



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-AT-150-18

**EXPERIENCIA COSTARRICENSE EN LA APLICACIÓN DEL PARÁMETRO DE REGULARIDAD SUPERFICIAL IRI COMO CRITERIO ACEPTACIÓN EN PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL**

**LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00**



Preparado por:  
**Unidad de Auditoría Técnica  
LanammeUCR**



Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

**San José, Costa Rica  
Febrero, 2019**



Información Técnica del documento

<b>1. Informe</b> Informe de Auditoría Técnica: LM-PI-AT-150-18	<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> Experiencia costarricense en la aplicación del parámetro de regularidad superficial IRI como criterio de aceptación en proyectos de conservación vial	<b>4. Fecha del Informe</b> Febrero, 2019	
<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> <p>Este informe de Auditoría Técnica recopila información sobre las primeras experiencias que se han tenido en Costa Rica tras la aplicación del parámetro de regularidad superficial IRI como criterio de aceptación en proyectos de conservación vial. Lo anterior, con el propósito de brindarle un panorama general a la Administración sobre el impacto, beneficio y dificultades que se han tenido en los primeros dos años de uso de este índice como herramienta para el control de la calidad.</p> <p>El informe cuenta con un marco teórico donde se detalla en qué consiste el concepto IRI, su importancia, entre otros aspectos que puedan ser necesarios para el correcto entendimiento del documento.</p> <p>Como primer aspecto evaluado, se presenta una comparación entre el acabado de regularidad superficial que tenían los proyectos de conservación antes y después del inicio de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00. A partir de esta comparación se evidenció una mejoría en la regularidad superficial de los proyectos de conservación vial, luego de la inclusión del IRI como parámetro para el control de la calidad.</p> <p>Posteriormente, se muestra una evaluación en términos de regularidad superficial de los proyectos elaborados bajo el marco de la contratación 2014LN-000018-0CV00, señalando con detalle porcentajes de cumplimiento y de mejora en obras de rehabilitación y sobrecapas.</p> <p>Por otro lado, se compararon las mediciones de regularidad superficial realizadas por el LanammeUCR sobre proyectos de conservación vial recién construidos con respecto a la regularidad superficial reportada por los laboratorios de verificación de la calidad en estos proyectos. A partir de esta comparación se observó que, para una muestra de tramos de sobrecapa y rehabilitación, el IRI calculado por el LanammeUCR fue en promedio mayor al calculado por el resto de laboratorios de verificación de la calidad.</p> <p>Seguidamente, se presenta un análisis de los productos generados por los laboratorios de verificación de la calidad sobre la regularidad superficial en proyectos de conservación vial, señalándose algunas deficiencias que podrían afectar la correcta aplicación de los criterios de aceptación establecidos en el cartel de licitación pública número 2014LN-000018-0CV00.</p> <p>Por último, en el informe se presentan los resultados de una encuesta realizada a los laboratorios de verificación de la calidad e ingenieros regionales de CONAVI sobre el proceso de medición, análisis y aceptación de proyectos de conservación vial. A partir de esta encuesta se evidenció que aún existe cierto desconocimiento y diferencias de criterio en temas relacionados con la aplicación de criterios cartellarios de regularidad superficial en proyectos de mantenimiento vial.</p>		
<b>10. Palabras clave</b> Desempeño – Conservación vial – Regularidad superficial – IRI – Verificación de calidad	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 87



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

**LM-PI-AT-150-18: “Experiencia costarricense en la aplicación del parámetro de regularidad superficial IRI como criterio de aceptación en proyectos de conservación vial”.**

**Departamento encargado del proyecto:** Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. CONAVI.

**Coordinador General de Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA-LanammeUCR:**  
Ing. Luís Guillermo Loría Salazar, PhD.

**Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR:**  
Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

**Auditores:**

Auditor Técnico Líder: Ing. Luis Diego Herra Gómez  
Auditores Adjuntos: Ing. Mauricio Salas Chaves  
Ing. Sergio Guerrero Aguilera

**Asesor Legal:**

Lic. Miguel Chacón Alvarado

**Alcance del informe:**

El alcance de este informe de auditoría técnica comprende la recopilación y análisis de la información generada por los laboratorios de verificación de la calidad sobre la regularidad superficial de proyectos de conservación ejecutados bajo el marco de la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00.

Esta información fue contrastada con respecto a tres aspectos:

- Su cumplimiento cartelario.
- Mediciones de regularidad superficial realizadas sobre proyectos de conservación vial anteriores a la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.
- Mediciones independientes realizadas por el LanammeUCR.

Además, el informe involucra la elaboración, aplicación y análisis de encuestas a los laboratorios de verificación de la calidad e ingenieros de CONAVI, para evaluar su nivel de conocimiento e involucramiento en las actividades relacionadas con el aseguramiento de una correcta regularidad superficial en proyectos de conservación vial.

Lo anterior, con el propósito de señalar oportunidades de mejora y recomendaciones que permitan generar un impacto positivo en la regularidad superficial de proyectos de conservación vial.



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. FUNDAMENTACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS .....</b>	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVOS DEL INFORME.....</b>	<b>11</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>4. ALCANCE DEL INFORME.....</b>	<b>11</b>
<b>5. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>6. ANTECEDENTES .....</b>	<b>14</b>
6.1. SOBRE LA CONTRATACIÓN DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL EN PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL .....	15
6.2. SOBRE EL CONTENIDO DE ALGUNOS DE LOS OFICIOS EMITIDOS POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN RELACIONADOS CON LAS MEDICIONES DEL PERFIL LONGITUDINAL EN PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL .....	16
<b>7. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
<b>8. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA.....</b>	<b>21</b>
<b>9. UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL .....</b>	<b>22</b>
<b>10. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR. ....</b>	<b>24</b>
<b>11. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....</b>	<b>25</b>
11.1. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	25
<b>OBSERVACIÓN 1: SE EVIDENCIÓ UNA MEJORÍA EN LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL, LUEGO DE LA INCLUSIÓN DEL IRI COMO PARÁMETRO PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD. ....</b>	<b>26</b>
11.1.1 <i>Sobre la evaluación del cumplimiento, en términos de regularidad superficial, de proyectos elaborados bajo el marco de la contratación 2014LN-000018-0CV00. ....</i>	<i>32</i>
<b>OBSERVACIÓN 2: SE EVIDENCIÓ QUE LOS PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00 PRESENTARON EN PROMEDIO CUMPLIMIENTOS DEL 90 %, EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL.....</b>	<b>32</b>
<b>OBSERVACIÓN 3: SE EVIDENCIÓ QUE LOS PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00, SOBRE RUTAS PRIMARIAS, SECUNDARIAS Y TERCIARIAS, PRESENTARON CUMPLIMIENTOS DEL 94 % EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL. ....</b>	<b>35</b>
<b>OBSERVACIÓN 4: SE EVIDENCIÓ QUE LOS PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00, SOBRE</b>	

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 4 de 87
-------------------------	--	----------------



RUTAS DE TRAVESÍA, PRESENTARON CUMPLIMIENTOS DEL 80 % EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL..... 43

11.1.2 Sobre las mediciones de perfil longitudinal realizadas por los laboratorios de verificación contratados para el control de la regularidad superficial en la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00. .... 45

OBSERVACIÓN 5: PARA UNA MUESTRA DE TRAMOS DE SOBRECAPA Y REHABILITACIÓN SE OBSERVÓ QUE EL IRI CALCULADO POR EL LANAMMEUCR FUE EN PROMEDIO MAYOR AL CALCULADO POR EL RESTO DE LABORATORIOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD..... 45

11.1.3 Sobre algunas irregularidades observadas en el proceso de medición y análisis de IRI en proyectos de conservación vial. .... 48

HALLAZGO 1: SE EVIDENCIÓ QUE EN ALGUNOS PROYECTOS DONDE SE CONSTRUYÓ SOBRECAPA NO SE REALIZÓ LA MEDICIÓN INICIAL DEL PERFIL LONGITUDINAL..... 48

HALLAZGO 2: SE OBSERVARON DIFERENCIAS ENTRE LA INFORMACIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EXPUESTA EN UN INFORME DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN FORMATO DIGITAL POR EL CORRESPONDIENTE LABORATORIO. .... 50

HALLAZGO 3: SE OBSERVARON INCONSISTENCIAS ENTRE LOS CRITERIOS EMITIDOS EN ALGUNOS DE LOS INFORMES DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN, CON RESPECTO A LA ESPECIFICACIÓN CARTELARIA. .... 55

HALLAZGO 4: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN EL CONTENIDO DE ALGUNOS DE LOS INFORMES DE ENSAYO SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN. .... 56

11.1.4 Análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicadas. .... 61

HALLAZGO 5: SE EVIDENCIÓ FALTA DE CLARIDAD EN LA CONCEPTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PARÁMETRO DE DESEMPEÑO IRI EN LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN VIAL. .... 61

12. CONCLUSIONES ..... 75

13. RECOMENDACIONES ..... 76

14. REFERENCIAS ..... 78

15. ANEXOS..... 80

15.1. RESUMEN CON LOS INFORMES DE ENSAYO ELABORADOS POR LOS LABORATORIOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL EN PROYECTOS DE CONSERVACIÓN... 80

15.2. OFICIO GCSV-21-2019-0365 (182) ..... 82

15.3. ANÁLISIS DEL OFICIO GCSV-21-2019-0365 (182)..... 85

Table with 3 columns: Informe LM-PI-AT-150-18, Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019, Página 5 de 87



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PERFIL LONGITUDINAL DE UNA CARRETERA.....	12
FIGURA 2. PERFILES LONGITUDINALES CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DEL MRI.....	13
FIGURA 3. EJEMPLOS DE FALLAS CONSTRUCTIVAS QUE PUEDEN AFECTAR LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PROYECTO.....	13
FIGURA 4. LÍNEA DE TIEMPO CON EL INICIO DE LOS CONTRATOS PARA LA VERIFICACIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL Y EL MANTENIMIENTO DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL.....	15
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DE LOS LABORATORIOS DE VERIFICACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL PERFIL LONGITUDINAL EN PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL.....	16
FIGURA 6. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA ELABORACIÓN DEL PRESENTE INFORME.....	20
FIGURA 7. DIVISIÓN DE LAS ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL A CARGO DE LA GERENCIA DE CONSERVACIÓN DE VÍAS Y PUENTES.....	22
FIGURA 8. RESULTADOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00	29
FIGURA 9. RESULTADOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00. FUENTE: SOLÍS, 2017 Y CONAVI, 2018.....	31
FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA LOS VALORES DE MRI CALCULADOS EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA NÚMERO 2014LN-000018-0CV00.....	32
FIGURA 11. REGULARIDAD SUPERFICIAL EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS BAJO EL MARCO DE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00, QUE CORRESPONDEN A LA CATEGORÍA “RUTAS PRIMARIAS”.....	33
FIGURA 12. REGULARIDAD SUPERFICIAL EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS BAJO EL MARCO DE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00, QUE CORRESPONDEN A LA CATEGORÍA “RESTO DE RUTAS”.....	34
FIGURA 13. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL PORCENTAJE DE MEJORA EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES. CASO 1: AL MENOS MANTENER EL IRI INICIAL.....	35
FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL PORCENTAJE DE MEJORA EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES, SEGÚN EL LABORATORIO ENCARGADO DE REALIZAR LA MEDICIÓN. CASO 1: AL MENOS MANTENER EL IRI INICIAL.....	36
FIGURA 15. PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO Y PROMEDIO DE LA MEJORA EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES. CASO 1: AL MENOS MANTENER EL IRI INICIAL.....	37
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL PORCENTAJE DE MEJORA EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES. CASO 2: REDUCCIÓN DEL 10 %.....	38
FIGURA 17. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL MRI FINAL EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES. CASO 3: MENOR O IGUAL A 3,2 M/KM.....	39



FIGURA 18. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL PORCENTAJE DE MEJORA EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES. CASO 4: REDUCCIÓN DEL 50 % Y MENOR A 5 M/KM. .... 40

FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL MRI FINAL EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES. CASO 4: REDUCCIÓN DEL 50 % Y MENOR A 5 M/KM. .... 40

FIGURA 20. PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO, PROMEDIO DE LA MEJORA Y PROMEDIO DE MRI FINAL EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES. .... 42

FIGURA 21. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL MRI FINAL EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS DE TRAVESÍA. CASO 3: MENOR O IGUAL A 3,2 M/KM. .... 43

FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL PORCENTAJE DE MEJORA EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS DE TRAVESÍA. CASO 4: REDUCCIÓN DEL 50 % Y MENOR A 5 M/KM. .... 44

FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA EL MRI FINAL EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES. CASO 4: REDUCCIÓN DEL 50 % Y MENOR A 5 M/KM. .... 44

FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS ACUMULADAS PARA LA DIFERENCIA ENTRE EL IRI CALCULADO POR EL LANAMMEUCR, CON RESPECTO AL CALCULADO POR LOS LABORATORIOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD EN PROYECTOS DE SOBRECAPA Y REHABILITACIONES. .... 46

FIGURA 25. COMPARACIÓN ENTRE LOS PORCENTAJES DE CUMPLIMIENTO DE PROYECTOS DE REHABILITACIÓN Y SOBRECAPAS A PARTIR DE MEDICIONES DEL PERFIL LONGITUDINAL REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR Y LOS LABORATORIOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD. .... 47

FIGURA 26. INCIDENCIA DEL ADMINISTRADOR VIAL EN LA DEFINICIÓN DE EVENTOS. .... 62

FIGURA 27. MOMENTO EN QUE SE REGISTRAN LOS EVENTOS EN LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL. .... 63

FIGURA 28. PROFESIONAL RESPONSABLE DE REGISTRAR POSIBLES AFECTACIONES DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO..... 65

FIGURA 29. PROFESIONAL ENCARGADO DE DEFINIR LAS SINGULARIDADES DEL PROYECTO. 66

FIGURA 30. INCIDENCIA DEL ADMINISTRADOR VIAL EN LA DEFINICIÓN DE SINGULARIDADES.. 67

FIGURA 31. MOMENTO EN QUE SE DEFINEN LAS SINGULARIDADES EN LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL. .... 68

FIGURA 32. MECANISMOS APLICADOS EN CASO PERSISTENCIA DE VALORES DEFICIENTES DE IRI EN REPARACIONES EJECUTADAS POR EL CONTRATISTA..... 70

FIGURA 33. MECANISMO DE APLICACIÓN DE MULTAS POR INCUMPLIMIENTOS EN LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE TRAMOS ..... 71

FIGURA 34. MÉTODOS UTILIZADOS POR CONTRATISTA EN REPARACIONES DE TRAMOS CON INCUMPLIMIENTOS DE IRI. .... 71

FIGURA 35. SUGERENCIAS SOBRE OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL IRI COMO PARÁMETRO DE DESEMPEÑO POR LAS INGENIERÍAS DE PROYECTO Y ORGANISMOS DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD. .... 73

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 7 de 87
-------------------------	--	----------------



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MOMENTOS EN LOS CUALES SE DEBE REALIZAR LAS MEDICIONES DEL IRI, SEGÚN EL TIPO DE PROYECTO O INTERVENCIÓN A REALIZAR. ....	17
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS A CARGO DEL MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA RED VIAL SEGÚN LA ZONA Y EL CONTRATO.....	23
TABLA 3. ESPECIFICACIÓN DE IRI EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS BAJO EL MARCO DE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00 .....	25
TABLA 4. ESPECIFICACIÓN DE IRI EN PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS BAJO EL MARCO DE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00 .....	26
TABLA 5. RESULTADOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS PREVIO A LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00 .....	28
TABLA 6. RESULTADOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS POSTERIOR A LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00 .....	28
TABLA 7. RESULTADOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS PREVIO A LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00 (SIN ELIMINAR LAS SINGULARIDADES). ....	30
TABLA 8. RESULTADOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS POSTERIOR A LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00 (SIN ELIMINAR LAS SINGULARIDADES). ....	30
TABLA 9. PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS ANTES DE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00. ....	31
TABLA 10. PORCENTAJES DE CUMPLIMIENTO POR ZONA, EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL, DE PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00.....	41
TABLA 11. PORCENTAJES DE CUMPLIMIENTO, POR EMPRESA CONTRATISTA, EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL, DE PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS NACIONALES MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00.....	42
TABLA 12. PORCENTAJES DE CUMPLIMIENTO POR ZONA, EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL, DE PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS SOBRE RUTAS DE TRAVESÍA MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00.....	45
TABLA 13. INFORMACIÓN SOBRE LOS TRAMOS MEDIDOS POR LOS LABORATORIOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD Y EL LABORATORIO DEL LANAMMEUCR. ....	45
TABLA 14. INFORMACIÓN, EN FORMATO DE HOJA DE CÁLCULO, SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL FINAL DEL CARRIL IZQUIERDO DE UNA SOBRECAPA CONSTRUIDA EN LA RUTA NACIONAL 142 Y CUYO INFORME DE ENSAYO CORRESPONDIENTE ES EL 18-OTL-0748-1231.....	51
TABLA 15. REGULARIDAD SUPERFICIAL FINAL DEL CARRIL IZQUIERDO DE UNA SOBRECAPA CONSTRUIDA EN LA RUTA NACIONAL 142. ....	52
TABLA 16. COMPARACIÓN ENTRE UNA MUESTRA DE LOS VALORES DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EXPUESTOS EN EL INFORME 18-OTL-0748-1231 CON RESPECTO A LA	

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 8 de 87
-------------------------	--	----------------



INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN FORMATO DIGITAL, POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD..... 53

TABLA 17. EXTRACTO DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL INFORME 18-OTL-0250-1231 ..... 55

TABLA 18. EXTRACTO DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL INFORME ITP-1003-17-E.. 56

TABLA 19. EXTRACTO DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL INFORME ITP-023-17 ..... 58

TABLA 20. EXTRACTO DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL INFORME 1727-2018 ..... 59

TABLA 21. EXTRACTO DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL INFORME 2144-2018 ..... 60

TABLA 22. INFORMES DE ENSAYO SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL EN PROYECTOS DE SOBRECAPA. .... 80

TABLA 23. INFORMES DE ENSAYO SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN. .... 81



**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA  
LM-PI-AT-150-18**

**EXPERIENCIA COSTARRICENSE EN LA APLICACIÓN DEL PARÁMETRO DE  
REGULARIDAD SUPERFICIAL IRI COMO CRITERIO ACEPTACIÓN EN PROYECTOS DE  
CONSERVACIÓN VIAL**

**LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00**

**1. FUNDAMENTACIÓN**

La Auditoría Técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Asimismo, el proceso de Auditoría Técnica se fundamenta en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

*“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.”*

**2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS**

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 10 de 87
-------------------------	--	-----------------



### 3. OBJETIVOS DEL INFORME

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este informe de auditoría técnica es evaluar las primeras experiencias y el impacto que ha tenido la aplicación del parámetro de regularidad IRI como criterio de aceptación en proyectos de conservación vial.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contrastar la condición de regularidad superficial inicial (posterior a su construcción) de proyectos de rehabilitación y sobrecapas ejecutados mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, con respecto a la regularidad superficial de proyectos ejecutados a partir de contrataciones anteriores.
- Evaluar el nivel de cumplimiento contractual, en términos de regularidad superficial, de proyectos de rehabilitación y sobrecapa ejecutados mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.
- Identificar oportunidades de mejora en el proceso de medición del perfil longitudinal, análisis de IRI o aceptación de proyectos según los criterios de regularidad superficial establecidos en el cartel de licitación pública número 2014LN-000018-0CV00.
- Evaluar el nivel de conocimiento e involucramiento de los diferentes actores a cargo del cálculo, análisis y aprobación de proyectos de conservación vial a través del parámetro IRI.

### 4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este informe de auditoría técnica comprende la recopilación y análisis de la información generada por los laboratorios de verificación de la calidad sobre la regularidad superficial de proyectos de conservación ejecutados bajo el marco de la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00.

Esta información fue contrastada con respecto a tres aspectos:

- Su cumplimiento cartelario.
- Mediciones de regularidad superficial realizadas sobre proyectos de conservación vial anteriores a la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.
- Mediciones independientes realizadas por el LanammeUCR.

Además, el informe involucra la elaboración, aplicación y análisis de encuestas a los laboratorios de verificación de la calidad e ingenieros de CONAVI, para evaluar su nivel de conocimiento e involucramiento en las actividades relacionadas con el aseguramiento de una correcta regularidad superficial en proyectos de conservación vial.

Lo anterior, con el propósito de señalar oportunidades de mejora y recomendaciones que permitan generar un impacto positivo en la regularidad superficial de proyectos de conservación vial.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 11 de 87
-------------------------	--	-----------------



## 5. MARCO TEÓRICO

La regularidad superficial, de acuerdo con la norma ASTM 867-06 “*Standard Terminology Relating to Vehicle – Pavement Systems*”, corresponde a la desviación de una determinada superficie (carretera) respecto a una superficie plana teórica. Dichas desviaciones afectan tres aspectos principales: el confort de usuario, la seguridad vial y los costos de mantenimiento, tanto de los usuarios hacia sus vehículos, como de la Administración hacia las carreteras.

Este parámetro, por su importancia, ha tratado de ser cuantificado a lo largo del desarrollo de la ingeniería de pavimentos mediante diversos índices que en sus inicios consistieron en medidas subjetivas que relacionaban el confort del usuario al transitar por una carretera con la regularidad superficial de la misma.

Posteriormente, en la década de los 70's, producto del financiamiento a programas de investigación a gran escala se evidenció la necesidad de contar con un índice estable en el tiempo, transferible y relevante. De este modo, con el objetivo de unificar los diferentes parámetros que se utilizaban en diferentes países para medir la regularidad superficial, en 1982 se realizó en Brasil el proyecto *International Road Roughness Experiment*, donde se definió el Índice de Regularidad Internacional (IRI) como un parámetro adecuado para medir la regularidad superficial en carreteras.

El IRI resume matemáticamente el perfil longitudinal de la superficie de camino en una huella, representando las vibraciones inducidas por la rugosidad del camino en un auto de pasajeros estándar, producto de la simulación del modelo de cuarto de coche para una velocidad de desplazamiento de 80 km/h (Sayers, Gillespie y Paterson, 1986). Para caminos pavimentados el rango de la escala del IRI es de 0 m/km a 12 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable; para vías no pavimentadas la escala se extiende hasta el valor de 20 m/km.

Perfil longitudinal de la superficie de camino: Corte en dos dimensiones de la superficie de la carretera (ver Figura 1). Se pueden tomar muchos perfiles de una carretera a lo largo de diferentes líneas imaginarias. Sin embargo, para el cálculo del IRI interesa el perfil longitudinal ubicado bajo las huellas de las llantas de los vehículos, pues estos perfiles representan las franjas sobre las cuales se da el tránsito vehicular.

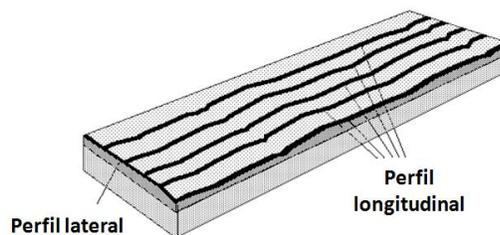


Figura 1. Perfil longitudinal de una carretera  
Fuente: Adaptado de Sayers y Karamihas, 1998



Como el IRI se define como una propiedad del perfil longitudinal, si se quisiera establecer un valor de regularidad en el carril de una carretera habría que definir cuántos perfiles tomar en dicho carril. Usualmente, para determinar la regularidad de un carril, se toman los perfiles en ambas huellas de las llantas de un vehículo y se calcula el IRI promedio de las huellas izquierda y derecha de un vehículo (ver Figura 2), este parámetro se conoce como *Mean Roughness Index (MRI)*.

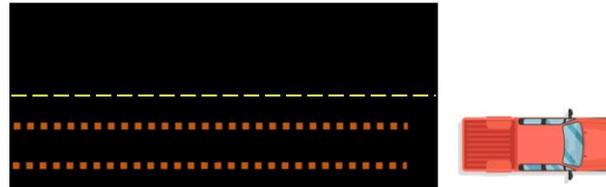


Figura 2. Perfiles longitudinales considerados para el cálculo del MRI

Por otra parte, aunque casi siempre se habla del valor de IRI de una carretera, para ser precisos se debe especificar a cada cuánto se determina dicho valor, ya que intervalos de longitud mayores ocultan niveles altos de regularidad superficial en los pavimentos. De este modo, la base de cálculo del IRI debe ser consistente con el tipo de análisis que se esté realizando, por ejemplo: si se está priorizando rutas para su posterior intervención (análisis a nivel de red) se suele utilizar una base de medición a cada 200 m. Por el contrario, si se desea evaluar un proyecto (control de calidad y aceptación) conviene utilizar bases de cálculo con intervalos menores –a cada 10 m, 50 m o 100 m– según la importancia del proyecto.

Otro aspecto que debe tomarse en cuenta en el cálculo del IRI de una carretera, especialmente cuando se realizan mediciones de perfil para el control de calidad o aceptación de un proyecto, son las singularidades. Las singularidades son alternaciones al perfil longitudinal del camino que no provienen de fallas constructivas (ver Figura 3), por ejemplo: puentes, tapas de alcantarillas, cruces ferroviarios entre otros elementos que afectan al cálculo del IRI. Dichas singularidades deben ser identificadas, ya que al no atribuirse a fallas constructivas no se le pueden atribuir al contratista para efectos de control de calidad u aceptación de una obra vial.



Desniveles o deterioros en las capas inferiores (subbase, base o subrasante)

Discontinuidad en el flujo de mezcla asfáltica o concreto

Problemas de compactación en la mezcla asfáltica (Baja temperatura o problemas con el equipo)

Figura 3. Ejemplos de fallas constructivas que pueden afectar la regularidad superficial de un proyecto.



## 6. ANTECEDENTES

En Costa Rica, desde el PITRA-LanammeUCR se han generado esfuerzos para resaltar la importancia de la regularidad superficial y que este parámetro sea considerado en la gestión y recepción de proyectos viales, mediante foros de discusión, capacitaciones y seguimiento a las acciones que se han realizado en otros países para tomar en cuenta la regularidad superficial de una carretera. Dichos esfuerzos han tenido un efecto positivo y se han materializado con la implementación de parámetros de regularidad superficial como factores de aceptación en obras nuevas y más recientemente en proyectos de conservación vial, con el objetivo de lograr una mejora en la eficiencia de la inversión que se realiza en la red vial costarricense.

La inclusión del parámetro de regularidad superficial IRI, como control de la calidad en proyectos de conservación vial se dio a partir del mes de agosto de 2016, con el inicio de la contratación 2014LN-000018-0CV00 “Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada”.

Antes de esto, las licitaciones públicas 2009LN-000003-CV y 2014CD-000140-0CV00 para la conservación vial no contemplaban dichas mediciones como un mecanismo para el control de la calidad. Tomando en cuenta esto, el PITRA-LanammeUCR, a través de la Unidad de Auditoría Técnica, emitió el informe LM-PI-AT-029-17 “Evaluación del parámetro de desempeño (IRI, FWD) en proyectos de rehabilitación de la Red Vial Nacional ejecutados mediante la Licitación Pública 2009LN-000003-CV”.

En este informe (LM-PI-AT-029-17) se analizó la condición de regularidad superficial de seis proyectos de conservación vial luego de ser construidos, para determinar qué tan buena era su condición superficial inicial, pese a que estos proyectos no contaban con especificaciones para el cumplimiento del IRI. Además, luego de tres años de su construcción, sobre estos proyectos se realizó una medición adicional del perfil longitudinal, con el objetivo de evaluar cambios en la regularidad superficial de estas obras por efecto del clima y el paso de las cargas de tránsito. Una de las principales conclusiones de este informe fue la siguiente:

*“A pesar de que la condición funcional de los proyectos de rehabilitación estudiados no fue buena desde un principio, de acuerdo con los criterios establecidos en el CR-2010, se considera un aspecto positivo que la regularidad de estos proyectos se haya mantenido constante entre los años 2013 y 2016. Lo mencionado anteriormente, permite resaltar la importancia que representa para el país la inclusión del ensayo de IRI como factor de pago en los nuevos contratos de conservación vial.*

*De acuerdo con lo observado en este informe, se podría esperar que los nuevos proyectos evaluados mediante criterios funcionales de desempeño, mantengan una condición de regularidad constante, al igual que los proyectos de rehabilitación analizados en este informe, pero en estos casos se estaría asegurando que la regularidad superficial de estas obras sea buena desde un inicio.”*

Informe: LM-PI-AT-029-17

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 14 de 87
-------------------------	--	-----------------



Donde se resalta la importancia que tendría para el país la inclusión de IRI como medida de control de calidad en proyectos de conservación vial.

**Experiencias iniciales del cálculo de IRI como parámetro de control de calidad en proyectos de conservación vial según el cartel 2014LN-000018-0CV00**

Este cartel establece dos criterios para el cumplimiento de regularidad superficial, uno para sobrecapas asfálticas y otro para rehabilitaciones, de modo que, para sobrecapas es necesario realizar una medición de la regularidad superficial antes y después de la ejecución de las obras, para evaluar su mejoría y determinar si la calidad del trabajo realizado es adecuada. Por otra parte, para rehabilitaciones solo se realiza una medición final y esta medición es comparada con respecto a un estándar establecido en el cartel según la importancia de la Ruta.

**6.1. Sobre la contratación de servicios para el control de la regularidad superficial en proyectos de conservación vial**

Una de las principales limitantes al inicio de este cartel de licitación fue la falta de laboratorios acreditados para la medición del perfil longitudinal en carreteras. Adicionalmente, los contratos para la adquisición de servicios de verificación de calidad, que tienen una duración de un año, están desfasados con respecto a los contratos para el mantenimiento y rehabilitación de la Red Vial Nacional, que tienen una duración de cuatro años.

En este caso particular, se observó que al inicio de la contratación 2014LN-000018-0CV00 el cartel vigente para la verificación de calidad en proyectos de conservación vial no contemplaba la ejecución de ensayos para la medición del perfil longitudinal en carreteras. Por lo tanto, considerando estas limitantes, al inicio de la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00 la contratación de servicios para la medición del perfil longitudinal en carreteras requirió de un trámite administrativo más complejo que el requerido actualmente, luego de que los más recientes contratos para la verificación de la calidad en proyectos de conservación vial sí consideren desde un principio las labores de medición del perfil longitudinal en carreteras.

En la siguiente figura se muestra una secuencia temporal del inicio y fin de los contratos citados anteriormente.



Figura 4. Línea de tiempo con el inicio de los contratos para la verificación de regularidad superficial y el mantenimiento de proyectos de conservación vial.



Por otra parte, en la Figura 5 se presenta la asignación de los laboratorios de verificación de la calidad para la medición del perfil longitudinal y cálculo de IRI en proyectos de conservación vial para las contrataciones 2017CD-000001GCSV y 2018CD-000001GCSV.

