



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Informe: LM – PI – UE – 008 – 2011

Ubicación y evaluación de sitios susceptibles a deslizamientos de la Ruta Nacional 27 San José – Caldera, Tramo II

Informe Corto

Preparado por:
Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional

San José, Costa Rica
Octubre, 2011

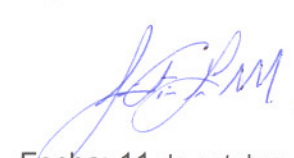


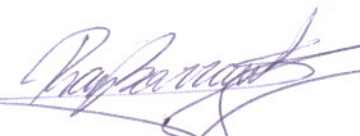

1. Informe LM – PI – UE – 008 – 2011		2. Copia No. 1
3. Título Ubicación y evaluación de sitios susceptibles a deslizamientos de la ruta nacional 27 San José – Caldera, Tramo II		4. Fecha del Informe Octubre, 2011
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias		
7. Resumen Como parte de la Ley 8114, que estipula al LanammeUCR como ente fiscalizador de la Red Vial Nacional y de los proyectos en concesión, se realizó una gira a inicios de setiembre a la Ruta 27 Carretera San José – Caldera, para evaluar, de manera visual, el estado de los sitios que han presentado problemas de inestabilidad desde la puesta en operación de esta ruta, particularmente en el Tramo II, entre el puente sobre el Río Grande y la salida al poblado de Orotina. En esta gira se ubicaron con GPS los puntos analizados, se evaluó el estado de los taludes y terraplenes, existencia de obras de mitigación para la reducción de la vulnerabilidad de la ruta, y se tomaron fotografías digitales de los sitios visitados.		
8. Palabras clave Ruta 27, taludes, terraplenes, deslizamientos	9. Nivel de seguridad Ninguno	10. No. de páginas 29
11. Preparado por Ing. José Francisco Garro  Fecha: 11 de octubre, 2011	9. Nivel de seguridad Christian Valverde Cordero  Fecha: 11 de octubre, 2011	
12. Revisado por Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR  Fecha: 11 de octubre, 2011	12. Revisado por Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador, Unidad de Evaluación Red Vial Nacional  Fecha: 11 de octubre, 2011	13. Aprobado por Ing. Guillermo Loría Salazar Coordinador General PITRA  Fecha: 11 de octubre, 2011



TABLA DE CONTENIDOS

1. Antecedentes	5
2. Sitios visitados	5
Punto 1 estacionamiento 28+400	7
Puntos 2 y 3 estacionamientos 29+000 a 29+400	9
Punto 4 estacionamiento 36+000	10
Punto 5 estacionamiento 36+350	12
Punto 6 estacionamiento 37+200	13
Punto 7 estacionamiento 37+640	15
Punto 8 estacionamiento 40+500	15
Punto 9 estacionamiento 41+000	16
Punto 10 estacionamiento 43+740	17
Punto 11 estacionamiento 44+800	18
Punto 12 estacionamiento 45+220	20
Punto 13 estacionamiento 46+050	21
Punto 14 estacionamiento 47+200	24
Punto 15 estacionamiento 48+340	25
Punto 16 estacionamiento 47+700	26
Otras observaciones	28
3. Conclusiones	28
4. Recomendaciones	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sitios visitados	6
Figura 2: Talud izquierdo, est. 28+400	7
Figura 3: Talud derecho, est. 28+400	8
Figura 4: Restos de concreto lanzado, talud derecho, est. 28+400	8
Figura 5: Talud, est. 29+050	9



Figura 6: Talud, est. 29+050	10
Figura 7: Estado de la cubierta de concreto lanzado, est. 36+000	11
Figura 8: Daños en la cubierta de concreto lanzado, est. 36+000	11
Figura 9: Daños al pie del drenaje, est. 36+360	12
Figura 10: Deformación en el pavimento, est. 36+350	13
Figura 11: Talud, est. 37+200	14
Figura 12: Talud, est. 37+200	14
Figura 13: Talud, est. 37+640	15
Figura 14: Talud, est. 40+500	16
Figura 15: Talud, est. 41+000	17
Figura 16: Talud, est. 43+740	18
Figura 17: Talud, est. 44+800	19
Figura 18: Caída de material, talud est. 44+800	19
Figura 19: Daños en taludes, est. 45+220	20
Figura 20: Grietas y daños por humedad, est. 45+220	21
Figura 21: Falla en el sistema de revestimiento, est. 46+050	22
Figura 22: Desprendimientos en la base del talud, est. 46+050	23
Figura 23: Deslizamiento, est. 46+050	23
Figura 24: Deslizamiento ocurrido, est. 46+250	24
Figura 25: Talud, est. 47+200	25
Figura 26: Talud, est. 48+730	26
Figura 27: Talud, est. 47+700	27
Figura 28: Terraplen, est. 47+700	27
Figura 29: Estado de las cunetas, est. 37+200 y 41+000	28



