



Laboratorio Nacional de

Materiales y Modelos Estructurales

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

**Proyecto: LM-PI-USVT-07-14**

### **Evaluación de la resistencia al deslizamiento de un tramo de la Ruta 222 mediante el análisis del “Grip number”**

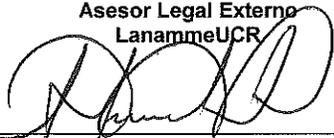
Preparado por:

**Unidad de Seguridad Vial y Transporte**

San José, Costa Rica  
Octubre, 2014

Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Cap. IV, Art. 47 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.  
Preparado por: Unidad de Seguridad Vial y Transporte del PITRA-  
LanammeUCR [diana.jimenez@ucr.ac.cr](mailto:diana.jimenez@ucr.ac.cr)

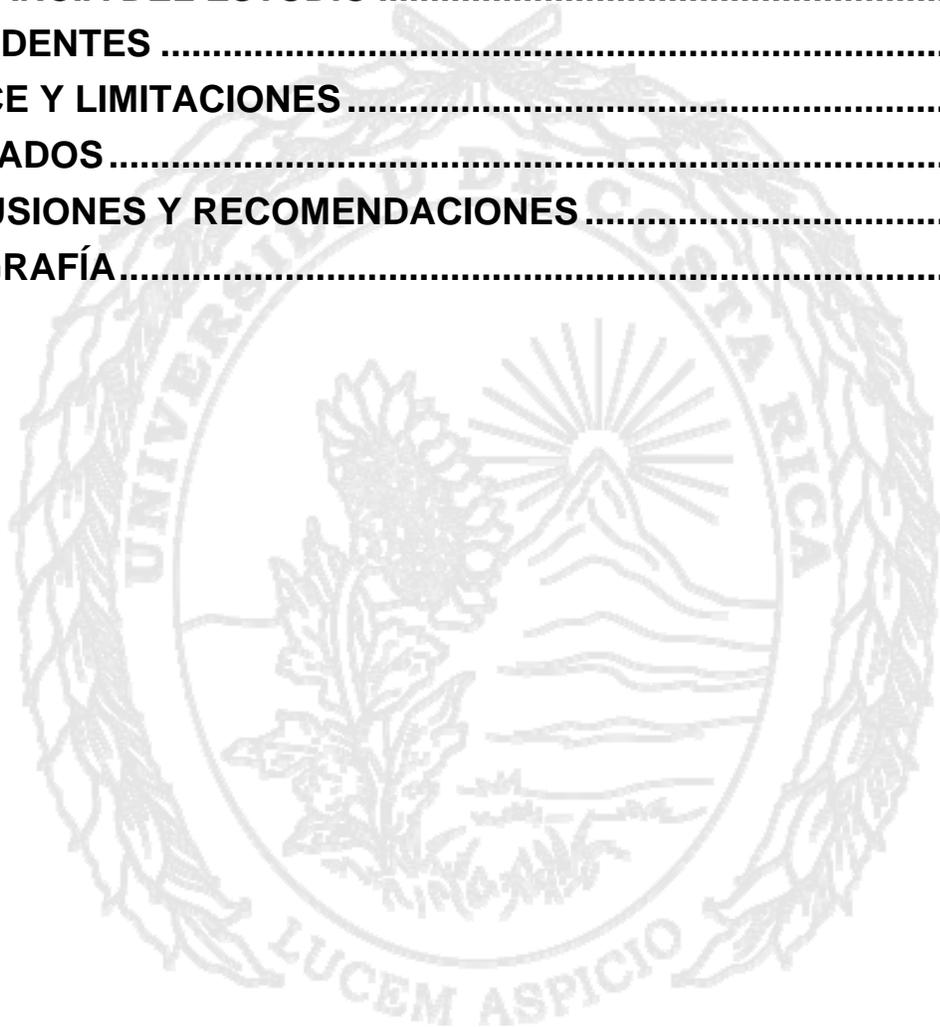


<b>1. Informe</b> LM-PI-USVT-07-14		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> Evaluación de la resistencia al deslizamiento de un tramo de la Ruta N° 222, mediante el análisis del "Grip number"		<b>4. Fecha del Informe</b> Octubre, 2014
<b>7. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional 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		
<b>8. Notas complementarias</b>		
<b>9. Resumen</b> Sobre la ruta 222, cada año los camiones cargados con café dejan un rastro de residuos líquidos generados por dicho fruto. Otros usuarios de la ruta percibieron que la presencia de ese residuo genera una calzada más resbaladiza, generando preocupaciones por la seguridad vial. Debido a esto, el LanammeUCR, mediante la Unidad de Seguridad Vial y Transporte decidió realizar mediciones del coeficiente de fricción de la ruta en cuestión, tanto en temporada de producción de café como fuera de esta, con el fin de realizar un análisis comparativo y determinar si la presencia de la sustancia derramada por los camiones cafetaleros afecta o no la seguridad de la vía.		
<b>10. Palabras clave</b> Seguridad vial, fricción	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 14
<b>13. Preparado por:</b>  UNIDAD DE SEGURIDAD VIAL Y TRANSPORTE	<b>Colaboradores:</b> Silvia Barrantes Quirós Asistente de Ingeniería Civil-UCR Unidad de Seguridad Vial y Transporte PITRA-LanammeUCR	Ing. Alexander Cerdas Hernández, MSc. Unidad de Gestión Municipal PITRA-LanammeUCR
<b>14. Revisado por:</b> Ing. Diana Jiménez Romero, MSc, MBA Coordinadora Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 31 / 10 / 14	Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR  Fecha: 31 / 10 / 14	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Loria Salazar, PhD Coordinador General PITRA  Fecha: 31 / 10 / 14



## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>5</b>
<b>IMPORTANCIA DEL ESTUDIO</b> .....	<b>5</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>6</b>
