



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

Informe: LM – PI – UGERVN – 11 – 2018

## **Evaluación de la Ruta Nacional 152, tramo entre los poblados de Villareal y 27 de abril, Guanacaste, Costa Rica**

Informe Corto

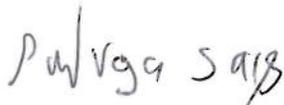
Preparado por:

**Unidad de Gestión y Evaluación  
de la Red Vial Nacional  
PITRA – LanammeUCR**

San José, Costa Rica  
Abril, 2018



Documento generado con base en el Art. 6 incisos c) y d) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.2, Art. 3 al 19 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>1. Informe</b><br>LM – PI – UGERVN – 11 – 2018  |   | <b>2. Copia No.</b><br>1  |
| <b>3. Título</b><br>Evaluación de la Ruta Nacional 152, tramo Villareal – 27 de Abril, Guanacaste, Costa Rica  |   | <b>4. Fecha del Informe</b><br>Abril, 2018  |
| <b>5. Organización y dirección</b><br>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales<br>Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio,<br>San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica<br>Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440  |   |   |
| <b>6. Notas complementarias</b>  |   |   |
| <b>7. Resumen</b><br><i>La Ruta Nacional 152, específicamente el tramo comprendido entre las poblaciones de Villareal y 27 de Abril, en Guanacaste, ha recibido en los últimos años una inversión muy importante, a pesar del relativo poco tránsito que por dicho tramo circula. En cumplimiento de los mandatos de la Ley 8114, funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del PITRA-LanammeUCR realizaron durante el mes de julio del año 2017, una visita al tramo para evaluar el estado actual de la ruta. Este informe resume las condiciones del tramo en dicha visita, mostrando imágenes de varios aspectos encontrados, y dando recomendaciones para asegurar un nivel de servicio óptimo de la ruta para los usuarios</i> |   |   |
| <b>8. Palabras clave</b><br>Ruta 21, baches, deterioros, guardavías, cunetas   | <b>9. Nivel de seguridad</b><br>Ninguno   | <b>10. No. de páginas</b><br>22   |
| <b>11. Ejecución del proyecto</b><br>Ing. José Francisco Garro,<br>M.Geo.<br><br>Fecha: abril, 2018   | <b>12. Colaboradores</b><br>Ing. Cristian Valverde<br><br>Fecha: abril, 2018 | <b>10. No. de páginas</b><br>Geog. Paul Vega, M.Geo.<br><br>Fecha: abril, 2018                                     |
| <b>13. Diseño del proyecto</b><br>Ing. Roy Barrantes Jiménez<br>Coordinador, Unidad de Evaluación Red Vial Nacional<br><br>Fecha: abril, 2018   | <b>14. Revisado por</b><br>Lic. Miguel Chacón Alvarado<br>Asesor Legal<br>LanammeUCR<br><br>Fecha: abril, 2018  | <b>15. Aprobado por</b><br>Ing. Guillermo Loría S., PhD.<br>Coordinador General<br>PITRA<br><br>Fecha: abril, 2018 |



## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| Introducción   | 4  |
| 1. Resultados obtenidos: deterioros de la carpeta asfáltica                  | 6  |
| 2. Resultados obtenidos: demarcación y seguridad vial                        | 7  |
| 3. Evaluación visual de los pasos de aguas                                   | 8  |
| 4. Resultados obtenidos en el parámetro FWD                                  | 14 |
| 5. Resultados obtenidos en el parámetro IRI                                  | 15 |
| 6. Resultados obtenidos en el parámetro GRIP                                 | 16 |
| 7. Conclusiones y recomendaciones  | 17 |
| Anexo: Figuras de resultados de parámetros de evaluación de rutas asfaltadas | 19 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

