caído y la altura importante del talud. Mientras no se hagan los trabajos para la estabilización adecuada y permanente de este sitio, se recomienda utilizar la señalización preventiva para esta condición, de forma tal que los usuarios estén informados del peligro de deslizamiento y la afectación en la vía. Se recomienda que los materiales que sean removidos sean dispuestos de forma adecuada, sin que se generen mayores afectaciones al medio ambiente.



Estacionamiento 13+680

ID # 33.



Figura No.8 Deslizamiento en estacionamiento 13+680 (condición en abril 2016). Se observan rocas de tamaño métrico y suelos residuales.

En la siguiente figura se presentan las imágenes aéreas obtenidas mediante el vehículo aéreo no tripulado en noviembre del 2015, con el fin de presentar en perspectiva la dimensión de los problemas de estabilidad presentes en este talud de la carretera.

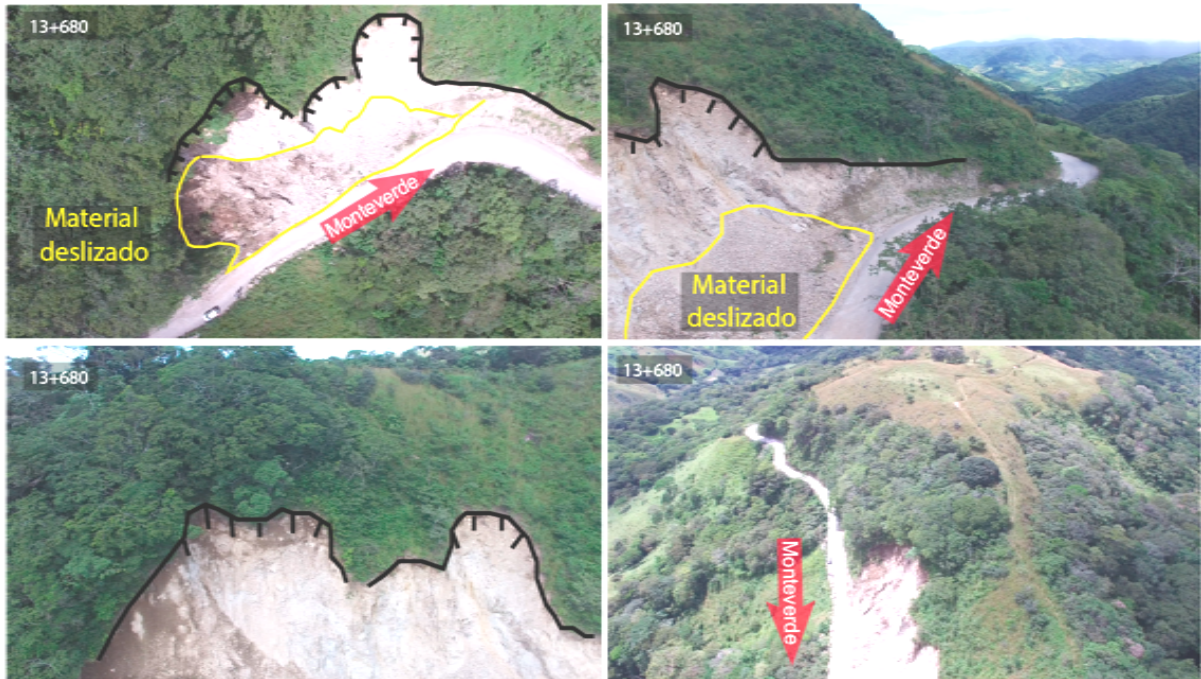


Figura No. 9 Vistas aéreas y oblicuas del deslizamiento ubicado en el estacionamiento 13+680, en las fotografías se observan las zonas de donde se ha desprendido el material y los sectores donde se ha acumulado el material deslizado.

Observaciones: Talud de corte en LI de la carretera. Este talud ha presentado problemas de estabilidad desde el momento en que fue realizado el movimiento de tierras. El grado de meteorización que presenta la roca original y la orientación de las discontinuidades observadas perjudican la estabilidad del macizo. Es el sitio con mayor volumen de material caído y uno de los sitios de mayor peligro para la seguridad de los usuarios que actualmente utilizan esta vía.

Recomendaciones: Se recomienda realizar el diseño formal y la construcción de las obras requeridas para garantizar la estabilidad de este talud. Los estudios deben considerar la caracterización adecuada de los materiales, tomando en cuenta la condición y orientación de las discontinuidades de la roca, con el fin de diseñar soluciones adecuadas que prevengan la caída de más material en la vía. Se recomienda darle prioridad debido a la gran cantidad de material que presenta alto potencial de caer en la carretera. Mientras no se hagan los trabajos para la estabilización adecuada de este sitio, se recomienda utilizar la señalización preventiva para este tipo de sitios y que los usuarios



estén informados del peligro de deslizamiento y la afectación en la vía. Se recomienda que los materiales que sean removidos sean dispuestos de forma adecuada, sin que se generen mayores afectaciones al medio ambiente.

