



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Informe anual de la Ruta 27

# El LanammeUCR realizó evaluación de la capacidad estructural y funcional en la vía hacia Caldera

La revisión incluye además aspectos geológico-geotécnicos, y de seguridad vial y movilidad

25 ENE 2023 Ciencia y Tecnología



El análisis de la Ruta 27 que se incluye en este informe se realizó entre los meses de julio del 2021 y setiembre del 2022. Foto Karla Richmond.

El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica ([LanammeUCR](#)), envió en diciembre pasado los resultados del **informe anual de la Ruta Nacional 27** a las entidades de ley.

El análisis incluyó una **evaluación completa de la capacidad estructural y funcional de la carretera, una revisión y seguimiento de los aspectos geológico-geotécnicos y de los sistemas de drenajes de la vía, así como la evaluación en el área de seguridad vial y movilidad** de esta importante carretera nacional.

El Informe EIC-Lanamme-INF-0776-2022, tuvo como **objetivo evaluar el desempeño del proyecto en concesión entre San José y Caldera y se hizo entre julio del 2021 y setiembre 2022**, cuantificando de manera sistemática su evolución a lo largo del tiempo.

Esta evaluación se realiza con el propósito de **brindar a la Administración, información oportuna y confiable que permita complementar los controles de fiscalización que son también potestad del Estado**, y forma parte de un trabajo multidisciplinario en el que participan profesionales de ingeniería civil con especialidades en áreas como gestión de pavimentos, geotecnia, así como seguridad vial y movilidad segura, que se complementan con el aporte de profesionales en geología y geografía.

## **Resultados de la evaluación de capacidad estructural y funcional**

La evaluación del proyecto abarcó la totalidad de su longitud, es decir, **aproximadamente 153 km (76,6 km en cada sentido)** de carretera pavimentada.

Esto permitió identificar que alrededor del **97 % de la estructura del pavimento en el sentido San José – Caldera y poco más del 93 % en el sentido Caldera – San José cuentan con muy buena capacidad para soportar las cargas del tránsito** que circulan por ella, puesto que presenta deflexiones bajas.

Se puede indicar que en términos generales que la **troncal principal presenta una buena capacidad estructural en ambos sentidos**.

Con base en los valores obtenidos del Índice de Regularidad Internacional (IRI), que está relacionado con el confort que sienten los usuarios al transitar por la vía, para determinar la capacidad funcional, un porcentaje importante, **67 % San José – Caldera y 68 % Caldera – San José**, presentan valores en una condición regular, y como se ha mencionado en informes anteriores, esto además de influir de manera negativa en los costos de operación de la flota vehicular incide de cierta manera en la estructura del pavimento, acelerando su deterioro.

Con relación al análisis general de resultados de la **evaluación de la resistencia al deslizamiento** que se hace con el equipo denominado MuMeter, se encontró que **alrededor del 1,3 % de la longitud no cumple con los parámetros que se indican en el contrato para este indicador**.

Con el equipo GripTester los resultados muestran que alrededor del **27 % de la longitud de la ruta en el sentido San José – Caldera presenta condiciones deslizantes, un 66 % de la ruta muestra condiciones poco deslizantes y un 5 % aproximadamente posee condiciones muy deslizantes**. En el sentido Caldera – San José, cerca de un **4 % de la longitud cuenta con una condición muy deslizante, un 65 % muestra una condición poco deslizante, y un 31 % una condición deslizante**.

Se registraron **más de 62 mil m<sup>2</sup> afectados por deterioros tipo área como: piel de lagarto, bacheo, exudación y desprendimiento de agregado**, en donde el área afectada por bacheo representa un **43 % del área evaluada en la troncal principal**.

Además de la troncal principal, se realizaron evaluaciones a las radiales: El Coyol, que se ubica en las cercanías de El Coyol de Alajuela; la de Turrúcares que conecta con el poblado de Turrúcares de Alajuela; la de Atenas, que se ubica cerca del peaje de Atenas; y la de Escobal que permite la comunicación desde la Ruta 27 al poblado de Escobal.