1. ANTECEDENTES

Desde su inauguración y puesta en operación, la Ruta Nacional 27 Carretera San José – Caldera ha presentado diversos problemas tanto a nivel geotécnico, con deslizamientos en taludes y terraplenes, como a nivel de mezcla asfáltica, con deterioros tempranos en la superficie de ruedo, en forma de desprendimientos y exudación. Esto ha sido expresado en el informe INF – PITRA – 002 – 2010 emitido en diciembre del 2010 por el LanammeUCR.

La época lluviosa del año 2010 fue la primera prueba que tuvo dicha carretera. Durante este período, y debido a un diseño deficiente tanto en las obras geotécnicas como en las relacionadas con el manejo de aguas, era común el cierre parcial o total del Tramo II, el cual se extiende desde el estacionamiento 14+025 al 51+720. Los problemas se han presentado especialmente entre el peaje de Atenas (estacionamiento 32+050) y las cercanías a la salida a Orotina (estacionamiento 52+500); y comprenden desde la caída de detritos, hasta el deslizamiento de gran cantidad de material y caída de rocas de gran tamaño, así como hundimientos de terraplenes como el presentado en el estacionamiento 47+200.

A inicios de setiembre del presente año, un equipo del LanammeUCR realizó una visita a la ruta con el objeto de realizar un levantamiento visual del estado de los taludes y terraplenes que han presentado problemas; esto antes de que inicie la temporada lluviosa de los meses de setiembre y octubre, los cuales fueron los que más afectaron la ruta en el año 2010. Junto con las fotografías digitales tomadas, se ubicaron los puntos con GPS, para poder darles seguimiento durante la temporada lluviosa del año 2011.

2. SITIOS VISITADOS

En total se visitaron 16 puntos ubicados entre los kilómetros 28 a 49. La Figura 1 muestra la ubicación de estos sitios. La totalidad de los mismos corresponden a zonas con taludes con alturas entre los 15 y 30 metros, y pendientes pronunciadas (en algunos casos, casi verticales como se verá más adelante), o una combinación de estos factores. Además, fueron sitios que presentaron algún tipo de problema durante la temporada lluviosa del año 2010. Por tanto, un objetivo importante de la visita fue evaluar las medidas correctivas que ha ejecutado la empresa concesionaria durante la primera mitad del año en curso, en miras a disminuir el nivel de riesgo asociado con dichos puntos.