<b>ALCANCE Y LIMITACIONES</b> .....	<b>7</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>8</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>14</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>15</b>





## INTRODUCCIÓN

El coeficiente de fricción o también conocido como Grip Number, mide las propiedades antideslizantes de un pavimento. Esta propiedad está directamente relacionada con la seguridad de la carretera, ya que el pavimento debe presentar, en el área de contacto con el neumático, un grado de fricción suficiente que asegure a los usuarios el menor riesgo de deslizamiento posible.

Existen muchos factores que pueden influir en la falta de fricción de un pavimento como la falta de mantenimiento, el desgaste superficial de los agregados, la presencia de agua u otras sustancias, entre otros. El "Grip Tester" mide la resistencia ofrecida a una llanta frenada en condiciones húmedas que simulan la lluvia (condición crítica).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Ruta 222, en el tramo entre el poblado de Santa Elena y hasta el centro de Tarbaca, específicamente en el distrito de Tarbaca, cantón de Aserrí de la provincia de San José, es una ruta transitada por vehículos pesados cargados con café. El café produce una sustancia líquida que es derramada a lo largo del camino por el que es trasladado. Esto preocupó a los usuarios de la zona, pues además de que la ruta por sí misma es riesgosa por su geometría vertical y horizontal, se considera que dicha sustancia genera una disminución de la fricción del pavimento, lo que podría potencialmente generar problemas de seguridad vial.

Debido a esto, la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del PITRA-LanammeUCR decide analizar los datos suministrados por los Laboratorios de Infraestructura Vial del LanammeUCR, en los que se mide el coeficiente de fricción de la carretera (Grip number) con el fin de evaluar la condición de fricción, tanto en la temporada de paso de camiones cafetaleros como en la temporada en que dichos camiones no pasan; y así determinar si existen efectos negativos en la fricción de la ruta debidos a la presencia de esta sustancia.



## OBJETIVO GENERAL

Determinar si existe afectación del coeficiente de fricción de la ruta 222 debido a la presencia de líquidos derramados por los camiones cafetaleros que incida en la seguridad vial.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el coeficiente de fricción (Grip Number) para un tramo sobre la ruta 222, mediante las mediciones realizadas con el equipo Grip Tester.
- Analizar los datos obtenidos de coeficiente de fricción por tramos homogéneos y determinar la condición dominante en el tramo en estudio.
- Determinar los tramos con condiciones críticas de coeficiente de fricción y si existe relación con la presencia o no del líquido derramado por los camiones cafetaleros.

## IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La importancia del estudio radica en evaluar las condiciones de fricción de la carretera. Si esta condición no fuese adecuada, determinar si existe o no algún efecto negativo en el coeficiente de fricción debido a los residuos líquidos generados por los vehículos transportadores de café. De resultar afirmativo, se brindarán recomendaciones acerca de las medidas a tomar para mejorar la seguridad vial de la carretera y el confort percibido por los usuarios.



## ANTECEDENTES

Debido a la importancia del parámetro de fricción, es necesario homogenizar esta medida de forma internacional para un mejor intercambio de datos y calibración de equipos. Para el año 1995, la Asociación Mundial de Carreteras realizó un experimento internacional de comparación y armonización de las medidas de textura y resistencia al deslizamiento. Participaron 16 países con el fin de comparar los diferentes métodos de medida utilizados en el mundo y establecer correlaciones para referir los resultados a una escala en común conocido como el Índice de Fricción Internacional (IFI), y así promover el intercambio de experiencias de investigación en los diferentes países.

En el 2008, el Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile emitió una publicación acerca del procedimiento para procesar, homogenizar y analizar las mediciones del Grip Tester. La resistencia al deslizamiento se ve afectada por varios factores como la temperatura, las variaciones climáticas producto de los cambios de temporada, condiciones de la superficie del pavimento y los usuarios de la carretera en particular. En el reporte se presenta un procedimiento claro y preciso de cómo procesar y analizar la resistencia al deslizamiento con datos obtenidos con el Grip Tester. Del estudio realizado también se observó que los valores medidos en la estación cálida se ven mayormente afectados por las oscilaciones diarias de temperatura.

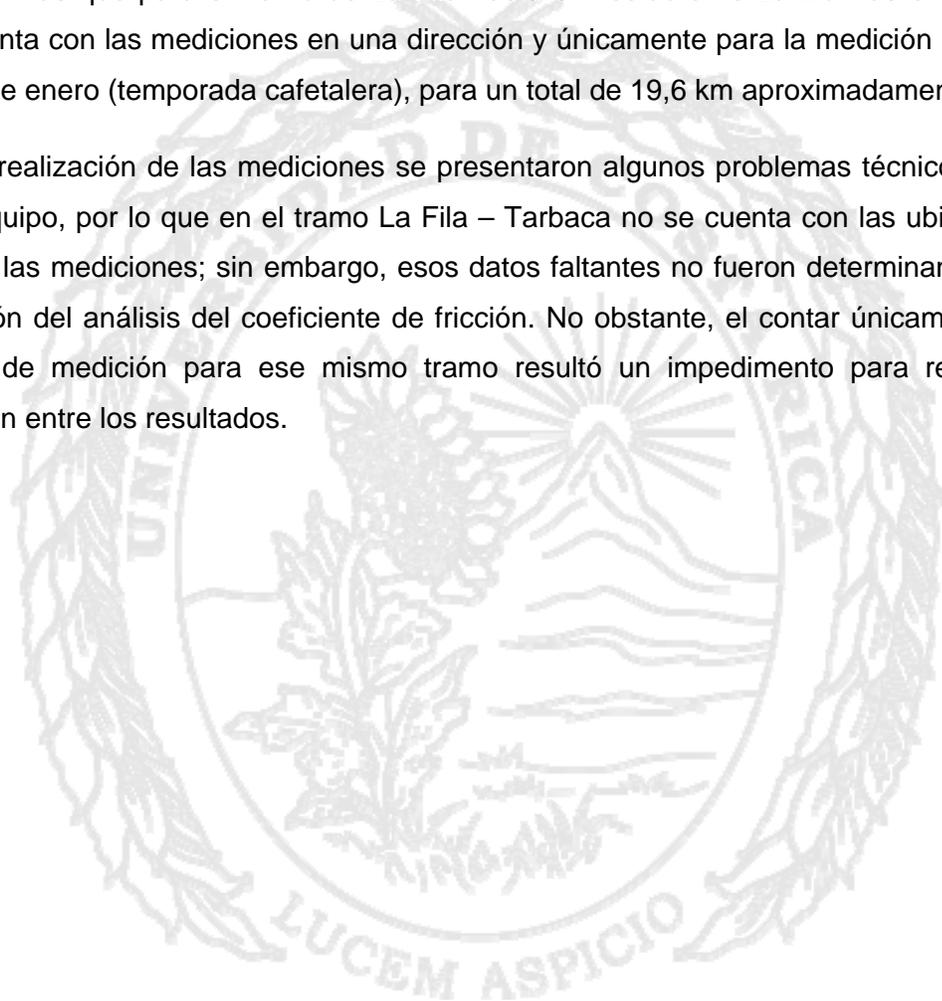
El Consejo de Investigación de Transporte de Virginia publicó en el año 2010 el documento Desempeño de Campo de las Superficies con Alto Grado de Fricción. Ellos desarrollaron una guía acerca de cuándo se puede considerar conveniente optar por un sistema de alta fricción como solución, específicamente cuando las condiciones climáticas y otras experiencias muestran mejores indicadores y el análisis de costo – beneficio favorecen al nivel de servicio de la carretera.