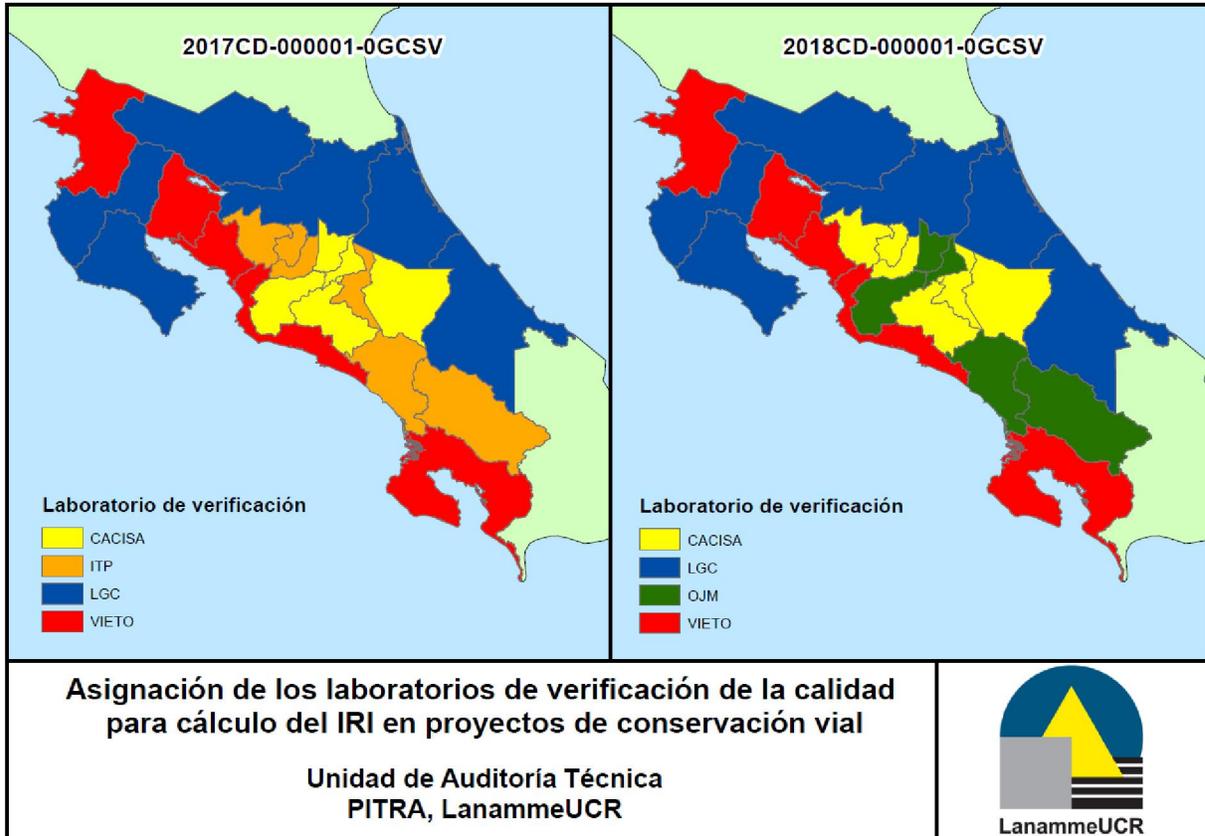


Figura 5. Distribución de los laboratorios de verificación para la medición del perfil longitudinal en proyectos de conservación vial.

Fuente: CONAVI, 2018

### 6.2. Sobre el contenido de algunos de los oficios emitidos por parte de la Administración relacionados con las mediciones del perfil longitudinal en proyectos de conservación vial

- a) 15 de noviembre de 2016, Oficio GCSV-70-2016-4231: Medición de regularidad superficial de pavimentos (IRI) para la Licitación 2014LN-000018-0CV00.

Este oficio, enviado por el Gerente de Conservación de Vías y Puentes a los Ingenieros de Zona y a los Directores Regionales de conservación vial de CONAVI, señala en qué momentos debe realizarse la medición de perfil longitudinal, según el tipo de proyecto o intervención a realizada (ver Tabla 1). Este pronunciamiento es importante, ya que una omisión a este orden de medición hace inútil en términos contractuales la información que se genere a partir del correspondiente cálculo del IRI.



Tabla 1. Momentos en los cuales se debe realizar las mediciones del IRI, según el tipo de proyecto o intervención a realizar.

Tipo de intervención	Medición IRI
Bacheo a profundidad parcial	No requiere medición de IRI
Recarpeteos sin perfilado ni saneamiento (sin bacheo a profundidad parcial)	Requiere medición de IRI en dos etapas: 1. Antes del recarpeteo 2. Después del recarpeteo
Saneamiento con bacheo a profundidad parcial y posterior recarpeteo	Requiere de medición de IRI en dos etapas: 1. Después del bacheo a profundidad parcial y antes del recarpeteo. 2. Después del recarpeteo
Perfilado y recarpeteo	Requiere medición de IRI en dos etapas: 1. Antes del perfilado 2. Después del recarpeteo
Rehabilitación	Requiere medición de IRI solamente al final del trabajo

Fuente: CONAVI, 2016

**b) 12 de diciembre de 2016, Oficio GCSV-70-2016-4667 (0984): Aclaraciones respecto a medición de regularidad superficial de pavimentos (IRI) como servicio de verificación de calidad asociado a la contratación 2016CD-000002-0GCSV.**

Este oficio, enviado a los laboratorios de verificación de la calidad que en su momento eran los encargados de realizar las mediciones de regularidad superficial en proyectos de conservación, presenta un listado con aspectos mínimos que deben contener los informes de resultados de regularidad superficial.

**c) 17 de abril de 2018, Oficio GCSV-21-2018-1819: Formulaciones teórico-prácticas referidas a la evaluación de índice de Regularidad Internacional –IRI- en las carreteras a cargo de esta Administración.**

Este oficio, enviado a los Ingenieros de Zona y a los Directores Regionales de conservación vial de CONAVI, propone el uso del concepto “evento”. Esta definición surgió a raíz de una serie de reuniones llevadas a cabo entre los meses de septiembre y octubre de 2017 por personal del LanammeUCR, CONAVI, y los cuatro laboratorios de verificación de la calidad que en su momento realizaban las mediciones de perfil longitudinal en proyectos de conservación vial.

El término “evento” se propuso considerando que existen condiciones o características del proyecto ajenos a la responsabilidad del contratista que podrían afectar el proceso constructivo o de medición del perfil longitudinal del proyecto y en consecuencia valor de IRI calculado. Sin embargo, como estas condiciones o características no necesariamente representan una afectación a este proceso o medición, no pueden definirse como una singularidad, previo al inicio de las obras.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 17 de 87
-------------------------	--	-----------------



De este modo, los “eventos” deben ser adecuadamente documentados con el objetivo de determinar si realmente pueden ser considerados como una singularidad, y por ende no ser evaluados bajo los criterios de regularidad superficial establecidos a nivel cartelario.

## 7. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad del proyecto. La auditoría técnica que realiza el LanammeUCR no puede compararse, ni considerarse como una actividad de control de calidad, la cual le compete exclusivamente al Contratista como parte de su obligación contractual y que debe ser ejecutada como una labor de carácter rutinario en el proyecto. Tampoco puede conceptualizarse como una labor de verificación de calidad y supervisión que es de entera responsabilidad de la Administración. Es función del MOPT-CONAVI, analizar con las partes involucradas las consecuencias expuestas en los hallazgos incluidos en los informes de la Auditoría Técnica.

Estos hallazgos y observaciones pretenden identificar oportunidades de mejoras para el desarrollo de los procesos en la etapa constructiva y/o operativa, mismas que deben ser analizadas, con el propósito de plantear medidas preventivas y correctivas, tanto para los proyectos en estudio como para los futuros, y que éstas sean implementadas por el MOPT-CONAVI.

Las actividades desarrolladas por el equipo auditor se clasificaron en cinco etapas (ver Figura 6), las cuales permitieron la detección de los hallazgos, observaciones, conclusiones y recomendaciones que se exponen en el presente informe.

### a) Primera etapa:

La primera etapa consistió en una recopilación y síntesis de la información necesaria para la elaboración del informe. Esta información corresponde a los informes emitidos por los laboratorios de verificación de la calidad contratados por la Administración sobre la regularidad superficial de proyectos de conservación vial luego de su construcción. Específicamente, para las labores de sobrecapa se cuenta con la condición de regularidad antes y después de su construcción, mientras que para el caso de rehabilitaciones se cuenta con la regularidad superficial luego de la ejecución del proyecto, según los requisitos para la medición de regularidad superficial establecidos en el cartel de licitación 2014LN-000018-0CV00.

En esta etapa también se centralizó la información recopilada en una base de datos, con el propósito de facilitar su análisis. En el Anexo 15.1 se muestra un resumen con el detalle de los informes de ensayo analizados y centralizados, que considera el análisis de 734 km de sobrecapa y 297 km de rehabilitación.

Además, se recopiló información sobre la regularidad superficial de proyectos ejecutados bajo el marco de contrataciones anteriores, donde la regularidad superficial no era tomada en cuenta como parámetro para el control de la calidad. En proyectos de rehabilitación anteriores,

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 18 de 87
-------------------------	--	-----------------



esta regularidad se tomó a partir de mediciones previas realizadas por el LanammeUCR, mientras que la condición de regularidad superficial en proyectos de sobrecapa anteriores se tomó a partir de los resultados del trabajo final de graduación elaborado por la ingeniera Verónica Solís Salas denominado “Contexto de Índice de Regularidad Internacional (IRI) en los proyectos carreteros”.

Por otra parte, en esta etapa se realizaron mediciones de regularidad superficial en una muestra de proyectos de conservación vial recién construidos y ejecutados bajo el marco de la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00, con el propósito de comparar estas mediciones con respecto a los resultados obtenidos por los correspondientes laboratorios de verificación de la calidad contratados por el CONAVI.

Por último, en esta etapa se elaboró y aplicó una encuesta a los laboratorios de verificación de la calidad e ingenierías de proyecto (incluidos 5 directores regionales) de conservación vial de CONAVI, con el objetivo de evaluar el nivel de conocimiento e involucramiento de los diferentes actores a cargo del cálculo, análisis y aprobación de proyectos de conservación vial a través del parámetro IRI.

#### **b) Segunda etapa:**

En esta segunda etapa se realizó el análisis comparativo entre la regularidad superficial de proyectos de rehabilitación y sobrecapas ejecutados antes y después de la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00, para determinar el impacto que ha tenido la implementación del parámetro IRI como medida de control de calidad en proyectos de conservación vial.

Por otra parte, se realizó un análisis sobre el nivel de cumplimiento, con respecto al cartel de licitación, de los más recientes proyectos de rehabilitación y sobrecapas. Dicho cumplimiento se analiza por laboratorio y por zona de conservación vial.

#### **c) Tercera etapa:**

En esta etapa se comparan las mediciones de regularidad superficial realizadas por el LanammeUCR sobre proyectos de conservación vial recién construidos con respecto a la regularidad superficial reportada por los laboratorios de verificación de la calidad en estos proyectos.

Además, se identifican oportunidades de mejora en las etapas de medición, análisis y aprobación de proyectos de conservación vial a través del parámetro IRI.

#### **d) Cuarta etapa:**

Consiste en la identificación y síntesis gráfica de los aspectos más relevantes obtenidos a partir de las encuestas aplicadas, en aras de mejorar el proceso de medición, análisis y aprobación de proyectos de conservación vial a través del parámetro IRI.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 19 de 87
-------------------------	--	-----------------



e) Quinta etapa:

Finalmente, se plantearon conclusiones y recomendaciones, para que la Administración realice las acciones que considere pertinentes en aras de mejorar la calidad de las obras ejecutadas para la conservación y rehabilitación de la Red Vial Nacional.

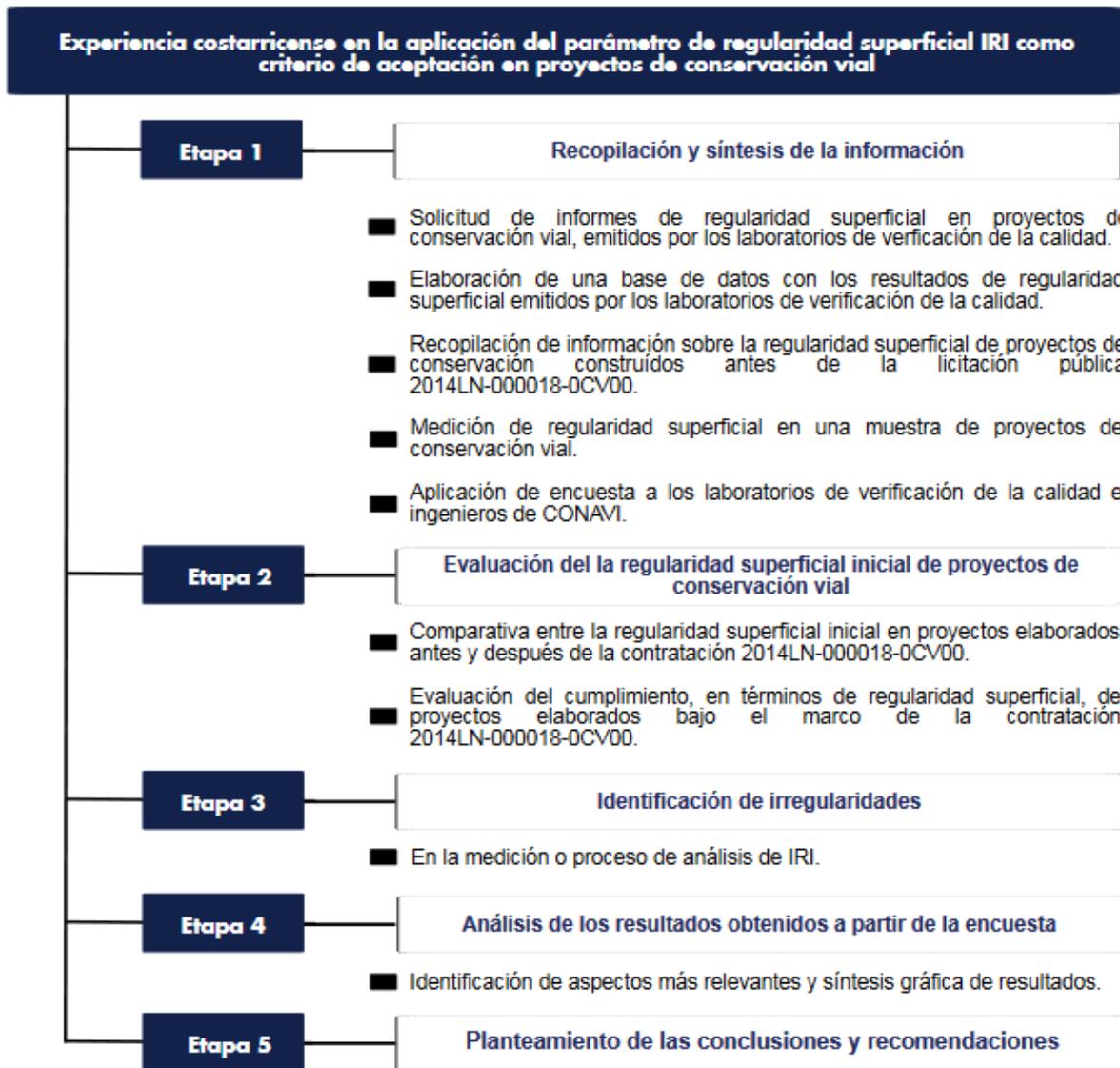


Figura 6. Metodología empleada en la elaboración del presente informe. Fuente: UAT-LanammeUCR, 2017



## 8. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

Las especificaciones para el control de la calidad en términos de regularidad superficial para proyectos de conservación se indican en el cartel de licitación pública 2014LN-000018-0CV00. Además, este define que los trabajos se deben realizar conforme las especificaciones técnicas especiales y las contenidas en los siguientes documentos contractuales:

- Especificaciones Especiales incluidas en el capítulo III.
- Tomo de Disposiciones para Construcción y Conservación Vial.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010).
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA).
- Las normas relacionadas con la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras.
- Decreto Ejecutivo No. 31363-Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) del 02 de junio de 2003 (Reglamento de circulación por carreteras con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga), y sus reformas.
- Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras Universidad de Costa Rica.
- Decreto ejecutivo 33148-MOPT, publicado en La Gaceta No.100, de fecha 25 de mayo de 2006, con respecto a la seguridad vial.
- Manual para el desarrollo de Proyectos de Infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, en la formulación y ejecución de las Obras Públicas pertinentes controladas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y por el Estado Costarricense.
- Ley de Tránsito por las Vías Públicas y Terrestres, Ley 9078.

Adicionalmente, como se mencionó en el apartado de antecedentes, posterior a la emisión del cartel de licitación 2014LN-000018-0CV00 se emitieron los oficios GCSV-70-2016-4231 y GCSV-70-2016-4667 (0984), para aclarar en qué momento se deben realizar las mediciones del perfil longitudinal en proyectos de conservación vial y para señalar un listado de aspectos mínimos que deben contener los informes de IRI elaborados por los laboratorios de verificación de la calidad.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 21 de 87
-------------------------	--	-----------------



### 9. UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL

Actualmente, el esquema para conservación de la Red Vial Nacional (RVN) en Costa Rica está a cargo del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). Se basa en el pago por actividades mediante precios unitarios, donde empresas privadas concursan cada cuatro años para optar por el mantenimiento de cada una de las 22 zonas de conservación que dividen al país (ver Figura 7).

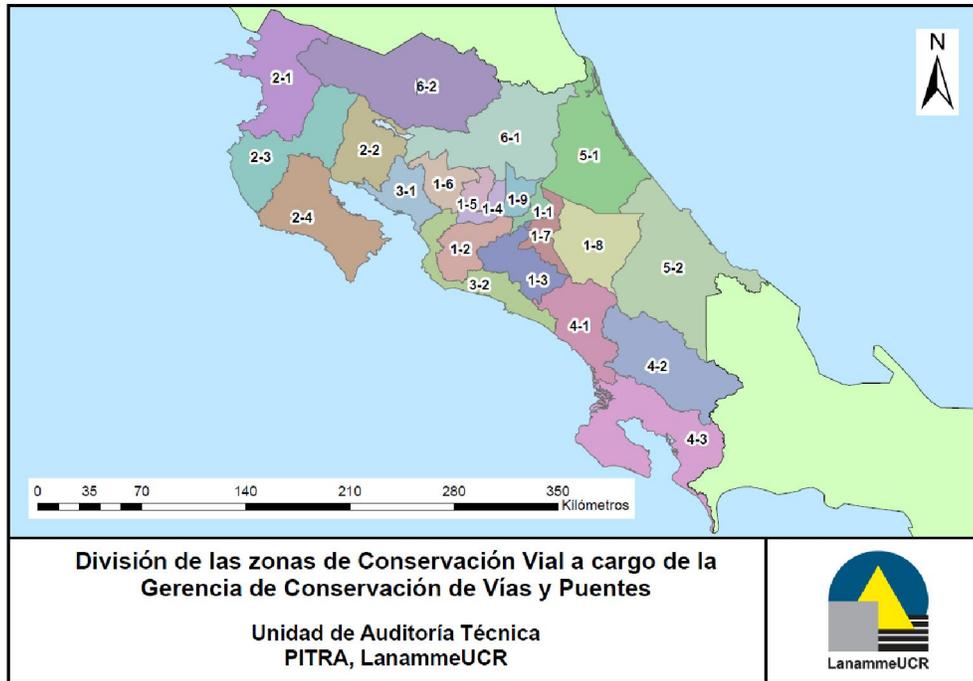


Figura 7. División de las zonas de Conservación Vial a Cargo de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

Fuente: UAT-LanammeUCR, 2018

Una particularidad que caracteriza a los más recientes contratos para la conservación de la RVN costarricense es que cada una de las 22 zonas citadas cuenta con tres contratos de mantenimiento:

1. *Contrato para el mantenimiento periódico y rehabilitación de la RVN:* En este contrato el término “mantenimiento periódico” comprende actividades que permiten mantener niveles de servicio adecuados o evitar la aparición de nuevos deterioros, sin alterar la estructura de las capas subyacentes del pavimento, por ejemplo: el sellado de grietas o la construcción de sobrecapas. Por otra parte, el término “rehabilitación” implica una reparación selectiva del pavimento que requiere de una demolición parcial de la estructura existente, con el objetivo de restablecer la solidez estructural y la calidad de ruedo originales, por ejemplo: la escarificación de un pavimento para la construcción de una base estabilizada con cemento (CONAVI, 2016).



2. *Contrato para el mantenimiento rutinario con equipo y rehabilitación del sistema pluvial:* Este contrato considera la construcción de elementos relacionados con el sistema de drenaje del pavimento y sistemas de contención, por ejemplo: la construcción de cunetas, tuberías y enrocados.
  
3. *Contrato para el mantenimiento rutinario sin maquinaria especializada:* Considera actividades como el descuaje de árboles y chapea manual.

El presente informe se enfoca en la regularidad superficial de proyectos de mantenimiento periódico y rehabilitaciones, cuya licitación es la 2014LN-000018-0CV00 y distribución de empresas adjudicadas se muestra en la Tabla 2. Además, dicha tabla también muestra la asignación de empresas para la conservación de la RVN de los contratos de conservación anteriores, tomando en cuenta que en el presente informe se contrasta la regularidad superficial de los proyectos elaborados más recientemente y que cuentan con controles de regularidad superficial, con respecto a la regularidad superficial en proyectos anteriores, donde no se contaba con especificaciones para el cumplimiento de IRI.

Tabla 2. Distribución de las empresas a cargo del mantenimiento y rehabilitación de la Red Vial según la zona y el contrato.

Región	Zona	Empresas a cargo del mantenimiento y rehabilitación según la licitación	
		2014LN-000018-0CV00	N°2009LN-000003-CV   2014CD-000140-0CV00
Central	Zona 1-1, San José	Constructora MECO, S.A.	Constructora Hernán Solís, S.R.L.
	Zona 1-2, Puriscal		
	Zona 1-3, Los Santos	Constructora Hernán Solís, S.R.L.	CONANSA
	Zona 1-4, Alajuela Sur		
	Zona 1-5, Alajuela Norte		Constructora Hernán Solís, S.R.L.
	Zona 1-6, San Ramón		Constructora MECO, S.A.
	Zona 1-7, Cartago		Grupo Orosí
	Zona 1-8, Turrialba		Constructora Hernán Solís, S.R.L.
	Zona 1-9, Heredia		Constructora MECO, S.A.
Chorotega	Zona 2-1, Liberia	Constructora Hernán Solís, S.R.L.	Constructora Hernán Solís, S.R.L.
	Zona 2-2, Cañas		
	Zona 2-3, Santa Cruz	Constructora MECO, S.A.	
	Zona 2-4, Nicoya		
Pacífico Central	Zona 3-1, Puntarenas	Constructora Hernán Solís, S.R.L.	Constructora MECO, S.A.
	Zona 3-2, Quepos		
Brunca	Zona 4-1, Pérez Zeledón	Quebradores del Sur, S.A.	Quebradores del Sur, S.A.
	Zona 4-2, Buenos Aires		Constructora Hernán Solís, S.R.L.
	Zona 4-3, Sur Sur	Constructora MECO, S.A.	



Región	Zona	Empresas a cargo del mantenimiento y rehabilitación según la licitación	
		2014LN-000018-0CV00	N°2009LN-000003-CV   2014CD-000140-0CV00
Huetar Atlántica	Zona 5-1, Guápiles		Constructora MECO, S.A.
	Zona 5-2, Limón		
Huetar Norte	Zona 6-1, Ciudad Quesada		
	Zona 6-2, Los Chiles		

Fuente: UAT-LanammeUCR, 2017

## 10. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR.

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del PITRA - LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-PI-AT-150B-2018 fue remitido a la Administración el día 12 de diciembre de 2018, mediante oficio LM-AT-154-2018, para que fuese analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

La presentación del informe se realizó el día 20 de diciembre de 2018 en las instalaciones del LanammeUCR, y fue dirigida a la parte auditada con el fin de que se conocieran con mayor claridad y se expusieran los puntos que se requirieran ampliar según el contenido del informe.

En la presentación participaron el Ing. Hugo Zúñiga Fallas y la Ing. Karen Zúñiga Brenes por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. Además de los ingenieros Joshimar Tejeda Valverde y Manrique Aguilar Oreamuno por parte del departamento de Auditoría Interna de CONAVI. También formaron parte de la reunión representantes de los laboratorios de verificación de la calidad CACISA, OJM consultores y Vieto y Asociados, así como los auditores encargados del informe, Ing. Luis Diego Herra Gómez, Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Ing. Mauricio Salas Chaves y la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc, coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica-PITRA LanammeUCR.

En cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica y una vez recibidos los comentarios al informe preliminar mediante el oficio GCSV-21-2019-0365 (182) se procedieron a analizar para emitir el presente informe LM-PI-AT-150-2018 en su versión final, para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

En el anexo del informe se adjunta el oficio GCSV-21-2019-0365 (182) de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes y el análisis realizado por el equipo auditor, donde se hacen las aclaraciones correspondientes.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 24 de 87
-------------------------	--	-----------------



## 11. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Las observaciones declaradas por el equipo auditor en este informe, se fundamentan en: evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría; el levantamiento en campo y el análisis propio de las evidencias.

Se entiende como “hallazgo de auditoría técnica”, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de auditoría técnica, principios, disposiciones y buenas prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

Por otra parte, una “observación de auditoría técnica” se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Por lo tanto, las recomendaciones que se derivan del análisis de las observaciones, podrán ser incluidas en la aplicación de acciones correctivas y preventivas, que adviertan sobre el riesgo potencial del incumplimiento.

### 11.1. Hallazgos y observaciones de la Auditoría Técnica

#### **Criterios de evaluación de la Regularidad Superficial inicial en proyectos de conservación vial.**

De acuerdo con el cartel de licitación pública 2014LN-000018-0CV00, la evaluación de la regularidad superficial en proyectos de conservación vial debe cumplir con dos criterios. Según el tipo de intervención que se realice: rehabilitación o sobrecapa. En la Tabla 3, se muestran los criterios para el control de calidad en rehabilitaciones, donde se especifica que según el tipo de ruta, se deben cumplir con ciertos valores máximos de regularidad superficial en tramos de 100 m.

Tabla 3. Especificación de IRI en proyectos de rehabilitación ejecutados bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00

Clasificación	Valor de IRI máximo para un tramo base de 100 m
Carreteras de la Red Vial Primaria	1,9
Resto de Rutas	2,5

Fuente: Cartel de licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

Por otra parte, la Tabla 4 presenta los criterios de regularidad superficial correspondientes a la construcción de sobrecapas, donde se señala que debe cumplirse con cierto nivel de mejora según la condición de regularidad de la carretera previa a la colocación de la sobrecapa.



Tabla 4. Especificación de IRI en proyectos de sobrecapa ejecutados bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00

Rango inicial de IRI (m/km)	IRI Final (m/km)
Menor o igual a 2,5	Al menos mantener IRI <sub>inicial</sub>
2,5 < Valor inicial de IRI < 3,6	Reducción del 10%
3,6 ≤ Valor Inicial de IRI ≤ 6,4	Menor o igual a 3,2
Valor inicial de IRI > 6,4	Reducción del 50% y menor o igual a 5,0

Fuente: Cartel de licitación pública 2014LN-000018-0CV00 y oficio GCSV-70-2016-4231.

**OBSERVACIÓN 1: SE EVIDENCIÓ UNA MEJORÍA EN LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL, LUEGO DE LA INCLUSIÓN DEL IRI COMO PARÁMETRO PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD.**

La presente observación se fundamenta en datos sobre la regularidad superficial de proyectos de conservación vial antes y después del inicio de la contratación 2014LN-000018-0CV00. Dicha información fue obtenida a partir dos fuentes, de modo que la información sobre la regularidad superficial de estos proyectos posterior a la contratación 2014LN-000018-0CV00 fue solicitada a los laboratorios de verificación de la calidad contratados por CONAVI, mientras que la información sobre la regularidad de proyectos de conservación previo a la contratación 2014LN-000018-0CV00 fue medida directamente por el LanammeUCR.

Considerando que para los proyectos de conservación vial previos a la contratación 2014LN-000018-0CV00 no se tenían parámetros de regularidad superficial como criterio para el control de la calidad, estos proyectos no cuentan con una identificación formal de singularidades, por lo tanto, para el presente análisis se tomaron algunas consideraciones para reducir el impacto de esta limitante sobre las conclusiones obtenidas. Estas consideraciones se describen a continuación:

1. Para el análisis de proyectos de rehabilitación se presentan dos comparaciones: un escenario en el cual no se eliminaron las singularidades y otro escenario donde para los proyectos de rehabilitación posteriores a la contratación 2014LN-000018-0CV00 se eliminan las singularidades aprobadas por la Administración, mientras que para los proyectos de rehabilitación previos a la contratación 2014LN-000018-0CV00 se eliminan los tramos que cumplen un criterio denominado por el equipo auditor como “singularidad teórica”.

Este concepto de “singularidad teórica” abarca aquellos tramos de 100 m para los cuales se cumplen dos condiciones: el valor promedio de MRI es superior al 95 % de los datos (según una distribución de probabilidad normal) y la varianza de los datos de MRI a cada 10 m que constituyen al tramo de 100 m es significativamente superior a la varianza del resto de los datos (con un 95 % de confianza según el estadístico f de Fisher). Con esta consideración se estaría definiendo como una “singularidad teórica” todos aquellos tramos donde existan alteraciones puntuales en el perfil longitudinal.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 26 de 87
-------------------------	--	-----------------



2. Para el análisis de proyectos de sobrecapa ejecutados antes de la contratación 2014LN-000018-0CV00 se exponen parte de los resultados obtenidos por la Ingeniera Verónica Solís Salas en su trabajo final de graduación, para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, denominado “*Contexto del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en los proyectos de rehabilitación carreteros costarricenses*”. Estos resultados no consideran la inclusión de singularidades, pues como se ha mencionado, antes de la contratación 2014LN-000018-0CV00 no se contaban con requisitos de regularidad superficial como control de calidad en proyectos de conservación vial.

Los resultados obtenidos por la ingeniera Solís son comparados con los resultados respecto a la regularidad superficial de sobrecapas ejecutadas posterior a la contratación 2014LN-000018-0CV00, donde sí se cuenta con singularidades formalmente definidas por la Administración. Por lo tanto, para el análisis de proyectos de sobrecapa se presentan dos comparaciones: un escenario en el cual no se eliminaron las singularidades y otro donde solo se eliminan las singularidades en proyectos de sobrecapa ejecutados posterior a la contratación 2014LN-000018-0CV00.

### **Análisis de la regularidad superficial en proyectos de rehabilitación vial antes y después de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00**

Para la ejecución de este análisis se contó con la información sobre la regularidad superficial de seis proyectos de rehabilitación ejecutados antes de la contratación 2014LN-000018-0CV00, estos proyectos son: San Rafael – La Guácima, Santa Cruz – Veintisiete de Abril, Orotina – Coyolar, San Vito – Paso Real, Paso Canoas – La Cuesta y El Cacao – San Pedro de Poás. De acuerdo con los criterios de la Tabla 3, el IRI promediado en tramos de 100 m para estos proyectos no debe superior a 2,5 m/km, ya que dichos proyectos pertenecen a la categoría “resto de las rutas”.