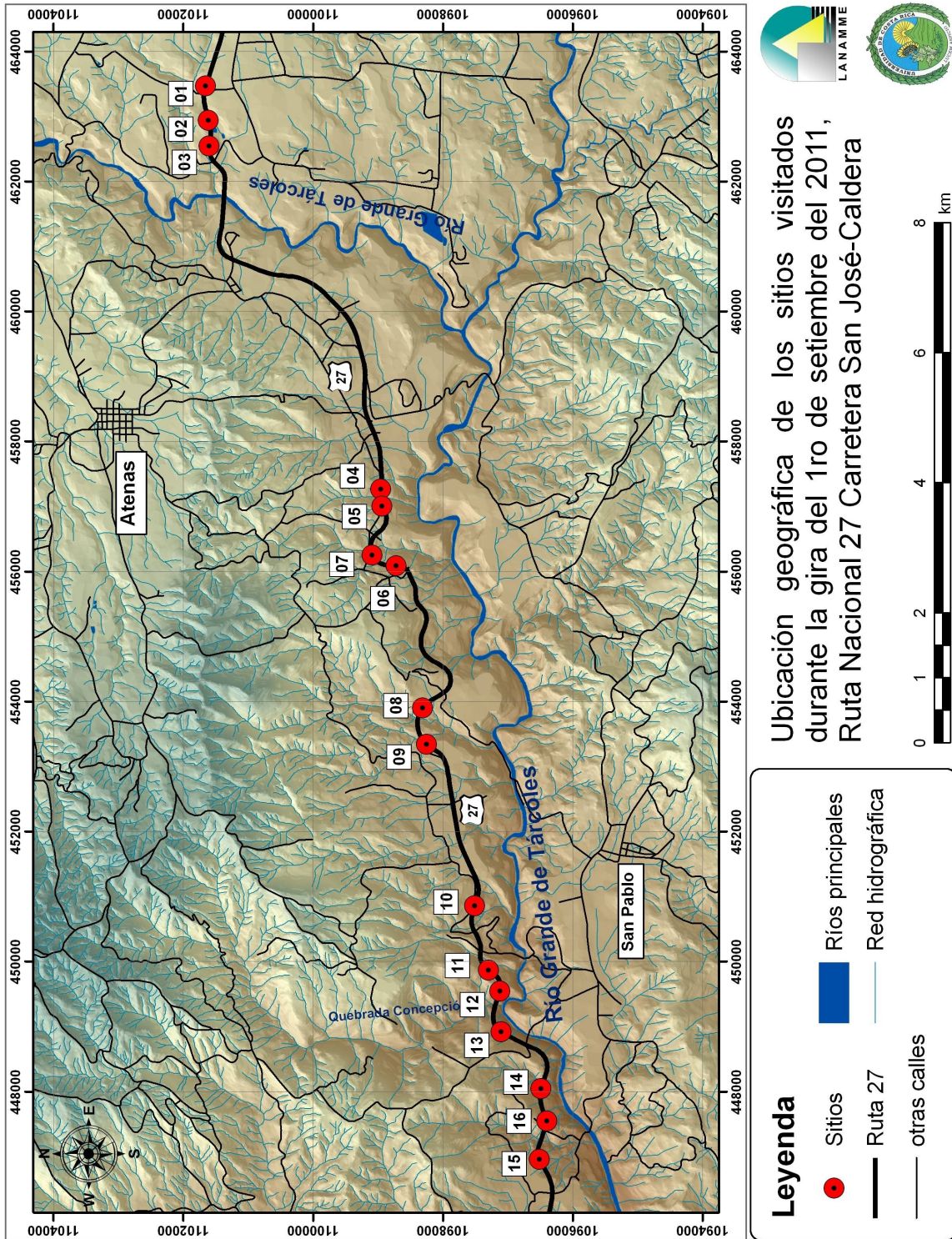


Figura 1: Sitios visitados.

A continuación se detallan cada uno de los sitios visitados:

- Punto 1, estacionamiento 28+400: Representa una sección corte-corte, cuyos taludes presentan alturas entre 15 y 20 metros, con ningún tipo de terrazas u obras de contención. En una zona se visualiza los restos de concreto lanzado, estando el talud expuesto sin ninguna intervención aparente. Además, en las zonas altas de los taludes, que corresponden con propiedades privadas, no existen obras hidráulicas para el manejo de aguas superficiales. Las Figuras 2 a 4 ilustran el punto visitado.



Figura 2: Talud izquierdo, est. 28+400.



Figura 3: Talud derecho, est. 28+400.



Figura 4: Restos de concreto lanzado, talud derecho, est. 28+400.

- Punto 2 y 3, estacionamientos 29+000 a 29+400: Presenta un talud en el lado derecho de la vía (sentido San José – Caldera), con una altura estimada entre los 15 y 20 metros (pudiendo ser mayor en varios puntos), y una longitud aproximada de 400 metros; con la particularidad de que en varios puntos, a mayor altura, mayor la pendiente del mismo, siendo casi vertical en la parte alta del talud. Presenta una terraza con daños por erosión: no existen obras hidráulicas para el manejo de aguas de escorrentía, sólo una zanja excavada en la berma de la primera terraza, que favorece la infiltración de aguas al cuerpo del talud. Las Figuras 5 y 6 muestran el sitio visitado.



Figura 5: Talud, est. 29+050; la línea roja indica el perfil aproximado.



Figura 6: Talud, est. 29+050.