## ALCANCE Y LIMITACIONES

El informe analiza los datos obtenidos de las mediciones del “Grip Tester” en los informes de ensayo I-0047-14 realizado el 21 de enero de 2014 (presencia de residuos de café) y I-0952-14 realizado el 22 de agosto de 2014 (sin presencia de residuos de café), del LanammeUCR. Dichos informes abarcan los tramos de río Conejo hasta el puente del río Santa Elena (ida y vuelta), mientras que para el tramo de La Fila hasta el Restaurante La Doñitas en Tarbaca solo se cuenta con las mediciones en una dirección y únicamente para la medición realizada en el mes de enero (temporada cafetalera), para un total de 19,6 km aproximadamente.

Durante la realización de las mediciones se presentaron algunos problemas técnicos con el GPS del equipo, por lo que en el tramo La Fila – Tarbaca no se cuenta con las ubicaciones exactas de las mediciones; sin embargo, esos datos faltantes no fueron determinantes para la realización del análisis del coeficiente de fricción. No obstante, el contar únicamente con una fecha de medición para ese mismo tramo resultó un impedimento para realizar la comparación entre los resultados.



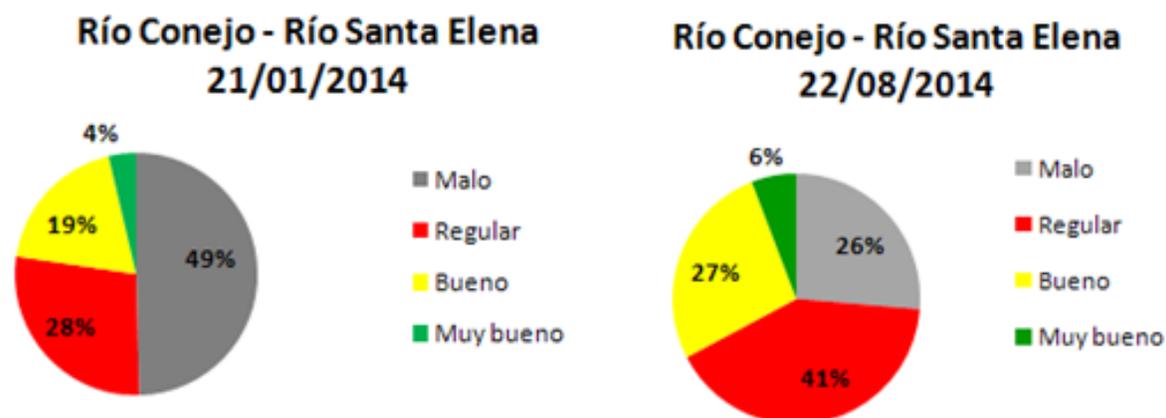
## RESULTADOS

Se clasificaron las secciones de carretera según el coeficiente de fricción medido. Las categorías que se emplearon son las definidas por el LanammeUCR en la Evaluación de la Red Vial Nacional. En los cuadros 1 y 2 se muestra la clasificación por tramos homogéneos en la dirección Río Conejo – Río Santa Elena (cuadro 1) y Río Santa Elena – Río Conejo (cuadro 2). También se muestra la longitud total por categoría y el porcentaje del total del tramo analizado que representa cada una, así como los resultados obtenidos con los datos medidos en temporada cafetalera (enero) y fuera de temporada (agosto).

