

EVALUACIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS POR MEDIO DEL RUGOSÍMETRO III

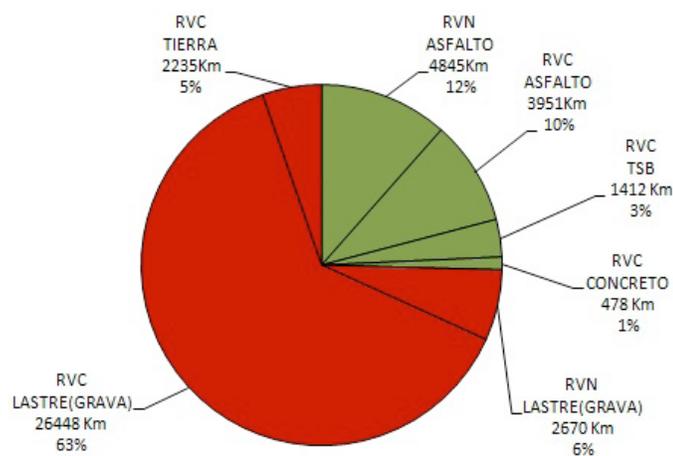
Ing. Ana Catalina Vargas Sobrado
Unidad de Gestión Vial, PITRA-Lanamme
Universidad de Costa Rica

Ing. Alonso Ulate Castillo
Unidad de Gestión Vial, PITRA-Lanamme
Universidad de Costa Rica

Palabras clave: Rugosímetro III, evaluación, caminos no pavimentados, IRI

La red vial de Costa Rica está compuesta por aproximadamente 42 000 km de carreteras de las cuales 31 350 km (75 %) corresponden a carreteras o caminos no pavimentados, con superficie de ruedo granular (lastre o grava) y tierra. La Figura 1 muestra que la mayoría de caminos no pavimentados son parte de la Red Vial Cantonal (RVC) con 26 448 km de vías en lastre (grava) y 2 235 km en tierra, mientras que se tienen 2 670 km de Red Vial Nacional (RVN) en lastre (grava).

Figura 1. Tipo de superficie de ruedo de la Red Vial de Costa Rica



Fuente: CONAVI (2009), MOPT (2012).

Los caminos no pavimentados normalmente atienden la necesidad de acceso y transporte de personas y cargas en las zonas rurales o sub urbanas. Son contribuyentes directos del desarrollo y calidad de vida de las comunidades al dar acceso a centros de salud, educación, transporte de bienes, productos agrícolas y servicios variados.

A pesar de su importancia, en nuestro país estos caminos generalmente no están incluidos en programas de gestión vial que realicen un proceso de diagnóstico inicial y luego determinen las medidas de intervención requeridas para realizar una inversión de recursos eficiente.

En un programa de gestión vial de caminos no pavimentados, es ideal contar con un indicador objetivo para realizar el diagnóstico y establecer la clasificación de condición de la red para luego, asignar las medidas de mantenimiento o intervención correspondientes para cada tramo de camino evaluado que aseguren que los recursos se inviertan de manera eficiente.

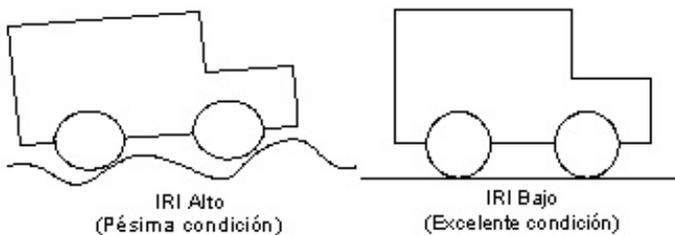
En nuestro país se carece de indicadores objetivos para realizar el diagnóstico o evaluación de los caminos no pavimentados, generalmente se realizan inspecciones en las cuales se aplican criterios de evaluación visual de los diferentes elementos del camino como superficie de ruedo, drenajes pluviales (cunetas y pasos de alcantarilla) y en algunos casos taludes. Sin embargo, en la mayoría de ocasiones no se cuenta con un sistema de gestión propiamente establecido que permita intervenir los caminos de manera oportuna lo cual genera que se realicen medidas de mantenimiento o intervención solamente cuando los deterioros son graves en la superficie de ruedo y drenajes pluviales, provocando una inversión ineficiente de los recursos.