Relleno en estacionamiento 7+300

ID # 51.



Figura No.10 Relleno erosionado e inestable en el estacionamiento 7+300, condición en noviembre del 2015.

Observaciones: Relleno en LI de la carretera. En este punto se localiza un relleno de material granular que da soporte a la superficie de ruedo. Debido a la ausencia de obras para canalizar las aguas superficiales, en noviembre del 2015 se observó el arrastre de una porción importante del relleno. En la más reciente gira de abril 2016 se observó que



este sitio ha sido intervenido y re conformado, sin embargo, al ser un relleno expuesto a la acción del agua el arrastre del material se puede volver a presentar.

Recomendaciones: Se recomienda diseñar y construir obras para la canalización del agua de escorrentía en este sitio. Además, se recomienda considerar la pertinencia de construir una obra de retención para confinar el material de relleno, con el fin de estabilizarlo y protegerlo de la acción del agua. Se recomienda colocar a la mayor brevedad posible los dispositivos que garanticen la seguridad de los usuarios.

5.3 Análisis de los taludes con información LÍDAR

En esta sección se describen los aspectos paramétricos y geomoforlógicos de los cuatro taludes de la Ruta Nacional No. 606 que fueron evaluados con el levantamiento topográfico a partir del escáner LÍDAR de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial de LanammeUCR.

Con la información generada con el escáner LÍDAR se generó un modelo de elevación digital (MED) y posteriormente mediante un sistema de información geográfica se calcularon las pendientes de las paredes del talud estudiado. También se realizaron mediciones del largo del talud y la altura.

Talud en estacionamiento 10+700

Este talud se encuentra al LI de la ruta hacia Monteverde, presenta un largo aproximado de 80 m, con una altura máxima de 13 metros. Todas sus pendientes superan los 55°. El material de este talud corresponde con lavas muy meteorizadas con múltiples fracturas, algunas en pares conjugados.

En la parte central (Figura No.11) se puede observar una cavidad generada por el colapso de material. Se observaron varias raíces de arboles entre las fracturas de la roca meteorizada que favorecen el colapso de bloques en este talud. En la parte superior de este talud no existen contracunetas que controlen la caída de agua hacia el frente del

talud, el material colapsado en el pie del talud no deja fluir el agua libremente y la redirige hacia el centro de la calzada generando erosión del material colocado sobre ella.

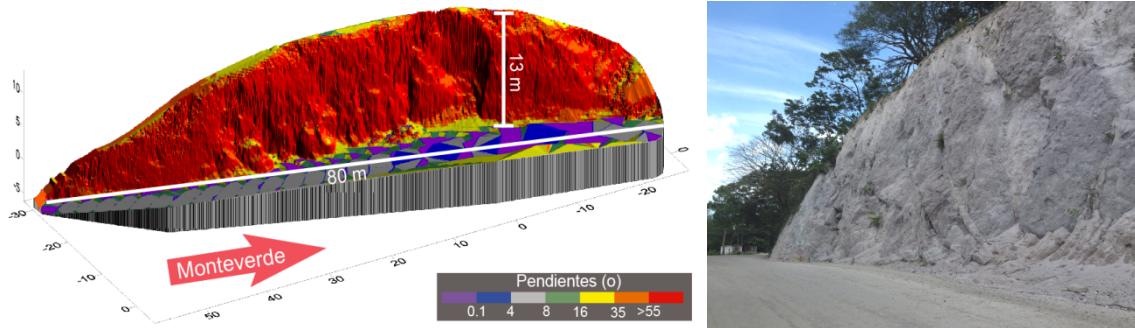


Figura No.11. Modelo de elevación digital generado con escáner LIDAR del talud ubicado en el estacionamiento 10+700.

Talud en estacionamiento 13+680

Este talud se encuentra al LI de la ruta hacia Monteverde, presenta un largo aproximado de 97 m, con una altura máxima de 21 metros. La mayoría de sus pendientes superan los 55° , aunque en la parte central se puede observar pendientes entre 16 y 35° que corresponden con material que ha caído.

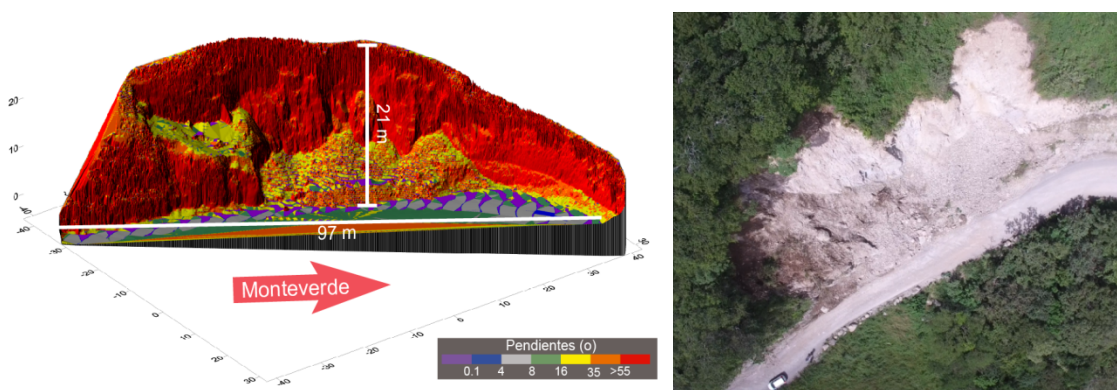


Figura No.12 Modelo de elevación digital generado con escáner LIDAR del talud ubicado en el estacionamiento 13+680.