Por otra parte, también se utilizó información sobre la regularidad superficial de 128 km de proyectos de rehabilitación ejecutados bajo el marco de la contratación 2014LN-000018-0CV00 y que al mismo tiempo, al igual que los seis proyectos señalados en el párrafo anterior, están dentro de la categoría “resto de las rutas”, según la Tabla 3.

A continuación, se presentan los dos escenarios considerados para la evaluación de la regularidad superficial en proyectos de rehabilitación antes y después de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00:

#### **a) Escenario de análisis 1: considerando el concepto de singularidad teórica.**

Al considerar este concepto de singularidad para los proyectos ejecutados previo a la licitación pública 2014LN-000018-0CV00 se observó que estos proyectos presentaron un MRI promedio de 2,7 m/km. Por otra parte, si dichos proyectos hubiesen sido evaluados según los criterios de la Tabla 3 habrían tenido apenas un 41 % de cumplimiento, como se muestra en la siguiente Tabla.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 27 de 87
-------------------------	--	-----------------



Tabla 5. Resultados de regularidad superficial de proyectos de rehabilitación ejecutados previo a la licitación pública 2014LN-000018-0CV00

Proyecto	Ruta Nacional	MRI promedio (m/km)	Porcentaje de cumplimiento	Datos analizados
San Rafael - La Guácima	124	3,4	13%	63
Santa Cruz - 27 de abril	160	2,0	81%	268
Orotina - Coyolar	757	2,2	81%	88
San Vito - Paso Real	237	2,8	26%	469
Paso Canoas - La Cuesta	238	2,8	28%	278
El Cacao - San Pedro de Poás	107	3,0	30%	140
<b>Total</b>		<b>2,7</b>	<b>41%</b>	<b>1306</b>

Fuente: LanammeUCR, 2013.

Además, se observó que los proyectos de rehabilitación analizados y ejecutados bajo el marco de la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00 presentaron un MRI promedio de 2,0 m/km y un porcentaje de cumplimiento de 91 % (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados de regularidad superficial de proyectos de rehabilitación ejecutados posterior a la licitación pública 2014LN-000018-0CV00

Zona	Promedio de MRI	Porcentaje de cumplimiento	Datos analizados
<b>1-5</b>	2,3	83%	375
<b>2-2</b>	2,5	61%	23
<b>2-3</b>	1,9	100%	111
<b>4-3</b>	1,5	100%	123
<b>5-2</b>	1,9	99%	507
<b>6-1</b>	2,2	73%	143
<b>Total</b>	<b>2,0</b>	<b>91%</b>	<b>1282</b>

Fuente: CONAVI, 2018.

En la Figura 8 se muestra una comparación entre los acabados de regularidad superficial entre proyectos de rehabilitación ejecutados antes y después del inicio de la contratación 2014LN-000018-0CV00. Donde se observa, bajo el concepto de “singularidad teórica”, que hubo una mejoría relativa de 0,7 m/km en la regularidad de los proyectos de rehabilitación ejecutados más recientemente.

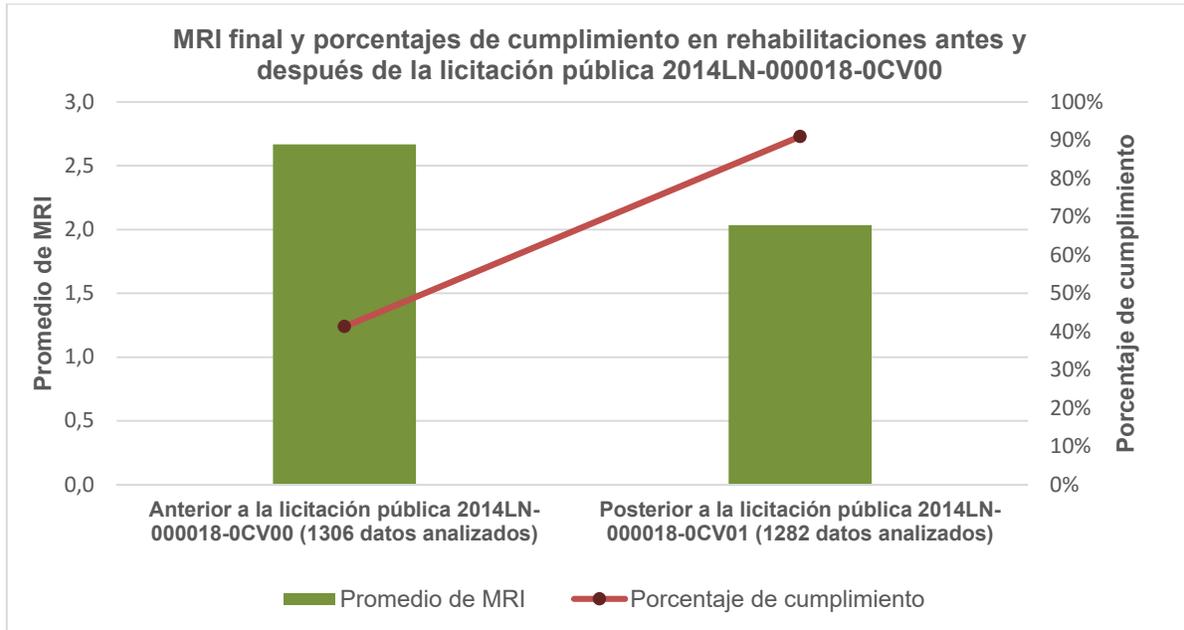


Figura 8. Resultados de regularidad superficial de proyectos de rehabilitación ejecutados antes y después de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00

Fuente: LanammeUCR, 2013 y CONAVI, 2018.

La principal limitante de este análisis, al utilizar el concepto de singularidad teórica, consiste en que se desconoce cuáles hubiesen sido las singularidades reales de los proyectos señalados en la Tabla 23, lo cual genera cierto nivel de sesgo en la conclusión realizada. Por lo tanto, a continuación, se presenta un segundo escenario donde no se eliminan las singularidades correspondientes a los proyectos ejecutados antes y después de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

**b) Escenario 2: donde no se eliminaron las singularidades.**

Al considerar un segundo escenario, donde no se eliminan singularidades, se observa la misma tendencia. Como se muestra en la Tabla 7 y la Tabla 8, en términos generales los proyectos de rehabilitación ejecutados bajo el marco de la licitación 2014LN-000018-0CV00 presentaron una mejor regularidad superficial luego de su construcción. Aspecto que resalta la importancia que tuvo la inclusión de parámetros de regularidad superficial como elemento para el control de la calidad en proyectos de conservación vial.



Tabla 7. Resultados de regularidad superficial de proyectos de rehabilitación ejecutados previo a la licitación pública 2014LN-000018-0CV00 (sin eliminar las singularidades).

Proyecto	Ruta Nacional	MRI promedio (m/km)	Porcentaje de cumplimiento	Datos analizados
San Rafael - La Guácima	124	3,6	11%	74
Santa Cruz - 27 de abril	160	2,3	71%	314
Orotina - Coyolar	757	2,3	76%	94
San Vito - Paso Real	237	2,9	25%	503
Paso Canoas - La Cuesta	238	3,0	26%	295
El Cacao - San Pedro de Poás	107	3,3	26%	160
<b>Total</b>		<b>2,8</b>	<b>38%</b>	<b>1440</b>

Fuente: LanammeUCR, 2013.

Tabla 8. Resultados de regularidad superficial de proyectos de rehabilitación ejecutados posterior a la licitación pública 2014LN-000018-0CV00 (sin eliminar las singularidades).

Zona	Promedio de MRI (m/km)	Porcentaje de cumplimiento	Datos analizados
<b>1-5</b>	2,5	73%	456
<b>2-2</b>	2,8	57%	30
<b>2-3</b>	2,0	96%	122
<b>4-3</b>	1,5	100%	146
<b>5-2</b>	2,1	91%	571
<b>6-1</b>	2,4	64%	179
<b>Total</b>	<b>2,2</b>	<b>83%</b>	<b>1504</b>

Fuente: CONAVI, 2018.

### **Análisis de la regularidad superficial en proyectos de sobrecapa antes y después de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00**

Para la ejecución de este análisis se contó con la información sobre la regularidad superficial de 734 km de sobrecapa construida bajo el marco de la licitación 2014LN-000018-0CV00 y nueve proyectos de sobrecapa ejecutados previo a esta contratación (ver Tabla 9).

Estos proyectos fueron evaluados con respecto a los criterios establecidos en la Tabla 4, que señalan que los trabajos ejecutados deben presentar un determinado porcentaje de mejora, según las características de la carretera previo a la intervención.

A partir de esta evaluación se determinó que, al igual que con los proyectos de rehabilitación, las sobrecapas construidas bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00 presentaron una mejor condición de regularidad superficial final, observándose mayores porcentajes de cumplimiento con respecto a la especificación (ver Figura 9).

Esta condición se evidencia al comparar regularidad superficial de sobrecapas donde no se eliminan las singularidades y observando que al eliminar las singularidades en proyectos ejecutados posterior a la contratación 2014LN-000018-0CV00, el porcentaje de cumplimiento se mantiene relativamente similar.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 30 de 87
-------------------------	--	-----------------



De este modo, se podría esperar que el hecho de no contar con singularidades formalmente definidas para los proyectos ejecutados antes de la licitación 2014LN-000018-0CV00, no representaría un cambio significativo en la conclusión planteada. Por lo tanto, nuevamente se reconoce la importancia que ha representado la inclusión de parámetros de regularidad superficial como control de calidad en proyectos de conservación vial.

Tabla 9. Proyectos de sobrecapa ejecutados antes de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

Proyecto	Longitud (km)
Atenas - San Mateo	21,5
Circunvalación (Calle Blancos - Hatillo 8)	11
Jacó - Playa Hermosa	17,5
Tárcoles - Turrubares	14
Upala - Colonia Puntarenas	12,5
Piedra Alta - San Isidro	53,5
Palmares - Atenas	9
Turrúcares - La Garita	4
San Isidro - Barú	33,5

Fuente: Solís, 2017

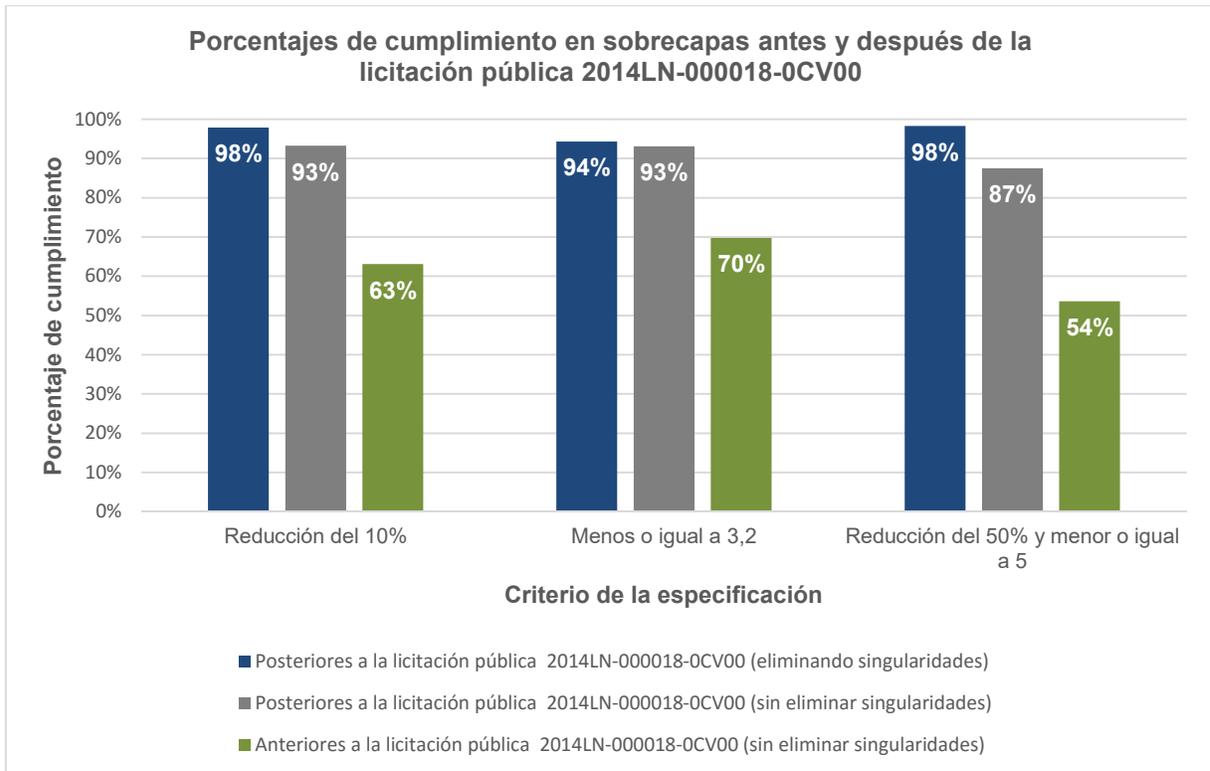


Figura 9. Resultados de regularidad superficial de proyectos de sobrecapa ejecutados antes y después de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00. Fuente: Solís, 2017 y CONAVI, 2018.



11.1.1 Sobre la evaluación del cumplimiento, en términos de regularidad superficial, de proyectos elaborados bajo el marco de la contratación 2014LN-000018-0CV00.

**OBSERVACIÓN 2: SE EVIDENCIÓ QUE LOS PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00 PRESENTARON EN PROMEDIO CUMPLIMIENTOS DEL 90 %, EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL.**

Luego de una revisión detallada sobre la regularidad superficial de proyectos de rehabilitación ejecutados entre junio de 2017 y julio de 2018, se observó que estos proyectos presentaron en promedio un porcentaje de cumplimiento del 90%, según los criterios establecidos en el cartel de licitación pública número 2014LN-000018-0CV00.

Este cartel señala que para rutas primarias el IRI promedio en tramos base de 100 m no debe ser superior a 1,9 m/km, mientras que para el resto de las rutas este parámetro no debe exceder el valor de 2,5 m/km.

Como se muestra en la Figura 10, que presenta una distribución de frecuencias acumuladas para los valores de MRI luego de una rehabilitación, los porcentajes de cumplimiento en términos de regularidad superficial para rehabilitaciones en rutas primarias y el resto de las rutas son similares, siendo de 90 % y 91 % respectivamente.

Por otra parte, la Figura 10 también evidencia que el acabado superficial en rutas primarias fue mejor, en comparación con el acabado obtenido para el resto de las rutas, situación que concuerda con las especificaciones cartelarias, donde se establecen criterios más estrictos de regularidad superficial en rutas primarias.

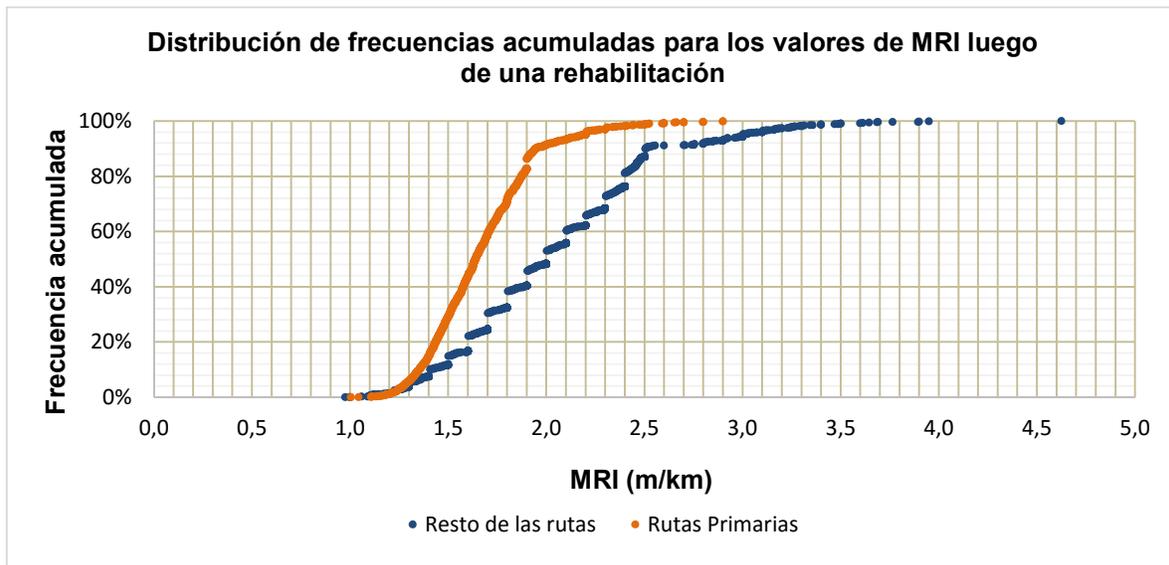


Figura 10. Distribución de frecuencias acumuladas para los valores de MRI calculados en proyectos de rehabilitación ejecutados mediante la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00.

Fuente: CONAVI, 2018



### 1. Porcentajes de cumplimiento y MRI promedio para proyectos de rehabilitación sobre rutas primarias.

Se observó que, en los proyectos de rehabilitación analizados sobre rutas primarias, la zona de conservación vial 2-4 fue la que presentó el menor porcentaje de cumplimiento (63 %) y el mayor MRI promedio (2,0 m/km); mientras que la zona de conservación vial 2-1 fue la que presentó el mayor porcentaje de cumplimiento (94 %) y el menor MRI promedio (1,6 m/km) (ver Figura 11).

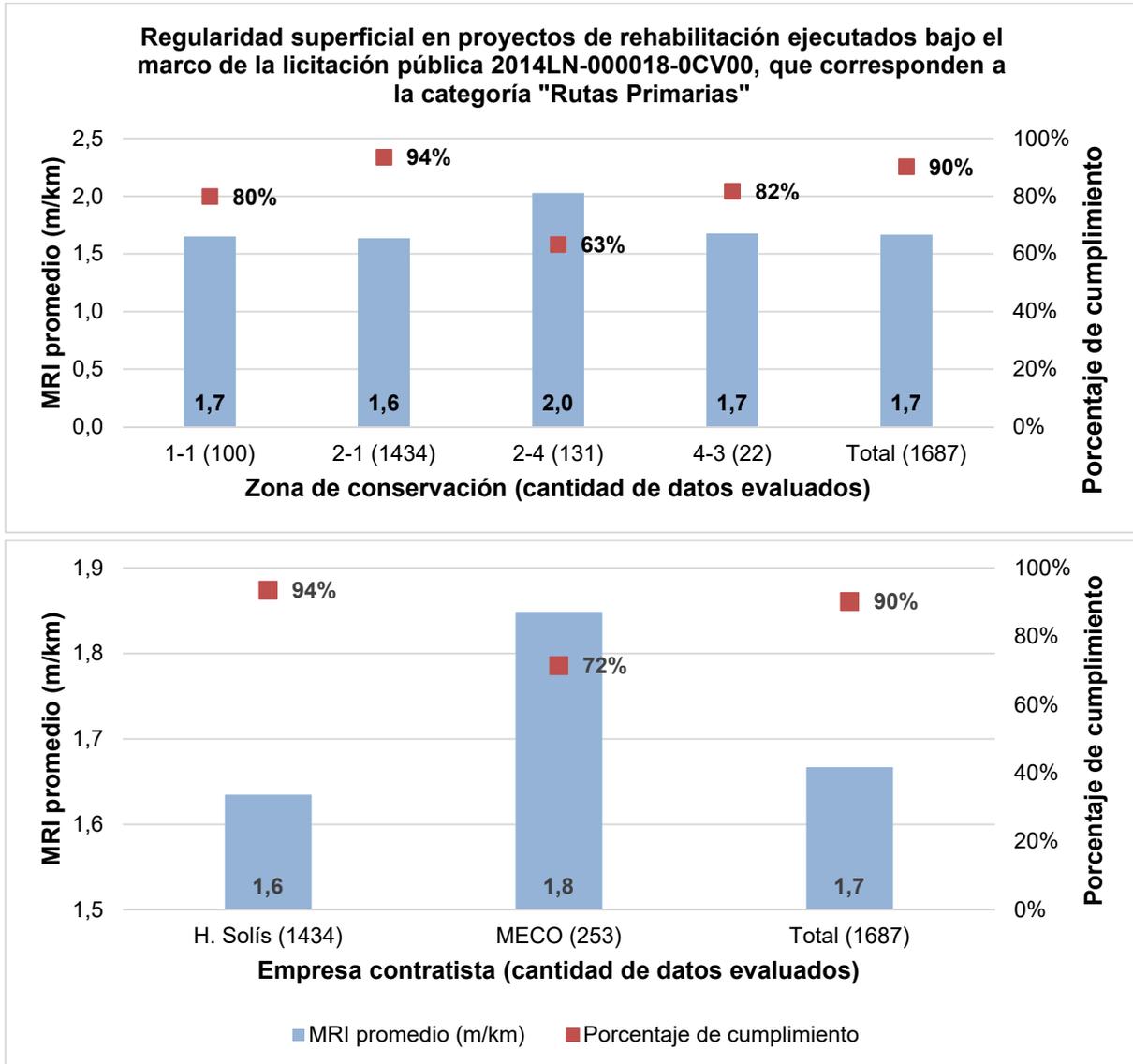


Figura 11. Regularidad superficial en proyectos de rehabilitación ejecutados bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, que corresponden a la categoría "Rutas Primarias".

Fuente: CONAVI, 2018



## 2. Porcentajes de cumplimiento y MRI promedio para proyectos de rehabilitación sobre el resto de las rutas (secundarias y terciarias).

Por otra parte, se observó que en los proyectos de rehabilitación analizados sobre rutas secundarias y terciarias (resto de las rutas), la zona de conservación vial 2-2 fue la que presentó el menor porcentaje de cumplimiento (61 %) y el mayor MRI promedio (2,5 m/km); mientras que las zonas de conservación vial 2-3 y 4-3 presentaron cumplimientos del 100 % y MRI promedios de 1,9 m/km y 1,5 m/km, respectivamente (ver Figura 12).

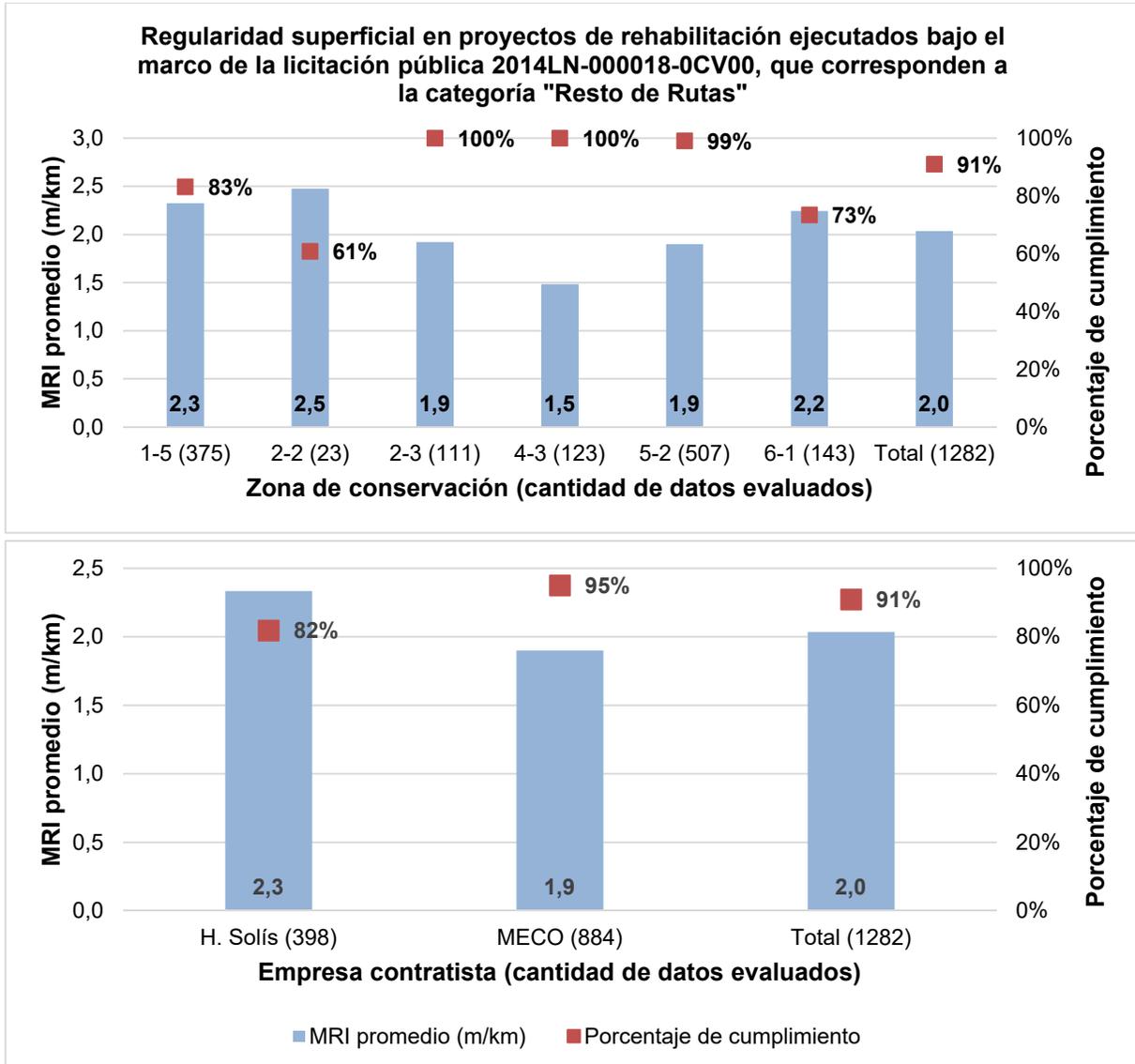


Figura 12. Regularidad superficial en proyectos de rehabilitación ejecutados bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, que corresponden a la categoría "Resto de Rutas".

Fuente: CONAVI, 2018.



**OBSERVACIÓN 3: SE EVIDENCIÓ QUE LOS PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00, SOBRE RUTAS PRIMARIAS, SECUNDARIAS Y TERCIARIAS, PRESENTARON CUMPLIMIENTOS DEL 94 % EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL.**

En la presente observación se muestra un panorama detallado sobre el acabado de regularidad superficial en proyectos de sobrecapa ejecutados en rutas primarias, secundarias y terciarias, luego de ser ejecutados mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

Como se señala en la Tabla 4, para proyectos de sobrecapa se cuenta con distintos criterios de aceptación. Lo anterior, según la regularidad superficial de la carretera previo a su intervención, para lo cual se tienen cuatro escenarios.

A continuación, se detallan las características de regularidad superficial de estos proyectos, de acuerdo con cada uno de los escenarios de cumplimiento establecidos en el cartel de licitación:

**Caso 1: Al menos mantener el IRI inicial.**

Para este caso se evidenció un porcentaje de cumplimiento de 89 %. Un aspecto que llamó la atención del equipo auditor sobre este caso fue la diferencia marcada entre la cantidad de datos que presentaron un porcentaje de mejora de 0 % (mantuvieron el IRI inicial), con respecto a la cantidad de datos que presentaron otros porcentajes de mejora (ver Figura 13), observándose una mayor cantidad de datos que presentaban porcentajes de mejora de 0 %, los cuales corresponden al límite establecido a nivel cartelario (mantener la condición inicial).

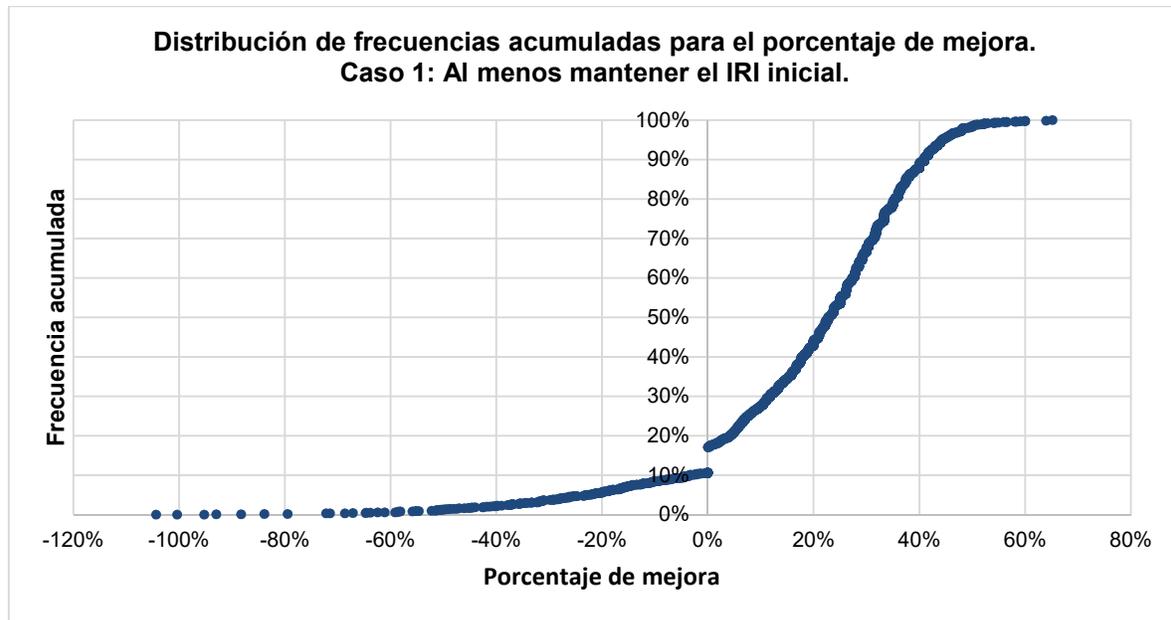


Figura 13. Distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales. Caso 1: Al menos mantener el IRI inicial.

Fuente: CONAVI, 2018.



La condición señalada anteriormente se evidencia a través de una discontinuidad en la curva de frecuencias acumuladas. Para justificar esta discontinuidad observada, es posible que algunos de los datos analizados correspondan a la regularidad superficial de rutas nacionales posterior a su corrección para el cumplimiento cartelario, donde se hayan realizado correcciones puntuales a la superficie de la carretera para llegar al valor límite de regularidad establecido en el cartel, lo cual podría explicar el incremento en la cantidad de valores de IRI que están en el límite cartelario.

Al contrastar los resultados de regularidad superficial obtenidos, con respecto a la información obtenida a partir de las encuestas realizadas, se evidenció que el laboratorio LGC ha realizado mediciones sobre tramos que han sido reparados. Sin embargo, también se evidenció que los laboratorios VIETO y OJM no habían realizado mediciones sobre tramos reparados, por lo menos hasta la fecha en que se recopilaban los datos de regularidad superficial. A pesar de esto, como se muestra en la Figura 14, sus cálculos de IRI también presentan una discontinuidad en la curva de frecuencias acumuladas que justamente se ubica en el límite cartelario. Lo anterior, es un indicador de que para las zonas evaluadas por estos laboratorios hubo una cantidad superior de tramos que cumplieron la especificación en el límite, con respecto a la cantidad de tramos que presentaron otros valores de regularidad superficial, esto sin que fuese necesario realizar algún tipo de reparación.