La Unidad de Gestión Municipal del PITRA-LanammeUCR trabaja en conjunto con diferentes municipios del país dando asesoría técnica en procesos de evaluación de las redes viales cantonales y evidenciando la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que permitan realizar un proceso de evaluación objetivo de la red de caminos no pavimentados de manera más ágil y científica.

Por lo tanto, recientemente se adquirió el equipo Rugosímetro III, el cual es un instrumento para la medición del perfil longitudinal de la superficie de ruedo que se puede utilizar en caminos no pavimentados. Este dispositivo permite obtener mediciones objetivas del perfil de la carretera para calcular el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) que permite establecer categorías de condición funcional y así determinar las medidas de intervención más adecuadas para cada camino evaluado.

El IRI está representando por las vibraciones inducidas producto de la regularidad de un camino, por lo que este aumenta conforme la rugosidad se incrementa, como se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Representación física del Índice de Regularidad Internacional.



Fuente: LanammeUCR, 2008.

El equipo y sus características

El Banco Mundial patrocinó el experimento internacional de rugosidad de caminos: International Road Roughness Experiments (IRRE), en 1982 para establecer correlaciones y calibraciones de los diferentes equipos de medición del perfil de la superficie de ruedo. Se clasificaron los métodos de medición en cuatro categorías:

- Clase I: alto nivel de exactitud que permite realizar mediciones del perfil de la superficie del pavimento cada 250 mm y con precisión de elevación de 0.5 mm para pavimentos muy lisos. Los equipos que pertenecen a esta categoría son: Rugosímetro Merlin, Viga TRRL y el Perfilómetro Laser de Alta Velocidad (equipo utilizado por el LanammeUCR en la evaluación de la red vial nacional asfaltada).
- Clase II: se mide el perfil de la carretera directamente calculando el IRI, pero no cumplen con el nivel de precisión de la Clase I. Los equipos utilizados en este

tipo de mediciones pueden ser similares a los de la Clase I pero sin cumplir con los criterios de frecuencia y precisión.

- Clase III: en esta clase se incluyen los equipos de menor precisión que permiten obtener el IRI por medio de correlaciones. En esta categoría se incluyen los equipos de respuesta: Response Type Road Roughness Measuring System (RTRRMS), que corresponden a herramientas que dependen de las características dinámicas del vehículo utilizado y por lo tanto deben ser calibrados respecto a equipos Clase I o II. Los equipos utilizados en esta categoría son pequeños, de bajo costo y de fácil utilización, por lo tanto se han convertido en herramientas de uso frecuente a nivel mundial para realizar las mediciones del perfil del camino para obtener el IRI en caminos rurales pavimentados o sin pavimentar con velocidades bajas y relieve ondulado y montañoso. Algunos de estos equipos son: Integrador de baches móvil (Vehicle Bump Integrator), Contador de irregularidades automático (Automatic Road Unevenness Recorder) y Rugosímetros Tipo III.
- Clase IV: considera las evaluaciones visuales subjetivas y mediciones de regularidad no calibradas con cualquier equipo.