Talud en estacionamiento 20+900

Este talud se encuentra al LD de la ruta hacia Monteverde, presenta un largo aproximado de 180 m, con una altura máxima de 28 metros. La mayoría de sus pendientes superan los 55°. Se observa un sector colapsado donde el material presenta pendientes más suaves, este material bloque el paso de agua al pie del talud. No se observaron cunetas en la berma de este talud.

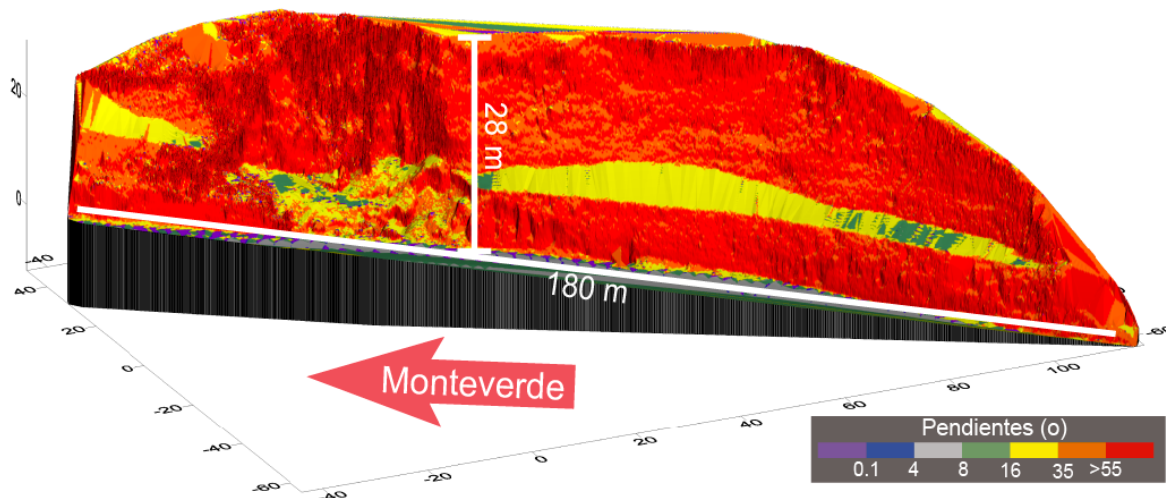


Figura No.13 Modelo de elevación digital generado con escáner Lídár del talud ubicado en el estacionamiento 20+900. La berma presenta en realidad pendientes más bajas y lo que se observa en la figura es producto de una interpolación de datos por ser un punto ciego para el escáner.



Talud en estacionamiento 21+750

Este talud se encuentra al LD de la ruta hacia Monteverde, presenta un largo aproximado 177 m sumando las tres secciones en las que se divide debido a la curvatura que presenta. La altura máxima medida es de 28 m y no se observaron cunetas en las bermas.

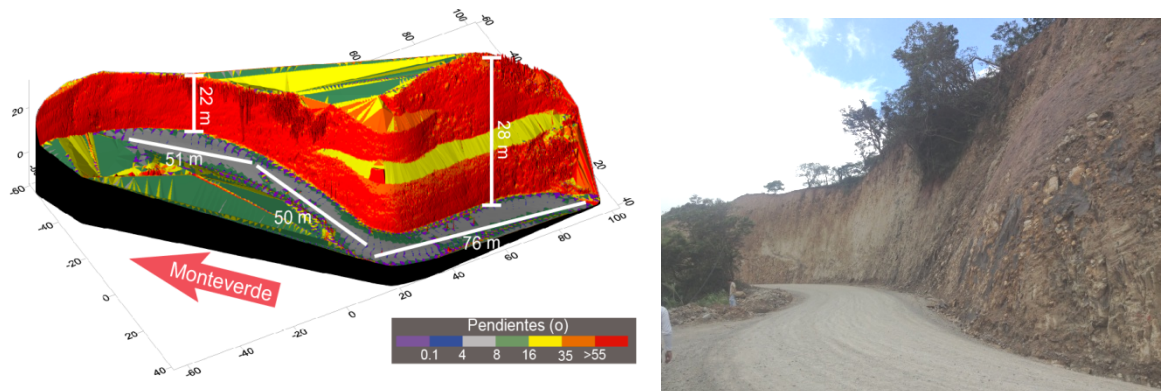


Figura No.14 Modelo de elevación digital generado con escáner LÍDAR del talud ubicado en el estacionamiento 21+750.