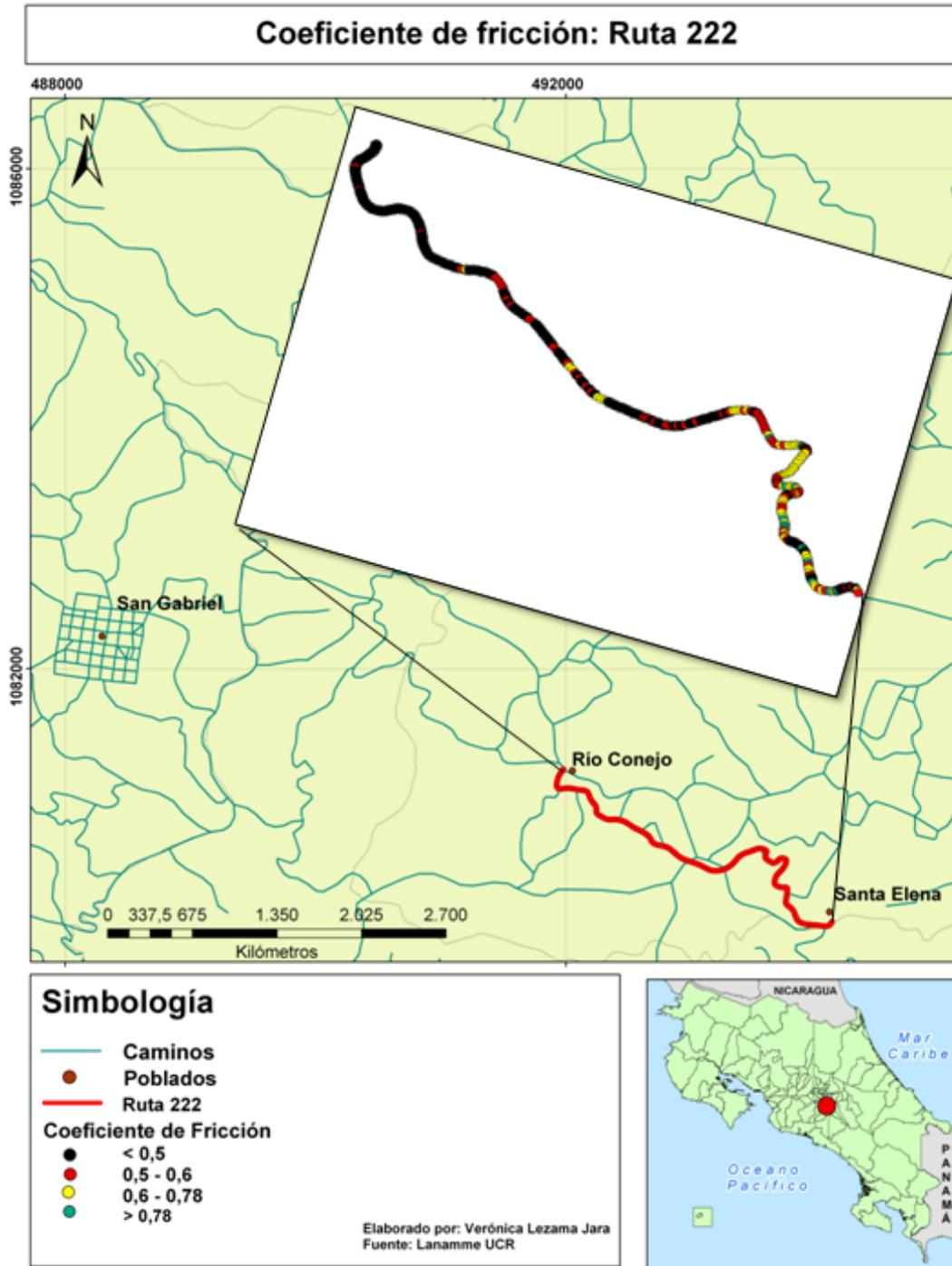
**Cuadro 1.** Clasificación por tramos homogéneos, del tramo Río Conejo – Río Santa Elena.