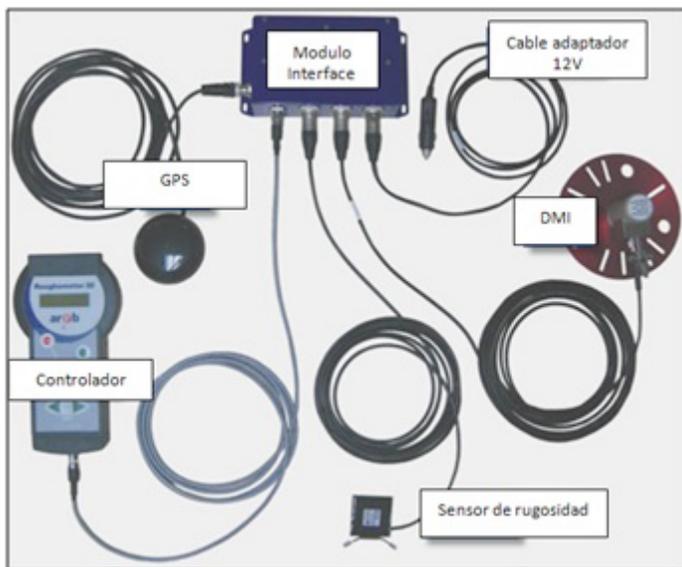
El Rugosímetro III, fabricado por la empresa ARRB Group Ltd. de Australia, es un equipo tipo RTRRM clasificado como Clase III, el cual permite evaluar la regularidad superficial del camino de acuerdo con la dinámica de la suspensión y el amortiguamiento de un vehículo convencional, cuando se desplace a velocidades entre 40 y 60 km/h.

El equipo es de bajo costo, pequeño, de fácil utilización y permite medir las irregularidades de la superficie de ruedo tanto de caminos pavimentados como no pavimentados. Las mediciones realizadas por el equipo pueden ser utilizadas como:

- Datos objetivos para evaluación funcional de caminos.
- Comparación y análisis de medidas de intervención o mantenimiento.
- Monitoreo del deterioro o desempeño de medidas de intervención o mantenimiento realizadas.

El equipo está compuesto por una serie de sencillos componentes: un controlador manual, una antena GPS con base metálica, un instrumento para medir la distancia Distance Measurement Instrument (DMI), el sensor de rugosidad (acelerómetro) y un software especializado para procesar la información recolectada en campo como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Componentes del Rugosímetro III.



Fuente: ARRB Group Ltd, 2009.

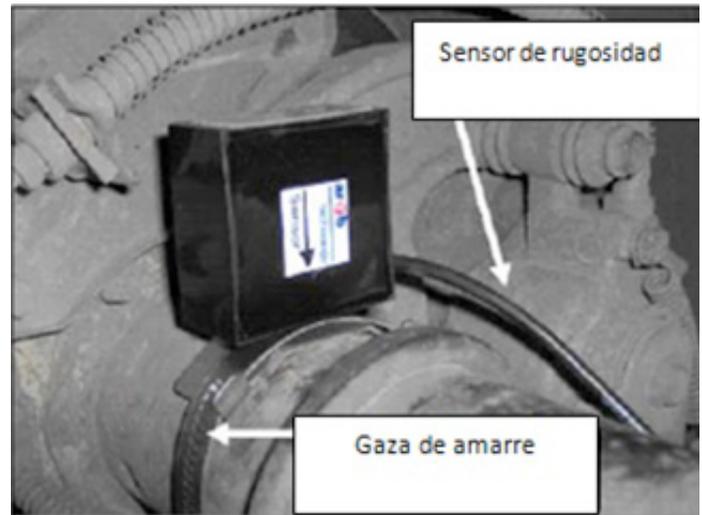
La toma de datos se inicia al introducir la información descriptiva del tramo a evaluar por medio del controlador manual como se observa en la Figura 4, luego el sensor de rugosidad, que es un acelerómetro sujeto al eje trasero del vehículo liviano, mide los movimientos producidos por las irregularidades del camino como se muestra en la Figura 5. Estos datos se envían al módulo interface que los sincroniza con la señal del GPS y el medidor de distancia (DMI) para enviarlos al controlador donde se almacenan, para luego transferirlos a un computador donde se procesan por medio del software especializado.

Figura 4. Modo de empleo del Rugosímetro III durante la recolección de datos.



Fuente: LanammeUCR, 2014.

Figura 5. Modo de empleo del Rugosímetro III durante la recolección de datos.