6. SUPERFICIE DE RUEDO

La capa granular de rodadura colocada sobre la subrasante existente muestra una serie de deterioros como pérdida de agregado, agregado suelto, ahuellamientos, corrugaciones y polvo. Se considera que las propiedades del material utilizado (subbase granular) en cuanto a granulometría y plasticidad, no favorecen un buen desempeño de la superficie rodadura, sobre todo al mantenerse tanto tiempo expuesta ante la acción del clima y tránsito. Se observó material granular depositado en las cunetas y entradas de pasos de alcantarilla.

Durante la visita realizada en noviembre de 2015 se observó la ausencia de conformación adecuada de la calzada en cuanto a pendiente transversal (bombeo) y



conformación de cunetas para el drenaje de agua pluvial. La necesidad de este tipo de obras básicas de drenaje fue mencionada desde el primer informe emitido por el LanammeUCR en el 2013.

Durante la última visita realizada en abril de 2016 se observó que se realizaron trabajos de mantenimiento en cuanto a conformación de la calzada y cunetas no revestidas en gran parte de la longitud del proyecto, así como limpieza y reparación de cabezales de entrada y salida de los pasos de alcantarilla. Lo anterior ayuda a evitar mayor daño al material granular de la calzada y drenajes, sin embargo se observó que gran cantidad de material granular y suelo removido se no se desechó, sino que se dejó acumulado a los lados del camino, en algunos casos muy cerca de las cunetas y entradas de pasos de alcantarilla. Lo cual sin duda resultará en sedimentación de las cunetas y reducción en la capacidad hidráulica de los pasos de alcantarilla cuando se presenten lluvias.

A continuación, se muestra una descripción comparativa acerca del estado de la superficie de ruedo granular y los deterioros observados en las visitas realizadas al sitio de proyecto en noviembre 2015 y abril 2016.

Deterioros varios de la superficie de ruedo

En noviembre 2015 se observaron varios deterioros de la capa de rodadura granular con severidades media y alta como se indica a continuación:

- Corrugaciones: Moderadas (2.5 - 7.5 cm de profundidad) principalmente en curvas y zonas con alta pendiente provocadas por la esorrentía de agua pluvial acción del tránsito vehicular, como se observa en la Figura 15 A.
- Agregado suelto: Moderado (5 - 10 cm) debido a la pérdida de finos del material granular en forma de polvo y por erosión. Se observa principalmente en las curvas donde el tránsito desplaza el agregado hacia los lados del camino como se muestra en la Figura No.15 B.
- Ahuellamientos y huecos: debido a la pérdida de la conformación de la pendiente transversal (bombeo) en noviembre 2015, se presentaban zonas de acumulación de humedad sobre la calzada que formaban de ahuellamientos y huecos de



moderada a alta severidad, con diámetros de hasta 1 m y profundidades mayores a 5 cm, como se muestra en la Figura 15 C.



Figura No.15 Deterioros la superficie de ruedo (Noviembre 2015).

- A) Corrugaciones en Est 23+450,
- B) Huecos alta severidad en Est 9+400
- C) y D) Agregado Suelto alta severidad Est. 9+850

Durante la visita de abril de 2016 se apreció mejora en la condición general de la superficie de ruedo, sin embargo ya se observan deterioros a pesar de los trabajos de mantenimiento realizados, lo cual se describe a continuación:

- Pendiente transversal (bombeo): a pesar de la conformación que reciente se realizaron trabajos de mantenimiento de la calzada y drenajes, se observó que la conformación de la superficie de ruedo se mantiene plana en gran parte de la



longitud del proyecto como se observa en la Figura 16 A y B. Posiblemente, esto generará mayores deterioros cuando se presenten las lluvias, debido a la falta de pendiente transversal que conduzca el agua pluvial hacia las cunetas.

- Agregado suelto: de alta severidad (>10 cm de espesor). Se continúa presentando a lo largo de todo el proyecto, principalmente en las curvas como se muestra en la Figura No.16 C y D.
- Ahuellamientos y deformaciones: Se observaron ahuellamientos y deformaciones de severidad media (2.5-7.5 cm de profundidad) en zonas localizadas, donde se observa la contaminación del material granular con suelo de subrasante como se muestra en la Figura 17 A y B.
- Polvo: se observó generación de polvo de severidad alta. En la calzada y a los lados del camino se acumula gran cantidad de partículas finas provenientes del material de superficie de ruedo y cortes de taludes expuestos como se observa en la Figura 18 A y B. Luego el tránsito vehicular levanta estas partículas en forma de polvo, lo cual disminuye la visibilidad de los conductores y genera una nube que asciende a una altura mayor de 2 m como se observa en la Figura 18 C y D. Esto se presenta a lo largo de toda la longitud del proyecto y constituye uno de los deterioros más importantes de la superficie de ruedo ya que se pierden los finos que generan la cohesión del material granular y además se convierte en un problema de seguridad vial para las usuarios del camino.