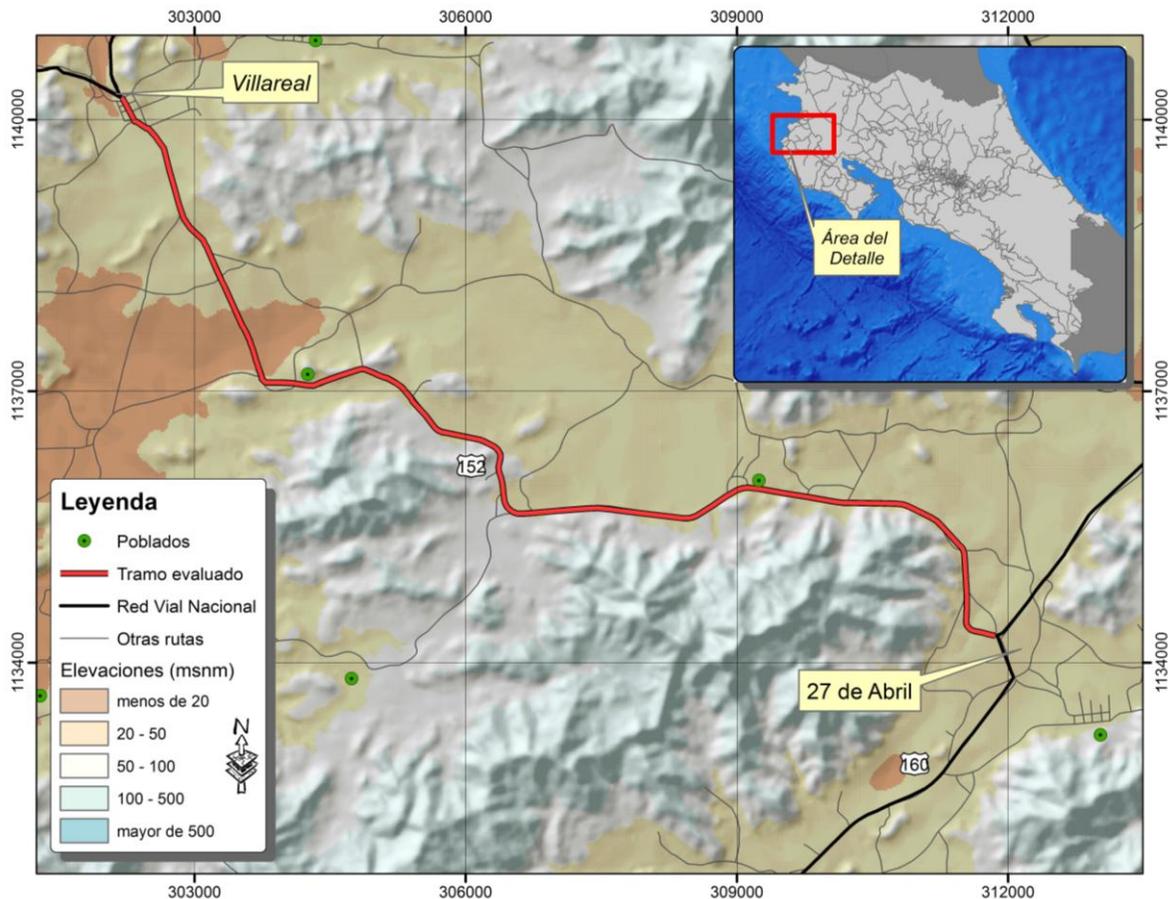
|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Ubicación del tramo evaluado                     | 4  |
| Figura 2 Cartel a la entrada del proyecto                 | 5  |
| Figura 3 Exudación en 2+760                               | 6  |
| Figura 4 Uso de guardavías en 6+730                       | 8  |
| Figura 5 Estado de las juntas y drenajes, puente en 2+760 | 9  |
| Figura 6 Alcantarilla en 5+200                            | 10 |
| Figura 7 Falla de muro de protección en puente de 6+730   | 11 |
| Figura 8 Puente en 9+900                                  | 12 |
| Figura 9 Puente en 10+700                                 | 13 |
| Figura 10 Alcantarilla en 13+100                          | 14 |
| Figura 11 Resultados de FWD                               | 15 |
| Figura 12 Resultados de IRI                               | 16 |
| Figura 13 Resultados de GRIP                              | 16 |
| Figura A1 Resultados de FWD                               | 20 |
| Figura A2 Resultados de IRI                               | 21 |
| Figura A3 Resultados de GRIP                              | 22 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Resultados de retroreflectometría en el proyecto evaluado | 7  |
| Tabla 2 Tramos homogéneos obtenidos                               | 15 |

## Introducción

El tramo evaluado, ubicado entre los poblados de 27 de Abril y Villareal, comprende 13,6 km de la Ruta Nacional 152, sección de control 50261. Se encuentra en la provincia de Guanacaste, y es una ruta muy importante debido a que da acceso a varias playas de la zona, siendo la más importante Tamarindo, sitio turístico por excelencia. Corresponde con una ruta de zonas planas, con (relativamente) pocas curvas, excelente visibilidad y cambios de pendientes imperceptibles. La Figura 1 muestra la ubicación y extensión del proyecto.



*Figura 1: Ubicación del tramo evaluado.*

En los últimos años, se ha invertido gran cantidad de dinero en este tramo, ya que pasó de una ruta de lastre en regular estado y un promedio de 11 metros de ancho, a una cuya estructura está comprendida por una subbase granular de 30 cm de espesor, una base estabilizada con cemento de 20 cm de espesor, y una capa asfáltica de 7,5 cm. Junto con la demarcación horizontal y vertical, y la construcción de 6 pasos de aguas (4 puentes, 2 alcantarillas mayores), instalación de guardavías, construcción de una ciclovía y obras de drenaje menor, la inversión realizada fue de

un poco menos de 4.400 millones de colones (Figura 2). Según datos del MOPT, la ruta presenta un TPD de 500 vehículos.



Figura 2: Cartel colocado a la entrada del proyecto.

Desde el proceso constructivo, se presentaron problemas que pueden afectar el nivel de servicio de esta ruta. Según consta en el informe de Auditoría Técnica LM-PI-AT-061-14 & LM-IC-D-0715-15, se dieron porcentajes mayores de cemento que derivaron en una base estabilizada bastante más rígida que lo estipulado en el diseño, y que es propensa a agrietamientos, los cuales se verán reflejados en la carpeta asfáltica a mediano plazo. Además, se observaron deterioros en esta base estabilizada antes de la colocación de la capa asfáltica, como deformaciones, huecos y pérdida de material de protección; y por último, en varios sitios se detectó una falta de adherencia entre estas 2 capas, debido a una mala colocación del riego de liga.