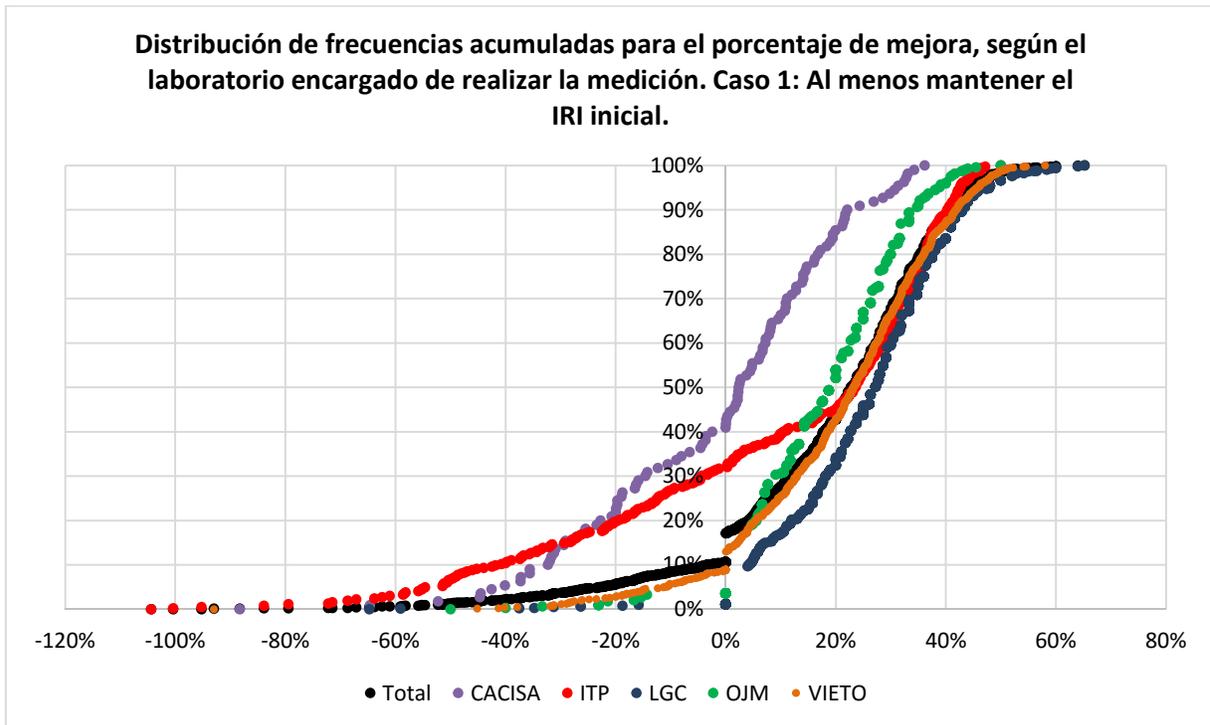


Figura 14. Distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales, según el laboratorio encargado de realizar la medición. Caso 1: Al menos mantener el IRI inicial.

Fuente: CONAVI, 2018.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 36 de 87
-------------------------	--	-----------------



Por otra parte, la Figura 15 muestra con detalle el cumplimiento cartelario de sobrecapas construidas sobre rutas nacionales, y que están dentro de la categoría "Mantener el IRI inicial".

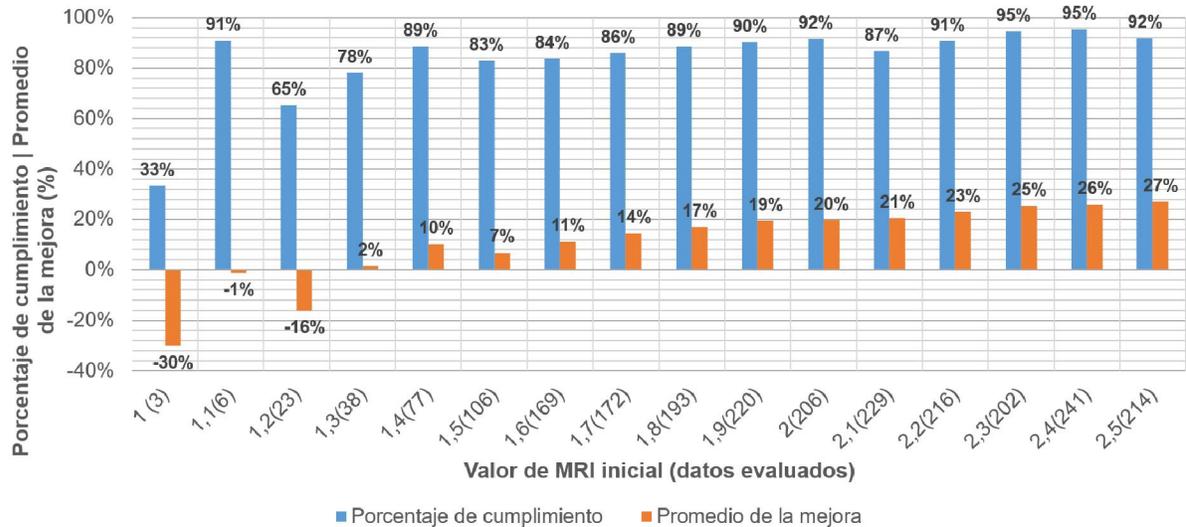


Figura 15. Porcentaje de cumplimiento y promedio de la mejora en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales. Caso 1: Al menos mantener el IRI inicial. Fuente: CONAVI, 2018.

La Figura 15 señala los porcentajes de cumplimiento y los promedios de mejora según el IRI de la carretera previo a su intervención, observándose que los promedios de mejora tienden a incrementar conforme incrementa el valor de IRI inicial (previo a la intervención). Sin embargo, se observó que los porcentajes de cumplimiento cartelario se mantienen relativamente constantes cuando el IRI inicial estuvo entre 1,8 m/km y 2,5 m/km; mientras que para valores de IRI inicial inferiores a 1,3 m/km no se contó con datos suficientes para realizar una conclusión al respecto.

**Caso 2: Reducción del 10 % en el valor de IRI final.**

En la Figura 16 se muestra la distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora en proyectos de sobrecapa que están dentro de la categoría "Reducción del 10 % en el valor de IRI inicial" ejecutados sobre rutas nacionales bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, donde se observó que para esta categoría los proyectos presentaron un porcentaje de cumplimiento de 94 %.

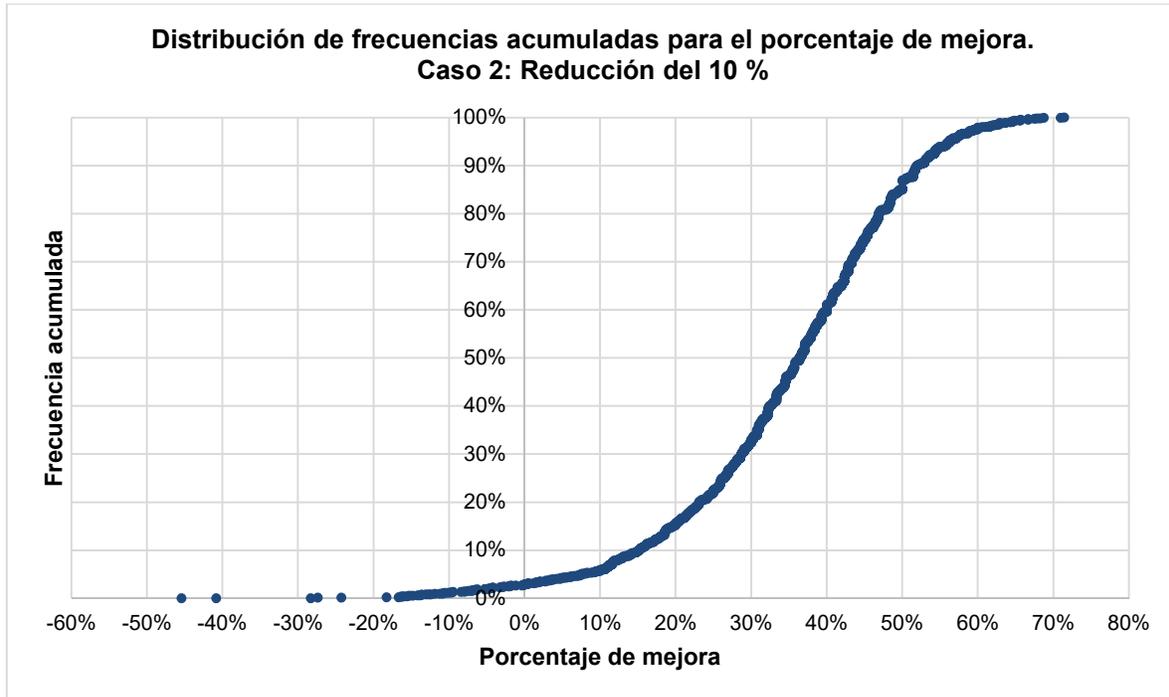


Figura 16. Distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales. Caso 2: Reducción del 10 %.

Fuente: CONAVI, 2018.

### Caso 3: IRI final menor o igual a 3,2 m/km.

En la Figura 17 se muestra la distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora en proyectos de sobrecapa que están dentro de la categoría “*IRI final menor o igual a 3,2 m/km*” ejecutados sobre rutas nacionales bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, donde se observó que para esta categoría los proyectos presentaron un porcentaje de cumplimiento de 98 %.

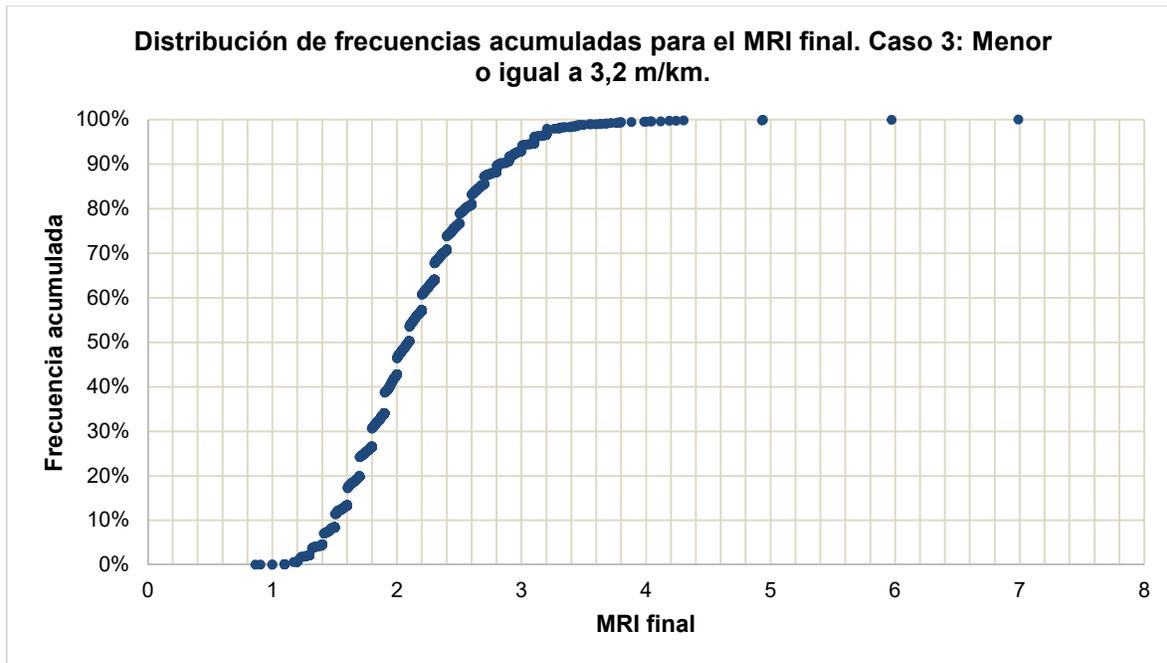


Figura 17. Distribución de frecuencias acumuladas para el MRI final en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales. Caso 3: Menor o igual a 3,2 m/km.  
Fuente: CONAVI, 2018.

#### **Caso 4: Reducción del 50 % e IRI final menor a 5 m/km.**

Para el análisis del caso 4 se debe cumplir con dos criterios: que el IRI posterior a la construcción de la sobrecapa reduzca en un 50 % y que dicho valor sea menor a 5 m/km. Para valorar el comportamiento de las sobrecapas con respecto a esta especificación en la Figura 18 y Figura 19 se muestra la distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora y para el valor de MRI final, respectivamente.

A partir de estas figuras se observó que los tramos de sobrecapa evaluados dentro de esta categoría presentaron un mayor cumplimiento del rubro “*IRI final menor a 5 m/km*”, ya que de los 530 tramos analizados para esta categoría sólo 4 tramos incumplieron esta parte de la especificación.

Por otro lado, para el rubro “*Reducción del 50 %*” se evidenciaron mayores incumplimientos, con respecto al rubro “*IRI final menor a 5 m/km*”, ya que de los 530 tramos analizados para esta categoría 9 tramos presentaron incumplimientos.

En términos generales, los tramos de sobrecapa en rutas nacionales evaluados dentro del caso 4 presentaron un buen cumplimiento de la especificación (98 %).

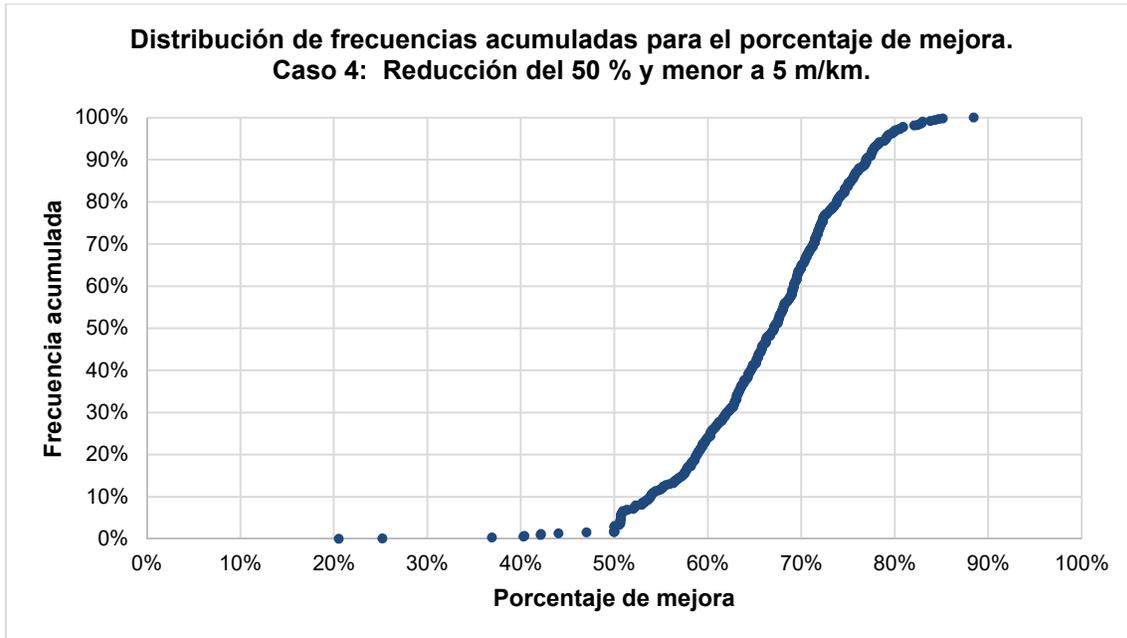


Figura 18. Distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales. Caso 4: Reducción del 50 % y menor a 5 m/km. Fuente: CONAVI, 2018.

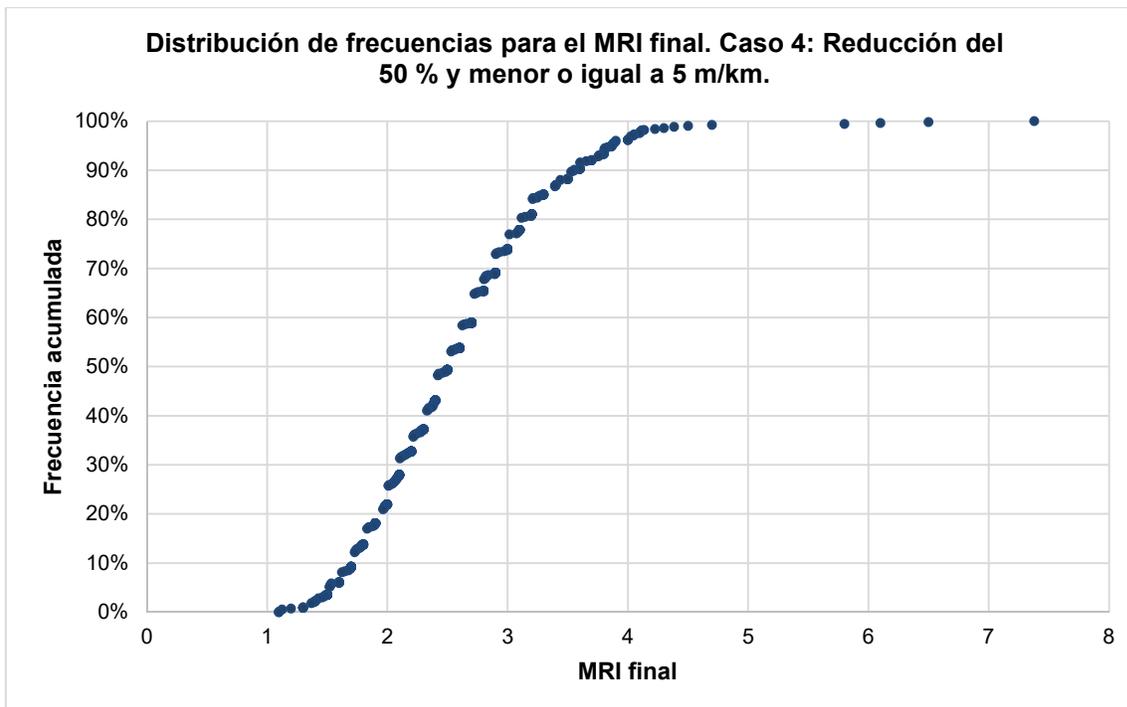


Figura 19. Distribución de frecuencias acumuladas para el MRI final en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales. Caso 4: Reducción del 50 % y menor o igual a 5 m/km. Fuente: CONAVI, 2018.



## Panorama general sobre el cumplimiento de regularidad superficial en sobrecapas de la RVN (rutas primarias, secundarias y terciarias).

Con el objetivo de generar un insumo para que la Administración tenga un panorama general sobre el cumplimiento de IRI en sobrecapas, en la Tabla 10 y Tabla 11 se presenta un resumen, por zona y por contratista, con los porcentajes de cumplimiento de la especificación señalando en paréntesis la cantidad de datos analizados.

Se evidenció que los proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales (primarias, secundarias y terciarias) presentaron un cumplimiento general de 94 %. Sin embargo, se observaron en algunas zonas bajos porcentajes de cumplimiento, por ejemplo: la 4-1 que presentó un porcentaje de cumplimiento de 60 %.

Tabla 10. Porcentajes de cumplimiento por zona, en términos de regularidad superficial, de proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

Zona de conservación	Al menos mantener IRI inicial	Reducción del 10%	Menos o igual a 3,2	Reducción del 50% y menor o igual a 5	Total
1-1	50 %(2)	100 %(8)	92 %(24)	Sin información	91 %(34)
1-2	56 %(89)	83 %(224)	88 %(234)	56 %(9)	81 %(556)
1-3	Sin información	Sin información	100 %(1)	98 %(42)	98 %(43)
1-7	96 %(28)	98 %(96)	100 %(165)	100 %(15)	99 %(304)
1-8	78 %(27)	86 %(176)	96 %(146)	100 %(1)	90 %(350)
1-9	100 %(3)	96 %(27)	96 %(26)	100 %(39)	98 %(95)
2-2	71 %(94)	79 %(170)	97 %(146)	100 %(21)	84 %(431)
2-3	100 %(96)	100 %(112)	100 %(387)	100 %(199)	100 %(794)
2-4	100 %(48)	100 %(230)	100 %(120)	71 %(7)	100 %(405)
3-1	100 %(1)	100 %(9)	100 %(32)	100 %(28)	100 %(70)
3-2	92 %(272)	99 %(175)	98 %(52)	100 %(1)	95 %(500)
4-1	55 %(249)	79 %(52)	82 %(11)	Sin información	60 %(312)
4-2	97 %(417)	95 %(41)	100 %(70)	100 %(4)	97 %(532)
4-3	96 %(367)	99 %(366)	99 %(285)	96 %(27)	98 %(1045)
5-1	100 %(245)	100 %(96)	100 %(21)	Sin información	100 %(362)
5-2	100 %(5)	100 %(11)	100 %(19)	Sin información	100 %(35)
6-1	100 %(199)	99 %(190)	100 %(240)	99 %(75)	99 %(704)
6-2	95 %(173)	98 %(133)	100 %(319)	100 %(62)	99 %(687)
<b>Total</b>	<b>89 %(2315)</b>	<b>94 %(2116)</b>	<b>98 %(2298)</b>	<b>98 %(530)</b>	<b>94 %(7259)</b>

Fuente: CONAVI, 2018. En paréntesis se señala la cantidad de datos analizados por categoría.

Este bajo cumplimiento evidenciado para la zona 4-1 se ve reflejado en el cumplimiento de la especificación por empresa contratista, donde se observó que la empresa Quebradores del Sur (asignada a la zona 4-1) fue la que presentó menores porcentajes de cumplimiento (ver Tabla 11).

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 41 de 87
-------------------------	--	-----------------



Tabla 11. Porcentajes de cumplimiento, por empresa contratista, en términos de regularidad superficial, de proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

Empresa	Al menos mantener IRI inicial	Reducción del 10%	Menos o igual a 3,2	Reducción del 50% y menor o igual a 5	Total
Hernán Solís	86 %(422)	90 %(626)	98 %(542)	99 %(108)	92 %(1698)
MECO	95 %(1227)	97 %(1397)	98 %(1675)	98 %(418)	97 %(4717)
Quebradores del Sur	81 %(666)	86 %(93)	98 %(81)	100 %(4)	83 %(844)
<b>Total</b>	<b>89 %(2315)</b>	<b>94 %(2116)</b>	<b>98 %(2298)</b>	<b>98 %(530)</b>	<b>94 %(7259)</b>

Fuente: CONAVI, 2018. En paréntesis se señala la cantidad de datos analizados por categoría.

Por último, en la Figura 20 se muestra el porcentaje de cumplimiento, el promedio de mejora en el IRI y el promedio de MRI final en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales (primarias, secundarias y terciarias), tomando como referencia el valor de MRI inicial (antes de la intervención con sobrecapa).

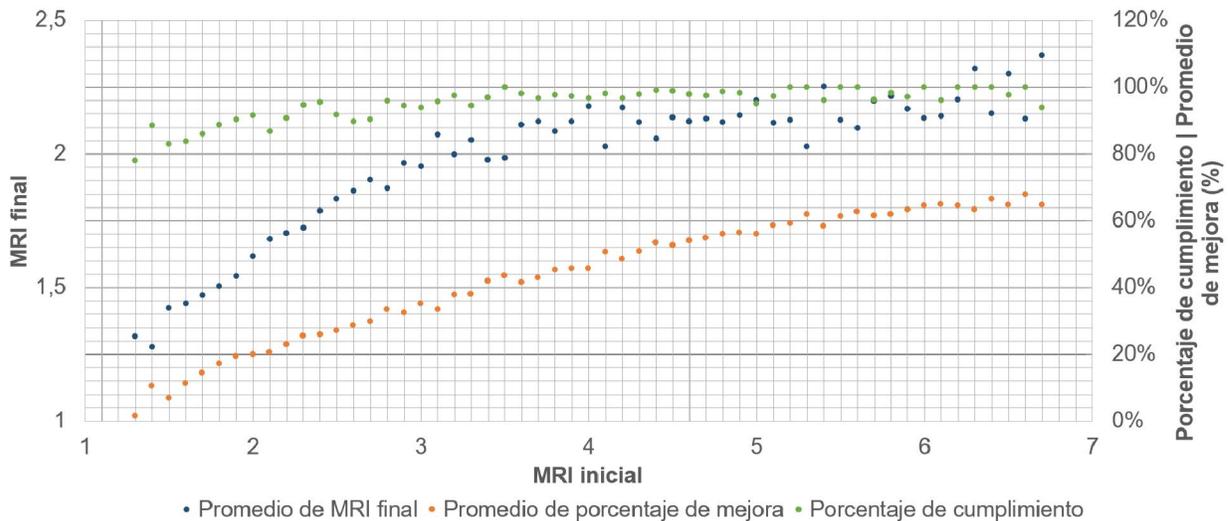


Figura 20. Porcentaje de cumplimiento, promedio de la mejora y promedio de MRI final en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales.

Fuente: CONAVI, 2018.

Esta Figura permite evidenciar que existe una relación entre el MRI inicial de una carretera y el acabado final de regularidad superficial que se le pueda dar mediante la construcción de una sobrecapa, situación que justifica el hecho de que para proyectos de sobrecapa se tengan cuatro categorías de aceptación, según los valores de MRI inicial.

Se observó que conforme incrementan los valores de MRI inicial, el MRI final promedio tiende a incrementar (ver Figura 20, puntos azules). Dicho incremento es sustancial entre valores de MRI inicial de 1,2 m/km y 3,0 m/km. Posteriormente, para valores de MRI superiores a 3,1 m/km esta tasa de crecimiento es menor, con una pendiente cercana a cero.



Por último, se evidenció que los tramos que contaban con un MRI inicial menor a 2,5 m/km fueron los que presentaron un mayor porcentaje de incumplimiento.

**OBSERVACIÓN 4: SE EVIDENCIÓ QUE LOS PROYECTOS DE SOBRECAPA EJECUTADOS MEDIANTE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00, SOBRE RUTAS DE TRAVESÍA, PRESENTARON CUMPLIMIENTOS DEL 80 % EN TÉRMINOS DE REGULARIDAD SUPERFICIAL.**

En la presente observación se muestra un panorama detallado sobre el acabado de regularidad superficial en proyectos de sobrecapa ejecutados en rutas de travesía, luego de ser ejecutados mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

Como se ha mencionado, se cuentan con cuatro criterios de aceptación de regularidad en sobrecapas, según la regularidad superficial de la carretera previo a su intervención. Sin embargo, para el presente análisis solamente se evalúan los casos 3 y 4: IRI final menor o igual a 3,2 m/km y Reducción del 50 % e IRI final menor a 5 m/km. Lo anterior debido a que la base de datos conformada no contó con información acerca de los casos 1 y 2 para sobrecapas en rutas de travesía.

**Caso 3: IRI final menor o igual a 3,2 m/km.**

En la Figura 21 se muestra la distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora en proyectos de sobrecapa que están dentro de la categoría “IRI final menor o igual a 3,2 m/km” ejecutados sobre rutas de travesía bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, donde se observó que para esta categoría los proyectos presentaron un porcentaje de cumplimiento de 86 %.

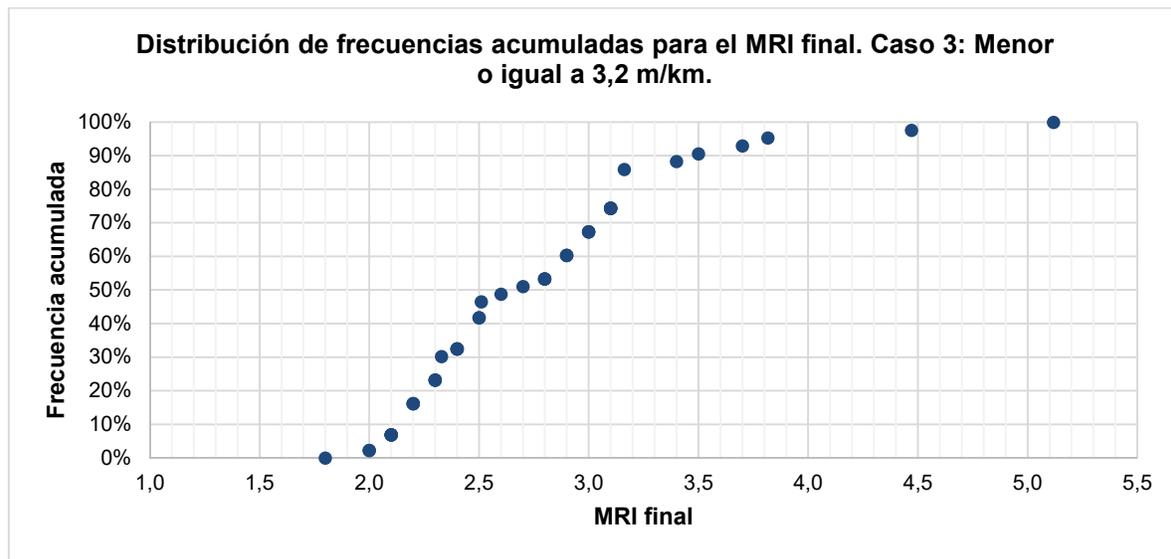


Figura 21. Distribución de frecuencias acumuladas para el MRI final en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas de travesía. Caso 3: Menor o igual a 3,2 m/km.

Fuente: CONAVI, 2018.



**Caso 4: Reducción del 50 % e IRI final menor a 5 m/km.**

Para el análisis del caso 4 se debe cumplir con dos criterios: que el IRI posterior a la construcción de la sobrecapa se reduzca en un 50 % y que dicho valor sea menor a 5 m/km. Para valorar el comportamiento de las sobrecapas con respecto a esta especificación en la Figura 22 y Figura 23 se muestra la distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora y para el valor de MRI final, respectivamente.

En términos generales, los tramos de sobrecapa en rutas de travesía evaluados dentro del caso 4 presentaron un porcentaje de cumplimiento de 74 %.

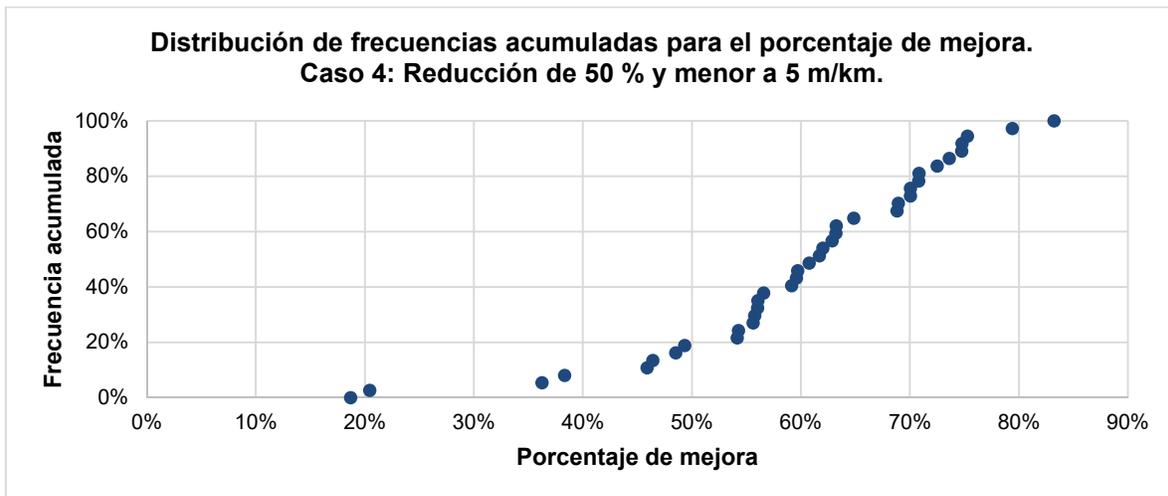


Figura 22. Distribución de frecuencias acumuladas para el porcentaje de mejora en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas de travesía. Caso 4: Reducción del 50 % y menor a 5 m/km. Fuente: CONAVI, 2018.