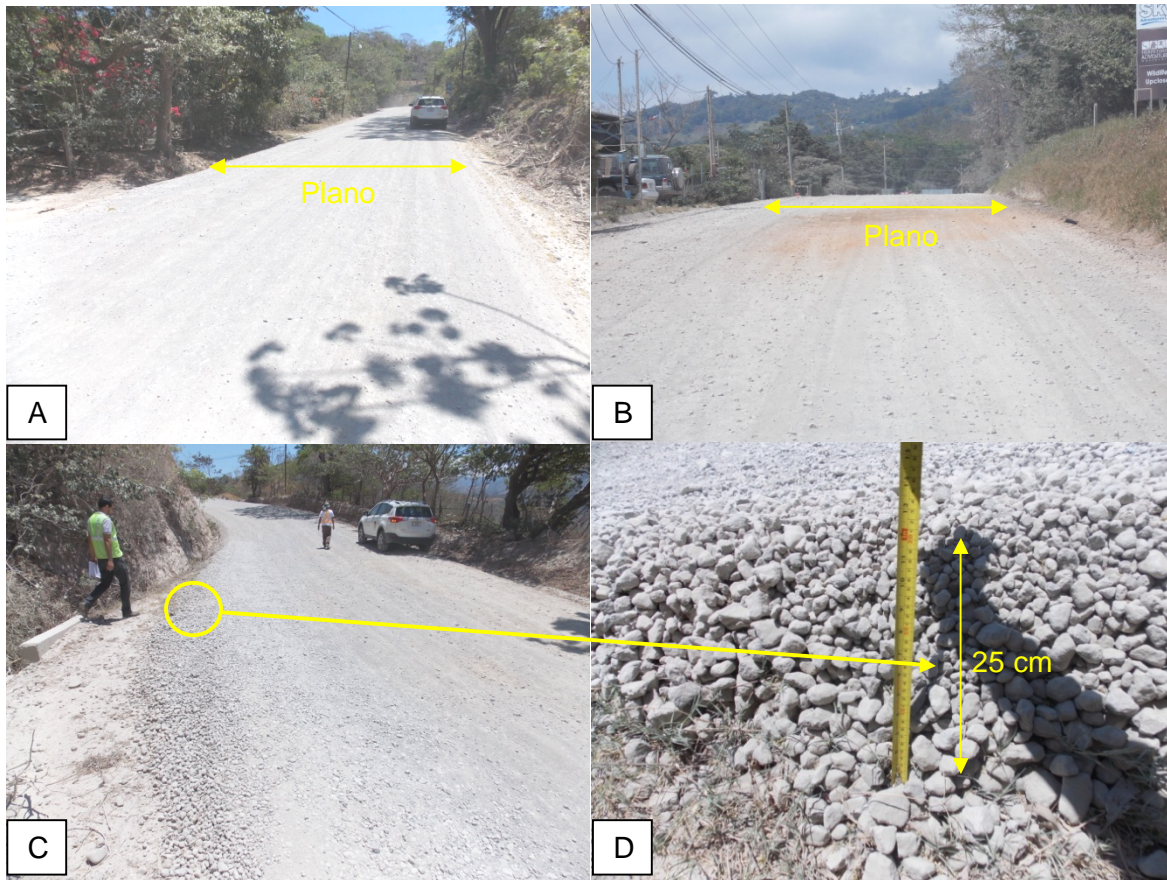


Figura No.16 Deterioros de la superficie de ruedo (Abril 2016).
A) y B) Calzada plana sin bombeo Est 7+850 y Est 22+480
C) y D) Agregado suelto de alta severidad Est 10+415



Figura No.17 Deterioros de la superficie de ruedo (Abril 2016) .
A) Ahuellamiento severidad alta Est 20+250, B) Deformaciones Est 22+480