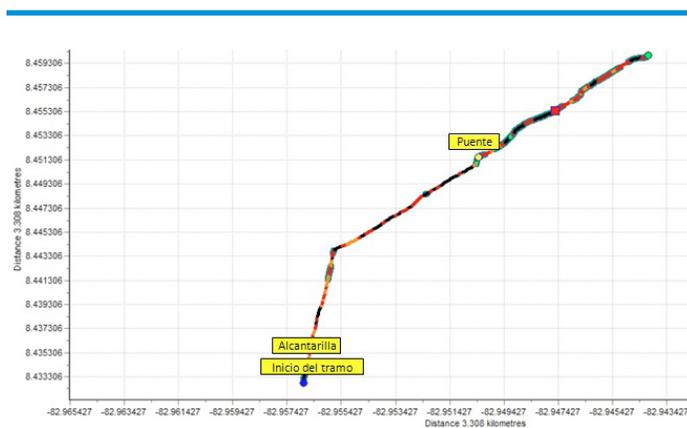


Fuente: ARRB Group Ltd, 2009.

El operador del equipo puede indicar singularidades o eventos importantes de considerar durante la evaluación por medio del controlador, por ejemplo: reducciones de velocidad significativas, baches, reductores de velocidad, líneas de tren, tapas de alcantarilla o similares.

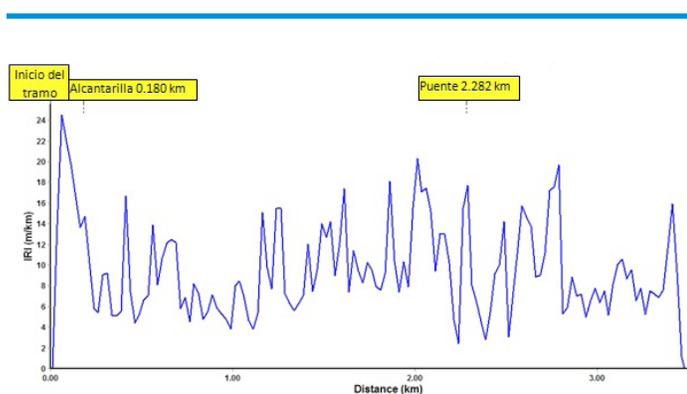
El software de procesamiento es amigable, versátil y capaz de presentar los resultados en diversos formatos de salida como gráficos y listas tipo MS EXCEL o MS WORD, a partir de los cuales el usuario puede utilizar y procesar los datos de acuerdo a sus requerimientos. Por ejemplo, en la Figura 6 se muestra la ubicación de singularidades de acuerdo a la indicación del operador, en la Figura 7 el gráfico muestra la variabilidad del IRI a lo largo del recorrido, y la Figura 8 muestra un mapa del IRI, donde se realizaron mediciones cada 25 metros de distancia; en este ejemplo, los rangos de clasificación empleados corresponden a las categorías que el sistema tiene por defecto para caminos pavimentados de manera demostrativa.

Figura 6. Gráfico de ubicación de puntos y eventos de un tramo de estudio.



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2014.

Figura 7. Gráfico de IRI vs distancia de un tramo de estudio.