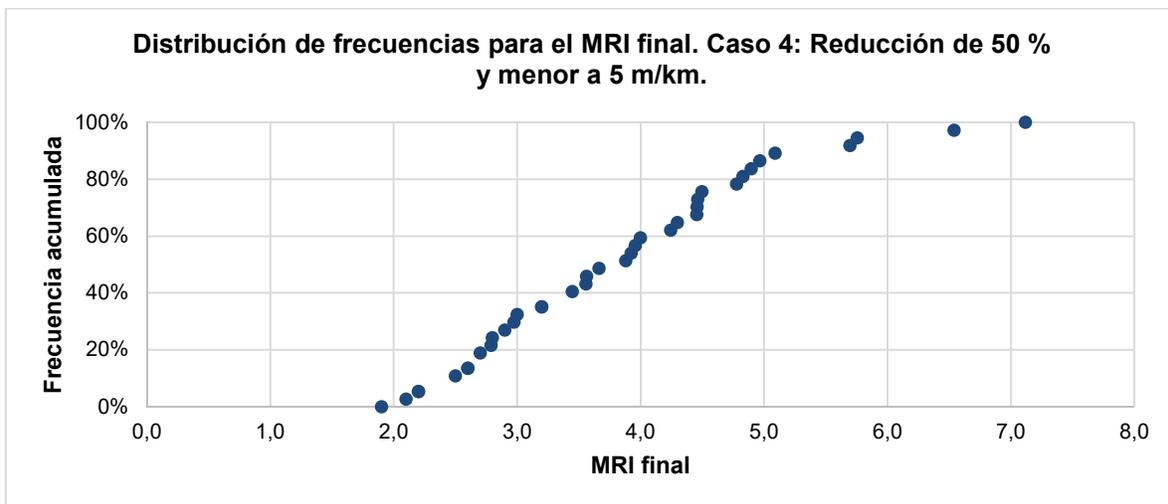


Figura 23. Distribución de frecuencias acumuladas para el MRI final en proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas nacionales. Caso 4: Reducción del 50 % y menor a 5 m/km. Fuente: CONAVI, 2018.



Por último, en la Tabla 12 se muestran los porcentajes de cumplimiento totales, por zona y por contratista, para sobrecapas en rutas de travesía. Se observó que para este tipo de rutas la regularidad superficial final fue inferior, en comparación a la evidenciada en sobrecapas construidas sobre rutas nacionales primarias, secundarias y terciarias (80 % de cumplimiento < 94 % de cumplimiento).

Tabla 12. Porcentajes de cumplimiento por zona, en términos de regularidad superficial, de proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas de travesía mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

Zona de conservación	Menos o igual a 3,2 m/km	Reducción del 50% y menor o igual a 5 m/km	Total
1-1 (MECO)	92 %(38)	100 %(13)	94 %(51)
1-3 (Hernán Solís)	50 %(6)	60 %(25)	58 %(31)
<b>Total</b>	86 %(44)	74 %(38)	80 %(82)

Fuente: CONAVI, 2018.

### 11.1.2 Sobre las mediciones de perfil longitudinal realizadas por los laboratorios de verificación contratados para el control de la regularidad superficial en la licitación pública número 2014LN-000018-0CV00.

#### **OBSERVACIÓN 5: PARA UNA MUESTRA DE TRAMOS DE SOBRECAPA Y REHABILITACIÓN SE OBSERVÓ QUE EL IRI CALCULADO POR EL LANAMMEUCR FUE EN PROMEDIO MAYOR AL CALCULADO POR EL RESTO DE LABORATORIOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD.**

La presente observación se basa en la comparación del IRI calculado por el LanammeUCR sobre proyectos de rehabilitación y sobrecapa, con respecto al IRI calculado por los laboratorios de verificación de calidad para estos proyectos. Lo anterior, con el objetivo de monitorear rangos de diferencias entre el IRI calculado por un laboratorio u otro y que la Administración tenga información al respecto. En la Tabla 13 se muestra un conjunto de información sobre los proyectos comparados, indicando la ruta, longitud y las fechas de medición del perfil longitudinal por parte del LanammeUCR y el respectivo laboratorio de verificación de la calidad.

Tabla 13. Información sobre los tramos medidos por los laboratorios de verificación de la calidad y el laboratorio del LanammeUCR.

Laboratorio	Ruta medida	Longitud comparada (km)	Fecha de medición del laboratorio de verificación	Fecha de medición del LanammeUCR	Informe laboratorio de verificación	Informe LanammeUCR
CACISA	39	10,2	19 de abril de 2018	09 de mayo de 2018	1727-2018	1-0571-18
ITP	141	14,1	26 de marzo de 2018	21 de febrero de 2018	ITP-394-18	I-175-18
LGC	4   250	32,5   14,8	20 de marzo de 2018	20 de marzo de 2018	01-0486-2018   01-0485-2018	I-0340-18
OJM	2	6,8	19 de julio de 2018	22 de agosto de 2018	10-160-2018	I-1127-18
VIETO	608	12,7	13 de noviembre de 2018	16 de noviembre de 2018	18-OTL-1383-1231	I-1561-18

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 45 de 87
-------------------------	--	-----------------



En la Figura 24 se presenta una distribución de frecuencias acumuladas para la diferencia entre los valores de IRI calculados por el LanammeUCR, con respecto a los calculados por los laboratorios de verificación de la calidad, siendo que para las diferencias positivas los valores de IRI calculados por el LanammeUCR fueron mayores (es decir para diferencias positivas el LanammeUCR detectó mayores niveles de irregularidad con respecto a el correspondiente laboratorio de verificación de la calidad).

En términos generales, se observó que la distribución de frecuencias acumuladas para el laboratorio OJM se centró en una diferencia de aproximadamente cero (-0,006 m/km). Mientras que las distribuciones de frecuencias acumuladas para los laboratorios CACISA Y VIETO se centraron en diferencias de 0,022 m/km y 0,046 m/km respectivamente.

Por otro lado, las distribuciones de frecuencias acumuladas para los laboratorios LGC y ITP se centraron en valores mayores, obteniéndose diferencias promedio de 0,080 m/km para LGC y 0,079 m/km para ITP.

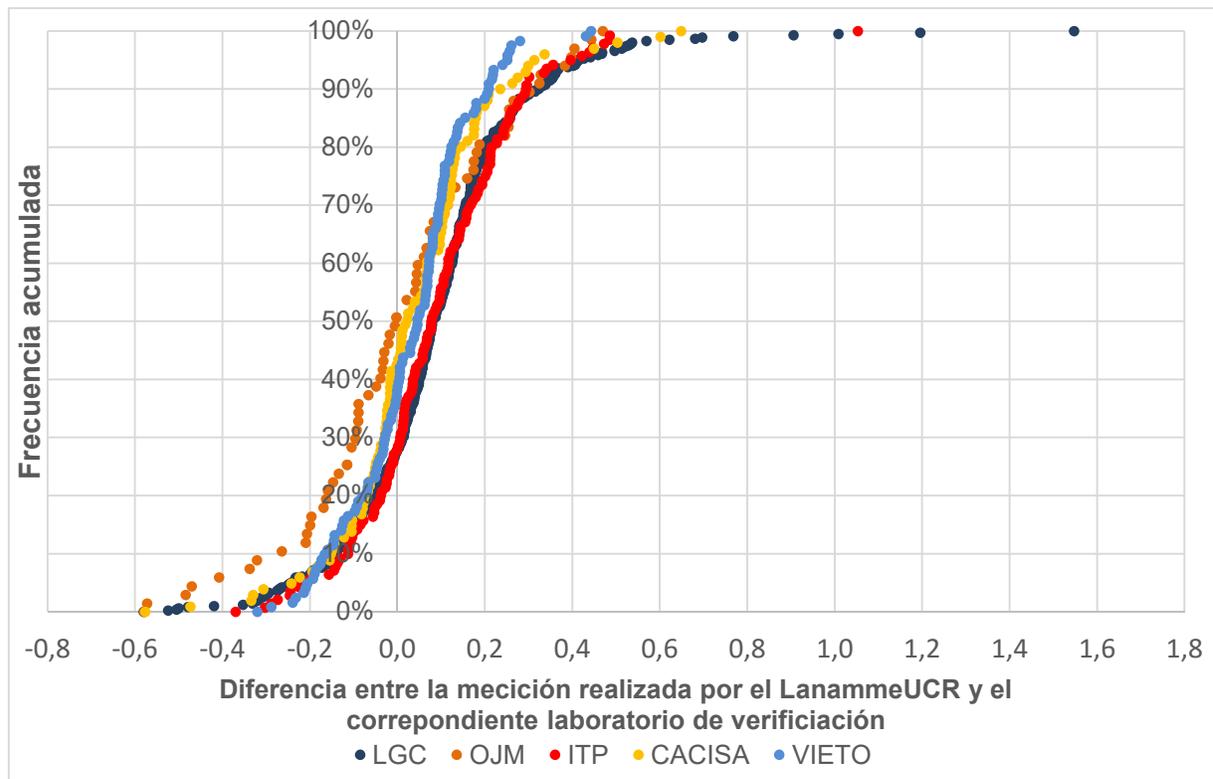


Figura 24. Distribución de frecuencias acumuladas para la diferencia entre el IRI calculado por el LanammeUCR, con respecto al calculado por los laboratorios de verificación de la calidad en proyectos de sobrecapa y rehabilitaciones.

Fuente: CONAVI, 2018.



Lo señalado anteriormente repercute en los porcentajes de cumplimiento que pueda tener un determinado proyecto. Como se muestra en la Figura 25 existen diferencias entre los porcentajes de cumplimiento determinados por los laboratorios de verificación de la calidad y los determinados por el LanammeUCR.

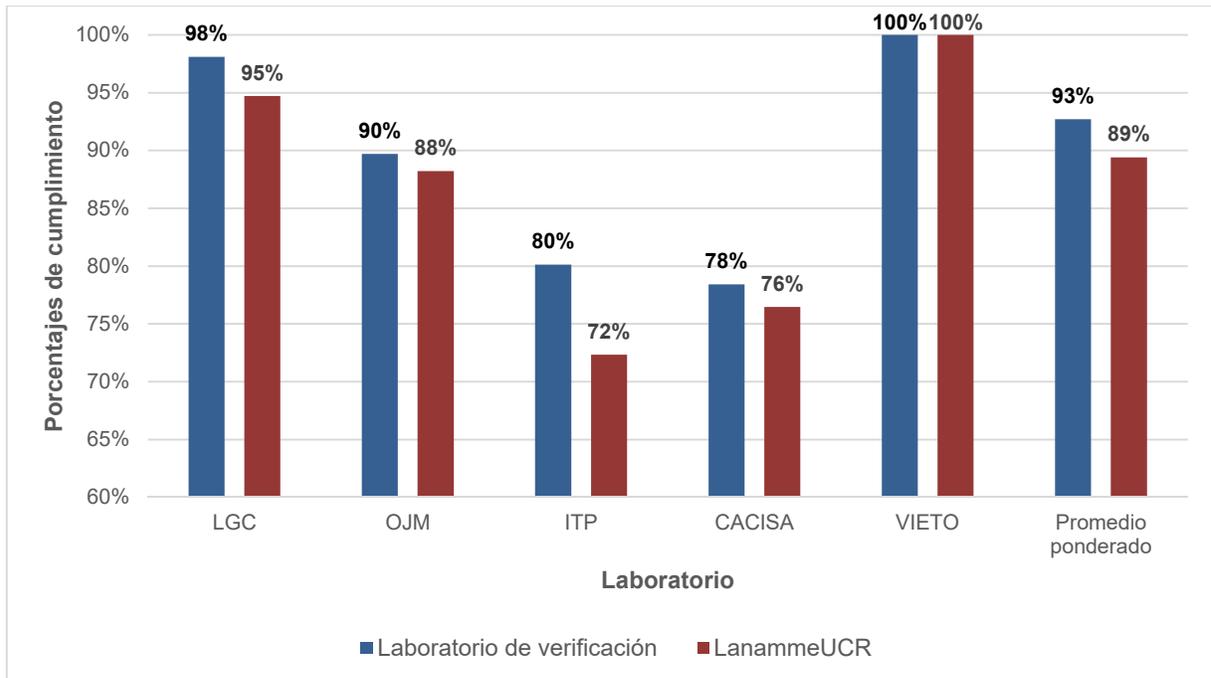


Figura 25. Comparación entre los porcentajes de cumplimiento de proyectos de rehabilitación y sobrecapas a partir de mediciones del perfil longitudinal realizadas por el LanammeUCR y los laboratorios de verificación de la calidad.

Fuente: CONAVI, 2018.

Estas diferencias pueden responder a diversos factores, donde el más trascendental corresponde al hecho de que el IRI se calcula sobre un perfil longitudinal de la carretera ubicado sobre la huella de conducción, de tal forma que representa la calidad de rodado que percibe el usuario. Sin embargo, a lo ancho de la carretera existen múltiples perfiles longitudinales (como se señaló en la Figura 1) cuyos valores de IRI asociados pueden ser ligeramente distintos, lo cual puede justificar parte de las diferencias evidenciadas en la presente observación, ya que no se puede garantizar que la medición entre un laboratorio y otro haya sido realizada con exactitud sobre el mismo perfil longitudinal.

Sobre este aspecto, es criterio de esta auditoría que para todos los perfiles longitudinales que puedan ubicarse a lo ancho de una carretera la especificación debe cumplirse, por lo tanto, el hecho de que un cálculo de IRI haya arrojado valores de regularidad mayores en algunos tramos, no necesariamente significa que la medición esté mal hecha o el IRI mal calculado, ya que es posible que esta se haya realizado sobre un perfil longitudinal más irregular, perfil que también debe cumplir con la especificación.



### 11.1.3 Sobre algunas irregularidades observadas en el proceso de medición y análisis de IRI en proyectos de conservación vial.

#### **HALLAZGO 1: SE EVIDENCIÓ QUE EN ALGUNOS PROYECTOS DONDE SE CONSTRUYÓ SOBRECAPA NO SE REALIZÓ LA MEDICIÓN INICIAL DEL PERFIL LONGITUDINAL.**

En el presente hallazgo se evidencia que en algunos proyectos donde se construyeron sobrecapas mediante la licitación pública número 2014LN-000018-OCV00 no se realizó la medición inicial del perfil longitudinal. Por lo tanto, no fue posible realizar el cálculo de IRI previo a la intervención. Consecuentemente, en estos proyectos no se pudo aplicar la especificación cartelaria de regularidad superficial.

Los proyectos referidos en el presente hallazgo se ubicaron en las zonas de conservación vial 2-3 (Santa Cruz), 4-3 (Sur Sur) y 6-1 (San Carlos), en las rutas nacionales 180, 745 y 2 respectivamente.

Lo señalado en este hallazgo queda evidenciado en el contenido de cada uno de los informes de ensayo sobre la regularidad superficial de estas sobrecapas posterior a su construcción, donde se indica lo siguiente:

a) Para el proyecto de sobrecapa en la ruta nacional 180, sección de control 50520 correspondiente a la zona 2-3:

*“No se puede concluir si todos los datos indicados como IRI inicial se redujeron al menos el valor de la especificación del cartel, esto tras la colocación de la sobrecapa (IRI Final) ya que solo se realizó la medición final.”*

Fuente: LGC, 2018 (informe: 01-0616-2018)

b) Para el proyecto de sobrecapa en la ruta nacional 2, secciones de control 60011 y 60002 correspondientes a la zona 4-3:

*“Para este tramo no se tiene medición inicial, es(sic) establece como especificación máximo 2,5 m/km. “*

Fuente: VIETO y Asociados, 2017 (Informe: 18-OTL-0.361-1231)

c) Para el proyecto de sobrecapa en la ruta nacional 745, sección de control 21050 correspondiente a la zona 6-1:

*“Este organismo de servicios de Verificación de la Calidad, NO realizó la medición inicial del perfil longitudinal de la Ruta en estudio. Por lo que no se determina la especificación del cartel establecida para cada tramo, lo cual implica, que no se emita un criterio normativo de aceptación.” (Lo subrayado no corresponde al texto original)*

Fuente: LGC, 2017 (Informe: 01-1113-2017)

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 48 de 87
-------------------------	--	-----------------



Sobre las mediciones de regularidad superficial previo a una intervención de sobrecapa el cartel de licitación pública vigente señala lo siguiente:

“Antes de iniciar los trabajos en la capa existente, la Administración medirá la regularidad de la superficie existente (IRI) en toda la longitud de proyecto”

Fuente: CONAVI, 2016 (Cartel de licitación pública 2014LN-000018-0CV00)

Por lo tanto, queda clara la obligación de la Administración por garantizar la ejecución de estas mediciones previas del perfil longitudinal.

Sobre la coordinación de mediciones del perfil longitudinal en proyectos de conservación vial, la Administración envió los oficios: GCSV-70-2016-4667 y GCSV-79-2017-1007, donde el primero de ellos fue dirigido a los laboratorios de verificación de la calidad y el segundo a los Administradores Viales y a los laboratorios de verificación.

En estos oficios se menciona lo siguiente sobre los responsables de coordinar las mediciones de regularidad superficial:

*“Los administradores viales (...) son los responsables de la coordinación de ensayos que requieran los proyectos, así como indicar el tipo de medición y criterio de aceptación según su tipo (rehabilitación o colocación de sobrecapa).”*

Fuente: CONAVI, 2016 (Oficio: GCSV-70-2016-4667)

*“La solicitud de mediciones de regularidad superficial a los laboratorios, deberá ser emitida por vía correo electrónico u otro medio escrito, por la ingeniería de proyecto – del CONAVI-, o bien por el profesional que represente en el proyecto al Administrador Vial.”*

Fuente: CONAVI, 2017 (Oficio: GCSV-79-2017-1007)

Además, a raíz de las encuestas realizadas para el presente informe a los ingenieros regionales de conservación vial, se observó que para las zonas 4-3 y 6-1 son los Administradores Viales los encargados de coordinar esta medición previa de perfil longitudinal, mientras que para la zona 2-3 esta responsabilidad está a cargo del ingeniero de proyecto.

Las situaciones observadas en el presente hallazgo representan un riesgo de que se tengan que aceptar proyectos que no cumplan con las especificaciones de regularidad superficial establecidas en el cartel, y por ende que se puedan aceptar proyectos con una regularidad superficial deficiente.

Sobre este aspecto, es criterio de esta auditoría que sería recomendable que la coordinación de estas mediciones tenga un responsable único y claramente definido, ya que lo indicado en el oficio GCSV-79-2017-1007, donde se señala una responsabilidad compartida, dificulta la rendición de cuentas en caso de que una medición (inicial o final) no se haya realizado.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 49 de 87
-------------------------	--	-----------------



## **HALLAZGO 2: SE OBSERVARON DIFERENCIAS ENTRE LA INFORMACIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EXPUESTA EN UN INFORME DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN FORMATO DIGITAL POR EL CORRESPONDIENTE LABORATORIO.**

Para la conformación de la base de datos analizada en el presente informe se solicitó a los laboratorios de verificación de la calidad la información, en formato digital de hojas de cálculo, sobre la regularidad superficial de proyectos de conservación. Esta información fue comparada y verificada con la expuesta en los correspondientes informes de verificación de la calidad enviados a la Administración.

A raíz de esta comparación se observó que para uno de los informes evaluados había diferencias entre la información expuesta en el informe de verificación la calidad (en formato .pdf) con respecto a la información suministrada en formato digital por el correspondiente laboratorio.

Para evidenciar lo señalado en el párrafo anterior, la Tabla 14 y la Tabla 15 muestran un extracto de la información recopilada en formato digital y un extracto la información expuesta en el correspondiente informe de verificación de la calidad (18-OTL-0748-1231) respectivamente. Donde se observó que, para algunos de los tramos evaluados en un proyecto de sobrecapa en la Ruta Nacional 142, había diferencias que incluso influían en la condición de cumplimiento de los tramos en términos de regularidad superficial.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 50 de 87
-------------------------	--	-----------------



Tabla 14. Información, en formato de hoja de cálculo, sobre la regularidad superficial final del carril izquierdo de una sobrecapa construida en la Ruta Nacional 142 y cuyo informe de ensayo correspondiente es el 18-OTL-0748-1231.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>Ride Quality</b>										
2	<b>Project Information</b>						<b>Operator and Equipment Information</b>				
3	<b>Prime Contractor</b>				<b>Project ID</b>		<b>Operator</b>			<b>Equipment S</b>	
4										Filter Type: None	
5	<b>Paving Contractor</b>				<b>County</b>		<b>Certification Number</b>				
6										Display: IRI	
7	<b>Highway</b>				<b>Region</b>		<b>Make/Model</b>				
8										Defect Threshold: 1.900 m/km	
9	<b>Description</b>						<b>Serial Number</b>				
10	<input checked="" type="radio"/> Medición Inicial <input type="radio"/> Medición Final						<b>Software Version</b>			Base Length: 7.620 m	
11							3.2.7.44				
12	<b>Segment Information</b>										
13	<b>Category</b>	<b>Segment Type</b>	<b>Lane</b>	<b>Begin Station</b>	<b>End Station</b>	<b>Segment Length (m)</b>	<b>Left Track IRI (m/km)</b>	<b>Right Track IRI (m/km)</b>	<b>Average IRI (m/km)</b>	<b>Comments</b>	
14											
15				60+500.0	60+400.0	100.00	4.24	3.35	3.80	10 30' 04.81" N 84 50' 38.90" W	
16				60+400.0	60+300.0	100.00	2.05	2.25	2.15	10 30' 07.00" N 84 50' 40.97" W	
17				60+300.0	60+200.0	100.00	1.88	1.85	1.87	10 30' 08.24" N 84 50' 43.76" W	
18				60+200.0	60+100.0	100.00	2.40	2.05	2.23	10 30' 10.73" N 84 50' 45.88" W	
19				60+100.0	60+000.0	100.00	2.24	2.11	2.18	10 30' 13.87" N 84 50' 45.74" W	
20				60+000.0	59+900.0	100.00	3.80	2.56	3.18	10 30' 16.94" N 84 50' 46.52" W	
21				59+900.0	59+800.0	100.00	2.14	1.63	1.88	10 30' 19.17" N 84 50' 48.98" W	
22				59+800.0	59+700.0	100.00	2.40	1.82	2.11	10 30' 21.76" N 84 50' 50.89" W	
23				59+700.0	59+600.0	100.00	2.62	2.42	2.52	10 30' 23.98" N 84 50' 49.24" W	
24				59+600.0	59+500.0	100.00	3.35	2.22	2.78	10 30' 23.35" N 84 50' 46.41" W	
25				59+500.0	59+400.0	100.00	3.54	2.03	2.78	10 30' 25.64" N 84 50' 44.14" W	
26				59+400.0	59+300.0	100.00	3.11	1.99	2.55	10 30' 28.93" N 84 50' 44.57" W	
27				59+300.0	59+200.0	100.00	2.40	2.24	2.32	10 30' 31.89" N 84 50' 45.82" W	
28				59+200.0	59+100.0	100.00	2.69	2.91	2.80	10 30' 34.80" N 84 50' 46.97" W	
29				59+100.0	59+000.0	100.00	1.83	1.86	1.85	10 30' 36.81" N 84 50' 49.61" W	
30				59+000.0	58+900.0	100.00	1.88	1.58	1.73	10 30' 37.87" N 84 50' 52.67" W	
31				58+900.0	58+800.0	100.00	1.53	2.53	2.03	10 30' 39.26" N 84 50' 55.40" W	
32				58+800.0	58+700.0	100.00	1.92	2.24	2.08	10 30' 39.40" N 84 50' 59.09" W	
33				58+700.0	58+600.0	100.00	1.79	2.28	2.03	10 30' 40.14" N 84 51' 02.32" W	
34				58+600.0	58+500.0	100.00	2.34	2.34	2.34	10 30' 40.51" N 84 51' 05.60" W	
35				58+500.0	58+400.0	100.00	1.37	1.84	1.60	10 30' 40.90" N 84 51' 08.76" W	
36				58+400.0	58+300.0	100.00	2.34	3.02	2.68	10 30' 41.25" N 84 51' 12.10" W	
37				58+300.0	58+200.0	100.00	3.23	3.06	3.15	10 30' 41.55" N 84 51' 15.29" W	
38				58+200.0	58+100.0	100.00	3.69	4.08	3.88	10 30' 42.02" N 84 51' 18.46" W	
39				58+100.0	58+000.0	100.00	2.56	2.98	2.77	10 30' 42.11" N 84 51' 21.72" W	
40				58+000.0	57+900.0	100.00	2.82	3.70	3.26	10 30' 40.18" N 84 51' 24.40" W	
41				57+900.0	57+800.0	100.00	2.96	3.30	3.13	10 30' 38.45" N 84 51' 26.89" W	
42				57+800.0	57+700.0	100.00	2.40	2.81	2.61	10 30' 39.68" N 84 51' 29.86" W	
43				57+700.0	57+600.0	100.00	2.51	2.46	2.49	10 30' 42.52" N 84 51' 30.16" W	
44				57+600.0	57+500.0	100.00	2.42	2.95	2.69	10 30' 45.28" N 84 51' 31.09" W	
45				57+500.0	57+400.0	100.00	2.31	2.44	2.37	10 30' 45.85" N 84 51' 34.19" W	
46				57+400.0	57+300.0	100.00	2.42	2.92	2.67	10 30' 44.05" N 84 51' 36.81" W	
47				57+300.0	57+200.0	100.00	2.25	1.94	2.09	10 30' 44.16" N 84 51' 39.64" W	
48				57+200.0	57+100.0	100.00	2.42	2.87	2.64	10 30' 46.50" N 84 51' 41.93" W	
49											
50											

Fuente: VIETO y Asociados, 2018



Tabla 15. Regularidad superficial final del carril izquierdo de una sobrecapa construida en la Ruta Nacional 142.

Tramo evaluado en el sentido del avance de la vía.	Medición Inicial INFORME 17-OTL-0822-1231	Especificación cartel	Medición Final	Aceptación según especificación de cartel
	MRI m/km Promedio		MRI m/km Promedio	
60+500 ~ 60+400	4,8	Menor o igual 3,2	3,4	No cumple
60+400 ~ 60+300	2,7	Reducir 10%	2,1	Cumple
60+300 ~ 60+200	2,2	Mantener igual	1,9	Cumple
60+200 ~ 60+100	3,3	Reducir 10%	2,2	Cumple
60+100 ~ 60+000	3,0	Reducir 10%	2,2	Cumple
60+000 ~ 59+900	5,2	Menor o igual 3,2	3,2	Cumple
59+900 ~ 59+800	2,3	Mantener igual	1,9	Cumple
59+800 ~ 59+700	3,3	Reducir 10%	2,1	Cumple
59+700 ~ 59+600	3,2	Reducir 10%	2,5	Cumple
59+600 ~ 59+500	3,2	Reducir 10%	2,8	Cumple
59+500 ~ 59+400	2,5	Mantener igual	2,3	Cumple
59+400 ~ 59+300	2,2	Mantener igual	2,0	Cumple
59+300 ~ 59+200	3,0	Reducir 10%	2,3	Cumple
59+200 ~ 59+100	4,9	Menor o igual 3,2	2,8	Cumple
59+100 ~ 59+000	2,8	Reducir 10%	1,8	Cumple
59+000 ~ 58+900	2,8	Reducir 10%	1,7	Cumple
58+900 ~ 58+800	2,9	Reducir 10%	2,0	Cumple
58+800 ~ 58+700	3,9	Menor o igual 3,2	2,1	Cumple
58+700 ~ 58+600	2,5	Mantener igual	2,0	Cumple
58+600 ~ 58+500	4,2	Menor o igual 3,2	2,3	Cumple
58+500 ~ 58+400	2,4	Mantener igual	1,6	Cumple
58+400 ~ 58+300	2,7	Reducir 10%	2,4	Cumple
58+300 ~ 58+200	4,5	Menor o igual 3,2	3,1	Cumple
58+200 ~ 58+100	3,0	Reducir 10%	3,7	No cumple
58+100 ~ 58+000	2,8	Reducir 10%	2,7	No cumple
58+000 ~ 57+900	3,3	Reducir 10%	2,9	Cumple
57+900 ~ 57+800	2,3	Mantener igual	3,0	No cumple
57+800 ~ 57+700	3,8	Menor o igual 3,2	2,6	Cumple
57+700 ~ 57+600	2,0	Mantener igual	2,5	No cumple
57+600 ~ 57+500	3,3	Reducir 10%	2,7	Cumple
57+500 ~ 57+400	2,8	Reducir 10%	2,4	Cumple
57+400 ~ 57+300	3,2	Reducir 10%	2,7	Cumple
57+300 ~ 57+200	1,7	Mantener igual	2,0	No cumple
57+200 ~ 57+100	2,7	Reducir 10%	2,4	Cumple

Fuente: VIETO y Asociados, 2018 (Informe: 18-OTL-0748-1231)



Específicamente, al observar la información en formato digital generada a partir del perfilómetro inercial, algunos de los tramos no cumplían con las especificaciones de regularidad superficial, mientras que en el informe de verificación de la calidad algunos de estos tramos sí cumplían con la correspondiente especificación. Ver Tabla 16, donde los tramos señalados en color rojo corresponden a tramos de 100 m donde se identificaron las diferencias señaladas en el presente hallazgo.

Tabla 16. Comparación entre una muestra de los valores de regularidad superficial expuestos en el informe 18-OTL-0748-1231 con respecto a la información suministrada en formato digital, por el laboratorio de verificación de la calidad.