Las dos radiales con mayor longitud del proyecto (Atenas y El Coyol), son las que presentan los valores más altos de deflexiones, lo que significa que estas radiales tienen menos capacidad para soportar las cargas vehiculares. En la de Turrúcares se detectaron deflexiones muy altas. Y en caso de la de Escobal es la única que presenta una muy buena condición estructural.

En relación con la condición deslizante en la Radial Atenas para el sentido Ruta 27 - Atenas, el 25 % se encuentra en condición muy deslizante, el 28 % en condición deslizante y el 46 % en condición poco deslizante. Mientras que en el sentido Atenas - Ruta 27, se distribuye la condición en 6 % muy deslizante, un 24 % en condición deslizante y el 69 % poco deslizante.

La Radial El Coyol, en el sentido El Coyol - Ruta 27, presenta 35 % en condición muy deslizante, 42% deslizante y 22 poco deslizante, mientras que para el sentido Ruta 27 - El Coyol la proporción pasa a 35 % en condición muy deslizante, 30 % en condición deslizante y 35 % en condición poco deslizante.

En la Radial Turrúcares se determinó que en ambos sentidos el 100 % presenta una condición muy deslizante. Y finalmente, en la Radial a Escobal en el sentido Escobal - Ruta 27 un 25 % en condición muy deslizante, 50 % en condición deslizante y el 25 % en condición poco deslizante, por su parte, en el sentido Ruta 27 - Escobal, el 50 % de su longitud se encuentra en condición deslizante, mientras que presenta un 50 % en condición poco deslizante.

## Evaluación de las condiciones geotécnicas-geológicas

Se hizo una evaluación de las condiciones geológicas y geotécnicas en algunos sitios de la carretera, así como de los sistemas de drenaje. Además, se incluyó un estudio de los deslizamientos históricos en la ruta, utilizando los datos recopilados por el LanammeUCR sobre los deslizamientos que han ocurrido en la carretera desde que inició su operación como obra en concesión y hasta setiembre del 2022.

**El LanammeUCR tiene documentados durante los últimos 12 años, un total de 65 deslizamientos, de los cuales 63 corresponden a deslizamientos de taludes de corte y dos a hundimientos en el terreno que da soporte a la carretera (el del Pk 46+780 y el del Pk 44+500).**

Como resultado de este estudio, destaca que **el año en que más eventos se documentaron deslizamientos de taludes fue el 2011, con 17.** Adicionalmente, se logra establecer que **11 eventos de los estudiados históricamente han generado el cierre completo de la vía en alguno de los tramos.**

Al realizar un análisis de la ocurrencia de los deslizamientos históricos por mes, se observa que **noviembre es el mes en que más recurrencia de eventos se han dado a lo largo de los años; mayo, junio y setiembre le siguen en cantidad de deslizamientos.** Los meses de diciembre y enero no han registrado eventos en la base de datos que se utilizó para este informe, asimismo, febrero, marzo y abril, presentan algunos deslizamientos, a pesar de ser meses en los que no hay precipitaciones importantes.

Se determinó que los **11 cierres por deslizamientos se han dado en sitios recurrentes y que la afectación a los usuarios por los deslizamientos ha sido en la mayoría de los casos de forma indirecta, aunque en varias ocasiones el material deslizado ha impactado vehículos.**

El tramo que ha presentado mayores afectaciones, de índole geológico - geotécnico, ha sido el tramo 2 (entre Ciudad Colón y Orotina), que se encuentra principalmente en zona de montaña, e históricamente han venido presentando problemas desde la misma apertura en el 2010.

Estos sitios han sido evaluados por el LanammeUCR en varios informes de años anteriores, mostrando comportamientos similares a lo largo del tiempo, por lo que, de no contemplar las recomendaciones brindadas en estos informes, es de esperar que algunos de estos problemas persistan, contemplando sobre todo los fenómenos extraordinarios de lluvias que con mayor frecuencia afectan al territorio.