- Punto 4, estacionamiento 36+000: Presenta un talud de unos 15 metros de altura, en el lado derecho de la vía (sentido San José – Caldera), con una capa de concreto lanzado. Éste presenta daños por humedad, tanto de la escorrentía como por infiltraciones que emanan del mismo. Estas infiltraciones ocurren en sitios donde no existen tuberías de drenaje del agua dentro del talud. Además, el concreto exhibe grietas importantes, así como descascamientos y desprendimientos en su base. Como en los puntos anteriores, no se detectan estructuras para el manejo de aguas superficiales. Las Figuras 7 y 8 muestran el punto.



Figura 7: Estado de la cubierta de concreto lanzado, est. 36+000.

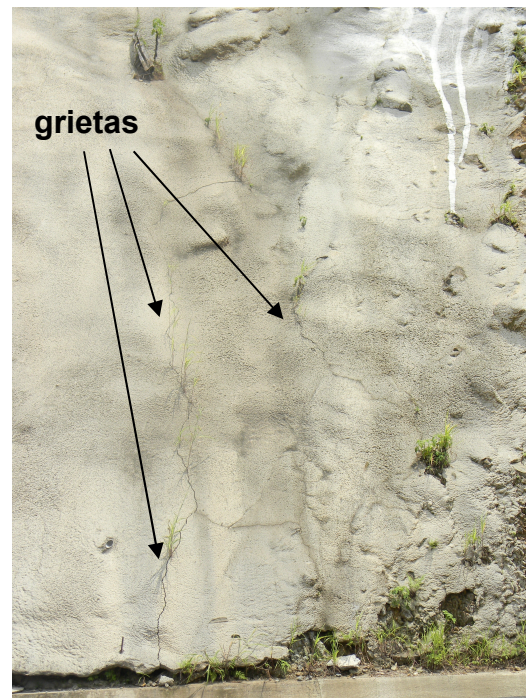
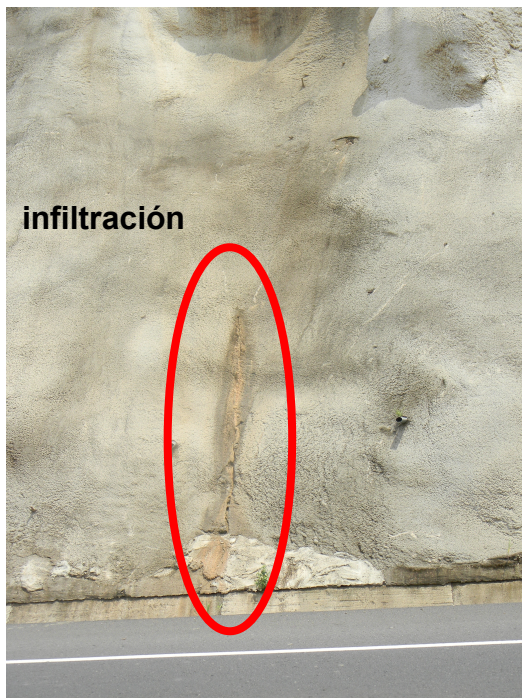


Figura 8: Daños en la cubierta de concreto lanzado, est. 36+000.

- Punto 5, estacionamiento 36+350. Este sitio había sido identificado previamente como un punto donde se produjo deformación en la carpeta asfáltica producto del empuje del talud ubicado en el lado derecho en el sentido San José – Caldera (ver informe LM-PI-UE-002-2011, publicado por el LanammeUCR en marzo del presente año). Se han realizado obras de control de aguas superficiales, incluidas contracunetas en la berma de la terraza, junto con desagües mediante tuberías; sin embargo, muchas de estas obras presentan daños visibles. Además, se detectó un problema de levantamiento en la cuneta y pavimento más próximos al talud, indicio de que el movimiento del mismo aún no se ha detenido. Las Figuras 9 y 10 ilustran los daños observados en el sitio.



Figura 9: Daños al pie del drenaje, est. 36+350.



Figura 10: Deformación en el pavimento, est. 36+350.

- Punto 6, estacionamiento 37+200: Representa una sección transversal corte-corte, cuyos taludes tienen alturas superiores a los 15 metros, y terrazas con daños evidentes por erosión hídrica. No presentan estructuras de manejo de aguas ni de captación de caídos, lo cual unido al tipo de suelos de la zona, con gran cantidad de detritos cuyos tamaños alcanzan los 40 cm de diámetro en una matriz arcillo – arenosa fácilmente erosionable, representan un riesgo potencial para los usuarios cuando ocurren lluvias importantes. Las Figuras 11 y 12 muestran el sitio.