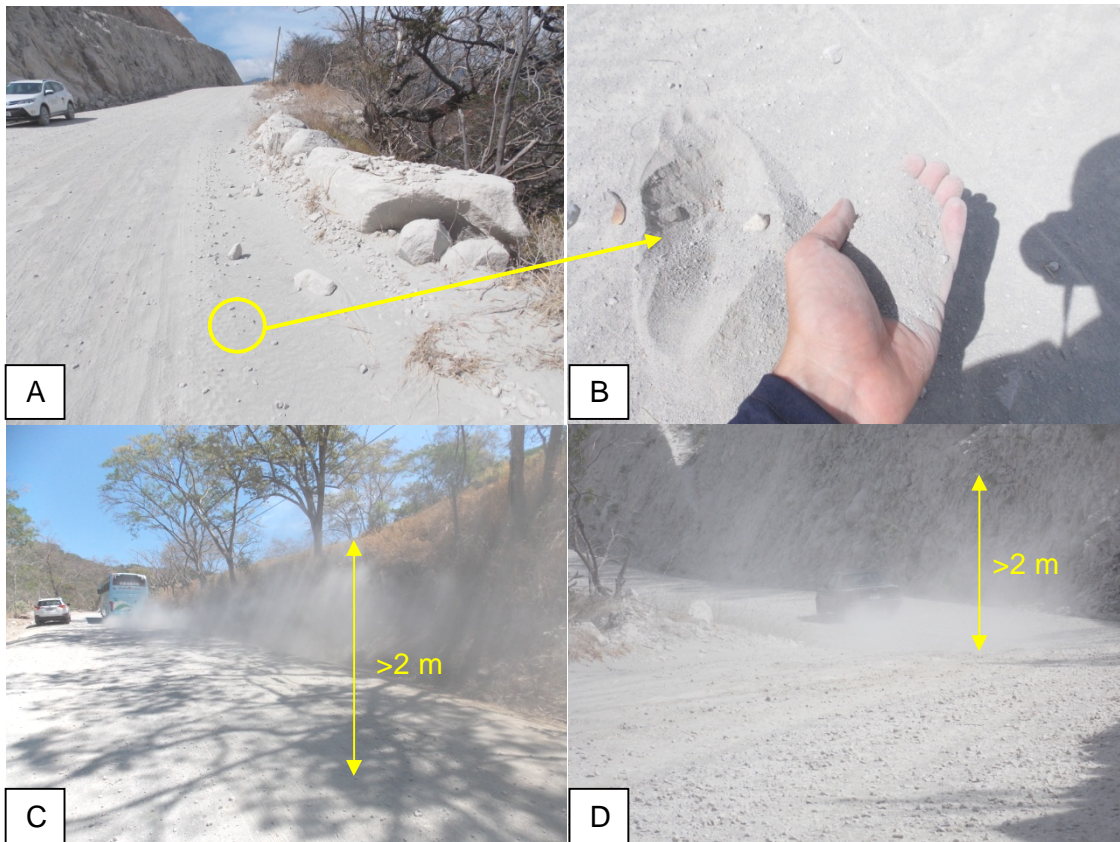


Figura No.18 Condición de la superficie de ruedo (Abril 2016)

A) y B) Depósito de partículas finas (arena) a los lados del camino en Est 16+680

C) Nube de polvo generada por autobús en Est 7+030

D) Nube de polvo generada por vehículo liviano Est 16+680

7. SISTEMAS DE DRENAJE

El sistema de drenajes de un camino de montaña como lo es la RN 606 en la sección Guacimal-Santa Elena, es uno de los elementos más importantes para evacuar el agua pluvial y evitar que la escorrentía descontrolada provoque daños a la superficie de ruedo y taludes de corte y relleno.

En este proyecto se intervinieron los pasos de alcantarilla existentes y se construyeron pasos nuevos con sus correspondientes cabezales de entrada y salida. Sin embargo, hasta la visita realizada en noviembre 2015 no se habían conformado cunetas que

transportaran el agua pluvial hacia las estructuras de drenaje transversal. Esto provocó que en muchos sitios el agua pluvial descontrolada erosionara la superficie de ruedo y los lados del camino, formando surcos, cárcavas y depositando parte del material granular en los pasos de alcantarilla como se observa en la Figura 19.



Figura No.19 Erosión de calzada y hombros provocada por falta de cunetas (Noviembre 2015).

A) Est. 15+600, B) Est. 12+890, C) Est. 21+700, D) Est. 21+800.

Durante la visita realizada en abril 2016 se observó que se realizaron obras de conformación de la calzada y cunetas no revestidas, lo cual ha mejorado las condiciones de drenaje del camino. Sin embargo, se dejó suelo y material granular acumulado a los lados del camino, en zonas cercanas a las cunetas y pasos de alcantarilla, lo cual reduce su capacidad hidráulica y puede propiciar deterioros graves como se observa en la figura 20 A) y B).