Est. Inicial	Est. Final	MRI inicial (m/km)	Criterio cartelario	MRI final (según Tabla 14) [m/km]	MRI final (según Tabla 15) [m/km]	Modificación en criterio cartelario
60+500	60+400	4,8	Menos o igual a 3,2	3,80	3,4	No
60+400	60+300	2,7	Reducción del 10%	2,15	2,1	No
60+300	60+200	2,2	Mantener IRI inicial	1,87	1,9	No
60+200	60+100	3,3	Reducción del 10%	2,23	2,2	No
60+100	60+000	3,0	Reducción del 10%	2,18	2,2	No
60+000	59+900	5,2	Menos o igual a 3,2	3,18	3,2	No
59+900	59+800	2,3	Mantener IRI inicial	1,88	1,9	No
59+800	59+700	3,3	Reducción del 10%	2,11	2,1	No
59+700	59+600	3,2	Reducción del 10%	2,52	2,5	No
59+600	59+500	3,2	Reducción del 10%	2,78	2,8	No
59+500	59+400	2,5	Mantener IRI inicial	2,78	2,3	Sí
59+400	59+300	2,2	Mantener IRI inicial	2,55	2,0	Sí
59+300	59+200	3,0	Reducción del 10%	2,32	2,3	No
59+200	59+100	4,9	Menos o igual a 3,2	2,80	2,8	No
59+100	59+000	2,6	Reducción del 10%	1,85	1,8	No
59+000	58+900	2,8	Reducción del 10%	1,73	1,7	No
58+900	58+800	2,9	Reducción del 10%	2,03	2,0	No
58+800	58+700	3,9	Menos o igual a 3,2	2,08	2,1	Singularidad N/A
58+700	58+600	2,5	Mantener IRI inicial	2,03	2,0	Singularidad N/A
58+600	58+500	4,2	Menos o igual a 3,2	2,34	2,3	No



Est. Inicial	Est. Final	MRI inicial (m/km)	Criterio cartelario	MRI final (según Tabla 14) [m/km]	MRI final (según Tabla 15) [m/km]	Modificación en criterio cartelario
58+500	58+400	2,4	Mantener IRI inicial	1,60	1,6	No
58+400	58+300	2,7	Reducción del 10%	2,68	2,4	Sí
58+300	58+200	4,5	Menos o igual a 3,2	3,15	3,1	No
58+200	58+100	3,0	Reducción del 10%	3,88	3,7	No
58+100	58+000	2,6	Reducción del 10%	2,77	2,7	No
58+000	57+900	3,3	Reducción del 10%	3,26	2,9	Sí
57+900	57+800	2,3	Mantener IRI inicial	3,13	3,0	No
57+800	57+700	3,6	Menos o igual a 3,2	2,61	2,6	No
57+700	57+600	2,0	Mantener IRI inicial	2,49	2,5	No
57+600	57+500	3,3	Reducción del 10%	2,69	2,7	No
57+500	57+400	2,9	Reducción del 10%	2,37	2,4	No
57+400	57+300	3,2	Reducción del 10%	2,67	2,7	No
57+300	57+200	1,7	Mantener IRI inicial	2,09	2,0	No
57+200	57+100	2,7	Reducción del 10%	2,64	2,4	Sí

Fuente: VIETO y Asociados, 2018

Cabe destacar que estas diferencias también se evidenciaron en otros estacionamientos, por ejemplo: entre los estacionamientos 55+900 y 56+000 del carril derecho, donde según la información obtenida en formato digital el MRI final de la sobrecapa era 2,94 m/km, mientras que en el informe 18-OTL-0748-1231 el MRI final indicado para este tramo fue de 2,4 m/km.

Para este informe particular se desconoce cuáles son las razones que justifican las diferencias observadas. Estas podrían corresponder a un error en el traslado de la información (al pasar de la información generada por el equipo al informe final) o bien a un cambio puntual en los datos de regularidad superficial.

Sobre este último aspecto (cambios puntuales en los datos de regularidad superficial), uno de los representantes del laboratorio VIETO y Asociados nos indicó que en algunas ocasiones, cuando habían ramas de árboles sobre la carretera a la hora de realizar la medición del perfil longitudinal, y que a su criterio dichas ramas podían incrementar el valor de IRI, se realizaba una nueva medición del perfil longitudinal en el tramo afectado, luego de que la rama fuese desplazada por el tránsito vehicular. Lo anterior, con el propósito de reemplazar los valores de regularidad superficial que a su criterio se pudieron haber visto afectados con la rama.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 54 de 87
-------------------------	--	-----------------



El reemplazo de valores de IRI en tramos puntuales podría explicar tendencias como la mostrada en la Figura 14, donde se evidencia un incremento relativo en la cantidad de valores que apenas cumplen con la especificación. Por lo tanto, es criterio de esta auditoría que, si por alguna razón los valores obtenidos a raíz de una medición del perfil longitudinal son reemplazados por los obtenidos a partir de otra medición, dicho cambio debe ser debidamente aprobado por el ingeniero de proyecto, documentado y justificado en el correspondiente informe de verificación. Lo anterior, con el propósito de mejorar la transparencia y que la Administración esté formalmente notificada de las situaciones ocurridas al momento de la medición.

**HALLAZGO 3: SE OBSERVARON INCONSISTENCIAS ENTRE LOS CRITERIOS EMITIDOS EN ALGUNOS DE LOS INFORMES DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN, CON RESPECTO A LA ESPECIFICACIÓN CARTELARIA.**

A partir de una revisión del contenido de los informes de verificación de la calidad correspondientes a la regularidad superficial en proyectos de conservación vial, se observaron algunas inconsistencias entre los criterios emitidos en estos informes con respecto a la especificación vigente.

Para evidenciar esto en la Tabla 17 se muestra un extracto del informe 18-OTL-0250-1231, correspondiente a la regularidad superficial final de una rehabilitación, donde se indicó el cumplimiento de tres tramos de 100 m cuyos valores de MRI final no cumplieran con la correspondiente especificación.

Tabla 17. Extracto de la información presentada en el informe 18-OTL-0250-1231

Est. Inicial	Est. Final	MRI (m/km)	Criterio cartelario	Ruta	Carril	Informe
227+410	227+310	2,0	Menor o igual a 1,9 m/km	4	Lado izquierdo	18-OTL-0250-1231
225+910	225+810	2,5	Menor o igual a 1,9 m/km	4	Lado izquierdo	18-OTL-0250-1231
224+210	224+110	2,2	Menor o igual a 1,9 m/km	4	Lado izquierdo	18-OTL-0250-1231

Fuente: VIETO y Asociados, 2018

Lo señalado en la tabla anterior representa un riesgo de que se puedan aceptar trabajos cuya condición de regularidad superficial sea deficiente, en relación con los criterios establecidos en el correspondiente cartel de licitación.

Por otra parte, se identificó que para sobrecapas, cuando se tenían valores iniciales de MRI menores o iguales a 2,5 m/km, en algunos casos en la Región Brunca se establecía como especificación que el MRI final no fuese superior a 2,5 m/km. Esta situación contradice lo señalado en el oficio GCSV-70-2016-4231 donde se señala que cualquier intervención no debe desmejorar la condición existente, por lo tanto, si se tienen valores bajos de MRI inicial, el valor de MRI final no debería ser superior.



Sin embargo, según se nos informó por parte de esta Dirección Regional (Brunca), en algunas de las sobrecapas evaluadas se tenían valores iniciales de MRI muy bajos, cuya condición de buena regularidad superficial hacía difícil cumplir con el criterio de mantener la condición inicial.

Sobre este aspecto, es criterio de esta auditoría que al analizar los porcentajes de cumplimiento en tramos de sobrecapas cuyos valores iniciales de MRI son menores o iguales a 2,5 m/km, se podría considerar tener cierta flexibilidad a tal punto de aceptar valores de MRI que no superen 1,9 m/km, ya que como se evidenció en la Figura 20 existe una relación entre el MRI inicial de una carretera y el acabado final de regularidad superficial que se le pueda dar mediante la construcción de una sobrecapa.

No obstante, establecer un límite de 2,5 m/km permitiría un escenario como el señalado en la Tabla 18, donde se indica el cumplimiento en términos de regularidad superficial de un tramo que paso de un MRI inicial (previo a la intervención) de 1,3 m/km a un MRI final de 2,5 m/km, lo cual representó una desmejora de 1,2 m/km con respecto a la condición inicial, desmejora que a criterio de esta auditoría no debe ser admisible.

Tabla 18. Extracto de la información presentada en el informe ITP-1003-17-E

Estación Inicial	Estación final	IRI INICIAL	IRI FINAL	CONDICIÓN A CUMPLIR	CUMPLIMIENTO	% REDUCCIÓN (SI APLICA)
144+099	144+199	1.4	2.4	Menor a IRI 2,5	CUMPLE	N.A
144+199	144+299	1.3	2.5	Menor a IRI 2,5	CUMPLE	N.A

Fuente: ITP, 2017

#### **HALLAZGO 4: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN EL CONTENIDO DE ALGUNOS DE LOS INFORMES DE ENSAYO SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN.**

Luego de revisar el contenido de los informes de verificación de la calidad sobre la regularidad superficial en proyectos de conservación vial se observaron deficiencias en el contenido de algunos de estos informes, estas deficiencias son:

- a) **Se evidenció la omisión de las coordenadas geográficas que permiten ubicar con exactitud los tramos evaluados**

Se evidenció que en algunos de los informes sobre la regularidad superficial en proyectos de conservación vial emitidos por los laboratorios de verificación CACISA y LGC, se omitía la inclusión de coordenadas geográficas como elemento para ubicar espacialmente las mediciones de regularidad superficial ejecutadas.

Un ejemplo de esto puede observarse en el informe 2142a-2018 de CACISA, sobre la regularidad superficial en una ruta de travesía sobre la cual se construyó una sobrecapa, y en el informe 1-1116-2017 de LGC, sobre la regularidad superficial de una sobrecapa construida en la ruta nacional 247, donde no se hace referencia alguna a la ubicación de los proyectos mediante coordenadas geográficas.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 56 de 87
-------------------------	--	-----------------



Sobre este aspecto, la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI el 12 de diciembre de 2016, a través del entonces Gerente de Conservación emitió el oficio GCSV-70-2016-4667, donde se indica que los informes de resultados de regularidad superficial deben contener al menos la siguiente información:

*“Referencia de la ruta y sección o secciones de control evaluadas, así como georreferencia de los puntos de inicio y final de la medición en grados, minutos y segundos o grados decimales.”*

*Fuente: CONAVI, 2016 (oficio GCSV-70-2016-4667)*

Por lo tanto, queda claro que sin excepción los informes de resultados de regularidad superficial deben contar con su respectiva referencia espacial mediante coordenadas geográficas. La inclusión de esta información facilita el análisis espacial sobre la regularidad superficial en carreteras y permite su inclusión en sistemas de información geográfica, con lo cual se podría conformar un visor geográfico que ilustre la regularidad superficial en proyectos de conservación vial.

**b) Se evidenció omisión del criterio cartelario de cumplimiento en algunos de los informes de resultados de regularidad superficial**

Otro de los aspectos evidenciados por esta auditoría fue la omisión del criterio cartelario de cumplimiento en algunos de los informes de resultados de regularidad superficial. Aspecto, que según el oficio GCSV-70-2016-4667 debe ser incluido en estos informes, como se señala en el siguiente párrafo:

*“En el caso de los reportes finales para la aceptación de trabajos, se deberán incluir columnas para registrar el valor final promedio de cada tramo y el cumplimiento del requisito cartelario de aceptación.”*

*Fuente: CONAVI, 2016 (oficio GCSV-70-2016-4667)*

Para evidenciar esto en la Tabla 19 se muestra un extracto del informe ITP-023-17, sobre la regularidad superficial en un proyecto de conservación ejecutado sobre la Ruta Nacional 612, donde no se emitió criterio alguno sobre la condición de cumplimiento o incumplimiento de cada uno de los tramos evaluados, a pesar de que muchos de los tramos señalados presentaron un porcentaje de mejora de 0 %, lo cual es inusual.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 57 de 87
-------------------------	--	-----------------



Tabla 19. Extracto de la información presentada en el informe ITP-023-17

	<b>Ingeniería Técnica de Proyectos ITP, S.A.</b> Cedula Jurídica: 3-101-362220 Tel: (506)2520-0093 / Fax: (506)2231-3534 Dirección: 1 km al Oeste de SINART, La Uruca E-mail: <a href="mailto:ingenieria@itp.cr">ingenieria@itp.cr</a>	<b>Código</b> <b>ITP-R-59-CR</b>	
		<b>Versión:</b> 12	<b>Página</b> 29 de 32
		<b>Informe No. ITP-023-17</b>	

Sentido SAN VITO - LAS BRISAS

Medición Final					Medición Inicial				
Inicio	Final	Longitud	IRI Promedio		Inicio	Final	IRI Promedio	% Mejora	
4+000.0	4+100.0	100.	2.4	-----	4+000	4+100	2.4	0%	
4+100.0	4+200.0	100.	2.6	-----	4+100	4+200	2.6	0%	
4+200.0	4+300.0	100.	2.5	-----	4+200	4+300	2.5	0%	
4+300.0	4+400.0	100.	2.3	-----	4+300	4+400	2.3	0%	
4+400.0	4+500.0	100.	3.2	-----	4+400	4+500	3.2	0%	
4+500.0	4+600.0	100.	2.7	-----	4+500	4+600	2.7	0%	
4+600.0	4+700.0	100.	2.7	-----	4+600	4+700	2.7	0%	
4+700.0	4+800.0	100.	3.0	-----	4+700	4+800	3.0	0%	
4+800.0	4+900.0	100.	2.8	-----	4+800	4+900	2.8	0%	
4+900.0	5+000.0	100.	2.7	-----	4+900	5+000	2.7	0%	
5+000.0	5+100.0	100.	2.3	-----	5+000	5+100	2.3	0%	
5+100.0	5+200.0	100.	1.8	-----	5+100	5+200	1.8	0%	
5+200.0	5+300.0	100.	2.8	-----	5+200	5+300	2.8	0%	
5+300.0	5+400.0	100.	2.1	-----	5+300	5+400	2.1	0%	
5+400.0	5+500.0	100.	1.9	-----	5+400	5+500	1.9	0%	
5+500.0	5+600.0	100.	2.2	-----	5+500	5+600	2.2	0%	
5+600.0	5+700.0	100.	2.1	-----	5+600	5+700	2.1	0%	
5+700.0	5+800.0	100.	2.5	-----	5+700	5+800	2.5	0%	
5+800.0	5+900.0	100.	3.5	-----	5+800	5+900	3.5	0%	
5+900.0	6+000.0	100.	3.2	-----	5+900	6+000	3.2	0%	
6+000.0	6+100.0	100.	3.9	Puente (inicio 2+095)	6+000	6+100	3.9	0%	
6+100.0	6+200.0	100.	6.1	Puente (final 2+129)	6+100	6+200	6.1	0%	
6+200.0	6+300.0	100.	2.5	-----	6+200	6+300	2.5	0%	
6+300.0	6+400.0	100.	1.9	-----	6+300	6+400	1.9	0%	
6+400.0	6+500.0	100.	2.2	-----	6+400	6+500	2.2	0%	
6+500.0	6+600.0	100.	2.7	-----	6+500	6+600	2.7	0%	
6+600.0	6+700.0	100.	5.1	Final carpeta nueva (2+632)	6+600	6+700	5.1	0%	
6+700.0	6+800.0	100.	2.7	Sing, establecida por adm	6+700	6+800	6.3	57%	
6+800.0	6+900.0	100.	4.4	-----	6+800	6+900	7.5	41%	
6+900.0	7+000.0	100.	3.6	-----	6+900	7+000	5.7	38%	
7+000.0	7+100.0	100.	3.5	-----	7+000	7+100	6.7	48%	
7+100.0	7+200.0	100.	3.7	-----	7+100	7+200	5.6	33%	
7+200.0	7+300.0	100.	3.2	Sing, establecida por adm	7+200	7+300	8.5	51%	
7+300.0	7+400.0	100.	5.1	Puente (3+333 - 3+398)	7+300	7+400	8.7	24%	
7+400.0	7+500.0	100.	2.5	Sing, establecida por adm	7+400	7+500	8.3	60%	
7+500.0	7+600.0	100.	3.0	-----	7+500	7+600	5.2	41%	
7+600.0	7+700.0	100.	3.5	-----	7+600	7+700	6.3	45%	
7+700.0	7+800.0	100.	3.0	-----	7+700	7+800	6.8	56%	
7+800.0	7+900.0	100.	2.9	-----	7+800	7+900	6.3	54%	
7+900.0	8+000.0	100.	2.1	-----	7+900	8+000	6.5	68%	
8+000.0	8+100.0	100.	2.0	-----	8+000	8+100	6.0	67%	
8+100.0	8+200.0	100.	2.3	-----	8+100	8+200	6.2	62%	
8+200.0	8+300.0	100.	2.8	-----	8+200	8+300	6.3	56%	

Fuente: ITP, 2017



Por otro lado, la Tabla 20 muestra un extracto del informe 1727-2018, sobre la regularidad superficial en un proyecto de rehabilitación ejecutado sobre la Ruta Nacional 39, donde tampoco se emitió criterio alguno sobre el cumplimiento o incumplimiento de los tramos evaluados.

Tabla 20. Extracto de la información presentada en el informe 1727-2018

MEDICIÓN N° 1: CARRIL DERECHO					
INICIO: Est. 0+260 m					
FIN: Est. 2+890 m					
<b>Tipo de Pavimento:</b>		Mezcla asfáltica en caliente		<b>Operador (es):</b> Eduard Navarro Zamora	
<b>Condición Climática:</b>		Despejado, sin viento 21°C		Mariam Vargas Barrantes	
<b>N° de Mediciones:</b>		1/4		<b>Vehículo:</b> CL-261297	
				<b>Velocidad promedio:</b> 50 km/h	
ESTACIONAMIENTO			IRI cada 100m (m/km)		
INICIO (m)	FIN (m)	LONGITUD (m)	HUELLA IZQUIERDA	HUELLA DERECHA	PROMEDIO
0+260	0+360	100	1,6	2,4	2,0
0+360	0+460	100	1,3	1,5	1,4
0+460	0+560	100	1,4	1,7	1,5
0+560	0+660	100	1,4	1,6	1,5
0+660	0+760	100	2,3	2,6	2,4
0+760	0+860	100	<i>Singularidad: Paso superior Ruta 1</i>		
0+860	0+960	100	<i>Singularidad: Paso superior Ruta 1</i>		
0+960	1+060	100	2,2	2,2	2,2
1+060	1+160	100	1,9	1,9	1,9
1+160	1+260	100	1,7	1,6	1,6
1+260	1+360	100	1,6	1,7	1,7
1+360	1+460	100	1,9	1,9	1,9
1+460	1+560	100	1,7	1,7	1,7
1+560	1+660	100	2,3	2,0	2,1
1+660	1+760	100	1,7	1,9	1,8
1+760	1+860	100	2,2	2,1	2,1

Fuente: CACISA, 2018

Sobre este aspecto es criterio de esta auditoría que, para cada uno de los tramos de 100 m evaluados, el laboratorio encargado debe indicar la condición del tramo, es decir si cumple o no de acuerdo con los criterios establecidos en el cartel de licitación. Lo anterior, con el propósito de facilitar el proceso de aceptación que está a cargo de la Administración.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 59 de 87
-------------------------	--	-----------------



c) Se evidenció la omisión del análisis del tramo final del proyecto pese a que este era superior a los 50 m.

Por último, en uno de los informes revisados se observó que no se realizó el análisis de cumplimiento para el tramo final de medición (ver Tabla 21). Lo anterior, señalando que este análisis no aplica para tramos inferiores a 100 m.

Tabla 21. Extracto de la información presentada en el informe 2144-2018



Tabla 11. Porcentajes de mejora, lado izquierdo carril derecho.

MEDICIÓN N° 4: LADO IZQUIERDO CARRIL DERECHO								
INICIO: Est. 21+215 m								
FIN: Est. 20+945 m								
ESTACIONAMIENTO			IRI cada 100m (m/km) PROMEDIO			REQUERIMIENTO CARTELARIO		
INICIO (m)	FIN (m)	LONGITUD (m)	INICIAL (i)	FINAL	MEJORA (%)			
21+215	21+115	100	6,9	4,1	40	Mejora del 50% y IRI final menor a 5	Incumple	
21+115	21+015	100	5,9	3,4	42	IRI final menor o igual a 3,2	Incumple	
21+015	20+945	70	No aplica para tramos inferiores a 100m					

Fuente: CACISA, 2018

Sobre este aspecto el oficio GCSV-70-2016-4667 señala lo siguiente:

*“Dado que los proyectos usualmente tienen longitudes que no son múltiplo exacto de 100 m, se entiende que cada proyecto estará compuesto por “N” tramos de 100 metros, y un tramo final “N+1” de menos de 100 metros. El tramo “N+1” será objeto de evaluación cuando utilizando regla de redondeo a la centena más cercana se obtenga una longitud redondeada de 100 m; es decir, son objeto de evaluación los tramos con longitud superior a los 50 m. En todo caso, los datos generados para el tramo “N+1” deben ser reportados en el informe de la evaluación” (Lo subrayado no corresponde al texto original)*

Fuente: CONAVI, 2016 (oficio GCSV-70-2016-4667)

Por lo tanto, es claro que el tramo final señalado en la Tabla 21 debió ser analizado con respecto a su cumplimiento cartelario, su omisión podría dar paso a la aceptación de un tramo cuya regularidad superficial tenga una calidad inferior a la requerida por el cartel de licitación.



#### 11.1.4 Análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicadas.

### **HALLAZGO 5: SE EVIDENCIÓ FALTA DE CLARIDAD EN LA CONCEPTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PARÁMETRO DE DESEMPEÑO IRI EN LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN VIAL.**

Los resultados del hallazgo se basan en los resultados de una encuesta realizada a los cinco organismos encargados de la verificación de calidad del parámetro IRI y a siete ingenierías de proyecto incluyendo la participación de seis directores Regionales de las zonas de conservación de la Red Vial Nacional.

La encuesta aplicada consistió en consultas sobre definiciones y aspectos técnicos relacionados con el cálculo del IRI, escenarios de medición, así como el rol de responsabilidades de cada uno de los actores relacionados con el tema del IRI.

Los resultados de la encuesta permitieron evidenciar debilidades en algunos conceptos y definición de roles en la ejecución de las diferentes actividades que contempla el cálculo de IRI en los proyectos de conservación vial de la red vial nacional.

A continuación, se muestran los principales resultados del análisis de la encuesta:

#### Sobre el concepto y aplicación de eventos

En relación con el concepto de evento, la totalidad de los encuestados dijo conocer la definición del mismo a excepción de una de las ingenierías de proyecto. En este caso particular, las respuestas del ingeniero de proyecto evidenciaron desconocimiento en relación al concepto, asignación de responsabilidades en la definición de eventos, así como la metodología de aplicación de los mismos.

Sobre este aspecto se debe recordar que el concepto de evento fue introducido por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes el 17 de abril de 2018, mediante el Oficio GCSV-21-2018-1819. Este concepto de evento constituye una herramienta para la Administración para avalar o rechazar situaciones o condiciones que alegue el contratista por afectaciones al proceso constructivo. Lo anterior de acuerdo a la identificación previa de los eventos antes del inicio del proyecto y la adecuada documentación de los mismos durante la ejecución del proyecto, así como el registro de situaciones o condiciones de emergencia durante el proceso constructivo. Por lo tanto, según lo anterior es criterio del equipo auditor, que el concepto de evento ya debería ser un aspecto adaptado por la totalidad de las ingenierías de proyecto en aras de mejorar la fluidez de los procesos de evaluación del IRI.

Por otra parte, en la encuesta, se consultó sobre el papel o responsabilidad que han tenido los diferentes actores que forman parte del proceso constructivo y evaluación del IRI en la definición de los eventos en esta contratación, uno de los aspectos que más llamó la atención del equipo auditor fue el contraste en el papel que desempeñan los Administradores Viales según las respuestas brindadas por las Ingenierías de Proyecto y la Verificación de Calidad.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 61 de 87
-------------------------	--	-----------------



Para ello se agruparon las respuestas de cada encuestado en tres categorías: “Alta” teniendo el administrador vial la responsabilidad de definir o aprobar eventos, “Parcial” siendo el Administrador Vial el encargado de levantar la lista de eventos o bien proponerlos, “Baja” poca o nula participación en la definición de eventos.

En la Figura 26 se muestra los resultados de la encuesta aplicada, se observa que el 71,43% de las ingenierías de los proyectos respondieron que el Administrador Vial propone o realiza únicamente la lista de eventos en sus proyectos de conservación vial, mientras que el 40% de los organismos de verificación indicaron que es el Administrador Vial es el que define los eventos.

Sobre este aspecto llama la atención del equipo auditor que no exista concordancia en el rol que debe asumir el Administrador Vial en la definición de eventos según la verificación de calidad y las ingenierías de proyecto. Por lo tanto, se evidencia que no existe claridad sobre las responsabilidades que debe asumir el Administrador Vial en este tema.

Una de las recomendaciones para brindar mayor comprensión en las responsabilidades de cada uno de los entes que forman parte del proceso de aprobación de eventos son las observaciones planteadas en el oficio GCSV-21-2018-1819. En este oficio se indica que la definición y aprobación de eventos es una responsabilidad directa de la ingeniería de proyecto, la cual puede ser apoyada por el Administrador Vial y la Verificación de Calidad en la visita en conjunto que se realiza con el contratista previo al inicio de los trabajos.

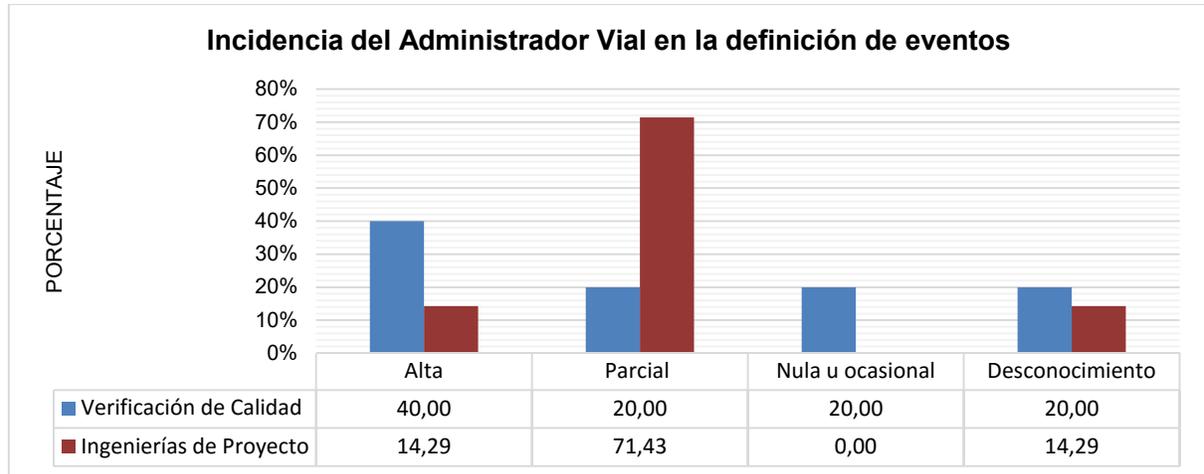


Figura 26. Incidencia del Administrador Vial en la definición de eventos. Fuente: CONAVI, 2018.

Otro de los aspectos de mayor relevancia en el análisis de las encuestas fueron las respuestas sobre el momento en que se han registrados los eventos a lo largo de la ejecución de los proyectos de conservación vial.

Según los resultados de las encuestas, en la Figura 27 se observa que existe un alto grado de coincidencia entre las verificadoras y las ingenierías del proyecto en relación con el registro de eventos antes del inicio de proyecto y durante el proceso constructivo.



Por otro lado, en un menor porcentaje, el 60% de los organismos de verificación y el 42,86% de las ingenierías de proyecto encuestadas, señalaron que los eventos se registran posterior a la finalización de los trabajos, pero antes de la medición. Además, un organismo de verificación de calidad y una ingeniería de proyecto coincidieron en que se registraron eventos después de la medición del perfil longitudinal. Por último, un único organismo señaló que se registran eventos durante la medición del IRI.

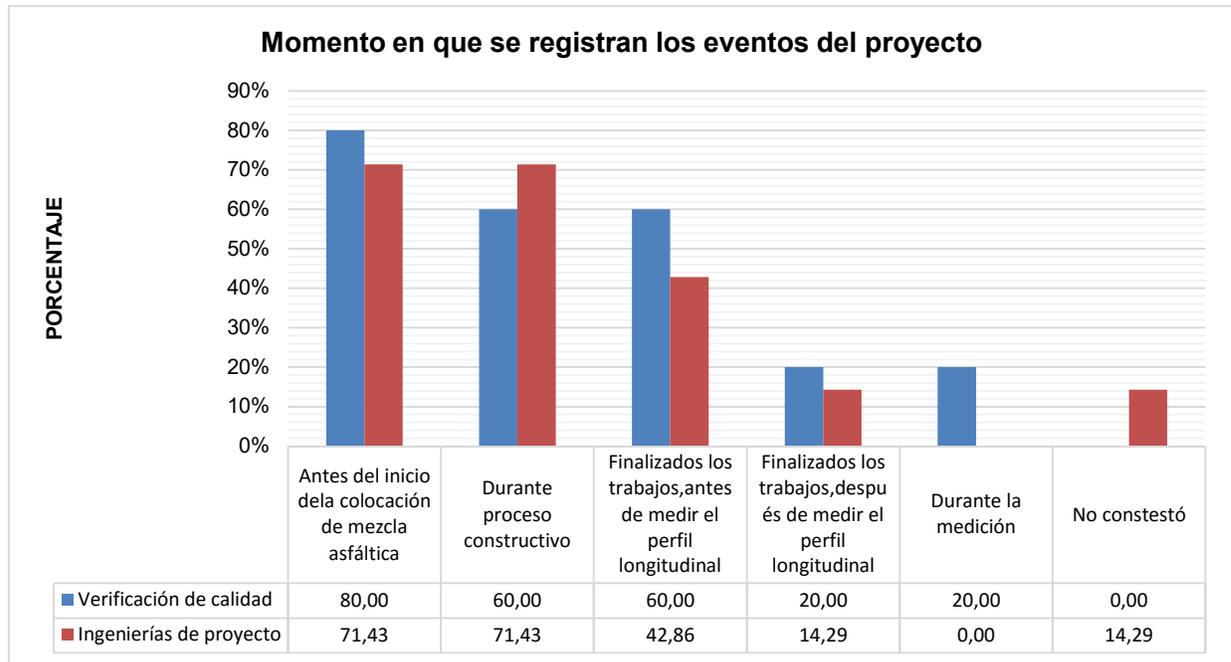


Figura 27. Momento en que se registran los eventos en los proyectos de conservación vial de la red vial nacional. Fuente: CONAVI, 2018.

En relación con el tema del registro de eventos, según el oficio GCSV-21-2018-1819, se indica que el levantamiento de eventos se debe realizar en la visita en conjunto previo al proceso constructivo, los mismos deben ser documentados durante la construcción del proyecto para la valoración por parte de la ingeniería de proyecto si técnicamente el evento incidió o no en regularidad superficial del tramo analizado. Además, también se menciona que durante el proceso constructivo pueden existir situaciones o condiciones de emergencia que impliquen el registro de un evento por afectación directa de las actividades que se ejecutan en su momento. Por lo tanto, se deriva de este oficio que no se debería registrar ningún evento posterior al proceso constructivo, ya que ya no existe ninguna afectación del acabado obtenido durante esta fase.

Ahora bien, dependiendo del tiempo en que se realice la medición de IRI, pueden presentarse situaciones o condiciones posteriores al proceso constructivo y ajenas al contratista, que podrían incidir en el resultado final de la medición, por lo que es criterio del equipo auditor, que la verificación de calidad debería notificar a la ingeniería de proyecto las condiciones registradas en la medición para su respectiva valoración previo a la emisión del informe final.