Río Conejo - Río Santa Elena					
GN	Condición	21 enero 2014		21 agosto 2014	
		Longitud (km)	Porcentaje	Longitud (km)	Porcentaje
< 0,5	Malo	1,62	49,62%	0,86	26,34%
0,5 - 0,6	Regular	0,91	27,72%	1,335	40,89%
0,6 - 0,78	Bueno	0,62	18,99%	0,88	26,95%
> 0,78	Muy bueno	0,12	3,68%	0,19	5,82%

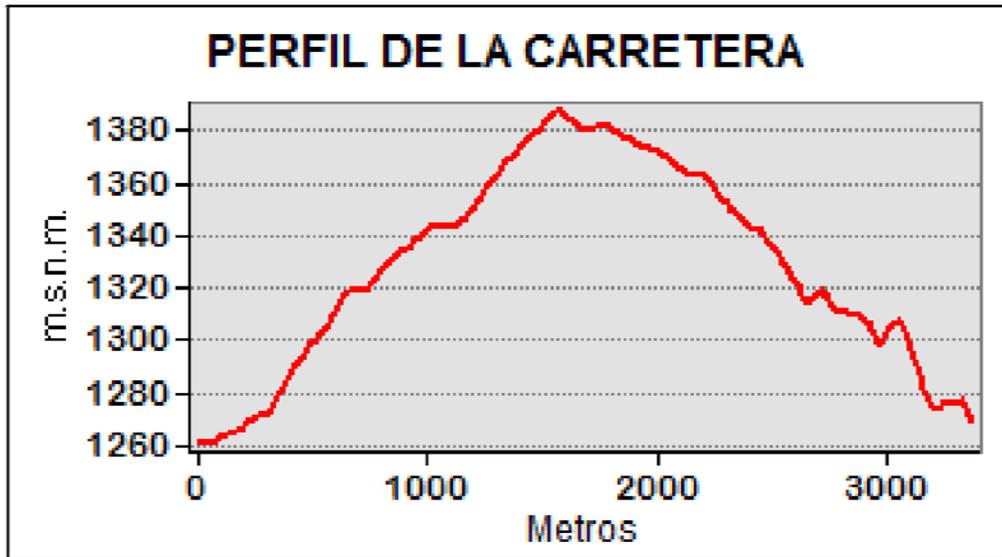
En la siguiente figura se muestran los porcentajes del tramo por categoría y se pueden ver los cambios obtenidos según la temporada de medición.



**Figura 1.** Porcentajes del tramo clasificado por su condición en las mediciones realizadas en enero y agosto, sentido Río Conejo-Santa Elena.