Figura 11: Talud, est. 37+200.



Figura 12: Talud, est. 37+200.

- Punto 7, estacionamiento 37+640. Talud del lado derecho de la vía (sentido San José – Caldera), de aproximadamente 30 metros de altura, y recubierto por un geotextil y malla metálica flexible. Esta cubierta se encuentra rota en varios puntos, y la acumulación de material en la base del talud es evidente, tal y como se muestra en la Figura 13.



Figura 13: Talud, est. 37+640.

- Punto 8, estacionamiento 40+500. Talud del lado derecho, sin protección ni estructuras de manejo de aguas. El corte realizado evidencia distintas capas de suelo con diversos grados de meteorización, estando los más susceptibles a la erosión en la parte superior; ver Figura 14.



Figura 14: Talud, est. 40+500.

- Punto 9, estacionamiento 41+000. Talud del lado derecho, con una cubierta protectora de concreto lanzado y drenajes en la parte inferior únicamente. No presenta problemas evidentes; sin embargo el estado de varios tubos de drenaje (quebrados, doblados, o inclusive inexistentes) evidencia una falta de mantenimiento, como se observa en la Figura 15.



Figura 15: Talud, est. 41+000.

- Punto 10, estacionamiento 43+740: Talud del lado izquierdo, con recubrimiento de concreto lanzado, el cual presenta desprendimientos en uno de sus extremos, tal y como se ilustra en la Figura 16.



Figura 16: talud, est. 43+740. En el círculo rojo se señalan los desprendimientos en la cubierta de concreto.

- Punto 11, estacionamiento 44+800: Talud del lado derecho, de unos 25 metros de altura, cubierto por un geotextil y con mallas para el control de caídos. La parte superior del talud, la cual no presenta protección de algún tipo, se encuentra en proceso constante de erosión, lo cual ocasiona que gran cantidad de material se desprenda y ocasione problemas en el geotextil, así como ha roto varios puntos de la malla de contención. Lo anterior se muestra en las Figuras 17 y 18.