Referente al mismo tema del registro de eventos, se realizó la consulta a los encuestados sobre los profesionales responsables de llevar el registro de posibles afectaciones al proceso constructivo durante la ejecución de las actividades de mantenimiento. En la Figura 28 se muestra que el 71,43% de las ingenierías de proyecto y el 20% de los organismos de verificación de calidad indicaron que esa labor es correspondiente al inspector de obra, mientras un 28,57 % de las ingenierías de proyecto y el 20 % de las verificadoras señalaron que la labor la realiza el inspector en conjunto con el contratista. Por otro lado, uno de los organismos de verificación indicó que no había un control sobre el tema de quien es el encargado de llevar el registro en campo y dos organismos de verificación indicaron desconocer quien realiza este trabajo.

Sobre los resultados observados es claro que las ingenierías de proyecto coinciden en que esa labor es una responsabilidad delegada en los inspectores de campo, ya que ellos son los encargados de supervisar el proceso constructivo a lo largo de la jornada laboral, sin embargo, se observó que las respuestas de la verificación de calidad no muestran la misma coincidencia. Este último aspecto llama la atención del equipo auditor, ya que se han realizado visitas a proyectos de conservación vial y se ha consultado a inspectores sobre si conocen la lista de eventos definidos previos al proceso constructivo y dónde llevan el registro de los mismos, sin embargo, muchos de ellos han denotado desconocimiento del tema. Según lo anterior es criterio del equipo auditor que podría existir ausencia de control en el registro de afectaciones a los procesos constructivos en algunas zonas de conservación vial, debido a que los inspectores no han sido instruidos sobre las tareas que deberían ejecutar en relación al tema del IRI durante el proceso constructivo.

Otro aspecto que a criterio de la auditoría se debería aclarar es que el registro de las afectaciones al proceso constructivo no se debería delegar en ningún momento a la empresa contratista, ya que esto abre la posibilidad de que la documentación de eventos responda a los intereses propios del contratante.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 64 de 87
-------------------------	--	-----------------

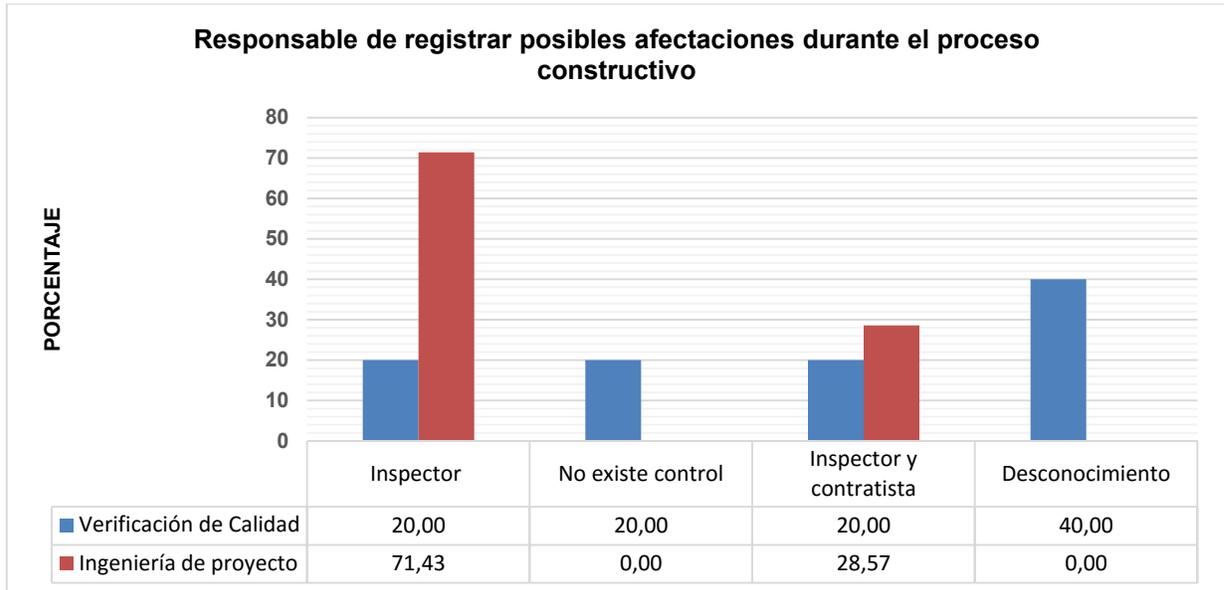


Figura 28. Profesional responsable de registrar posibles afectaciones durante el proceso constructivo. Fuente: CONAVI, 2018.

### Sobre las singularidades

Con respecto al tema de singularidades de igual forma se realizaron diferentes consultas, sobre los encargados de su definición, momento en que se han definido las singularidades en los proyectos de conservación vial y se muestran los principales resultados extraídos del análisis de la encuesta realizada.

Referente al tema del concepto de singularidad el 100% de los encuestados dijo tener conocimiento sobre la definición del concepto de singularidad.

Por otra parte, se evidenciaron diferencias entre las respuestas brindadas por la ingeniería de proyecto y la verificación de calidad en relación al encargado de definir las singularidades del proyecto. Por ejemplo, el 57,14% de los ingenieros de proyecto encuestados indicaron que la ingeniería de proyecto era la encargada de definir las singularidades, mientras que el 28,57% señaló que tanto la ingeniería de proyecto, administrador vial, verificación y contratista son los encargados de definir las singularidades, por otro lado, el 14,29% de las ingenierías de proyecto indicó que la definición de singularidades está a cargo de Administrador Vial y el contratista. En el caso de los organismos de verificación de calidad se observaron diferentes criterios en relación con el encargado de definir singularidades, como se evidencia en la Figura 29, ya que por ejemplo, el 40 % indicó que eran ellos mismos los encargados de definir las singularidades. Sin embargo, ninguna de las ingenierías de proyecto indicó que la definición de singularidades era responsabilidad de estos laboratorios de verificación.



El principal aspecto que llama la atención del equipo auditor es la heterogeneidad de respuestas entre las ingenierías de proyecto y la verificación de calidad e inclusive se evidenciaron diferencias entre los mismos entes. La condición evidenciada hace pensar que el proceso de evaluación y definición de singularidades no es un proceso estandarizado en las diferentes zonas de conservación vial, lo cual podría generar que algunos de los partícipes del proceso de definición de singularidades estén asumiendo funciones que no son las que les corresponden.

Se debe mencionar que tanto el cartel de licitación como el oficio GCSV-70-2016-4231 indican que la definición de singularidades es una diligencia de la ingeniería de proyecto, por lo que gran parte de las respuestas de las encuestas difieren del lineamiento establecido por la Administración.

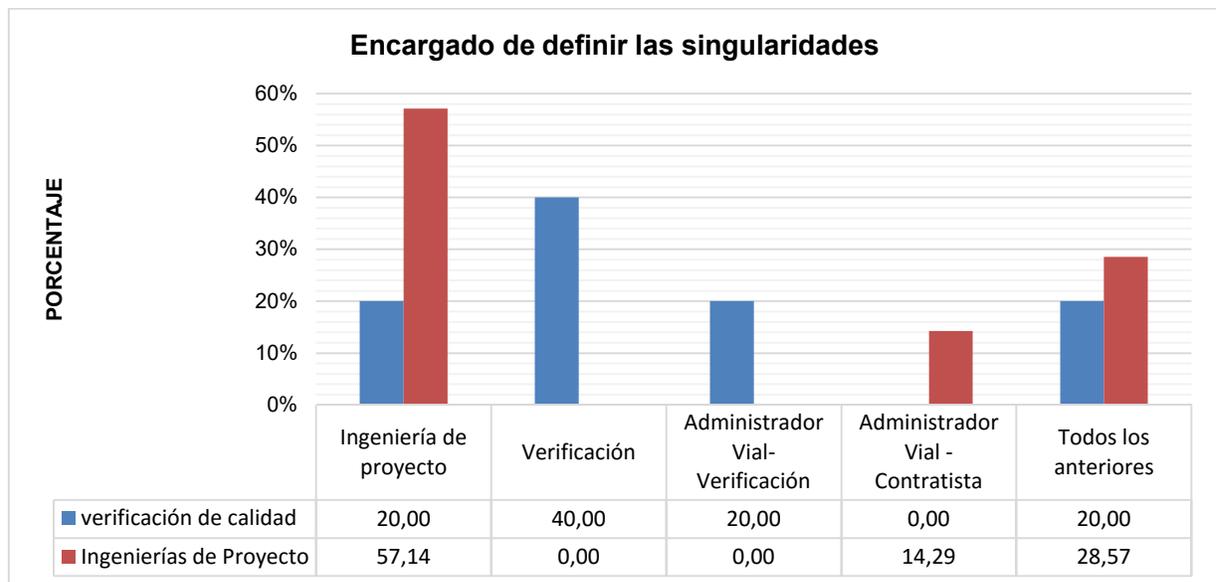


Figura 29. Profesional encargado de definir las singularidades del proyecto.  
Fuente: CONAVI, 2018.

En relación con la consulta sobre las funciones del Administrador Vial en la definición de singularidades, los registros de las respuestas contenidas en la Figura 30 muestran un patrón similar a las respuestas brindadas por la ingeniería de proyecto y la verificación de calidad en relación con la consulta sobre la incidencia del Administrador Vial en la definición de eventos. En este caso el 71,43% de las ingenierías de proyectos y el 40% de los organismos de verificación mencionaron que el Administrador Vial propone y realiza el levantamiento de singularidades. Mientras el 28,57% de las ingenierías de proyecto y 40% de verificación de calidad indicaron que el Administrador Vial tiene un papel relevante en la definición de singularidades. De igual forma como se mencionó anteriormente se evidencia que existen diferencias en el rol que ha asumido el Administrador Vial en la ejecución de labores de definición de singularidades en las diferentes zonas de conservación vial.



Por lo tanto, se recomienda a la Administración ajustar la participación del Administrador Vial en el proceso de definición de singularidades a lo especificado en el oficio GCSV-79-2017-1007.

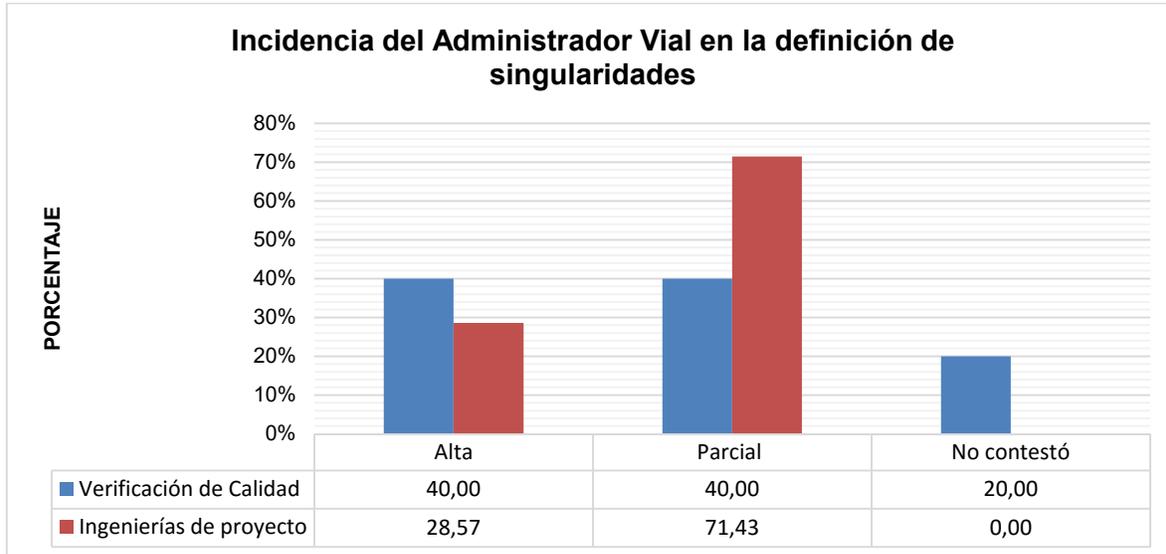


Figura 30. Incidencia del administrador vial en la definición de singularidades.  
Fuente: CONAVI, 2018.

Por otra parte, sobre el análisis de la pregunta sobre el momento en que se definieron las singularidades en los proyectos de Conservación Vial, se identificó que la mayoría de los encuestados coincidió en que la definición de singularidades se realizó al inicio del proyecto, respuesta acorde a lo planteado en la especificación del cartel de licitación y oficio GCSV-79-2017-1007.

Además, se observa en la Figura 31 que el 80% de los Organismos de Verificación de Calidad y el 42,86% de las Ingenierías de Proyecto mencionaron que se han definido singularidades una vez finalizados los trabajos, pero antes de la medición del perfil longitudinal, la razón de esta tendencia puede obedecer a la aceptación de eventos por parte de la Ingeniería de Proyecto.

Por último, se debe mencionar que el 80% de las verificadoras de calidad señalaron que se han definido singularidades posteriores a la medición del perfil longitudinal, sobre este aspecto es criterio del equipo auditor que no debería existir la necesidad de definir ningún tipo de singularidad una vez que se haya realizado la medición del perfil longitudinal ya que no hay ninguna afectación al proceso constructivo y ya todos los eventos tuvieron que haber sido debidamente documentados y validados.



Por lo tanto, se recomienda a la Administración que la definición de singularidades se debería limitar a la lista de singularidades levantada al inicio del proyecto, la validación de eventos que técnicamente afectaron el proceso constructivo y fueron debidamente documentados, así como la validación en casos especiales en que por condiciones de fuerza mayor se haya afectado el proceso de medición del IRI.

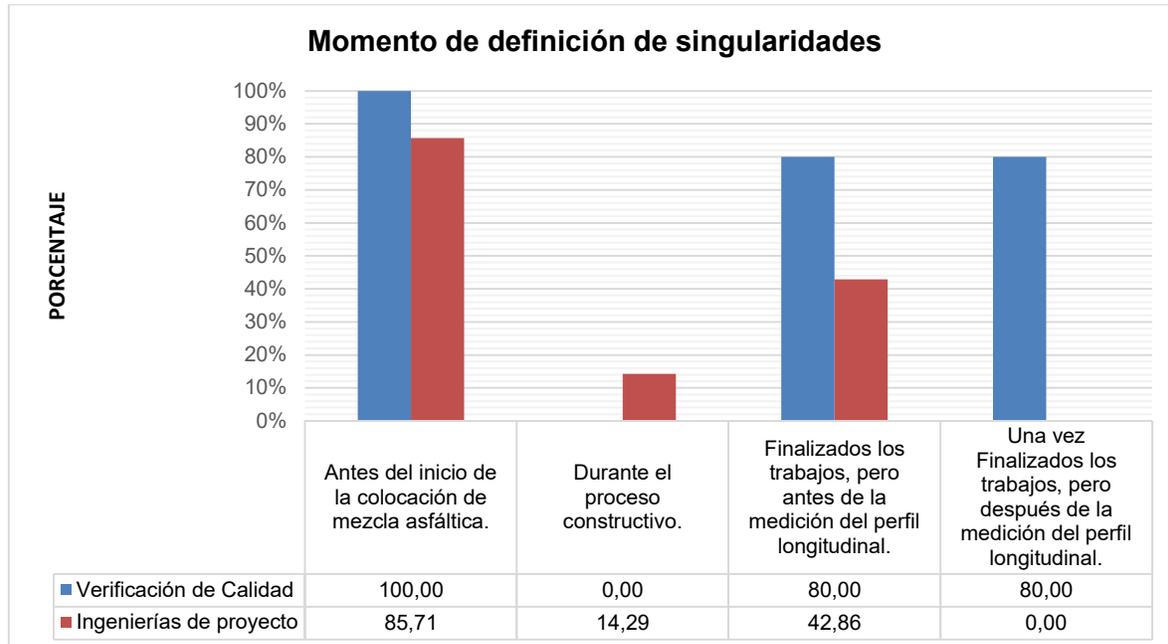


Figura 31. Momento en que se definen las singularidades en los proyectos de conservación de la red vial nacional.

Fuente: CONAVI, 2018.

### Sobre los casos donde se aplican las mediciones del perfil longitudinal

En relación con las consultas realizadas sobre los casos en donde se aplican las mediciones de IRI según los tratamientos aplicados, se evidenció que existe desconocimiento en ciertos tipos de escenarios por lo cual se podrían haber aplicado de forma incorrecta los lineamientos indicados en el oficio GCSV-70-2016-4231.

Se muestran a continuación los principales resultados del análisis de las encuestas aplicada:

- **Bacheo a profundidad:**

De acuerdo con las respuestas obtenidas de las encuestas una Ingeniería de Proyecto indicó que se debían realizar mediciones de IRI antes y después del bacheo a profundidad, mientras otro ingeniero de proyecto señaló que solo se debe realizar después del bacheo a profundidad. El restante de encuestados contestó que no era necesario solicitar la medición de IRI en este tipo de intervención.

Sobre este aspecto el oficio GCSV-70-2016-4231, señala que para este tipo de intervención no se requiere medición de regularidad, por lo que se estaría incurriendo en mediciones adicionales de IRI por parte de la Administración.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 68 de 87
-------------------------	--	-----------------



- **Saneamiento con bacheo y posterior recarpeteo**

Las respuestas brindadas por los encuestados permitieron evidenciar que este escenario de intervención, corresponde al caso en que se ha generado más confusión en relación al momento en que se realizó o se debe realizar la medición. Los resultados indicaron que tres organismos de verificación y una ingeniería de proyecto señalaron que se debe realizar una medición antes del saneamiento con el bacheo a profundidad y una medición posterior con el recarpeteo. Por otro lado, el restante de los encuestados que registraron casos de este tipo de intervención señalaron que se realizaron mediciones después del saneamiento y después del recarpeteo, como efectivamente lo indica el oficio GCSV-70-2016.

Por lo tanto, llama la atención que más de la mitad de los organismos de verificación de calidad hayan señalado erróneamente que se debe realizar una medición antes del saneamiento con el bacheo a profundidad, en contraste con la mayoría de ingenierías de proyecto que indicaron de forma correcta los momentos de medición del IRI. La medición del IRI previo al saneamiento con bacheo a profundidad permitiría que el contratista sea evaluado con valores de IRI mayores, facilitando el margen de cumplimiento del contratista, y permitiendo que se alcancen valores de IRI mayores a los esperados con ambas actividades.

- **Perfilado y recarpeteo**

En el caso de la intervención que contempla perfilado y recarpeteo casi la totalidad de los encuestados indicaron que la medición del perfil longitudinal se debe realizar antes del perfilado y después del recarpeteo tal como lo indica el oficio GCSV-70-2016.

Sin embargo, una ingeniería de proyecto indicó que la medición del IRI se debe realizar antes del perfilado, después del perfilado y después de la colocación de la sobrecapa asfáltica. La condición descrita anteriormente por la ingeniería de proyecto generaría una medición adicional a la estipulada en el oficio GCSV-70-2016, lo cual haría incurrir en costos adicionales a la Administración por los servicios de verificación de calidad del parámetro del IRI.

- **Rehabilitación**

En relación con el escenario de rehabilitación la mayoría de los encuestados indicaron que la medición del perfil longitudinal solo se debe medir una vez que se ha ejecutado la medición tal como lo establece el oficio GCSV-70-2016.

No obstante, dos ingenierías de proyecto indicaron que se debe realizar una medición de IRI previo a la ejecución de la rehabilitación en contraste a lo indicado en el oficio anteriormente señalado, por lo que es criterio del equipo auditor que esto obedece a una falta de atención a los lineamientos establecidos que podrían ocasionar que se incurra en un costo adicional para la Administración.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 69 de 87
-------------------------	--	-----------------



Sobre el proceso de pago y aceptación de proyectos en que se requiere la medición del perfil longitudinal.

En este apartado de la encuesta se realizaron consultas relacionadas sobre situaciones que han experimentado las ingenierías de proyecto y las verificadoras de calidad en relación con la aplicación y evaluación del IRI como parámetro de desempeño en los trabajos de conservación vial. Por lo que se realizaron consultas referentes a los procesos adoptados en casos de incumplimientos, sanciones aplicadas, así como tipos de reparaciones aplicadas.

Referente al caso de incumplimientos del IRI, se consultó sobre los mecanismos aplicados en caso de que hubiera persistencia de valores de IRI deficientes posterior a que las ingenierías de proyecto hayan solicitado la reparación de los tramos con incumplimientos. Los resultados de la encuesta señalaron que el 57,14% de las Ingenierías de Proyecto indicaron que habían solicitado una nueva reparación por parte del contratista, mientras que el mismo porcentaje indicó que había aplicado una penalización económica. Por otro lado, el 40 % de los Organismos de Verificación de Calidad mencionó que en sus proyectos se había ejecutado una penalización económica, el mismo porcentaje indicó no haber registrado casos y el 20% señaló que se volvió a solicitar una reparación adicional de los tramos con incumplimientos.

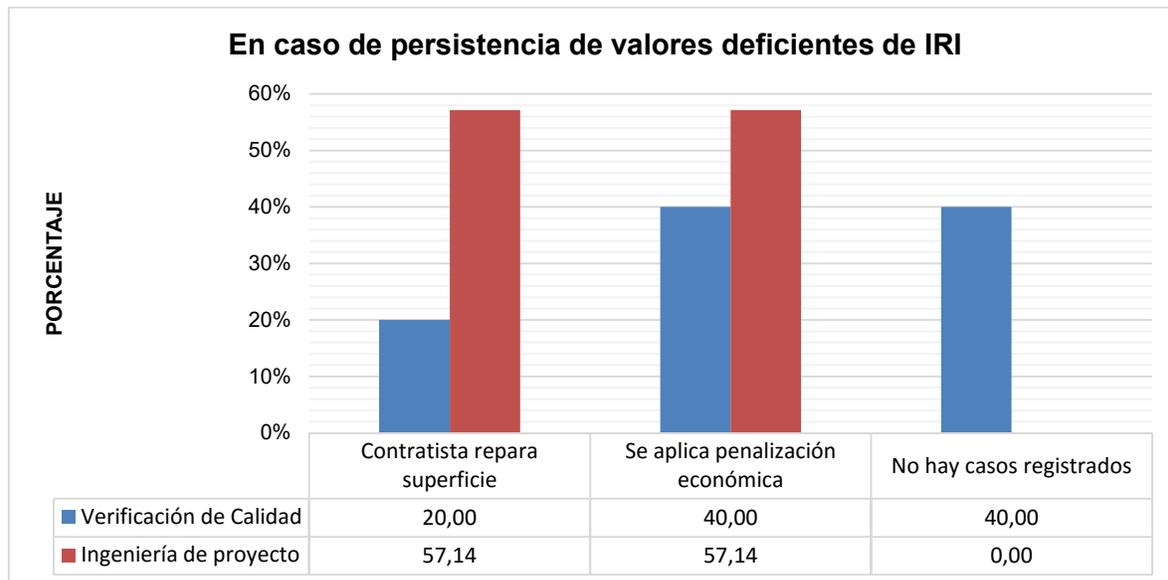


Figura 32. Mecanismos aplicados en caso persistencia de valores deficientes de IRI en reparaciones ejecutadas por el contratista. Fuente: CONAVI, 2018.

En relación con las sanciones económicas por incumplimientos de IRI, se consultó a los encuestados sobre el mecanismo de sanción aplicado a la mezcla asfáltica en relación con el espesor colocado. Los resultados de la encuesta indicaron que el 57,14 % de las Ingenierías de Proyecto y el 20 % de los Organismos de Verificación de Calidad aplicaron o hubiesen aplicado la sanción a la última capa de espesor, mientras el 42,86% de las Ingenierías de Proyecto y 20% de los Organismos de Verificación de Calidad indicaron que se consideró o se contemplaría aplicarlo a todo el espesor de capa.

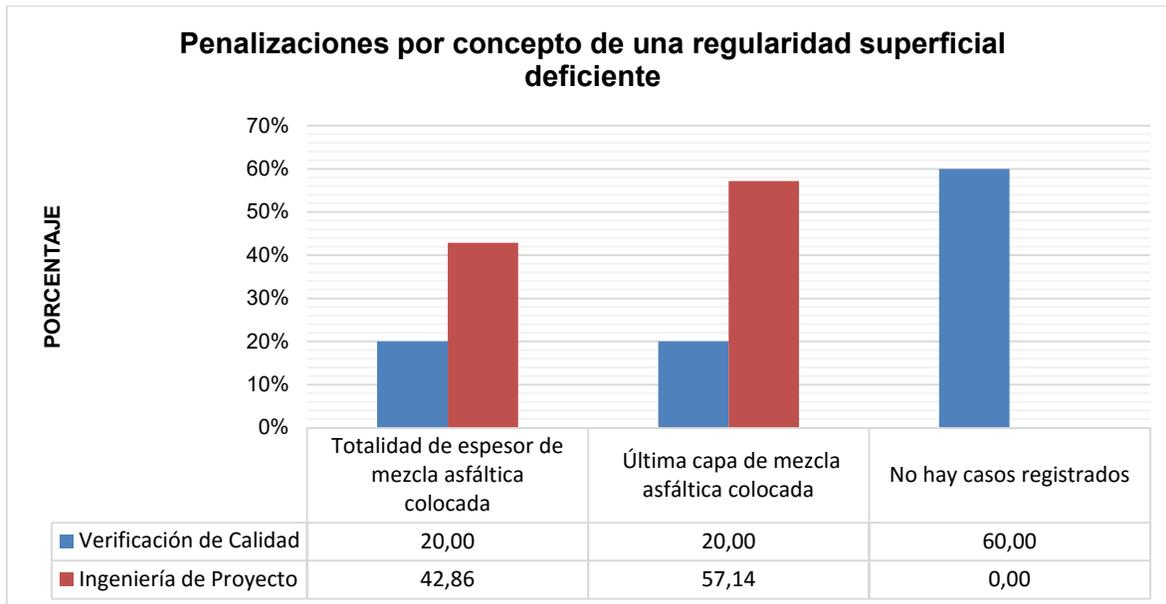


Figura 33. Mecanismo de aplicación de multas por incumplimientos en la regularidad superficial de tramos. Fuente: CONAVI, 2018.

Por último, referente al tipo de reparación seleccionado por el contratista para corregir los defectos del proceso constructivo que incidieron en la regularidad superficial, tanto la Ingeniería de Proyecto como el Organismo de Verificación de Calidad señalaron que las técnicas que se han utilizado son el microperfilado y el perfilado y recarpeteo: Sin embargo, las mismas Ingenierías de Proyecto mencionaron que la técnica de microperfilado no ha sido efectiva en algunos casos ya que ha generado otro tipo de deterioros.

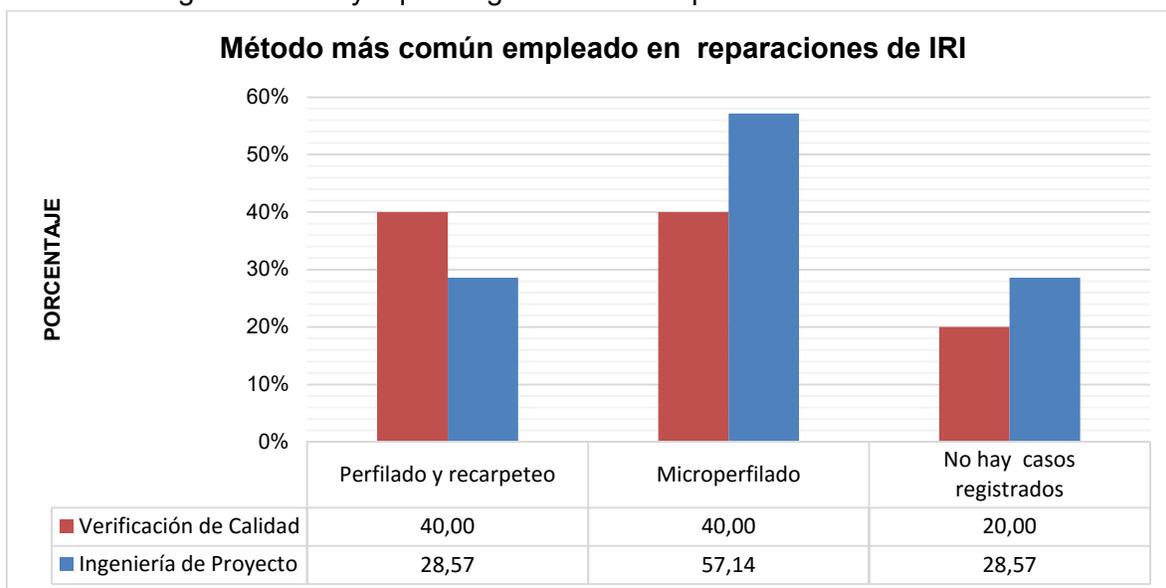


Figura 34. Métodos utilizados por contratista en reparaciones de tramos con incumplimientos de IRI. Fuente: CONAVI, 2018.



En relación con los resultados de la encuesta, se evidencia que existe variabilidad en los métodos aplicados por las ingenierías de proyecto en caso de persistencia de valores de IRI posterior a reparaciones, así como en el tipo de sanción aplicada o que se debería aplicar en caso de incumplimientos.

A criterio del equipo auditor, la condición anterior responde a la ausencia de lineamientos o claridad en la especificación actual y oficios adicionales derivados del tema, sobre aspectos de incumplimientos de los valores de IRI en los proyectos. Lo anterior ha ocasionado que las ingenierías de proyecto determinen según su criterio cuál es el método más acertado para confrontar el incumplimiento de regularidad superficial en los proyectos de conservación.

Por lo tanto, es criterio del equipo auditor que debe existir una retroalimentación entre las ingenierías de proyecto y la Gerencia de Conservación Vial, de manera que, a partir de las experiencias de la contratación actual, se establezcan mecanismos de acción y multas en caso de que se presenten incumplimientos de IRI, de forma tal que se logre estandarizar el proceso de evaluación y aceptación del IRI como parámetro desempeño.

Por otro lado, el equipo auditor comparte la preocupación de algunas ingenierías de proyecto sobre el tipo de reparación del microperfilado, ya que como también se han evidenciado en visitas de campo las reparaciones realizadas con esta técnica en algunas ocasiones han generado el desnudamiento de la capa de ruedo siendo susceptibles al mecanismo de falla como el daño por humedad y desprendimientos. Por lo que es criterio del equipo auditor que esta técnica de reparación debe estar acompañada de un monitoreo por parte de las ingenierías de proyecto de manera que se garantice el correcto desempeño de la estructura de pavimento y en caso de presentarse deterioros, exigir la garantía de los trabajos ejecutados.

#### Sobre oportunidades de mejora a la especificación actual de IRI

Para finalizar en el último apartado de la encuesta se realizó la consulta sobre el criterio de los profesionales involucrados en el control de regularidad superficial (IRI) en proyectos de mantenimiento y conservación de la red vial nacional en relación con oportunidades de mejora a la especificación establecida en el cartel de licitación pública número 2014LN-000018-0CV00.