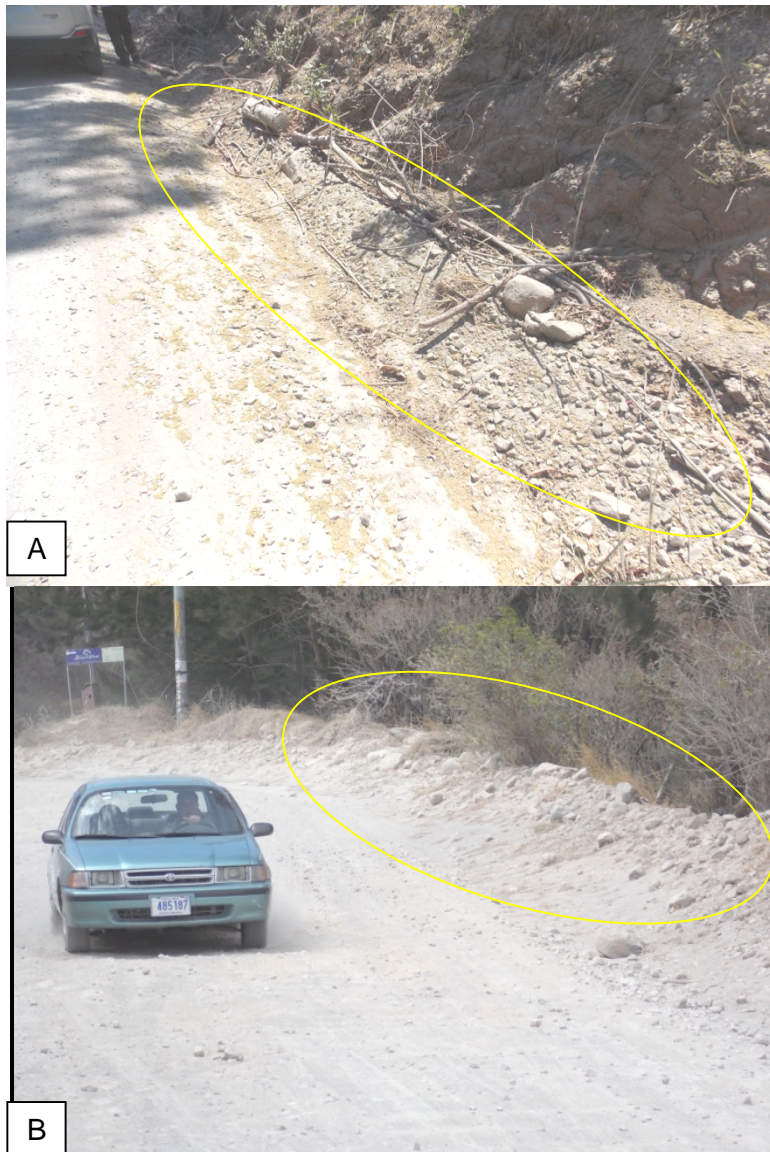


Figura No.20 Suelo y material granular acumulado a los lados del camino (Abril 2016).
A) Est 7+850, B) Est 20+990.



Durante la visita de noviembre de 2015, los pasos de alcantarilla que fueron intervenidos mostraban problemas de sedimentación en los cabezales de entrada. Se observó que gran parte del sedimento correspondía a material granular de la superficie de riego y suelo arrastrado por la escorrentía pluvial como se muestra en la figura 21. Además, se notaron varios pasos de alcantarilla recientemente construidos, cuyos cabezales de salida mostraban problemas de inestabilidad debido a la falta de elementos típicos de protección como delantales o enrocamientos. La escorrentía del agua provocó erosión de los taludes y los cabezales se encontraban a punto de deslizarse como se observa en Figura 22.



Figura No.21 Sedimento en entrada de pasos de alcantarilla (Noviembre 2015)

A) Est. 7+810, B) Est. 8+200, C) Est. 17+791, D) Est. 18+065.



Figura No.22 Erosión e inestabilidad en cabezales de salida (Noviembre 2015).
A) Est. 7+920. B) Est. 9+705. C) Est. 10+415. D) Est. 21+440.

Durante la inspección realizada en abril 2016 se observó que se realizaron trabajos de limpieza y reparación de los cabezales de entrada y salida de los pasos de alcantarilla. Sin embargo, se mantiene su vulnerabilidad ante el depósito de sedimentos en la entrada como se observa en la figura 23, e inestabilidad en los cabezales de salida como se muestra en la figura 24. Un ejemplo de esto es el cabezal ubicado en el Est 7+028, colocado recientemente en esta ubicación donde previamente no se tenía la estructura, la cual debido a la inestabilidad del terreno se deslizó hacia el talud como se observa en la figura 24 A).



Figura No.23 Sedimentación en cabezales de entrada (Abril 2016)
A) Est. 7+720, B) Est 8+550, C) Est 9+855 D) Est 11+000

Condiciones de vulnerabilidad como las que se han descrito, fueron señaladas por el LanammeUCR durante los últimos tres años (informes LM-PI-UGERVN-09-2013 Y LM-PI-UGERVN-01-2015), con el fin de prevenir el deterioro de las obras realizadas y reducir los riesgos que implican estos deterioros para los usuarios de la vía. En cuanto a los drenajes, se requiere la construcción de cunetas revestidas en gran parte de la longitud del proyecto, así como contra cunetas y cunetas en berma para los taludes donde el diseño lo indique, elementos que deben incluirse en las obras pendientes por terminar.



Figura No.24 Daño en el cabezales de salida en los pasos de alcantarilla (Abril 2016)
A) Est 7+030, B) 9+300, C) 11+860, D) 22+350

8. CONCLUSIONES

Las obras de mejoramiento realizadas en la Ruta Nacional 606, sector Guacimal-Santa Elena, se encuentran en proceso de deterioro acelerado, principalmente debido a deficiencias en el sistema de drenaje pluvial e inestabilidad de los taludes de corte y de relleno.

El nivel de servicio mejoró marginalmente con la ampliación de la calzada y la colocación de material granular en la superficie de ruedo. Sin embargo, se ha aumentado el nivel de



riesgo para el usuario que transita por la vía, principalmente por el aumento de la probabilidad de deslizamientos, generación de polvo y falta de señalización vial.