Como parte de la función ordinaria de fiscalización, evaluación y seguimiento del estado de la Red Vial Nacional que determina la Ley 8114, funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del PITRA-LanammeUCR realizaron una gira de inspección los días 20 y 21 de julio del año 2017. Al igual que en otras evaluaciones de proyectos de obra nueva, los aspectos evaluados en dicha gira y en este informe abarcan:

- Deterioros visibles en la carpeta asfáltica
- Estado de las estructuras de manejo de aguas
- Estado de la señalización horizontal y vertical
- Uso de guardavías

- Condición estructural mediante Deflectometría de Impacto
- Condición funcional mediante el Perfilómetro Láser
- Condición de seguridad vial mediante el Medidor de Agarre Superficial

El esfuerzo de dar seguimiento expedito a proyectos viales de obra nueva, es un compromiso que el PITRA-LanammeUCR asume de forma rigurosa, con la mejor tecnología disponible y con el criterio técnico que brinda los más de 60.000 km de pavimentos de la red vial costarricense, evaluados en los últimos 10 años. Con base en lo anterior, este insumo para la Administración traza los derroteros que complementan el de brindar información acerca del comportamiento de una carretera, la cual debe mantener un alto estándar de servicio en toda la vida útil de diseño, y le recuerda a la Administración la necesidad de mantener un inventario y un monitoreo continuo de las obras viales. Es importante recalcar que este tipo de obras no puede ser abandonada al finalizar su construcción, sino que debe ser evaluada durante su vida útil, para constatar que se desempeña de acuerdo a su diseño y para programar campañas de mantenimiento, basadas en las mejores técnicas de gestión vial, para que brinde siempre un nivel de servicio adecuado.

### **1. Resultados obtenidos con respecto a deterioros en la carpeta asfáltica**

Conociendo el problema de sobre resistencia de la base estabilizada expuesto en la introducción, la cantidad de grietas en el tramo evaluado es más bien poca, y la mayoría corresponde con grietas de borde debido a la falta de cunetas revestidas, y por ende de confinamiento. Sin embargo, el fenómeno de exudación está aún más extendido que con respecto a la visita realizada en el año 2016 (Figura 3). Esto tiene relación directa con los bajos niveles de agarre que presenta la ruta, tal y como se verá en la sección dedicada a estos resultados.



*Figura 3: exudación en la carpeta, est.2+760.*

Con el equipo de Imágenes Georeferenciadas, se comprobó que después de la exudación, el principal deterioro presente es el desprendimiento de agregados de la mezcla asfáltica (ubicado principalmente en los primeros 4 kilómetros de la ruta), seguido por el agrietamiento longitudinal y transversal (entre los kilómetros 5 a 12), el bacheo (primeros 2 kilómetros), y en menor medida el agrietamiento tipo “piel de lagarto” y los huecos en la superficie de ruedo.

## 2. Resultados obtenidos en demarcación y obras de seguridad vial

La demarcación de una ruta debe cumplir especificaciones de retroreflectividad que garanticen la seguridad vial de los usuarios que transitan por dicha vía, especialmente en condiciones adversas como lluvia intensa, neblina o de noche. Para medir dicha condición, se utilizó un Retroreflectómetro Láser portátil, con el cual se estableció la condición de la pintura, tanto la de borde (blanca) como la central (amarilla) en segmentos de 100 metros de longitud, para 3 sitios distintos a lo largo de la ruta:

- Estacionamiento 0+400: salida del poblado de 27 de Abril, línea de borde blanca y línea de centro doble amarilla y continua (prohibición de rebasar).
- Estacionamiento 6+700: en recta, línea de borde blanca y línea de centro amarilla continua (prohibición de rebasar por cercanía de un puente).
- Estacionamiento 13+100: cercanías del poblado de Villareal, línea de borde blanca y línea de centro doble amarilla y continua.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1. En Costa Rica no existe una norma que establezca la reflectividad mínima de la señalización horizontal en proyectos viales, por lo que en informes de proyectos de obra nueva realizados por la UGERVN, se utiliza la norma dada por el *Departamento de Transportes de Florida* del año 2010, que establece que el mínimo aceptable que garantice visibilidad en condiciones adversas de noche y lluvia debe ser de 150 mcd/lx/m<sup>2</sup>.

*Tabla 1: Resultados de la prueba de retroreflectometría para el tramo evaluado\**

| Estación | Línea borde blanca | Condición | Línea centro amarilla | Condición |
|----------|--------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| 0+400    | 117,5              | Mala      | 106,5                 | Mala      |
| 6+700    | 63,5               | Mala      | 57,7                  | Mala      |
| 13+100   | 118,4              | Mala      | 147,0                 | Regular   |

\* Resultados en mcd/lx/m<sup>2</sup>

Al comparar estos datos con los obtenidos en el 2016 para los mismos sitios, la calidad de la demarcación ha ido en deterioro, dado que este año la totalidad de los

mismos se encuentra por debajo del mínimo recomendado. Además, un porcentaje apreciable de los reflectores tipo “ojo de gato” se han perdido con el tiempo.

Otro aspecto señalado en el informe *LM-PI-UGERVN-9-2016* fue el uso inapropiado que se le da a los guardavías en este tramo. A pesar de las recomendaciones dadas, se siguen utilizando en las 2 alcantarillas mayores a manera de barandas; y en puentes como continuación de la baranda rígida; en ambos casos esta estructura no presenta la longitud mínima de trabajo que garantice su funcionalidad en caso de un percance (Figura 4). Además, en otros sitios con presencia de elementos que van en contra de la seguridad vial como curvas, caídas importantes a los lados de la vía, presencia de árboles y postes en el derecho de vía, no existen guardavías que resguarden a los usuarios.



*Figura 4: uso de guardavías como complemento a barreras rígidas, puente en est. 6+730. Nótese además el estado de la señalización horizontal, así como la presencia de sedimentos en el cordón de concreto que separa la ciclovía con los carriles de tránsito, y crecimiento leve de vegetación a los lados de la vía.*

### 3. Evaluación visual de los pasos de aguas

La ruta evaluada atraviesa una zona de precipitación anual baja, de 2000mm según los datos del IGN. Sin embargo, y como ha sido señalado en informes anteriores (*UGERVN & Unidad de Auditoría Técnica*), esto no significa que deban prescindirse de obras de manejo de aguas superficiales, especialmente de cunetas revestidas. Sin embargo, este es el caso de este tramo, donde existe muy poca longitud de estas estructuras. Además de favorecer un flujo de agua no controlado hacia las zonas aledañas a la ruta, la falta de confinamiento en la orilla del pavimento provoca agrietamientos, tal y como se expuso en la sección sobre deterioros observados.