En la Figura 35 se muestra el resumen de las recomendaciones y oportunidades de mejora señaladas por las ingenierías de proyecto y organismo de verificación de calidad encuestadas.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 72 de 87
-------------------------	--	-----------------

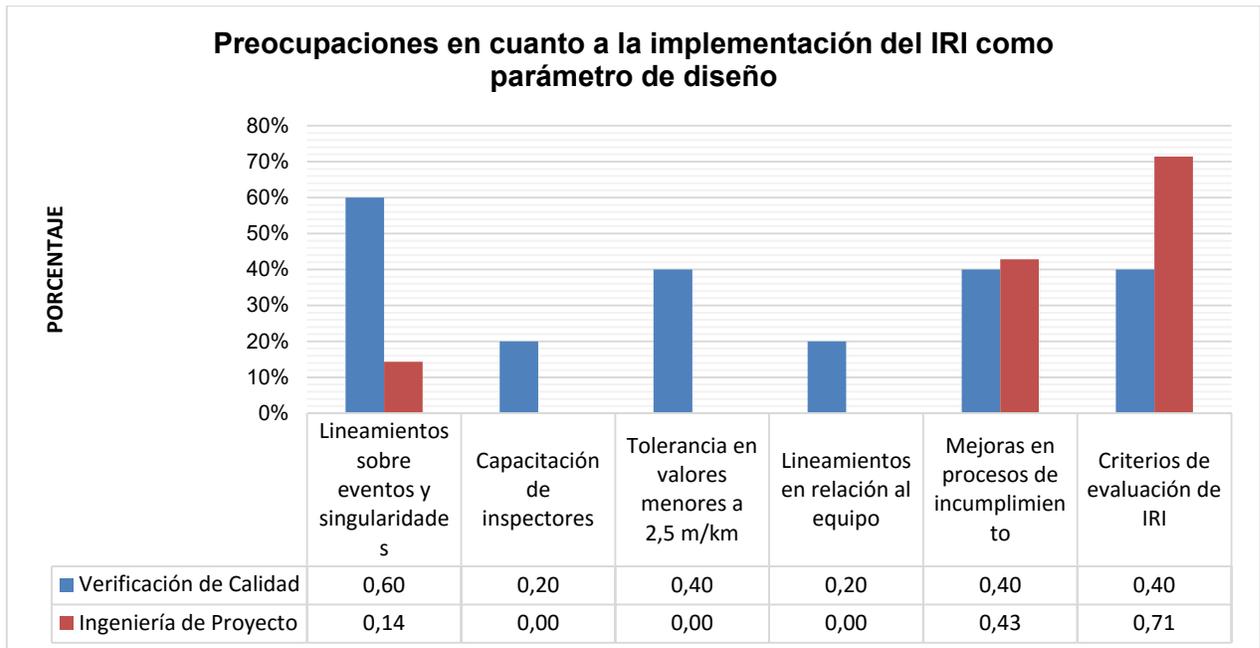


Figura 35. Sugerencias sobre oportunidades de mejora en la implementación del IRI como parámetro de desempeño por las ingenierías de proyecto y organismos de verificación de calidad.

Fuente: CONAVI, 2018.

Se resumen a continuación los principales señalamientos según el porcentaje de respuesta comunes entre los encuestados:

### 1. Criterios de evaluación de IRI

Esta categoría agrupó diferentes recomendaciones en relación con los criterios o valores de IRI bajos, con los cuales se evalúan actualmente los trabajos o intervenciones ejecutados para la conservación de la red vial pavimentada.

A manera general las ingenierías de proyecto y las verificadoras sugirieron la valoración de especificar valores o rangos distintos de IRI para carreteras montañosas, así como clasificaciones y rangos según la jerarquía de ruta, especialmente normar valores en rutas terciarias. También se sugirió que se adaptará la especificación a los valores y normativa establecida en el CR-2010.

### 2. Mejoras en el proceso de incumplimiento

Sobre este aspecto tanto las ingenierías de proyecto como las verificadoras de calidad recomendaron la generación de lineamientos o especificaciones más claras sobre los procedimientos (cantidad de reparaciones permitidas, plazos, multas) a aplicar en el caso de incumplimientos de valores de IRI. Lo anterior también fue señalado por el equipo auditor en el presente hallazgo, donde se evidenció que no hay claridad en relación con la aplicación de sanciones y cantidad de reparaciones autorizadas para que el contratista logre reparar los tramos con incumplimientos de IRI.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 73 de 87
-------------------------	--	-----------------



### 3. Lineamientos sobre eventos y singularidades

En este caso más de la mitad de los organismos de verificación de calidad y una de las ingenierías de proyecto recomendó que se generen especificaciones más claras y lineamientos sobre los conceptos y casos de eventos y singularidades, así como se establezcan con mayor claridad las responsabilidades que debe desempeñar cada uno de los partícipes del proceso de control de regularidad superficial de los proyectos de conservación vial.

Lo anterior coincide con los señalamientos del equipo auditor en relación con el diagnóstico generado a partir de las encuestas realizadas, donde se evidenció que no hay claridad y concordancia entre los involucrados en el proceso en referencia a conceptos, momentos de aplicación de eventos y singularidades, así como las asignaciones o roles que desempeña de cada uno de los profesionales partícipes del proceso.

### 4. Especificaciones para valores menores a 2,5 m/km

En relación con la generación de especificaciones para valores iniciales de IRI menores a 2,5m/km en sobrecapas asfálticas, dos de las verificadoras recomendaron generar nuevos lineamientos al justificar que para valores menores a 2,5 m/km se ha dificultado el cumplimiento del mismo. Este aspecto fue mencionado por el equipo auditor en el hallazgo 3 del informe, donde se recomendó que para valores menores a 2,5 m/km se brinde un poco mayor grado de flexibilidad al solicitar que únicamente el tramo no desmejore y para los valores menores a 1,9 se sugirió que se elimine el grado de cumplimiento de que el tramo desmejore y se proponga más bien que el tramo analizado no supere el valor de 1,9 m/km.

### 5. Otros aspectos

También se debe mencionar que en menor grado se sugirió que se realicen capacitaciones a inspectores en aras de que su participación del proceso sea acorde a la función que deben desempeñar, así como lineamientos en relación con los equipos de medición, aspectos que también son compartidos por el equipo auditor.

En resumen, se debe indicar que las recomendaciones señaladas por la ingeniería de proyecto y la verificación de calidad coinciden en su mayoría con los criterios emitidos en este informe, por lo que la adopción y mejora de las especificaciones actuales dependen de la retroalimentación y experiencia de los partícipes en el proceso de control de regularidad superficial del actual contrato de conservación vial.

Por lo tanto, es criterio del equipo auditor que las partes interesadas, en conjunto con el LanammeUCR deben trabajar en la gestión de las inquietudes planteadas en este apartado de manera que se logren subsanar los vacíos evidenciados hasta el momento en la ejecución de la licitación 2014LN-000018-0CV00.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 74 de 87
-------------------------	--	-----------------



## 12. CONCLUSIONES

1. Se observó que los proyectos de rehabilitación y sobrecapas ejecutados mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00 presentaron una mejor regularidad superficial en comparación con los proyectos ejecutados antes de esta contratación. Este aspecto resalta la importancia que tuvo la inclusión de parámetros de regularidad superficial como elemento para el control de la calidad en proyectos de conservación vial.
2. Se evidenció que, en promedio, los proyectos de rehabilitación ejecutados mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00 presentaron cumplimientos del 90 %, en términos de regularidad superficial.
3. Se evidenció que, en promedio, los proyectos de sobrecapa ejecutados mediante la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, sobre rutas primarias, secundarias y terciarias, presentaron cumplimientos del 94 % en términos de regularidad superficial. Por otra parte, los proyectos de sobrecapa ejecutados sobre rutas de travesía presentaron, en promedio, cumplimientos del 80 %.
4. En el caso de sobrecapas, se observó que el criterio de “mantener la condición inicial” fue el que presentó menores porcentajes de cumplimiento, especialmente cuando los valores de MRI inicial eran muy bajos.
5. Para una muestra de tramos de sobrecapa y rehabilitación se observó que el IRI calculado por el LanammeUCR fue en promedio mayor al calculado por el resto de laboratorios de verificación de la calidad. Estas diferencias pueden responder a diversos factores, el más trascendental corresponde al hecho de que el IRI se calcula sobre un perfil longitudinal de la carretera ubicado sobre la huella de conducción, de tal forma que representa la calidad de rodado que percibe el usuario. Sin embargo, a lo ancho de la carretera existen múltiples perfiles longitudinales, cuyos valores de IRI asociados pueden ser ligeramente distintos, lo cual puede justificar parte de las diferencias evidenciadas en el presente informe.
6. Se observó que en algunos proyectos de sobrecapa, ejecutados bajo el marco de la licitación 2014LN-000018-0CV00, no se realizó medición inicial del perfil longitudinal. Por lo tanto, no fue posible determinar si estos proyectos presentaron una regularidad superficial adecuada según los criterios establecidos en el cartel de licitación pública.
7. Se observaron diferencias entre la información de regularidad superficial expuesta en un informe de verificación de la calidad, con respecto a la información suministrada en formato digital por el correspondiente laboratorio.
8. Se observaron inconsistencias entre los criterios emitidos en algunos de los informes de regularidad superficial de proyectos de conservación, con respecto a la especificación cartelaria. Por ejemplo, para un informe de rehabilitación en una ruta primaria se indicó que valores de MRI iguales a 2,5 m/km cumplieran con el criterio

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 75 de 87
-------------------------	--	-----------------



cartelario, cuando para estas rutas el cartel de licitación establece un MRI máximo de 1,9 m/km.

9. Se evidenciaron deficiencias en el contenido de algunos de los informes de ensayo sobre la regularidad superficial de proyectos de conservación. Específicamente se observó que algunos informes omitían aspectos como: la inclusión de coordenadas geográficas para ubicar con exactitud los tramos evaluados, la emisión del criterio cartelario de cumplimiento y el análisis de regularidad superficial del tramo final de proyecto.
10. Se evidenció a manera general falta de concordancia en las respuestas suministradas por las ingenierías de proyecto y los organismos de verificación de calidad en relación con la conceptualización, implementación y aplicación del índice regularidad superficial (IRI) en proyectos de conservación vial.
11. Se evidenció falta de claridad en los lineamientos e implementación de los eventos y singularidades por parte de algunas ingenierías de proyecto y organismos de verificación de calidad.
12. Se evidenció que no existen mecanismos claros para las ingenierías de proyecto en relación con el incumplimiento reincidente de valores de IRI así como procedimientos claros para la aplicación de sanciones por incumplimientos.
13. Se identificaron debilidades y desconocimiento sobre la medición del parámetro del IRI en escenarios de intervención según la experiencia de la ingeniería de proyecto y verificación de calidad, que podrían representar costos adicionales para la Administración.
14. Se identificaron oportunidades de mejora a la especificación para el control de la regularidad superficial (IRI) en proyectos de mantenimiento y conservación de la red vial nacional, con base en el diagnóstico basado en la experiencia de los organismos de verificación de calidad e ingenierías de proyecto en la ejecución de la contratación vigente.

### 13. RECOMENDACIONES

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones con el objetivo de que la Administración pueda mejorar algunos aspectos relacionados con la aplicación del parámetro de regularidad superficial IRI en proyectos de conservación vial.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 76 de 87
-------------------------	--	-----------------



## A la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

- Se recomienda a esta Gerencia valorar los resultados de regularidad superficial y cumplimiento cartelario expuestos en el presente informe, ya que esta información constituye un insumo valioso para la elaboración y justificación de especificaciones en futuros carteles de licitación pública relacionados con la atención de actividades de conservación vial.
- Con el propósito de facilitar el manejo y análisis de la información generada por los laboratorios de verificación de la calidad, sobre la regularidad superficial en proyectos de conservación vial, se recomienda que esta Gerencia a través del Departamento de Verificación de la Calidad solicite a los laboratorios que la información generada también se entregue en formato digital de hojas de cálculo. Lo anterior, con el propósito de identificar inconsistencias como la señalada en el Hallazgo 3, además de elaborar una base de datos que permita darle una mejor trazabilidad a la regularidad final de proyectos de conservación vial, información que también podría ser utilizada como insumo para la gestión de activos de mantenimiento vial.
- Se recomienda a esta Gerencia definir un responsable único para la coordinación de las mediciones de IRI, con tal de que no exista duda sobre quién debe comunicar al correspondiente laboratorio de verificación de la calidad la fecha, ubicación y longitud de las mediciones de perfil longitudinal en proyectos de conservación vial.
- En cuanto a las deficiencias evidenciadas respecto al contenido de los informes de verificación de la calidad, se recomienda a esta Gerencia la emisión de una lista de chequeo que indique los componentes necesarios para la aceptación de estos informes. Lo anterior, con el objetivo de garantizar que todos los informes que se reciban cuenten con la información requerida por la Administración.
- Se recomienda la estandarización de los mecanismos de aplicación para el control de regularidad en los proyectos de conservación vial que actualmente están ejecutando las ingenierías de proyecto, de manera que se elimine las diferencias de criterio entre las zonas de conservación vial y se logre homologar el proceso.
- Se sugiere instruir a los Administradores Viales en el rol que les compete asumir dentro del proceso de control de regularidad superficial en proyectos. Así como la capacitación de los inspectores de las zonas de conservación vial en relación con el tema de singularidades y eventos de manera que puedan llevar el adecuado registro de las afectaciones al proceso constructivo por situaciones externas.
- Se sugiere la generación de lineamientos a la especificación actual en relación con el proceder por parte de la ingeniería de proyecto en caso de incumplimientos y sanciones.
- Se recomienda la formación de un grupo de estudio de la especificación a partir de la retroalimentación de la experiencia de los ingenieros de proyectos y de verificación de calidad en la actual contratación de manera que se puedan atender las observaciones y recomendaciones planteadas por ellos mismos para una posterior mejora del ítem.



## 14. REFERENCIAS

- American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard Terminology Relating to Vehicle – Pavement Systems ASTM 867-06. Estados Unidos: ASTM.*
- Consejo Nacional de Vialidad (2015). Licitación Pública No. 2014LN-000018-0CV00 “MP Y R: Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada”. CONAVI, San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Vialidad. (2016). *Oficio GCSV-70-2016-4231 "Medición de regularidad superficial de pavimentos (IRI) para Licitación 2014LN-000018-0CV00"*. San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Vialidad. (2016). *Oficio GCSV-70-2016-4667 (0984) "Aclaraciones respecto a medición de regularidad superficial de pavimentos (IRI) como servicio de verificación de calidad asociado a la contratación 2016CD-000002-0GCSV"*. San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Vialidad. (2017). *Oficio GCSV-79-2017-1007 "Aclaraciones sobre algunos aspectos del proceso de medición del índice de Regularidad Internacional (IRI)"*. San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Vialidad. (2018). *Oficio GCSV-21-2018-1819 "Formulaciones teórico prácticas referidas a la evaluación del Índice de Regularidad Internacional -IRI- en carreteras a cargo de esta Administración"*. San José, Costa Rica.
- Herra Gómez, L., Rodríguez Morera, J., Guerrero Aguilera, S., Salas Chaves, M., Sequeira Rojas, W., Loria Salazar, L. G. (2017). Informe de Auditoría Técnica: LM-PI-AT-029-2017 *Evaluación de parámetros de desempeño (IRI, FWD) en proyectos de rehabilitación de la Red Vial Nacional ejecutados mediante la Licitación Pública 2009LN-00003-CV*. San José, Costa Rica: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte (2010). Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR – 2010, Dirección General de Vialidad. San José, Costa Rica.
- Sayers, M., Gillespie, T., y Paterson, W. (1982). Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Sayers, M., y Karamihas, S. (1998). *The Little Book of Profiling*. Michigan: Universidad de Michigan.



<b>EQUIPO AUDITOR</b>		
<b>Preparado por:</b> Ing. Luis Diego Herra Gómez Auditor Técnico	<b>Revisado por:</b> Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor Técnico	<b>Revisado por:</b> Ing. Mauricio Salas Chaves Auditor Técnico
<b>Aprobado por:</b> Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica - PITRA	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA	<b>Visto bueno de legalidad:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR



## 15. ANEXOS

### 15.1. Resumen con los informes de ensayo elaborados por los laboratorios de verificación de la calidad sobre la regularidad superficial en proyectos de conservación

Tabla 22. Informes de ensayo sobre la regularidad superficial en proyectos de sobrecapa.

N°	Número de informe	Ruta	Laboratorio	N°	Número de informe	Ruta	Laboratorio
1	17-OTL-0722-1231	2	VIETO	28	01-0605-2017	245	LGC
2	17-OTL-0811-1231	1		29	01-0606-2017	137	
3	17-OTL-0812-1231	145		30	01-0607-2017	247	
4	18-OTL-0358-1231	238		31	01-0615-2018	180	
5	18-OTL-0360-1231	2		32	01-0728-2017	129	
6	18-OTL-0373-1231	2		33	01-0732-2017	4	
7	18-OTL-0525-1231	34		34	01-0733-2017	4	
8	18-OTL-0526-1231	34		35	01-0841-2018	150	
9	18-OTL-0527-1231	34		36	01-0842-2018	160	
10	18-OTL-0529-1231	34		37	01-0844-2018	159	
11	18-OTL-0540-1231	238		38	01-1004-2017	253	
12	18-OTL-0551-1231	1		39	01-1060-2018	933	
13	18-OTL-0552-1231	1		40	01-1061-2018	911	
14	18-OTL-0645-1231	223		41	01-1064-2018	140	
15	18-OTL-0748-1231	142		42	01-1116-2017	247	
16	18-OTL-1125-1231	223		43	01-1305-2017	748	
17	1924-2018	10	CACISA	44	01-1307-2017	159	OJM
18	2144-2018	239		45	01-1418-2017	152	
19	2142a-2018	11501		46	01-1991-2017	4	
20	2143a-2018	11502		47	01-0036-2017	4	
21	1893-2018	10354	LGC	48	10-160-2018	2	ITP
22	01-0155-2017	249		49	10-169-2018	34	
23	01-0202-2017	745		50	10-199-2018	11504	
24	01-0374-2017	102		51	10-203-2018	11505	
25	01-0375-2017	126		52	ITP-023-17	612	
26	01-0485-2018	250		53	ITP-1003-17-E	2	
27	01-0486-2018	4		54	ITP-404-18	34	



Tabla 23. Informes de ensayo sobre la regularidad superficial en proyectos de rehabilitación.

N°	Número de informe	Ruta	Laboratorio	N°	Número de informe	Ruta	Laboratorio
1	17-OTL-0755-1231	1	VIETO	10	01-0840-2018	21	LGC
2	18-OTL-0233-1231	1		11	01-0184-2018	256	
3	18-OTL-0749-1231	1		12	01-0619-2018	126	
4	18-OTL-0250-1231	4		13	01-0936-2018	751	
5	18-OTL-0359-1231	14		14	01-1063-2018	933	
6	17-OTL-0902-1231	142		15	01-1107-2017	241	
7	18-OTL-1124-1231	223		16	01-2000-2017	126	
8	ITP-176-17	21	ITP	17	01-2011-2017	256	CACISA
9	ITP-923-17	141		18	1727-2018	39	



15.2. Oficio GCSV-21-2019-0365 (182)



GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hugo.zuniga@conavi.go.cr

LDH, MS, SG

Montes de Oca, 28 de enero de 2019
GCSV-21-2019-0365 (182)

Ingeniera Wendy Sequeira, Auditoría Técnica LANAMME

Handwritten receipt stamp: Universidad de Costa Rica LANAMME 28 ENE 2019 RECIBIDO Ana Delgado 9:37 AM

REFERENCIA: Informe en versión preliminar: LM-PI-AT-150B-18

Estimada Ing. Sequeira:

Reciba un cordial saludo. A continuación, nos referimos a los puntos señalados como Hallazgos en el informe de referencia; para ello, se transcribe lo indicado en cada caso en el informe y enseguida se realizan las observaciones que al respecto estima pertinentes esta Administración:

HALLAZGO 1: SE EVIDENCIÓ QUE EN ALGUNOS PROYECTOS DONDE SE CONSTRUYÓ SOBRECAPA NO SE REALIZÓ LA MEDICIÓN INICIAL DEL PERFIL LONGITUDINAL.

Se adjunta el oficio 026-2019 de la empresa LGC Ingeniería de Pavimentos, en el cual dicho laboratorio de ensayo se refiere a los motivos por los cuales se presentó la no realización de la medición inicial del IRI en los proyectos de colocación de sobrecapa en las rutas nacionales 745 y 180; a saber, que dicha actividad no le fue debidamente requerida por la ingeniería de zona conforme lo estipula la especificación cartelaria.

HALLAZGO 2: SE OBSERVARON INCONGRUENCIAS ENTRE LA INFORMACIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EXPUESTA EN UN INFORME DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN FORMATO DIGITAL POR EL CORRESPONDIENTE LABORATORIO.

Se adjunta nota -sin firma, pero recibida mediante correo electrónico- de la empresa Vieto y Asociados donde explica, según su criterio, las causas de la incongruencia señalada entre la información digital y el informe de verificación de calidad correspondiente (No. 18-OTL-0748-1231); pudiendo resumirse la situación allí expuesta como un error en el manejo de la información entregada en el informe de verificación de calidad aludido.

HALLAZGO 3: SE OBSERVARON INCONSISTENCIAS ENTRE LOS CRITERIOS EMITIDOS EN ALGUNOS DE LOS INFORMES DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN, CON RESPECTO A LA ESPECIFICACIÓN CARTELARIA.



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca. Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica www.conavi.go.cr



Table with 3 columns: Informe LM-PI-AT-150-18, Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019, Página 82 de 87



## GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

Montes de Oca, 28 de enero de 2019  
GCSV-21-2019-0365 (182)  
Página 2

Se adjunta copia del correo electrónico de la empresa *Vieto y Asociados* -aludido ya en el punto anterior- donde manifiestan que, dada la incipiente actividad que la medición del IRI representa en nuestro país, sobre este particular se han emitido diversos criterios; así como que de los datos expuestos en el referido informe (18-OLT-0250-1231) es posible deducir el criterio correspondiente de cumplimiento o incumplimiento, conforme con la especificación cartelaria.

### **HALLAZGO 4: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN EL CONTENIDO DE ALGUNOS DE LOS INFORMES DE ENSAYO SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN.**

Se adjunta el oficio CACISA-2019-103, de fecha 18 de enero del 2019, donde dicha empresa se refiere a los puntos que se le señalan en el informe de auditoría LM-PI-AT-150B-18; siendo que, las deficiencias señaladas se presentaron por errores en su actuación, pero han sido corregidas, y no se han vuelto a presentar en los informes de verificación posteriores a los indicados en dicho informe de auditoría -desde el mes de mayo del 2018-.

No se dispone de las observaciones del laboratorio de ensayo ITP en relación con este punto, dado que dicho laboratorio no presta en la actualidad el servicio de verificación de calidad para esta Administración. No obstante, la generalidad de los informes que presentan los laboratorios de ensayo activos hoy día en este servicio, cumplen con el requerimiento de presentación de una columna conteniendo el criterio de *Cumplimiento / Incumplimiento* en los reportes de datos de medición del IRI.

### **HALLAZGO 5: SE EVIDENCIÓ FALTA DE CLARIDAD EN LA CONCEPTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PARÁMETRO DE DESEMPEÑO IRI EN LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN VIAL.**

En relación con este hallazgo, a lo largo de esta primera etapa de implementación de la medición del IRI como parte de los mecanismos actuales de verificación de la calidad de las obras de infraestructura vial financiadas con recursos públicos, esta Administración ha tomado conciencia de la necesidad de complementar y mejorar el contenido de las especificaciones técnicas que sustentan la ejecución de este ensayo, contenidas en el cartel de la Licitación Pública No. 2104-LN-000018-OCV00; en este sentido se han emitido los documentos complementarios citados reiteradamente en el informe de auditoría LM-PI-AT-150B-18 generado por su representada. En ellos se aclaran, amplían o delimitan, según corresponda, los principales conceptos asociados con el desarrollo de esta nueva actividad de control de obra; asimismo, de estimarse pertinente, incluso se han introducido nuevos conceptos teórico-prácticos concordantes con las especificaciones cartelarias, que permitan la mejora requerida en la ejecución del ensayo y su aplicación al mejoramiento de la calidad de los pavimentos de la red vial nacional.



Consejo Nacional de Vialidad, 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.  
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 618-2010 San José, Costa Rica  
[www.conavi.go.cr](http://www.conavi.go.cr)



Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 83 de 87
-------------------------	--	-----------------



## GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

Montes de Oca, 28 de enero de 2019  
GCSV-21-2019-0365 (182)  
Página 3

No obstante ese esfuerzo, el trabajo que se realiza día a día en efecto presenta nuevos aspectos y dificultades que requieren ser atendidos, sobretodo dado que se trata, como ya se mencionó anteriormente, de una actividad de reciente práctica en el país como parte del control de la obra pública; conscientes de ello, y toda vez que se trata de una actividad en la que participan diversos actores -Ingenierías de Zona, Administradores Viales, Contratistas, Inspectores y Laboratorios de Ensayo- en la actualidad este Departamento elabora un programa para la difusión y reforzamiento, entre todos ellos, de esos nuevos conceptos y prácticas extraídos de la experiencia desarrollada hasta ahora; con ello se procura mejorar su comprensión y consolidar su aplicación en la ejecución de la obra vial a cargo del CONAVI.

Cordialmente,

Ing. Hugo Zúñiga F.  
Departamento de Verificación de la Calidad  
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes



Ing. Julio César Carvajal S. MAP  
Departamento de Verificación de la Calidad  
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

C Archivo  
Copiador





### 15.3. Análisis del oficio GCSV-21-2019-0365 (182)

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del PITRA - LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-PI-AT-150B-18 fue remitido a la Administración el día 12 de diciembre de 2018 mediante oficio LM-AT-154-18, para que fuese analizado y donde se indicó que la presentación oral del informe se realizaría el día 20 de diciembre de 2018. Posteriormente, el día 28 de enero de 2019, se recibió el documento de descargo por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, Oficio GCSV-21-2019-0365 (182) emitido por el Ing. Hugo Zúñiga Fallas y el Ing. Julio César Carvajal Saborío. Este oficio fue analizado por el equipo auditor y considerado para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración.

A continuación, se detalla el análisis correspondiente al descargo GCSV-21-2019-0365 (182):

#### **HALLAZGO 1: SE EVIDENCIÓ QUE EN ALGUNOS PROYECTOS DONDE SE CONSTRUYÓ SOBRECAPA NO SE REALIZÓ LA MEDICIÓN INICIAL DEL PERFIL LONGITUDINAL.**

Sobre este primer hallazgo la Administración adjunta el oficio 026-2019 de la empresa *LGC Ingeniería de Pavimentos*, donde se exponen los motivos por los cuales no se realizó la medición inicial, sin embargo, dichos motivos no modifican el sentido del hallazgo expuesto inicialmente en el informe preliminar.

#### **HALLAZGO 2: SE OBSERVARON DIFERENCIAS ENTRE LA INFORMACIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EXPUESTA EN UN INFORME DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN FORMATO DIGITAL POR EL CORRESPONDIENTE LABORATORIO.**

Sobre este segundo hallazgo, la Administración, a través del laboratorio de verificación de la calidad señala lo siguiente:

- 1. Las diferencias encontradas entre la información digital y el informe 18-OTL-07748-1231 se detectaron en la tabla No. 5, de la información entregada a la auditoría técnica del LANAMME. Al revisar los registros digitales se determinó que hubo un erro en el traslado, dado que uno de los archivos no corresponde a la última versión con la cual se realizó el informe.*
- 2. En el procesamiento de los datos que el sistema del equipo de medición entrega, se deben realizar los ajustes a los "RUN IN" y los "RUN OUT" del sistema de análisis y cálculo de IRI, con el fin de que el encadenamiento de los estacionamientos y las estaciones de GPS de los inicios y finales de cada tramo de 100 m, correspondan a los segmentos medidos in situ, por lo que en este ajuste se pudo haber generado varias versiones de los archivos digitales.*

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 85 de 87
-------------------------	--	-----------------



3. *Por aseguramiento de la calidad de las mediciones o por eventos que se presenta durante la medición, se debe repetir en (sic) ensayo en el segmento o el carril para confirma (sic) los resultados obtenidos, razón por la cual se genera varios archivos del perfil longitudinal, así como nuevas versiones de los resultados de ensayos. Al realizar el análisis correspondiente, se descarta el ensayo que por interferencia de ramas, vehículos detenidos u otro evento, exista duda en el resultado obtenido del ensayo. Esto significa que las versiones digitales pueden presentar resultados diferentes en algunas estaciones.*

Fuente: VIETO y Asociados, 2019

De este modo, luego de recibido el descargo al presente informe en versión preliminar se modificó el enfoque de este hallazgo, donde en primera instancia fue valorado como un hallazgo titulado de la siguiente manera:

HALLAZGO 2: SE OBSERVARON INCONGRUENCIAS ENTRE LA INFORMACIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EXPUESTA EN UN INFORME DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN FORMATO DIGITAL POR EL CORRESPONDIENTE LABORATORIO.

El término incongruencia fue modificado, pues dicho término puede hacer referencia a una situación que no tiene sentido. Sin embargo, tal como se indica en el Hallazgo 2 y en descargo emitido por el laboratorio Vieto y Asociados, en algunos casos puede ser necesario repetir el ensayo en segmentos de carril por la presencia de eventos (como ramas), no obstante, es criterio de esta auditoría que dichas situaciones, por motivos de transparencia, deben quedar debidamente documentadas en el informe final de verificación de la calidad que se le entrega a la Administración. Por lo tanto, dada la importancia asociada a esta documentación, el hallazgo se mantiene.

**HALLAZGO 3: SE OBSERVARON INCONSISTENCIAS ENTRE LOS CRITERIOS EMITIDOS EN ALGUNOS DE LOS INFORMES DE REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN, CON REPECTO A LA ESPECIFICACIÓN CARTELARIA.**

Sobre este hallazgo en el oficio GCSV-21-2019-0365 (182) se adjunta una captura de pantalla de un correo electrónico emitido por un representante del laboratorio Vieto y Asociados donde se indica lo siguiente:

*(...) es de su conocer que los criterios se han venido ajustando, lo que pudo ocasionar la inconsistencia indicada, pero, al reporta el resultado obtenido junto con la especificación es posible determinar el incumplimiento o cumplimiento.*

Fuente: VIETO y Asociados, 2019

Dicha postura, no modifica el hallazgo enviado inicialmente en el informe preliminar, pues desde el inicio de la contratación 2014LN-000018-0CV00 este criterio no se ha modificado.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 86 de 87
-------------------------	--	-----------------



**HALLAZGO 4: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN EL CONTENIDO DE ALGUNOS DE LOS INFORMES DE ENSAYO SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN.**

Sobre este hallazgo contenido del descargo no modifica el contenido del informe enviado preliminarmente, ya que se corroboran las situaciones indicadas en el informe.

**HALLAZGO 5: SE EVIDENCIA FALTA DE CLARIDAD EN LA CONCEPTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PARÁMETRO DE DESEMPEÑO IRI EN LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN VIAL.**

Sobre este hallazgo contenido del descargo no modifica el contenido del informe enviado preliminarmente.

Informe LM-PI-AT-150-18	Fecha de emisión: 1 de febrero de 2019	Página 87 de 87
-------------------------	--	-----------------