El LanammeUCR ha identificado 65 deslizamientos durante los últimos 12 años acontecidos en la Ruta 27.  
Foto Karla Richmond.

## Evaluación de seguridad vial y movilidad

La evaluación de seguridad vial y movilidad de la Ruta 27 y sus radiales contempla por cuarta ocasión la valoración de distintos elementos en la infraestructura vial que afectan la seguridad vial.

Los registros de accidentabilidad vial suministrados por el Consejo Nacional de Concesiones (CNC) y por el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) permitió analizar tramos de concentración de accidentes entre los años 2016 al 2021. A través del sistema de inventario móvil se evaluaron las señales verticales, la demarcación vial y los sistemas de contención vehicular. También se realizó un análisis de movilidad centrado en los usuarios vulnerables, principalmente peatones.

En cuanto a las señales verticales, para el periodo de estudio se evaluaron 1387 señales sobre la ruta, esto para ambos sentidos de circulación, de las cuales su estado presentó un 91 % (1270 señales) clasificado como bueno, 3 % (52 señales) como regular y un 4 % (65 señales) como malo. En el caso de las señales verticales para las radiales se identificaron

331 señales de las cuales su estado presentó un 88 % clasificado como bueno, 6 % como regular y 4 % como malo.

Para la demarcación horizontal, se logró evidenciar que un total de 68 % de los sitios identificados con un estado malo presentan deterioro en las líneas continuas (612 tramos y sitios), equivalente a casi 12 km lineales, seguido de un 19 % en líneas discontinuas (172 tramos y sitios) y en menor medida un 12 % para las figuras, letras y números (112 sitios).

En función del color de la demarcación horizontal, se registró un deterioro predominante en la demarcación color blanca, con una ocurrencia del 83 %, equivalente a 745 tramos y sitios con deterioros con una extensión de aproximadamente 15 kilómetros lineales equivalentes. De forma análoga, la demarcación color amarillo presentó un 17 % de ocurrencia, equivalente a 151 tramos con deterioros con una extensión de 3,34 kilómetros lineales equivalentes.

Con respecto a la ubicación de la demarcación horizontal, predominantemente se detectaron deterioros en la línea del borde externo de los carriles, con una ocurrencia del 45 % del total, equivalente a 406 tramos y sitios registrados y 8,06 kilómetros lineales equivalentes.

La segunda ubicación con mayor ocurrencia fue la línea de carril, demarcación que genera la divisora entre los carriles del mismo sentido de circulación. De estos, se detectó un 19 % de ocurrencia, correspondiente a 219 tramos y sitios y 6,20 kilómetros lineales equivalentes.

Cabe destacar que la auscultación visual permitió determinar el estado físico del material utilizado para la demarcación horizontal, condición que, a pesar de no sustituir una evaluación de la retrorreflectividad del material, indica que la vía presenta condiciones deficientes de mantenimiento que deben atenderse y que podrían incidir en bajos niveles de retrorreflectividad de la demarcación horizontal.

A partir de la evaluación de los sistemas de contención vehicular (SCV), se identificaron 712 dispositivos con algún grado de deficiencia o deterioro, de los cuales un 1 % (8 elementos) en condición colisionado y un 99 % (704 elementos) en condición deficiente. Ambas condiciones podrían propiciar la ocurrencia de choques viales o aumentar la severidad del accidente.

La Ruta 27 presenta de forma generalizada deficiencias en el diseño e instalación de los SCV, por lo que se registraron 366 elementos que irrumpen la continuidad de los dispositivos de contención y limitan su correcto funcionamiento.

La mayoría de las discontinuidades responden a las luminarias (postes de luz) que irrumpen la continuidad de la barrera de concreto en la mediana; en total 229 elementos identificados, que corresponden al 62 % de todas las discontinuidades. La segunda causa mayoritaria de discontinuidades se genera por la presencia de espacios vacíos entre barreras en la mediana y laterales, condición que se identificó en 82 ocasiones y representa el 22 % de todas las discontinuidades.