La totalidad de la ruta presenta una ciclovía en uno de sus lados: existe un cordón de concreto que separa esta zona de la carpeta asfáltica, pero dicho cordón no presenta salidas para el agua a intervalos regulares, y en la gira se notó en varios puntos gran acumulación de sedimentos así como crecimiento moderado de vegetación (Figura 4). Estos factores han provocado que aún con eventos de precipitación leves, el agua

se empoce en uno de los carriles, con los problemas tanto al pavimento como al flujo vehicular que eso conlleva.

En el tramo existen 6 pasos de aguas principales, de los cuales 4 corresponden a puentes, y 2 a alcantarillas mayores. Estos sitios fueron visitados en la gira, y los resultados de la evaluación visual se muestran a continuación:

-*Estación 2+760*: puente sobre una quebrada sin nombre. El defecto en el concreto en los costados del tablero, identificado en el año 2016, no ha sido reparado. Ambas juntas se encuentran rellenas de asfalto (Figura 5), y existe crecimiento de vegetación a los costados (Figura 5), así como varios drenajes obstruidos.



*Figura 5: estado de las juntas y los laterales en el puente en el est. 2+760.*

- *Estación 5+200*: alcantarilla doble de cuadro, cada uno de 3x3 metros, de concreto, sesgada con respecto al eje de la ruta, y con aletones y delantal en ambos extremos. Visualmente se encuentra en buen estado, con cantidades mínimas de sedimento (Figura 6).



*Figura 6: vista de la salida, alcantarilla en est. 5+200*

- *Estación 6+730:* Puente sobre la Quebrada Marcos, que estructuralmente es idéntico al del 2+760. Al igual que éste, sus juntas se encuentran rellenas de asfalto. Visualmente, se encuentra en buen estado; sin embargo, los rellenos de la entrada presentan socavación, que está afectando la subestructura (apoyos) del puente. El problema más grave lo representa la falla del muro de gaviones construido para proteger el relleno de aproximación: visto desde la dirección del flujo, se trata del muro en el margen izquierdo (Figura 7). De acuerdo a los vecinos de la zona, esta quebrada aumenta considerablemente su caudal durante eventos lluviosos, lo cual también está provocando problemas de socavación en los márgenes aguas abajo del puente.



*Figura 7: falla del muro de proyección a la entrada del puente sobre la Quebrada Marcos, est. 6+730. En la parte inferior de la figura se aprecia la socavación que está afectando los apoyos de la estructura.*

- *Estación 9+900:* Puente sobre una quebrada sin nombre, y que se encuentra sesgado con respecto al eje principal de la ruta. Visualmente se encuentra en buen estado, sin embargo sus juntas se encuentran llenas de sedimentos, así como los lados del tablero, lo cual está obstruyendo drenajes. También, a la salida del cauce en el lado derecho, se está dando una socavación importante que está afectando la esquina de su apoyo en esta margen, así como el muro de protección del relleno de aproximación (Figura 8).



*Figura 8: puente en el est. 9+900, mostrando los puntos afectados por socavación (dentro de los círculos rojos).*

- *Estación 10+700*: puente idéntico al de los puntos 2+760 y 6+730, sobre el Río San Francisco. Visualmente la estructura se encuentra en buen estado; sin embargo la gran acumulación de sedimentos y crecimiento de vegetación a los lados del tablero están obstruyendo sus drenajes (Figura 9). Además, al igual que los puentes anteriores, sus juntas se encuentran llenas de sedimentos.



*Figura 9: puente sobre el Río San Francisco, est. 10+700.*

- Estación 13+100: alcantarilla de cuadro en concreto, doble, de 3x3 m cada cuadro, sobre el Río Riyito. Similar al del sitio 5+200, pero sin el sesgo. Tanto la estructura, como los aletones y delantales, se encuentran en buen estado; presenta una leve acumulación de sedimentos (Figura 10)



*Figura 10: Estado de la alcantarilla en la est. 13+100 al momento de la gira.*

Tal y como fue expresado en el informe *LM-PI-UGERVN-9-2016*, además de los problemas puntuales en cada sitio, la falta de cunetas que encaucen las aguas superficiales en las cercanías de estos pasos, hacia los ríos / quebradas de manera eficiente, puede traer consecuencias como las ya vistas en el puente de la estación 6+730.

#### **4. Resultados obtenidos con el Deflectómetro de Impacto**

A partir de los resultados de Evaluación de la Red Vial Nacional años 2015 – 2016, fue posible evaluar la condición estructural del proyecto. Los detalles del Deflectómetro de Impacto utilizado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica *FT-UGERVN-02-13*, disponible en el sitio web del LanammeUCR ([www.lanamme.ucr.ac.cr](http://www.lanamme.ucr.ac.cr)). Los resultados se muestran en la Figura 11.

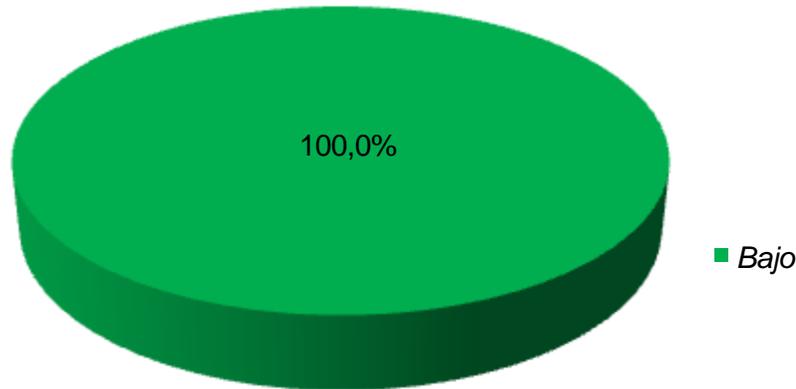


Figura 11: Resultados obtenidos en el parámetro de FWD.