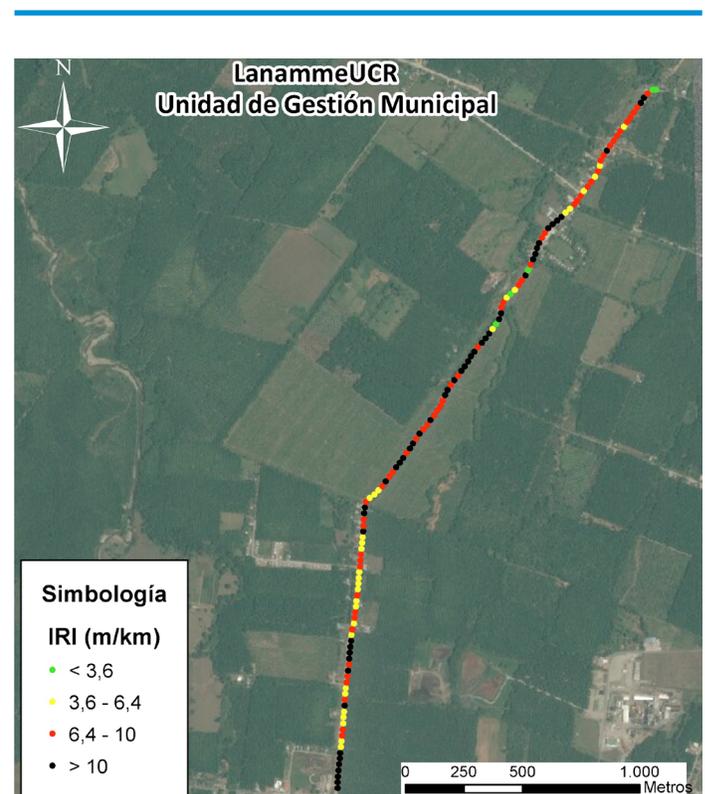
Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2014.

Evaluación de caminos no pavimentados en la red vial cantonal y nacional.

La Unidad de Gestión Municipal (UGM) del LanammeUCR se encuentra en el proceso de prueba y calibración del equipo Rugosímetro III por medio del Perfilómetro Laser, para la posterior validación de rangos de condición basados en el IRI. El objetivo es implementar esta herramienta en el proceso de evaluación de caminos no pavimentados en el corto plazo, tanto en la red vial cantonal como nacional si es posible.

La UGM realiza actividades de evaluación de la red vial cantonal en conjunto con las Unidades Técnicas de Gestión Vial bajo el marco de convenios de cooperación establecidos entre las Municipalidades y la Universidad de Costa Rica. Actualmente, se realizan recorridos de los caminos donde se inspeccionan los elementos básicos del camino como superficie de ruedo y drenajes por medio de criterios de evaluación visual para generar una base de datos fotográfica y georeferenciada.

Figura 8. Mediciones de IRI a partir del Rugosímetro III en un tramo de estudio.



Fuente: Unidad de Gestión Municipal, 2014.

El Rugosímetro III permitirá mejorar el trabajo que se realiza en la evaluación de la red vial cantonal en lastre y tierra, ya que agiliza el proceso de obtención y procesamiento de datos incorporando un indicador objetivo de la condición funcional como lo es el IRI.

Bibliografía

- ARRB Group Ltd (2009). User Manual Roughometer III. Vermont, Australia.
- Keller, G., & Shear, J. (2008). Ingeniería de Caminos Rurales. Ciudad de México: Instituto Mexicano del Transporte.
- Ministerio de Planificación Nacional y Políticas Económicas. (Junio de 2011). Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de 1. http://obturcaribe.ucr.ac.cr/documentos-publicaciones/cat_view/3-planes-y-programas/6-programas-y-manuales
- Sayers, M.W., Gillespie T.D., Queiroz C.A. (1986). The International Road Roughness Experiment. World Bank technical paper number 45. Washington D.C.

Programa de Infraestructura del Transporte-PITRA

Ing. Luis Guillermo Loría, PhD.
Coordinador General

Ing. Fabián Elizondo
Subcoordinador

Unidades

Unidad de Auditoría Técnica

Ing. Wendy Sequeira, MScE.
Coordinadora

Unidad de Materiales y Pavimentos

Ing. José Pablo Aguiar, PhD.
Coordinador

Unidad de Evaluación de la Red Vial

Ing. Roy Barrantes
Coordinador

Unidad de Gestión Municipal

Ing. Jaime Allen, MSc.
Coordinador

Unidad de Desarrollo y Actualización de Especificaciones Técnicas

Ing. Raquel Arriola
Coordinadora

Unidad de Puentes

Ing. Roy Barrantes
Coordinador

Unidad de Seguridad Vial y Transporte

Ing. Diana Jiménez, MSc., MBA
Coordinadora