Se identificaron discontinuidades causadas en menor medida por bases de las estructuras para las señales tipo pórtico, postes y pilas de puentes, elementos que representan un 15% del total de discontinuidades, equivalente a 55 discontinuidades.

**En cuanto a la accidentabilidad vial, se determinaron nueve tramos homogéneos que presentan un riesgo de siniestralidad con clasificación “riesgo alto de ocurrencia de choques viales”.** Se analizaron de forma puntual los factores de riesgo asociados a la infraestructura vial que propician el aumento en la cantidad y severidad de los choques viales de forma específica, esto mediante la evaluación de los tramos con el sistema de inventario móvil Imajing.

En dichos tramos identificados, entre los riesgos principales de la infraestructura vial están los espaldones reducidos, márgenes de la vía con pendientes abruptas y objetos fijos, deficiencias en los sistemas de contención, falta de división física central en muchos tramos de la vía y ausencia de facilidades para usuarios vulnerables.

Los tramos de concentración de atropellos evidencian las necesidades de cruce de la carretera por parte de las personas que viven en diferentes poblados a lo largo de la carretera, quienes no cuentan con la infraestructura adecuada para cruzar la vía de forma segura, a excepción de los sitios donde hay puentes peatonales. La necesidad de cruce es mayor en los sitios donde hay paradas de autobús a ambos lados de la vía.

## Recomendaciones

Sobre la evaluación funcional, estructural, resistencia al deslizamiento y de deterioro superficial del proyecto, se recomienda realizar intervenciones tempranas del tipo sellos de lechadas asfálticas o similares (slurry seals, fog seals, chip seals, microsurfacing u otras técnicas) en aquellas zonas con deterioros de tipo funcional y problemas relacionados con la baja resistencia al deslizamiento, con el fin de detener la propagación de los deterioros detectados y las condiciones de inseguridad vial.

Mantener o mejorar los estándares de calidad y mantenimiento del proyecto, puesto que, al realizar el análisis de modelos de deterioro, se detectó que para esta evaluación hubo una mejora en la proyección de los tramos para el momento en que requerirían una intervención mayor. Es por esto que **deben considerarse las acciones preventivas correspondientes, que garanticen al Estado costarricense obtener un proyecto de altos estándares al final del periodo de la concesión.**

Sobre la evaluación de las radiales se recomienda realizar una intervención del tipo rehabilitación mayor de manera inmediata en las que presentan condiciones estructurales críticas, para extender su vida de servicio. De igual forma, implementar un programa de mantenimiento rutinario a cada radial, de tal manera que cuente con una adecuada condición estructural, funcional y de seguridad vial, evitando deterioros prematuros y de forma acelerada.

Tomando en cuenta las condiciones evaluadas en los taludes con el fin de mantener el funcionamiento apto de la carretera, se recomienda al CNC, remitir al Concesionario la información contenida en este informe como insumo técnico en la gestión del corredor en concesión, dentro del alcance de su contrato y de las buenas prácticas de la ingeniería.

En materia de movilidad, toda acción que se realice permitirá mejorar las condiciones de la vía, por lo que se insta a valorarlas tanto para la condición actual, como para la ampliación de la vía. Se recomiendan las siguientes consideraciones:

-Estudios de movilidad de usuarios no motorizados, esto para la condición actual y ampliaciones del proyecto, de forma que se identifiquen los sitios de mayor interacción de usuarios vulnerables con la vía.

-Utilizar un modelo de demanda de transporte urbano actualizado que permita identificar los patrones de movilidad y los flujos de los usuarios, herramienta que permitirá identificar la cantidad de usuarios que utilizarían la infraestructura.

Ese informe fue realizado por las Unidades de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional, y la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del Programa de Infraestructura del Transporte, con la colaboración del Programa de Ingeniería Geotécnica del LanammeUCR.

[Gabriela Contreras Matarrita](#)  
**Periodista, Lanamme**  
[comunicacion.lanamme@ucr.ac.cr](mailto:comunicacion.lanamme@ucr.ac.cr)