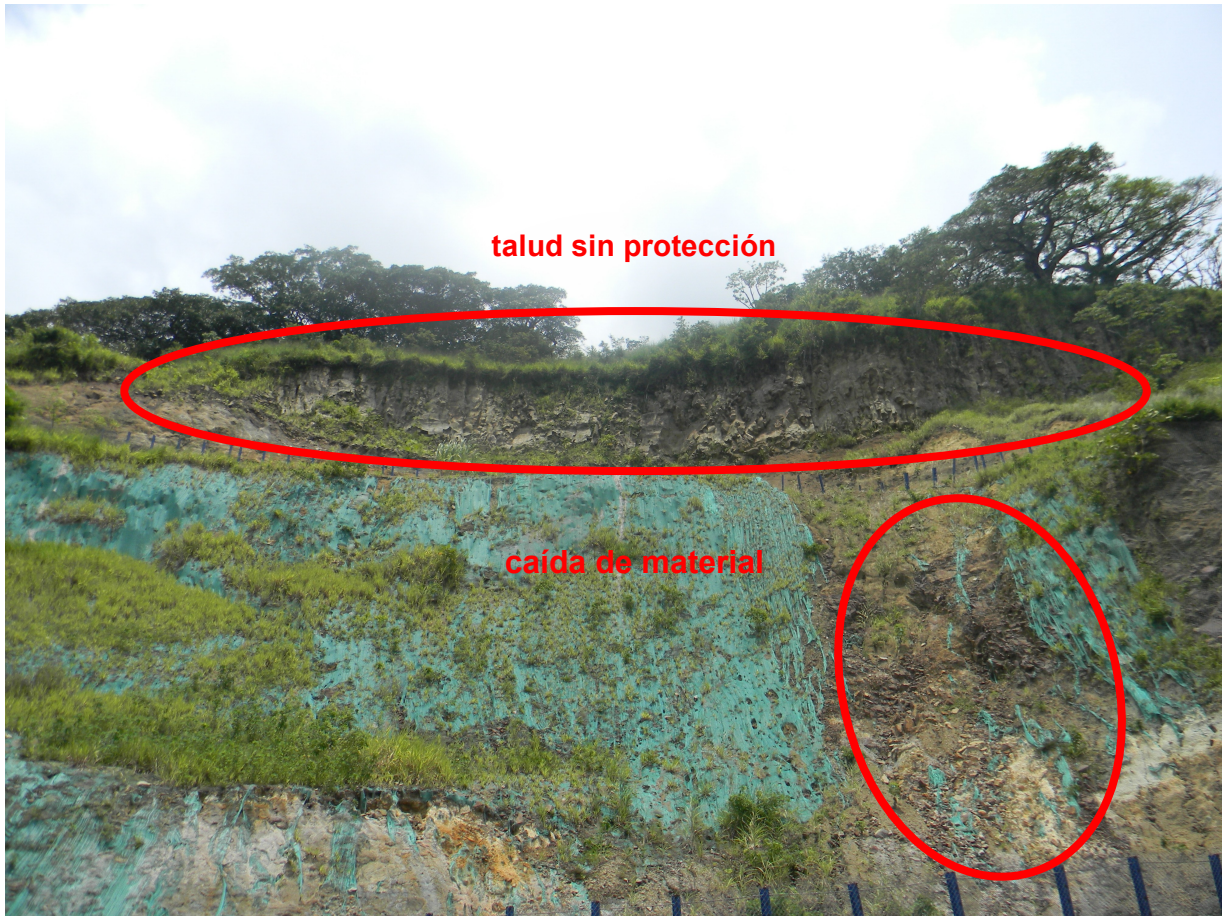


Figura 17: Talud, est. 44+800. El círculo rojo de la derecha evidencia los problemas que ocasiona el material desprendido en el geotextil.



Figura 18: Caída de material, talud est. 44+800.

- Punto 12, estacionamiento 45+220. Talud en ambos lados, con concreto lanzado en diversos puntos, y malla de control de caídos en otros. En varios lugares, la cubierta de concreto exhibe desprendimientos, así como grietas y daño por humedad debido al agua con gran cantidad de minerales que emana de las tuberías de infiltración, pero que no es correctamente canalizada hacia las cunetas, tal y como se ilustra en las Figuras 19 y 20. Esta zona presenta hidrotermalismo, tal y como se indica en el informe LM-PI-UE-007-2011 publicado por el LanammeUCR en julio del presente año.



Figura 19: Daños en taludes, est. 45+220.



Figura 20: Grietas y daños por humedad, est. 45+220. La mancha q se observa a la izquierda, es debido a la gran cantidad de minerales que posee el agua que emana desde el interior del talud, la cual al no ser canalizada correctamente entra en contacto con el concreto, alterándolo en el proceso.

- Punto 13, estacionamiento 46+050. Talud del derecho con revestimiento en concreto lanzado, anclajes y malla de control de caídos sobre dicho revestimiento. En varios puntos, el sistema de contención utilizado ha fallado, tal y como se muestra en la Figura 21. Además, al igual que en varios puntos anteriores, el concreto presenta desprendimientos importantes (Figura 22). Del lado izquierdo existe un pequeño talud, el cual exhibe un deslizamiento que estuvo cubierto con concreto lanzado: aún existe en la parte superior del mismo un segmento recubierto (Figura 23). Como nota importante, pocas horas después de realizada la gira y debido a un evento importante de lluvia, aproximadamente 200 metros más delante de este punto se presentó un deslizamiento de grandes proporciones, que impidió el paso por la ruta en dicho punto durante varias horas (Figura 24).



Figura 21: Falla en el sistema de revestimiento, est. 46+050.



Figura 22: Desprendimientos en la base del talud, est. 46+050.



Figura 23: Deslizamiento, est. 46+050.



Figura 24: Deslizamiento ocurrido el día 1^{ro} de setiembre, est. 46+250. Imagen tomada del sitio de Internet de La Nación (www.nacion.com).

- Punto 14, estacionamiento 47+200: Talud del lado derecho, uno de los más altos del proyecto. Se están realizando trabajos, como la construcción de un muro con rocas en la base, cunetas y drenajes superficiales, que en conjunto con las terrazas, debería estabilizar dicho talud, protegiendo el trazado del ferrocarril que corre en la parte superior (Figura 25). De acuerdo a la evaluación realizada en sitio, así como por la extensión y la altura del talud, este es uno de los puntos más susceptibles a deslizamiento en todo el proyecto, por lo que es importante dar un seguimiento a las obras en construcción.