La totalidad de la ruta presenta deflexiones bajas, tal y como es de esperarse con una estructura de base estabilizada. A partir de la distribución espacial de estos resultados, es posible mediante la metodología dada por la AASTHO en el año 1993, calcular los tramos homogéneos, esto con la finalidad de detectar los distintos comportamientos del paquete estructural construido en el proyecto. Los resultados de esta metodología se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Tramos homogéneos para el tramo 27 de Abril – Villareal, RN152

| Tramo | Est. inicio | Est. fin |
|-------|-------------|----------|
| 1     | 0+000       | 5+500    |
| 2     | 5+500       | 7+000    |
| 3     | 7+000       | 10+250   |
| 4     | 10+250      | 13+500   |

The graph shows a blue line connecting red data points. The x-axis represents distance in meters (0 to 16000) and the y-axis represents deflection. The line shows a significant dip between 6000m and 13500m, corresponding to the homogeneous segments in the table.

## 5. Resultados obtenidos con el Perfilómetro Láser

Los detalles del Perfilómetro Láser utilizado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica *FT-UGERVN-02-13*, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. Los resultados obtenidos, mostrados en la Figura 12, muestran que el tramo presenta 2 terceras partes de su longitud con un valor de IRI moderado, mientras que aproximadamente la cuarta parte presenta regularidades altas a muy altas.

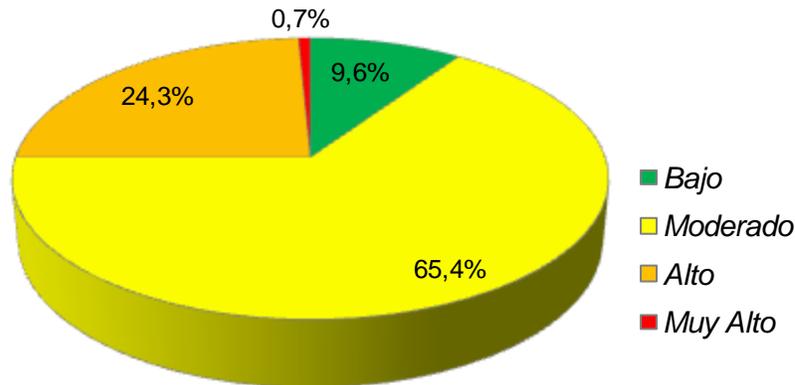


Figura 12: Resultados obtenidos en el parámetro de IRI.

## 6. Resultados obtenidos con el Medidor de Agarre Superficial

Los detalles del equipo de Medición de Rozamiento Superficial, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica *FT-UGERVN-02-13*, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. Los resultados obtenidos muestran que 3 cuartas partes del proyecto presenta agarre superficial en las categorías de deslizante a muy deslizante (Figura 13), lo cual se relaciona directamente con la extensión en casi todo el proyecto, del fenómeno de exudación.

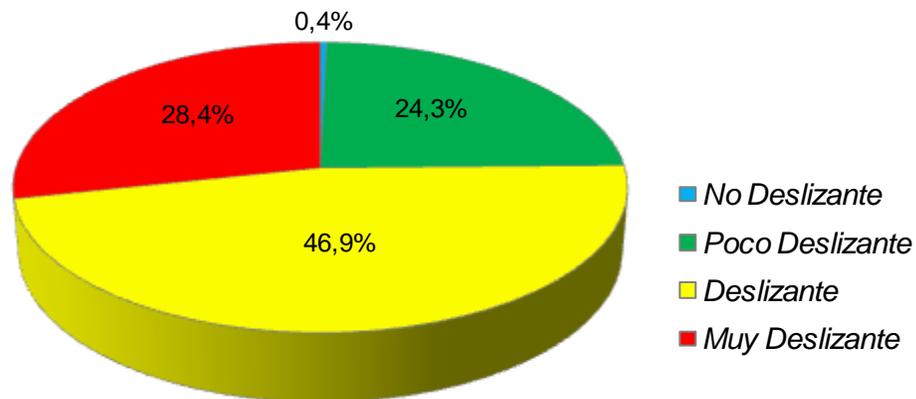


Figura 12: Resultados obtenidos en el parámetro de GRIP.

Estos resultados son importantes, más si se toma en cuenta la realidad física de la ruta: largas rectas con excelente visibilidad que promueven que la mayor parte usuarios de esta ruta superen los límites de velocidad señalados, esto último unido a una falta de sistemas de control por parte de las autoridades; así como la ausencia casi total de guardavías y demarcación en mal estado, exponen a los conductores a niveles muy altos de riesgo en el aspecto de la seguridad vial.