**Figura 2.** Ubicación y resultado del tramo Río Conejo – Río Santa Elena para enero de 2014 (mediciones críticas).

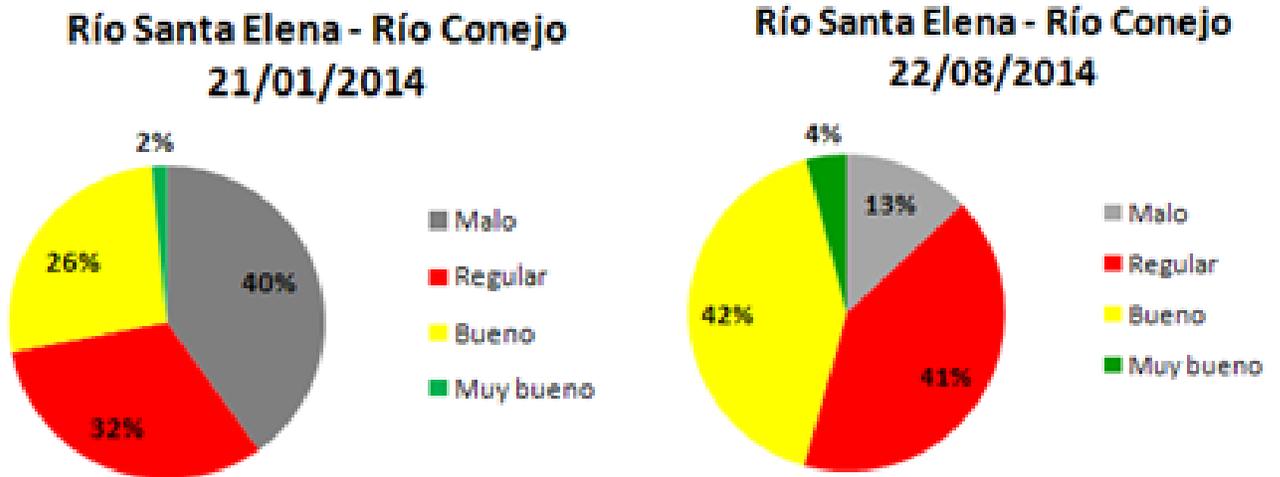


**Figura 3.** Variación de la geometría vertical de la ruta en la dirección Río Conejo – Río Santa Elena.

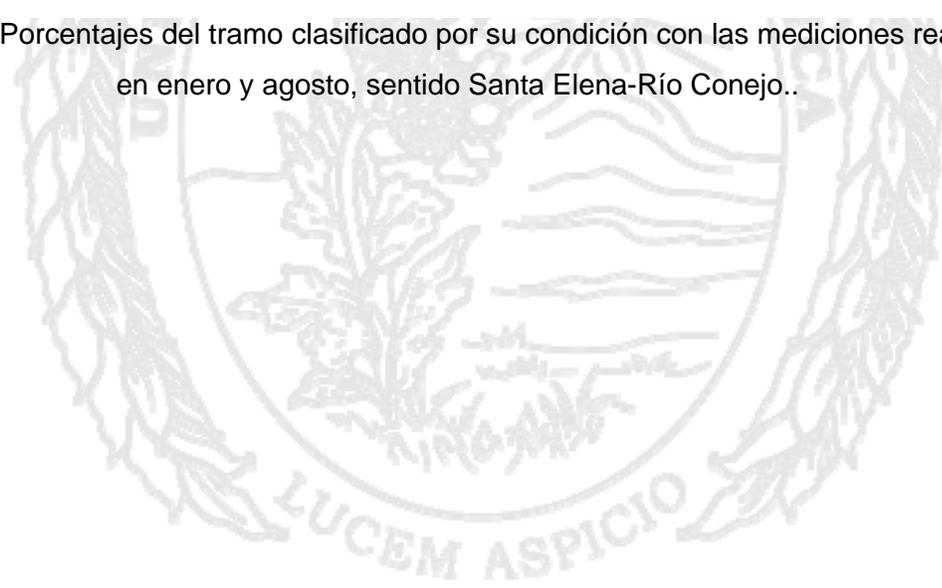
**Cuadro 2.** Clasificación por tramos homogéneos, del tramo Río Santa Elena – Río Conejo.

<b>Río Santa Elena - Río Conejo</b>					
<b>GN</b>	<b>Condición</b>	21 enero 2014		21 agosto 2014	
		<b>Longitud (km)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Longitud (km)</b>	<b>Porcentaje</b>
< 0,5	Malo	1,31	40,06%	0,425	13,02%
0,5 - 0,6	Regular	1,05	31,96%	1,35	41,35%
0,6 - 0,78	Bueno	0,87	26,45%	1,355	41,50%
> 0,78	Muy bueno	0,05	1,53%	0,135	4,13%

En la siguiente figura se muestran los porcentajes del tramo por categoría y se pueden ver los cambios obtenidos según la temporada de medición.



**Figura 4.** Porcentajes del tramo clasificado por su condición con las mediciones realizadas en enero y agosto, sentido Santa Elena-Río Conejo..