En noviembre del 2015 se contabilizaron 50 deslizamientos de suelo y rocas que obstruían los drenajes y parte de la calzada, los cuales habían sido removidos al momento de la inspección realizada en abril 2016. Además, se observó que se realizaron obras de conformación de la calzada y cunetas, así como limpieza y reparación de pasos de alcantarilla. Sin embargo en cuanto a las zonas de corte, no se han realizado las obras requeridas para garantizar su estabilidad y protección superficial, por lo tanto se mantiene la vulnerabilidad al deslizamiento de estos taludes.

La superficie de ruedo muestra evidencia de deterioro causado principalmente por el tránsito vehicular y la escorrentía del agua pluvial, debido a la falta de conformación adecuada de la calzada (bombeo) y pérdida de finos de la capa de material granular colocada.

Se observó gran cantidad de alcantarillas con sedimentación en las entradas e inestabilidad en los cabezales de salida deslizamientos, que representan vulnerabilidad del sistema de drenajes que tan importante es para mantener la buena condición de la superficie de ruedo y evitar la pérdida de los materiales colocados así como dañar los trabajos ya realizados en el camino.

Por otro lado no se observó ninguno de los 19 pasos de fauna subterráneos y aéreos que se habían propuesto diseñar e integrar en el proyecto, para minimizar el impacto ambiental que conlleva el flujo de vehículos por esta ruta. Tampoco se observó ninguno los 8 sitios para miradores que se habían propuesto diseñar e integrar en el proyecto, para dar un atractivo más a esta ruta que es transitada por gran cantidad de turistas.

Finalmente, la RN 606 en el tramo Guacimal – Santa Elena carece de elementos de seguridad vial, a pesar de su importancia para el transporte local de personas, bienes y servicios como el turismo. No hay barreras guarda camino ni señalización preventiva que adviertan al conductor sobre los peligros existentes en la vía (deslizamientos, caídos, curvas, reducción del ancho de calzada y otros). La vía carece de alumbrado público, lo cual, sumado a las condiciones de deterioro identificadas en este informe, aumenta el



riesgo para los usuarios principalmente en condiciones de poca visibilidad por neblina o durante la noche.

9. RECOMENDACIONES

Reiteramos la urgencia de continuar con las obras de construcción pendientes para terminar el proyecto. Se recomienda implementar acciones correctivas en tres aspectos principales: seguridad vial, estabilización de taludes y sistemas de drenaje para evitar un mayor deterioro de los trabajos y la inversión realizada hasta el momento.

En cuanto a la seguridad vial, debería ser prioridad en sectores con curvas, zonas cercanas a deslizamientos y taludes inestables, para el resto de la ruta se recomienda colocar señalización vertical para informar al usuario acerca de los riesgos existentes al transitar por la vía.

Se recomienda diseñar y construir las soluciones geotécnicas requeridas para garantizar la estabilidad de los taludes del proyecto. Se recomienda que los diseños incluyan los posibles disparos por aceleración sísmica. Además, se deben atender los factores de susceptibilidad litológica, susceptibilidad por pendiente y manejo/control de aguas superficiales con drenajes, cunetas y vegetación para control de erosión. Se recomienda diseñar y construir lo antes posible las obras de drenaje para los taludes (contra cuentas y cunetas en berma y bajantes).

Se recomienda monitorear la condición de estabilidad de los taludes de corte y relleno a lo largo de toda la longitud del proyecto, sobre todo cuando se presenten períodos de mayor cantidad de precipitación.

Se recomienda limpiar las entradas de los pasos de alcantarilla y disponer fuera del corredor del proyecto, el suelo y material granular producto de las obras de conformación de cunetas y alcantarillas que se apiló a los lados del camino. Esto para evitar que se deposite como sedimento en las cunetas recién conformadas y pasos de alcantarilla durante la estación lluviosa próxima. Además, se debe realizar obras de protección en la salida de los pasos de alcantarilla para corregir la inestabilidad que presentan, dada la erosión que presentan los taludes de relleno en estos puntos de drenaje.



10. REFERENCIAS

LANAMMEUCR, Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN), 2013: Informe de Colaboración Ruta Nacional No.606, Sector Guacimal – Santa Elena LM-PI-UGERVN-10-2013, San José Costa Rica. 75 pp.

LANAMMEUCR, Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN), 2015: Informe de Fiscalización Ruta Nacional No.606, Sector Guacimal – Santa Elena LM-PI-UGERVN-01-2015, San José Costa Rica. 32 pp.

CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA, División de Fiscalización Operativa y Evaluativa, 2016: Informe de la Auditoría Operativa sobre la eficiencia y economía del proceso de construcción y mejoramiento de carreteras de la Red Vial Nacional (RVN), DFOE-IFR-IF-03-2016, San José Costa Rica. 34 pp.

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y POLÍTICA ECONÓMICA, Banco de Proyectos de Inversión Pública, Sector Transporte e Infraestructura, Entidad: Consejo Nacional de Vialidad, Proyecto: Mejoramiento de la ruta nacional 606, sección Guacimal-Santa Elena. Consultado en mayo del 2016, mediante la dirección <http://mideplan5-n.mideplan.go.cr/>