## 7. Notas de Calidad Q y opciones de rehabilitación

Con los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros evaluados (*FWD*, *IRI* & *Agarre Superficial*), se obtienen los indicadores para cada tramo homogéneo (Tabla 2). Con ello, se obtiene la Nota Q para cada uno, la cual permite determinar su condición actual. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Notas Q para los tramos homogéneos, RN152 27 de Abril - Villareal

| Tramo | FWD  | IRI                      | Grip                           | Nota Q |
|-------|------|--------------------------|--------------------------------|--------|
| 1     | Bajo | 2,42 ( <i>Moderado</i> ) | 0,56 ( <i>Deslizante</i> )     | Q2     |
| 2     | Bajo | 2,51 ( <i>Moderado</i> ) | 0,59 ( <i>Deslizante</i> )     | Q2     |
| 3     | Bajo | 3,42 ( <i>Moderado</i> ) | 0,57 ( <i>Deslizante</i> )     | Q2     |
| 4     | Bajo | 3,89 ( <i>Alto</i> )     | 0,47 ( <i>Muy Deslizante</i> ) | Q4     |

Los 3 primeros tramos presentan una nota que indica que con un tratamiento superficial, lo cual es una actividad de bajo impacto tanto en tiempo como desde el punto de vista económico, se puede recuperar la superficie a niveles de proyecto nuevo. El cuarto tramo (poco más de 3km antes de llegar al poblado de Villareal) presenta un nivel de IRI y Agarre promedio tal que amerita una reconstrucción del mismo. Actividades como escarificación de la superficie asfaltada, reconfiguración del nivel de la base, y la instalación de una nueva carpeta asfáltica son comunes para devolver los niveles de regularidad y agarre adecuados en una ruta con una inversión promedio de casi ₡325 millones por kilómetro.

El Anexo I muestra la distribución espacial de los parámetros de FWD, IRI & Agarre Superficial obtenidos con base en la Evaluación de la Red Vial Nacional, años 2015 – 2016.

## 8. Conclusiones y Recomendaciones

Al comparar los resultados obtenidos este año, con aquellos del año 2016, se concluye que existe un nivel de deterioro que si bien no afecta el nivel de servicio de manera drástica, denota la falta de un plan de mantenimiento que es norma en los proyectos de obra nueva analizados por la UGERVN del LanammeUCR. Con actividades de bajo impacto económico y en tiempo, es posible mantener una ruta nueva en un nivel de servicio adecuado, lo que a la larga trae beneficios económicos tanto para la administración, como para los usuarios mismos.

Dada las observaciones en cada sección, las recomendaciones brindadas en el informe LM-PI-UGERVN-9-2016 se mantienen válidas, y se muestran a continuación:

- Realizar estudios técnicos, un diseño adecuado y planes de mantenimiento para todas las obras que se realicen tendientes a mantener y mejorar la condición de



la obra vial evaluada. En estos estudios es necesario tomar en cuenta las condiciones geológicas e hidrológicas particulares de la zona, así como posibles fallas tectónicas u otras fuentes sísmicas.

- Dar mantenimiento preventivo a todas las obras de pasos de aguas, en forma de limpieza del cauce en las cercanías de la estructura, limpieza y pintado de las partes metálicas, colocación de los guardavías con la longitud de trabajo mínima, señalización en las cercanías de la existencia del paso, así como de la regulación de la velocidad máxima sobre el mismo, limpieza de desagües y mejoramiento de las obras destinadas a llevar el agua de escorrentía de la manera más eficiente a los cauces.
- Dar mantenimiento adecuado a las juntas de los 4 puentes visitados, mediante limpieza de escombros y sellado con un material elástico que permita el movimiento de la losa por efectos térmicos o de paso de vehículos pesados.
- Construcción de cunetas revestidas a lo largo de la ruta, e implementación de desagües a distancias regulares en el cordón que separa la ciclovía de la ruta.
- Implementar barandas rígidas en las 2 alcantarillas principales visitadas, usando guardavías únicamente en las aproximaciones a estas obras, curvas cerradas y zonas donde exista un peligro en caso de que un vehículo se salga de la vía, con la longitud de trabajo adecuada. Además, estudiar la posibilidad de instalar guardavías a lo largo del borde de la ruta del lado de la ciclovía, de manera que los usuarios de ésta se encuentren protegidos de los vehículos que circulan por la ruta principal.
- Realizar campañas periódicas de mantenimiento de la señalización horizontal, reponiendo además aquellos captaluces que se vayan perdiendo en el tiempo. Estudiar la posibilidad de usar pintura termoplástica, que tienen mejor desempeño en comparación con las de base acuosa.
- Dar seguimiento estricto a la condición de la capa asfáltica de ruedo para evaluar la necesidad de intervenciones cuyo objetivo sea evitar que deterioros como los observados, disminuyan el nivel de servicio de la vía. Cabe recordar que la exudación, además de denotar un mal diseño de la mezcla asfáltica, se asocia con una disminución del agarre superficial, lo cual en caso de lluvias aumenta la probabilidad de accidentes en la ruta. Con los resultados obtenidos en la Sección 6 sobre las Notas de Calidad Q, es posible planificar y presupuestar aquellas obras que den a la ruta el nivel de servicio óptimo.
- Revisar periódicamente la condición de las grietas y su reparación (sellado).
- Evaluar la posibilidad de brindar iluminación artificial a lo largo del proyecto.
- Con base en la gira realizada, brindar controles más estrictos de la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos. De ser necesario, instalar reductores de velocidad en las cercanías de centros de población, pasos de aguas u otros sitios que un estudio adecuado lo estipule.