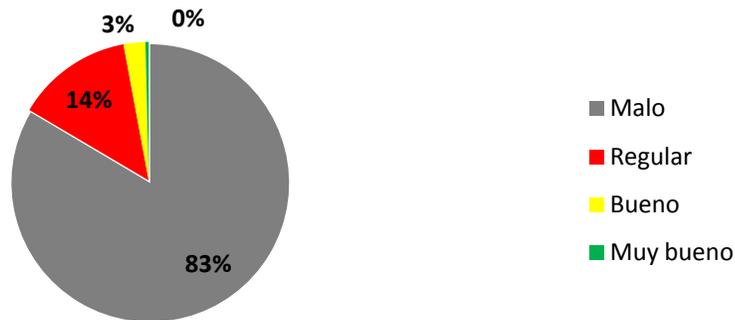
**Figura 5.** Ubicación y resultado del tramo Río Santa Elena – Río Conejo para enero de 2014 (mediciones críticas).

En el siguiente cuadro se muestra la misma clasificación para el tramo La Fila – Tarbaca. Para este tramo solo se cuenta con los datos medidos en la temporada cafetalera, por lo que no fue posible hacer la comparación con la condición fuera de temporada cafetalera.

**Cuadro 3.** Clasificación por tramos homogéneos, del tramo La Fila - Tarbaca.

La Fila - Tarbaca			
GN	Condición	21 Enero 2014	
		Longitud (km)	Porcentaje
< 0,5	Malo	8,53	83,50%
0,5 - 0,6	Regular	1,39	13,56%
0,6 - 0,78	Bueno	0,26	2,55%
> 0,78	Muy bueno	0,04	0,39%

**La Fila - Tarbaca**  
**21/01/2014**



**Figura 6.** Porcentaje del tramo clasificado por su condición.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del análisis del coeficiente de fricción de la carretera evidencian que la condición de esta se encuentra entre mala y regular para la mayor parte del tramo en estudio.

Se confirma que la presencia del líquido derramado por los camiones transportadores de café afecta el coeficiente de fricción de la ruta. Al comparar los gráficos que se muestran en las figuras 1 y 2, se puede ver como en la temporada cafetalera, la condición del coeficiente de fricción de casi la mitad del tramo es mala, mientras que fuera de la temporada cafetalera, la categoría mala se encuentra entre 13% y 26% del tramo, lo que implica que existe una mejora en el resto del tramo pasando a categorías regular, buena y muy buena.

Para el tramo La Fila – Tarbaca, la condición del coeficiente de fricción del 80% de la carretera es mala en la temporada cafetalera. Se recomienda, por lo tanto, medir el coeficiente de fricción fuera de la temporada cafetalera para determinar si hay una mejora en esta condición.

Se recomienda, durante la época de recolecta de café, lavar la carretera con agua a presión. Además, se podrían colocar señales de prevención del tipo P-7-3, que adviertan a los conductores que van a transitar por un tramo con superficie resbalosa.

Para darle solución al problema, se debe mejorar el coeficiente de fricción en la carretera. Adicionalmente, se podrían implementar medidas que prevengan el derrame del líquido en los camiones transportadores de café, para evitar el empeoramiento de las condiciones de fricción de la carretera.

Sería recomendable que se realice un estudio de accidentabilidad en la ruta, para determinar si la condición del coeficiente de fricción está asociado con la ocurrencia de accidentes en el tramo en estudio.



## BIBLIOGRAFÍA

Centroamerica, C. S. (2000). Manual centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. Guatemala: Inge Trans Consultores.

De León, E., Flintsh, G., & McGhee, K. (2010). Field Performance of High Friction Surfaces. Virginia: Virginia Transportation Research Council.

De Solminihaç, H., Chamorro, A., & Echaveguren, T. (2008). Procedure to Process, Harmonize and Analyze Grip Tester Measurements. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional. (2013). Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional pavimentada de Costa Rica. San José, Costa Rica: LanammeUCR.

Wambold, J., Antle, C., Chairman, H., & Rado, Z. (1995). Experimento Internacional AIPCR de Comparación y Armonización de las *Medidas de Textura y Resistencia al Deslizamiento*. Association Mondiale de la Route (AIPCR).