Figura 25: Talud, est. 47+200.

- Punto 15, estacionamiento 48+340: Talud de aproximadamente 15 metros de alto, del lado derecho de la vía. No presenta obras de protección, y la parte alta del mismo presenta una pendiente casi vertical, con rocas del tipo ignimbritas que, de acuerdo con lo observado en distintas visitas al proyecto, caen de manera casi constante a la parte baja del talud. Junto con esto, existe posibilidad de volcamiento de un bloque importante de este tipo de rocas, con las consecuencias que podría generar en los usuarios de la ruta. La Figura 26 ilustra el punto mencionado.



Figura 26: Talud, est. 48+430; la línea roja indica el perfil aproximado.

- Punto 16, estacionamiento 47+700: Representa una sección corte – relleno, con el talud a la izquierda en el sentido San José – Caldera. El mismo presenta una serie de trabajos para disminuir su potencial de inestabilidad, como terrazas, cunetas revestidas y drenajes. Sin embargo, estos trabajos parecieran insuficientes, debido a la cantidad de cárcavas que se notan en el suelo, el cual además presenta deslizamientos superficiales recientes (Figura 27). Por su parte, el terraplén aparenta ser material que ha sido removido de otros sitios, y ubicado sin algún tipo de obra geotécnica que evite su posible inestabilidad a mediano y largo plazo (Figura 28).



Figura 27: Talud, est. 47+700.



Figura 28: Terraplén, est. 47+700.

- Observaciones finales: Las cunetas, en varios puntos de la ruta, presentan gran cantidad de material, sobre todo finos provenientes de los taludes adyacentes, tal y como se puede observar en la Figura 29. También se encontraron drenajes en malas condiciones, tal y como se mostró en la Figura 15. Lo anterior señala un plan de mantenimiento que no es el adecuado para la infraestructura de esta ruta, y que a la larga puede poner en riesgo a los usuarios de la misma.



Figura 29: estado de las cunetas, est. 37+200 y 41+000. Fuente: LanammeUCR, setiembre 2011.

3. CONCLUSIONES

El principal objetivo de la gira realizada fue el comprobar el estado de la infraestructura, en los sitios que presentaron la mayor cantidad de problemas durante la temporada lluviosa del año 2010, y constatar el nivel de obras preventivas realizadas por la empresa concesionaria. De lo anterior, surgen conclusiones importantes:

- Primero, en las zonas que presentaron mayores problemas, principalmente los estacionamientos 47+200 y 47+ 700, se pudo observar el nivel de las obras realizadas, las cuales dan la impresión de no seguir un esquema planificado. Lo anterior debido a que, a pesar de la construcción de cunetas y terrazas, se



pudo observar que existen cárcavas en lugares adyacentes, y deslizamientos activos que, aún siendo superficiales, demuestran que las obras, lejos de estar concluidas, deben expandirse para cubrir estos problemas.

- Segundo, en otros sitios con susceptibilidades altas, no existen obras nuevas, o bien, las existentes presentan un estado de abandono. Lo anterior deja abierta la posibilidad de que el esquema de mantenimiento seguido por la concesionaria, no es el mejor para una ruta que atraviesa una zona muy activa tanto desde el punto de vista geomorfológico, como climático.
- Tercero, se detectaron zonas que, tanto por pendientes como por la altura de sus taludes, tienen susceptibilidades altas y muy altas a deslizamientos, pero que no presentan algún tipo de obras de contención o manejo de aguas de escorrentía. La posibilidad de que se produzcan deslizamientos a mediano y largo plazo en estos sitios, en caso de que no sean intervenidas, es alta.
- Cuarto, las labores de inspección del proyecto por parte de la Administración, no han generado un efecto tangible en las labores de mantenimiento preventivo en el proyecto, ya que se detecta más un tipo de atención reactiva que preventiva por parte del concesionario.

Este último esquema, de atención reactiva, es el esquema más caro a mediano y largo plazo; a la vez que pone en un riesgo a los usuarios de dicha ruta.

4. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Administración y al Consejo Nacional de Concesiones, aplicar los mecanismos contractuales que procedan, con el fin de recomendar al concesionario a mejorar el mantenimiento de las obras de contención de taludes a lo largo de todo el proyecto, especialmente en los estacionamientos mencionados en el desarrollo de este informe.