Anexo  
Resultados obtenidos  
Parámetros de evaluación de rutas asfaltadas

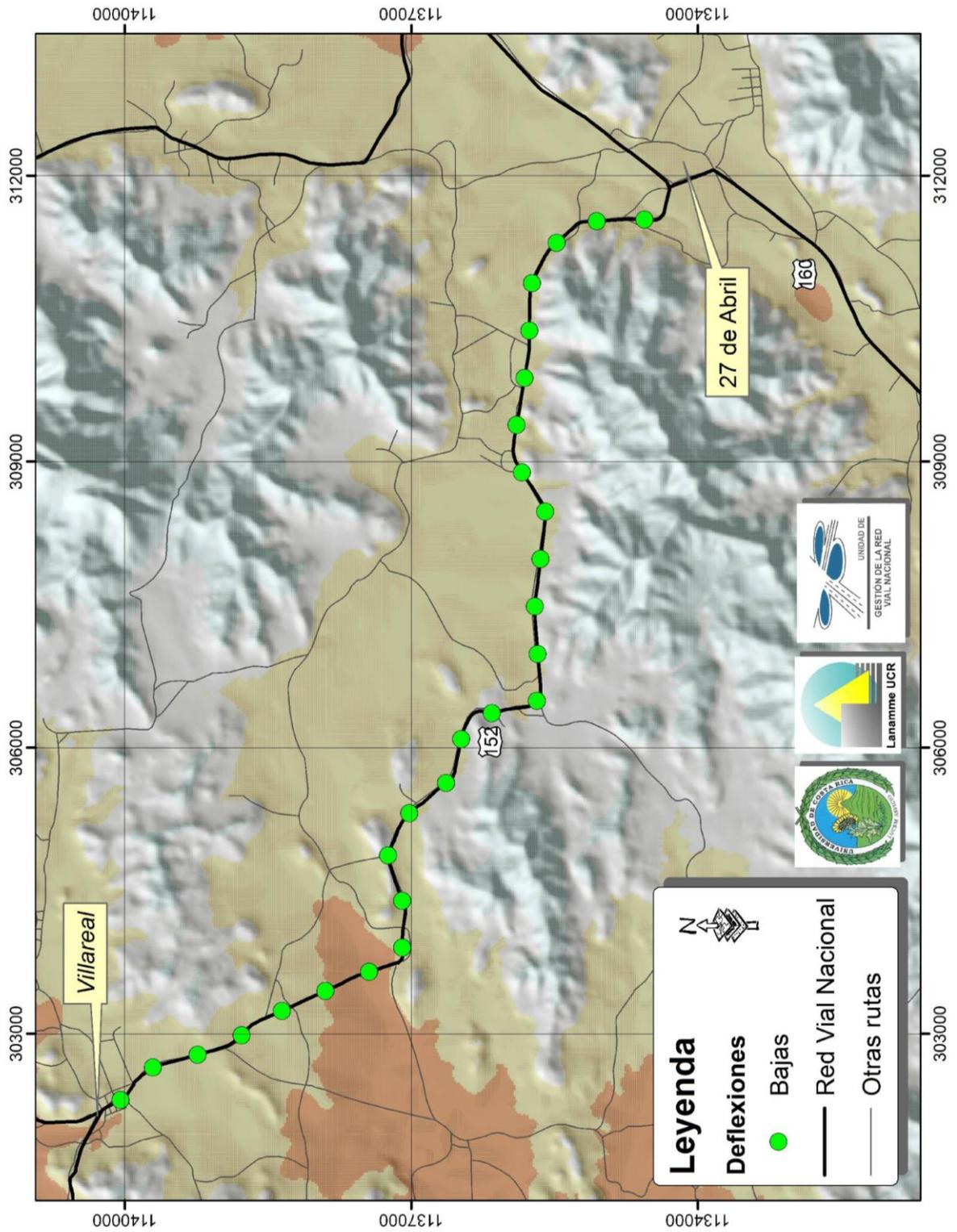


Figura A1: Resultados de deflectometría para el tramo, año 2016

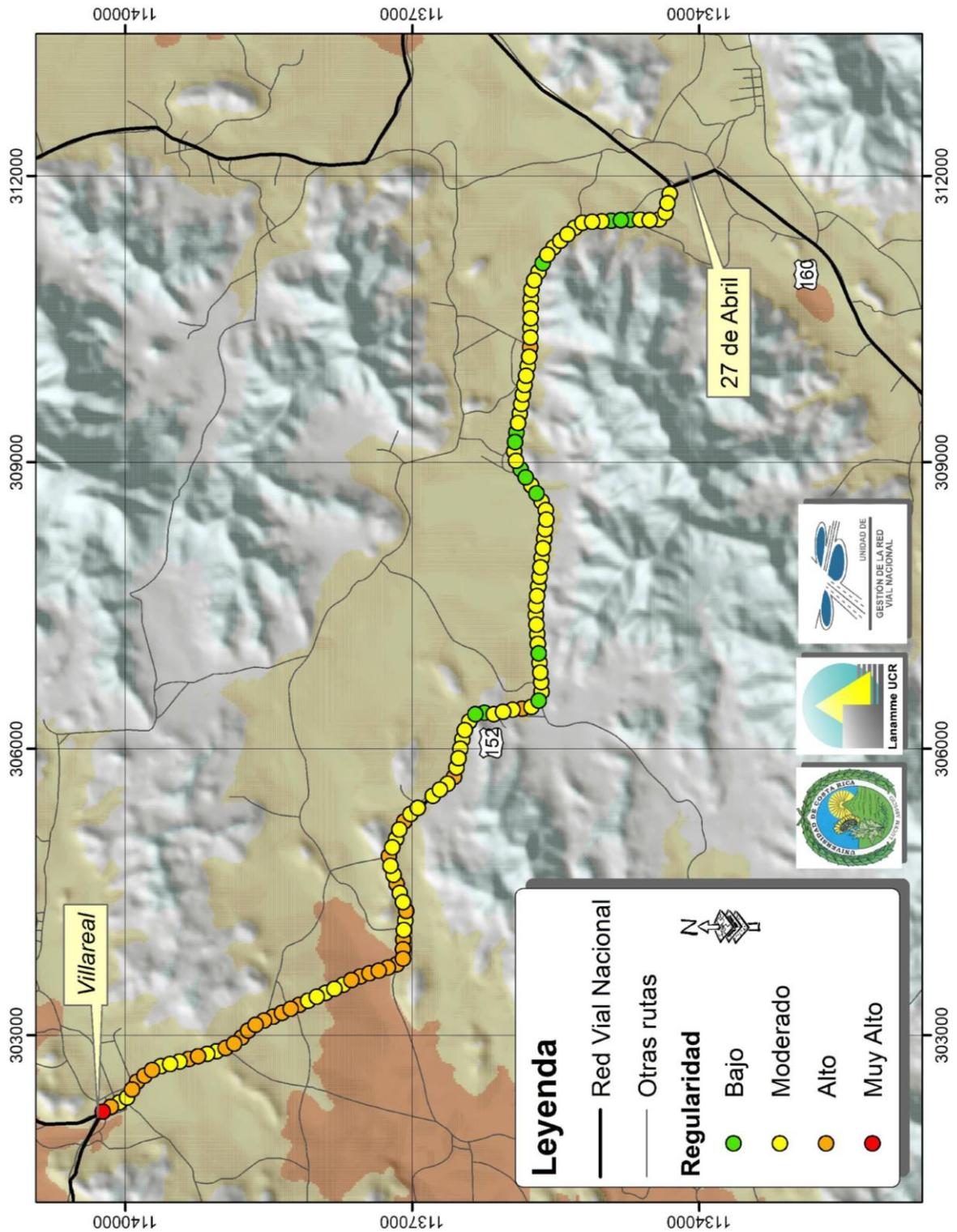


Figura A2: Resultados del perfil superficial para el tramo, año 2016

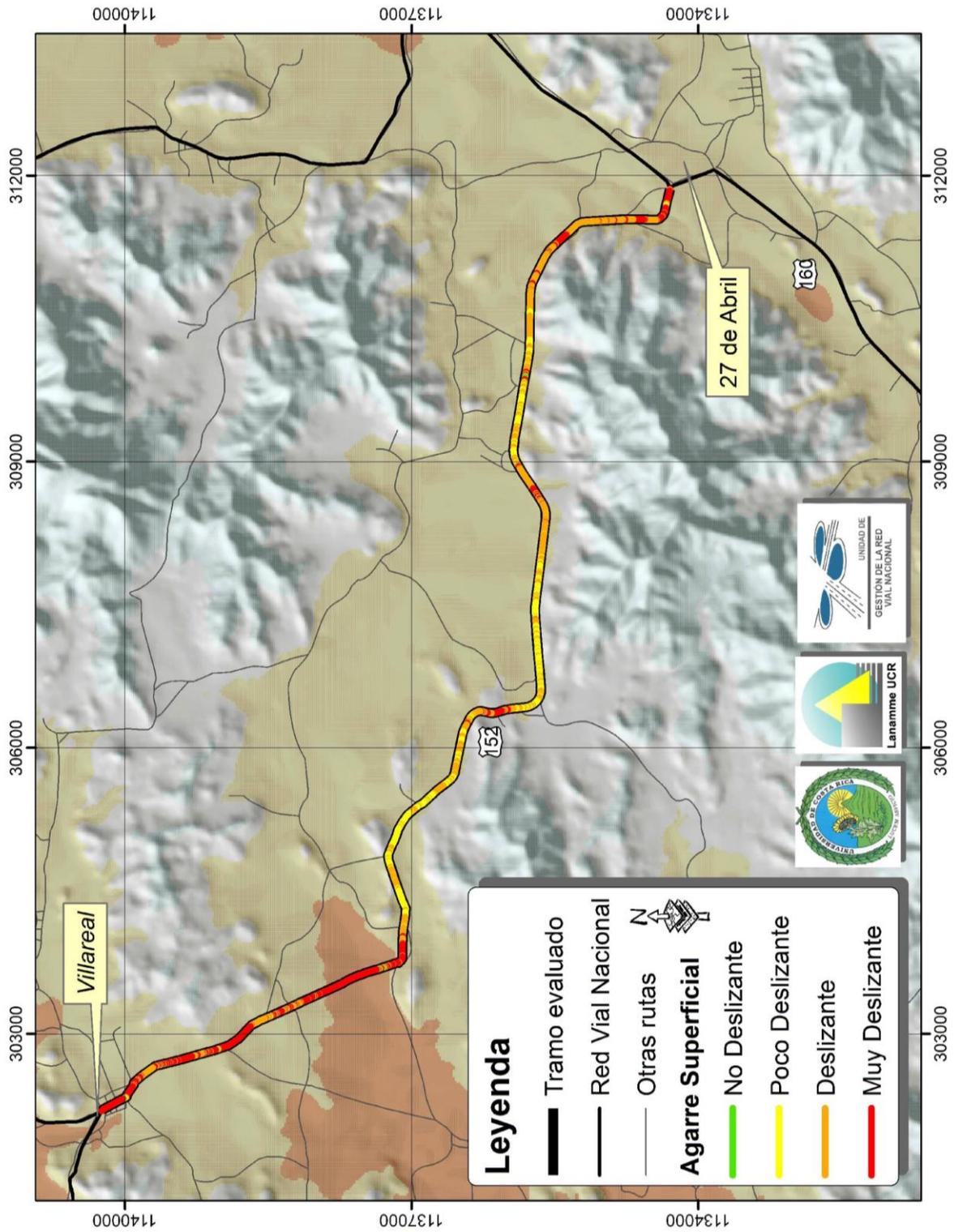


Figura A3: Resultados de agarre superficial para el tramo, año 2016